

Karta (sylabus) modułu/przedmiotu
Mechanika i Budowa Maszyn
 Studia I stopnia

Przedmiot:	Metoda elementów skończonych
Rodzaj przedmiotu:	Obieralny
Kod przedmiotu:	MBM 1 S 0 7 67-2 _1
Rok:	IV
Semestr:	7
Forma studiów:	Studia stacjonarne
Rodzaj zajęć i liczba godzin w semestrze:	60
Wykład	30
Ćwiczenia	
Laboratorium	30
Projekt	
Liczba punktów ECTS:	4
Sposób zaliczenia:	Zaliczenie
Język wykładowy:	Język polski

Cele przedmiotu	
C1	Poznanie zasad modelowania zagadnień inżynierskich z wykorzystaniem metody elementów skończonych.
C2	Nabycie umiejętności samodzielnego prowadzenia analiz numerycznych MES oraz właściwej interpretacji wyników obliczeń.

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji	
1	Znajomość zasad mechaniki ogólnej i wytrzymałości materiałów na poziomie kompetencji studiów pierwszego stopnia
2	Umiejętność modelowania 2D i 3D podstawowych elementów geometrycznych z wykorzystaniem oprogramowania CAD

Efekty uczenia się	
	W zakresie wiedzy:
EK 1	Zna ogólne zasady dyskretyzacji ośrodka ciągłego oraz modelowania zagadnień fizycznych
EK 2	Zna ogólne zasady symulacji numerycznych z wykorzystaniem metody elementów skończonych w zakresie podstawowych analiz wytrzymałościowych
	W zakresie umiejętności:
EK 3	Potrafi odtworzyć kształt elementarnych części maszyn i mechanizmów z wykorzystaniem zasad komputerowego wspomagania projektowania

EK 4	Potrafi, na podstawie modelu geometrycznego, przeprowadzić dyskretyzację obiektu z uwzględnieniem warunków brzegowych oraz sposobu obciążenia modelu
EK 5	Potrafi zdefiniować odpowiedni model materiału oraz rodzaj i parametry analizy numerycznej
EK 6	Potrafi rozwiązać przygotowane zadanie obliczeniowe i przeprowadzić poprawną interpretację otrzymanych wyników obliczeń
	W zakresie kompetencji społecznych:
EK 7	Student jest gotów do podejmowania odpowiedzialności za swoje działania zawodowe, przestrzegania zasad etyki zawodowej

Treści programowe przedmiotu	
Forma zajęć - wykład	
	Treści programowe
W1	Wprowadzenie do metody elementów skończonych. Definicja MES. Pojęcie funkcji kształtu elementu skończonego.
W2	Podstawowe równania MES.
W3	Zasady dyskretyzacji obiektu ciągłego - klasyfikacja elementów skończonych.
W4	Klasyfikacja modeli materiałów inżynierskich wykorzystywanych w modelowaniu numerycznym.
W5	Zagadnienia fizycznie liniowe i nieliniowe.
W6	Modelowanie materiałów liniowo - sprężystych i sprężysto-plastycznych.
W7	Zagadnienia geometrycznie nieliniowe.
W8	Ocena i interpretacja otrzymanych wyników analiz numerycznych MES.
Treści programowe przedmiotu	
Forma zajęć - laboratorium	
	Treści programowe
L1	Ogólne zasady modelowania symulacji numerycznych - rozwiązanie przykładowego zagadnienia inżynierskiego.
L2	Tworzenie modelu geometrycznego - zasady tworzenia ciał odkształcalnych i sztywnych. Typy reprezentacji geometrycznej modelu numerycznego (bryła, powłoka, belka) - tworzenie przykładowych modeli dyskretnych.
L3	Definicja modeli materiałowych - zagadnienia fizycznie liniowe i nieliniowe.
L4	Liniowa analiza numeryczna - modelowanie własności materiału liniowo - sprężystego. Interpretacja wyników obliczeń.
L5	Modelowanie materiałów o charakterystyce sprężysto - plastycznej.
L6	Analiza porównawcza zagadnień fizycznie liniowych i nieliniowych.

