

Nazwa przedmiotu: **OGRZEWNICTWO, WENTYLACJA I KLIMATYZACJA**

1. Wydział: **Inżynierii Środowiska i Geodezji**
2. Kierunek studiów: **Inżynieria Środowiska**
3. Rodzaj i stopień studiów: **studia I stopnia, inżynierskie, stacjonarne**
4. Specjalność: **Inżynieria Sanitarna**
5. Nazwa przedmiotu: **Ogrzewnictwo, wentylacja i klimatyzacja I**
6. Kategoria przedmiotu: **kierunkowy**
7. Rok studiów **3**, semestr **5**
8. Liczba godzin ogółem **45 h**, liczba punktów ECTS **4**
9. Liczba godzin wykładów **15 h**, liczba godzin ćwiczeń **30 h** (rodzaj ćwiczeń –**projektowe**).
10. Prowadzący: **dr hab. inż. Jan Radoń**
11. Forma zaliczenia: **egzamin**
12. Cel przedmiotu

Właściwy mikroklimat w budynkach mieszkalnych i do produkcji rolniczej jest celem działalności projektowej, realizacyjnej i eksploatacyjnej, a także ich sprawdzianem oraz miernikiem poziomu cywilizacyjnego i kultury technicznej wsi. Podstawową rolę w kształtowaniu mikroklimatu pełni ogrzewnictwo, wentylacja i klimatyzacja. Celem nauczania przedmiotu są podstawowe wiadomości konieczne do przeprowadzenia analiz w zakresie uwarunkowań higienicznych, klimatycznych, budowlanych i technologicznych w projektowaniu oraz wykonawstwie instalacji grzewczych, wentylacyjnych i klimatyzacyjnych pomieszczeń. W oparciu o uzyskaną wiedzę absolwent jest przygotowany do projektowania oraz instalacji systemów grzewczych i klimatyzacyjnych z wykorzystaniem najnowszych osiągnięć techniki.

13. Wymagane wiadomości (przedmioty poprzedzające): fizyka, meteorologia i klimatologia, materiałoznawstwo, budownictwo i konstrukcje inżynierskie, termodynamika, inżynieria elektryczna
14. Streszczenie programu (główna zawartość)

Komfort cieplny pomieszczeń, wymagania i wskaźniki. Charakterystyka czynników kształtujących mikroklimat w budynkach mieszkalnych i do produkcji rolniczej. Wewnętrzne i zewnętrzne źródła ciepła i wilgoci oraz emisja zanieczyszczeń gazowych. Wyznaczenie ilości powietrza wentylacyjnego z bilansu masy pary wodnej i zanieczyszczeń gazowych. Bilans cieplny budynku ogrzewanego, wyznaczenie strat ciepła przez przegrody zewnętrzne i strat wentylacyjnych. Obliczenie normowego zapotrzebowania na moc cieplną oraz ilości ciepła do ogrzewania budynku. Nośniki energii, wytwarzanie i przesyłanie ciepła, systemy grzewcze, emisja szkodliwych gazów do atmosfery. Wentylacja naturalna i mechaniczna. Odzysk ciepła wentylacyjnego, rekuperacja. Systemy wentylacji, obliczanie przewodów wentylacyjnych. Przygotowanie powietrza w centrali klimatyzacyjnej. Dobór urządzeń grzewczych, wentylacyjnych i klimatyzacyjnych.

15. Program przedmiotu z rozplanowaniem godzinowym

– Wykłady (15 godz.)

