**Nazwa przedmiotu:**

Projektowanie układów napędowych pojazdów

**Koordynator przedmiotu:**

Doc. dr inż. Andrzej Wąsiewski

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Mechanika i Budowa Maszyn

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe obieralne do wyboru przez studenta

**Kod przedmiotu:**

1150-MB000-MZP-0145

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2017/2018

**Liczba punktów ECTS:**

2

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1) Liczba godzin kontaktowych - 21, w tym:
a) wykład – 20 godz.;
b) konsultacje – 1 godz.
2) Praca własna studenta - 31 godzin, w tym:
a) 8 godz. – bieżące przygotowywanie się studenta do wykładu;
b) 8 godz. – studia literaturowe;
c) 15 godz. – wykonanie pracy domowej ‒ projekt obliczeniowy.
3) RAZEM – 51 godz.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

1 punkt ECTS – liczba godzin kontaktowych - 21, w tym:
a) wykład – 20 godz.;
b) konsultacje – 1 godz.;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

0,5 punktu ECTS – 15 godz. – wykonanie pracy domowej (projekt obliczeniowy).

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 30h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Ogólna wiedza z zakresu mechaniki, wytrzymałości, podstaw budowy maszyn, mechaniki pojazdów i układów napędowych.

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

Poznanie zasad projektowania elementów i zespołów układu napędowego pojazdu poddanych zmiennemu obciążeniu. Poznanie teorii i podstaw konstrukcji mechanizmów różnicowych o zwiększonym tarciu wewnętrznym. Praktyczna umiejętność wykorzystywania teorii obciążenia równoważnego w obliczeniach projektowych zespołów układu napędowego pojazdów. Umiejętność przeprowadzenia obliczeń projektowych dla przekładni planetarnych i mechanizmów różnicowych.

**Treści kształcenia:**

1. Zasady projektowania i obliczania elementów układu napędowego pojazdu: Podstawowe cechy procesu projektowania elementów samochodu (podobieństwa i różnice do projektowania w innych dziedzinach).
2. Obciążenia elementów układu napędowego: Rodzaje obciążeń zmieniających się w czasie. Widmo i histogram obciążenia. Obciążenia (nominalne, maksymalne i równoważne) przyjmowane do projektowania elementów układu napędowego pojazdu. Podstawy budowy modeli do symulacyjnego wyznaczania widm obciążeń.
3. Obciążenie równoważne: Podstawy teoretyczne i metody wyznaczania obciążenia równoważnego. Obciążenie i obciążalność elementu. Wykresy zmęczeniowe Wöhlera dla elementów układu napędowego. Hipoteza liniowa Plamgren-Minera. Hipoteza względna Plamgren-Minera. Stochastyczny charakter obciążeń i obciążalności.
4. Zasady projektowania łożyskowań z wykorzystaniem obciążenia równoważnego: Metody wyznaczanie obciążenia równoważnego na przykładzie wybranych węzłów łożyskowych w skrzyni biegów i kole jezdnym. Rys historyczny i rozwój metod. Przykłady obliczeniowe.
5. Zasady projektowania skrzyń biegów z wykorzystaniem obciążenia równoważnego: Metody wyznaczanie obciążenia równoważnego na przykładzie przekładni zębatych w skrzyni biegów. Rys historyczny i rozwój metod. Przykłady obliczeń projektowych.
6. Podstawy projektowania przekładni planetarnych stosowanych w pojazdach: Schematy kinematyczne przekładni planetarnych stosowanych w układach napędowych. Obciążenie projektowe przekładni. Metoda doboru parametrów geometrycznych kół zębatych planetarnej przekładni w układzie napędowym pojazdu. Algorytm obliczeń. Zasady wyznaczanie podstawowych parametrów geometrycznych przekładni. Podstawy sprawdzania wytrzymałości i trwałości wg PN-ISO 6336.
7. Teoria mechanizmów różnicowych o zwiększonym tarciu i podstawy ich projektowania oraz obliczania: Podstawy teoretyczne i konstrukcja tego typu mechanizmów. Typy i rodzaje mechanizmów (próba systematyki). Zalety i wady poszczególnych rozwiązań. Charakterystyki mechanizmów różnicowych i ich wpływ na własności trakcyjne pojazdu. Model obliczeniowy. Podstawy projektowania oraz obliczenia projektowe. Aktywne mechanizmy różnicowe.
8. Tendencje rozwojowe współczesnych układów napędowych i kierunki rozwoju. Automatyzacja i sposoby jej realizacji. Przykłady rozwiązań.

