

## KARTA PRZEDMIOTU

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

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

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

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

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM042136**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	20		10		10
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	120		30		60
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	4		1		2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2				

### 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 Systemy zawieszeń w kołowych pojazdach transportowych - aspekty eksploatacyjne, stateczność, komfort kierowcy	2
Wy10	Układy podwoziowe pojazdów gąsienicowych - schematy funkcjonalne, obszary aplikacji, analiza porównawcza. Gąsienice stalowe i elastomerowe - budowa wady, zalety sposoby przeniesienia napędu na gąsienice	2
		Suma: 20
Forma zajęć – Laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Zajęcia organizacyjne, zasady zaliczenia laboratorium, BHP, przedstawienie treści programowych laboratorium, oraz przeprowadzenie tematu: Badania stateczności kołowego pojazdu przemysłowego	2
Lab2	Badania eksploatacyjne rozkładu obciążeń kół jezdnych oraz parametrów kinematycznych i dynamicznych pojazdów	2
Lab3	Badania eksperymentalne procesu wężykowania pojazdu przegubowego	2
Lab4	Badania kinematyki i oporów skrętu pojazdu przegubowego na podwoziu kołowym	2
Lab5	Badania skuteczności hamowania pojazdu	2
		Suma: 10
Forma zajęć – Seminarium		Liczba godzin
Sem1	Wpływ położenia środka ciężkości na stateczność ruchu pojazdów; Układy zapobiegające blokowaniu kół w motocyklach; Długość drogi hamowania; Opóźnienie hamowania; Dobór przełożeń mechanicznej skrzyni biegów.	2
Sem2	Proces hamowania oraz rozdział sił pomiędzy osie pojazdu; Hamowanie zestawów drogowych. Opory ruchu pojazdu. Opory powietrza; Opory toczenia; . Opory wzniesienia; opory bezwładności	2
Sem3	Momenty stabilizacyjne w układzie kierowniczym i jezdnym; Środek przechyłów poprzecznych układów zawieszeń, Układy przeciwblokujące podczas hamowania; Układ stabilizacji toru ruchu jazdy.	2
Sem4	Wpływ konstrukcji opon samochodu osobowego na własności trakcyjne pojazdu; Współczynnik przyczepności i metody jego pomiaru; Wyznaczanie położenia środka ciężkości pojazdu.	2

Sem5	Zdolność pokonywania wzniesień; prędkość graniczna pojazdu na zakręcie; Wyznaczanie prędkości zderzeń na podstawie ich deformacji.	2
		Suma: 10

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

#### 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	Wy1-Wy10	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	La1-La5	kartkówka, odpowiedź ustna, sprawozdanie
P = ocena średnia z pozytywnych ocen z zajęć		

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

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	Sem1-Sem5	wygłoszenie referatu, udział w dyskusjach problemowych
P = ocena z wygłoszonego referatu z uwzględnieniem udziału w dyskusjach		

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

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Teoria ruchu pojazdów**

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

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, part-time**

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM042136**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	20		10		10
Number of hours of total student workload (CNPS)	120		30		60
Form of crediting	Examination		Crediting with grade		Crediting with grade
Group of courses					
Number of ECTS points	4		1		2
including number of ECTS points for practical (P) classes			1		2
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2				

### 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 - he 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; Suspension systems for wheeled transport vehicles - aspects of operational stability, driver comfort	2
Lec10	Integrated chassis tracked vehicles - Functional diagrams, application areas, comparative analysis; Caterpillars steel and elastomer - construction defects ways to bring the advantages of drive tracks	2
		Total hours: 20
Form of classes – Laboratory		Number of hours
Lab1	Classes organizational procedures for obtaining laboratory safety, laboratory presentation of content, and perform this topic: Stability experimental investigation in wheeled I vehicles	2
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	The study of kinematics and resistance of an articulated vehicle turning on a wheeled chassis	2
Lab5	Research vehicle braking efficiency	2
		Total hours: 10
Form of classes – Seminar		Number of hours
Sem1	Effect of the center of gravity for rolling stability vehicles, anti-lock braking systems on motorcycles, Braking distance, deceleration, gear selection manual /mechanic gearbox.	2
Sem2	The braking force division between the vehicle axles, braking of the tractor-trailer sets. Resistance of movement of the vehicle. Air resistance, rolling resistance, grading resistance; resistance of inertia	2
Sem3	Moments of stabilization in the steering and undercarriage; measure the cross-roll suspension systems, anti-lock braking system, Electronic stability the path of movement of the vehicle.	2
Sem4	Effect of a passenger car tire design for traction vehicle; coefficient of adhesion and method of measurement, determination of the center of gravity of the vehicle.	2



Sem5	Gradeability, vehicle speed limit on the curve; Determination of collision speed based on their deformation.	2
		Total hours: 10

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

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	Wy1-Wy10	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	La1-La5	short test, oral response, the report
P = ocena średnia z pozytywnych ocen z zajęć		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Seminar)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	Sem1-Sem5	presentation of a speech, participate in discussions of problem
P = ocena z wygłoszonego referatu z uwzględnieniem udziału w dyskusjach		

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