

KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ

Kod przedmiotu	4606-PS-00000FI-0346	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Symulacje charakterystyki energetycznej budynków		
			w j. angielskim	Building Energy Performance Simulation		
Rodzaj zajęć	specjalnościowe / warsztat badacza					
Kierownik przedmiotu	dr hab. inż. Marta Chludzińska		Prowadzący zajęcia	dr inż. Piotr Narowski dr inż. Maciej Mijakowski		
Jednostka realizująca	IŚ	Dyscyplina/y naukowa/e	Inżynieria Lądowa Geodezja i Transport Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka			
Poziom kształcenia	kształcenie doktorantów	Semestr studiów	zimowy / letni			
Język zajęć	polski/ angielski					
Forma zaliczenia	zaliczenie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	30	Sumaryczna liczba ECTS	2	
Minimalna liczba uczestników	10	Maksymalna liczba uczestników	15	Dostępność dla studentów I lub II stopnia	Tak/ Nie	
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium	Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	2		2		
	łącznie w semestrze	10		20		

1. Wymagania wstępne

Fizyka budynków (1110-ISOW-MSP-1201)

2. Cele przedmiotu

Celem przedmiotu jest nabycie przez studentów wiedzy w zakresie obliczania charakterystyki energetycznej budynków oraz nabycie umiejętności przeprowadzenia symulacji energetycznych budynków wyposażonych w proste systemy HVAC przy pomocy programu EnergyPlus

3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

Wykład

1. Obliczanie cieplnych właściwości dynamicznych elementów budynków.
2. Wyznaczanie wartości temperatury na powierzchniach i wewnątrz przegrody budowlanej w stanach nieustalonych przy zmiennych parametrach przestrzeni wewnętrznej i zewnętrznej.
3. Wyznaczanie funkcji odpowiedzi przegrody budowlanej na skokowe i impulsowe wymuszenie temperaturowe.
4. Analiza gęstości strumieni ciepła na powierzchniach przegrody budowlanej z wykorzystaniem funkcji odpowiedzi impulsowych i wymuszeń cieplnych z wykorzystaniem spłotu funkcji.
5. Budowa modułu bilansu energii budynku w oparciu o funkcje CTSF symulatora zmienności zapotrzebowania na energię budynku.
6. Bilans energii powierzchni przegród budowlanych i powietrza wewnętrznego strefy cieplnej w warunkach dynamicznych.
7. Obliczanie zysków ciepła promieniowania słonecznego dla dowolnie zorientowanej płaszczyzny elementu przezroczystego i nieprzezroczystego budynku.
8. Obliczanie całorocznego przepływu ciepła w całym budynku z wykorzystaniem analizy przepływu ciepła w sieci elementów budynku o skupionych oporach i pojemności cieplnej.

Ćwiczenia projektowe

1. Wprowadzenie do programu EnergyPlus i programów pomocniczych (instalacja, struktura plików, program EP-Launch, SketchUp z rozszerzeniem Euclid, OpenStudio)
2. Struktura pliku danych wejściowych .idf, dane pogodowe (plik .epw), uruchomienie symulacji

3. Budowa geometrii budynku w programie SketchUp z rozszerzeniem Euclid
4. Budowa geometrii - przegrody przeźroczyste i kontrola oświetlenia i zacinienia
5. Wydanie tematów projektów, omówienie przyjmowanych założeń
6. Modyfikacja danych konstrukcyjnych w pliku .idf
7. Wprowadzanie profili użytkowania budynku
8. Definicja prostych systemów HVAC
9. Raporty wyników z programu EnergyPlus
10. Prezentacja i obrona projektów

4. Efekty uczenia się

Rodzaj efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się w SZD	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
Wiedza			
W01	Absolwent będzie potrafił: omówić mechanizmy przenoszenia ciepła w elementach budynków w stanach nieustalonej wymiany ciepła	SD_W2	ocena aktywności w trakcie zajęć (W) ocena projektu (P)
W02	Absolwent będzie rozróżniał różne metody analizy wymiany ciepła w budynku i potrafił omówić modele wykorzystywane w systemach symulacji energetycznych	SD_W2 SD_W3	ocena aktywności w trakcie zajęć (W) ocena projektu (P)
W03	Absolwent będzie potrafił, przedstawić i omówić wszystkie modele składowe elementów bilansu energii powierzchni przegród budowlanych i powietrza stref cieplnych budynku w stanach nieustalonych.	SD_W2 SD_W3	ocena aktywności w trakcie zajęć (W) ocena projektu (P)
Umiejętności			
U01	Umiejętność wyboru odpowiednich narzędzi do symulacji energetycznych budynków.	SD_U1 SD_U2	ocena aktywności w trakcie zajęć (W) ocena projektu (P)
U02	Umiejętność przygotowania prawidłowych danych do przeprowadzenia analiz i symulacji energetycznych budynków w stanach nieustalonych, w tym wyznaczania całorocznego zapotrzebowania na energię użytkową i dostarczoną do budynku.	SD_U1 SD_U2	ocena aktywności w trakcie zajęć (W) ocena projektu (P)
U03	Umiejętność przeprowadzenia symulacji energetycznej budynku i prawidłowej analizy wyników obliczeń tych symulacji.	SD_U1 SD_U2	ocena aktywności w trakcie zajęć (W) ocena projektu (P)
Kompetencje społeczne			
K01	Absolwenci podchodzą z pełną świadomością do zaawansowanych metod symulacji energetycznych budynków. Świadomie uwzględniają globalne i społeczne konteksty i konsekwencje wykonywanych analiz i symulacji energetycznych budynków. Studenci rozwijają swoje umiejętności zawodowe, zdobywają umiejętność dyskusowania o właściwościach cieplnych, wilgotnościowych i energetycznych przegród i obiektów budowlanych w warunkach nieustalonych w czasie.	SD_K2 SD_K4	ocena aktywności w trakcie zajęć (W) ocena projektu (P)

* dozwolone sposoby weryfikacji efektów uczenia się: egzamin; egzamin ustny; kolokwium pisemne; kolokwium ustne; ocena projektu; ocena sprawozdania; ocena raportu; ocena prezentacji; ocena aktywności w trakcie zajęć; prace domowe; test

5. Kryteria oceny

Zaliczenie na podstawie prezentacji i obrony projektu symulacji energetycznej budynku z prostym systemem HVAC

6. Literatura

Literatura podstawowa:

1. J.A. Pogorzelski, Fizyka cieplna budowli, PWN, 1976
2. Budownictwo ogólne, tom 2. pod red. P. Klemma, rozdział 4. i rozdział 8. Arkady, Warszawa 2005
3. Twarowski M.: Słońce w architekturze. Arkady 2006
4. W. N. Bogosławski, Procesy cieplne i wilgotnościowe w budynkach, ARKADY, 1985
5. ASHRAE Fundamentals – 1997
6. C.E. Hagentoft – Introduction to Building Physics, Studentlitteratur 2003
7. J.A. Clarke, Energy Simulation in Building Design, BH 2001 Budownictwo ogólne,
8. L. Laskowski, Ochrona cieplna i charakterystyka energetyczna budynku, WPW 2005
9. ASHRAE Fundamentals 2013
10. Building Physics – Heat, Air and Moisture, Ernst & Sons, 2007
11. Ian Beausoleil-Morrison, Fundamentals of Building Performance Simulation, Taylor & Francis, 2025
12. EnergyPlus™ Version 22.1.0 Documentation, Engineering Reference, U.S. Department of Energy, March 29, 2022, https://energyplus.net/assets/nrel_custom/pdfs/pdfs_v22.1.0/EngineeringReference.pdf

Literatura uzupełniająca:

7. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się**

Lp.	Opis	Liczba godzin
1	godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu	30
2	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	
3	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	30
4	godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	
Sumaryczny nakład pracy studenta		60
Liczba punktów ECTS		2

** 1 ECTS pracy = 25-30 godzin nakładu pracy studenta (np. 2 ECTS = 60 godzin; 4 ECTS = 110 godzin)

8. Informacje dodatkowe

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	1
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	1