

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Aspekty bezpieczeństwa w modelowaniu obciążeń pojazdów**

Nazwa w języku angielskim: **Numerical Simulations of Vehicle Construction loads in aspect safety**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Mechanika i Budowa Maszyn**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Konstrukcja i Eksploatacja Maszyn**

Poziom i forma studiów: **II stopień, stacjonarne**

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM041120**

Grupa kursów: **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	Zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę	
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	2			1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2			0.7	

### WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Ma wiedzę z rachunku różniczkowego
2. Umiejętność samodzielnej pracy z komputerem
3. Świadomość konieczności samodzielnego pozyskania informacji dotyczących modelowanego obiektu

## CELE PRZEDMIOTU

C1. Pojęcie możliwości obliczania pól: prędkości, ciśnienia i temperatury w oparciu o prawa zasad zachowania (masy, energii i pędu) aplikowane z użyciem Metody Objętości Skończonych do zagadnień inżynierskiej oceny aspektów bezpieczeństwa w obciążeniach pojazdów.

C2. Poznanie aspektów bezpieczeństwa, możliwości ich uwzględnienia podczas modelowania obciążeń oddziałujących na pojazd samochodowy lub jego elementy.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Ma wiedzę na temat Metody Objętości Skończonych w stopniu umożliwiającym objaśnienie możliwości aplikacji postaci całkowitej równań zasad zachowania (masy, energii i pędu) do wybranego aspektu bezpieczeństwa w obciążeniu elementu pojazdu.

PEK\_W02 - Ma wiedzę na temat uwzględnienia aspektów bezpieczeństwa w kształtowaniu elementów pojazdów pod względem obciążeń.

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Potrafi formułować warunki wejściowe do symulacji wybranego przepływu dla pojazdu samochodowego lub jego elementów.

PEK\_U02 - Umie analizować wyniki symulacji celem określenia miejsc niebezpiecznych pod względem obciążenia.

PEK\_U03 - Na podstawie własnej analizy jest w stanie zaprojektować wybrane elementy pojazdów samochodowych.

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - Rozumie potrzebę i ma możliwość ciągłego doskonalenia się szczególnie z zakresu oprogramowania komputerowego

PEK\_K02 - Docenia konieczność podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do systemów obliczeniowych - definicja pojęć	2
Wy2	Uogólnione równanie transportu - interpretacja zasad zachowania: masy, energii i pędu (postać całkowita)	4
Wy3	Metoda Objętości Skończonych - modele turbulencji	4
Wy4	Metoda Objętości Skończonych - przedstawienie schematów obliczeniowych (jawny, niejawny, Cranka-Nicolsona).	4
Wy5	Metoda Objętości Skończonych - stosowane rozwiązania rachunku macierzowego	4
Wy6	Typy warunków brzegowych - podstawy matematyczno-fizyczne	4
Wy7	Post-processing - Analiza pola prędkości i ciśnienia	4
Wy8	Post-processing - analiza pola temperatury	4

		Suma: 30
Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Rejestracja użytkowników kont, wybór tematu projektu, wprowadzenie użytkowników do obsługi "Interface"	2
Proj2	Budowa geometrii w postaci numerycznej	2
Proj3	Dyskretyzacja przestrzeni obliczeniowej	4
Proj4	Zdefiniowanie modelu numerycznego	2
Proj5	Zdefiniowanie warunków brzegowych i początkowych	2
Proj6	Przeprowadzenie obliczeń i wizualizacja wyników	2
Proj7	Analiza wyników oraz redakcja raportu	1
		Suma: 15

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. prezentacja multimedialna
- N2. system obliczeniowy ANSYS Fluent
- N3. praca własna - przygotowanie do projektu
- N4. przygotowanie sprawozdania

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Wykład)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01; PEK_W02, PEK_K	kolokwium
P = F1		

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Projekt)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01; PEK_U02; PEK_U03, PEK_K	raport
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA

Janina Jankowska, Michał Jankowski, Metody numeryczne, tom 1, Wydawnictwo Naukowo Techniczne (WNT), Warszawa, 1981.

Kwaśniewski S., Sroka Z., Zabłocki W, Modelowanie obciążeń cieplnych w elementach silników spalinowych, Oficyna Wyd. PWR, rok 1999

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Szargut J, tytuł: Modelowanie numeryczne pól temperatury, wydawnictwo: WNT Warszawa, rok:1992

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Marcin Tkaczyk tel.: 71 347-79-18 email: Marcin.Tkaczyk@pwr.edu.pl

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Aspekty bezpieczeństwa w modelowaniu obciążeń pojazdów**

Name in English: **Numerical Simulations of Vehicle Construction loads in aspect safety**

Main field of study (if applicable): **Mechanical Engineering and Machine Building**

Specialization (if applicable): **Machine Design and Operation**

Level and form of studies: **II level, full-time**

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM041120**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30			15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	60			30	
Form of crediting	Crediting with grade	Crediting with grade		Crediting with grade	
Group of courses					
Number of ECTS points	2			1	
including number of ECTS points for practical (P) classes				1	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2			0.7	

## PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Has knowledge of differential calculus
2. Ability to work with a computer independently
3. Awareness of the need to independently obtain information about the modeled object

## SUBJECT OBJECTIVES

C1. The concept of calculating the fields: speed, pressure and temperature based on the laws of conservation principles (mass, energy and momentum) applied with the use of the Finite Volume Method for engineering assessment of safety aspects in vehicle loads.

C2. Understanding the aspects of safety, the possibility of taking them into account when modeling loads affecting a motor vehicle or its components.

## SUBJECT LEARNING OUTCOMES

### I. Relating to knowledge:

PEK\_W01 - Has knowledge of the Finite Volume Method to the extent that allows explanation of the possibility of applying the integral form of equations of conservation principles (mass, energy and momentum) to a selected aspect of safety in the load of a vehicle element.

PEK\_W02 - Has knowledge about the inclusion of safety aspects in shaping vehicle components in terms of loads.

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Is able to formulate input conditions to simulate the selected flow for a motor vehicle or its elements.

PEK\_U02 - Is able to analyze the simulation results in order to determine dangerous places in terms of load.

PEK\_U03 - Based on its own analysis, it is able to design selected elements of motor vehicles.

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Understands the need and has the ability to continually improve their skills especially in the field of computer software

PEK\_K02 - Appreciates the need to improve professional, personal and social competences

## PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction to computing systems - definition of terms	2
Lec2	Generalized transport equation - interpretation of conservation rules: mass, energy and momentum (integer)	4
Lec3	Finite Volume Method - turbulence models	4
Lec4	Finite Volume Method - presentation of calculation schemes (explicit, implicit, Crank-Nicolson).	4
Lec5	Finite Volume Method - matrix calculus solutions used	4
Lec6	Types of boundary conditions - mathematical and physical foundations	4
Lec7	Post-processing - Analysis of the speed and pressure field	4
Lec8	Post-processing - temperature field analysis	4
		Total hours: 30
Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	Registration of account users, selection of project theme, introduction of users to "Interface" service	2
Proj2	Structure of geometry in numerical form	2
Proj3	Mesh	4
Proj4	Defining a numerical model	2
Proj5	Defining boundary and initial conditions	2
Proj6	Carrying out calculations and visualization of results	2

Proj7	Analysis of results and report editing	1
		Total hours: 15

TEACHING TOOLS USED		
N1. multimedia presentation N2. Ansys Fluent System N3. self study - preparation for project class N4. report preparation		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Lecture)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01; PEK_W02, PEK_K	test
P = F1		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Project)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_U01; PEK_U02; PEK_U03, PEK_K	report
P = F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		
<u>PRIMARY LITERATURE</u> H.C. Landa, The Automotive Aerodynamics Handbook Stone, Internal Combustion Engines  <u>SECONDARY LITERATURE</u> T. Yomi Obidi, Theory and Applications of Aerodynamics for Ground Vehicles		

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Marcin Tkaczyk tel.: 71 347-79-18 email: Marcin.Tkaczyk@pwr.edu.pl