**Nazwa przedmiotu:**

Projektowanie podstaw konstrukcji maszyn II

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Radosław Pakowski, dr inż. Maciej Zawisza

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechatronika Pojazdów i Maszyn Roboczych

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1150-MT000-ISP-0303

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

1) Liczba godzin kontaktowych – 32 godz. w tym:
a) projekt – 30 godz.;
b) konsultacje – 2 godz.;
2) Praca własna studenta – 28 godz. w tym:
a) bieżące przygotowanie studenta do zajęć – 10 godz.,
b) studia literaturowe – 4 godz.,
c) prace domowe – 2 godz.,
d) wykonanie obliczeń i dokumentacji technicznej – 12 godz.
3) RAZEM – 60 godz.

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

1,2 punkt ECTS – liczba godzin kontaktowych – 32 godz., w tym:
a) projekt – 30 godz.;
b) konsultacje – 2 godz.;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2 pkt. ECTS – 54 godz., w tym:
a) projekt – 30 godz.;
b) bieżące przygotowanie studenta do zajęć – 10 godz.,
c) prace domowe – 2 godz.,
d) wykonanie obliczeń i dokumentacji technicznej – 12 godz.

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

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

**Wymagania wstępne:**

Projektowanie PKM I: znajomość jednostek miar (głównie układu SI) i umiejętność ich przeliczania; zasady (i umiejętności) obliczania, doboru, wymiarowania elementów i połączeń, w tym m.in.: połączeń wpustowych, gwintowych i spawanych.
Wytrzymałość materiałów i Mechanika: Prawo Hooke’a; naprężenia normalne i styczne; złożony stan naprężeń; rozciąganie, ściskanie, ścinanie, skręcanie, naciski powierzchniowe; współczynniki bezpieczeństwa i wytrzymałość zmęczeniowa; wyznaczanie obciążeń i reakcji; momenty bezwładności przekrojów; wskaźniki wytrzymałości na zginanie i skręcanie; tarcie.
Podstawy Automatyki i Teorii Maszyn: kinematyka mechanizmów, prędkości i przyspieszenia.
Materiały konstrukcyjne, Technologia, Metrologia i zamienność: materiały konstrukcyjne, ich zastosowanie i oznaczanie; stałe materiałowe; techniki wytwarzania w tym obróbka mechaniczna (toczenie, kucie, frezowanie, szlifowanie i inne), obróbka cieplna i cieplno-chemiczna; bazowanie; chropowatość powierzchni; tolerancje i pasowania; łańcuchy wymiarowe; smarowanie.
Geometria wykreślna i Podstawy Zapisu Konstrukcji: formaty, podziałki, grubości linii, pismo techniczne, specyfikacja części; gospodarka rysunkowa; rzutowanie; linie przenikania; kłady i przekroje; kreskowanie; rysowanie połączeń rozłącznych i nierozłącznych; wymiarowanie konstrukcyjne i technologiczne.
Matematyka: wiadomości podstawowe.

**Limit liczby studentów:**

zgodnie z zarządzeniem Rektora PW

**Cel przedmiotu:**

Zastosowanie i utrwalenie wiedzy n/t zagadnień przedstawionych w wymaganiach wstępnych.
Poznanie zasad działania wybranych elementów układów przenoszenia mocy (wały maszynowe, przekładnie cięgnowe, przekładnie zębate).
Poznanie zasad dotyczących zastosowania mechaniki i wytrzymałości materiałów w obliczeniach elementów wirujących.
Zapoznanie się z wybranymi zasadami doboru elementów wg norm przedmiotowych.
Poznanie szczegółowych zasad kształtowania i wymiarowania wałów maszynowych, kół pasowych, zębatych i łańcuchowych (z uwzględnieniem technologii wykonania).
Umiejętność wykorzystania wymienionych zagadnień w konstruowaniu
i w tworzeniu dokumentacji konstrukcyjnej.

