



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Modelowanie i symulacje w inżynierii środowiska.

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria Środowiska II stopień

Studia w zakresie (specjalność)

Zaopatrzenie w ciepło, klimatyzacja i ochrona powietrza

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

1 / 1

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

15

Ćwiczenia

Laboratoria

30

Projekty/seminaria

Inne (np. online)

### Liczba punktów ECTS

3

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

Dr inż. Andrzej Górka

email: andrzej.gorka@put.poznan.pl

tel. (61) 6475826

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

ul. Berdychowo 4, 61-118 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

Dr inż. Karol Bandurski

email: karol.bandurski@put.poznan.pl

tel. (61) 6652534

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

ul. Berdychowo 4, 61-118 Poznań

### Wymagania wstępne

Podstawy obsługi komputera PC w systemie operacyjnym Windows.

Podstawowy fizyki budowli i ogrzewnictwa (mechanizm przenikania ciepła przez przegrody budowlane, mostki cieplne, sposób działania systemów grzewczych).

Podstawowy termodynamiki oraz mechaniki płynów (wymiana ciepła i masy, przepływy laminarne oraz turbulentne).



Wyobraźnia przestrzenna, umiejętność edycji oraz tworzenia rysunków technicznych w programach typu CAD/CAM.

Umiejętność dzielenia się swoimi umiejętnościami z osobami w grupie, rozumienie potrzeby ciągłego uczenia się i uzupełniania swoich wiadomości.

### **Cel przedmiotu**

Nabycie przez studentów wiedzy na temat najnowszych metod oraz programów komputerowych wykorzystywanych do modelowania i symulacji komputerowych w dziedzinie inżynierii środowiska.

### **Przedmiotowe efekty uczenia się**

#### Wiedza

Znajomość metodyki dynamicznego modelowania energetycznego budynków i systemów ciepłych.

Znajomość metodyki modelowania numerycznego typowych zagadnień ciepłno-przepływowych występujących w inżynierii środowiska.

Podstawy zintegrowanego projektowania.

Znajomość najnowszych programów komputerowych wykorzystywanych do modelowania i symulacji w inżynierii Środowiska.

#### Umiejętności

Student potrafi wskazać właściwą metodę modelowania dla rozwiązania jasno zdefiniowanego problemu technicznego (w zakresie opisanym w treściach programowych).

Student potrafi sformułować podstawowe założenia i zdefiniować warunki brzegowe wymagane do budowy modelu przeznaczonego do symulacji numerycznych.

Praktyczna znajomość obsługi wybranych programów komputerowych z zakresu modelowania i symulacji numerycznych.

#### Kompetencje społeczne

Świadomość konieczności ciągłego zdobywania i poszerzania wiedzy w celu kompetentnego wykonywania zawodu inżyniera.

Świadomość odpowiedzialności związanej z udziałem w realizacji złożonych zadań inżynierskich.

### **Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny**

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład: zaliczenie pisemne na końcu semestru. Należy uzyskać ponad 50% możliwych punktów.

Laboratoria: ocena zadań wykonywanych na zajęciach. Należy uzyskać ponad 50% zaawansowania w każdym zadaniu.

### **Treści programowe**



**Wykłady:**

1. Symulacje energetyczne budynku w procesie projektowym (idea i historia symulacji energetycznych, koncepcja projektowania zintegrowanego, analizy efektywności energetycznej budynku w procesie projektowania zintegrowanego, BIM a modelowanie energetyczne).
2. Modelowanie numeryczne dynamicznego przewodzenia ciepła przez przegrody nieprzeźroczyste.
3. Dynamiczne modele energetyczne budynków – numeryczne modelowanie wymiany ciepła i masy
4. Dynamiczne modele energetyczne budynków - warunki brzegowe i dane do analizy
5. Analiza energetyczna budynków pasywnych.
6. Podstawy modelowania środowiska zewnętrznego i wewnętrznego budynków za pomocą metod numerycznej mechaniki płynów (CFD).
7. Dostępne w Internecie zasoby i bazy danych wykorzystywane w symulacjach numerycznych. / studia przypadków.

**Laboratoria:**

Ciepły model dynamiczny przegrody 1D.

Analiza 2D mostków cieplnych.

Dynamika cieplna budynku.

Wielostrefowa analiza cieplna budynku.

Dynamiczna analiza systemu energetycznego.

Model przepływu płynów przez elementy instalacji HVAC (CFD).

**Metody dydaktyczne**

Wykład: prezentacja multimedialna.

Laboratoria: prezentacja multimedialna oraz praktyczne zadania symulacyjne wykonywane przez studentów z wykorzystaniem oprogramowania do symulacji numerycznych.

**Literatura**

Podstawowa

Hensen, J. L. M. & Djunaedy, E. „Jak niewidzialne uczynić widzialnym - zastosowanie symulacji budynku na przykładzie przepływów powietrza”. W: Popiołek, Z. (red.), Energooszczędne kształtowanie środowiska wewnętrznego, Gliwice, Politechnika Śląska, 2005



Lain, M., Bartak, M., Drkal, F., & Hensen, J. L. M. „Wykorzystanie symulacji komputerowej do oceni niskoenergetycznych systemów chłodzenia w Czechach”, w: Popiołek, Z. (red.), Energooszczędne kształtowanie środowiska wewnętrznego, Gliwice, Politechnika Śląska, 2005

Beausoleil-Morrison I., Fundamentals of Building Performance Simulation, Routledge, 2020

Building Performance Simulation for Design and Operation, red. J. L. M. Hensen, R. Lamberts, Son Press, 2011, 2019

De Wilde P., Building Performance Analysis, Wiley Blackwell, 2018

Advanced Building Simulation, red. Malkawi A. i Augenbroe G., Son Press, 2004

Uzupełniająca

Górka A., Bandurski K., Szczechowiak E., „Budynki efektywne energetycznie –zintegrowane metody symulacji i projektowania”, w: Innowacyjne wyzwania techniki budowlanej: 63 Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN oraz Komitetu Nauki PZITB, Krynica 2017

Komputerowa fizyka budowli: komputerowa symulacja procesów wymiany masy i energii w budynku: przykłady zastosowań, red. Gawina D., Wyd. PŁ, 1998

Hensen J. L. M., On the thermal interaction of building structure and heating and ventilation systems, Rozpraw doktorska, Eindhoven, 1991 [http://www.esru.strath.ac.uk/Documents/PhD/hensen\\_thesis.pdf](http://www.esru.strath.ac.uk/Documents/PhD/hensen_thesis.pdf)

Nagórski Z., Modelowanie przewodzenia ciepła za pomocą arkusza kalkulacyjnego : MRS Excel -> KM3R, Oficyna Wydawnicza PW, 2001 ISBN: 83-7207-226-4IBPSA-USA,

Building Energy Software Tools Directory <https://www.buildingenergysoftwaretools.com/>

Passive House Institute, PHPP 9 –the energy balance and Passive House planning tool”, 2015 [http://passivehouse.com/04\\_phpp/04\\_phpp.htm](http://passivehouse.com/04_phpp/04_phpp.htm)

TRNSYS 18 Documentation

Inne materiały szkoleniowe udostępniane przez autorów oprogramowania

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	75	3
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	45	2
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie do zaliczenia, dodatkowe ćwiczenia praktyczne zadawane przez prowadzącego i wykonywane poza zajęciami ) <sup>1</sup>	30	1

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności