



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Modelowanie wymiany ciepła [S2Eltech2-TŚ>MWC]

### Przedmiot

Kierunek studiów  
Elektrotechnika

Rok/Semestr  
1/1

Studia w zakresie (specjalność)  
Technika świetlna

Profil studiów  
ogólnoakademicki

Poziom studiów  
drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu  
polski

Forma studiów  
stacjonarne

Wymagalność  
obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład  
15

Laboratorium  
0

Inne (np. online)  
0

Ćwiczenia  
0

Projekty/seminaria  
15

### Liczba punktów ECTS

2,00

### Koordynatorzy

dr inż. Przemysław Skrzypczak  
przemyslaw.s.skrzypczak@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Student rozpoczynając zajęcia na tym przedmiocie musi posiadać podstawową wiedzę na temat podstaw procesów generacji ciepła, metod pomiarów temperatury oraz dróg przepływu ciepła. Musi posiadać wiedzę na temat fizyki zjawisk: kondukcji, konwekcji oraz radiacji. Powinien mieć świadomość wpływu temperatury na procesy starzeniowe m.in. elementów elektronicznych. Student powinien cechować się zdolnością wykorzystania wiedzy z zakresu elektrotermii do określenia i oceny spodziewanych wartości temperatur w układach rzeczywistych. Musi potrafić oszacować wpływ poszczególnych czynników zewnętrznych na uzyskiwane parametry temperaturowe. Student powinien mieć świadomość konieczności współpracy z innymi i poszerzania swojej wiedzy, Cechować go powinna także gotowość do wyszukiwania potrzebnych informacji o parametrach materiałowych używanych materiałów w materiałach źródłowych.

### Cel przedmiotu

Student pogłębi wiedzę na temat dróg przepływu ciepła oraz określania wielkości mocy generowanej oraz przekazywanej do otoczenia. Zostanie zapoznany z metodami numerycznymi oraz oprogramowaniem służącymi modelowaniu wymiany ciepła.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza:

Ma poszerzoną wiedzę w zakresie pomiarów wielkości elektrycznych oraz wybranych wielkości nieelektrycznych, ma pogłębioną wiedzę w zakresie opracowania wyników eksperymentu.

Ma pogłębioną wiedzę z techniki świetlnej w zakresie projektowania oświetlenia, pomiarów fotometrycznych i kolorymetrycznych; zna procesy zachodzące w cyklu życia wybranych urządzeń elektrycznych.

Ma pogłębioną wiedzę dotyczącą realizacji różnych metod nagrzewania, budowy urządzeń elektrotermicznych oraz przeprowadzanych z ich zastosowaniem procesów technologicznych.

#### Umiejętności:

Potrafi pozyskać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł, dokonywać ich interpretacji, oceny, krytycznej analizy i syntezy, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie. Potrafi pracować indywidualnie i w zespole, potrafi kierować zespołem w sposób zapewniający realizację zadania w założonym terminie, potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i organizować proces samokształcenia oraz innych osób.

Posługuje się językiem angielskim na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego, również w sprawach zawodowych, czyta ze zrozumieniem literaturę fachową, a także potrafi przygotować i wygłosić prezentację na temat realizacji zadania projektowego lub badawczego.

#### Kompetencje społeczne:

Uznaje znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz rozumie, że w technice wiedza i umiejętności szybko stają się przestarzałe, a zatem wymagają ciągłego uzupełniania.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wiedza nabyta podczas wykładów sprawdzana jest poprzez kolokwium zaliczeniowe realizowane na końcu semestru, ponadto na podstawie indywidualnej aktywności na zajęciach, staranności oraz dokładności w wykonywaniu powierzonych zadań, punktacji na kolokwium zaliczeniowym (14 tydzień zajęć dydaktycznych).

Wiedza i umiejętności nabyte podczas zajęć projektowych oceniane są poprzez ocenę aktywności i staranności wykonywania wspólnych zadań projektowych podczas zajęci oraz z indywidualnych zadań projektowych .

### Treści programowe

Zagadnienia generacja oraz odprowadzania energii cieplnej dla stanów dynamicznych oraz ustalonych. Metody analitycznej obliczania rozkładu temperatury, obliczenia numeryczne: MATLAB, QuickField, SolidWorks Simulation. Aspekty ekonomiczne.

### Tematyka zajęć

#### WYKŁADY

Podczas wykładów z prezentacją multimedialną przedstawiane są zagadnienia dot. generacja oraz odprowadzania energii cieplnej z różnych układów. Na podstawie równania Fouriera - Kirchoffa dyskutowane są zagadnienia wpływu poszczególnych jego elementów składowych dla stanów dynamicznych oraz ustalonych. Określana jest istotność zmienności współczynnika przewodzenia ciepła od temperatury. Przedstawienie dla prostej geometrii układu metody analitycznej określenia rozkładu temperatury obiektu przy zadanych warunkach brzegowych I, II, III i IV rodzaju. Zaprezentowanie w formie aktywnego środowiska ze sprzężeniem zwrotnym zasad obliczeń numerycznych rozkładu temperatury "kalkulacyjną metodą rozwiązywania równań różniczkowych"(KM3R). Wprowadzenie, zaprezentowanie i opisanie modelowania wymiany ciepła przy wykorzystaniu oprogramowania MATLAB, QuickField, SolidWorks Simulation. Wykład poparty przykładami obliczeniowymi dotyczącymi zasadności zagęszczania siatki dyskretyzacji w kontekście wydłużonego czasu obliczeń. Podczas wykładu prezentacji termogramów obiektów cieplnych których parametry wymień są zbieżne z prezentowanymi w ujęciu modelowym. Dyskusja nad aspektami ekonomicznymi dotyczącymi ulepszenia układów intensyfikacji wymiany ciepła.

#### ZAJĘCIA PROJEKTOWE

- Podczas zajęć projektowych dla prostych geometrii układu i występowaniu warunków granicznych różnego rodzaju przeprowadzane są obliczenia analityczne oraz modelowanie wymiany ciepła i rozkładów temperatur w układzie dla komputerowej metody rozwiązywania równań różniczkowych (KM3R) zaimplementowanej w Excel.
- Podczas zajęć projektowych dla prostych oraz skomplikowanych geometrii układu przeprowadzane jest modelowanie wymiany ciepła przy wykorzystaniu programu QuickField.
- Podczas zajęć projektowych dla prostych oraz skomplikowanych geometrii układu przeprowadzane jest modelowanie wymiany ciepła przy wykorzystaniu programu SolidWorks Simulation.

## Metody dydaktyczne

Zastosowane metody kształcenia: 1) wykład z prezentacją multimedialną (w tym: rysunki, zdjęcia, animacje, dźwięk, filmy) uzupełniany przykładami modelowania na żywo 2) wykład prowadzony w sposób interaktywny z formułowaniem pytań do grupy studentów lub do wskazywanych konkretnych studentów 3) uwzględnia się aktywność studentów w czasie zajęć przy wystawianiu oceny końcowej 4) w trakcie wykładu inicjowanie dyskusji 5) teoria przedstawiana w ścisłym powiązaniu z praktycznymi aspektami modelowania wymiany ciepła 6) teoria przedstawiana w powiązaniu z aktualną wiedzą studentów 7) uwzględnianie różnych aspektów przedstawianych zagadnień, w tym: ekonomicznych

## Literatura

Podstawowa:

- Nagórski Z.: Modelowanie przepływu ciepła metodą KM3R, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2014
- Domański R., Jaworski M., Rebow M., Kołtyś J.: Wybrane zagadnienia z termodynamiki w ujęciu komputerowym, PWN, 2000
- Hauser J.: Elektrotechnika. Podstawy elektrotermii i techniki świetlnej, Wyd. PP, Poznań, 2006

Uzupełniająca:

- Magnucka-Blandzi E.: Metody numeryczne w MatLabie. Wybrane zagadnienia, Wyd. PP, Poznań 2013
- QuickField user manual: [https://quickfield.com/downloads/quickfield\\_manual.pdf](https://quickfield.com/downloads/quickfield_manual.pdf)
- Kurowski P.: Thermal Analysis with SOLIDWORKS Simulation 2022 and Flow Simulation 2022, SDC Publications, 2022

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	55	2,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	30	1,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	25	1,00