



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Systemy grzewcze II [S2IŚrod2-ZwCKiOP>SII]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria środowiska

Rok/Semestr

1/2

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

15

Laboratorium

0

Inne

0

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

30

### Liczba punktów ECTS

4,00

### Koordynatorzy

dr hab. inż. Małgorzata Basińska prof. PP  
malgorzata.basinska@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

1.Wiedza: Podstawy techniki cieplnej i mechanika płynów, ogrzewnictwo na poziomie studiów I° Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie podstawową wiedzę dotyczącą zagadnień związanych z projektowaniem instalacji centralnego ogrzewania. 2.Umiejętności: Podstawy techniki cieplnej i Mechanika płynów: rozwiązywanie zadań i wykonywanie pomiarów Student umie sformułować oraz rozwiązać bilanse energii i masy w prostych układach, w stanie ustalonym oraz przeliczać jednostki wielkości fizycznych związanych z wymianą ciepła i mechaniką płynów 3.Kompetencje społeczne. Świadomość konieczności ciągłego aktualizowania i uzupełniania wiedzy i umiejętności.

### Cel przedmiotu

Poszerzenie i pogłębienie wiedzy, umiejętności z zakresu projektowania, eksploatacji oraz analiz symulacyjnych złożonych systemów grzewczych obejmujących wykorzystanie odnawialnych źródeł energii.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. Student ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metod oceny zużycia energii

w budynku.

2. Student ma uporządkowaną wiedzę o trendach rozwojowych w obszarze związanym ze systemami ogrzewczymi oraz możliwościach zastosowania niskotemperaturowych źródeł ciepła.
3. Student zna strukturę i elementy instalacji grzewczych i c.w.u. współpracujących z odnawialnymi źródłami energii w powiązaniu ze standardem energetycznym budynku oraz ma poszerzoną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie możliwości zastosowania kolektorów słonecznych w instalacjach c.o. oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej
4. Student zna metody obliczeniowe i symulacyjne, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu zadań inżynierskich związanych z projektowaniem instalacji grzewczych i c.w.u. współpracujących z odnawialnymi źródłami energii i zna metody oceny obiektów budowlanych i instalacji energetycznych w cyklu życia wraz z oceną efektywności energetycznej i ekonomicznej inwestycji termomodernizacyjnych
5. Student zna obszary zastosowania i parametry kamer termograficznych oraz wpływ emisyjności powierzchni na wynik pomiarów termograficznych oraz zna wpływ szczelności budynku na efektywną sprawność odzysku ciepła w instalacji ogrzewania powietrznego

Umiejętności:

1. Student potrafi zaproponować koncepcję i rozwiązanie projektowe instalacji grzewczej i c.w.u. z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii wraz z doбором elementów.
2. Student umie wykonać ocenę energetyczno-ekologiczną zaprojektowanego złożonego układu instalacyjnego obliczyć charakterystyki przepływowe złożonych układów i instalacji z uwzględnieniem wpływu ściśliwości płynu.
3. Student potrafi zastosować urządzenie Minneapolis Blower Door wraz ze specjalistycznym oprogramowaniem do pomiaru szczelności powietrznej pomieszczenia.
4. Student umie obsługiwać kamerę termograficzną, wykorzystać specjalistyczne oprogramowanie do obróbki termogramów, zinterpretować i ocenić termogramy, ocenić stan izolacji przewodów oraz izolacji budynku na podstawie termogramów.
5. Student umie równoważyć hydraulicznie instalacje c.o. dużych budynków, oraz uwzględnić wydłużenia cieplne przewodów w projektowaniu instalacji grzewczych.

Kompetencje społeczne:

1. Student rozumie potrzebę pracy zespołowej w rozwiązywaniu problemów teoretycznych i praktycznych.
2. Student ma świadomość konieczności powtarzania czynności pomiarowych i oceny niepewności wyników pomiarów i obliczeń
3. Student widzi konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swoich kompetencji. Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład:

Egzamin pisemny (zaliczenie od 51%)

Ocena końcowa z egzaminu uwzględnia wynik egzaminu i ocenę cząstkową z ćwiczeń audytoryjnych i laboratoryjnych oraz projektowych i (średnia ocena z ćwiczeń audytoryjnych i laboratoryjnych oraz z projektu

nie mniejsza niż 4,5, stanowi dodatek 0,5 stopnia dla oceny końcowej z wykładu)

Ćw. audytoryjne

kolokwium pisemne zaliczeniowe z zadań (zaliczenie od 51%)

Ćwiczenia projektowe

projekt złożonego systemu instalacji płaszczyznowo - grzejnikowej i c.w.u., wykorzystujący odnawialne źródła

energii, wykonany z wykorzystaniem profesjonalnych pakietów obliczeniowych oraz implementacji indywidualnych

obrona ustna projektu

premiowanie systematyczności i terminowości

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład (zaliczenie od 51%):

Egzamin pisemny, w przypadkach wątpliwych zakończony egzaminem ustnym. W końcowej ocenie

egzaminu uwzględnia się wynik testu oraz oceny uzyskane z ćwiczeń i projektu.

Ćwiczenia:

pisemny test końcowy.

Zajęcia projektowe:

Projekt kompleksowego systemu ogrzewania i ciepłej wody użytkowej wykorzystującego odnawialne źródła energii przy wykorzystaniu profesjonalnego pakietu obliczeniowego i samodzielnie wykonanego arkusza kalkulacyjnego. Ustna obrona projektu.

## Treści programowe

1. Wykorzystanie energii słonecznej do przygotowania c.w.u. i ogrzewania budynków.
2. Bilans energetyczny okna i przegrody z izolacją transparentną.
3. Współpraca instalacji grzewczej z instalacją wentylacyjną i klimatyzacyjną,
4. Ogniwa fotowoltaiczne.
5. Magazynowanie energii cieplnej na potrzeby ogrzewań.
6. Roczne koszty eksploatacji systemu ogrzewania i c.w.u.

## Tematyka zajęć

1. Wykorzystanie energii słonecznej do przygotowania c.w.u. i ogrzewania budynków.
2. Aktywne systemy bezpośrednie i pośrednie do wykorzystania energii słonecznej.
3. Budowa kolektora słonecznego płaskiego i próżniowego. Charakterystyka technologiczna części składowych kolektorów.
4. Równanie sprawności kolektora słonecznego. Sprawność chwilowa i długoterminowa
5. Powietrzne kolektory słoneczne. Charakterystyka i przykłady rozwiązań.
6. Schematy układów słonecznych. Kryteria dla małych i dużych instalacji słonecznych.
7. Zasady projektowania małych instalacji słonecznych.
  - a. Rodzaje zasobników solarnych.
  - b. Przykładowe rozwiązania i części składowe instalacji słonecznych do podgrzewania c.w.u.
8. Duże instalacje słoneczne na cele c.o i c.w.u. z buforami i wymiennikami ładowania i rozładowania.
  - a. Zasady projektowania i eksploatacji.
  - b. Projektowanie pola kolektorów.
  - c. Sytuowanie i łączenie kolektorów.
  - d. Określanie strumienia objętości, wymiarowanie i dobór pomp obiegu solarnego.
  - e. Stagnacja w instalacji słonecznej.
  - f. Ciśnienie instalacji i chłodnica awaryjna.
  - g. Określenie zasięgu pary
  - h. Dobór naczynia schładzającego.
  - i. Specyfika doboru naczynia wzbiorczego dla instalacji słonecznej.
9. Metoda f-chart analizy efektywności systemu solarnego na cele c.o. i c.w.u..
10. Bilans energetyczny okna i przegrody z izolacją transparentną.
11. Efektywność energetyczna systemu zysków bezpośrednich i pośrednich.
12. Instalacje grzewczo-wentylacyjne współpracujące z odnawialnymi źródłami energii
13. Współpraca instalacji grzewczej z instalacją wentylacyjną i klimatyzacyjną, klimakonwektory
14. Ogniwa fotowoltaiczne - korelacja dostarczenia/poboru energii w układzie fotowoltaika/pompa ciepła .
15. Magazynowanie energii cieplnej na potrzeby ogrzewań. Dobór materiałów do magazynowania energii. Przykłady rozwiązań akumulatorów długoterminowych i zasady ich doboru. Przykłady rozwiązań współpracy długoterminowego magazynu ciepła z systemem ciepłowniczym.
16. Określanie rocznych kosztów eksploatacji systemu ogrzewania i c.w.u. Wymiany i udoskonalenia instalacji w budynkach i ich efektywność energetyczna i ekonomiczna.

## Metody dydaktyczne

Wykład informacyjny z elementami konwersatoryjnymi, wykład z prezentacją multimedialną

Ćwiczenia metoda ćwiczeniowa

Projekt indywidualny, studium przypadku

## Literatura

Podstawowa:

1. Chwieduk D.: Energetyka słoneczna budynku Arkady Warszawa 2011
2. Foit H.: Zastosowanie odnawialnych źródeł ciepła w ogrzewnictwie i wentylacji Wydawnictwo Politechniki Śląskiej Gliwice 2010
3. Koczyk H., Antoniewicz B., Basińska M., Górka A., Makowska-Hess R.: Ogrzewnictwo Praktyczne projektowanie, montaż, certyfikacja energetyczna, eksploatacja Systherm Serwis, Poznań 2009
4. Laskowski L.: Ochrona cieplna i charakterystyka energetyczna budynku. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 2005r
5. Mizielińska K., Olszak J.: Parowe źródła ciepła. WNT 2009.
6. Recknagel, Schramek, Sprenger, Honmann: Kompendium wiedzy OGRZEWNICTWO, KLIMATYZACJA, CIEPŁA WODA, CHŁODNICTWO 08/09 OMNI SCALA, Wrocław, 2008
7. Rubik M. : Pompy ciepła Poradnik Ośrodek Informacji Technika Instalacyjna w Budownictwie, Warszawa, 20063.

Uzupełniająca:

1. Duffie J.A., Beckman W.A.: Solar Engineering of Thermal Processes John Wiley Sons, Inc., New York 1991
2. Hensen J.L.M., Lamberts R. (red) Building Performance Simulation for Design and Operation, Son Press 2011
3. Nowak H.: Zastosowanie badań termowizyjnych w budownictwie Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej Wrocław 2012
4. Smolec W.: Fototermiczna konwersja energii słonecznej, PWN, Warszawa 2000

**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