

Wydział Mechaniczny PWR

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Inżynieria pojazdów przemysłowych**

Nazwa w języku angielskim: **Offroad Vehicles Engineering**

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

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **MMM031112 (MMM031369)**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------|-----------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | 30 | 15 | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 90 | | 60 | 30 | |
| Forma zaliczenia | Egzamin | | | | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 3 | | 2 | 1 | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 2 | 1 | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | | | | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Posiada wiedzę z zakresu budowy układów napędowych pojazdów;
2. Potrafi współpracować z grupą oraz indywidualnie rozwiązuje skomplikowane zadania;
3. Posiada wiedzę z zakresu mechaniki, analizy matematycznej oraz podstaw konstrukcji maszyn układów napędowych pojazdów;

CELE PRZEDMIOTU

C1. Celem zajęć jest poszerzenie wiedzy w zakresie budowy i sposobów pracy pojazdów inżynieryjnych w szczególności kołowych i gąsienicowych. Zakres obejmuje również obliczenia oporów ruchu, skrętu różnych układów podwoziowych;

C2. Celem zajęć jest zdobycie praktycznej wiedzy w zakresie obliczania typowych elementów nośnych podwozia kołowego i gąsienicowego. Zajęcia rozszerzają również wiedzę w zakresie stosowania różnych układów podwoziowych pojazdów;

Celem zajęć jest zdobycie wiedzy w zakresie współpracy narzędzia z gruntem, określenie przydatności narzędzi do różnorodnych prac.

C3. Celem zajęć jest zdobycie umiejętności pracy grupowej, opracowywania wyników.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Potrafi obliczać poszczególne podzespoły układów zawieszonych pojazdów kołowych i gąsienicowych.

PEK_W02 - Potrafi wskazać właściwe narzędzie do zadania które należy zrealizować.

PEK_W03 - Zna podstawy współpracy narzędzia z gruntem oraz zapoznał się z metodami, pozwalającymi na uzyskanie pełnego załadunku.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi posługiwać się również obcojęzyczną literaturą, analizować i dokonywać interpretacji otrzymanych wyników.

PEK_U02 - potrafi przeanalizować i opracowywać wyniki w celu uzyskania charakterystyk lub mierzonych parametrów w układach napędowych pojazdów i maszyn przy różnych nastawach układu sterowania

PEK_U03 - potrafi zaproponować własne koncepcje układów podwoziowych

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - potrafi i rozumie potrzebę ciągłego doszkalania się i pozyskiwania nowych informacji

PEK_K02 - jest odpowiedzialny za podejmowane decyzje zarówno w aspekcie ochrony środowiska naturalnego jak i działalności inżyniera mechanika

PEK_K03 - potrafi pracować w grupie i rozwiązywać powierzone mu zadania również na różnych stanowiskach i ponosi odpowiedzialność za grupowe osiągnięcie zamierzonego celu

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|---|---------------|
| Wy1 | Środki lokomocji w naturze. Przegląd metod poruszania się zwierząt i pojazdów z przykładami. Teoria ruchu koła ogumionego po różnych podłożach. Charakterystyki i przykłady obliczeń oporów ruchu. | 2 |
| Wy2 | Wybrane przykłady pojazdów przemysłowych (wozidła w kopalniach kruszyw, podwozia samojezdnych żurawi teleskopowych, podwozia wysięgnikowych wozów kontenerowych „reachstacker’ów”, wózków widłowych). | 2 |

