



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Termodynamika techniczna

### Przedmiot

Kierunek studiów

Energetyka

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

1/2

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

Polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratoria

0

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

3

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

prof.dr hab. inż. E. Tuliszka-Sznitko,  
ewa.tuliszka-sznitko@put.poznan.pl,  
tel.: 61 6652111

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. M. Joachimiak,  
magda.joachimiak@put.poznan.pl,  
tel.: 61 6652209

### Wymagania wstępne

Student rozpoczynający przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu matematyki (z zakresu rachunku całkowego i różniczkowego) i z fizyki. Student powinien umieć pozyskiwać informacje (z bibliotek i internetu) oraz powinien mieć gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu.

### Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest zapoznanie studenta z podstawowymi prawami termodynamiki i ich praktycznym zastosowaniem do opisu jakościowego i ilościowego procesów zachodzących w obszarze szeroko rozumianej energetyki. Celem przedmiotu jest również zwrócenie uwagi na zagadnienia ekologii.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

1. Student ma podstawową wiedzę w zakresie termodynamiki, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia podstawowych zjawisk fizycznych występujących w układach energetycznych.



2. Student zna podstawowe zasady termodynamiki; ma wiedzę z zakresu obiegów cieplnych i efektów cieplnych reakcji chemicznych zachodzących w energetyce.
3. Student ma uporządkowaną wiedzę w zakresie podstawowych technologii przetwarzania energii pierwotnej na pracę i ciepło.
4. Student jest świadomy wpływu przemian energetycznych na środowisko naturalne.(K1\_W08)

#### Umiejętności

- 1.Student potrafi pozyskiwać informacje z literatury; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wnioskować oraz formułować i uzasadniać opinie w zakresie termodynamiki technicznej.
- 2.Student potrafi pracować indywidualnie i w zespole w zakresie termodynamiki; umie oszacować czas potrzebny na realizację zleconego zadania; potrafi opracować i zrealizować harmonogram prac zapewniający dotrzymanie terminów.

#### Kompetencje społeczne

- 1.Student rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego doksztalcania się w zakresie termodynamiki; a także jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy, uznaje jej znaczenie w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych.
- 2.Student rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżyniera-energetyka, w tym jej wpływ na środowisko i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje; jest gotów do wypełniania zobowiązań społecznych, współorganizowania działalności na rzecz środowiska społecznego i inicjowania działania na rzecz interesu publicznego.

#### **Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny**

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład: wiedza nabyta w ramach wykładu jest weryfikowana przez 90-minutowe kolokwium końcowe. Kolokwium składa się z 15 pytań (próg zaliczeniowy wynosi 50% punktów). Lista 30 pytań, z których wybierane jest 15 na kolokwium, przesyłana jest drogą e-mailową do wszystkich studentów z wyprzedzeniem 2-tygodniowym.

Zajęcia tablicowe: wiedza sprawdzana jest przez sprawdzian końcowy.

#### **Treści programowe**

Wykład: Najważniejsze definicje i idee termodynamiki (układ, stan układu, funkcje i parametry stanu). Czynniki termodynamiczne, równowaga termodynamiczna, procesy stacjonarne i niestacjonarne. Jednostki parametrów fizycznych. Zależności pomiędzy parametrami stanu. Równanie stanu gazu doskonałego. Równanie van der Waalsa. Mieszanki gazów doskonałych. Definicja pracy. Funkcje stanu: energia wewnętrzna, entalpia (gaz rzeczywisty i idealny). Pierwsza zasada termodynamiki (układ zamknięty, układ otwarty). Ciepło właściwe. Procesy samorzutne. Nieodwracalność procesów, ciepło dyssypacji. Druga zasada termodynamiki. Analiza podstawowych przemian termodynamicznych: izobara, izochora, izoterma, izentroa, politropa. Sprawność procesów sprężania i rozprężania. Obiegi prawo-



bieżne i lewo-bieżne. Sprawność termiczna obiegu (obieg Carnota i Braytona-Joule'a). Procesy spalania: minimalne i rzeczywiste zapotrzebowanie na powietrze. Skład spalin. Trzecia zasada termodynamiki (zasada Nernsta). Entalpia swobodna, energia swoboda. Efekty energetyczne spalania (molowe ciepło tworzenia). Prawo Kirchhoffa i Hessa. Para wodna jako czynnik termodynamiczny (wykres entalpia-entropia). Równania termodynamiczne Maxwella i ich zastosowanie. Przemiany pary wodnej, obiegi parowe i ich sprawność termiczna. Termodynamika powietrza wilgotnego: podstawowe parametry określające wilgotność powietrz, punkt rosy, suszenie.

Zajęcia tablicowe: rozwiązywanie prostych problemów praktycznych z zakresu I i II zasady termodynamiki z zastosowaniem przemian termodynamicznych. Obliczenia zmian entropii na konkretnych przykładach. Obliczenia zapotrzebowania powietrza w procesie spalania, obliczenia składu spalin. Obliczenia prostych modelowych obiegów.

### Metody dydaktyczne

Wykład: prezentacja multimedialna, ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy.

Zajęcia tablicowe: przykłady rozwiązywane na tablicy.

### Literatura

#### Podstawowa

1. Szargut, J. Termodynamika, PWN, Warszawa, 2000.
2. Demichowicz-Pigoniowa, J., Obliczenia fizykochemiczne, PWN, Warszawa, 1984.
3. Wiśniewski, S., Wiśniewski, T., Wymiana ciepła, WNT, 2002.
4. Szargut, J., Guzik, A., Górniak, H., Zadania z termodynamiki Technicznej, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2011.
5. Furmański, P., Domański, R., Wymiana ciepła, Przykłady obliczeń i zadania, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2002.

#### Uzupełniająca

1. Cengel, Y., Boles, M.A., Thermodynamics, an engineering approach, Mc Graw Hill, 2008.
2. Incropera, F., DeWitt, D., Fundamentals of heat and mass transfer, Wiley, 2008.
3. Ghiaasiaan, M., Convective heat and mass transfer, Cambridge University Press, 2014.



**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	88	3,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	53	2,0
Praca własna studenta Wykład: studia literaturowe, przygotowanie do wykładu, przygotowanie do testu zaliczeniowego Zajęcia tablicowe: przygotowanie do ćwiczeń tablicowych, przygotowanie do końcowego sprawdzianu zaliczeniowego <sup>1</sup>	35	1,0

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