



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Modelowanie i symulacja ruchu pojazdów

### Przedmiot

Kierunek studiów

Mechatronika

Studia w zakresie (specjalność)

Projektowanie mechatroniczne maszyn i pojazdów

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

2/3

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

Laboratoria

Inne (np. online)

30

Ćwiczenia

Projekty/seminaria

### Liczba punktów ECTS

2

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Grzegorz Ślaski

e-mail: grzegorz.slaski@put.poznan.pl

tel. 61 665 2222

Wydział Inżynierii Mechanicznej

ul. Piotrowo 3, 61-138 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

mgr inż. Zbyszko Klockiewicz

e-mail: zbyszko.klockiewicz@put.poznan.pl

tel. 61 665 2222

Wydział Inżynierii Mechanicznej

ul. Piotrowo 3, 61-138 Poznań

### Wymagania wstępne

Wiedza: Zna wiedzę z mechaniki technicznej.



Umiejętności: Umie posługiwać się językami: natywnym i międzynarodowym w stopniu umożliwiającym rozumienie tekstów technicznych. Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, Internetu, baz danych i innych źródeł. Potrafi integrować uzyskane informacje interpretować i wyciągać z nich wnioski oraz tworzyć i uzasadniać opinie. Potrafi wykorzystać przyswojone teorie matematyczne do tworzenia i analizy prostych matematycznych modeli dynamiki pojazdów.

Kompetencje społeczne: Rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się.

### Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest przekazanie wiedzy dotyczącej modelowania i symulacji ruchu pojazdów oraz umiejętności modelowania i implementacji modeli w środowisku symulacji komputerowej. Celem jest także ćwiczenie interpretacji wyników symulacji w zakresie związków pomiędzy wymuszeniami, a ruchem pojazdów i ich osiąganiami. Uzyskana wiedza pozwoli na analizę i projektowanie lub dobór podzespołów pojazdów, zapewniających wymagane cechy funkcjonalne w zakresie dynamiki. Zakres wiedzy obejmuje zagadnienia omawiające związki pomiędzy parametrami konstrukcyjnymi, a właściwościami dynamicznymi pojazdu takimi jak zdolność przyspieszania, zużycie energii, zdolność hamowania, zdolności od jazdy po łuku, a także zagadnień dynamiki pionowej - bezpieczeństwa i komfortu przy narażeniu na drgania od wymuszeń kinematycznych dróg.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

1. Zna podstawowe zależności opisujące mechanikę ruchu samochodu i sposób wykorzystania ich w modelowaniu ruchu samochodu/pojazdu [K2\_W04].
2. Posiada wiedzę o sposobach modelowania i symulacji procesów zakresu dynamiki wzdłużnej, poprzecznej i pionowej pojazdu [K2\_W09].

Umiejętności

1. Potrafi opisać zjawiska występujące w czasie ruchu samochodu i opisujące je zależności fizyczne [K2\_U11].
2. Umie zbudować modele symulacyjne pozwalające na przewidywanie zachowania się pojazdu, jego osiągow lub charakterystyk [K2\_U07, K2\_U15].

Kompetencje społeczne

1. Rozumie obszary współpracy z konstruktorami podzespołów pojazdów [K2\_K03].
2. Ma świadomość ważności i rozumienia pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje [K2\_K02].

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Laboratorium: ocena na podstawie wyników oceny sprawozdań z wykonanych ćwiczeń. Każde z ćwiczeń oceniane jest na podstawie stopnia realizacji zleconych zadań - zaliczenie sprawozdania przy



wypełnieniu co najmniej 50%. Skala ocen - 50% - dst, 60% - dst +, 70% - db, 80% db+, 90% bdb. Ocena całościowa z przedmiotu jest oceną średnią ocen ze wszystkich oddanych sprawozdań. Konieczne jest uzyskanie oceny pozytywnej ze wszystkich sprawozdań.

### Treści programowe

#### LABORATORIUM:

Laboratorium 1 - Zapoznanie ze środowiskiem obliczeń komputerowych i symulacji Matlab/Simulink lub SciLab/Xcos.

Zapoznanie studentów ze środowiskiem symulacji, sposobem wprowadzania danych, prezentacji wyników, budowy i modyfikacji modeli.

Laboratorium 2 - Modelowanie oporów ruchu dla zadanego cyklu jezdnyego

Modelowanie oporów ruchu pojazdu i jego charakterystyki trakcyjnej z wykorzystaniem arkusza kalkulacyjnego. Wnioskowanie o osiąгах pojazdu na podstawie charakterystyki trakcyjnej.

