

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY**

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	Urządzenia kotłowe
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Utility Boilers
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i budowa maszyn energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Inżynieria cieplna
<b>Poziom i forma studiów:</b>	I stopień, niestacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	MNN210066
<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			30	
Forma zaliczenia	egzamin			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)				1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1			0,75	

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

1. Znajomość zagadnień związanych z: termodynamiką (przekazywanie ciepła, obieg C-R, własności wody/pary wodnej), mechaniką płynów, spalaniem i maszynoznawstwem.
2. Umiejętność korzystania z programu MATHCAD przy prowadzeniu obliczeń inżynierskich oraz dowolnego programu CAD 2-D.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Przedstawienie zagadnień związanych z: budową, konstrukcją i eksploatacją kotłów wodnych i parowych z paleniskami rusztowymi, pyłowymi i fluidalnymi. Podział i budowa młynów węglowych.
- C2 – Przedstawienie zagadnień techniczno-ekonomicznych związanych ze spalaniem paliw w energetyce.
- C3 – Zapoznanie studentów z kierunkami rozwoju techniki kotłowej.
- C4 – Zapoznanie studentów z: bilansem cieplnym, określaniem sprawności cieplnej kotła oraz stratami cieplnymi. Omówienie sposobów podwyższania sprawności cieplnej kotła.
- C5 – Przygotowanie studentów do realizacji obliczeń cieplno-bilansowych kotła energetycznego typu OP przy wykorzystaniu programów MATHCAD oraz EBSILON.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – wymienia i opisuje rodzaje oraz konstrukcję kotłów wodnych, parowych i urządzeń pomocniczych

PEK\_W02 – wymienia i opisuje zagadnienia techniczno-ekonomiczne związane ze spalaniem paliw w kotłach energetycznych

PEK\_W03 – wymienia, opisuje i porównuje budowę, zasadę działania i problemy eksploatacyjne parowników kotłów na pod- i nadkrytyczne parametry pary

PEK\_W04 – zna i opisuje metody obliczania sprawności cieplnej kotła, straty ciepła kotła oraz sposoby ich minimalizacji

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – wykonuje obliczenia: spalania paliwa w kotle, bilansu cieplnego oraz oblicza rozkład temperatur spalin i czynnika w kotle z wykorzystaniem programu MATHCAD i EBSILON

PEK\_U02 – wykonuje obliczenia cieplno-konstrukcyjne wybranej powierzchni ogrzewalnej

PEK\_U03 – wykonuje obliczenia oporów hydraulicznych wybranej powierzchni ogrzewalnej

PEK\_U04 – wykonuje obliczenia wytrzymałościowe oraz dobiera z normy materiał do wykonania zaprojektowanej powierzchni ogrzewalnej; wykonuje rysunek złożeniowy

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Rola i miejsce kotła w elektrowni i elektrociepłowni. Podstawy termodynamiczne-obieg Clausiusa-Rankine'a, stosowane parametry czynnika roboczego. Przepływ czynnika roboczego (woda, mieszanina parowodna, para przegrzana) w kotłach energetycznych. Podział kotłów.	1
Wy1	Polski mix paliwowy w energetyce. Możliwości wykorzystania biomasy i paliw alternatywnych w energetyce. Emisyjność paliw, system EU ETS.	1
Wy2	Przygotowanie paliwa: kruszenie, przemiał, separacja pyłu. Kruszarki i młyny do przemiału węgla kamiennego i brunatnego. Instalacje do usuwania żużla i popiołu.	1
Wy2/3	Budowa kotła wodnego i parowego płomienicowego i płomienicowo-płomieniówkowego. Konstrukcje kotłów, układy powierzchni ogrzewalnych.	2
Wy3/4	Budowa kotła wodnego i parowego wodnorurowego. Sylwetki kotłów, układy powierzchni ogrzewalnych. Kotły na parametry pod- i nadkrytyczne pary.	2
Wy4/5	Budowa i zasada działania kotła z paleniskiem rusztowym. Ruszty stałe, taśmowe, schodkowe. Paleniska narzutnikowe.	2
Wy5/6	Budowa i zasada działania kotła z paleniskiem pyłowym. Rodzaje komór paleniskowych i palników. Suche i mokre odprowadzanie żużla.	2
Wy6/7	Budowa i zasada działania kotła z paleniskiem fluidalnym stacjonarnym i cyrkulacyjnym. Układy odprowadzania i chłodzenia popiołu dennego.	2
Wy7	Konstrukcja przedpalenisk i kotłów bezpaleniskowych (odzyskowych).	1
Wy8	Konstrukcja kotłów na parametry podkrytyczne i nadkrytyczne. Parowniki-funkcja, zasada działania, rodzaje, problemy eksploatacyjne (pewność chłodzenia rur, kryzys wrzenia, stabilność, odsalanie i odmulanie).	2
Wy9	Bilans cieplny kotła. Wyznaczanie sprawności, straty ciepła. Możliwości poprawy sprawności kotła.	1
Wy9	Kierunki rozwoju techniki kotłowej. Nowoczesne materiały konstrukcyjne. Odzysk i wykorzystanie ciepła odpadowego w elektrowni i elektrociepłowni.	1
	Suma godzin	<b>18</b>

