

KARTA MODUŁU / KARTA PRZEDMIOTU

Kod modułu	MES2
Nazwa modułu	Metoda elementów skończonych - 2
Nazwa modułu w języku angielskim	Finite Element Method - 2
Obowiązuje od roku akademickiego	2016/2017

A. USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	Mechanika i Budowa Maszyn
Poziom kształcenia	I stopień
Profil studiów	ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	studia stacjonarne
Specjalność	Systemy CAD/CAE
Jednostka prowadząca moduł	Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn
Koordynator modułu	Dr hab. Ihor Rokach
Zatwierdził:	

B. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	przedmiot kierunkowy
Status modułu	obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	szósty
Usytuowanie realizacji przedmiotu w roku akademickim	semestr letni
Wymagania wstępne	MES-1
Egzamin	nie
Liczba punktów ECTS	4

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
w semestrze	15		18	12	

C. EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY SPRAWDZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Cel modułu	Zadaniem przedmiotu jest zaznajomienie studentów z symulacją komputerową przy użyciu metody elementów skończonych (MES), zdobycie praktycznych nawyków w pracy z programami MES SOLIDWORKS Simulation oraz Femap/NX Nastran, umiejętności rozwiązywania płaskich i przestrzennych zagadnień mechaniki ciała stałego.
-------------------	---

Symbol efektu	Efekty kształcenia	Forma prowadzenia zajęć (w/ć/l/p/inne)	odniesienie do efektów kierunkowych	odniesienie do efektów obszarowych
W_01	Ma podstawową wiedzę w zakresie analizy wytrzymałościowej metodą elementów skończonych podstawowych typów konstrukcji maszyn	wykład	K_W03, K_W04, KS_W01_C AD/CAE	T1A_W01, T1A_W07, InzA_W02
W_02	Zna i rozumie metody wyprowadzania równań MES na podstawie sformułowania słabego	wykład	K_W01, KS_W01_C AD/CAE	T1A_W01
W_03	Zna podstawowe metody numeryczne używane w MES i potrafi nimi się posługiwać	wykład	K_W01, KS_W01_C AD/CAE	T1A_W01, T1A_W07
W_04	Potrafi ocenić jakość utworzonej siatki elementów skończonych i dokładność otrzymanych wyników. Rozumie podstawy teoretyczne tych ocen	wykład, laborat., projekt.	K_U20, KS_W01_C AD/CAE	T1A_U13, T1A_U15
U_01	Potrafi posługiwać się literaturą fachową w języku angielskim	laborat.	K_U05	T1A_U01, T1A_U06
U_02	Potrafi opracować model i przeprowadzić analizę statyczną dla modelu mieszanego, zawierającego elementy skończone różnych typów (prętowe, belkowe, płaskie, powłokowe i objętościowe).	wykład, laborat.	K_U08, K_U13, K_U15, KS_U01_CA D/CAE	T1A_U08, T1A_U13, T1A_U14,
U_03	Potrafi ocenić jakość siatki elementów skończonych wygenerowaną w programie Femap	laborat., projekt.	K_U08, KS_U01_CA D/CAE	T1A_U07 InzA_U01
U_04	Umie oszacować zalety i wady różnych typów komercyjnego i darmowego oprogramowania używanego do symulacji komputerowych	laborat.	K_U12, K_U21	T1A_U14, T1A_U10, InzA_U03
U_05	Umie opracować sprawozdanie po przeprowadzonych obliczeniach zawierające dokumentację techniczną oraz wyniki obliczeń przedstawione w postaci graficznej	projekt.	K_W1, K_U01, K_U02, K_U03, K_U04	T1A_W04, T1A_U01, T1A_U02, T1A_U03, T1A_U04,
K_01	Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role	laborat.	K_K04	T1A_K03, T1A_K04

Treści kształcenia:

1. Treści kształcenia w zakresie wykładu

Nr wykładu	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1	Wprowadzenie. Warunki zaliczenia przedmiotu. Teoretyczne podstawy MES – sformułowanie słabe.	W_01, W_02, W_03
2	Przybliżone metody rozwiązywania równań różniczkowych: kolokacji, Ritza i Galerkina	W_01, W_03, W_04

3	Najnowsze tendencje w rozwoju MES: metoda elementów rozmytych (<i>smooth finite element metod</i>)	W_01, U_01
4	Kolokwium nr 1.	W_01
5	MES w praktyce – modelowanie hierarchiczne: cechy, kolejność postępowania, niebezpieczeństwa. Przykłady zastosowań	W_01, W_02, U_02
6	MES w praktyce – używanie energii konstrukcji do kontroli zbieżności procesu obliczeniowego. „Elementy na sterydach” – niekompatybilne funkcje kształtu. Polepszanie dokładności wyniku za pomocą ekstrapolacji Richardsona.	W_01
7	MES w praktyce – metody rozwiązywania dużych układów równań. Metody bezpośrednie i iteracyjne, zalety i wady każdej z nich. Układy źle uwarunkowane.	W_01, W_02
8	Kolokwium nr 2.	W_01, W_02, W_03

