

<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>2</b> Ćwiczenia: <b>-</b> Laboratoria: <b>1</b> Projekty/seminaria: <b>2</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>		Podział ECTS (liczba i %) <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>		
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>		
1. Student ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metod oceny zużycia energii w budynku - [K2_W03, K2_W04, K2_W07] 2. Student ma uporządkowaną wiedzę o trendach rozwojowych w obszarze związanym ze systemami ogrzewczymi oraz możliwościach zastosowania niskotemperaturowych źródeł ciepła - [K2_W04, K2_W05, K2_W07] 3. Student zna strukturę i elementy instalacji grzewczych i c.w.u. współpracujących z odnawialnymi źródłami energii w powiązaniu ze standardem energetycznym budynku - [K2_W04, K2_W05,] 4. Student ma poszerzoną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie możliwości zastosowania kolektorów słonecznych w instalacjach c.o. oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej - [K2_W03, K2_W04, K2_W07] 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 - [K2_W04, K2_W06,] 6. Student zna metody oceny obiektów budowlanych i instalacji energetycznych w cyklu życia wraz z oceną efektywności energetycznej i ekonomicznej inwestycji termomodernizacyjnych - [K2_W04, K2_W06,] 7. Student zna obszary zastosowania i parametry kamer termograficznych oraz wpływ emisyjności powierzchni na wynik pomiarów termograficznych - [K2_W03, K2_W04, ] 8. Student zna wpływ szczelności budynku na efektywną sprawność odzysku ciepła w instalacji ogrzewania powietrznego - [K2_W03, K2_W07]		

<b>Umiejętności:</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>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 - [K2_U01, K2_U18]</li><li>2. Student umie wykonać ocenę energetyczno-ekologiczną zaprojektowanego złożonego układu instalacyjnego obliczyć charakterystyki przepływowe złożonych układów i instalacji z uwzględnieniem wpływ ściśliwości płynu - [K2_U01, K2_U09, K2_U14, K2_U18]</li><li>3. Student potrafi zastosować urządzenie Minneapolis Blower Door wraz ze specjalistycznym oprogramowaniem do pomiaru szczelności powietrznej pomieszczenia - [K2_U01, K2_U08, K2_U09]</li><li>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 - [K2_U01, K2_U08, K2_U09]</li><li>5. Student potrafi zaplanować i wykonać eksperyment: pomiar efektywności energetycznej pompy ciepła powietrze-powietrze - [K2_U01, K2_U08, K2_U09]</li><li>6. Student rozumie potrzebę pracy zespołowej w rozwiązywaniu problemów teoretycznych i praktycznych. - [K2_K03]</li></ol>
<b>Kompetencje społeczne:</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Student rozumie potrzebę pracy zespołowej w rozwiązywaniu problemów teoretycznych i praktycznych. - [K2_K03]</li><li>2. Student ma świadomość konieczności powtarzania czynności pomiarowych i oceny niepewności wyników pomiarów i obliczeń - [K2_K05]</li><li>3. Student widzi konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swoich kompetencji - [K2_K01]</li></ol>

<b>Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia</b>
<p>Wykład Egzamin pisemny uzupełniony w przypadkach wątpliwych egzaminem ustnym. Ocena końcowa z egzaminu uwzględnia wynik egzaminu i oceny cząstkowe z ćwiczeń projektowych i laboratoryjnych.</p> <p>Ćwiczenia projektowe projekt złożonego systemu grzewczego i c.w.u. wykorzystującego odnawialne źródła energii wykonany z wykorzystaniem profesjonalnych pakietów obliczeniowych oraz implementacji indywidualnych obrona ustna projektu premiowanie systematyczności i terminowości.</p> <p>Ćwiczenia laboratoryjne: sprawdziany wejściowe, opracowanie i obrona indywidualna sprawozdań.</p>
<b>Treści programowe</b>

Wykorzystanie energii słonecznej do przygotowania c.w.u. i ogrzewania budynków. Budowa i zasada działania kolektorów cieczowych i powietrznych. Właściwości eksploatacyjne elementów kolektorów słonecznych. Sprawność kolektorów słonecznych. 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 solarnego. Stagnacja w instalacji słonecznej. Ciśnienie instalacji i chłodnica awaryjna. Określenie zasięgu pary. Określenie mocy naczynia schładzającego. Specyfika doboru naczynia wzbiorczego dla instalacji słonecznej. Metoda f-chart analizy efektywności systemu solarnego 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. Modernizacje instalacji w budynkach termomodernizowanych i ich efektywność energetyczna. Analizy zużycia energii użytkowej, końcowej i pierwotnej wybranych złożonych układów grzewczych. Modernizacje instalacji w budynkach termomodernizowanych i ich efektywność energetyczna i ekonomiczna. 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

#### 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:	30
2. Udział w zajęciach laboratoryjnych	15
3. Udział w zajęciach projektowych:	30
4. Przygotowanie do ćw. laboratoryjnych:	7
5. Dokończenie (w domu) sprawozdań z ćw. laboratoryjnych, obrona sprawozdania:	7
6. Udział w konsultacjach związanych z realizacją projektu, ćw. laboratoryjnych, ćw. audytoryjnych (zakładamy, że student korzysta z 5 konsultacji):	5
7. Realizacja zajęć projektowych (praca własna w domu, w tym np. zainstalowanie i opanowanie oprogramowania):	30
8. Przygotowanie się do egzaminu i obecność na egzaminie:	30

<b>Obciążenie pracą studenta</b>		
<b>forma aktywności</b>	<b>godzin</b>	<b>ECTS</b>
Łączny nakład pracy	155	5
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	80	2
Zajęcia o charakterze praktycznym	90	3