**Nazwa przedmiotu:**

Podstawy napędów hydraulicznych i pneumatycznych

**Koordynator przedmiotu:**

Dr hab. inż. Zbigniew Żebrowski, prof. PW

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika Pojazdów i Maszyn Roboczych

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1150-MB000-ISP-0304

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

1) Liczba godzin kontaktowych - 48., w tym:
a) wykład - 30 godz.;
b) laboratorium- 15 godz.;
c) konsultacje - 1 godz.;
d) egzamin - 2. godz.;
2) Praca własna studenta - 45 godzin, w tym:
a) 10 godz. – bieżące przygotowywanie studenta do wykładu,
b) 10 godz. – przygotowywanie się studenta do egzaminu,
d) 15 godz. – bieżące przygotowywanie się do laboratorium,
e) 10 godz. – realizacja sprawozdań z laboratorium,
3) RAZEM – 93 godzin.

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

2 punkty ECTS – liczba godzin kontaktowych - 48, w tym:
a) wykład - 30 godz.;
b) laboratorium - 15 godz.;
c) konsultacje - 1 godz.;
d) egzamin - 2 godz.;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2 punkty ECTS - 40 godzin, w tym:
1) ćwiczenia laboratoryjne – 15 godz.;
2) 15 godz. – przygotowywanie się do ćwiczeń laboratoryjnych;
3) 10 godz. – opracowanie wyników, przygotowanie sprawozdań.

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 15h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Podstawowa wiedza z zakresu mechaniki płynów

**Limit liczby studentów:**

zgodnie z zarządzeniami Rektora

**Cel przedmiotu:**

Poznanie zagadnień związanych z zasadami projektowa, budowy, działania układów napędowych hydraulicznych i pneumatycznych. Poznanie zasad obliczania i dobierania komponentów układów hydraulicznych i pneumatycznych i ich charakterystyk. Opanowanie umiejętności przewidywania zagrożeń i uszkodzeń napędów hydraulicznych i pneumatycznych.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
1. Wiadomości wstępne. Przykłady współczesnych zastosowań. Klasyfikacja napędów hydraulicznych. Zalety i wady napędów hydraulicznych i pneumatycznych. Podział na napędy hydrostatyczne i hydrokinetyczne. Podstawowe parametry napędu hydrost. Ogólny schemat blokowy układu hydrost. Przykłady układów hydrost. Oznaczenia elementów (wg. PN/ISO-1219-1). Ciecze robocze: funkcje, własności i wymagania, klasyfikacja i dobór cieczy hydraulicznych.
2. Pompy wyporowe. Zasada działania, klasyfikacja pomp wyporowych. Nierównomierność pracy pomp wyporowych, podstawowe wielkości i zależności. Charakterystyki pomp wyporowych. Przegląd rozwiązań.
3. Silniki wyporowe. Zasada działania silników wyporowych i ich klasyfikacja. Nierównomierność pracy silników wyporowych. Podstawowe wielkości i zależności charakteryzujące własności i pracę silnika wyporowego. Odwracalność pracy pomp i silników wyporowych. Charakterystyki statyczne silników wyporowych.
4. Cylindry hydrauliczne . Klasyfikacja i przykładowe rozwiązania konstrukcyjne cylindrów hydraulicznych. Podstawowe wielkości i zależności charakteryzujące własności i działanie cylindrów hydraulicznych. Hamowanie ruchu tłoka w końcu suwu cylindra. Cylindry teleskopowe i wahadłowe - przykłady rozwiązań konstrukcyjnych.
5. Akumulatory hydrauliczne. Zadania akumulatorów, ich budowa i działanie. Bloki zabezpieczające i odcinające. Zastosowanie i dobór akumulatorów w układach hydraulicznych.
6. Zawory. Budowa i działanie. Funkcje i podział zaworów. Regulatory przepływu i synchronizatory prędkości. Zawory elektrohydrauliczne serwo i elektrohydrauliczne proporcjonalne.
7. Układy hydrauliczne i ich sterowanie. Rodzaje obiegów cieczy i ich zastosowanie. Podstawowe zabezpieczenie układu hydrostatycznego przed przeciążeniem. Współpraca kilku pomp. Zadania i umiejscowienie akumulatorów i filtrów w układach hydraulicznych. Rodzaje sterowania i regulacji maszyn wyporowych. Przekładnie hydrostatyczne o ciągłej zmianie przełożenia i ich charakterystyki. Hydrauliczny układ mostkowy (układ
Graetz’a). Zastosowanie napędu hydrostatycznego w układach napędu jazdy pojazdów i maszyn roboczych, zalety i wady.
8. Napędy hydrokinetyczne. Zasada działania maszyn przepływowych. Sprzęgła hydrokinetyczne: podstawowe zależności, charakterystyki bezwymiarowe i wymiarowe, współpraca z silnikiem spalinowym. Przekładnie hydrokinetyczne
jednozakresowe, dwu i wielozakresowe, podstawowe zależności charakteryzujące pracę przekładni, charakterystyki bezwymiarowe i wymiarowe, przenikalność przekładni, współpraca z silnikiem spalinowym. Obwód hydrauliczny przepływu oleju przez przekł. automatyczną. Zastosowanie napędu hydrokinetycznego w torze napędu jazdy pojazdów i maszyn roboczych – przekładnie hydromechaniczne - ich zalety i wady.
9. Napęd i sterowanie pneumatyczne. Charakterystyczne elementy: źródła zasilania, elementy wykonawcze, sterujące, elementy przygotowania czynnika roboczego, pomocnicze. Podstawowe zależności opisujące przepływ gazu w zastosowaniu do układów pneumatycznych. Układy pneumatyczne.