| | | |
|----------------------------|--|---------------|
| Wy3 | Typowe układy zawieszonych pojazdów kołowych, przykłady konstrukcji i obliczeń wybranych elementów nośnych. Inżynieria mechanizmów wybranych pojazdów przemysłowych (mechanizmy układów skrętu podwozi kołowych pojazdów przemysłowych z jedną i kilkoma osiami skrętnymi). | 3 |
| Wy4 | Teoria ruchu pojazdu gąsienicowego. Opory skrętu, jazdy, siła uciągu, określanie nacisków jednostkowych i określenie siły uciągu. Mechanizmy układów napinania gąsienic - przykłady obliczeń. | 3 |
| Wy5 | Układy zawieszonych pojazdów gąsienicowych. Przykłady rozwiązań i obliczenia wybranych podzespołów. Gąsienice stalowe, elastomerowe i inne gąsienice. Budowa, zawieszenia kół nośnych i/lub nadwozia wady i zalety eksploatacyjne. | 3 |
| Wy6 | Teoria ruchu pojazdów kroczących. Przykłady ich stosowania. Budowa zasada działania i przykłady rozwiązań i obliczeń poduszkowców. | 2 |
| Wy7 | Porównanie różnych metod lokomocji: pojazdów kołowych, gąsienicowych, kroczących oraz poduszkowców, pojazdów śrubowych i innych. | 2 |
| Wy8 | Czujniki i sensory stosowane w maszynach roboczych. Problemy związane z ich użyciem, niezawodnością i zabudową nie wpływającą na kinematykę osprzętu, mechanizmów skrętu itd. | 4 |
| Wy9 | Automatyzacja pracy maszyn roboczych. Metody urabiania gruntu mające na celu uzyskanie wysokiego stopnia wypełnienia narzędzia, prowadzenie narzędzia, zwiększenie sprawności działania układów napędowych. | 4 |
| Wy10 | Przegląd układów roboczych i stosowanego osprzętu w kołowych ładowarkach łyżkowych Określanie prostowodności i ruchu narzędzia. Wyznaczanie kinematyki ruchu. Obliczenia zapotrzebowania mocy typowego wysięgnika. Dobór elementów układu napędowego. Przegląd układów roboczych i stosowanego osprzętu koparek. | 3 |
| Wy11 | Obliczenia zapotrzebowania mocy typowego wysięgnika. Dobór elementów układu napędowego. Przykłady maszyn i urządzeń transportu bliskiego - dźwignice, żurawie wraz z ich budową i przykładami rozwiązań konstrukcyjnych. | 2 |
| | | Suma: 30 |
| Forma zajęć – Laboratorium | | Liczba godzin |
| Lab1 | Badania normowe obciążeń narzędzia roboczego i obciążeń wywracających pojazdu przemysłowego. | 2 |
| Lab2 | Badania obciążeń dynamicznych mechanizmu podnoszenia suwnicy pomostowej. | 2 |
| Lab3 | Badanie procesu urabiania skał zwięzłych nożami o różnym ukształtowaniu. | 2 |
| Lab4 | Badania siły uciągu podwozia gąsienicowego na różnych podłożach cz. 1/2. | 2 |
| Lab5 | Badania siły uciągu podwozia gąsienicowego na różnych podłożach cz. 2/2. | 2 |
| Lab6 | Badanie zjawiska sprzężenia ciernego gąsienicy elastomerowej z liną. | 2 |
| Lab7 | Badania parametrów trakcyjnych pojazdu linowego. | 2 |
| Lab8 | Badania oporów ruchu pojazdu gąsienicowego. | 2 |
| Lab9 | Badania oporów ruchu pojazdu kołowego. | 2 |

| | | |
|-----------------------|--|---------------|
| Lab10 | Analiza obciążenia zębów gaśienicy elastomerowej pracującej ze sprzężeniem kształtowym. | 2 |
| Lab11 | Badania eksperymentalne oporów skrętu pojazdu gaśienicowego. | 2 |
| Lab12 | Badania oporów skrętu kołowego pojazdu przegubowego | 2 |
| Lab13 | Badanie właściwości jezdnych pojazdu wyposażonego w wielokierunkowe koła Mecanum. | 2 |
| Lab14 | Badania właściwości trakcyjnych: pojazdu wykorzystującego adhezję magnetyczną , pojazdu śrubowego oraz poduszkowca. | 2 |
| Lab15 | Badania procesu ładowania ośrodka ziarnistego łyżką ładowarki. | 2 |
| | | Suma: 30 |
| Forma zajęć – Projekt | | Liczba godzin |
| Proj1 | Celem projektu jest opracowanie układu napędowego pojazdu kołowego lub gaśienicowego. Zakres projektu obejmuje obliczenie sił uciągu, oporów ruchu momentów napędowych oraz sporządzenie rysunków wykonawczych wybranego podzespołu. Projekt może dotyczyć również doboru geometrii wysięgnika w celu zachowania prostowodności ruchu narzędzia, oraz układu przeniesienia napędu klasycznego lub hybrydowego. W tym przypadku określa się opory ruchu podczas nabierania urobku oraz dobiera poszczególne elementy. | 15 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
N2. eksperyment laboratoryjny
N3. prezentacja projektu

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_W03 | egzamin pisemny |
| P = Pozytywna ocena z egzaminu | | |

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium)

| 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_U03, PEK_K01-PEK_K03 | Pozytywne oceny ze sprawozdań i kartrówek |
| P = pozytywne oceny z wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych | | |

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 | Pozytywna ocena z projektu |
| P = pozytywnie oceniony projekt | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. Inżynieria maszyn roboczych, K. Pieczonka, OW PWr, 2007
2. Theory of ground vehicles; J. Y. Wong, John Wiley & Sons, New York
3. Tyre and Vehicle Dynamics, H. B. Pacejka, Delft University of Technology
4. Vehicle Dynamisc, Theory and Applicaton, R. N. Jazar, Springer, 2008
5. Automotive Engineering Powertrain, Chassis System and Vehicle Body, A. Crolla, Elsevier, 2009
6. Fundamentals of Vehicle Dynamisc, T. D. Gillespie, Society of Automotive Engeeners,
7. Ciągniki, H. Dajniak, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 2008
8. Kierowalność i stateczność samochodu, A. Litwinow, WKŁ, 1975
9. Teoria ruchu pojazdu gąsienicowego, Z. Burdziński, WKŁ, 1972

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Aleksander Skurjat tel.: 71 320-23-46 email: Aleksander.Skurjat@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Inżynieria pojazdów przemysłowych**

Name in English: **Offroad Vehicles Engineering**

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: **MMM031112 (MMM031369)**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|-------------|---------|------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 30 | | 30 | 15 | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 90 | | 60 | 30 | |
| Form of crediting | Examination | | | | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 3 | | 2 | 1 | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | 2 | 1 | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | | | | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student has knowledge in the field of construction vehicle drive systems
2. Can work with a group and individually solve complex tasks
3. Advance knowledge in mechanics, mathematical analysis and basics of machine design vehicle drive systems

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. The aim of the course is to extend knowledge of the structure and working methods of engineering vehicles, in detail: wheeled and tracked. The range also includes the calculation of the force resistance while moving, turning with comparison of different chassis systems
- C2. The aim of the course is to gain practical knowledge on the calculation of supporting elements typical wheeled and tracked chassis . Classes also expand knowledge in the use of various vehicle chassis systems;
The aim of the course is to gain knowledge in the field of cooperation tool with the soil to determine the suitability of tools for various works .
- C3. The aim of the course is to gain ability of working in the group, analyzing the results .

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Student can calculate the various components of suspension systems both wheeled and tracked vehicles.

PEK_W02 - Student is able to identify the right tool for the task to be performed.

PEK_W03 - Student knows the basis for cooperation tool with the ground and is familiar with the methods , allowing to obtain a full load.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Student can use also foreign literature, and base on experience analyzes and interprets the results.

PEK_U02 - Student is able to analyze and compile the results in order to obtain characteristics or measured performance drive systems for vehicles and machines with different settings of the control system.

PEK_U03 - Student can propose their own ideas for chassis systems.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - able to and understands the need for continuous retraining and acquiring new information.

PEK_K02 - It is responsible for the decisions made both in terms of environmental protection.

as well as mechanical engineering activities

PEK_K03 - able to work in a group and solve the tasks assigned to the various positions and is responsible for the Group to achieve the intended purpose.

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|---|-----------------|
| Lec1 | Means of transport in nature. Overview of methods of moving animals and vehicles with examples. The theory of rubber wheel movement on different surfaces. Characteristics and examples of calculations resistance movement. | 2 |
| Lec2 | Selected examples of industrial vehicles (articulated in the mines aggregates , chassis propelled telescopic cranes, jib chassis container cars , forklifts). | 2 |
| Lec3 | Typical suspension systems of wheeled vehicles , construction examples and calculations of selected support elements. Engineering mechanisms of selected industrial vehicle (chassis steering system mechanisms wheeled vehicles with one and several torsion axles). | 3 |
| Lec4 | The theory of tracked vehicle. Steering resistance, driving, pulling power, determination unit pressure and determining the pulling forces. Mechanisms track tensioning systems - examples of calculations. | 3 |
| Lec5 | Suspension systems of tracked vehicles. Examples of solutions and calculations of selected components. Steel, elastomer and other tracks . Construction, suspension of road wheels and / or body operating advantages and disadvantages. | 3 |
| Lec6 | The basic theory of walking vehicles. Examples of their use. The construction principle and examples of solutions and calculations hovercraft. | 2 |
| Lec7 | Comparison of different methods of transport : wheeled vehicles, tracked, walking, hovercraft and screw vehicles. | 2 |

