

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku angielskim: Theory of elasticity and plasticity
Nazwa w języku polskim: Teoria sprężystości i plastyczności
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): *budownictwo*
Specjalność (jeśli dotyczy): Civil Engineering
Stopień studiów i forma: I/ II stopień*, stacjonarna / ~~niestacjonarna~~*
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ~~ogólnouczelniany~~*
Kod przedmiotu: CEB008361
Grupa kursów: ~~TAK~~ / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	30			
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	1			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		0,8			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,1	0,6			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Ma wiedzę z zakresu wybranych działów matematyki, fizyki, która jest podstawą przedmiotów z zakresu teorii konstrukcji.
2. Ma wiedzę z zakresu mechaniki ogólnej, wytrzymałości materiałów, statyki budowli.
3. Ma wiedzę z zakresu równań różniczkowych cząstkowych i szeregów Fouriera.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie z opisem i analizą trójwymiarowego zagadnienia teorii sprężystości.
- C2. Zapoznanie z założeniami teoretycznymi i podstawami fizycznymi płaskich zagadnień teorii sprężystości.
- C3. Zapoznanie z założeniami, równaniami i analitycznymi metodami rozwiązania stosowanymi w płytach cienkich.
- C4. Zapoznanie z założeniami, równaniami i analitycznymi metodami rozwiązania powłok cienkich.
- C5. Przedstawienie podstawowych pojęć teorii plastyczności oraz definicji, twierdzeń i metod teorii nośności granicznej płyt.
- C6. Wykształcenie świadomości konieczności poszerzania i aktualizacji wiedzy z teorii sprężystości i plastyczności.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA	
Z zakresu wiedzy:	
PEK_W01	Zna i rozumie równania opisujące stan naprężenia, odkształcenia i związki fizyczne w izotropowym ciele stałym w zakresie liniowo-sprężystym.
PEK_W02	Zna i rozumie różnice pomiędzy opisem w zakresie liniowo-sprężystym a geometrycznie lub fizycznie nieliniowym oraz pomiędzy ciałami izotropowymi, ortotropowymi i anizotropowymi.
PEK_W03	Zna i rozumie założenia, siły wewnętrzne i warunki brzegowe występujące w płytach i powłokach.
PEK_W04	Zna i rozumie różnice pomiędzy momentowymi i błonowymi teoriami powłok.
PEK_W05	Zna i rozumie podstawowe pojęcia teorii plastyczności oraz definicje i twierdzenia teorii nośności granicznej.
Z zakresu umiejętności:	
PEK_U01	Poprawnie rozpoznaje płaskie zagadnienia teorii sprężystości oraz zagadnienia płyt i powłok cienkich.
PEK_U02	Potrafi zastosować analityczne metody rozwiązania wybranych zagadnień tarcz, płyt i powłok w stanie błonowym.
PEK_U03	Potrafi oszacować nośność graniczną wybranych płyt metodą linii załomów.
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEK_K01	Ma świadomość konieczności systematycznego poszerzania swojej wiedzy w zakresie teorii sprężystości i plastyczności.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Notacja wskaźnikowa. Stan naprężenia: różniczkowe równania równowagi wewnętrznej.	2
Wy2	Stan naprężenia (c.d.): kinetyczne warunki brzegowe, transformacja naprężeń, niezmienniki oraz naprężenia główne i kierunki główne tensora naprężenia.	2
Wy3	Równania ruchu ośrodka ciągłego: opis materialny i przestrzenny, nieliniowe i liniowy tensor odkształcenia. Równania nierozdzielności odkształceń. Materiał anizotropowy, ortotropowy i izotropowy. Uogólnione prawo Hooke'a. Bilans równań teorii sprężystości. Równania równowagi w przemieszczeniach. Równania nierozdzielności odkształceń w naprężeniach.	2
Wy4	Zagadnienia energetyczne: praca obciążeń zewnętrznych i energia sprężysta, zasada prac wirtualnych, twierdzenie Lagrange'a, stateczne i niestateczne stany równowagi.	2
Wy5	Płaskie zagadnienia teorii sprężystości. Funkcja naprężeń Airy'ego dla PSN.	2
Wy6	Płaskie zagadnienia teorii sprężystości we współrzędnych biegunowych – zastosowanie funkcji naprężeń Airy'ego, równanie III rzędu w zagadnieniu osiowosymetrycznym.	2
Wy7	Zginanie płyt cienkich. Założenie Kirchhoffa. Rozkład naprężeń w przekroju płyty. Siły wewnętrzne. Równanie równowagi płyty cienkiej. Warunki brzegowe.	2
Wy8	Rozwiązania analityczne w teorii płyt. Płyta prostokątna – rozwiązanie Naviera.	2
Wy9	Stateczność płyt. Teoria II rzędu.	2
Wy10	Płyty kołowe i pierścieniowe. Równania IV i III rzędu w zagadnieniu osiowosymetrycznym.	2
Wy11	Powłoki cienkie. Założenia. Opis geometrii. Rozkład naprężeń w przekroju i siły wewnętrzne. Teoria momentowa na przykładzie zbiornika walcowego.	2