Laboratorium
Tematyka ćwiczeń praktycznych:
1. Sterowanie w układach hydraulicznych z zastosowaniem techniki proporcjonalnej (IMRC),
2. Podstawowe elementy układów hydraulicznych (IMRC),
3. Dokładność pozycjonowania tłoczyska cylindra hydraulicznego (IMRC),
4. Podstawowe elementy układów pneumatycznych (IMRC),
5. Charakterystyka pompy wyporowej (IP),
6. Charakterystyka bezwymiarowa przekładni hydrokinetycznej (IP),
7. Charakterystyka bezwymiarowa przekładni hydrostatycznej (IP),
8. Badanie zjawisk towarzyszących wypływowi gazu ze zbiornika (IP).

**Metody oceny:**

Wykład:
Zajęcia zaliczane są na podstawie egzaminu.
Laboratorium:
Sprawdzenie wiedzy przed przystąpieniem do ćwiczenia z zakresu bieżącej tematyki w formie pisemnej lub ustnej. Sprawozdanie z wykonanego ćwiczenia laboratoryjnego. Dyskusja – przyjęcie i zaliczenie sprawozdania z danego ćwiczenia.
Zasady ustalania oceny końcowej:
Student musi mieć zaliczone obydwie formy przedmiotu: Wykład (W), oraz
Laboratorium (L).
Ocena łączna (OŁ): OŁ = (2 x W + L)/ 3

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. W. Lassota; J. Olechowicz; B. Szwabik; K. Tylman; Z. Żebrowski: Ćwiczenia laboratoryjne z ciągników i napędów hydraulicznych, Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, W-wa 1994.
2. Z. Szydelski.: Napęd i sterowanie hydrauliczne, WKŁ, W-wa 1999.
3. S. Stryczek: Napęd hydrostatyczny. Tom I i II. WNT, W-wa 1992.
4. H. Exner i inni: „Vademecum hydrauliki, Tom 1”. Hydraulika. Podstawy, elementy konstrukcyjne i podzespoły. BOSCH REXROTH Sp. z o.o., W-wa 2013.
5. Instrukcje do ćwiczeń
6. Szenajch W.: Napęd i sterowanie pneumatyczne, WNT Warszawa 1992
7. Węgierski Ł.: Elementy i układy pneumatyczne, OW-NOT Kielce 1989-1990
8. Polska Norma PN-ISO1219-1:1994
9. Polska norma PN-ISO 1219-2:1998
10. "Experiment Instructions RT 710 Hydraulic Servo System" G.U.N.T. Gerätebau GmbH
11. Szydelski Z.: Podstawy napędów hydraulicznych. Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 1995

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt 1150-MB000-ISP-0304\_W1:**

Posiada wiedzę o zastosowaniu i budowie komponentów stosowanych w napędach hydraulicznych i pneumatycznych.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W19, KMiBM\_W17, KMiBM\_W18, KMiBM\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W06, InzA\_W02, InzA\_W05, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W08

**Efekt 1150-MB000-ISP-0304\_W2:**

Posiada wiedzę i umiejętności dotyczące kryteriów doboru komponentów stosowanych w napędach hydraulicznych i pneumatycznych, wynikających z analizy ich możliwych zastosowania.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W19, KMiBM\_W17, KMiBM\_W18, KMiBM\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W06, InzA\_W02, InzA\_W05, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W08

**Efekt 1150-MB000-ISP-0304\_W3:**

Potrafi wyznaczyć obciążenia poszczególnych elementów układu hydraulicznego, wymagane dla rozważanego sposobu ich pracy.