1. Komfort cieplny pomieszczenia, wymagania. Wskaźniki komfortu. Ogólne uwarunkowania budowlane, użytkowe i klimatyczne mające wpływ na kształtowanie się mikroklimatu pomieszczeń. Wyznaczenie stacjonarnych przepływów ciepła przez przegrody zewnętrzne (ściany, okna, drzwi, stropy). 2 godz.
2. Wyznaczenie zysków ciepła od słońca oraz zysków wewnętrznych od ludzi i urządzeń. Teoretyczna i rzeczywista wartość współczynnika wykorzystania zysków ciepła wg normy EN ISO 13790. 2 godz.
3. Entalpia wilgotnego powietrza. Bilans masy i energii powietrza wentylacyjnego, wielkość wentylacyjna. Psychrometria powietrza w przemianach wentylacyjnych. Wykorzystanie diagramu Moliera. 2 godz.
4. Bilans cieplny budynku. Obliczenie zapotrzebowania ciepła netto do ogrzewania. Wyznaczenie normowego zapotrzebowania na moc cieplną. Dobór mocy urządzenia grzewczego. 2 godz.
5. Tradycyjne nośniki energii (paliwa stałe, ciekłe i gazowe). Ciepło spalania i wartość opałowa. Rodzaj i ilość wydzielanych spalin. Wytwarzanie i przesył energii. Bilans cieplny kotła. Straty przesyłowe, energia końcowa. 2 godz.
6. Wentylacja grawitacyjna. Wymagania odnośnie budowy i rozmieszczenia przewodów dymowych i wentylacyjnych. Projektowanie wentylacji mechanicznej. Klasyfikacja, charakterystyka i zasady doboru urządzeń do wentylacji (przewody nawiewne i wywiewne, deflektory, wentylatory, czerpnie i wyrzutnie powietrza, rozprowadzenie powietrza, nawiewniki). Wymiarowanie kanałów wentylacyjnych. 2 godz.
7. Odzysk ciepła wentylacyjnego, rekuperacja. Zastosowanie gruntowo-powietrznych wymienników ciepła. 1 godz.
8. Chłodzenie, nawilżanie i osuszanie powietrza. Klimatyzatory monoblokowe i rozdzielone. Centrale klimatyzacyjne. Dobór urządzeń na podstawie bilansu ciepła i masy powietrza wentylacyjnego. 2 godz.

– Ćwiczenia (30 godz.)

1. Omówienie tematu ćwiczenia projektowego część I. Obliczenie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku. Przyjęcie danych projektowych: budynek i lokalizacja (strefa klimatyczna). 2 godz.
2. Przyjęcie strefy ogrzewanej dla zadanego budynku. Określenie powierzchni, budowy i orientacji przegród zewnętrznych. Wyznaczenie współczynnika U dla poszczególnych przegród. Obliczenie strat transmisyjnych i wsp. H_T dla budynku z wykorzystaniem normy EN ISO 6946. 2 godz.
3. Obliczenia strat wentylacyjnych budynku H_v jako przyrostu entalpii wilgotnego powietrza oraz według normy PN-B-02025. Wyznaczenie całkowitych strat ciepła (wsp. H dla całego budynku). 2 godz.

- | | | |
|-----|--|---------|
| 4. | Obliczenie wielkości wewnętrznych zysków ciepła jawnego (od ludzi, oświetlenia, gotowania, urządzeń technicznych itp.). Wyznaczenie zysków zewnętrznych ciepła od promieniowania słonecznego. | 2 godz. |
| 5. | Obliczenie współczynnika wykorzystania wewnętrznych i zewnętrznych źródeł ciepła. Sporządzenie bilansu cieplnego budynku. Obliczenie zapotrzebowania ciepła na ogrzewanie wg normy EN ISO 13790 oraz obliczeniowej mocy cieplnej urządzenia grzewczego. | 2 godz. |
| 6. | Kolokwium z obliczenia bilansu cieplnego budynku i zapotrzebowania na ciepło. | 2 godz. |
| 7. | Wycieczka dydaktyczna do centrum szkoleniowego firmy Vaillant w Krakowie. Prezentacja kotłów kondensacyjnych (budowa i zasada działania) oraz instalacji grzewczych opartych na kotłach kondensacyjnych. | 2 godz. |
| 8. | Korekta ćwiczenia projektowego, część I. Omówienie tematu ćwiczenia projektowego część II. Opracowanie koncepcji klimatyzacji wybranego pomieszczenia w warunkach letnich i zimowych. Obliczenie przewodu wentylacyjnego doprowadzającego powietrze wentylacyjne do klimatyzowanego pomieszczenia. | 2 godz. |
| 9. | Emisja pary wodnej w pomieszczeniu. Zawartość wilgoci w powietrzu wewnętrznym i zewnętrznym. Obliczenie bilansu pary wodnej dla zadanego pomieszczenia. Określenia wymagań wydajności osuszania lub nawilżania dla urządzenia klimatyzacyjnego. | 2 godz. |
| 10. | Emisja dwutlenku węgla w pomieszczeniu. Zawartość zanieczyszczeń gazowych w powietrzu zewnętrznym i wewnętrznym. Wyznaczenie wymiany powietrza wg kryterium dwutlenku węgla dla zadanego pomieszczenia. | 2 godz. |
| 11. | Wykonanie obliczeń i wymiarowanie przewodów wentylacyjnych. Dobór elementów systemu (przewody nawiewne i wywiewne, deflektory, wentylatory, czerpnie i wyrzutnie powietrza, nawiewniki). | 2 godz. |
| 12. | Wycieczka dydaktyczna do firmy FRAPOL zajmującej się projektowaniem, produkcją i montażem systemów klimatyzacyjnych. Zwiedzenie zakładu i laboratorium. | 2 godz. |
| 13. | Sporządzenie bilansu ciepła dla zadanego pomieszczenia. Obliczenie mocy grzania w zimie i chłodzenia w lecie dla zadanego pomieszczenia. Dobór klimatyzatora typu monoblokowego lub rozdzielonego (typu split). | 2 godz. |
| 14. | Kolokwium z równań bilansowych. Wyliczenie masy, objętości i krotności wymiany powietrza wg kryterium pary wodnej i CO ₂ . Określenie wielkości nawilżania wzgl. osuszania oraz mocy grzania lub chłodzenia powietrza wentylacyjnego. | 2 godz. |
| 15. | Zaliczenie ćwiczeń projektowych. Zaliczenie przedmiotu. | 2 godz. |
-
16. Zalecana literatura
- Książki
1. Recknagel-Sprengel. Ogrzewanie i klimatyzacja. Arkady, Warszawa, 1976 i wznowienia.

