



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Technika ciepła z miernictwem [S2IŚrod2-ZwCKiOP>TC]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria środowiska

Rok/Semestr

1/1

Studia w zakresie (specjalność)

Zaopatrzenie w ciepło, klimatyzacja i ochrona powietrza

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

15

Inne

0

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

4,00

### Koordynatorzy

prof. dr hab. inż. Janusz Wojtkowiak  
janusz.wojtkowiak@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

1.Wiedza: Matematyka: rachunek różniczkowy i całkowy, równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe. Fizyka: termodynamika techniczna, podstawy techniki cieplnej i mechaniki płynów. 2.Umiejętności: Zastosowanie rachunku różniczkowego i całkowego do opisu zjawisk fizycznych, rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych, przekształcanie równań różniczkowych cząstkowych. Rozwiązywanie zadań z techniki cieplnej i mechaniki płynów. 3.Kompetencje społeczne. Świadomość konieczności ciągłego aktualizowania i uzupełniania wiedzy i umiejętności.

### Cel przedmiotu

Poszerzenie i pogłębienie wiedzy, umiejętności z zakresu techniki cieplnej i miernictwa cieplnego niezbędnych do rozwiązywania złożonych problemów cieplnych i przepływowych oraz bilansu energii w urządzeniach i systemach występujących w inżynierii środowiska zarówno zabudowanego jak i niezabudowanego.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. Student posiada poszerzoną i pogłębioną wiedzę z zakresie techniki cieplnej i miernictwa cieplnego.
2. Student zna podstawowe metody potrzebne do rozwiązywania problemów praktycznych, teoretycznych i projektowych obejmujących procesy i urządzenia cieplne występujące w inżynierii środowiska.
3. Student posiada wiedzę na temat szczegółowych zasad sporządzania bilansów energii, obliczania wydajności cieplnej i strat ciepła oraz sprawności cieplnej urządzeń występujących w inżynierii środowiska.
4. Student posiada zaawansowaną wiedzę o trendach rozwojowych i nowych osiągnięciach dotyczących procesów i urządzeń cieplnych występujących w inżynierii środowiska.
5. Student rozumie zasadę działania siłowni jądrowej oraz zna zagadnienia cieplno-przepływowe występujące w rdzeniu reaktora jądrowego.
6. Student ma rozszerzoną wiedzę na temat obliczania niepewności wyników pomiarów oraz statystycznego opracowywania wyników badań doświadczalnych.

#### Umiejętności:

1. Student potrafi pozyskiwać i oceniać informacje dostępne w literaturze, internecie i katalogach nt. technologii i urządzeń występujących w inżynierii środowiska.
2. Student potrafi znaleźć i poprawnie stosować odpowiednie zależności opisujące analizowane procesy cieplne i wie jak ustalić właściwości termodynamiczne substancji niezbędne do wykonania obliczeń.
3. Student potrafi rozpoznawać i rozwiązywać złożone problemy projektowe oraz eksploatacyjne występujące w urządzeniach cieplnych i krytycznie ocenić rozwiązania projektowe i wykrywać zagrożenia występujące na etapie projektowania i eksploatacji urządzeń cieplnych
4. Student potrafi planować i przeprowadzać badania eksploatacyjne i badania prototypów urządzeń występujących w inżynierii środowiska oraz ustalać dokładność i wykonać analizę uzyskanych wyników obliczeń i pomiarów i krytycznie interpretować uzyskane wyniki obliczeń i pomiarów cieplnych, przeprowadzać ich analizę oraz wyciągać wnioski.
5. Student potrafi opracować szczegółowy bilans cieplny, obliczyć wydajność cieplną oraz straty ciepła i sprawność użytkową analizowanych procesów i urządzeń cieplnych.
6. Student umie przeprowadzić obliczenia cieplno-przepływowe rdzenia reaktora jądrowego typu PWR oraz określić rozkład temperatury w paliwie jądrowym.
7. Student potrafi określić niepewność wyników badań doświadczalnych oraz dokonać aproksymacji wyników badań.

#### Kompetencje społeczne:

1. Student rozumie potrzebę pracy zespołowej w rozwiązywaniu problemów teoretycznych i praktycznych.
2. Student ma świadomość zakresów ważności i ograniczeń stosowanych zależności i metod obliczeń oraz wartości posiadanej wiedzy teoretycznej i praktycznej.
3. Student rozumie konieczność sprawdzania i weryfikacji wyników stosowanych metod, obliczeń i pomiarów.
4. Student ma świadomość konieczności myślenia i działania innowacyjnego.

### 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 praktycznych i polega na rozwiązaniu 2 zadań 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 oceniana jest aktywność studentów.

Szczegółowe kryteria punktowe i skala ocen podawane są na pierwszych zajęciach w semestrze oraz przypominana przed egzaminem.

#### Ćwiczenia rachunkowe (audytoryjne):

45-minutowe pisemne kolokwium zaliczeniowe w ostatnim tygodniu semestru. Kolokwium polega na rozwiązaniu kilku (maksymalnie 3) krótkich zadań.

Sprawdzanie i ocenianie poprawności samodzielnych rozwiązań zadań (tj. pracy własnej studenta).

Ocenianie aktywności studentów na każdym zajęciach.

#### Ćwiczenia laboratoryjne:

Krótki 15-minutowy sprawdzian - każdorazowo przed rozpoczęciem realizacji ćwiczeń laboratoryjnych.  
Ocena sprawozdania z wykonanego ćwiczenia.

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

Program modułu obejmuje następujące zagadnienia:

1. termodynamika procesów sprężania i rozprężania gazów,
2. podstawy teoretyczne obliczania mocy maszyn przepływowych,
3. paliwa i spalanie,
4. rzeczywiste obiegi termodynamiczne maszyn i systemów,
5. opis matematyczny pary wodnej,
6. opis matematyczny powietrza wilgotnego,
7. egzergia i jej zastosowanie,
8. konwersja energii jądrowej w ciepło,
9. niepewności pomiarowe.

## Tematyka zajęć

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

1. adiabatyczne sprężanie i rozprężanie gazu, moc sprężarki i turbiny gazowej, sprawność izentropowa,
2. energia całkowita strugi płynu.
3. moce maszyn przepływowych w ujęciu I i II zasady termodynamiki,
4. spalanie, podstawowe pojęcia, stechiometria, zapotrzebowanie tlenu, zapotrzebowanie powietrza, skład i temperatura spalin,
5. teoretyczne i rzeczywiste obiegi termodynamiczne,
6. budowa i zasad działania wybranych maszyn i systemów oraz sprawności realizowanych w nich obiegów termodynamicznych,
7. para wodna jako czynnik termodynamiczny – równania aproksymacyjne przeznaczone do obliczeń komputerowych,
8. powietrze wilgotne, opis matematyczny – wyprowadzenie podstawowych równań,
9. powietrze wilgotne – opis matematyczny procesów schładzania, mieszania i nawilżania,
10. egzergia, straty egzergii, sprawność egzergetyczna,
11. siłownia jądrowa – zasada działania, budowa, sprawność, ciepło rozszczepienia paliwa jądrowego,
12. jądrowe systemy wytwarzania pary wodnej,
13. podstawy matematyczne analizy niepewności wyników pomiarów.

Program ćwiczeń audytoryjnych obejmuje następujące zagadnienia:

1. obliczenia mocy i sprawności wentylatorów, dmuchaw, sprężarek, pomp i turbin,
2. obliczenia zapotrzebowania tlenu i powietrza niezbędnych do spalania wybranych paliw kopalnych, obliczenia składu i temperatury spalin,
3. obliczenia mocy i sprawności wybranych obiegów termodynamicznych,
4. obliczenia obiegu termodynamicznego siłowni parowej,
5. obliczenia procesów schładzania, mieszania nawilżania i osuszenia powietrza wilgotnego,
6. obliczenia niepewności całkowitej wyniku końcowego w pomiarach pośrednich wielokrotnych.

Program laboratoriów obejmuje następujące zagadnienia:

1. badania efektywności energetycznej sprężarkowej pompy ciepła,
2. badania efektywności energetycznej wodorowego ogniwa paliwowego,
3. badania efektywności energetycznej termoelektrycznego urządzenia grzewczo-chłodzącego.

## Metody dydaktyczne

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

Ćwiczenia audytorjne: metoda problemowa, rozwiązywanie zadań.

Ćwiczenia laboratoryjne: metoda eksperymentu, wykonanie zadań podanych przez prowadzącego - ćwiczenia praktyczne

## Literatura

Podstawowa:

1. SZARGUT J., Termodynamika techniczna. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2000
2. KALINOWSKI E., Termodynamika. Skrypt Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 1994
3. SMUDSZ R., WILK J., WOLAŃCZYK F., Termodynamika. Repetytorium. Oficyna Wyd. Politechniki Rzeszowskiej, Wyd. III, stron 115, Rzeszów, 2009
4. WIŚNIEWSKI S., Termodynamika techniczna. WNT, Warszawa 1993
5. OCHEŃDUSZKO St., Termodynamika stosowana. WNT, Warszawa, 1964
6. Pomiary cieplne, T. 1 i T. 2, Praca zb. (red. T.R. Fodemski), WNT, Warszawa, 2001
7. SZARGUT J., GUZIK A., GÓRNIAK H.: Zadania z termodynamiki technicznej, Wyd. Pol. Śląskiej, Gliwice 2008
8. OLEŚKOWICZ-POPIEL C., WOJTKOWIAK J., Właściwości termofizyczne powietrza i wody ? przeznaczone do obliczeń przepływów i wymiany ciepła. Wyd. Polit. Poznańskiej, Poznań, 2010
9. OLEŚKOWICZ-POPIEL C., AMANOWICZ Ł., Eksperymenty w technice cieplnej Wyd. Polit. Poznańskiej, Poznań, 2016

Uzupełniająca:

1. RUBIK M., Pompy ciepła, Wyd. II, Ośrodek Informacji, Technika Instalacyjna w Budownictwie, Warszawa 1999
2. SONNTAG R.E., BORGNACKE C., VAN WYLEN G.J., Fundamentals of Classical Thermodynamics, SI Version, 6th Edition, John Wiley and Sons, Inc., U S A, 2003
3. SONNTAG R.E., BORGNACKE C., Introduction to Engineering Thermodynamics, 2nd Edition, John Wiley and Sons, Inc., U S A, 2007
4. SCHMIDT P., BAKER D., EZEKOYE O., HOWELL J., Thermodynamics. An Integrating Learning System. International Edition., John Wiley and Sons, Inc., U S A, 2006
5. CENGEL Y.A., BOLES M.A., Thermodynamics. An Engineering Approach. 6 Edition (SI Units), McGraw-Hill Higher Education, 2007

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	60	2,50
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	40	1,50