

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	Teoria dźwigarów powierzchniowych
Nazwa w języku angielskim:	Theory of spatial structures
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<i>budownictwo</i>
Specjalność (jeśli dotyczy):	Teoria Konstrukcji
Stopień studiów i forma:	I/ II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *
Kod przedmiotu:	ILB006822
Grupa kursów:	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	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	2	1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		0,8	1,0		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,1	0,7	0,7		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Ma poszerzoną wiedzę z zakresu wybranych działów matematyki, fizyki, która jest podstawą przedmiotów z zakresu teorii konstrukcji.
2. Ma wiedzę z zakresu wytrzymałości materiałów, statyki budowli i teorii sprężystości i plastyczności.
3. Ma wiedzę i umiejętności z metod komputerowych.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie z formułowaniem zagadnień mechaniki ciała stałego w uogólnionych, krzywoliniowych układach współrzędnych w zapisie tensorowym.
- C2. Zapoznanie z formułowaniem równań powłok o dowolnej krzywiznie w zapisie tensorowym.
- C3. Przedstawienie różnych modeli powłok w zależności od przyjętego założenia kinematycznego.
- C4. Zapoznanie z nieliniowymi algorytmami stosowanymi w analizie MES.
- C5. Wykształcenie umiejętności samodzielnego modelowania, rozwiązywania oraz interpretacji i weryfikacji wyników obliczeń dźwigarów powierzchniowych w zakresie nieliniowym.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA	
Z zakresu wiedzy:	
PEK_W01	Zna i rozumie tensorowy zapis równań mechaniki ciała stałego i teorii powłok.
PEK_W02	Zna i rozumie zaawansowane zagadnienia stateczności dźwigara powierzchniowego.
PEK_W03	Zna i rozumie zaawansowane algorytmy nieliniowej analizy MES.
Z zakresu umiejętności:	
PEK_U01	Potrafi przedstawić równania tensorowe powłoki we współrzędnych fizycznych dla konkretnego krzywoliniowego układu współrzędnych.
PEK_U02	Potrafi wyprowadzić równania powłoki dla konkretnego założenia kinematycznego.
PEK_U03	Potrafi wybrać właściwy algorytm i program dla nieliniowego zagadnienia powłok oraz zagadnienia stateczności.
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEK_K01	Jest odpowiedzialny za rzetelność uzyskanych wyników swoich prac i poprawność ich interpretacji.
PEK_K02	Ma świadomość konieczności poszerzania wiedzy z teorii dźwigarów powierzchniowych oraz w zakresie współczesnych technik i programów do analizy konstrukcji budowlanych.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Rachunek tensorowy we współrzędnych krzywoliniowych. Baza przestrzeni. Tensor metryczny. Współrzędne kowariantne i kontrawariantne tensora. Symbole Christoffela. Pochodna kowariantna. Współrzędne fizyczne.	2
Wy2	Geometria różniczkowa powierzchni. Pierwsza i druga forma podstawowa powierzchni. Linie geodezyjne. Linie krzywizny. Krzywizny główne.	3
Wy3	Odształcenia liniowe powłoki przy założeniu Kirchhoffa-Love'a.	2
Wy4	Odształcenia nieliniowe powłoki przy założeniu Kirchhoffa-Love'a.	2
Wy5	Odształcenia nieliniowe i liniowe powłoki z uwzględnieniem odkształceń poprzecznych.	2
Wy6	Równania równowagi. Warunki brzegowe.	3
Wy7	Ogólne związki konstytutywne powłok sprężystych. Warianty równań konstytutywnych teorii technicznej.	4
Wy8	Równania powłok małowyniosłych.	2
Wy9	Nieliniowe algorytmy MES. Podejście Lagrange'a. Macierz sztywności stycznej i siecznej. Przyrostowy algorytm MES.	4
Wy10	Stateczność konstrukcji. Ścieżka równowagi. Punkty bifurkacji przeskoku. Energetyczne twierdzenia stateczności. Stateczność zlinearyzowana.	4
Wy11	Zakres zastosowania teorii stateczności. Przykłady.	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Przykład. Geometria przestrzeni w układzie współrzędnych sferycznych.	2
Ćw2	Przykład. Geometria powierzchni sferycznej.	2
Ćw3	Przykład. Zapis równań tensorowych powłoki sferycznej we współrzędnych fizycznych.	2
Ćw4	Prezentacja prac studentów z formułowania i przekształcania równań teorii powłok. Dyskusja otrzymanych wyników.	7
Ćw5	Kolokwium.	2
Suma godzin		15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie: Przeszkolenie BHP. Omówienie zasad zaliczania. Ustalenie harmonogramu zajęć. Ogólne wprowadzenie do stosowanych programów obliczeniowych.	1
La2	Budowa algorytmów rozwiązania nieliniowych równań przy pomocy programu obliczeń symbolicznych.	2
La3	Nieliniowa analiza dźwigara na przykładzie belki. Analiza wyników.	3
La4	Modelowanie dźwigara powierzchniowego w zakresie analizy nieliniowej MES. Sterowanie obciążeniem i przemieszczeniem. Analiza otrzymanych wyników.	5
La5	Omówienie formy prezentacji sprawozdania z ćwiczeń w postaci raportu.	2
La6	Kolokwium.	2
Suma godzin		15

