

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY	
KARTA PRZEDMIOTU	
<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b>	<b>Konstrukcje w technice kotłowej</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b>	Boiler's design and equipment
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i budowa maszyn energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Maszyny i urządzenia energetyczne
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień / niestacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny / specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu</b>	W09MBE-NM0008
<b>Grupa kursów</b>	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	18			18	
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	1			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1			1,5	

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

1. Znajomość zagadnień związanych z: termodynamiką, przekazywaniem ciepła, mechaniką płynów, spalaniem oraz budową kotłów.
2. Umiejętność korzystania z arkuszy kalkulacyjnych przy prowadzeniu obliczeń inżynierskich.

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Pogłębienie wiedzy dotyczącej szczegółów konstrukcyjnych urządzeń kotłowych oraz kierunków rozwoju techniki kotłowej.
- C2 – Zapoznanie z problematyką eksploatacji i prowadzenia obliczeń ciepłno-przepływowych parowników kotłów.
- C3 – Zaznajomienie studentów z możliwościami wykorzystania paliw biomasowych i alternatywnych w energetyce-aspekt techniczny, ekologiczny i ekonomiczny.
- C4 – Zapoznanie z podstawami modelowania matematycznego oraz możliwościami programów wykorzystywanych do obliczeń ciepłno-przepływowych kotłów-kody komercyjne i open-source.

C5 – Przygotowanie studentów do realizacji obliczeń sprawdzających wpływ zmiany parametrów pracy kotła parowego na jego wydajność w programach MATHCAD lub EBSILON.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – objaśnia szczegóły konstrukcyjne kotła na pod- i nadkrytyczne parametry pary oraz urządzeń pomocniczych

PEK\_W02 – objaśnia problemy eksploatacyjne oraz podstawy obliczeń parowników kotłów

PEK\_W03 – opisuje możliwości i wpływ wykorzystania paliw biomasowych i alternatywnych w kotłach

PEK\_W04 – zna podstawy teoretyczne prowadzenia obliczeń sprawdzających kotłów

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – formułuje układ równań modelu matematycznego kotła

PEK\_U02 – analizuje pracę kotła w warunkach zmienionych przy wykorzystaniu programów MATHCAD lub EBSILON

PEK\_U03 – analizuje aspekt techniczno-ekonomiczny wykorzystania paliw odnawialnych i alternatywnych w energetyce

### TREŚCI PROGRAMOWE

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przypomnienie wybranych zagadnień ogólnych dotyczących budowy, konstrukcji i eksploatacji kotłów wodnych i parowych. Miejsce i funkcje kotła w energetyce, ciepłownictwie i przemyśle.	2
Wy2	Rozwiązania konstrukcyjne kotłów wodnych i parowych – część ciśnieniowa, urządzenia pomocnicze, stosowane materiały.	2
Wy3	Zasady działania i problemy eksploatacyjne parowników kotłów – konstrukcja, cyrkulacja, pewność chłodzenia rur, kryzys wrzenia, odsalanie i odmulanie.	2
Wy4	Problematyka obliczeń cieplno-przepływowych parowników kotłów. Podstawy obliczeń parowników z naturalną cyrkulacją czynnika.	2
Wy5	Możliwości wykorzystania paliw biomasowych i alternatywnych w energetyce - spalanie i współspalanie. Aspekt techniczny, ekologiczny i ekonomiczny. Problemy eksploatacyjne.	2
Wy6	Kocioł olejowy w układzie ORC - budowa, zasada współpracy kotła z układem ORC, rozwiązania techniczne	2
Wy7	Problemy eksploatacyjne kotłów energetycznych - praca w stanach nieustalonych (praca regulacyjna, minimum techniczne kotła i bloku energetycznego). Wydłużenie czasu bezpiecznej eksploatacji.	2
Wy8	Poprawa sprawności kotła i bloku poprzez wykorzystanie ciepła odpadowego – możliwość odzysku ciepła spalin wylotowych z kotła energetycznego, sposoby wykorzystania, efekty techniczno-ekonomiczne. Akumulacja ciepła.	2
Wy9	Zasady ogólne budowy modeli matematycznych - preprocessing, processing, postprocessing. Podstawy modelowania matematycznego kotłów.	2

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

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Wstęp – omówienie zakresu i zasad zaliczenia projektu, podstawy korzystania z programu MATHCAD. Przydzielenie danych do projektu. Obliczenia wartości opałowej, zapotrzebowania powietrza do spalania oraz składu i entalpii spalin przy spalaniu mieszaniny paliw.	2
Pr2	Budowa modelu matematycznego kotła parowego w programie MATHCAD - zasady formułowania funkcji do obliczania współczynnika Pecleta dla różnych typów powierzchni wymiany ciepła. Instrukcje warunkowe	2
Pr3	Budowa modelu matematycznego kotła parowego - układ równań opisujących wymianę ciepła w powierzchniach ogrzewalnych kotła oraz schładzaczach.	2
Pr4	Sposoby rozwiązywania układu równań w programie MATHCAD- metoda Given/Find oraz iteracyjna.	1
Pr4	Analiza aspektu ekonomicznego wykorzystania paliw odnawialnych i alternatywnych w energetyce-koszty: paliw, uprawnień do emisji CO <sub>2</sub> ; przychody-sprzedaż energii i certyfikatów jej pochodzenia; prosty okres zwrotu z inwestycji.	1
Pr5	Wprowadzenie do programu EBSILON. Modele podstawowych elementów kotła. Wprowadzanie danych do modelu.	2
Pr6	Budowa uproszczonego modelu kotła parowego - komora paleniskowa, parownik.	2
Pr7	Budowa uproszczonego modelu kotła parowego – część konwekcyjna	2
Pr8	Budowa modelu bloku energetycznego – współpraca kotła z turbogeneratorem. Obliczenie sprawności energetycznej oraz zużycia paliwa i produkcji energii elektrycznej.	2
Pr9	Sprawdzenie projektów – zaliczenie zajęć	2
	Suma godzin	<b>18</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
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 N3. konsultacje

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

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
P	PEK_W01 ÷ PEK_W04	Egzamin pisemny
P	PEK_U01 ÷ PEK_U03	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] Instrukcja programów MATHCAD i EBSILON.

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

dr inż. Paweł Rączka   pawel.raczka@pwr.edu.pl