**Metody oceny:**

Zaliczany jest na podstawie pisemnego kolokwium i pracy domowej ‒ projektu obliczeniowego.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Förster H.J.: Automatische Fahrzeuggetriebe. Berlin: Springer–Verlag 1990.
2. Haibach E.: Betriebsfestigkeit, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 1989.
3. Jaśkiewicz Z., Wąsiewski A.: Przekładnie walcowe. T 2, WKŁ, Warszawa 1995.
4. Jaśkiewicz Z., Wąsiewski A.: Układy napędowe Pojazdów samochodowych. Obliczenia projektowe. WKŁ, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002.
5. Kocańda S., Szala J.: Podstawy obliczeń zmęczeniowych. PWN, Warszawa 1997.
6. Lechner G., Naunheimer H.: Fahrzeuggetriebe. Berlin: Springer-Verlag 1994.
7. Looman J.: Zahnradgetriebe. Grundlagen, Konstruktionen, Anwendung in Fahrzeugen. 3 Auflage. Berlin: Springer-Verlag 1996.
8. Micknass W., Popiol R., Sprenger A.: Sprzęgła, skrzynki biegów, wały napędowe i półosie napędowe. Warszawa: WKŁ 2005.
9. Podstawy konstrukcji maszyn. T 1, pod red. M. Dietricha. PWN, Warszawa 1986.
10. Poradnik Inżyniera Samochodowego, pod red. Z. Jaśkiewicza, WKŁ, Warszawa 1990.

**Witryna www przedmiotu:**

www.imrc.simr.pw.edu.pl/Instytut-Maszyn-Roboczych-Ciezkich/Dydaktyka/Przedmioty-obieralne/Podstawy-recyklingu

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt 1150-MB000-MZP-0145\_W1:**

Posiada wiedzę o kryteriach projektowania układów napędowych pojazdów, wynikających z analizy ich możliwych rodzajów uszkodzeń.

Weryfikacja:

Kolokwium, ocena pracy domowej ‒ projektu obliczeniowego.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM2\_W04, KMiBM2\_W10

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, InzA\_W02, InzA\_W05, T2A\_W02, T2A\_W03, T2A\_W04, InzA\_W02

**Efekt 1150-MB000-MZP-0145\_W2:**

Zna podstawowe metody obliczeniowe i eksperymentalne, stosowane przy rozwiązywaniu zagadnień związanych z projektowaniem układów napędowych pojazdów.

Weryfikacja:

Kolokwium, ocena pracy domowej ‒ projektu obliczeniowego.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM2\_W13

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W06, T2A\_W07

**Efekt 1150-MB000-MZP-0145\_W3:**

Zna zasady określania i wyznaczania obciążeń eksploatacyjnych i ich efektów, niezbędnych do projektowania układów napędowych pojazdów.

Weryfikacja:

Kolokwium, ocena pracy domowej ‒ projektu obliczeniowego.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM2\_W12

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt 1150-MB000-MZP-0145\_U1:**

Potrafi określić charakterystyki materiałowe, niezbędne dla analizowanego kryterium projektowego.

Weryfikacja:

Kolokwium, ocena pracy domowej ‒ projektu obliczeniowego.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM2\_U04, KMiBM2\_U06

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U10, T2A\_U11, InzA\_U02, T2A\_U08, T2A\_U10

**Efekt 1150-MB000-MZP-0145\_U2:**

Potrafi przeprowadzić analizy wymagane do udowodnienia rozważanych kryteriów projektowych układów napędowych pojazdów.

Weryfikacja:

Kolokwium, ocena pracy domowej ‒ projektu obliczeniowego.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM2\_U08, KMiBM2\_U09

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09, T2A\_U10, T2A\_U13, InzA\_U01, T2A\_U08, T2A\_U11, T2A\_U15, InzA\_U01

**Efekt 1150-MB000-MZP-0145\_U3:**

Potrafi ocenić przydatność rutynowych metod i narzędzi służących do rozwiązania zadania inżynierskiego, charakterystycznego dla projektowania zespołów układu napędowego pojazdu, w tym dostrzec ograniczenia tych metod i narzędzi.

Weryfikacja:

Ocena pracy domowej ‒ projektu obliczeniowego.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM2\_U12, KMiBM2\_U14

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U18, InzA\_U03, T2A\_U18, T2A\_U19

**Efekt 1150-MB000-MZP-0145\_U4:**

Potrafi do rozwiązywania zadań inżynierskich integrować wiedzę pochodzącą z różnych źródeł w tym z zakresu interdyscyplinarnych i wielodyscyplinowych procesów inżynierskich w budowie maszyn i pojazdów.

Weryfikacja:

Kolokwium, ocena pracy domowej ‒ projektu obliczeniowego.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM2\_U14

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U18, T2A\_U19

**Efekt 1150-MB000-MZP-0145\_U5:**

Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, wyciągać wnioski i formułować merytoryczne opinie.

Weryfikacja:

Kolokwium, ocena pracy domowej-projektu obliczeniowego.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM2\_U15

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U01

**Efekt 1150-MB000-MZP-0145\_U6:**

Potrafi określić kierunki dalszego kształcenia się w celu podnoszenia kompetencji zawodowych.

Weryfikacja:

Dyskusja na wykładzie.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM2\_U19

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U05

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt 1150-MB000-MZP-0145\_K1:**

Rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu w sposób powszechnie zrozumiały informacji i opinii dotyczących osiągnięć w zakresie budowy maszyn i pojazdów i innych aspektów działalności inżyniera mechanika.

Weryfikacja:

Dyskusja na wykładzie.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM2\_K01

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_K07, InzA\_K01