2. Treści kształcenia w zakresie zadań laboratoryjnych

Nr zajęć lab.	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1	Femap/NX Nastran: pierwsze kroki	U_01, U_02
2	Femap/NX Nastran: opracowanie modelu, operacje CADowskie, prosty belkowy model kratownicy	U_01 U_02, U_03, K_01
3	Femap/NX Nastran: tradycyjne metody generacji siatek 2D	W_01, U_01, U_02, U_03, U_04, K_01
4	Femap/NX Nastran: generacja siatek 2D za pomocą <i>meshing toolbox</i>	U_01, U_02, U_03, U_05
5	Femap/NX Nastran: zaawansowane sposoby obciążenia i zamocowania konstrukcji, modele powłokowe	U_02, U_03, U_04, U_05
6	Femap/NX Nastran: <i>post-processing</i> , czyli metody przedstawiania wyników obliczeń	U_01, U_02, U_03, U_05
7-8	Modele objętościowe: różne metody generacji siatek elementów o kształcie czworoboku i sześcianu. Modele hybrydowe – metody łączenia elementów różnych typów.	U_01 U_02, U_03, U_05
9	Sprawdzian umiejętności	U_01, U_02, U_03

3. Treści kształcenia w zakresie zadań projektowych

Nr zajęć lab.	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1,2	„MES przemysłowy” w SOLIDWORKS Simulation: kilka przypadków obciążenia w jednej analizie, superelementy	U_01, U_02, K_01

3,4	Zagadnienia kontaktowe w SOLIDWORKS Simulation, modelowanie prostych złożeń	U_01, U_02, K_01
5,6	Zagadnienia sprężysto-plastyczne. Przemieszczenia małe i duże, odkształcenia małe i duże. Problemy powiązane z zagadnieniami nieliniowymi: kontrola zbieżności, <i>Volumetric locking</i> i <i>shear locking</i> .	U_01, K_01

4. Charakterystyka zadań projektowych

W czasie projektowania każdy student ma opracować 3 indywidualne mini-projekty. Proces projektowania składa się z 3 bloków po 4 godziny zajęć. Na pierwszych zajęciach każdego bloku studenci otrzymują podstawowe informacje dotyczące modelowania wybranego typu konstrukcji, opracowują modele przykładowe (w ramach instrukcji) oraz losują tematy projektów. W ramach drugich zajęć odbywa się prezentacja wstępnych wyników projektów. Ostateczne sprawozdanie z projektu w postaci pisemnej student przedstawia w ciągu 1 tygodnia po prezentacji.

Metody sprawdzania efektów kształcenia

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia (sposób sprawdzenia, w tym dla umiejętności – odwołanie do konkretnych zadań projektowych, laboratoryjnych, itp.)
W_01- W_04	Kolokwia pisemne nr 1-2. Sprawdzana jest zarówno wiedza teoretyczna, jak i umiejętność opracowania modelu dla podanej konstrukcji lub ocena poprawności modelu opracowanego przez inną osobę
U_01	W czasie zajęć laboratoryjnych oraz rozwiązywaniu zadań domowych studenci muszą posługiwać się plikami pomocy i dokumentacją programu Femap w j. angielskim
U_01, U_02, U_03	Sprawdzian umiejętności w czasie zajęć laboratoryjnych
U_04	Zajęcia są prowadzone równolegle z innymi przedmiotami, w których używa się komercyjne oprogramowanie innych producentów. Studenci mają możliwość porównania obydwu programów
U_05	Student ma opracować sprawozdania z 3 prac projektowych
K_01	Obserwacja postawy studenta podczas zajęć laboratoryjnych

D. NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS		
	Rodzaj aktywności	obciążenie studenta (godziny)
1	Udział w wykładach	15
2	Udział w ćwiczeniach	
3	Udział w laboratoriach	18
4	Udział w konsultacjach (4-5 razy w semestrze)	5
5	Udział w zajęciach projektowych	12
6	Konsultacje projektowe	6
7	Udział w egzaminie	
9	Liczba godzin realizowanych przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	56
10	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego <i>(1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)</i>	2 ECTS
11	Samodzielne studiowanie tematyki wykładów	5
12	Samodzielne przygotowanie się do ćwiczeń	
13	Samodzielne przygotowanie się do kolokwium	6
14	Wykonanie sprawozdań	24
15	Samodzielne przygotowanie się do laboratoriów	
16	Przygotowanie do sprawdzianów z laboratorium	4
17	Wykonanie projektu lub dokumentacji	15
18	Przygotowanie do egzaminu	
20	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	54
21	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy <i>(1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)</i>	2 ECTS
22	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	108h
23	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>	4 ECTS
24	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym <i>Suma godzin związanych z zajęciami praktycznymi</i>	87
25	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym <i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>	3

E. LITERATURA

Wykaz literatury	1. Łodygowski, T., Kąkol W. <i>Komputerowe wspomaganie obliczeń konstrukcji inżynierskich</i> , Skrypt Politechniki Poznańskiej nr 1779, 1994. 2. Buclea, M.L., Bathe, K-J. <i>The Mechanics of Solids and Structures -- Hierarchical Modeling and the Finite Element Solutions</i> , Springer, 2011. 3. Dokumentacja programu <i>SOLIDWORKS Simulation</i> 2016 4. <i>Femap User Guide</i> , Siemens PLM, 2016 5. Hartmann, F, Katz, C., <i>Structural Analysis with Finite Elements</i> , Springer, 2007. 6. Kurowski P. <i>Engineering Analysis with SolidWorks Simulation</i> 2013, SDC Publications 2013 7. Liu G.R., Nguyen Thoi Trung, <i>Smoothed Finite Element Method</i> , CRC Press, 2010.
Witryna WWW modułu/przedmiotu	www.tu.kielce.pl/~rokach/mes2.htm