2. Marian Rubik i inni. Centralne ogrzewanie, wentylacja, ciepła i zimna woda oraz instalacje gazowe w budynkach jednorodzinnych. Poradnik. Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie”. Warszawa 2000.
3. W., P. Jones. Klimatyzacja. Arkady, Warszawa 2001.
4. Wolski L.: Mikroklimat w budynkach inwentarskich. PWN, Warszawa, 1988.

Normy:

1. PN-82/B-02402. Ogrzewnictwo. Temperatuty ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.
2. PN-82/B-02403. Ogrzewnictwo. Temperatuty obliczeniowe zewnętrzne.
3. EN ISO 13790, 2004. Ciepłne właściwości budynków. Obliczenie zużycia energii do ogrzewania.
4. PN-B-02025: 2001. Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego.
5. PN-76/B-03420 Wentylacja i klimatyzacja - Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego.
6. PN-78/B-03421 Wentylacja i klimatyzacja - Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach przeznaczonych do stałego przebywania ludzi.
7. PN-EN ISO 6946. Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.

Czasopisma:

8. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja (miesięcznik).

17. Uzyskane umiejętności

Wiedza o kształtowaniu właściwego mikroklimatu pomieszczeń. Ocena wpływu uwarunkowań budowlano konstrukcyjnych budynku (kubatura, orientacja, izolacja cieplna przegród), położenia (klimatu) jak również sposobu użytkowania budynku na wielkość zapotrzebowania ciepła do ogrzewania. Umiejętność wyznaczenia ilości ciepła do ogrzewania i mocy urządzeń wytwarzających ciepło. Wiedza o metodach wytwarzania i przesyłania ciepła, nośnikach energii, kotłach oraz elementach instalacji grzewczej. Znajomość zmian właściwości powietrza w procesie wentylacyjnym. Umiejętność budowy i rozwiązywania równań bilansowych ciepła, wilgoci i domieszek gazowych i określenie na ich podstawie wymagań odnośnie systemu wentylacyjnego. Opracowanie koncepcji optymalnego rozwiązania wentylacji i klimatyzacji w zależności od rodzaju i przeznaczenia pomieszczeń. Umiejętność wymiarowania i doboru urządzeń.

