

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY**

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	Pompy i układy pompowe
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Pumps and pumping systems
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Energetyka
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Poziom i forma studiów:</b>	I stopień, niestacjonarne
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	Obowiązkowy/kierunkowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	ENN110035
<b>Grupa kursów:</b>	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	18			9	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			60	
Forma zaliczenia	egzamin			zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1			1,5	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Znajomość zagadnień związanych z mechaniką ciała stałego i mechaniką płynów.
2. Umiejętność posługiwania się arkuszem kalkulacyjnym i programami CAD.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Zapoznanie studenta z zasadą działania i właściwościami energetycznych pomp wirowych.
- C2 – Zapoznanie studenta z zasadą działania i właściwościami energetycznych pomp wyporowych.
- C3 – Zapoznanie studenta z metodami zapisu struktury i zasadami obliczania układów pompowych.
- C4 – Nabycie przez studenta umiejętności doboru pomp do układów pompowych.
- C5 – Nabycie przez studenta umiejętności obliczania układów pompowych.
- C6 – Nabycie przez studenta umiejętności oceny energetycznej układów pompowych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy:

#### W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie:

- PEK\_W01 – ma podstawową wiedzę o roli układów pompowych w procesach technologicznych, zna globalną energochłonność procesów pompowania w gospodarce, zna zasady działania pomp wirowych oraz parametry i charakterystyki opisujące ich właściwości energetyczne.
- PEK\_W02 – zna topologię podstawowych układów pompowych, ma wiedzę na temat rozwiązywania układów pompowych metodami klasycznymi, zna metody algorytmiczne rozwiązywania drzewiastych i pierścieniowych układów pompowych.
- PEK\_W03 – posiada wiedzę o sposobach oceny współpracy pompy z układem i metodach jej doboru do układu.
- PEK\_W04 – posiada wiedzę na temat regulacji pompy i układu pompowego w tym regulacji pomp przez zmianę prędkości obrotowej ma wiedzę na temat aspektów energetycznych współpracy pompy z układem.
- PEK\_W05 – zna parametry opisujące właściwości kawitacyjne pompy i układu, posiada wiedzę na temat sił występujących w pompach wirowych, metod ich kompensacji i wpływu na eksploatację, zna podział klasyfikacyjny pomp wirowych i zakresy ich stosowania, zna specyficzne właściwości pomp szybkoobrotowych.
- PEK\_W06 – zna zasadę działania pomp wyporowych i ich właściwości energetyczne, posiada wiedzę na temat kosztów eksploatacji pomp, posiada wiedzę na temat specyfiki pomp stosowanych w energetyce.

### Z zakresu umiejętności:

#### W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie:

- PEK\_U01 – potrafi zidentyfikować proces technologiczny z wykorzystaniem pompowania.
- PEK\_U02 – potrafi zidentyfikować elementy układu pompowego i ocenić ich właściwości energetyczne.
- PEK\_U03 – potrafi obliczyć przepływy i ciśnienia panujące w układzie pompowym.
- PEK\_U04 – potrafi dobrać pompę do układu i ocenić jej pracę.
- PEK\_U05 – potrafi obliczyć podstawowe wymiary wirnika pompy odśrodkowej.

## TREŚCI PROGRAMOWE

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie, wymagania, sposób zaliczenia, technika pompowa, podstawy działania pomp, budowa pomp wirowych. rola i znaczenie podstawowych parametrów, równanie Eulera.	2
Wy2	Charakterystyki pomp, podstawy podobieństwa hydrodynamicznego pomp, tworzenie charakterystyk pomp, sprawności, straty, układy pompowe, charakterystyka układu pompowego, typowe układy pompowe, klasyczne ujęcie układu.	2
Wy3	Klasyczne obliczanie układów pompowych, teoria grafów, metody obliczania układów.	2
Wy4	Współpraca pomp ze sobą i układem, podstawy doboru pomp do układu.	2
Wy5	Regulacja parametrów pracy układu, regulacja pomp ze zmianą ich charakterystyk. Podział klasyfikacyjny pomp, zakres stosowania.	2
Wy6	Konstrukcja pomp wirowych, siły hydrodynamiczne w pompach i ich kompensowanie, przegląd konstrukcji, pompy szybkoobrotowe - budowa, podstawy działania, pompy krążeniowe i inne wirowe. Kawitacja w pompach wirowych i sposoby jej zapobiegania, charakterystyki kawitacyjne.	2
Wy7	Wybrane pompy wyporowe, zasada działania, własności, zakres stosowania.	2
Wy8	Eksploatacja pomp, minimalizacja kosztów eksploatacji.	2
Wy9	Przegląd wybranych konstrukcji pomp stosowanych w energetyce	2

	Suma godzin	<b>18</b>
--	-------------	-----------

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Dobór pompy do wybranego układu pompowego.	2
Pr2	Analiza współpracy szeregowej i równoległej pomp.	2
Pr3	Modelowanie układu pompowego i połączeń pomp.	2
Pr4	Projekt wirnika pompy wolnobieżnej.	3
	Suma godzin	<b>9</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem slajdów i animacji N2. Zajęcia projektowe. N3. Praca własna. N4. Konsultacje.

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_Wy1-PEK_Wy9	Egzamin pisemny.
F2	PEK_Pr1-PEK_Pr4	Kartkówki, odpowiedź ustna, sprawozdania
$P1 = 0,7 \cdot F1 + 0,3 \cdot F2$		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b> [1] W. Jędral - Pompy wirowe, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2014. [2] A. Korczak, J. Rokita - Pompy i układy pompowe, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 1997. [3] Sz. Łazarkiewicz, A.T. Troskoleński - Pompy wirowe, WNT, Warszawa 1973. [4] M. Skowroński - Układy pompowe, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2009. [5] M. Stępniewski - Pompy, WNT, Warszawa 1985.
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b> [6] Pompy Pompownie - czasopismo użytkowników pomp. [7] World Pumps - czasopismo użytkowników pomp. [8] I.J.Krassik - Pump Handbook, The McGraw Hill 2008, New York 2008. [9] J.F.Gulich - Centrifugal Pumps, Springer, Verlag Berlin Heidelberg 2008.
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Przemysław Szulc, przemyslaw.szulc@pwr.edu.pl