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Wprowadzenie do obsługi programu MATHCAD i EBSILON. Przydzielenie danych do projektu. Obliczenia wstępne składu paliwa-mieszanina paliw.	1
Pr1	Obliczenia: składu paliwa dla różnych jego stanów, wartości opałowej i zapotrzebowanie powietrza do spalania. Ilość, skład i entalpia spalin.	1
Pr2/3	Bilans cieplny kotła typu OP, sprawność cieplna, zapotrzebowanie paliwa. Obliczenia parametrów termodynamicznych czynnika roboczego oraz spalin podczas przepływu przez kocioł.	3
Pr3/4	Algorytm obliczeń cieplno-konstrukcyjnych wybranej konwekcyjnej powierzchni ogrzewalnej kotła (podgrzewacz wody lub przegrzewacz pary)	1
Pr4/5	Algorytm obliczeń oporów hydraulicznych zaprojektowanej powierzchni ogrzewalnej	1
Pr5/6	Algorytm obliczeń wytrzymałościowych zgodnych z UDT. Na podstawie normy dobór gatunku stali do wykonania zaprojektowanej powierzchni ogrzewalnej. Wykonanie rysunek złożeniowego zaprojektowanej powierzchni.	1
Pr6	Sprawdzenie projektów, zaliczenie.	1
	Suma godzin	9

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. dla wykładu: wykład informacyjny, prezentacja multimedialna, samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu N2. dla projektu: algorytm obliczeń projektu, praca własna – przygotowanie do ćwiczeń projektowych, prerekwizyty (pliki udostępnione studentom) N3. konsultacje

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEK_W01 ÷ PEK_W04	Egzamin pisemny
P	PEK_U01 ÷ PEK_U04	Frekwencja i ocena projektu

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b> [1] Kruczek S., <i>Kotły: konstrukcje i obliczenia</i> , Oficyna PWr 2001 [2] Orłowski P., <i>Kotły parowe - konstrukcja i obliczenia</i> , WNT 1972, 1979 [3] Wróblewski T. i in., <i>Urządzenia kotłowe</i> , WNT 1973 [4] Praca zbiorowa, <i>VDI Heat Atlas</i> , Springer 2010 [5] Bis H., <i>Kotły fluidalne: teoria i praktyka</i> , Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej 2010 [6] Pawlik M. i in., <i>Elektrownie</i> , WNT 2010 [7] Tarnowska-Tierling A., <i>Kotły parowe. Przykłady obliczeń cieplnych</i> , Politechnika Szczecińska, 1987 [8] Rokicki H., <i>Urządzenia kotłowe: przykłady obliczeniowe</i> , Politechnika Gdańska, 1996 [9] <i>Warunki urzędu dozoru technicznego dla urządzeń ciśnieniowych</i> (nieobowiązkowe specyfikacje techniczne), UDT 2005 [10] PN-EN 10216-2:2014-02 <i>Rury stalowe bez szwu do zastosowań ciśnieniowych - Warunki techniczne dostawy - Część 2: Rury ze stali niestopowych i stopowych z określonymi</i>

własnościami w temperaturze podwyższonej

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Pronobis M., *Modernizacja kotłów energetycznych*, WNT 2002 i 2009
- [2] Hobler T., *Ruch ciepła i wymienniki*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne 1986
- [3] Kuznecov, N. V. i in., *Teplovoj rasčet kotel'nyh agregatov: normativnyj metod*, 1973, 1998
- [4] Motyka R., Rasała D., *Mathcad: od obliczeń do programowania*, Helion 2012
- [5] Instrukcje do programów PTC MATHCAD oraz EBSILON.

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

Paweł Rączka    pawel.raczka@pwr.edu.pl