**Nazwa przedmiotu:**

Fizyka budynków

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Piotr Narowski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria Środowiska

**Grupa przedmiotów:**

Kierunkowe i Specjalizacyjne

**Kod przedmiotu:**

1110-ISCOG-ISP-4302

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

Wykłady: 15h, ćwiczenia projektowe: 15h, zapoznanie z literaturą: 10h, przygotowanie do kolokwium: 10h, samodzielne zadania obliczeniowe: 20h, przygotowanie do egzaminu: 20h. Razem: 90

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

1,5

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

nie dotyczy

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 15h |
| Ćwiczenia: | 15h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Znajomość podstaw fizyki, znajomość podstaw termodynamiki, znajomość podstaw wymiany ciepła

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Opanowanie przez studenta teoretycznej i praktycznej znajomości podstawowych pojęć i wybranych zagadnień dotyczących: wymiany ciepła i masy w przegrodach budowlanych, bilansu energetycznego budynków mieszkalnych. Kurs daje podstawową wiedzę na temat mechanizmów przenoszenia ciepła: przewodzenia, konwekcji i promieniowania, a także w tworzeniu bilansów ciepła budynków. Kurs zapewni biegłość w analizie warunków cieplnych całych budynków i elementów budowlanych. Kurs umożliwia studentom zrozumienie i stosowanie metod obliczeniowych dla stacjonarnych, jedno- i wielowymiarowych przepływów ciepła, w tym modeli elementów budowlanych. Przedmiot przygotowuje do przedmiotu na studiach drugiego stopnia – Fizyka Budynków 2.

**Treści kształcenia:**

Elementy budowlane – Opór cieplny i współczynniki przenoszenia ciepła - Metoda obliczania. Obliczanie wartości współczynnika przenikania U dla elementów budowlanych, Rozwiązywanie problemów z przepływu wilgoci poprzez elementy budynku, Obliczanie przepływu ciepła w całym budynku z wykorzystaniem analizy sieci przepływu ciepła, Obliczanie dwuwymiarowego pola temperatury dla elementów budynku (mostków cieplnych) z wykorzystaniem metody bilansów elementarnych - sieci przepływu ciepła. Wykład
1. Podstawowe pojęcia fizyki cieplnej budowli. Strumień masy i energii. Stacjonarny i niestacjonarny przepływ masy i energii w materiałach budowlanych.
2. Przewodzenie ciepła w materiałach budowlanych. Prawo Fouriera. Właściwości termiczne typowych materiałów budowlanych. Stacjonarne przewodzenie ciepła przez wielowarstwowe przegrody budowlane. Prawa niestacjonarnej wymiany ciepła i masy w budynku i przegrodach budowlanych. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Uproszczona analiza stacjonarnego przewodzenia ciepła przez złożone elementy przegród budowlanych. Mostki termiczne. Wymiana ciepła przez przegrody przeźroczyste. Wymiana ciepła budynku z gruntem.
3. Bilans cieplny budynku. Składniki bilansu cieplnego budynku mieszkalnego. Współczynnik strat ciepła budynku. Uproszczona metoda obliczeń bilansu cieplnego. Podstawy teoretyczne metody bilansowej. Wymagania ochrony cieplnej budynków.
4. Podstawy wymiany wilgoci w budynku. Źródła wilgoci w budynku. Wilgoć w powietrzu. Wilgotność względna. Temperatura punktu rosy. Formy wilgoci w materiałach budowlanych. Izotermy sorpcji wilgoci. Pojęcie wilgotności krytycznej przegród budowlanych. Uproszczona analiza kondensacji pary wodnej wewnątrz przegród budowlanych.
5. Energia słoneczna i jej wykorzystanie w budownictwie. Widmo promieniowania słonecznego. Czynniki mające wpływ na strumień energii docierający do powierzchni ziemi. Bierne i aktywne systemy słoneczne
6. Mikroklimat pomieszczeń. Bilans cieplny człowieka. Komfort cieplny i pojęcie temperatury odczuwalnej. Parametry mające wpływ na komfort cieplny człowieka. Kształtowanie korzystnego mikroklimatu pomieszczeń.
Ćwiczenia
1. Obliczenia izolacyjności cieplnej i rozkładu temperatury w wielowarstwowych przegrodach budowlanych: ścianie, stropodachu i podłodze na gruncie.
2. Obliczenia izolacyjności cieplnej złożonych, 2-wymiarowych elementów przegród budowlanych metodą uproszczoną.
3. Obliczenia dotyczące wymiany ciepła budynku z gruntem.
4. Obliczenia izolacyjności termicznej stolarki budowlanej.
5. Obliczenia ryzyka kondensacji pary wodnej na powierzchni i wewnątrz przegrody budowlanej.
6. Obliczenia bilansu cieplnego budynku jednorodzinnego uproszczoną metodą bilansową.

