

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 rozwiązania 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 rozwiązania 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: rozwiązanie 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