18. Opublikowany dorobek prowadzących przedmiot w tym zakresie

1. Radoń J., Werner H. 1992. Quantifizierung des Solar-Ausnutzungsgrades zur Berechnung des Heizenergiebedarfs von Gebäuden. Bauphysik, Heft 1, Berlin 1992. s.7-11.
2. Bieda W., Nowakowski N., Radoń J. 1994. Wpływ konstrukcji budynku i kotła c.o. na wielkość emisji szkodliwych gazów. Mat. z III Konferencji Naukowo-Technicznej na temat ‘Ochrona środowiska naturalnego - niekonwencjonalne źródła energii’, WSWI Wrocław 22 - 23.09.1994, s. 24 - 30.
3. Radoń J. 1997. Obliczenia aktywnych zysków ciepła w ścianie z przezroczystą izolacją cieplną. Międzynarodowa Konferencja Naukowa: Aktualne problemy fizyki

- budowli w budownictwie wiejskim. Kraków 13-14.11.1997. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie Nr 317, Sesja Naukowa Zeszyt 49, s.93-102.
4. Bieda W., Radoń J. 1998. Koncepcja kurnika-brojlerni ogrzewanego energią słoneczną. *Magazyn Drobiarstwo* 2/98, Vol. 3 nr 15, s. 14 - 16.
 5. Bieda W., Radoń J. 1998. Non-conventional energy sources for heating hen houses. *International Conference on Rational Tendencies Within the Building up of Agricultural Objects*. Nitra 13.08.1998, s.23 - 28.
 6. Bieda W., Radoń J., Mielec B. 1998. Wpływ konstrukcji ściany z przezroczystą izolacją cieplną na działanie systemu do pasywnego pozyskiwania promieniowania słonecznego. *Warstwy (kwartalnik)* 10-12/1998, s. 98 – 101.
 7. Radoń J., Bieda W. 1999. Optimisation calculations of hybrid wall for active and passive solar utilisation in agriculture. *International Conference AgEnergy 99*, Athens – Greece, 1999, vol. 2, s. 427 – 434.
 8. Bieda W., Radoń J., Mielec B. 1999. The optimum structure of the wall with transparent heating insulation. *Acta Technologica Agriculturae* No. 1/1999, Slovak Agricultural University in Nitra, Slovakia, s. 2-4.
 9. Bieda W., Radoń J., Mielec B. 1999. Przebieg strumienia ciepłego w ścianach z przezroczystą izolacją cieplną. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie* nr 355, 1999 r., *Inżynieria Środowiska* z. 19, s. 165 – 174.
 10. Radoń J. 2000. Passive und aktive Nutzung solarer Wärme mit HTWD-Außenwänden für Ställe zur Tierhaltung in der Landwirtschaft. DFG-Forschungsprogramm Bauphysik der Außenwände, Schlußbericht. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2000, s. 85 – 107.
 11. Radoń J., Bieda W. 2000. Optimisation of a hybrid wall for solar utilisation in agriculture. *CIGR, E-Journal*, Volume II, September 2000 (<http://www.cigr.org/>).
 12. Radoń J., Bieda W. 2002. Koncepcja ściany hybrydowej z przezroczystą izolacją cieplną do aktywnego pozyskiwania energii promieniowania słonecznego. XIV Ogólnopolska Konferencja Naukowo – Techniczna „Wentylacja, Klimatyzacja i Energetyka cieplna w Budownictwie Ogólnym. Zakopane-Kościelisko, 9-11.10. 2002. Materiały konferencyjne, s. 381 – 390.
 13. Bieda W., Radoń J., Herbut E. 2004. Tubular recuperator with a solar collector for recovery of heat from poultry house exhaust air. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities (EJPAU)*. *Agricultural Engineering*, Vol. 7, Issue 2, <http://www.ejpau.media.pl/series/volume7/issue2/engineering/art-04.html>.
 14. Radoń J. 2005. Opracowanie i walidacja modelu obliczeniowego mikroklimatu pomieszczeń w ramach projektu „IEA Annex 41”. *Fizyka Budowli w Teorii i Praktyce*, Sekcja Fiz. Bud. KILiW PAN, Tom I, s.281–289, ISSN 1734-4891.
 15. Bieda W., Radoń J. 2005. Rekuperator do odzysku ciepła z wentylacji brojlerni. *Budownictwo Wiejskie* 1/2005, s. 52–53.
 16. Radoń J. 2006. Ocena energetyczna budynków mieszkalnych za pomocą programu komputerowego „Epass-Helena. *Czasopismo Techniczne „B”*, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, z.5-B/2006(rok 103), ISSN 0011-4561, s.515-522.
 17. Radoń J., Skrodzki J. 2007. Analiza opłacalności termomodernizacji budynku. *Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja*, ISSN 0137-3676, Nr 11(452), 11/2007, s.61-62.