**Metody oceny:**

Ocena końcowa = 0,6 \* ocean z egzaminu + 0,4 \* ocena z ćwiczeń

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

ASHRAE Fundamentals – 2013
C.E. Hagentoft – Introduction to Building Physics, Studentlitteratur 2003
J.A. Clarke, Energy Simulation in Building Design, BH 2001
Budownictwo ogólne, Tom 2, Fizyka budowli, praca zbiorowa pod red. P. Klemm,
J.A. Pogorzelski – Fizyka cieplna budowli, PWN 1976
W.N. Bogosłowski – Fizyka budowli, Arkady 1975
W.N. Bogosłowski – Procesy cieplne i wilgotnościowe w budynkach, Arkady 1985
L. Laskowski, Ochrona cieplna i charakterystyka energetyczna budynku, WPW 2005

**Witryna www przedmiotu:**

www.is.pw.edu.pl/moodle

**Uwagi:**

brak

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Student, który osiągnął cele kursu, będzie potrafił: omówić mechanizmy przenoszenia ciepła, które są istotne dla analizy cieplnej budynku: przewodzenie, konwekcja i promieniowanie cieplne, przeprowadzić analizę i obliczenia dla stacjonarnego przewodnictwa, konwekcji i promieniowania cieplnego elementu budynku, przeanalizować bilans cieplny dla strefy lub całego budynku za pomocą metody bilansów elementarnych, obliczać: podstawowe charakterystyki cieplne, wilgotnościowe i energetyczne, niezbędne przy projektowaniu przegród i obiektów budowlanych.

Weryfikacja:

Student, który osiągnął cele kursu, będzie potrafił: omówić mechanizmy przenoszenia ciepła, które są istotne dla analizy cieplnej budynku: przewodzenie, konwekcja i promieniowanie cieplne, przeprowadzić analizę i obliczenia dla stacjonarnego przewodnictwa, konwekcji i promieniowania cieplnego elementu budynku, przeanalizować bilans cieplny dla strefy lub całego budynku za pomocą metody bilansów elementarnych, obliczać: podstawowe charakterystyki cieplne, wilgotnościowe i energetyczne, niezbędne przy projektowaniu przegród i obiektów budowlanych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_W01, IS\_W03, IS\_W04, IS\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG.o, P6U\_W

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

W związku z tym, że fizyka budynków jest podstawowym kursem w inżynierii systemów ogrzewania, wentylacji, chłodzenia i klimatyzacji budynków, w przedmiocie kładzie nacisk na umiejętności i prowadzące do realizacji celu edukacyjnego, którym jest umiejętność projektowania systemów i instalacji wewnętrznych budynków i rozwiązywanie problemów przepływów energii i masy w budynkach przy użyciu zasad matematycznych, naukowych i inżynierskich i narzędzi obliczeniowych. Wprowadzono intuicyjną, systematyczną technikę rozwiązywania problemów, która może być stosowana w rozwiązywaniu problemów inżynierskich. Studenci po kursie zdobywają umiejętność oszacowania wpływu elementów i konstrukcji obiektów budowlanych na przebieg zjawisk cieplnych i wilgotnościowych w budynku oraz interpretowania i stosowania: norm i przepisów budowlanych z zakresu zagadnień cieplnych i wilgotnościowych oraz weryfikowania, czy wymagania te są spełnione.

Weryfikacja:

W związku z tym, że fizyka budynków jest podstawowym kursem w inżynierii systemów ogrzewania, wentylacji, chłodzenia i klimatyzacji budynków, w przedmiocie kładzie nacisk na umiejętności i prowadzące do realizacji celu edukacyjnego, którym jest umiejętność projektowania systemów i instalacji wewnętrznych budynków i rozwiązywanie problemów przepływów energii i masy w budynkach przy użyciu zasad matematycznych, naukowych i inżynierskich i narzędzi obliczeniowych. Wprowadzono intuicyjną, systematyczną technikę rozwiązywania problemów, która może być stosowana w rozwiązywaniu problemów inżynierskich. Studenci po kursie zdobywają umiejętność oszacowania wpływu elementów i konstrukcji obiektów budowlanych na przebieg zjawisk cieplnych i wilgotnościowych w budynku oraz interpretowania i stosowania: norm i przepisów budowlanych z zakresu zagadnień cieplnych i wilgotnościowych oraz weryfikowania, czy wymagania te są spełnione.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_U01, IS\_U02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Cel edukacyjny - absolwenci podchodzą do decyzji inżynierskich ze świadomym uwzględnieniem globalnych i społecznych kontekstów i konsekwencji oraz rozwijają swoje umiejętności zawodowe, zdobywają umiejętność dyskutowania o właściwościach cieplnych, wilgotnościowych i energetycznych przegród i obiektów budowlanych oraz umiejętność efektywnej współpracy w grupie, oraz brania odpowiedzialność za otrzymane wyniki obliczeń.

Weryfikacja:

Cel edukacyjny - absolwenci podchodzą do decyzji inżynierskich ze świadomym uwzględnieniem globalnych i społecznych kontekstów i konsekwencji oraz rozwijają swoje umiejętności zawodowe, zdobywają umiejętność dyskutowania o właściwościach cieplnych, wilgotnościowych i energetycznych przegród i obiektów budowlanych oraz umiejętność efektywnej współpracy w grupie, oraz brania odpowiedzialność za otrzymane wyniki obliczeń.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IS\_K01, IS\_K02, IS\_K03, IS\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_K, I.P6S\_KK, I.P6S\_KR