**Treści kształcenia:**

Projektowanie wałów maszynowych:
Omówienie materiałów stosowanych na wały maszynowe (wytrzymałość zmęczeniowa i doraźna, współczynniki bezpieczeństwa, oznaczanie materiałów wg PN, DIN, EN oraz numery materiałów).
Omówienie niezbędnych obliczenia podstawowych dla przyjętych założeń wstępnych:
– analiza obciążeń, wyznaczenie brakujących wartości sił;
– wyznaczanie reakcji podpór w płaszczyznach poziomej i pionowej oraz reakcji wypadkowych;
– wyznaczanie momentów gnących w płaszczyznach poziomej i pionowej oraz wypadkowego momentu gnącego;
– wyznaczanie momentu skręcającego i ew. zredukowanego momentu skręcającego;
– wyznaczanie zastępczego momentu obliczeniowego;
– wyznaczanie zarysu teoretycznego wału (współczynniki bezpieczeństwa w konstrukcjach wałów).
Omówienie obliczania i doboru wymiarów znormalizowanych typowych połączeń rozłącznych (wpustowe, wielowypustowe) stosowanych w konstrukcjach układów przenoszenia mocy.
Omówienie ogólnych zasad doboru łożysk tocznych oraz korzystania z katalogów i norm przedmiotowych.
Omówienie kształtowania wałów maszynowych:
– wstępne kształtowanie wału na podstawie zarysu teoretycznego;
– kształtowanie wału przy założonych dopuszczalnych ugięciach i kątach ugięć;
– ostateczne ukształtowanie wału (uwzględnianie zaleceń dotyczących łożyskowania, unikanie działania karbu, unikanie zbyt długich czopów osadczych kół, uwzględnianie wpływu zastosowanych połączeń rozłącznych na średnice czopów osadczych, uwzględnianie obróbki cieplnej i twardości, uwzględnianie pasowań, mocowanie elementów na wałach, fazy wprowadzające, ścięcia, promienie przejściowe).
Omówienia wymagań dotyczących przedstawiania konstrukcji (zespołów, podzespołów, typowych i nietypowych elementów nieznormalizowanych i elementów znormalizowanych) na rysunku zestawieniowym (złożeniowym) wału maszynowego.
Omówienie wymagań dotyczących wykonania rysunku wykonawczego wału maszynowego (bazy konstrukcyjne i technologiczne, tolerancje czopów łożyskowych i osadczych, chropowatość i twardość powierzchni, odchyłki kształtu i położenia, nakiełki zwykłe chronione i gwintowane, możliwości zastosowania podcięć obróbkowych i wyjść i ich wymiarowanie).
Projektowanie przekładni:
Omówienie obliczania/doboru przekładni cięgnowych (wg zalecanych norm lub katalogów) i przekładni zębatej (obliczenia geometryczne, dobór wybranych parametrów kół i przekładni z norm i katalogów).
Omówienie doboru silnika i sprzęgła podatnego.
Omówienie zasad modelowania obciążeń w wymienionych przekładniach na potrzeby komputerowego doboru geometrii wału.
Omówienia zasad dotyczących przedstawiania konstrukcji (przekładni pasowej lub łańcuchowej) z podporą spawaną na rysunek zestawieniowym (złożeniowym) zespołu.
Omówienie wymagań dotyczących wykonania rysunków wykonawczych kół napędzających dla wszystkich przekładni, wału maszynowego oraz podpory spawanej (stosowane tolerancje, chropowatość i twardość powierzchni, odchyłki kształtu i położenia, wymiarowanie połączeń spawanych)

**Metody oceny:**

Bieżąca kontrola polega na systematycznym sprawdzaniu postępów procesu konstruowania (obliczeń, szkiców, rysunków technicznych). W trakcie zajęć przewidziane są sprawdziany oraz prace domowe (projekty) obejmujące minimum dziesięć podstawowych zagadnień z prowadzonego przedmiotu.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Zbigniew Osiński (red.), Podstawy Konstrukcji Maszyn, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2012 (można też korzystać ze starszych publikacji).
2. Z. Dąbrowski: Wały maszynowe. Warszawa: PWN 1999.
3. A. Dziama, M. Michniewicz, A. Niedźwiedzki: Przekładnie zębate. Warszawa: PWN 1995.
4. Z. Jaśkiewicz, A. Wąsiewski: Przekładnie walcowe. Warszawa: WKŁ 1995.
5. L. Müller: Przekładnie zębate. Warszawa: WNT 1996.
6. M. Porębska, A. Skorupa: Połączenia spójnościowe. Warszawa: PWN 1997.
7. M. Dudziak: Przekładnie cięgnowe. Warszawa: PWN 1997.
8. Michał Niezgodziński, Tadeusz Niezgodziński, Wzory, wykresy i tablice wytrzymałościowe, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, 2015.
9. J. Bajkowski: Podstawy zapisu konstrukcji. Warszawa: OWPW 2014.
10. Normy przedmiotowe.
11. Inne publikacje dotyczące Podstaw Konstrukcji Maszyn.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt 1150-MT000-ISP-0303\_W1:**