Wy12	Stan błonowy w powłokach obrotowych. Równania stanu błonowego. Przykłady rozwiązywania powłok sferycznych i stożkowych przy obciążeniu osiowosymetrycznym.	2
Wy13	Podstawy teorii plastyczności – modele materiałów plastycznych, warunki plastyczności, warunki plastyczności w płytach. Podstawowe definicje i twierdzenia teorii nośności granicznej.	2
Wy14	Podsumowanie przedmiotu – omówienie zagadnień zaliczeniowych dla wykładu i ćwiczeń.	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Notacja wskaźnikowa – przykłady zastosowania.	1
Ćw2	Transformacja współrzędnych tensora naprężenia. Wyznaczenie: niezmienników, naprężeń głównych i kierunków głównych tensora naprężenia.	2
Ćw3	Rozwiązanie płaskiego stanu naprężenia metodą funkcji naprężeń Airy’ego.	2
Ćw4	Przykład rozwiązania płaskiego zagadnienia we współrzędnych biegunowych – koncentracja naprężeń przy otworze w rozciągany płaskowniku.	2
Ćw5	Przykłady rozwiązywania płyt metodą szeregów trygonometrycznych – metoda Naviera.	2
Ćw6	Rozwiązania osiowosymetrycznej powłoki hiperboloidalnej w stanie błonowym; różne parametryzacje południka.	2
Ćw7	Oszacowanie nośności granicznej płyty prostokątnej i kołowej metodą linii załomów.	2
Ćw8	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		
...		
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład: tradycyjna forma wykładu.
N2.	Ćwiczenia: rozwiązywanie zadań ilustrujących wykład.
N3.	Konsultacje.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (ćwiczenia)	PEK_W01, PEK_W03, PEK_W05, PEK_U01 PEK_U02, PEK_U03.	kolokwium zaliczeniowe
P (wykład)	PEK_W01, PEK_W03, PEK_W05, PEK_U01 PEK_U02, PEK_U03.	kolokwium zaliczeniowe

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] Stephen P. Timoshenko and J.N. Goodier, Theory of Elasticity, McGraw-Hill, 1970. [2] A.I. Lurie and A.K. Belyaev, Theory of Elasticity (Foundations of Engineering Mechanics), Springer, 2005. <u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [1] Y. C. Fung, Foundation of Solid Mechanics, Prentice-Hall, New Jersey 1965. [2] Kyuichiro, Variational methods in elasticity and plasticity, Pergamon Press, 1982.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ZAKŁAD, ADRES E-MAIL)
Grzegorz Waśniewski, Zakład Wytrzymałości Materiałów, grzegorz.wasniewski@pwr.edu.pl
CZŁONKOWIE ZESPOŁU DYDAKTYCZNEGO (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Kazimierz Myślecki, kazimierz.myslecki@pwr.edu.pl , Ryszard Kutylowski, ryszard.kutylowski@pwr.edu.pl , Roman Szmigielski, roman.szmigielski@pwr.edu.pl , Grzegorz Waśniewski, grzegorz.wasniewski@pwr.edu.pl , Andrzej Helowicz, andrzej.helowicz@pwr.edu.pl , Tomasz Kasprzak, tomasz.kasprzak@pwr.edu.pl , Jacek Oleńkiewicz, jacek.olenkiewicz@pwr.edu.pl , Dawid Prokopowicz, dawid.prokopowicz@pwr.edu.pl , Marta Knawa-Hawryszków marta.knawa@pwr.edu.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Theory of elasticity end plasticity

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU *budownictwo*

I SPECJALNOŚCI **Civil Engineering**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
Wiedza				
PEK_W01	K2_W01, K2_W02, K2_W04, K2S_CEB_W16	C1, C2, C6	Wy1 ÷ Wy6 Ćw1 ÷ Ćw4	N1, N2, N3
PEK_W02	K2_W01, K2_W02, K2_W04, K2S_CEB_W16	C1, C6	Wy3, Wy4, Wy9	N1, N3
PEK_W03	K2_W01, K2_W02, K2_W04, K2S_CEB_W16	C3, C4	Wy7 ÷ Wy12, Ćw5, Ćw6	N1, N2, N3
PEK_W04	K2_W01, K2_W02, K2_W04, K2S_CEB_W16	C4, C6	Wy11, Wy12	N1, N3
PEK_W05	K2_W01, K2_W02, K2_W04, K2S_CEB_W16	C5, C6	Wy13, Ćw7	N1, N2, N3
Umiejętności				
PEK_U01	K2_U02, K2_U04, K2_U08, K2S_CEB_U19, K2S_CEB_U23	C2, C3, C4	Wy5 ÷ Wy12, Ćw3 ÷ Ćw6	N1, N2, N3
PEK_U02	K2_U02, K2_U06, K2_U08, K2S_CEB_U19, K2S_CEB_U23	C2, C3, C4	Wy5, Wy10, Wy12, Ćw3 ÷ Ćw6	N1, N2, N3
PEK_U03	K2_U02, K2_U06, K2_U08, K2S_CEB_U19, K2S_CEB_U23	C5	Ćw7	N2, N3
Kompetencje społeczne				
PEK_K01	K2_K01	C6	Wy1, Wy3, Wy4, Wy9, Wy11, Wy13 ÷ Wy15, Ćw1, Ćw6, Ćw8	N1, N2, N3

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej