

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Modelowanie obciążeń pojazdów samochodowych**

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM031124(MMM031377)**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------------------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 15 | | | 15 | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 60 | | | 90 | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | | Zaliczenie na ocenę | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | | | 3 | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | 3 | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 1.2 | | | 2.1 | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. znajomość zasad zachowania: masy, energii i pędu
2. umiejętność samodzielnej pracy z komputerem
3. świadomość konieczności samodzielnej pracy i umiejętność jej realizacji

CELE PRZEDMIOTU

C1. Pojęcie możliwości obliczenia pól: prędkości, ciśnienia i temperatury w oparciu o prawa zasad zachowania (masy energii i pędu) aplikowane z użyciem Metody Objętości Skończonych do zagadnień inżynierskich.
C2. Poznanie obciążeń oddziałujących na pojazd samochodowy wynikających z poruszania się pojazdu w ośrodku płynnym (powietrzu) oraz obciążeń cieplnych wynikających z obecności źródeł ciepła i ich oddziaływanie na elementy pojazdu.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Ma wiedzę na temat Metody Objętości Skończonych w stopniu umożliwiającym wytłumaczenie aplikacji postaci całkowitej równań zasad zachowania (masy, energii i pędu) do wybranego przepływu.

PEK_W02 - Umie zdefiniować wytyczne na temat kształtowania karoserii pojazdów i wybranych elementów pojazdów w zależności od obciążeń którymi są poddane.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi prowadzić symulację wybranego przepływu dla pojazdu samochodowego lub jego elementów.

PEK_U02 - Analizuje wyniki symulacji celem określenia miejsc o maksymalnym obciążeniu.

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 systemu obliczeniowego FLUENT - definicja pojęć | 2 |
| Wy2 | Uogólnione równanie transportu - przedstawienie zasad zachowania: masy, energii i pędu (postać całkowita). | 2 |
| Wy3 | Metoda Objętości Skończonych - Stosowane modele turbulencji. | 2 |
| Wy4 | Metoda Objętości Skończonych - przedstawienie schematów obliczeniowych (jawny, niejawny, Cranka-Nicolson). | 2 |
| Wy5 | Metoda Objętości Skończonych - stosowane rozwiązania rachunku macierzowego. | 2 |
| Wy6 | Typy warunków brzegowych - podstawy matematyczno-fizyczne | 2 |
| Wy7 | Post-processing - Analiza pola prędkości i ciśnienia | 2 |
| Wy8 | Post-processing - Analiza pola temperatury | 1 |
| | | Suma: 15 |
| Forma zajęć – Projekt | | Liczba godzin |
| Proj1 | Pomiar wartości wejściowych | 2 |
| Proj2 | Budowa geometrii | 2 |
| Proj3 | Dyskretyzacja przestrzeni obliczeniowej | 1 |
| Proj4 | Zdefiniowanie modelu numerycznego | 1 |
| Proj5 | Zdefiniowanie warunków brzegowych i warunku początkowego | 1 |
| Proj6 | Przeprowadzenie obliczeń | 1 |

| | | |
|--------|--|----------|
| Proj7 | Wizualizacja wyników | 1 |
| Proj8 | Analiza wyników | 1 |
| Proj9 | Modernizacja obiektu modelowanego - zmiany geometrii | 2 |
| Proj10 | Przeprowadzenie obliczeń, wizualizacja wyników | 1 |
| Proj11 | Analiza wyników i redakcja raportu z projektu | 2 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. prezentacja multimedialna
- N2. system obliczeniowy ANSYS Fluent
- N3. eksperyment laboratoryjny
- N4. praca własna - przygotowanie do projektu
- N5. 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 | 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_K01-PEK_K02 | raport |
| P = F1 | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

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

Kwasniowski S., Sroka Z., Zabłocki W, tytuł: Modelowanie obciążeń cieplnych w elementach silników spalinowych , wydawnictwo: 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: **Modelowanie obciążeń pojazdów samochodowych**

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

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

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **MMM031124(MMM031377)**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|------------|----------------------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 15 | | | 15 | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 60 | | | 90 | |
| Form of crediting | Crediting with grade | | | Crediting with grade | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 2 | | | 3 | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | | 3 | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 1.2 | | | 2.1 | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. knowledge of the principles of conservation: mass, energy and momentum
2. the ability to work independently with a computer
3. awareness of the need for independent work and the ability to implement it

SUBJECT OBJECTIVES

C1. The concept of the possibility of calculating fields: speed, pressure and temperature based on the laws of conservation rules (energy and momentum) applied with the use of the Finite Volume Method for engineering problems.

C2. 228/5000

Understanding the loads affecting the car vehicle resulting from the vehicle moving in the fluid medium (air) and thermal loads resulting from the presence of heat sources and their impact on the vehicle components.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - He has knowledge of the Finite Volume Method to the extent that allows explaining the application of the integral form of the equations of behavior (mass, energy and momentum) to the selected flow.

PEK_W02 - He can define guidelines on the shaping of car bodies and selected vehicle components depending on the loads they are subjected to

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Is able to simulate a selected flow for a motor vehicle or its components.

PEK_U02 - Analyzes simulation results to determine places with maximum load.

PEK_U03 - Based on its own analysis, it is able to design selected components of motor vehicles.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - understands the need and has the possibility of continuous training especially in the field of computer software

PEK_K02 - appreciates the need to raise professional, personal and social competences

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|--|-----------------|
| Lec1 | Introduction to the FLUENT calculation system - definition of terms | 2 |
| Lec2 | Generalized transport equation - presenting the principles of behavior: mass, energy and momentum (integral form). | 2 |
| Lec3 | Finite volume method - Turbulence models used. | 2 |
| Lec4 | Finite Volume Method - presentation of calculation diagrams (explicit, implicit, Cranka-Nicolson). | 2 |
| Lec5 | Finite Volume Method - applied matrix calculus solutions. | 2 |
| Lec6 | Types of boundary conditions - mathematical and physical foundations | 2 |
| Lec7 | Post-processing - Analysis of the speed and pressure field | 2 |
| Lec8 | Post-processing - Temperature field analysis | 1 |
| | | Total hours: 15 |
| Form of classes – Project | | Number of hours |
| Proj1 | Measurement of input values | 2 |
| Proj2 | Construction of geometry | 2 |
| Proj3 | Discretization of computing space | 1 |
| Proj4 | Defining a numerical model | 1 |
| Proj5 | Definition of boundary conditions and initial conditions | 1 |
| Proj6 | Carrying out calculations | 1 |

| | | |
|--------|--|-----------------|
| Proj7 | Visualization of results | 1 |
| Proj8 | Analysis of results | 1 |
| Proj9 | Modernization of the modeled object - change of geometry | 2 |
| Proj10 | Performing calculations, visualization of results | 1 |
| Proj11 | Analysis of results and editing of the project report | 2 |
| | | Total hours: 15 |

| TEACHING TOOLS USED | | |
|---|--|--|
| N1. multimedia presentation N2. ANSYS Fluent calculation system N3. laboratory experiment N4. self study - preparation for project class N5. 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 | 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_K01-PEK_K02 | report |
| P = F1 | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

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

Kwasniowski S., Sroka Z., Zabłocki W, tytuł: Modelowanie obciążeń cieplnych w elementach silników spalinowych , wydawnictwo: Oficyna Wyd. PWr, rok: 1999

SECONDARY LITERATURE

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

SUBJECT SUPERVISOR

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