

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

Nazwa w języku polskim:	Niskoemisyjne systemy spalania
Nazwa w języku angielskim:	Low emission combustion systems
Kierunek studiów:	Energetyka
Specjalność:	Nowoczesne technologie energetyczne
Stopień studiów i forma:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0023
Grupa kursów:	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15	15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30	30	
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		1	1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1	1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli (BU)	0,5		0,75	0,75	

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

Wiedza i umiejętności z zakresu termodynamiki, mechaniki płynów, procesów spalania, kotłów energetycznych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Zapoznanie z procesami tworzenia i redukcji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych w procesach spalania paliw i ich oddziaływaniem na organizmy żywe i środowisko,
- C2 – Zapoznanie się z technologiami redukcji zanieczyszczeń gazowych - przegląd metod redukcji zanieczyszczeń (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, sadza) w zastosowaniu do różnego typu palników oraz palenisk
- C3 – Wyrobienie umiejętności wykonywania prac pomiarowych w zakresie spalania niskoemisyjnego
- C4 – Wyrobienie przez studentów umiejętności projektowania palników i palenisk niskoemisyjnych do spalania paliw gazowych, ciekłych i stałych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy

PEK\_W01 – student potrafi scharakteryzować główne zanieczyszczenia gazowe i stałe emitowane w procesach spalania paliw w różnych typach palenisk, opisać mechanizmy ich tworzenia i redukcji oraz ich wpływ na organizmy żywe i środowisko

PEK\_W02 – student potrafi scharakteryzować główne metody i technologie redukcji zanieczyszczeń gazowych ze spalania różnych paliw w instalacjach energetycznych

PEK\_W03 – student zna główne techniczne rozwiązania palników i palenisk niskoemisyjnych oraz zasady ich projektowania

Z zakresu umiejętności

PEK\_U01 – student potrafi wykonać pomiary emisji gazowych i stałych zanieczyszczeń ze spalania w różnych konfiguracjach – zna techniki pomiarowe i potrafi wykonać przeliczenia emisji wyrażanych w różnych jednostkach w warunkach rzeczywistych na warunki standardowe

PEK\_U02 – student potrafi określić efektywność metod redukcji emisji zanieczyszczeń gazowych z procesów spalania

PEK\_U03 – student potrafi dobrać odpowiedni typ palnika do danych zastosowań i zaprojektować go.

PEK\_U04 – potrafi dobrać i zaprojektować odpowiedni typ paleniska do danych zastosowań

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Emisja zanieczyszczeń w wyniku spalania paliw ciekłych, gazowych i stałych i ich wpływ na środowisko i człowieka. Warunki powstawania: CO, NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O, sadzy, popiołu, HCl, F, furanów i dioksyn, wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych.	1
Wy2	Mechanizm tworzenia się smogu fotochemicznego oraz kwaśnych deszczy. Udział poszczególnych składników spalin i źródeł ich emisji w efekcie cieplarnianym i destrukcji ozonu w troposferze.	2
Wy3-4	Mechanizmy tworzenia się tlenków azotu oraz obniżania ich emisji z procesów spalania (technologie stopniowania powietrza i palników niskoemisyjnych i ich realizacja techniczna na przykładzie rzeczywistych kotłów energetycznych). Parametry kontrolujące redukcję emisji tlenków azotu z kotłów energetycznych dla różnych układów komór paleniskowych oraz rodzaju paliwa.	4
Wy5-6	Palniki niskoemisyjne – budowa, zasada działania, podstawy konstrukcyjne palników dla różnych paliw (palniki gazowe, pyłowe i na paliwa ciekłe).	4
Wy7	Inne techniki redukcji emisji zanieczyszczeń gazowych z instalacji energetycznych i układów napędowych - metoda stopniowania paliwa, recyrkulacja spalin, metody katalityczne, metody odsiarczania spalin, metody ograniczania emisji CO <sub>2</sub> (parametry kontrolujące skuteczność redukcji oraz ich dobór w skali technicznej).	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	15

## Forma zajęć - LABORATORIUM

Forma zajęć - LABORATORIUM		Liczba godzin
La1	Sprawy organizacyjne, zapoznanie się z programem i stanowiskami. Szkolenie BHP	1
La2	Badania emisji zanieczyszczeń podczas spalania paliw gazowych. Ocena możliwości obniżenia emisji NO <sub>x</sub> w zależności od nadmiaru powietrza i stopniowania powietrza	2
La3	Badania emisji zanieczyszczeń podczas spalania paliw ciekłych. Ocena możliwości obniżenia emisji zanieczyszczeń w zależności od warunków spalania (nadmiaru powietrza, stopniowania powietrza i recyrkulacji spalin).	2
La4	Badania emisji zanieczyszczeń podczas spalania paliw stałych. Ocena możliwości obniżenia emisji NO <sub>x</sub> poprzez ograniczanie nadmiaru powietrza i stopniowanie powietrza	2

La5	Redukcja emisji NOx metodą reburningu	2
La6	Spalanie katalityczne	2
La7	Odsiarczanie spalin ze spalania paliw stałych	2
La8	Ocena sprawozdań i zaliczenie kursu	2
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - PROJEKT		Liczba godzin
Pr1	Sprawy organizacyjne. Założenia do projektów	1
Pr2	Projekt palnika niskoemisyjnego	2
Pr3	Projekt palnika niskoemisyjnego	2
Pr4	Projekt palnika niskoemisyjnego	2
Pr5	Projekt palnika niskoemisyjnego	2
Pr6	Projekt paleniska niskoemisyjnego	2
Pr7	Projekt paleniska niskoemisyjnego	2
Pr8	Ocena projektów	2
	Suma godzin	<b>15</b>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład: wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej
N2. Laboratorium: badania eksperymentalne na stanowiskach laboratoryjnych, praca własna – sprawozdania z realizacji ćwiczeń laboratoryjnych, krótkie sprawdziany pisemne
N3. Projekt: praca własna – wykonanie projektów
N4. Konsultacje

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

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_W03	Kolokwium zaliczające wykład
P	PEK_U01-PEK_U02	Kartkówki sprawdzające przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, aktywność na zajęciach oraz sprawozdania sporządzone na podstawie wykonanych pomiarów.
p	PEK_U03-PEK_U04	Ocena poszczególnych projektów

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[1] R. Wilk, Podstawy niskoemisyjnego spalania, PAN, Katowice, 2000
[2] Niskoemisyjne techniki spalania w energetyce, Praca pod redakcją W.Kordylewskiego, Wyd. PWR, Wrocław, 2000
[3] P. Orłowski, W. Dobrzański, Kotły parowe, WNT, Warszawa, 1979
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
[1] S. Kruczek, Urządzenia Kotłowe, Wyd. PWR, 2005
[2] J. Jarosiński, Techniki czystego spalania, WNT, Warszawa, 1996

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
dr inż. Tomasz Hardy, tomasz.hardy@pwr.edu.pl