**Nazwa przedmiotu:**

Transport energii

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Jerzy Banaszek

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Energetyka

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

NK415

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2011/2012

**Liczba punktów ECTS:**

2

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

Liczba godzin szacowana na 30h.
Celem pracy własnej studenta jest nabycie umiejętności rozwiązywania zadań problemowych z zakresu:
1. bilansów energii oraz analizy strat energetycznych w nieodwracalnych procesach występujących podczas pracy maszyn i urządzeń cieplnych;
2. modelowania procesów wymiany masy oraz jednoczesnej wymiany masy i ciepła występujących w naturze i technice.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

Liczba punktów ECTS=1.
Udział studenta w wykładach i ćwiczeniach tablicowych (30h).

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 15h |
| Ćwiczenia:  | 15h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

NW116P - Termodynamika 1 (TERMA1)
NK413 - Termodynamika 3 (TERMA3)
NK423 - Wymiana ciepła 1 (WYCIEP1)

**Limit liczby studentów:**

90

**Cel przedmiotu:**

Umiejętność oceny źródeł strat energetycznych oraz znajomość metod ich oceny ilościowej w procesach termodynamicznych występujących w elementach maszyn cieplnych. Znajomość podstawowych mechanizmów wymiany masy oraz jednoczesnej wymiany ciepła i masy i ich zastosowań w technice.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
1. Podstawowe mechanizmy transportu energii – praca, ciepło, wymiana masy;
2. Zastosowanie I i II Zasady Termodynamiki w ocenie jakości procesów przenoszenia energii – praca maksymalna, strata pracy, egzergia, sprawność egzergetyczna;
2. Przegląd zjawisk i procesów nieodwracalnych – przepływ z tarciem, wymiana ciepła, mieszanie, ciepło Joule’a, spalanie;
3. Procesy wymiany masy w naturze i technice (nawilżanie, osuszanie, rozpraszanie zanieczyszczeń, migracja wilgoci, ablacja, chłodzenie transpiracyjne, rury cieplne, etc);
4. Podstawowe pojęcia i mechanizmy przenoszenia składnika w mieszaninie, równania zachowania, nieciągłość koncentracji składnika na granicy dwóch ośrodków;
5. Dyfuzja masy, prawo Ficka, modele jednowymiarowe i ich rozwiązania: dyfuzja składnika w ściance płaskiej i walcowej, dwukierunkowa dyfuzja równomolowa, dyfuzja w nieruchomym gazie (prawo Stefana);
6. Konwekcyjna wymiana masy - konwekcja wymuszona (opływ ścianki i przepływ w kanale), konwekcja naturalna, model warstwy przyściennej, wzory kryterialne
7. Analogia wymiany ciepła, masy i pędu (porównanie praw, analogia Chiltona-Colburna)
8. Jednoczesna wymiana ciepła i masy, przykłady z natury i techniki
Ćwiczenia:
1. Obliczenia strat pracy (mocy) w wybranych procesach nieodwracalnych (przepływy z tarciem, wymiana ciepła, mieszanie, ciepło Joule’a, spalanie) i elementach maszyn cieplnych (rurach, zaworach, komorach spalania, silnikach spalinowych i turbo-odrzutowych, chłodziarkach, pompach ciepła, etc.);
2. Obliczenia procesów dyfuzyjnej i konwekcyjnej wymiany masy – analityczne rozwiązania jednowymiarowe, wykorzystanie związków kryterialnych i analogii wymiany masy składnika, pędu i ciepła w procesach utylizacji odpadów, nawęglania stali, nawilżania i osuszania powietrza i materiałów, rozprzestrzeniania się NOx w atmosferze, wyznaczania współczynnika konwekcyjnej wymiany ciepła ciała o złożonej geometrii.

**Metody oceny:**

Dwa sprawdziany (rozwiązywanie zadań) w trakcie semestru i egzamin końcowy. Egzamin składa się z częci teoretycznej dla wszystkich słuchaczy oraz zadaniowej dla tych, którzy poprawiają kolokwia. Każde kolokwium oraz część teoretyczna egzaminu muszą być zaliczone, a ocena końcowa jest średnią arytmetyczną ocen ze wszystkich trzech części.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. J. Banaszek, J. Bzowski, R. Domański, J. Sado, „Termodynamika, Przykłady i Zadania”, wydanie II, Oficyna Wydawnicza PW, 2007.
2. Y.A. Cengel, „Heat and Mass Transfer: A Practical Approach”, Third Edition, Mc Graw Hill, 2006.
Dodatkowa literatura:
1. F.P. Incropera, D.P. DeWitt, “Fundamentals of Heat and Mass Transfer”, John Wiley & Sons, Inc., 1998.
2. Bejan, “Convection Heat Transfer”, John Wiley & Sons, Inc., 1984.

**Witryna www przedmiotu:**

www.itc.pw.edu.pl

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt EW1:**

Zna metody ilościowej oceny strat eneregtycznych w maszynach cieplnych

Weryfikacja:

egzamin - sprawdzian z zakresu wiedzy teoretycznej

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_W06, E2\_W11

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W02, T2A\_W03, T2A\_W04

**Efekt EW2:**

Zna podstawy fizyki dyfuzyjnej i konwekcyjnej wymiany masy i jej matematycznego matematycznego modelowania

Weryfikacja:

Egzamin -test teoretyczny

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_W05

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W02

**Efekt EW3:**

Posiada wiedzę o zjawiskach jednoczesnej wymiany ciepła i masy i ich zastosowań w technice.

Weryfikacja:

Egzamin - test teoretyczny

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_W05, E2\_W06

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W02, T2A\_W02, T2A\_W03

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt EU1:**

Potrafi zastosować zasady termodynamiki w bilansach energetycznych i egzergetycznych

Weryfikacja:

kolokwia, egzamin - część zadaniowa

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_U01, E2\_U05, E2\_U09, E2\_U11

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U01, T2A\_U05, T2A\_U09, T2A\_U10

**Efekt EU2:**

Potrafi dokonać oceny ilościowej zasobów użytecznej energii oraz wielkości strat energetycznych

Weryfikacja:

kolokwia, egzamin - część zadaniowa

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_U09, E2\_U11, E2\_U15

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09, T2A\_U10, T2A\_U12

**Efekt EU3:**

Potrafi zidentyfikować procesy wymiany ciepła i masy w naturze i technice

Weryfikacja:

kolokwia, egzamin - część zadaniowa

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_U05, E2\_U11, E2\_U19

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U05, T2A\_U10, T2A\_U15

**Efekt EU4:**

Potrafi stosować opis matematyczny i jego rozwiązania w analizie procesów wymiany ciepła i masy wystepujacych w urządzeniach i maszynach w energetycemaszynach

Weryfikacja:

kolokwia, egzamin - część zadaniowa

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_U09, E2\_U11, E2\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09, T2A\_U10, T2A\_U10, T2A\_U15

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt EK1:**

Rozumie ważność i potrzebę kreatywnej działalności inżynierskiej dla rozwoju społecznego i kształtowania stsounków międzyludzkich.

Weryfikacja:

bieżąca obserwacja i analiza postawy studenta oraz jego dalszej kariery

**Powiązane efekty kierunkowe:** E2\_K02, E2\_K06, E2\_K07

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_K02, T2A\_K06, T2A\_K07