

## WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

## KARTA PRZEDMIOTU

|  |   |
|--|---|
| <b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>    | Energooszczędna wentylacja i klimatyzacja         |
| <b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b> | Energy-efficient ventilation and air-conditioning |
| <b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>     | Energetyka  |
| <b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>          | Chłodnictwo, Ciepłownictwo i Klimatyzacja         |
| <b>Poziom i forma studiów:</b>               | II stopień, stacjonarna                           |
| <b>Rodzaj przedmiotu:</b>                    | wybieralny/specjalnościowy                        |
| <b>Kod przedmiotu:</b>                       | W09ENG-SM0010                                     |
| <b>Grupa kursów:</b>                         | Nie   |

|   | Wykład  | Ćwiczenia | Laboratorium        | Projekt | Seminarium          |
|---|---------|-----------|---------------------|---------|---------------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)                                       | 30      |           | 15                  |         | 15                  |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)                                   | 60      |           | 30                  |         | 30                  |
| Forma zaliczenia  | egzamin |           | zaliczenie na ocenę |         | zaliczenie na ocenę |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |         |           |                     |         |                     |
| Liczba punktów ECTS   | 2       |           | 1                   |         | 1                   |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)                 |         |           | 1                   |         | 1                   |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU) | 1       |           | 0,75                |         | 0,75                |

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Znajomość podstaw mechaniki płynów, wymiany ciepła

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Zapoznanie studentów z danymi klimatycznymi, promieniowaniem słonecznym i ochroną przed jego nadmiarem w budownictwie energooszczędnym i pasywnym
- C2 – Zapoznanie studentów ze współczesnymi technologiami budowlanymi pod kątem ich wpływu na relacje energetyczne budynku
- C3 – Zapoznanie studentów z pasywnymi i aktywnymi metodami utrzymania komfortu cieplnego w budynkach
- C4 – Zapoznanie studentów z technologiami wykorzystania roślin dla potrzeb ochrony cieplnej budynków
- C5 – Wytworzenie u studentów umiejętności planowania i przeprowadzania badań eksperymentalnych w zakresie urządzeń wentylacyjnych i klimatyzacyjnych
- C6 – Wytworzenie u studentów umiejętności pozyskania i przedstawiania w zwarty sposób opracowań oraz informacji na temat energooszczędnych systemów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – ma szczegółową wiedzę związaną z zagadnieniami techniki klimatyzacyjnej,

PEK\_W02 – ma szczegółową wiedzę związaną z budową systemów wentylacyjnych, klimatyzacyjnych,

PEK\_W03 – ma szczegółową wiedzę związaną z także posiada wiedzę niezbędną do zrozumienia pozatechnicznych uwarunkowań działalności dotyczącej komfortu cieplnego

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 –potrafi planować i przeprowadzać badania eksperymentalne, w tym pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski odnośnie pracy systemów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych

PEK\_U02 –potrafi pozyskać i przedstawić w zwarty sposób opracowanie oraz informacje na temat systemów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, przedstawić prezentację ustną dotyczącą szczegółowych zagadnień wentylacyjnych i klimatyzacyjnych; potrafi dokonać oceny i formułować wnioski do przedstawianych opinii odnośnie konstrukcji i eksploatacji urządzeń wentylacyjnych i klimatyzacyjnych; potrafi formułować wnioski wynikające z przeprowadzonych symulacji pracy systemów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych

### TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć - wykład |  | Liczba godzin |
|----------------------|--|---------------|
| Wy1                  | Wprowadzenie, opis wymogów kursu                         | 2             |
| Wy2                  | Pomiary i wykorzystanie danych klimatycznych             | 2             |
| Wy3                  | Budownictwo energooszczędne                              | 2             |
| Wy4                  | Oslony przeciwsłoneczne budynków                         | 2             |
| Wy5                  | Współczesne technologie budowlane cz. 1                  | 2             |
| Wy6                  | Współczesne technologie budowlane cz. 2                  | 2             |
| Wy7                  | Współczesne technologie budowlane cz. 3                  | 2             |
| Wy8                  | Pasywne metody utrzymania komfortu cieplnego w budynkach | 2             |
| Wy9                  | Gruntowe wymienniki ciepła                               | 2             |
| Wy10                 | Odzysk ciepła wentylacji cz.1                            | 2             |
| Wy11                 | Odzysk ciepła wentylacji cz.2                            | 2             |
| Wy12                 | Klimatyzacje z napędem solarnym cz. 1                    | 2             |
| Wy13                 | Klimatyzacje z napędem solarnym cz. 2                    | 2             |
| Wy14                 | Szczelność pneumatyczna budynków                         | 2             |
| Wy15                 | Zielone dachy i elewacje                                 | 2             |
|                      | Suma godzin  | <b>30</b>     |

