Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2017/2018

Wydział Inżynierii Lądowej

Kierunek studiów: Budownictwo

Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: stacjonarne

Kod kierunku: BUD

Stopień studiów: II

Specjalności: Budowle i środowisko

1 Informacje o przedmiocie

Nazwa przedmiotu	Teoria sprężystości i plastyczności
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Theory of Elasticity and Plasticity
Kod przedmiotu	WIL BUD oIIS C8 17/18
Kategoria przedmiotu	Przedmioty kierunkowe
Liczba punktów ECTS	2.00
Semestry	1

2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

Semestr	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Laboratoria	Laboratoria komputerowe	Projekty	Seminarium
1	30	0	0	0	15	0

3 Cele przedmiotu

Cel 1 Wprowadzenie podstawowych pojęć Mechaniki Ośrodków Ciągłych związanych z materialnym i przestrzennym opisem ruchu ośrodka ciągłego w odniesieniu do stanu deformacji, naprężenia i równań konstytutywnych, sformułowanie zagadnienia brzegowego nieliniowej teorii sprężystości i sprecyzowanie warunków pozwalających na jego linearyzację.

Cel 2 Przedstawienie zagadnienia brzegowego liniowej teorii sprężystości i wybranych metod jego rozwiązywania bazujących zarówno na sformułowaniu lokalnym (różniczkowym) jak i globalnym (wariacyjnym) z odniesieniem do Metody Elementów Skończonych.

Cel 3 Zapoznanie z wyidealizowanymi modelami zachowania się ciał plastycznych.

4 Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1 Brak wymagań

5 Efekty kształcenia

EK1 Wiedza Student formułuje problem brzegowy nieliniowej teorii sprężystości w opisie materialnym i przestrzennym, definiuje i objaśnia fizyczny sens użytych w tym sformułowaniu różnych miar deformacji i naprężeń.

EK2 Umiejętności Dla zadanej deformacji student potrafi w obu opisach wyznaczyć stosowne miary deformacji i naprężeń.

EK3 Wiedza Student formułuje problem brzegowy liniowej teorii sprężystości, analizuje strukturę matematyczną otrzymanego kompletu równań i objaśnia wybrane metod jego rozwiązywania.

EK4 Umiejętności Wykorzystując metody ścisłe i przybliżone student potrafi modelować oraz rozwiązywać zagadnienia liniowej teorii sprężystości w zastosowaniu do wybranych elementów konstrukcyjnych takich jak tarcze, płyty, niekonwencjonalne pręty.

EK5 Wiedza Student definiuje podstawowe pojęcia liniowej teorii plastyczności.

6 Treści programowe

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W1	Wstęp. Modele teorii sprężystości i plastyczności, ich znaczenie i miejsce w mechanice ciał odkształcalnych, opis ruchu ciał odkształcalnych..	2
W2	Opis deformacji - miary deformacji w opisie materialnym i przestrzennym: wektor przemieszczenia, gradient deformacji, biegunowy rozkład gradientu, tensory deformacji, tensory odkształcenia, wydłużenie, wydłużenie względne, zmiana objętości, zmiana pola powierzchni, zmiana długości krzywej materialnej, linearyzacja	8
W3	Masa i gęstość masy, zasada zachowania masy, równanie ciągłości masy. Wektory naprężenia i stan naprężenia, zasady pędu i krętu, równania ruchu w opisie materialnym i przestrzennym, linearyzacja równań.	4
W4	Równania konstytutywne - najogólniejsza postać równań konstytutywnych; materiał prosty, z pamięcią, sprężysty, hiper sprężysty, anizotropowy, niejednorodny, prawo Hooke'a.	2

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W5	Wybrane zagadnienia liniowej teorii sprężystości - plaski stan naprężenia i odkształcenia, uogólniony związek fizyczny dla obu stanów, tarcze i płyty sprężyste, funkcja naprężeń Airy'ego, równanie tarczy wraz warunkami brzegowymi, MRS.	6
W6	Metody wariacyjne teorii sprężystości- zasada przemieszczeń przygotowanych, zasada naprężeń przygotowanych, twierdzenie Lagrange'a o minimum energii potencjalnej, twierdzenie Castigliano o maksimum energii komplementarnej, równania Lagrange'a-Ritza oraz Castigliano-Ritza, ich związek z Metodą Elementów Skończonych.	4
W7	Zagadnienia teorii sprężystości w biegunowym układzie współrzędnych: osiowo-symetryczne zagadnienie teorii sprężystości, zadanie Lamego, klin sprężysty, półpłaszczyzna sprężysta - zagadnienie Flamanta.	2
W8	Elementy teorii plastyczności: odkształcenia plastyczne, warunki plastyczności H-M-H oraz Tresci, nośność graniczna, uplastycznienie rury grubościennej.	2

Projekty		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
P1	Analiza deformacji dla przyjętych funkcji ruchu. Ilustracja graficzna opisu materialnego i przestrzennego.	2
P2	Materialne i przestrzenne miary deformacji. Biegunowy rozkład gradientu deformacji.	2
P3	Miary naprężeń: tensory naprężeń Cauchy'ego oraz Pioli-Kirchhoffa I i II rodzaju w prostym zagadnieniu brzegowym.	2
P4	Zadanie odwrotne nieliniowej teorii sprężystości - odtworzenie obciążenie brzegu dla zadanej deformacji	2
P5	Rozwiązanie tarczy sprężystej MRS. .Rozwiązanie płyty sprężystej MRS.	4
P6	Metoda Lagrange'a-Ritza, Castigliano- Ritza w zadaniach liniowej teorii sprężystości.	2
P7	Graniczna nośność plastyczna rury grubościennej.	1

7 Narzędzia dydaktyczne

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia projektowe

N3 Konsultacje

N4 Zadania tablicowe

N5 Dyskusja

8 Obciążenie pracą studenta

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	45
Konsultacje przedmiotowe	7
Egzaminy i zaliczenia w sesji	3
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	15
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	20
Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta	**90**
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	2.00

9 Sposoby oceny

Ocena formująca

F1 Projekt indywidualny

F2 Kolokwium

Ocena podsumowująca

P1 Zaliczenie pisemne

P2 Średnia ważona ocen formujących

Warunki zaliczenia przedmiotu

W1 Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie oceny pozytywnej z każdego efektu.

W2 Ocena w indeksie jest średnią ważoną ocen z poszczególnych efektów kształcenia.

Kryteria oceny

Efekt kształcenia 1	
Na ocenę 2.0	*
Na ocenę 3.0	Student formułuje problem brzegowy nieliniowej teorii sprężystości w opisie materialnym i przestrzennym, definiuje wielkości fizyczne użyte w każdym z opisów oraz przedstawia warunki jego linearyzacji.
Na ocenę 3.5	*
Na ocenę 4.0	Student spełnia kryterium na ocenę 3.0 a ponadto wypowiada i objaśnia poznane postulaty i twierdzenia z kinematyki, dynamiki i teorii równań konstytutywnych MOC.
Na ocenę 4.5	*
Na ocenę 5.0	Student spełnia kryterium na ocenę 4.0 a ponadto przedstawia szkic dowodów podstawowych twierdzeń MOC, objaśnia sens fizyczny takich pojęć jak pochodna materialna, biegunowy rozkład gradientu deformacji, objaśnia różnicę między wektorem i tensorem naprężenia Cauchy'ego a wektorami i tensorami naprężenia Pioli-Kirchhoffa.
Efekt kształcenia 2	
Na ocenę 2.0	*
Na ocenę 3.0	Student potrafi dla zadanych funkcji ruchu ośrodka ciagłego wyznaczyć gradient deformacji i dokonać jego biegunowego rozkładu oraz wyznaczyć tensory deformacji, odkształcenia i wektor przemieszczenia w opisie materialnym i przestrzennym.
Na ocenę 3.5	*
Na ocenę 4.0	Student spełnia kryterium na ocenę 3.0 a ponadto dla zadanej deformacji i związków fizycznych potrafi wyznaczyć tensory naprężenia Cauchy'ego i Pioli-Kirchhoffa oraz wyjaśnić ich sens fizyczny.
Na ocenę 4.5	*
Na ocenę 5.0	Student spełnia kryterium na ocenę 4.0 a ponadto potrafi dla zadanej deformacji wyznaczyć zmianę objętości, pola powierzchni i długości łuku krzywej.
Efekt kształcenia 3	
Na ocenę 2.0	*
Na ocenę 3.0	Student formułuje statyczny problem brzegowy liniowej teorii sprężystości, definiuje użyte wielkości fizyczne, objaśnia strukturę matematyczną układu równań, oraz przedstawia zagadnienie brzegowe w przypadku dwuwymiarowym (płaski stan naprężenia i płaski stan odkształcenia).
Na ocenę 3.5	*
Na ocenę 4.0	Student spełnia kryterium na ocenę 3.0 a ponadto definiuje kinematycznie dopuszczalne pole przemieszczeń i statycznie dopuszczalne pole naprężeń, objaśnia poznane metody półodwrotne rozwiązywania zagadnienia brzegowego liniowej teorii sprężystości.

Na ocenę 4.5	*
Na ocenę 5.0	Student spełnia kryterium na ocenę 4.0 a ponadto przedstawia poznane zasady wariacyjne liniowej teorii sprężystości i ich związek z Metodą Elementów Skończonych. Student zna rozwiązanie zagadnienia Flamanta i na jego przykładzie objaśnia sens funkcji Greena w zagadnieniach liniowej teorii sprężystości.
Efekt kształcenia 4	
Na ocenę 2.0	*
Na ocenę 3.0	Student formułuje zagadnienie brzegowe tarczy sprężystej wyrażone przez funkcję naprężeń Airy'ego i potrafi za pomocą Metody Różnic Skończonych (MRS) zamienić problem brzegowy na układ równań algebraicznych, rozwiązać go i dokonać analizy stanu naprężenia w wybranym punkcie tarczy. Student przedstawia zagadnienie brzegowe płyty sprężystej i potrafi za pomocą MRS wyznaczyć odpowiedni układ równań algebraicznych, rozwiązać go i wyznaczyć w wybranym punkcie płyty tensor momentów.
Na ocenę 3.5	*
Na ocenę 4.0	Student spełnia kryterium na ocenę 3.0 a ponadto potrafi z wykorzystaniem Metody Ritz'a rozwiązać problem płyty i zagadnienie belki na podłożu sprężystym.
Na ocenę 4.5	*
Na ocenę 5.0	Student spełnia kryterium na ocenę 4.0 a ponadto potrafi objaśnić i uzasadnić sposób wykorzystania wyznaczonych momentów do zbrojenia płyty żelbetowej.
Efekt kształcenia 5	
Na ocenę 2.0	*
Na ocenę 3.0	Student potrafi zdefiniować warunki plastyczności Tresci, H-M=H, Coulomba-Mohra i Druckera-Pragera i naszkicować powierzchnię płyniecia dla każdego z tych warunków.
Na ocenę 3.5	*
Na ocenę 4.0	Student spełnia kryterium na ocenę 3.0 a ponadto potrafi objaśnić sens procesów: obciążenia, neutralnego i odciążenia.
Na ocenę 4.5	*
Na ocenę 5.0	Student spełnia kryterium na ocenę 4.0 a ponadto potrafi przedstawić sprężysto-plastyczne związki fizyczne w teorii Prandtla-Reussa.

10 Macierz realizacji przedmiotu

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK1		Cel 1	w1 w2 w3 w4 p1 p2 p3 p4	N1 N2 N3 N4	F2 P1
EK2		Cel 1	w1 w2 w3 w4 p1 p2 p3 p4	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 P1 P2
EK3		Cel 2	w5 w6 w7 p5 p6	N1 N2 N3 N4	F2 P1
EK4		Cel 2	w6 w7 p5 p6	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 P1 P2
EK5		Cel 3	w8 p7	N1 N2 N3 N4	F1 P1

11 Wykaz literatury

Literatura podstawowa

[1] Ostrowska-Maciejewska J — *Mechanika Ciał Odkształcalnych*, Warszawa, 1994, PWN

[2] Paluch M. — *Teoria Sprężystości i Plastyczności*, Kraków, 2006, Wydawnictwo PK

Literatura uzupełniająca

[1] Waszczyszyn Z., Radwańska M. — *Dźwigary powierzchniowe*, Kraków, 1985, Wydawnictwo PK

12 Informacje o nauczycielach akademickich

Osoba odpowiedzialna za kartę

prof. dr hab. inż. Leszek Mikulski (kontakt: ps@pk.edu.pl)

Osoby prowadzące przedmiot

1 Prof. dr hab. inż. Leszek Mikulski (kontakt: ps@pk.edu.pl)

2 Dr inż. Marian Świerczek (kontakt: mswiercz@gmail.com)

3 Dr inż. Marian Mikołajek (kontakt: marianmikolajek@interia.pl)

4 Dr inż. Paweł Szeptyński (kontakt: pawel.szeptynski@gmail.com)

5 Dr inż. Szymon Sobczyk (kontakt: szymek.sobczyk@gmail.com)

13 Zatwierdzenie karty przedmiotu do realizacji

(miejscowość, data) (odpowiedzialny za przedmiot) (dziekan)

Przyjmuję do realizacji (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....

.....

.....

.....