Posiada wiedzę o materiałach stosowanych w budowie maszyn i ich podstawowych właściwościach mechanicznych.

Weryfikacja:

Sprawdzian pisemny

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMChtr\_W04, KMChtr\_W05

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W02, T1A\_W02, T1A\_W07, InzA\_W02, InzA\_W03

**Efekt 1150-MT000-ISP-0303\_W2:**

Posiada wiedzę o metodach obliczeń wytrzymałościowych elementów maszyn.

Weryfikacja:

Sprawdzian pisemny

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMChtr\_W04

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W02

**Efekt 1150-MT000-ISP-0303\_W3:**

Zna zasady określania współczynników bezpieczeństwa i naprężeń dopuszczalnych dla obciążeń stałych i zmiennych.

Weryfikacja:

Sprawdzian pisemny

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMChtr\_W04, KMchtr\_W06

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W02, T1A\_W04, InzA\_W04

**Efekt 1150-MT000-ISP-0303\_W4:**

Zna zasady projektowania prostych połączeń (wpustowe, wielowypustowe, spawane, gwintowe itp.) przenoszących zadane obciążenie.

Weryfikacja:

Sprawdzian pisemny

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMChtr\_W04, KMChtr\_W05

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W02, T1A\_W02, T1A\_W07, InzA\_W02, InzA\_W03

**Efekt 1150-MT000-ISP-0303\_W5:**

Zna zasady projektowania wałów maszynowych i przekładni.

Weryfikacja:

Sprawdzian pisemny

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMChtr\_W04, KMChtr\_W05, KMchtr\_W06, KMChtr\_W10

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, InzA\_W02, T1A\_W02, T1A\_W07, InzA\_W02, InzA\_W03, T1A\_W04, InzA\_W04, T1A\_W09, InzA\_W04, InzA\_W05

**Efekt 1150-MT000-ISP-0303\_W6:**

Zna zasady zapisu konstrukcji.

Weryfikacja:

Sprawdzian pisemny

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMchtr\_W06

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W04, InzA\_W04

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt 1150-MT000-ISP-0303\_U1:**

Potrafi zaprojektować proste połączenie (wpustowe lub wielowypustowe, spawane itp.) przenoszące zadane obciążenie.

Weryfikacja:

Projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMchtr\_U01, KMchtr\_U06, KMchtr\_U09

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U05, T1A\_U09, T1A\_U12, InzA\_U03, InzA\_U04, InzA\_U05

**Efekt 1150-MT000-ISP-0303\_U2:**

Potrafi zaprojektować wybrane elementy układów przenoszenia mocy (wały ułożyskowane, koła pasowe, łańcuchowe, zębate).

Weryfikacja:

Projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMchtr\_U01, KMchtr\_U06, KMchtr\_U09

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U05, T1A\_U09, T1A\_U12, InzA\_U03, InzA\_U04, InzA\_U05

**Efekt 1150-MT000-ISP-0303\_U3:**

Potrafi właściwie zastosować zasady zapisu konstrukcji.

Weryfikacja:

Projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMchtr\_U01, KMchtr\_U06, KMchtr\_U09

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U05, T1A\_U09, T1A\_U12, InzA\_U03, InzA\_U04, InzA\_U05

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt 1150-MT000-ISP-0303\_K1:**

Potrafi samodzielnie wykonać zadanie projektowe.

Weryfikacja:

Projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMchtr\_K04, KMchtr\_K05

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K03, T1A\_K04, T1A\_K06, InzA\_K02