



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Technika cieplna w budownictwie

		Przedmiot
Kierunek studiów		Rok/semestr
Budownictwo zrównoważone		1/2
Studia w zakresie (specjalność)		Profil studiów
		ogólnoakademicki
Poziom studiów		Język oferowanego przedmiotu
pierwszego stopnia		J. angielski
Forma studiów		Wymagalność
stacjonarne		obligatoryjny
		Liczba godzin
Wykład	Laboratoria	Inne (np. online)
30		
Ćwiczenia	Projekty/seminaria	
15		
<b>Liczba punktów</b>		
3		

		Wykładowcy
Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:		Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:
prof. dr hab. inż. Janusz Wojtkowiak		
email: janusz.wojtkowiak@put.poznan.pl		
tel. 061 665 2442		
Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki		
ul. Berdychowo 4, 61-131 Poznań		

		Wymagania
<b>wstępne</b>		
Matematyka: analiza matematyczna, algebra: funkcje, równania i nierówności, trygonometria, geometria analityczna, równania i układy równań algebraicznych, podstawy rachunku różniczkowego i całkowego funkcji jednej zmiennej na poziomie 5/6 KRK. Fizyka: podstawowe prawa i zasady zachowania w mechanice klasycznej i termodynamice.		

### Cel przedmiotu

Nabycie przez studentów podstawowej wiedzy i umiejętności z zakresu techniki cieplnej niezbędnych do rozwiązywania typowych zagadnień cieplnych występujących w budownictwie.



### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

1. Student zna wielkości fizyczne charakteryzujące ciecze, gazy i ciała stałe, rozumie ich sens fizyczny i zna jednostki
2. Student ma uporządkowaną ogólną wiedzę nt. techniki cieplnej i wymiany ciepła
3. Student posiada znajomość podstawowych właściwości termofizycznych substancji i zna metody i potrzebne do rozwiązywania prostych zadań inżynierskich obejmujących procesy i urządzenia cieplne występujące w budownictwie
4. Student posiada znajomość ogólnych zasad bilansów energii, obliczania wydajności cieplnej i strat ciepła budynków, urządzeń i technologii występujących w budownictwie
5. Student zna pojęcia sprawności cieplnych i użytkowych podstawowych urządzeń cieplnych stosowanych w budownictwie
6. Student zna i rozumie trendy rozwojowe procesów i urządzeń cieplnych występujących w budownictwie

#### Umiejętności

1. Student potrafi ustalić właściwości termodynamiczne materiałów niezbędne do wykonania obliczeń cieplnych
2. Student potrafi znaleźć odpowiednie zależności opisujące analizowane procesy cieplne
3. Student potrafi rozpoznawać i rozwiązywać proste problemy projektowe oraz eksploatacyjne występujące w budynkach i w urządzeniach cieplnych stosowanych w budownictwie
4. Student potrafi ustalić dokładność i wykonać analizę uzyskanych wyników obliczeń
5. Student potrafi opracować ogólny bilans cieplny i obliczyć wydajność cieplną oraz straty ciepła urządzeń i budynków
6. Student potrafi pozyskiwać i oceniać informacje dostępne w literaturze, internecie i katalogach nt. technologii i urządzeń cieplnych stosowanych w budownictwie

#### Kompetencje społeczne

1. Student ma świadomość zakresów i ograniczeń stosowanych metod obliczeniowych
2. Student jest przekonany o konieczności sprawdzania i weryfikacji wyników własnych analiz oraz analiz swoich współpracowników
3. Student ma świadomość znaczenia pracy zespołowej oraz ciągłego doskonalenia swojej wiedzy

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykłady:



Dwuczęściowy egzamin pisemny w terminie podanym na początku semestru. Część 1. ma na celu sprawdzenie umiejętności i polega na rozwiązaniu 2 zadań/problemów rachunkowych. Część 2. ma na celu sprawdzenie wiedzy i polega na udzieleniu odpowiedzi na 4 pytania. W przypadkach wątpliwych egzamin rozszerzany jest o część ustną. Na każdym wykładzie jest oceniana aktywność studentów. Szczegółowe kryteria punktowe i skala ocen podawane są na pierwszych zajęciach w semestrze i powtarzane przed egzaminem.

Ćwiczenia audytoryjne:

Jedno 45-minutowe pisemne kolokwium zaliczeniowe w ostatnim tygodniu semestru. Kolokwium polega na rozwiązaniu kilku zadań/problemów. Ocenianie poprawności samodzielnych rozwiązań zadań (praca własna studenta). Ocenianie ciągłe na każdych zajęciach (premiowanie aktywności).

Warunkiem zdania każdej z dwóch części egzaminu oraz uzyskania zaliczenia z ćwiczeń audytoryjnych jest zdobycie minimum 50% z maksymalnej liczby punktów wynoszącej 20. Warunkiem zdania egzaminu jest uzyskanie pozytywnej oceny zarówno z cz. 1 jak i z cz. 2. Poprawiana jest tylko ta część egzaminu, która została niezdana.

Skala ocen: 0-9 pkt = 2,0; 10-12 pkt = 3,0; 13-14 pkt = 3,5; 15-16 pkt = 4,0; 17-18 pkt = 4,5; 19-20 pkt = 5,0.

## Treści programowe

### Wykłady

Wprowadzenie do przedmiotu, program przedmiotu. Zastosowanie techniki cieplnej i wymiany ciepła. Układy i parametry termodynamiczne. Równanie stanu termicznego gazu. Gaz idealny i rzeczywisty. Ilość substancji. Mieszanki gazów. Zasada zachowania masy i energii. Energia układu. Ciepło właściwe. Energia wewnętrzna i entalpia. Energia strumienia masy. Przemiany termodynamiczne. Praca przemiany. I zasada termodynamiki. Przemiany nieodwracalne, II zasada termodynamiki. Entropia. Sprawność wewnętrzna procesów sprężania i rozprężania. Właściwości wody i pary wodnej. Obiegi termodynamiczne, sprawność obiegu. Obieg Carnota. Obieg lewobieżny (roboczy) i prawobieżny (silnikowy). Współczynnik wydajności urządzenia chłodniczego i pompy ciepła. Gaz wilgotny. Parametry gazu wilgotnego, temperatura punktu rosy. Wykres Moliera powietrza wilgotnego. Spalanie i paliwa. Ciepło spalania, wartość opałowa paliw. Równania stechiometryczne spalania, zapotrzebowanie powietrza, współczynnik nadmiaru powietrza. Skład i ilość spalin. Podstawy wymiany ciepła. Strumień ciepła przekazywany na drodze przewodzenia, konwekcji, promieniowania. Przenikania ciepła. Przewodzenie ciepła przez ściankę płaską i cylindryczną, opór cieplny. Nieustalone przewodzenie ciepła. Ochładzanie i podgrzewanie ciał dobrze przewodzących, liczba Biota i Fouriera. Konwekcja ciepła przy opływach i w przepływach przez przewody. Liczby podobieństwa (liczba Nusselta, liczba Prandtla), równania kryterialne. Naturalna konwekcja ciepła, liczba Grashofa, liczba Rayleigha. Promieniowanie cieplne, promieniowanie słoneczne. Wymienniki ciepła, średnia logarytmiczna różnica temperatury, efektywność wymienników ciepła.

Ćwiczenia audytoryjne



1. Równanie stanu doskonałego. 2. Bilanse energii. I zasada termodynamiki. 3. Obiegi termodynamiczne gazu doskonałego. 4. Powietrze wilgotne. 5. Ustalone przewodzenie ciepła przez ściany płaskie. 6. Ustalone przewodzenie ciepła przez ściany cylindryczne. 7. Wymienniki ciepła. 8. Spalanie.

### Metody dydaktyczne

Wykład informacyjny z elementami wykładu konwersacyjnego. Prezentacja multimedialna, ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy

Ćwiczenia audytoryjne: metoda problemowa, rozwiązywanie zadań.

### Literatura

#### Podstawowa

1. SCHMIDT P., BAKER D., EZEKOYE O., HOWELL J., Thermodynamics. An Integrating Learning System. International Edition., John Wiley and Sons, Inc., U S A, 2006
2. SONNTAG R.E., BORGNACKE C., Introduction to Engineering Thermodynamics, 2nd Edition, John Wiley and Sons, Inc., U S A, 2007
3. CENGEL Y.A., BOLES M.A., Thermodynamics. An Engineering Approach. 6 Edition (SI Units), McGraw-Hill Higher Education, 2007

#### Uzupełniająca

4. SZARGUT J., Termodynamika techniczna. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000
5. SZARGUT J., GUZIK A., GÓRNIAK H., Zadania z termodynamiki technicznej. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2008

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	80	3,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	50	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu) <sup>1</sup>	30	1,0

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności