

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2022/2023

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: II

Specjalności: Energetyka niekonwencjonalna

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Kotły i wymienniki ciepła
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Boilers and heat exchangers
KOD PRZEDMIOTU	WIŚIE EN oIIN D33 22/23
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	3

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	CWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
3	9	0	0	0	9	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie się z budową kotłów energetycznych, wymienników ciepła oraz urządzeń pomocniczych

Cel 2 Wykonanie projektu obliczeniowego związanego z elementami kotłowymi.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Technologie i maszyny energetyczne.

2 Wymiana ciepła.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Posiada wiedzę na temat ogólnej klasyfikacji kotłów, zasady działania i budowy kotła parowego i wodnego.

EK2 Wiedza Posiada wiedzę na temat instalacji kotłowych i osprzętu kotłowego oraz sposobach ich obliczeń i modelowania.

EK3 Umiejętności Posiada umiejętność wykonywania obliczeń wytrzymałościowych elementów grubościennych.

EK4 Umiejętności Posiada umiejętność obliczania komory paleniskowej kotła metodą CKTI oraz strefową.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Ogólna klasyfikacja kotłów. Zasada działania i budowa kotła parowego i wodnego. Spalanie w kotłach ze złożem fluidalnym. Podział kotłów fluidalnych. Problemy eksploatacyjne występujące w kotle fluidalnym.	2
W2	Struktura przepływu mieszaniny parowo-wodnej w pionowym i spiralnym kanale rurowym. Modelowanie przepływów z zastosowaniem równań zachowania masy, pędu i energii.	2
W3	Współczynnik wnikania ciepła oraz straty ciśnienia dla rur gładkich i spiralnie ożebrowanych-stosowane modele.	1
W4	Sposoby wyznaczania naprężeń cieplnych w elementach grubościennych kotłów. Metody odwrotne.	2
W5	Ogólne informacje o wymiennikach ciepła - podział, podstawowe konstrukcje. Podgrzewacze wody. Podgrzewacze powietrza.	1
W6	Bilans cieplny wymiennika. Średnia logarytmiczna różnica temperatur.	1

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Obliczenia cieplno - przepływowe podgrzewaczy regeneracyjnych.	3
P2	Obliczanie komory paleniskowej metoda CKTI i strefowa.	6

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia projektowe

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	18
Konsultacje przedmiotowe	2
Egzaminy i zaliczenia w sesji	2
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	12
Opracowanie wyników	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	54
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	2.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt indywidualny

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P2 Zaliczenie pisemne

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Uzyskanie oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia.

W2 Ocena końcowa ustalana na podstawie średniej ważonej oceny z projektu (waga 0,6) oraz zaliczenia pisemnego (0,4).

OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Projekt indywidualny

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Nie spełnia wymagań określonych na ocenę 3.0.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi dokonać podziału kotłów w zależności od przeznaczenia.
NA OCENĘ 3.5	Wiadomości jak na ocenę 3.0, dodatkowo student potrafi omówić zasadę działania kotła parowego i wodnego.
NA OCENĘ 4.0	Wiadomości jak na ocenę 3.5, dodatkowo student potrafi określić parametry pracy różnych kotłów pracujących w elektrowniach i elektrociepłowniach.
NA OCENĘ 4.5	Wiadomości jak na ocenę 4.0, dodatkowo student potrafi obliczyć moc cieplną kotła parowego i wodnego.
NA OCENĘ 5.0	Wiadomości jak na ocenę 4.5, dodatkowo potrafi wyjaśnić procesy termodynamiczne zachodzące w kotle na wykresie T-s i i-s.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Nie spełnia wymagań określonych na ocenę 3.0.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wymienić i omówić zasadę działania podstawowych urządzeń kotłowych.
NA OCENĘ 3.5	Wiadomości jak na ocenę 3.0, dodatkowo student potrafi dokonać bilansu cieplnego wybranego urządzenia kotłowego.
NA OCENĘ 4.0	Wiadomości jak na ocenę 3.5, dodatkowo potrafi zastosować podstawowe wzory do obliczeń urządzeń kotłowych.
NA OCENĘ 4.5	Wiadomości jak na ocenę 4.0, dodatkowo student potrafi określić na podstawie temperatury granicznej naprężenia dopuszczalne wybranych urządzeń kotłowych.
NA OCENĘ 5.0	Wiadomości jak na ocenę 4.5, dodatkowo potrafi zastosować modele matematyczne do obliczeń urządzeń kotłowych
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Nie spełnia wymagań określonych na ocenę 3.0.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wybrać elementy krytyczne kotła w celu dokonania obliczeń z uzasadnieniem wyboru.
NA OCENĘ 3.5	Wiadomości jak na ocenę 3.0, dodatkowo student potrafi wyjaśnić proces nagrzewania i ochładzania walcza kotła.
NA OCENĘ 4.0	Wiadomości jak na ocenę 3.5, dodatkowo potrafi odpowiednio dobrać zależności potrzebne do obliczenia naprężeń cieplnych jakie powstają w elementach grubościennych kotła.
NA OCENĘ 4.5	Wiadomości jak na ocenę 4.0, dodatkowo potrafi odpowiednio dobrać hipotezy potrzebne do wyznaczenia naprężeń zredukowanych.

NA OCENĘ 5.0	Wiadomości jak na ocenę 4.5, dodatkowo potrafi wykonać obliczenia wytrzymałościowe i dobrze je zinterpretować.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Nie spełnia wymagań określonych na ocenę 3.0.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi odpowiednio dobrać geometrię komory paleniskowej.
NA OCENĘ 3.5	Wiadomości jak na ocenę 3.0, dodatkowo student potrafi ułożyć bilans cieplny komory paleniskowej.
NA OCENĘ 4.0	Wiadomości jak na ocenę 3.5, dodatkowo student potrafi określić entalpie spalin dla różnych temperatur.
NA OCENĘ 4.5	Wiadomości jak na ocenę 4.0, dodatkowo student potrafi określić temperaturę adiabatyczną.
NA OCENĘ 5.0	Wiadomości jak na ocenę 4.5, dodatkowo potrafi wykonać obliczenia komory paleniskowej i określić rozkład obciążenia cieplnego ścian oraz temperaturę wylotową z komory.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1		Cel 1	W1 W2	N1	F1
EK2		Cel 1	W3 W4 P2	N1	F1
EK3		Cel 1	W3 W4	N1	F1
EK4		Cel 1	W2	N1	F1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | P.Orłowski, W.Dobrzański, E.Szwarc — *Kotły parowe, konstrukcje obliczenia*, Warszawa, 1979, WNT
- [2] | S.Kruczek — *Kotły, konstrukcje i obliczenia*, Wrocław, 2001, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej
- [3] | J.Taler — *Procesy cieplne i przepływowe w dużych kotłach energetycznych. Modelowanie i monitoring*, Warszawa, 2011, PWN

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **K.Rayaprolu** — *Boilers for Power and Process*, Boca Raton, USA, 2009, CRC Press
- [2] | **V.Ganapathy** — *Industrial Boilers and Heat Recovery Steam Generators*, Boca Raton, USA, 2003, CRC Press
- [3] | **M.Pawlik, F.Strzelczyk** — *Elektrownie*, Warszawa, 2009, WNT

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH**OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ**

dr hab. inż., prof. PK Sławomir Grądziel (kontakt: gradziel@mech.pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr hab. inż., prof. PK Sławomir Grądziel (kontakt: slawomir.gradziel@pk.edu.pl)
- 2 dr inż. Karol Kaczmarek (kontakt: karol.kaczmarek@pk.edu.pl)
- 3 dr inż. Marek Majdak (kontakt: marek.majdak@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....

.....