

Karta (sylabus) przedmiotu

[Budownictwo]
Studia I stopnia



Przedmiot: Metody obliczeniowe		
Rok: III	Semestr: VI	
Rodzaj zajęć i liczba godzin:	Studia stacjonarne	Studia niestacjonarne
Wykład	15	16
Ćwiczenia		
Laboratorium	30	24
Projekt		
Liczba punktów ECTS:	2/3*	

Cel przedmiotu	
C1	Uzyskanie wiedzy z zakresu teoretycznych podstaw metod numerycznych wykorzystywanych w projektowaniu konstrukcji
C2	Poznanie najważniejszych metod komputerowych służących rozwiązywaniu zagadnień stacjonarnych: metoda elementów skończonych (MES), metoda różnic skończonych (MRS), metoda objętości skończonych (MOS)
C3	Uzyskanie umiejętności praktycznego wykorzystania programów komputerowych wspomagających obliczenia konstrukcji

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji	
1	Posiadanie wiedzy i umiejętności z matematyki i fizyki pozwalające na rozwiązywanie problemów inżynierskich
2	Posiadanie wiedzy z zakresu mechaniki budowli i wytrzymałości materiałów
3	Posiadanie wiedzy i umiejętności w zakresie technologii informacyjnej i praktycznej obsługi komputera

Efekty kształcenia	
	W zakresie wiedzy:
EK 1	Student zna podstawy teoretyczne metod numerycznych służących rozwiązywaniu układów równań liniowych, całkowania numerycznego i metod aproksymacyjnych
EK 2	Student zna podstawy teoretyczne oraz algorytm komputerowy metody elementów skończonych
EK 3	Student zna podstawy teoretyczne oraz algorytmy metody różnic skończonych i objętości skończonych
	W zakresie umiejętności:
EK 4	Student umie rozwiązać układ równań liniowych oraz wykorzystać system komputerowy wspomagający te obliczenia
EK 5	Student umie utworzyć model MES konstrukcji prętowej i uzyskać rozwiązanie zagadnień statyki za pomocą programu komputerowego wspomagającego obliczenia oraz zinterpretować uzyskane wyniki
EK 6	Student umie rozwiązać proste równanie różniczkowe w obszarze 1D (np. równanie Fouriera, ugięcia belki) metodą numeryczną (MRS) oraz zinterpretować uzyskane wyniki
EK 7	Student umie rozwiązać równanie różniczkowe w obszarze 2D (np. równanie Poissona - ugięcia membrany) metodą numeryczną (MOS) oraz zinterpretować uzyskane wyniki
	W zakresie kompetencji społecznych
EK 8	Jest odpowiedzialny za rzetelność uzyskanych wyników swoich prac i ich prawidłową interpretację

Treści programowe przedmiotu			
Forma zajęć – wykłady			
	Treści programowe	Liczba godzin Studia stacjonarne	Liczba godzin Studia niestacjonarne
W1	Wiadomości wstępne: istota metod numerycznych, źródła błędów w obliczeniach, definicja błędu i metody minimalizacji błędów w obliczeniach	2	2
W2	Metoda elementów skończonych: wiadomości podstawowe, sposób wyboru wielkości niewiadomych na przykładzie zadania statyki kratownic płaskich, macierze sztywności prostych elementów prętowych, agregacja macierzy sztywności, sposoby uwzględnienia warunków brzegowych.	4	4

W3	Metoda różnic skończonych (MRS): wiadomości podstawowe, sposoby tworzenia schematów różnicowych w obszarach 1D i 2D, przykłady zastosowań MRS do rozwiązania zagadnień opisanych równaniami różniczkowymi (równanie Fouriera, równanie ugięcia belki, równanie drgań)	2	2
W4	Metoda objętości skończonych (MOS): wiadomości wstępne, związek MOS z MRS, sformułowanie warunków opisanych równaniami różniczkowymi w postaci całkowitej, sposoby rozwiązywania równań różniczkowych metodą MOS na przykładzie równania Poissona, macierze geometryczne i sposoby agregacji macierzy globalnej.	2	2
W5	Metody aproksymacji i interpolacji wielomianowej, całkowanie numeryczne, wzory kwadratur Newtona-Cotesa i Gaussa	2	2
W6	Metody rozwiązywania układów równań liniowych, eliminacja Gaussa, faktoryzacje LDL^T i LL^T , metody iteracyjne. Metody rozwiązywania równań nieliniowych: metoda bisekcji, siecznych i stycznych.	2	2
W7	Kolokwium zaliczeniowe	1	2
	Suma godzin:	15	16
Forma zajęć – laboratoria			
	Treści programowe	Liczba godzin	
L1	Zapoznanie z systemem MathCad, wspomagającym obliczenia macierzowe. Rozwiązywanie prostych zadań rachunku macierzowego	2	2
L2	Rozwiązywanie zadań ze statyki kratownic płaskich za pomocą Metody Elementów Skończonych: budowanie macierzy danych, macierzy sztywności, agregacja macierzy globalnej, uwzględnianie warunków brzegowych, budowa wektora obciążeń statycznych, termicznych grawitacyjnych, wyznaczanie sił wewnętrznych, naprężeń i wyteżeń w prętach.	8	6
L3	Rozwiązywanie zadań opisanych równaniami różniczkowymi w obszarach 1D za pomocą Metody Różnic Skończonych: zadanie rozkładu temperatur opisane równaniem Fouriera, zadanie wyznaczania ugięcia belek statycznie wyznaczalnych z przegubami, zadanie wyznaczania położenia układu o dyskretnym rozkładzie masy. Porównanie rezultatów otrzymanych metodami numerycznymi i analitycznymi, wpływ dyskretyzacji i kroku czasowego na dokładność wyników.	6	6
L4	Rozwiązywanie zadań opisanych równaniami różniczkowymi w obszarach 2D za pomocą Metody Objętości Skończonych: zadanie stacjonarnego rozkładu temperatur opisane równaniem Poissona, zadanie wyznaczania ugięcia membrany. Porównanie rezultatów otrzymanych metodami numerycznymi i analitycznymi, gęstości siatki dyskretyzacyjnej na dokładność wyników.	4	3
L5	Wyznaczanie wartości całek oznaczonych metodami numerycznymi. Zastosowanie kwadratur Newtona-Cotesa i Gaussa. Porównanie rezultatów otrzymanych metodami numerycznymi i analitycznymi, wpływ wielkości kroku całkowania i stopnia wielomianu aproksymującego na dokładność wyników.	4	3
L6	Rozwiązywanie układów równań liniowych metodami zamkniętymi (eliminacja Gaussa, rozkład Banachiewicza-Cholesky'ego i Crouta) i metodami iteracyjnymi – metoda Gaussa i Gaussa-Seidela, nadrelaksacja Aitkena. Porównywanie dokładności wyników uzyskanych tymi metodami i szacowanie czasu obliczeń potrzebnego do rozwiązania dużych układów równań.	2	1
L7	Rozwiązywanie równań nieliniowych. Poszukiwanie pierwiastków równań metodami bisekcji, siecznych, metodą stycznych (Newtona). Szacowanie błędów obliczeń w zależności od liczby iteracji.	2	1
L8	Rozwiązywanie zadań zaliczeniowych.	2	2
	Suma godzin:	30	24

Narzędzia dydaktyczne	
1	Rzutnik multimedialny, komputer i oprogramowanie wspomagające obliczenia macierzowe
2	Prezentacje multimedialne, zawierające treści teoretyczne
3	Zestawy zadań z rozwiązaniami odpowiadające treści wykładów
4	Przykładowe zadania z rozwiązaniami odpowiadające tematyce laboratoriów
5	Tematy zadań zaliczeniowych do samodzielnego rozwiązania przez studentów

Sposoby oceny	
Ocena formująca	
F1	Obecność na zajęciach laboratoryjnych
F2	Aktywne uczestnictwo w zajęciach laboratoryjnych
F3	Ocena rozwiązania zadań zaliczeniowych, wykonanych samodzielnie przez studenta na zakończenie laboratoriów
Ocena podsumowująca	
P1	Pozytywne zaliczenie zadań wykonanych przez studenta na zakończenie wykładów
P2	Pozytywne zaliczenie zadań wykonanych przez studenta na zakończenie laboratoriów

Obciążenie pracą studenta		
Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności na studiach stacjonarnych	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności na studiach niestacjonarnych
[Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie zajęć dydaktycznych – łączna liczba godzin w semestrze]	45	40
[Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie np. konsultacji w odniesieniu – łączna liczba godzin w semestrze]	0	25
[Przygotowanie się do laboratorium – łączna liczba godzin w semestrze]	5	15
[Przygotowanie się do zajęć – łączna liczba godzin w semestrze]	0	0
[Wykonanie samodzielnie projektów – łączna liczba godzin w semestrze]	0	0
Suma	50	75
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	2	3

Literatura podstawowa i uzupełniająca	
1	Ralston A., <i>Wstęp do analizy numerycznej</i> , PWN, Warszawa 1983
2	Kincaid D., Cheney W., <i>Analiza numeryczna</i> , WNT, Warszawa 2006
3	Rakowski G., Kacprzyk Z.: <i>Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji</i> , Oficyna Wyd. PW, Warszawa 2005
4	Podgórski J., Błazik-Borowa E., <i>Wprowadzenie do metody elementów skończonych w statyce konstrukcji inżynierskich</i> , IZT, Lublin 2001
5	Autar K Kaw, Egwu E Kalu, Duc Nguyen, <i>Numerical Methods with Applications</i> , http://numericalmethods.eng.usf.edu/topics/textbook_index.html
6	Ozisik M.N., <i>Finite Difference Methods in Heat Transfer</i> , CRC Press 1994

Macierz efektów kształcenia					
Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK)	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposób oceny
EK 1	Student zna metody numeryczne do rozwiązania układu równań liniowych, całkowania numerycznego i metody aproksymacyjne	C1	W1, W5, W6, L5, L7	1, 2	P1

EK 2	Student zna algorytm metody elementów skończonych w zastosowaniu do statyki konstrukcji prętowych	C2	W2	1,2	P1
EK 3	Student zna algorytmy metody różnic skończonych i objętości skończonych i ich przydatność do rozwiązania równań różniczkowych opisujących zagadnienia przepływu ciepła, ugięcia belek, ugięcia membrany	C2	W3	1,2	P1
EK 4	Student umie rozwiązać układ równań liniowych oraz wykorzystać system komputerowy wspomagający te obliczenia	C1, C3	W6,L1,L6	1,3,4	F1,F2,F3, P1,P2
EK 5	Student umie utworzyć model MES konstrukcji prętowej i uzyskać rozwiązanie zagadnień statyki za pomocą programu komputerowego wspomagającego obliczenia oraz zinterpretować uzyskane wyniki	C2,C3	W2,L2	1,3,4	F1,F2,F3, P1,P2
EK 6	Student umie rozwiązać proste równanie różniczkowe w obszarze 1D (np. równanie Fouriera, ugięcia belki) metodą numeryczną (MRS) oraz zinterpretować uzyskane wyniki	C2,C3	W3,L3	1,3,4	F1,F2,F3, P1,P2
EK 7	Student umie rozwiązać równanie różniczkowe w obszarze 2D (np. równanie Poissona - ugięcia membrany) metodą numeryczną (MOS) oraz zinterpretować uzyskane wyniki	C2,C3	W3,L4	1,3,4	F1,F2,F3, P1,P2
EK 8	Jest odpowiedzialny za rzetelność uzyskanych wyników swoich prac i ich prawidłową interpretację	C2,C3	W1,W2,W3, L1,L8	3,4,5	F1,F2,F3, P1,P2

Formy oceny – szczegóły

	Na ocenę 2 (ndst)	Na ocenę 3 (dst)	Na ocenę 4 (db)	Na ocenę 5 (bdb)
EK 1	Student nie zna metod numerycznych służących rozwiązaniu układów równań liniowych, całkowania numerycznego i metod aproksymacyjnych	Student zna metody numeryczne służące rozwiązaniu układu równań liniowych, całkowania numerycznego i metody aproksymacyjne	Student zna podstawy teoretyczne metod numerycznych służących rozwiązaniu układu równań liniowych, całkowania numerycznego i metody aproksymacyjne. Potrafi wybrać optymalną metodę do rozwiązywanego zagadnienia i uzasadnić ten wybór	Student zna podstawy teoretyczne metod numerycznych służących rozwiązaniu układu równań liniowych, całkowania numerycznego i metody aproksymacyjne. Potrafi wybrać optymalną metodę do rozwiązywanego zagadnienia i uzasadnić ten wybór. Potrafi zmodyfikować metodę i opisać uzyskany algorytm w systemie komputerowym
EK 2	Student nie zna algorytmu MES w zastosowaniu do statyki konstrukcji prętowych	Student zna algorytm MES w zastosowaniu do statyki konstrukcji prętowych	Student zna algorytm MES w zastosowaniu do statyki konstrukcji prętowych. Potrafi wybrać optymalną drogę postępowania w przypadku zadań z różnymi wariantami obciążeń. Potrafi uzyskać niekorzystne warianty kombinacji obciążeń.	Student zna algorytm MES w zastosowaniu do statyki konstrukcji prętowych. Potrafi wybrać optymalną drogę postępowania w przypadku zadań z różnymi wariantami obciążeń. Potrafi uzyskać niekorzystne warianty kombinacji obciążeń. Potrafi zmodyfikować macierze sztywności elementów. Potrafi uzyskać rozwiązania zadań przy niestandardowych warunkach brzegowych