| | | |
|------------------------------|--|-----------------|
| Lec8 | Sensors and transducers used in working machines. The problems associated with their use, reliability and buildings not influencing the kinematics of rigging, steering mechanisms etc. | 4 |
| Lec9 | Automation of working machines. Methods of mining land in order to achieve a high degree of filling tools, path following mechanisms tools to increase the efficiency of the drive system. | 4 |
| Lec10 | Overview of operating systems and hardware used in wheeled loaders. Determining path and movement of the tool. Determination of kinematic motion. Calculate the power requirements of a typical boom. Selection of the powertrain. Overview of operating systems and hardware used excavators. | 3 |
| Lec11 | Calculate the power requirements of a typical boom. Selection of the powertrain. Examples of machinery and handling equipment - cranes, cranes with their construction and examples of design solutions. | 2 |
| | | Total hours: 30 |
| Form of classes – Laboratory | | Number of hours |
| Lab1 | Working tool and overturning stability normative standard testing of industrial vehicle. | 2 |
| Lab2 | Overhead crane lifting system dynamic impact forces examining. | 2 |
| Lab3 | Rock excavating process examining by different shape tools. | 2 |
| Lab4 | Experimental determination of tractive forces generated by tracked undercarriage on different grounds 1/2. | 2 |
| Lab5 | Experimental determination of tractive forces generated by tracked undercarriage on different grounds 2/2. | 2 |
| Lab6 | Examining of friction coefficient between elastomeric truck and steel rope. | 2 |
| Lab7 | Traction parameters estimation of vehicle moving on steel rope. | 2 |
| Lab8 | Truck vehicle moving resistance force estimation. | 2 |
| Lab9 | Wheeled vehicle moving resistance force estimation. | 2 |
| Lab10 | Analysis load the track elastomeric teeth working with contoured feedback. | 2 |
| Lab11 | Cornering resistant forces experimental examination of truck vehicle. | 2 |
| Lab12 | Cornering resistant forces experimental examination of wheeled vehicle. | 2 |
| Lab13 | Moving parameters examining of vehicle equipped with multidirectional wheels type: Mecanum. | 2 |
| Lab14 | Traction parameters estimation of: vehicle using magnetic adhesion, screw drive vehicle and hoovercraft. | 2 |
| Lab15 | Examination of gravel loading process with a bucket loader. | 2 |
| | | Total hours: 30 |
| Form of classes – Project | | Number of hours |

| | | |
|-------|---|-----------------|
| Proj1 | The aim of the project is to develop a drive system for a wheeled or tracked vehicle. The project includes calculating the pulling forces, driving torque resistance movement and preparation of drawings selected component. The project may also involve the selection of the geometry of the boom in order to maintain straight path movement of the tool and powertrain classic or hybrid. In this case, the determined resistance to motion during scooping muck and selects individual components . | 15 |
| | | Total hours: 15 |

| | | |
|--|--|--|
| TEACHING TOOLS USED | | |
| N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. laboratory experiment N3. project presentation | | |

| | | |
|--|-------------------------------|---|
| 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_W03 | written exam |
| P = Pozytywna ocena z egzaminu | | |

| | | |
|--|---------------------------------------|---|
| EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory) | | |
| Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)) | Learning outcomes number | Way of evaluating learning outcomes achievement |
| F1 | PEK_U01 - PEK_U03, PEK_K01-PEK_K03 | Positive marks from reports and tests |
| P = pozytywne oceny z wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych | | |

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 | Project positive mark |

P = pozytywnie oceniony projekt

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

1. Inżynieria maszyn roboczych, K. Pieczonka, OW PWr, 2007
2. Theory of ground vehicles; J. Y. Wong, John Wiley & Sons, New York
3. Tyre and Vehicle Dynamics, H. B. Pacejka, Delft University of Technology
4. Vehicle Dynamisc, Theory and Applicaton, R. N. Jazar, Springer, 2008
5. Automotive Engineering Powertrain, Chassis System and Vehicle Body, A. Crolla, Elsevier, 2009
6. Fundamentals of Vehicle Dynamisc, T. D. Gillespie, Society of Automotive Engeeners,
7. Ciągniki, H. Dajniak, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 2008
8. Kierowalność i stateczność samochodu, A. Litwinow, WKŁ, 1975
9. Teoria ruchu pojazdu gąsienicowego, Z. Burdziński, WKŁ, 1972

SECONDARY LITERATURE

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Aleksander Skurjat tel.: 71 320-23-46 email: Aleksander.Skurjat@pwr.edu.pl