| Forma zajęć - laboratorium |                               | Liczba godzin |
|----------------------------|-------------------------------|---------------|
| La1                        | Wprowadzenie, zasady BHP      | 1             |
| La2                        | Oziębianie izentalpowe        | 2             |
| La3                        | Osuszanie powietrza           | 2             |
| La4                        | Montaż i obróbka instalacji   | 2             |
| La5                        | Klimatyzator typu split       | 2             |
| La6                        | Klimatyzator typu multi-split | 2             |

|     |                                |   |
|-----|--------------------------------|---|
| La7 | Rekuperator ciepła wentylacji  | 2 |
| La8 | Regenerators ciepła wentylacji | 2 |
|     | Suma godzin                    |   |

| Forma zajęć - seminarium |  | Liczba godzin |
|--------------------------|--|---------------|
| Se1                      | Wprowadzenie, zasady poprawnej prezentacji, rozdanie tematów   | 1             |
| Se2                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stacje pomiarów meteorologicznych, wyposażenie pomiarowe, rodzaje, dostępność danych</li> <li>• Osłony przeciwsłoneczne typu szkło pochłaniające promieniowanie podczerwone, przegląd dostępnych technologii,</li> <li>• Osłony przeciwsłoneczne typu szkło z powłokami odbijającymi, przegląd dostępnych technologii,</li> <li>• Osłony przeciwsłoneczne typu szkło z powłokami półprzepuszczalnymi naklejanymi lub tkaninowymi, przegląd dostępnych technologii,</li> <li>• Osłony przeciwsłoneczne typu rolety aluminiowe, przegląd dostępnych technologii, montaż, ceny</li> <li>• Osłony przeciwsłoneczne typu fasadowe typu żaluzje stałe, przegląd dostępnych technologii, montaż, ceny</li> <li>• Osłony przeciwsłoneczne typu fasadowe typu żaluzje opuszczane, przegląd dostępnych technologii, montaż, ceny</li> <li>• Osłony przeciwsłoneczne typu markizy, przegląd dostępnych technologii, montaż, ceny</li> </ul>  | 2             |
| Se3                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiały izolacji cieplnych – styropian, rodzaje, gęstości, przegląd dostępnych technologii montażu, ceny</li> <li>• Materiały izolacji cieplnych – wełna mineralna, rodzaje, gęstości, przegląd dostępnych technologii, ceny</li> <li>• Materiały izolacji cieplnych – poliuretan natryskowy, rodzaje, gęstości, przegląd dostępnych technologii, ceny</li> <li>• Materiały izolacji cieplnych do montażu poniżej poziomu gruntu, rodzaje, technologie, ceny</li> <li>• Materiały izolacji cieplnych do wdmuchiwania w puste przestrzenie, rodzaje, technologie, ceny</li> <li>• Materiały izolacji cieplnych o pochodzeniu naturalnym: wełna drzewna, wełna, korek i inne, rodzaje, technologie, ceny</li> <li>• Materiały izolacji cieplnych typu spiekanego i lekkiego: keramzyt, perlit, szkło piankowe, aerożele, rodzaje, technologie, ceny</li> <li>• Materiały izolacji cieplnych: panele próżniowe VIP, rodzaje, technologie, ceny</li> <li>• Membrany paroprzepuszczalne i folie paroizolacyjne w technologiach dachów skośnych, materiały, technologie, ceny</li> <li>• Technologie okien zespolonych, rodzaje, materiały, wypełnienia, przegląd dostępnych technologii, ceny</li> </ul> | 2             |
| Se4                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rekuperatory ciepła wentylacji typu płytowo-krzyżowego, przegląd dostępnych technologii, urządzeń wydajności, ceny</li> <li>• Rekuperatory ciepła wentylacji typu płytowo-przeciwprądowego, przegląd dostępnych technologii, urządzeń wydajności, ceny</li> <li>• Rekuperatory ciepła wentylacji typu zwijanego, przegląd dostępnych technologii, urządzeń wydajności, ceny</li> <li>• Rekuperatory ciepła wentylacji z obiegiem chłodniczym, przegląd dostępnych technologii, urządzeń wydajności, ceny</li> <li>• Rekuperatory wentylacji, stosowane zabezpieczenia przeciwko zamarzaniu wymienników: by-pass, nagrzewnice elektryczne,</li> </ul>  | 2             |