EK 3	Student nie zna algorytmów MRS i MOS i ich przydatność do rozwiązania równań różniczkowych opisujących zagadnienia przepływu ciepła, ugięcia belek, ugięcia membrany	Student zna algorytmy MRS i MOS i ich przydatność do rozwiązania równań różniczkowych opisujących zagadnienia przepływu ciepła, ugięcia belek, ugięcia membrany	Student zna algorytmy MRS i MOS i ich przydatność do rozwiązania równań różniczkowych opisujących zagadnienia przepływu ciepła, ugięcia belek, ugięcia membrany. Potrafi wybrać optymalną metodę dla rozwiązania zadanego problemu	Student zna algorytmy MRS i MOS i ich przydatność do rozwiązania równań różniczkowych opisujących zagadnienia przepływu ciepła, ugięcia belek, ugięcia membrany. Potrafi wybrać optymalną metodę dla rozwiązania zadanego problemu. Potrafi uzasadnić wybór i zmodyfikować algorytm i macierze opisujące problem
EK 4	Student nie umie rozwiązać układ równań liniowych i nie umie wykorzystać systemu komputerowego wspomagającego te obliczenia	Student umie rozwiązać układ równań liniowych oraz wykorzystać system komputerowy wspomagający te obliczenia	Student umie rozwiązać układ równań liniowych oraz wykorzystać system komputerowy wspomagający te obliczenia. Potrafi dobrać optymalny algorytm w zależności od typu układu.	Student umie rozwiązać układ równań liniowych oraz wykorzystać system komputerowy wspomagający te obliczenia. Potrafi dobrać optymalny algorytm w zależności od typu układu. Potrafi uzasadnić wybór i oszacować czas uzyskania rozwiązania
EK 5	Student nie umie utworzyć modelu MES konstrukcji prętowej, nie umie uzyskać rozwiązania zagadnienia statyki za pomocą programu komputerowego wspomagającego obliczenia, nie umie zinterpretować uzyskanych wyników	Student umie utworzyć model MES konstrukcji prętowej i uzyskać rozwiązanie zagadnień statyki za pomocą programu komputerowego wspomagającego obliczenia oraz zinterpretować uzyskane wyniki	Student umie utworzyć model MES konstrukcji prętowej i uzyskać rozwiązanie zagadnień statyki za pomocą programu komputerowego wspomagającego obliczenia oraz zinterpretować uzyskane wyniki. Potrafi uzyskać wyniki w przypadku wielu kombinacji obciążeń.	Student umie utworzyć model MES konstrukcji prętowej i uzyskać rozwiązanie zagadnień statyki za pomocą programu komputerowego wspomagającego obliczenia oraz zinterpretować uzyskane wyniki. Potrafi uzyskać wyniki w przypadku wielu kombinacji obciążeń. Potrafi zmodyfikować macierze w celu uzyskania rozwiązania zadania z niestandardowymi warunkami brzegowymi.
EK 6	Student nie umie rozwiązać prostych równań różniczkowych w obszarze 1D (równania Fouriera, ugięcia belki) metodą różnic skończonych, nie umie zinterpretować uzyskanych wyników	Student umie rozwiązać proste równanie różniczkowe w obszarze 1D (np. równanie Fouriera, ugięcia belki) metodą numeryczną (MRS) oraz zinterpretować uzyskane wyniki	Student umie rozwiązać proste równanie różniczkowe w obszarze 1D (np. równanie Fouriera, ugięcia belki) metodą numeryczną (MRS) oraz zinterpretować uzyskane wyniki. Uzyskuje rozwiązania w przypadku schematów explicit i implicit i uzasadnia różnice	Student umie rozwiązać proste równanie różniczkowe w obszarze 1D (np. równanie Fouriera, ugięcia belki) metodą numeryczną (MRS) oraz zinterpretować uzyskane wyniki. Uzyskuje rozwiązania w przypadku schematów explicit i implicit i uzasadnia różnice. Potrafi zmodyfikować schemat różnicowy i uzasadnić różnice w wartościach otrzymanych wyników
EK 7	Student nie umie rozwiązać równania różniczkowego w obszarze 2D (równania Poissona) metodą objętości skończonych, nie umie zinterpretować uzyskanych wyników	Student umie rozwiązać równanie różniczkowe w obszarze 2D (np. równanie Poissona - ugięcia membrany) metodą numeryczną (MOS) oraz zinterpretować uzyskane wyniki	Student umie rozwiązać równanie różniczkowe w obszarze 2D (np. równanie Poissona - ugięcia membrany) metodą numeryczną (MOS) oraz zinterpretować uzyskane wyniki. Potrafi rozwiązać inne zagadnienia opisane równaniem Poissona i zinterpretować warunki brzegowe i uzyskane wyniki.	Student umie rozwiązać równanie różniczkowe w obszarze 2D (np. równanie Poissona - ugięcia membrany) metodą numeryczną (MOS) oraz zinterpretować uzyskane wyniki. Potrafi rozwiązać inne zagadnienia opisane równaniem Poissona i zinterpretować warunki brzegowe i uzyskane wyniki. Potrafi utworzyć macierze MOS dla różnych obszarów kontrolnych
EK 8	Nie wykonuje samodzielnie zleconych prac, nie poczuwa się do	Samodzielnie wykonuje zlecone prace. Jest odpowiedzialny za rzetel-	Samodzielnie wykonuje swoje prace oraz jest odpowiedzialny za rzetelność	Samodzielnie wykonuje swoje prace oraz jest odpowiedzialny za rzetelność uzyskanych wyni-

	odpowiedzialności za rzetelność wyników swoich prac i ich prawidłową interpretację	ność uzyskanych wyników swoich prac i ich prawidłową interpretację	uzyskanych wyników swoich prac i ich interpretację. Stara się o przejrzysty i estetyczny wygląd wykonywanych prac.	ków swoich prac i ich interpretację. Stara się o przejrzysty i estetyczny wygląd wykonywanych prac. Prace wykonane są bez błędów i uwag wymagających korekty.
--	--	--	--	---

Autor programu:	Jerzy Podgórski
Adres e-mail:	j.podgorski@pollub.pl
Jednostka organizacyjna:	Katedra Mechaniki Budowli

* dotyczy studiów niestacjonarnych