

<b>KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA</b>		
Nazwa modułu/przedmiotu <b>Systemy grzewcze</b>		Kod <b>1010102221010132038</b>
Kierunek studiów <b>Inżynieria Środowiska II stopień</b>	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) <b>(brak)</b>	Rok / Semestr <b>1 / 2</b>
Ścieżka obieralności/specjalność <b>Zaopatrzenie w ciepło, klimatyzacja i</b>	Przedmiot oferowany w języku: <b>polski</b>	Kurs (obligatoryjny/obieralny) <b>obligatoryjny</b>
Stopień studiów: <b>II stopień</b>	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) <b>stacjonarna</b>	
Godziny Wykłady: <b>30</b> Ćwiczenia: <b>15</b> Laboratoria: <b>15</b> Projekty/seminaria: <b>15</b>		Liczba punktów <b>5</b>
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) <b>(brak)</b>		(ogólnouczelniany, z innego kierunku) <b>(brak)</b>
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki <b>nauki techniczne</b> <b>nauki techniczne</b>		Podział ECTS (liczba i %) <b>5 100%</b> <b>5 100%</b>
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b>		
prof. dr hab. inż. Halina Koczyk email: halina.koczyk@put.poznan.pl tel. (61) 6652532 Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska ul. Piotrowo 5 60-965 Poznań		dr inż. Małgorzata Basińska email: malgorzata.basinska@put.poznan.pl tel. (61) 6475824 Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska ul. Piotrowo 5 60-965 Poznań
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1	<b>Wiedza:</b>	Podstawy techniki cieplnej i mechanika płynów, ogrzewnictwo na poziomie 6 KRK Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie podstawową wiedzę dotyczącą zagadnień związanych z projektowaniem instalacji centralnego ogrzewania
2	<b>Umiejętności:</b>	Podstawy techniki cieplnej i Mechanika płynów: rozwiązywanie zadań i wykonywanie pomiarów na poziomie 6 KRK 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 Ma umiejętność obsługi podstawowych programów komputerowych: cad, excel, word
3	<b>Kompetencje społeczne</b>	Świadomość konieczności ciągłego aktualizowania i uzupełniania wiedzy i umiejętności.
<b>Cel przedmiotu:</b>		
Cel przedmiotu: Poszerzenie i pogłębienie wiedzy, umiejętności z zakresu projektowania, eksploatacji oraz analiz symulacyjnych złożonych systemów grzewczych obejmujących wykorzystanie odnawialnych źródeł energii.		
<b>Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia</b>		
<b>Wiedza:</b>		

<p>1. Student ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metod oceny zużycia energii w budynku (uzyskane na wykładzie) - [K2_W03, K2_W04, K2_W07]</p> <p>2. Student ma uporządkowaną wiedzę o trendach rozwojowych w obszarze związanym ze systemami ogrzewczymi oraz możliwościach zastosowania niskotemperaturowych źródeł ciepła (uzyskane na wykładzie) - [K2_W04, K2_W05, K2_W07]</p> <p>3. Student zna strukturę i elementy instalacji grzewczych i c.w.u. współpracujących z odnawialnymi źródłami energii w powiązaniu ze standardem energetycznym budynku (uzyskane na wykładzie i ćwiczeniach audytoryjnych) - [K2_W04, K2_W05, K2_W07]</p> <p>4. Student ma poszerzoną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie możliwości zastosowania kolektorów słonecznych w instalacjach c.o. oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej (uzyskane na wykładzie i ćwiczeniach audytoryjnych) - [K2_W03, K2_W04, K2_W07]</p> <p>5. 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 (uzyskane na wykładzie, ćwiczeniach audytoryjnych i projektowych) - [K2_W04, K2_W06, K2_W07]</p> <p>6. Student zna metody oceny obiektów budowlanych i instalacji energetycznych w cyklu życia wraz z oceną efektywności energetycznej i ekonomicznej inwestycji termomodernizacyjnych (uzyskane na wykładzie i ćwiczeniach audytoryjnych) - [K2_W04, K2_W06, K2_W07]</p> <p>7. Student zna obszary zastosowania i parametry kamer termograficznych oraz wpływ emisyjności powierzchni na wynik pomiarów termograficznych (uzyskane na wykładzie i ćwiczeniach laboratoryjnych) - [K2_W03, K2_W04]</p> <p>8. Student zna wpływ szczelności budynku na efektywną sprawność odzysku ciepła w instalacji ogrzewania powietrznego (uzyskane na wykładzie i ćwiczeniach laboratoryjnych) - [K2_W03, K2_W07]</p>
<p><b>Umiejętności:</b></p> <p>1. Student potrafi zaproponować koncepcję i rozwiązanie projektowe instalacji grzewczej i c.w.u. z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii wraz z doбором elementów przy pomocy profesjonalnych pakietów komputerowych (uzyskane na wykładzie i ćwiczeniach projektowych) - [K2_U01, K2_U18, K2_U19]</p> <p>2. Student umie wykonać ocenę energetyczno-ekologiczną zaprojektowanego złożonego układu instalacyjnego obliczyć charakterystyki przepływowe złożonych układów i instalacji z uwzględnieniem wpływ ściśliwości płynu (uzyskane na wykładzie, ćwiczeniach audytoryjnych i laboratoryjnych) - [K2_U01, K2_U09, K2_U14, K2_U18]</p> <p>3. Student potrafi zastosować urządzenie Minneapolis Blower Door wraz ze specjalistycznym oprogramowaniem do pomiaru szczelności powietrznej pomieszczenia (uzyskane na ćwiczeniach laboratoryjnych) - [K2_U01, K2_U08, K2_U09]</p> <p>4. Student umie obsługiwać kamerę termograficzną, wykorzysta specjalistyczne oprogramowanie do obróbki termogramów, zinterpretować i ocenić termogramy, ocenić stan izolacji przewodów oraz izolacji budynku na podstawie termogramów (uzyskane na ćwiczeniach laboratoryjnych) - [K2_U01, K2_U08, K2_U09]</p> <p>5. Student potrafi zaplanować i wykonać eksperyment: pomiar efektywności energetycznej pompy ciepła powietrze-powietrze (uzyskane na ćwiczeniach laboratoryjnych) - [K2_U01, K2_U08, K2_U09]</p>
<p><b>Kompetencje społeczne:</b></p> <p>1. Student rozumie potrzebę pracy zespołowej w rozwiązywaniu problemów teoretycznych i praktycznych (uzyskane na wykładzie, ćwiczeniach audytoryjnych, projektowych i laboratoryjnych) - [K2_K03]</p> <p>2. Student ma świadomość konieczności powtarzania czynności pomiarowych i oceny niepewności wyników pomiarów i obliczeń (uzyskane na wykładzie, ćwiczeniach audytoryjnych, projektowych i laboratoryjnych) - [K2_K05]</p> <p>3. Student widzi konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swoich kompetencji (uzyskane na wykładzie, ćwiczeniach audytoryjnych, projektowych i laboratoryjnych) - [K2_K01]</p>

### Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia

Wykład:

Egzamin pisemny (zaliczenie od 41%)(efekty: W3,W4,W5,W6,W7)

Ocena końcowa z egzaminu uwzględnia wynik egzaminu i ocenę cząstkową z ćwiczeń projektowych i laboratoryjnych(ocena nie mniejsza niż 4,5, stanowiąca dodatek 20 procentowy)

Ćwiczenia audytoryjne (efekty: U1,U9,U14,U18,K1,K3,K5):

są zaliczane na podstawie kolokwium zaliczeniowego z zadań (zaliczenie od 45%)

Ćwiczenia projektowe (efekty: U1,U18,K1,K3,K5):

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

Ćwiczenia laboratoryjne (efekty: U1,U8,U9,U14,U18,K1,K3,K5):

sprawdziany wejściowe

opracowanie i obrona indywidualna sprawozdań

### Treści programowe

Treści programowe:

Wykorzystanie energii słonecznej do przygotowania c.w.u. i ogrzewania budynków Aktywne systemy bezpośrednie i pośrednie do wykorzystania energii słonecznej. Budowa kolektora słonecznego płaskiego i próżniowego. Sprawność chwilowa i długoterminowa kolektora słonecznego. Równanie sprawności kolektora słonecznego. Charakterystyka technologiczna części składowych kolektorów. Powietrzne kolektory słoneczne ? charakterystyka i przykłady rozwiązań. Schematy układów słonecznych. Kryteria małych i dużych instalacji słonecznych. Zasady projektowania małych instalacji słonecznych. Rodzaje zasobników solarnych. Przykładowe rozwiązania i części składowe instalacji słonecznych do podgrzewania c.w.u. Duże instalacje słoneczne na cele c.o i c.w.u. z buforami i wymiennikami ładowania i rozładowania. Zasady projektowania i eksploatacji dużych instalacji solarnych. Projektowanie pola kolektorów. Sytuowanie i łączenie kolektorów. Określanie strumienia objętości, wymiarowanie i dobór pomp obiegu solariego. Stagnacja w instalacji słonecznej. Ciśnienie instalacji i chłodnica awaryjna. Określenie zasięgu pary Dobór naczynia schładzającego. Specyfika doboru naczynia wzbiorniczego dla instalacji słonecznej. Metoda f-chart analizy efektywności systemu solariego na cele c.o. i c.w.u.. Rodzaje biernych systemów słonecznych. Bilans energetyczny okna i przegrody z izolacją transparentną. Efektywność energetyczna systemu zysków bezpośrednich i pośrednich. Instalacje grzewczo-wentylacyjne współpracujące z odnawialnymi źródłami energii. Współpraca instalacji grzewczej z instalacją wentylacyjną i klimatyzacyjną, klimakonwektory. Ogniwa fotowoltaiczne-struktura złącza, dane techniczne, budowa modułu, podłączenie do sieci energetycznej, uproszczony dobór generatora PV. 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. Ocena efektywności ekonomicznej inwestycji termomodernizacyjnych. Określanie rocznych kosztów eksploatacji systemu ogrzewania i c.w.u. Wymiany i udoskonalenia instalacji w budynkach i ich efektywność energetyczna i ekonomiczna. Analizy zużycia energii użytkowej, końcowej i pierwotnej wybranych złożonych układów grzewczych. Ocena ekologiczno-energetyczna układów zaopatrzenia budynków w ciepło. Ocena ekonomiczna instalacji w oparciu o metodę kosztów globalnych. Modelowanie stanów termicznych budynków i instalacji. Przykłady zastosowania metody bilansów elementarnych. Instalacje parowe wysokiego i niskiego ciśnienia.

Tematy ćwiczeń laboratoryjnych:

1. Pomiar szczelności powietrznej pomieszczenia
2. Badania termowizyjne budynku, interpretacja i ocena termogramów
3. Pomiar autorytetu zaworu grzejnikowego, nastawianie zaworów regulacyjnych wodnej instalacji grzewczej.
4. Zaplanowanie i wykonanie eksperymentu: pomiar efektywności energetycznej pompy ciepła powietrze-powietrze

Metody kształcenia:

Wykład informacyjny z elementami konwersatoryjnymi, wykład z prezentacją multimedialną

Ćwiczenia metoda ćwiczeniowa

Projekt indywidualny, studium przypadku

Laboratorium - metoda laboratoryjna eksperymentu

**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, 2006

**Literatura 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**

Czynność	Czas (godz.)
----------	--------------

1. Udział w wykładach (godziny kontaktowe)	30
2. Udział w zajęciach audytoryjnych (godziny kontaktowe, praktyczne)	15
3. Udział w zajęciach laboratoryjnych (godziny kontaktowe, praktyczne)	15
4. Udział w zajęciach projektowych (godziny kontaktowe, praktyczne)	15
5. Przygotowanie do ćw. laboratoryjnych (praca samodzielna)	8
6. Dokończenie (w domu) sprawozdań z ćw. laboratoryjnych, obrona sprawozdania (praca samodzielna)	6
7. Obrona sprawozdania (godziny kontaktowe)	2
8. Przygotowanie do zaliczenia z ćwiczeń audytoryjnych (praca samodzielna)	10
9. Realizacja zajęć projektowych (praca samodzielna)	5
10. Udział w konsultacjach (godziny kontaktowe)	5
11. Przygotowanie się do egzaminu (praca samodzielna)	12
12. Obecność na egzaminie (godziny kontaktowe)	2
<b>Obciążenie pracą studenta</b>	
<b>forma aktywności</b>	<b>godzin</b>
<b>ECTS</b>	
Łączny nakład pracy	125
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	84
Zajęcia o charakterze praktycznym	45