|     |  |   |
|-----|--|---|
|     | wyłączanie wentylatorów, inne  |   |
| Se5 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stacjonarne regeneratory ciepła wentylacji, przegląd dostępnych technologii, urządzeń, wydajności, ceny</li> <li>• Obrotowe regeneratory ciepła wentylacji, przegląd dostępnych technologii, urządzeń, wydajności, ceny</li> <li>• Oziębiacze izentalpowe powietrza, przegląd dostępnych technologii, urządzeń, wydajności, ceny</li> <li>• Osuszacze powietrza, przegląd dostępnych technologii, urządzeń, wydajności, ceny</li> </ul>   | 2 |
| Se6 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruntowe wymienniki ciepła typu rurowego, przegląd dostępnych technologii, wydajności, ceny</li> <li>• Gruntowe wymienniki ciepła typu płytowego, przegląd dostępnych technologii, wydajności, ceny</li> <li>• Gruntowe wymienniki ciepła typu żwirowego, przegląd dostępnych technologii, wydajności, ceny</li> <li>• Gruntowe wymienniki ciepła typu glikolowego, przegląd dostępnych technologii, wydajności, ceny</li> </ul>  | 2 |
| Se7 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klimatyzacje z napędem solarnym typu absorpcyjnego, przegląd dostępnych technologii, wydajności,</li> <li>• Klimatyzacje z napędem solarnym typu adsorpcyjnego, przegląd dostępnych technologii, wydajności,</li> <li>• Klimatyzacje z napędem solarnym typu strumieniowego, przegląd dostępnych technologii, wydajności,</li> <li>• Klimatyzacje z napędem solarnym typu nawilżeniowo-odwilżeniowego, przegląd dostępnych technologii, wydajności,</li> <li>• Klimatyzacje z napędem solarnym typ fotowoltaicznego, przegląd dostępnych technologii, wydajności</li> </ul>   | 2 |
| Se8 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zielone dachy, przegląd technologii dla dachów płaskich, rozwiązania techniczne, przykłady krajowe i zagraniczne, rodzaje roślin</li> <li>• Zielone dachy, przegląd technologii dla dachów nachylonych, rozwiązania techniczne, przykłady krajowe i zagraniczne, rodzaje roślin</li> <li>• Zielone elewacje, przegląd technologii, rozwiązania techniczne, przykłady krajowe i zagraniczne, rodzaje roślin</li> <li>• Zielone dachy typu ekstensywnego, przykłady krajowe i zagraniczne, rodzaje roślin</li> <li>• Zielone osłony z wykorzystaniem roślin pnących, przykłady krajowe i zagraniczne, rodzaje roślin</li> </ul> | 2 |
|     | Suma godzin  |   |

| STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE                               |
|---|
| N1. Wykład informacyjny<br>N2. Seminarium<br>N3. Laboratorium |

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|--------------------------|---|
| P (Wykład)   | PEK_W01-PEK_W03,         | Egzamin pisemny                             |

|  |         |   |
|--|---------|---|
| Laboratorium<br>P=średnia z F1, F2, ... F7 | PEK_U01 | Zaliczenie siedmiu zajęć laboratoryjnych z ocenami formującymi F1, F2, ... F7 |
| Seminarium<br>P=średnia z F1, F2           | PEK_U02 | Prowadzenie dwóch prezentacji seminaryjnych z ocenami formującymi F1, F2      |

## **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Słyś D., Kordana S., Odzysk ciepła odpadowego w instalacjach i systemach kanalizacyjnych, KaBe, 2013
- [2] Pawiłoć i inni, Odzysk ciepła w systemach wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, Masta, 1999
- [3] Staniszewski D., Targański W., Odzysk ciepła w instalacjach chłodniczych i klimatyzacyjnych, Masta 2007
- [4] Sowiński M., Wołoszyn E., Meteorologia i klimatologia w zarysie, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej 2013
- [5] Ślusarek J., Rozwiązania strukturalno-materiałowe balkonów, tarasów i dachów zielonych, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2010
- [6] Feist W. i inni., Podstawy budownictwa pasywnego, Nowator 2012
- [7] Szajda-Birnfeld E., Zielone dachy, zrównoważona gospodarka wodna na terenach zurbanizowanych, Wrocławski Uniwersytet Przyrodniczy, 2012
- [8] miesięcznik „Wentylacja i Klimatyzacja”
- [9] miesięcznik „Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja”

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [10] Jones P., Klimatyzacja. Arkady 2001
- [11] Ullrich H.J., Technika klimatyzacyjna, Masta 2001
- [12] Muneer, T., Solar Radiation & Daylight Models, Archicetural Press, 1997,
- [13] Vignola F. et al., Solar and Infrared Radiation Measurments, CRC Press, 2012
- [14] Zhang L-Z., Total Heat Recovery, Nova 2009
- [15] Stein B., Reynolds J.S., Mechanical and Electrical Equipment for Bulidings, Wiley, 2000
- [16] Lechner N., Heating Cooling Lighting, Wiley, 2009
- [17] Kohlenbach P., Jacob U., Solar cooling, Earthscan, 2010
- [18] Karellas S., et al., Solar Cooling Technologies, CRC Press 2016
- [19] Henning H.M. et. al., Solar Cooling Handbook, SHC 2012
- [20] Weiss W. Solar Heating Systems for Houses, IEA 2003
- [21] Eicker U., Solar Technologies for Buildings, Wiley 2001
- [22] Kreider J.F. Heating and Cooling of Bulidings, McGrawHill 2002

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

dr hab. inż. Jacek Kasperski, jacek.kasperski@pwr.edu.pl