Laboratorium 3 - Modelowanie sił napędowych pojazdu

Modelowanie charakterystyki silnika spalinowego i elektrycznego, modelowanie układu przeniesienia napędu i koła, modelowanie wpływu mas wirujących

Laboratorium 4 - Tworzenie charakterystyki trakcyjnej i jej analiza

Tworzenie charakterystyki trakcyjnej oraz dynamicznej i wykresu przyspieszeń. Wnioskowanie o osiąгах pojazdu (zdolność pokonywania wzniesień, zdolność przyspieszania).

Laboratorium 5 - Modelowanie zapotrzebowania na moc i zużycia energii

Zapis danych wejściowych do symulacji - cyklu jezdnyego oraz zmian nachylenia drogi. Modelowanie zapotrzebowania na moc mechaniczną i energię. Modelowanie sprawności układu napędowego i źródła napędu.

Laboratorium 6 - Modelowanie procesu hamowania

Budowa modelu procesu hamowania. Badania przebiegu zmiennych opisujących proces pod kątem energetycznym i bezpieczeństwa.

Laboratorium 7 - Modelowanie zmian nacisków kół podczas procesu hamowania

Modelowanie dynamicznych zmian nacisków kół wywołanych przyspieszeniem/opóźnieniem wzdłużnym i zmianą nachylenia drogi.

Laboratorium 8 - Modelowanie ruchu krzywoliniowego w stanie ustalonym



Omówienie modelu o dwóch stopniach swobody w stanie ustalonym. Dobór odporności na boczne znoszenie dla uzyskania pożądanej charakterystyki kierowalności. Określenie maksymalnej prędkości jazdy w zakręcie.

Laboratorium 9 - Modelowanie ruchu krzywoliniowego w stanie przejściowym

Omówienie modelu o dwóch stopniach swobody w stanie nieustalonym. Modelowanie wymuszenia sinusoidalnego.

Laboratorium 10 - Modelowanie zmian nacisków kół podczas jazdy po łuku

Modelowanie dynamicznych zmian nacisków kół dla ruchu krzywoliniowego. Badanie wpływu sztywności przechyłowej oraz momentu bezwładności względem osi przechyłu poprzecznego na dynamikę przechyłu.

Laboratorium 11 - Modelowanie kierowcy

Modelowanie dynamiki poprzecznej samochodu z uwzględnieniem modelu kierowcy do sterowania ruchem krzywoliniowym samochodu (modele bez i z opóźnieniem).

Laboratorium 12 - Modelowanie dynamiki pionowej zawiesznień

Omówienie modelu dynamiki pionowej samochodu (zawieszenie ćwiartki samochodu) i badanie wpływu doboru tłumienia i sztywności na charakterystyki dynamiczne i odpowiedzi czasowe zawieszenia na wybrane typy wymuszeń kinematycznych.

Laboratorium 13 - Modelowanie wymuszeń kinematycznych dróg

Statystyczny opis nierówności dróg, widma gęstości widmowej nierówności dróg różnych klas jakości, generowanie przebiegu w czasie wymuszenia kinematycznego

Laboratorium 14 - Modelowanie charakterystyk dynamicznych zawieszenia

Omówienie metod generowania funkcji przenoszenia dla przyspieszeń masy resorowanej, ugięć zawieszenia i obciążeń dynamicznych kół.

Laboratorium 15 - Zajęcia podsumowujące i zaliczeniowe

Omówienie wyników sprawozdań z zajęć laboratoryjnych. Zaliczenie przedmiotu

### Metody dydaktyczne

Laboratorium - metoda laboratoryjna (eksperymentu): ćwiczenia laboratoryjne z wykorzystaniem systemów Matlab/Simulink lub SciLab/Xcos.

### Literatura



Podstawowa

1. Prochowski L.: Pojazdy samochodowe mechanika ruchu. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2008.
2. Świder. P.: Teoria ruchu samochodów, cz. 1 , Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2012
3. Szczepaniak C.: Podstawy modelowania systemu człowiek-pojazd-otoczenie, Wydawnictwo Naukowe PWN, 1999.
4. Jazar, Reza N.: Vehicle Dynamics Theory and Application, Springer 2017.
5. Siłka W.: Teoria ruchu samochodu, WNT, Warszawa 2002.

Uzupełniająca

1. Pacejka Hans B.: Tire and Vehicle Dynamics, Butterworth-Heinemann, 2012.
2. Smith C.: Tune to Win: The art and science of race car development and tuning, Osprey, 1987.
3. Rill G.: Rod Vehicle Dynamics - Fundamentals and Modeling, CRC Press, 2011.
4. Abe M.: Vehicle Handling Dynamics - Theory and Application, Butterworth-Heinemann, 2015.
5. Ślaski G.: Studium projektowania zawiesznień samochodowych o zmiennym tłumieniu, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Rozprawy. Nr 481. ISSN 0551-6528, Poznań 2012.

**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
łączy nakład pracy	50	2,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	30	1,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie raportów) <sup>1</sup>	20	1,0

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności