



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Modelowanie i symulacje w inżynierii środowiska I [N2IŚrod2-ZwCKiOP>MI]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria środowiska

Rok/Semestr

1/2

Studia w zakresie (specjalność)

Zaopatrzenie w ciepło, klimatyzacja i ochrona powietrza

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

niestacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

0

Laboratorium

8

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

8

### Liczba punktów ECTS

2,00

### Koordynatorzy

dr inż. Karol Bandurski

karol.bandurski@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### 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 turbulenty). Wyobrażenia przestrzenne, 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

Nabywanie przez studentów umiejętności samodzielnej analizy symulacyjnej działania projektowanych rozwiązań instalacyjnych za pomocą arkusza kalkulacyjnego i wybranych prostych programów symulacyjnych.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

Znajomość metodyki stacjonarnego i 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 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:

Laboratoria: ocena zadań wykonywanych na zajęciach. Należy wykonać podstawowy zakres każdego z prezentowanych zadań.

Projekt: ocena rozwiązania sformułowanego na początku semestru zagadnienia projektowego, z uwzględnieniem:

- poprawności przygotowanego modelu i założeń odnośnie warunków brzegowych, zaawansowania i zakresu przeprowadzonych analiz symulacyjnych,
- dyskusji nad ograniczeniami zastosowanego podejścia,
- prezentacji otrzymanych wyników.

Pliki i opis model oraz analizy należy przedstawić prowadzącemu do oceny, a całość prac zaprezentować na ostatnich zajęciach.

### Treści programowe

Laboratoria:

Zapoznanie się ze sposobami modelowania wybranych zagadnień ciepłno-przepływowych w inżynierii środowiska zabudowanego.

Projekt:

Samodzielne modelowanie i analiza symulacyjna działania wybranego rozwiązania instalacyjnego.

### Tematyka zajęć

Laboratoria:

Roczne godzinowe modelowanie zapotrzebowania na energię (EU, EK i EP) na cele wentylacji (harmonogram pracy, odzysk ciepła, nagrzewnica wstępna, wtórna, szronienie wymiennika odzysku ciepła, gruntowy wymiennik ciepła) (Excel).

Miesięczne i roczne godzinowe modelowanie dynamika cieplnej budynku w tym instalacji centralnego ogrzewania i chłodzenia (Excel).

Analiza 2D mostków cieplnych (THERM).

Model przepływu powietrza w budynku (Contam).

Projekt:

Symulacje energetyczne budynku w procesie projektowym.

Dostępne w internecie zasoby i bazy danych wykorzystywane do analiz symulacyjnych.

Modelowanie i symulacja rozwiązania instalacyjnego z godzinowym korkiem czasowym:

- opis działania instalacji, sformułowanie problemu projektowego i wybranie analizowanych wariantów,

- określenie sposobu oceny analizowanych rozwiązań - wskaźniki efektywności,

- określenie warunków brzegowych,

wybranie modeli cieplno-przepływowych elementów instalacji,  
analiza symulacyjna,  
rozwiązanie problemu projektowego.

## Metody dydaktyczne

Laboratoria: prezentacja multimedialna oraz praktyczne zadania symulacyjne wykonywane przez studentów.

Projekt: prezentacja multimedialna oraz problem-based learning.

## 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 oceny niskoenergetycznych systemów chłodzenia w Czechach, w: Popiołek, Z. (red.), Energooszczędne kształtowanie środowiska wewnętrznego, Gliwice, Politechnika Śląska, 2005

IBPSA Education Webinars Series 1,

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLX95PEAoM5YPEdlenaZAarVNcvUBmEBC5>

IBPSA Education Webinars Series 3

<https://ibpsa.org/collection/ibpsa-education-webinars-series-3-2021-22/>

Górka A., Bandurski K., Szczechowiak E., Budynki efektywne energetycznie - zintegrowane metody symulacji i projektowania, (63 Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN oraz Komitetu Nauki PZITB, Krynica 2017), Warszawa 2017, ISBN 978-83-249-8485-5

J. Walkenbach, Microsoft Excel 2013 PL BIBLIA

IBPSA-USA, Building Energy Software Tools Directory <https://www.ibpsa.us/best-directory-list/>

Uzupełniająca:

Bandurski K., Amanowicz Ł., Cholewa T., Metoda statyczna, dynamiczna czy pomiarowa - jak rzetelnie oceniać efektywność energetyczną budynków?, Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja 10/2023

Bandurski K., Amanowicz Ł., Pawlak F., Nowa metoda wyboru rozwiązań instalacyjnych i założeń architektonicznych spełniających wymagania WT 2021 dotyczące EPmax w budynkach wielorodzinnych, Rynek Instalacyjny 4/2023

Bandurski K., Koczyk, H., Symulacyjna analiza parametrów komfortu cieplnego i zapotrzebowania na energię wybranych rozwiązań wentylacji mieszkania. Cz. 1., Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja 2/2013

Sinacka J., Szczechowiak E., Żabicka P., Wpływ profilu użytkownika pomieszczenia na zapotrzebowanie na energię do ogrzewania i chłodzenia w budynku ze stropami grzewczo-chłodzącymi, Instal 10/2019

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

Vellei et al., Documenting occupant models for building performance simulation: a state-of-the-art, Journal of Building Performance Simulation (2022)

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

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

Materiały szkoleniowe udostępniane przez autorów oprogramowania.

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	50	2,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	16	0,50
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	34	1,50