Weryfikacja:

Egzamin; Raport z ćwiczenia lab.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W19, KMiBM\_W17, KMiBM\_W18, KMiBM\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W06, InzA\_W02, InzA\_W05, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W08

**Efekt 1150-MB000-ISP-0304\_W4:**

Potrafi przeprowadzić analizy wymagane do udowodnienia rozważanych kryteriów projektowych układu hydraulicznego.

Weryfikacja:

Egzamin; Raport z ćwiczenia lab.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W19, KMiBM\_W17, KMiBM\_W18, KMiBM\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W06, InzA\_W02, InzA\_W05, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W08

**Efekt 1150-MB000-ISP-0304\_W5:**

Potrafi określić charakterystyki komponentów, niezbędne dla analizowanego kryterium projektowego.

Weryfikacja:

Egzamin; Raport z ćwiczenia lab.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_W19, KMiBM\_W17, KMiBM\_W18, KMiBM\_W20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W06, InzA\_W02, InzA\_W05, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W07, T1A\_W02, T1A\_W03, T1A\_W08

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt 1150-MB000-ISP-0304\_U1:**

Posiada wiedzę i umiejętności dotyczące kryteriów doboru komponentów stosowanych w napędach hydraulicznych i pneumatycznych, wynikających z analizy ich możliwych zastosowania.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U07, KMiBM\_U11, KMiBM\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U16, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U12, T1A\_U13, T1A\_U10, T1A\_U13, T1A\_U16

**Efekt 1150-MB000-ISP-0304\_U2:**

Zna zasady określania i wyznaczania obciążeń eksploatacyjnych i ich efektów, niezbędnych do właściwego doboru komponentów układów hydraulicznych i pneumatycznych.

Weryfikacja:

Egzamin; Raport z ćwiczenia lab.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U01, KMiBM\_U08, KMiBM\_U11, KMiBM\_U15, KMiBM\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, InzA\_U01, T1A\_U10, T1A\_U15, T1A\_U16, InzA\_U03, InzA\_U04, InzA\_U07, InzA\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U12, T1A\_U13, T1A\_U11, T1A\_U12, InzA\_U06, InzA\_U08, T1A\_U10, T1A\_U13, T1A\_U16

**Efekt 1150-MB000-ISP-0304\_U3:**

Potrafi przewidzieć zagrożenia uszkodzeń układu hydraulicznego, wyznaczyć miejsca krytyczne i sformułować stosowne kryteria naprawcze układu hydraulicznego.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U08, KMiBM\_U18, KMiBM\_U19

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U10, T1A\_U15, T1A\_U16, InzA\_U03, InzA\_U04, InzA\_U07, InzA\_U08, T1A\_U10, T1A\_U13, T1A\_U16, T2A\_U01, T2A\_U02, T2A\_U07, InzA\_U05

**Efekt 1150-MB000-ISP-0304\_U4:**

Potrafi wyznaczyć obciążenia poszczególnych elementów układu hydraulicznego, wymagane dla rozważanego sposobu ich pracy.

Weryfikacja:

Egzamin; Raport z ćwiczenia lab.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U11, KMiBM\_U12, KMiBM\_U15

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U12, T1A\_U13, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, InzA\_U01, T1A\_U11, T1A\_U12, InzA\_U06, InzA\_U08

**Efekt 1150-MB000-ISP-0304\_U5:**

Potrafi przeprowadzić analizy wymagane do udowodnienia rozważanych kryteriów projektowych układu hydraulicznego.

Weryfikacja:

Egzamin; Raport z ćwiczenia lab.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U02, KMiBM\_U07, KMiBM\_U11, KMiBM\_U17, KMiBM\_U19

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U09, T1A\_U01, T1A\_U16, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U12, T1A\_U13, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, T2A\_U01, T2A\_U02, T2A\_U07, InzA\_U05

**Efekt 1150-MB000-ISP-0304\_U6:**

Potrafi określić charakterystyki komponentów, niezbędne dla analizowanego kryterium projektowego.

Weryfikacja:

Egzamin; Raport z ćwiczenia lab.

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_U12, KMiBM\_U16, KMiBM\_U17

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15, InzA\_U01, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U15

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt 1150-MB000-ISP-0304\_K1:**

Umie pracować indywidualnie i w zespole.

Weryfikacja:

Praca w laboratorium

**Powiązane efekty kierunkowe:** KMiBM\_K02, KMiBM\_K04

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K02, InzA\_K01, T1A\_K03, T1A\_K04, InzA\_K02