L7	Modelowanie zagadnień osiowosymetrycznych oraz płaskiego stanu naprężenia.
L8	Metody budowy siatki MES – partycjonowanie geometrii, dobór typu siatki, rodzaj i stopień elementu skończonego.
L9	Zagadnienia kontaktowe – tworzenie par kontaktowych, definicja fizycznych właściwości kontaktu.
L10	Analizy wytrzymałościowe podstawowych elementów i układów konstrukcyjnych.
L11	Zagadnienia perturbacyjne - analiza drgań własnych.
L12	Metody edycji wyników obliczeń – mapy konturowe, wykresy, zdjęcia.

Metody dydaktyczne	
1	Wykład z prezentacją multimedialną.
2	Projekcje multimedialne przykładowych symulacji numerycznych.
3	Praktyczne zajęcia symulacyjne z wykorzystaniem oprogramowania CAE.
4	Samodzielne rozwiązywanie w pracowni zadania obliczeniowego z sytuacją zdefiniowaną opisem słownym lub opisem słownym i rysunkiem.
5	Samodzielna interpretacja poprawności otrzymanych wyników obliczeń w odniesieniu do modelowanego zagadnienia inżynierskiego.

Metody i kryteria oceny		
Symbol metody oceny	Opis metody oceny	Próg zaliczeniowy
O1	Zaliczenie pisemne wykładu.	50%
O2	Uczestnictwo w zajęciach laboratoryjnych.	100%
O3	Zaliczenie praktyczne w formie wykonania analizy numerycznej wybranego przykładu.	55%

Literatura podstawowa	
1	Dębski H., Ponieważ G., Różyło P., Wójcik A.: Podstawy metody elementów skończonych - przykłady obliczeń numerycznych w programie Abaqus, skrypt - Politechnika Lubelska, Lublin 2015
2	Rusiński E., Czmochoński J., Smolnicki T.: Zaawansowana metoda elementów skończonych w konstrukcjach nośnych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2000.
3	Bąk R., Burczyński T. – “Wytrzymałość materiałów z elementami ujęcia komputerowego”. WNT, Warszawa 2001.
4	Rakowski G., Kacprzyk Z.: Metoda Elementów Skończonych w mechanice

	konstrukcji, Oficyna Wydawnicza PW., Warszawa 2005.
Literatura uzupełniająca	
1	Niezgoda T. – „Analizy numeryczne wybranych zagadnień mechaniki”. WAT, Warszawa 2007.
2	Osiński J.: Obliczenia wytrzymałościowe elementów maszyn z zastosowaniem metody elementów skończonych, Oficyna Wydawnicza PW., Warszawa 1997.
3	Dyląg Z., Jakubowicz A., Orłóś Z.; Wytrzymałość materiałów. WNT, Warszawa 2003.

Obciążenie pracą studenta	
Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z wykładowcą, w tym:	60
Udział w wykładach	30
Udział w zajęciach laboratoryjnych	30
Praca własna studenta, w tym:	40
Samodzielne studiowanie tematyki wykładów	10
Samodzielne przygotowanie i udział w kolokwium zaliczającym wykład	5
Merytoryczne przygotowywanie się do zajęć laboratoryjnych.	25
Łączny czas pracy studenta	100
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	4

Macierz efektów uczenia się					
Efekt uczenia się	Odniesienie danego efektu uczenia się do efektów zdefiniowanych dla kierunku studiów	Cele przedmiotu	Treści programowe	Metody dydaktyczne	Metody oceny
EK 1	MBM1A_W04	C1, C2	W1, W2, W3, L2, L9, L10	1, 2, 3, 4	O1, O2, O3
EK 2	MBM1A_W10	C1, C2	W4, W5, W6, L1, L4, L6, L8, L11	1, 2, 4	O1, O2, O3

EK 3	MBM1A_U10	C1	L2	4, 5	O2, O3
EK 4	MBM1A_U19	C1	W3, L2, L7, L10	4, 5	O1, O2, O3
EK 5	MBM1A_U07	C1	W4, W5, L3, L4, L5, L6	1, 2, 3, 5	O1, O2, O3
EK 6	MBM1A_U19, MBM1A_U10	C1, C2	W6, L4, L6, L8, L11, L12	1, 4	O1, O2, O3
EK 7	MBM1A_K05	C2	W6, L8, L11	1	O1, O2, O3

Autor programu:	dr hab. inż. Hubert Dębski
Adres e-mail:	h.debski@pollub.pl
Jednostka organizacyjna:	Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn i Mechatroniki, Wydział Mechaniczny