

**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>	Energetyka
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Poziom i forma studiów:</b>	I stopień, niestacjonarne
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	obowiązkowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	ENN110068
<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)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1			1,5	

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

Umiejętność samokształcenia w dziedzinie związanej z wybranym kierunkiem studiów. Świadomość konieczności poszerzania swoich kompetencji, gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu oraz dążenia do zrównoważonego rozwoju procesów użytkowych.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Przedstawienie zagadnień związanych z: budową, konstrukcją, zasadą działania i eksploatacją kotłów wodnych, parowych i na olej termalny oraz urządzeń pomocniczych.
- C2 – Przedstawienie zagadnień techniczno-ekonomicznych związanych ze spalaniem paliw (kopalnych, biomasowych i alternatywnych) w energetyce.
- C3 – Zapoznanie studentów z kierunkami rozwoju i przyszłością techniki kotłowej.
- C4 – Zapoznanie studentów z: bilansem cieplnym, obliczaniem sprawności cieplnej kotła oraz stratami cieplnymi. Omówienie sposobów podwyższania sprawności cieplnej kotła.
- C5 – Przygotowanie studentów do realizacji obliczeń cieplno-bilansowych kotła parowego przy wykorzystaniu programów MATHCAD oraz EBSILON PROFESSIONAL.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – wymienia i opisuje rodzaje, konstrukcję oraz zasadę działania kotłów i urządzeń pomocniczych

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

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 i strat cieplnych kotła oraz sposoby poprawy sprawności

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

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

PEK\_U03 – wykonuje obliczenia oporów hydraulicznych wybranej powierzchni grzewalnej

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

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Rola i miejsce kotła w elektrowni, elektrociepłowni, ciepłowni i energetyce przemysłowej. Podstawy termodynamiczne. Przepływ czynnika roboczego (woda, mieszanina paro-wodna, para przegrzana) w kotłach. Podział kotłów.	1
Wy1	Polski mix energetyczny. Możliwości wykorzystania biomasy i paliw alternatywnych w energetyce. Emisyjność paliw, system EU ETS.	1
Wy2	Przygotowanie paliwa: kruszenie, suszenie, przemiał, separacja pyłu. Kruszątki i młyny do przemiału paliw. Instalacje do usuwania żużla i popiołu.	2
Wy2/3	Budowa kotła wodnego i parowego płomienicowego i płomienicowo-płomieniówkowego. Konstrukcje kotłów, układy powierzchni grzewalnych.	2
Wy3/4	Budowa kotła wodnego i parowego wodnorurowego. Sylwetki kotłów, układy powierzchni grzewalnych. 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.	1
Wy7	Konstrukcja przedpalenisk i kotłów bezpaleniskowych (odzyskowych).	2
Wy8	Konstrukcja kotłów na parametry podkrytyczne i nadkrytyczne. Parowniki-funkcja, zasada działania, rodzaje, problemy eksploatacyjne (pewność chłodzenia rur, kryzys wrzenia, stabilność, odsalanie i odmulanie).	1
Wy9	Bilans cieplny kotła. Wyznaczanie sprawności, straty cieplne. Możliwości poprawy sprawności kotła.	1
Suma godzin		<b>18</b>

Forma zajęć – projekt		Liczba godzin
Pr1	Wprowadzenie do programu MATHCAD i obsługi bibliotek numerycznych. Wprowadzenie do programu EBSILON PROFESSIONAL. 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, 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, pliki udostępnione studentom przez prowadzącego  
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

##### LITERATURA PODSTAWOWA:

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

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

PAWEŁ RĄCZKA  
[pawel.raczka@pwr.edu.pl](mailto:pawel.raczka@pwr.edu.pl)