

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Teoria ruchu pojazdów**

Nazwa w języku angielskim: **Theory of vehicle movement**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Transport**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **TRM031027**

Grupa kursów: **tak**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15	15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		30	30	
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na ocenę	
Grupa kursów	X				
Liczba punktów ECTS	3		1	1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1	1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.8				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Umiejętność prowadzenia obliczeń matematycznych i znajomość praw fizycznych poznanych na studiach wyższych politechnik
2. Umiejętność pracy grupowej, umiejętność prowadzenia badań i posługiwania się podstawowym sprzętem pomiarowym
3. Posiada umiejętność samodzielnego rozwiązywania powierzonych zadań projektowych, interpretacji rezultatów i sporządzenia wniosków

CELE PRZEDMIOTU

C1. Celem zajęć jest poszerzenie wiedzy z zakresu teorii ruchu pojazdów. Student zapoznaje się z rodzajami lokomocji lądowych pojazdów ich zasad funkcjonowania aplikacji. Student potrafi sporządzić bilans energetyczny ruchu, zna i potrafi obliczyć opory ruchu różnych kołowych i gąsienicowych pojazdów. Potrafi omówić różne systemy zawieszeń pojazdów i rozumie pojęcie ich stateczności.

C2. Celem zajęć jest nabycie praktycznych umiejętności planowania eksperymentu, przeprowadzenia go a także interpretacji wyników. Student ma świadomość wpływu wybranych rozwiązań na środowisko i potrafi posługiwać się poprawną terminologią. Nabywa odpowiedzialności za pracę własną i grupową.

C3. Celem zajęć jest indywidualne przeanalizowanie problemu związanego z transportem w ruchu pojazdów szynowych oraz nabycie praktycznej wiedzy w zakresie projektowania ciągu ruchu kolejowego

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - student potrafi objaśniać schematy funkcjonalne pojazdów kołowych i gąsienicowych, przeprowadzać analizę porównawczą, zna obszary ich aplikacji

PEK_W02 - student potrafi zdefiniować i opisać mechanikę przemieszczania się kół oponowych a także sposób przemieszczania się różnych kategorii pojazdów, sporządzić bilans mocy. Student rozróżnia zjawiska zachodzące podczas ruchu prostoliniowego i krzywoliniowego

PEK_W03 - Student tłumaczy i potrafi porównać wpływ różnych struktur podwoziowych na stateczność pojazdu. Rozpoznaje różne systemy zawieszeń pojazdów zarówno kołowych jak i gąsienicowych. Ma również wiedzę z zakresu eksploatacji pojazdów.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - student potrafi pozyskiwać informacje z literatury oraz interpretować je w zakresie zagadnień związanych z teorią ruchu pojazdów kołowych i gąsienicowych

PEK_U02 - student potrafi analizować otrzymane wyniki eksperymentu oraz weryfikować je z literaturą oraz dokonywać interpretacji i sporządzać wnioski

PEK_U03 - student potrafi kalkulować koszty zużycia energii wybranych pojazdów transportowych

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - student potrafi odpowiedzialnie podejmować decyzje jako inżyniera transportu uwzględniając ich wpływ na środowisko

PEK_K02 - student jest odpowiedzialny za pracę własną i grupową

PEK_K03 - student jest świadomy działań prawnych jakie podejmuje jako inżynier

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Rodzaje lokomocji w lądowych pojazdach transportowych - schematy funkcjonalne, podstawowe zagadnienia mechaniki ruchu pojazdów niekonwencjonalnych, bioniczne analogie	2
Wy2	Układy podwoziowe pojazdów kołowych - schematy funkcjonalne, obszary aplikacji, analiza porównawcza	2
Wy3	Mechanika przemieszczania się koła - toczenie, przyczepność-poślizg, napędzanie-hamowanie	2

Wy4	Mechanizmy różnicowe i wyłączające No Spin -kinematyka i dynamika	2
Wy5	Ruch prostoliniowy - opory ruchu, obliczenia trakcyjne dla dowolnych podłoży, bilans mocy	2
Wy6	Ruch krzywoliniowy - boczne znoszenie opon, wpływ znoszenia na opory toczenia i przyczepność, nadsterowność, podsterowność, opory ruchu, oddziaływanie ESP na ruch pojazdu	2
Wy7	Zagadnienia napędów wieloosiowych - niezgodność kinematyczna, moc krążąca, bilans mocy	2
Wy8	Hamowanie - energia kinetyczna pojazdu, hamowanie przyczepność kół do nawierzchni, długość drogi hamowania, układy regulacji poślizgu kół podczas hamowania	2
Wy9	Stateczność pojazdów kołowych o różnej strukturze układów podwoziowych, stateczność statyczna dynamiczna, pasywne i aktywne systemy bezpieczeństwa	2
Wy10	Systemy zawieszeń w kołowych pojazdach transportowych - aspekty eksploatacyjne, stateczność, komfort kierowcy	2
Wy11	Układy podwoziowe pojazdów gąsienicowych - schematy funkcjonalne, obszary aplikacji, analiza porównawcza	2
Wy12	Gąsienice stalowe i elastomerowe - budowa wady, zalety sposoby przeniesienia napędu na gąsienice	2
Wy13	Systemy zawieszeń gąsienicowych pojazdów transportowych - budowa aspekty eksploatacyjne	2
Wy14	Ruch prostoliniowy - opory ruchu, obliczenia trakcyjne dla dowolnych podłoży, bilans mocy	2
Wy15	Ruch krzywoliniowy - systemy skrętu, opory ruchu gąsienic stalowych i elastomerowych, bilans mocy	2
		Suma: 30
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Zajęcia organizacyjne, zasady zaliczenia laboratorium, BHP, przedstawienie treści programowych laboratorium	1
Lab2	Badania eksploatacyjne rozkładu obciążeń kół jezdnych oraz parametrów kinematycznych i dynamicznych pojazdów	2
Lab3	Badania eksperymentalne procesu wężykowania pojazdu przegubowego	2
Lab4	Badania eksperymentalne oporów ruchu gąsienicowych układów jezdnych pojazdów transportowych , cz. 1	2
Lab5	Badania eksperymentalne oporów ruchu gąsienicowych układów jezdnych pojazdów transportowych , cz. 2	2
Lab6	Badania eksperymentalne oporów toczenia i przyczepności oponowych układów jezdnych pojazdów transportowych	2
Lab7	Badania eksperymentalne charakterystyk kół oponowych pojazdów transportowych	2
Lab8	Badania stateczności kołowego pojazdu transportowego	2
		Suma: 15

Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Każdy student otrzymuje indywidualny temat do przeanalizowania polegający na wykonaniu obliczeń trakcyjnych przejazdu minimalno-czasowego pociągu na zadanej trasie. Podczas zajęć projekt jest sukcesywnie rozwiązywany. Każde zajęcie składa się z części wprowadzającej (prowadzący) oraz części obliczeniowej (wykonywanej przez studentów). Zajęcia dotyczą:	1
Proj2	Wprowadzenie, wydanie tematów, omówienie zakresu obliczeń. Obliczenia indywidualne.	2
Proj3	Zasady wyznaczania oporów ruchu pojazdów szynowych. Obliczenia oporów ruchu dla zadanych składów pociągów i lokomotyw	2
Proj4	Zasady redukcji trasy kolejowej pod kątem przygotowania jej do obliczeń trakcyjnych. Przeprowadzenie redukcji zadanych tras	2
Proj5	Analiza charakterystyk trakcyjnych zadanych lokomotyw. Obliczenia jednostkowych sił napędowych	2
Proj6	Charakterystyki hamulcowe pociągu. Obliczanie charakterystyk hamowania na poszczególnych stopniach hamowania	2
Proj7	Zasady rozwiązywania równania ruchu pociągów. Obliczenia trakcyjne	2
Proj8	Zasady obliczeń zużycia energii na cele trakcyjne. Obliczenia zużycia energii dla rozpatrywanych przypadków: bez zatrzymania się przed semaforem wjazdowym i z zatrzymaniem	2
		Suma: 15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
- N2. prezentacja multimedialna
- N3. eksperyment laboratoryjny
- N4. praca własna - przygotowanie do 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_W03, PEK_K01-PEK_K03	egzamin pisemno-ustny
P = 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	kartkówka, odpowiedź ustna, sprawozdanie
P = ocena średnia wszystkich pozytywnych ocen z laboratoriów		

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_U03, PEK_K01-PEK_K03	ocena przygotowania projektu
P = ocena przygotowania projektu		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. Dudziński P., Theorie der Lenksysteme für industrielle Radfahrzeuge, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2007
2. Mitschke M., Dynamika samochodu. Tom I. Napęd i hamowanie, WKiŁ, Warszawa, 1987
3. Arczyński S., Mechanik ruchu samochodu, WNT, Warszawa, 1994
4. Siłka W., teoria ruchu samochodu, WNT Warszawa, 2002
5. Prochowski L., Mechanika ruchu, WKiŁ, Warszawa, 2005
6. Madej J., Teoria ruchu pojazdów szynowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Wrocław, 2005
7. Andrzejewski R., Dynamika pneumatycznego koła jezdnego, WNT Warszawa, 2010

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Robert Czabanowski tel.: 71 320-28-37 email: robert.czabanowski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Teoria ruchu pojazdów**

Name in English: **Theory of vehicle movement**

Main field of study (if applicable): **Transport**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **TRM031027**

Group of courses: **yes**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		15	15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	90		30	30	
Form of crediting	Examination		Crediting with grade	Crediting with grade	
Group of courses	X				
Number of ECTS points	3		1	1	
including number of ECTS points for practical (P) classes			1	1	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.8				

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. The ability to carry out mathematical calculations and knowledge of the physical laws known in higher education institutes of technology
2. The ability to group work, the ability to conduct research and use of basic measuring equipment
3. Has the ability to independently solve the tasks of design, interpretation of results and preparation of proposals /conclusions

SUBJECT OBJECTIVES

C1. The aim of the course is to broaden the knowledge of vehicle movement theory. The student becomes familiar with the types of land transportation vehicles of their principles of operation of the application. Students can draw the energy balance of movement, knows and is able to calculate the thermal motion of various wheeled and tracked vehicles. He can discuss the different vehicle suspension systems and understands the concept of stability.

C2. The aim of the course is the acquisition of practical skills experiment planning, conducting it and interpreting the results. The student is aware of the impact of selected environmental solutions and is able to use the correct terminology. Purchasing responsibility for own work and group.

C3. The aim of the course is to analyze individual problem of transportation in rail traffic, and the acquisition of practical knowledge in the design of the railway traffic

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - student is able to explain the functional diagrams wheeled and tracked vehicles, carry out a comparative analysis, familiar areas of their application

PEK_W02 - student is able to define and describe the mechanics of the movement of the wheels meningeal and how to move different categories of vehicles, to make a balance of power. Student distinguishes phenomena occurring during linear motion and curvilinear

PEK_W03 - The student is able to explain and compare the impact of different chassis structures the stability of the vehicle. Recognizes different suspension systems of vehicles both tracked and wheeled. It also has a knowledge of the operation of vehicles.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - student can obtain information from the literature and to interpret them in terms of issues related to the theory of motion wheeled and tracked vehicles

PEK_U02 - student is able to analyze the results of the experiment and verify them with the literature and to interpret and formulate conclusions

PEK_U03 - student is able to calculate the energy costs of selected transport vehicles

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - student is able to make decisions as a responsible engineer transport taking into account their impact on the environment

PEK_K02 - student is responsible for self and group work

PEK_K03 - student is aware of the legal action taken as an engineer

PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Types of transport in land transport vehicles - functional diagrams, basic concepts of traffic engineering unconventional, analogies bionic	2
Lec2	chassis systems of wheeled vehicles - Functional diagrams, application areas, comparative analysis	2
Lec3	Mechanical movement of the wheel - turning, traction-slip, driven inhibition	2

Lec4	Differentials and No Spin- kinematics and dynamics	2
Lec5	Rectilinear motion - motion resistance, traction calculation for different substrates, the balance of power	2
Lec6	Curvilinear motion - side drift tires, the impact of the abolition of the rolling resistance and adhesion, oversteer, understeer, resistance to motion, impact on vehicle motion ESP	2
Lec7	Multi-axis drives Issues - non-compliance, kinematic, circulating power, the balance of power	2
Lec8	Braking - the kinetic energy of the vehicle, braking traction to surfaces, braking distance, control systems skidding when braking	2
Lec9	The stability of wheeled vehicles of various chassis structures systems, static stability, dynamic, passive and active safety systems	2
Lec10	Suspension systems for wheeled transport vehicles - aspects of operational stability, driver comfort	2
Lec11	Integrated chassis tracked vehicles - Functional diagrams, application areas, comparative analysis	2
Lec12	Caterpillars steel and elastomer - construction defects ways to bring the advantages of drive tracks	2
Lec13	Suspension systems tracked transport vehicles - construction aspects of the operating	2
Lec14	Rectilinear motion - motion resistance, traction calculation for arbitrary substrates, the balance of power	2
Lec15	Curvilinear motion systems - turning motion resistance steel tracks and elastomeric power balance	2
		Total hours: 30
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Classes organizational procedures for obtaining laboratory safety, laboratory presentation of content	1
Lab2	Operational tests of wheel load distribution and kinematic parameters and dynamic of tyres vehicles	2
Lab3	Experimental research process of articulated vehicle snaking	2
Lab4	Experimental tests of resistance to motion of tracked running gear of transport vehicles, part 1	2
Lab5	Experimental tests of resistance to motion of tracked running gear of transport vehicles, part 2	2
Lab6	Experimental tests of rolling resistance and traction of tire driving systems of transport vehicles	2
Lab7	Experimental tests of the characteristics of tire wheels of transport vehicles	2
Lab8	Stability tests of transport vehicle on wheel chassis	2
		Total hours: 15
Form of classes – Project		Number of hours

Proj1	Each student receives an individual topic to explore consists in performing the calculations traction minimally-time passing train at a predetermined route. During the course the project is successfully solved. Each class consists of two parts: Introductory (host) and the calculated (performed by the students). The classes include:	1
Proj2	Introduction, edition of topics to discuss the scope of the calculation. Individual calculations.	2
Proj3	The rules for determining resistance of rail traffic. The calculation of the resistance movement for selected trains and locomotives	2
Proj4	Reduction rules railway line in order to prepare her for the calculation of traction. Performing reduction for selected routes	2
Proj5	Analysis of selected locomotive traction characteristics. Calculations of individual train drivers	2
Proj6	The characteristics of the train brakes. Calculation of the braking characteristics of the various degrees of inhibition	2
Proj7	Rules of solving the equations of motion of trains. Traction calculations	2
Proj8	Rules of calculation of energy consumption for the purpose of traction. Calculation of energy consumption for the considered cases: without a stop in front of the semaphore at the entry and retention	2
		Total hours: 15

TEACHING TOOLS USED		
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. multimedia presentation N3. laboratory experiment N4. self study - preparation for project class		

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_W03, PEK_K01-PEK_K03	written-oral exam
P = 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	short test, oral response, the report
P = ocena średnia wszystkich pozytywnych ocen z laboratoriów		

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_U03, PEK_K01-PEK_K03	evaluation of project preparation
P = ocena przygotowania projektu		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

1. Dudziński P., Theorie der Lenksysteme für industrielle Radfahrzeuge, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2007
2. Mitschke M., Dynamika samochodu. Tom I. Napęd i hamowanie, WKiŁ, Warszawa, 1987
3. Arczyński S., Mechanik ruchu samochodu, WNT, Warszawa, 1994
4. Siłka W., teoria ruchu samochodu, WNT Warszawa, 2002
5. Prochowski L., Mechanika ruchu, WKiŁ, Warszawa, 2005
6. Madej J., Teoria ruchu pojazdów szynowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Wrocław, 2005
7. Andrzejewski R., Dynamika pneumatycznego koła jezdnego, WNT Warszawa, 2010

SECONDARY LITERATURE

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Robert Czabanowski tel.: 71 320-28-37 email: robert.czabanowski@pwr.edu.pl