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

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<p>N1. Wykład: tradycyjna forma wykładu.</p> <p>N2. Wykład: prezentacje multimedialne.</p> <p>N3. Ćwiczenia: rozwiązanie zadań ilustrujących wykład.</p> <p>N4. Ćwiczenia: prezentacje multimedialne, definiowanie i rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem dedykowanych programów.</p> <p>N5. Laboratorium: prezentacje multimedialne, definiowanie i rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem dedykowanych programów, przygotowanie sprawozdania, dyskusja wyników.</p> <p>N6. Konsultacje.</p>

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 (laboratorium)	PEK_U03, PEK_K01	kolokwium sprawozdanie-raport
P (ćwiczenia)	PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01	kolokwium prezentacja
P (wykład)	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_K02	egzamin

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p>LITERATURA PODSTAWOWA:</p> <p>[1] O. Dąbrowski, Teoria dźwigarów powierzchniowych, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1987.</p> <p>[2] Cz. Woźniak, Teoria powłok, PWN, Warszawa 1965.</p> <p>[3] Z. E. Mazurkiewicz, Cienkie powłoki sprężyste, Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1995.</p>

[4] O. C. Zienkiewicz, Metoda elementów skończonych, Arkady, Warszawa 1972.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] O. C. Zienkiewicz, R. L. Taylor, J. Z. Zhu, The Finite Element Method, Sixth Edition, McGraw-Hill 2005.
- [2] M. Kleiber, Metoda elementów skończonych w nieliniowej mechanice kontinuum, PWN, Warszawa 1985.
- [3] P. M. Naghdi, Foundations of Elastic Shell Theory, Progress in Solid Mechanics, North Holland Publ. Comp., Amsterdam 1963.
- [4] Z. Waszczyszyn, Cz. Cichoń, M. Radwańska, Metoda elementów skończonych w stateczności konstrukcji, Arkady, Warszawa 1990.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ZAKŁAD, ADRES E-MAIL)

Kazimierz Myślecki, Zakład Wytrzymałości Materiałów, kazimierz.myslecki@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
Teoria dźwigarów powierzchniowych
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU *budownictwo*
I SPECJALNOŚCI **Teoria Konstrukcji**

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_W04, K2S_TKO_W18, K2S_TKO_W19	C1, C2	Wy1 ÷ Wy8	N1, N6
PEK_W02	K2_W02, K2_W04, K2S_TKO_W18, K2S_TKO_W19	C4, C5	Wy10	N1, N2, N6
PEK_W03	K2_W03	C4, C5	Wy9	N1, N2, N6
Umiejętności				
PEK_U01	K2_U06, K2S_TKO_U20, K2S_TKO_U21	C2	Wy1, Wy2, Ćw1 ÷ Ćw4	N1, N3, N4, N6
PEK_U02	K2_U08, K2S_TKO_U19 ÷ K2S_TKO_U23	C3	Wy5, Ćw1 ÷ Ćw4	N1, N3, N4, N6
PEK_U03	K2_U08, K2S_TKO_U19 ÷ K2S_TKO_U23	C4	La1 ÷ La5	N5, N6
Kompetencje społeczne				
PEK_K01	K2_K04	C5	Ćw4, La4	N2, N4, N5, N6
PEK_K02	K2_K01	C1, C3	Wy1, Wy9	N1, N5, N6

** - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

*** - z tabeli powyżej