

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>Pompy i układy pompowe</b>
Nazwa w języku angielskim:	Pumps and pumping systems
Kierunek studiów:	<b>Energetyka</b>
Specjalność :	<b>Energetyka cieplna</b>
Stopień studiów i forma:	<b>I stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>wybieralny/specjalnościowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>ESN0850</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	30			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	1			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1	0,75			

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

Wiedza i umiejętności z zakresu mechaniki oraz mechanik płynów

**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 – Wykształcenie u studenta umiejętności doboru pomp do układów pompowych  
 C5 - Wykształcenie u studenta umiejętności obliczania układów pompowych  
 C6 – Wykształcenie u studenta umiejętności oceny energetycznej układów pompowych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy:

- 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 szybkobieżnych
- 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:

- 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

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wymagania, sposób zaliczenia, wprowadzenie do techniki pompowej	2
Wy2	Podstawy działania pomp, budowa pomp wirowych, rola i znaczenie, podstawowych parametrów	2
Wy3	Charakterystyki pomp, podstawy podobieństwa hydrodynamicznego pomp, tworzenie charakterystyk pomp, sprawności, straty	2
Wy4	Układy pompowe, charakterystyka układu pompowego, typowe układy pompowe	2
Wy5	Obliczanie układów pompowych, teoria grafów, metody obliczania układów	2
Wy6	Regulacja układów, regulacja parametrów pracy układu	2
Wy7	Regulacja pomp, regulacja parametrów pomp ze zmianą ich charakterystyk, pompy inteligentne. Kolokwium 1.	2
Wy8	Współpraca pomp ze sobą i układem, analiza energetyczna układów pompowych	2
Wy9	Podstawy doboru pomp do układu	2
Wy10	Kawitacja w pompach wirowych i sposoby jej zapobiegania, charakterystyki kawitacyjne	2
Wy11	Siły hydrodynamiczne, w pompach i ich kompensowanie	2
Wy12	Podział klasyfikacyjny pomp, zakres stosowania. Pompy szybkobieżne - budowa, podstawy działania, pompy krążeniowe i inne wirowe	2

Wy13	Wybrane pompy wyporowe, zasada działania, własności, zakres stosowania	2
Wy14	Eksploatacja pomp, minimalizacja kosztów eksploatacji. Kolokwium 2.	2
Wy15	Przegląd wybranych konstrukcji pomp stosowanych w energetyce. Zaliczenie	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw.1	Dobór trzech pomp do zadanego układu pompowego	2
Ćw.2	Analiza współpracy szeregowej i równoległej dwóch wybranych pomp z ćwiczenia 1.	2
Ćw.3	Modelowanie układu pompowego i połączeń pomp z ćwiczeń 1 i 2	2
Ćw.4	Obliczenia podstawowych wymiarów wirnika pompy odśrodkowej (1), wybór prędkości obrotowej	2
Ćw.5	Obliczenia podstawowych wymiarów wirnika pompy odśrodkowej (2), obliczenia wlotu do wirnika	2
Ćw.6	Obliczenia podstawowych wymiarów wirnika pompy odśrodkowej (3), obliczenia wylotu z wirnika	2
Ćw.7	Obliczenia podstawowych wymiarów wirnika pompy odśrodkowej (4), kształtowanie łopatek	2
Ćw.8	Zaliczenie prac wykonanych samodzielnie	1
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<p>N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem slajdów, animacji i prezentacją oprogramowania.</p> <p>N2. Ćwiczenia: omawianie algorytmów obliczeń, prezentacja metod obliczeniowych w arkuszu kalkulacyjnym Excel, prezentacja oprogramowanie Epanet.</p> <p>N3. Praca własna:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- samodzielny dobór pomp na podstawie katalogów, internetu i dostępnego oprogramowania, - obliczenia połączeń z wykorzystaniem Excela</li> <li>- symulacja współpracy z wykorzystaniem Epanet</li> <li>- obliczenia parametrów wirnika z wykorzystaniem MathCad/Excel</li> </ul> <p>N4. Konsultacje</p>

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA - Wykład

Oceny: F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01-PEK_W07	Kolokwium 1 – 12 pytań z zakresu materiału na wykładach 1..6,
F2	PEK_W08-PEK_W14	Kolokwium 2 – 12 pytań z zakresu materiału na wykładach 7..13,
P1 = 0,5*F1 + 0,5*F2 (zaokrąglane w górę)		
F1 lub F2	PEK_W15	Kolokwium, poprawa – 12 pytań z zakresu materiału na wykładach 1..6 lub 7..13,
P2 = 0,5*F1 + 0,5*F2 (zaokrąglane w dół)		
F1 i F2	PEK_W15	Kolokwium, poprawa – (1 lub 2)*12 pytań z zakresu materiału na wykładach 1..6 lub / i 7..13,
P3 = 0,5*F1 + 0,5*F2 (zaokrąglane w dół)		

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA - Ćwiczenia

Oceny: F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01... PEK_U04	Sprawozdanie z doboru 3 pomp
F2	PEK_U01... PEK_U04	Sprawozdanie z połączeń szeregowych i równoległych pomp
F3	PEK_U01... PEK_U04	Sprawozdanie z symulacji pracy układu pompowego
F4	PEK_U05	Sprawozdanie z obliczeń podstawowych wymiarów i kształtów wirnika pompy odśrodkowej
P1=0,2*F1+0,2*F2+0,2*F3+0,4*F4		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] W. Jędral - Pompy wirowe, Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 2001
- [2] A. Korczak, J. Rokita - Pompy i układy pompowe,
- [3] Sz. Łazarkiewicz, A.T. Troskoleński - Pompy wirowe,
- [4] M. Skowroński - Układy pompowe, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2009
- [5] M. Stępniewski - Pompy, WNT, Warszawa 1985

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Pompy Pompownie - czasopismo użytkowników pomp

#### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Marek Skowroński, marek.skowronski@pwr.wroc.pl**

### MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU **Pompy i układy pompowe** Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Energetyka** I SPECJALNOŚCI **energetyka ciepła**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03	S1ENC_W01	C3	W03...W08	N1, N4
PEK_W04 PEK_W05 PEK_W06	S1ENC_W01	C1, C2	W01...W02	N1, N4
PEK_U01 PEK_U02 PEK_U04	S1ENC_U01	C2, C4, C6	Ćw.1	N2, N3, N4
PEK_U03	S1ENC_U01	C3, C5	Ćw.2, Cw3	N2, N3, N4
PEK_U05	S1ENC_U01	C1	Ćw4... Ćw8	N2, N3, N4