

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2019/2020

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: II

Specjalności: Systemy i urządzenia energetyczne

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                              |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Dynamika i regulacja urządzeń energetycznych |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Dynamics and control of power devices        |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIŚIE EN oIIS D30 19/20                      |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe                   |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 1.00                                         |
| SEMESTRY                                | 3                                            |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁAD | CWICZENIA | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|-------------|---------------------------------|---------|------------|
| 3       | 15     | 15        | 0           | 0                               | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie się z zagadnieniami regulacji i dynamiki wybranych urządzeń energetycznych.

**Cel 2** Zapoznanie się z podstawowymi regulatorami ciągłymi oraz obiektami regulacji z wyrównaniem.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Wymiana ciepła.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Posiada wiedzę z zakresu dynamiki przegrzewaczy pary, podgrzewaczy wody zasilającej oraz wymienników ciepła.

**EK2 Wiedza** Zna podstawy matematyczne symulacji pracy urządzeń energetycznych w warunkach nieustalonych.

**EK3 Wiedza** Posiada wiedzę na temat statycznego oraz dynamicznego zachowania się obiektów regulacji.

**EK4 Umiejętności** Potrafi dobierać nastawy wstępne regulatorów ciągłych.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                  |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                           | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Pojęcia sterowania i regulacji. Statyczne i dynamiczne zachowanie się obiektów regulacji                                                                                         | 2                |
| <b>W2</b> | Bezinercyjne obiekty regulacji. Obiekty regulacji 1., 2. i wyższych rzędów.                                                                                                      | 2                |
| <b>W3</b> | Regulatory ciągłe (proporcjonalne, całkujące, proporcjonalno-całkujące, proporcjonalno-różniczkujące, proporcjonalno-całkująco-różniczkujące). Metody doboru nastaw regulatorów. | 3                |
| <b>W4</b> | Ochładzanie lub ogrzewanie niewielkich ciał o małym oporze przewodzenia ciepła (model o masie skupionej - skupionej pojemności cieplnej).                                        | 2                |
| <b>W5</b> | Rozwiązania analityczne oraz modele matematyczne o parametrach rozłożonych dla symulacji pracy urządzeń energetycznych w warunkach nieustalonych.                                | 4                |
| <b>W6</b> | Cyfrowa regulacja temperatury pary przegrzanej.                                                                                                                                  | 2                |

| CWICZENIA |                                                                                          |                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C1</b> | Dobór nastaw wstępnych regulatorów P, PI, PD oraz PID.                                   | 3                |
| <b>C2</b> | Wyznaczanie stałych czasowych ciał o skupionej pojemności cieplnej.                      | 2                |
| <b>C3</b> | Wyznaczanie stałych czasowych obiektów energetycznych drugiego rzędu.                    | 3                |
| <b>C4</b> | Obliczanie strumienia masy wody chłodzącej dla wtryskowego schładzacza pary przegrzanej. | 4                |

| CWICZENIA |                                                                      |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BŁOKÓW TEMATYCZNYCH               | LICZBA<br>GODZIN |
| C5        | Wyznaczanie nastaw wstępnych termostatycznych zaworów regulacyjnych. | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia tablicowe

N3 Konsultacje

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI                                                                                 | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                               | 30                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 0                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 0                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 0                                                       |
| Opracowanie wyników                                                                              | 0                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 0                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>30</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 1.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Pisemne zaliczenie wykładów.

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Ocena podsumowująca ustalana na podstawie średniej ważonej pozytywnych ocen z ćwiczeń tablicowych (z wagą 0,5) oraz zaliczenia pisemnego (z wagą 0,5).

**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU****W1** Uzyskanie oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia.**W2** Obecność na 90% ćwiczeń tablicowych.**W3** Uzyskanie pozytywnych ocen formujących.**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                             |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Brak podstawowej wiedzy dotyczącej efektu kształcenia.                                                                                                      |
| NA OCENĘ 3.0        | Student posiada wiedzę na temat przyczyn pracy analizowanych urządzeń w warunkach niestabilnych.                                                            |
| NA OCENĘ 3.5        | Student opisuje dynamikę procesów zachodzących w powierzchniach ogrzewalnych kotłów energetycznych.                                                         |
| NA OCENĘ 4.0        | Jak na ocenę 3.5 plus wiedza na temat cyfrowej regulacji temperatury pary przegrzanej.                                                                      |
| NA OCENĘ 4.5        | Jak na ocenę 4.0 plus wiedza na temat skutków pracy analizowanych powierzchni ogrzewalnych w warunkach niestabilnych                                        |
| NA OCENĘ 5.0        | Jak na ocenę 4.5 plus wiedza na temat metod obliczeniowych pozwalających na symulacje pracy analizowanych powierzchni w warunkach szybkich zmian obciążenia |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 2.0        | Brak podstawowej wiedzy dotyczącej efektu kształcenia.                                                                                                      |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi wskazać podstawowe elementy równania bilansu energii dla wymiennika typu rura w rurze.                                                      |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi zapisać podstawowe równania bilansu energii dla wymiennika typu rura w rurze.                                                               |
| NA OCENĘ 4.0        | Jak na ocenę 3.5 plus wiedza na temat numerycznego wyznaczania strumienia masy wody chłodzącej dla wtryskowego schładzacza pary.                            |
| NA OCENĘ 4.5        | Jak na ocenę 4.0 plus znajomość warunku Couranta dla zagadnień jednowymiarowych.                                                                            |
| NA OCENĘ 5.0        | Jak na ocenę 4.5 plus wiedza na temat numerycznego rozwiązania wprowadzonych równań różniczkowych                                                           |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 2.0        | Brak podstawowej wiedzy dotyczącej efektu kształcenia.                                                                                                      |
| NA OCENĘ 3.0        | Student opisuje statyczne lub dynamiczne zachowanie się obiektów regulacji.                                                                                 |
| NA OCENĘ 3.5        | Student opisuje statyczne oraz dynamiczne zachowanie się obiektów regulacji.                                                                                |

|                     |                                                                                                                   |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.0        | Student opisuje obiekty regulacji 1 rzędu.                                                                        |
| NA OCENĘ 4.5        | Student opisuje i analizuje obiekty regulacji 1 rzędu.                                                            |
| NA OCENĘ 5.0        | Jak na ocenę 4.5 plus analiza obiektów regulacji 2. i wyższych rzędów                                             |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                   |
| NA OCENĘ 2.0        | Brak podstawowych umiejętności dotyczących efektu kształcenia.                                                    |
| NA OCENĘ 3.0        | Student wskazuje niezbędne nastawy wstępne dla poszczególnych typów regulatorów                                   |
| NA OCENĘ 3.5        | Student wskazuje i opisuje niezbędne nastawy wstępne dla poszczególnych typów regulatorów                         |
| NA OCENĘ 4.0        | Jak na ocenę 3.5 plus umiejętność wskazania podstawowych metod doboru nastaw wstępnych dla regulatorów.           |
| NA OCENĘ 4.5        | Jak na ocenę 4.0 plus umiejętność wykorzystania metody Zieglera-Nicholsa dla doboru nastaw wstępnych regulatorów. |
| NA OCENĘ 5.0        | Jak na ocenę 4.5 plus umiejętność zapisania równań opisujących dynamikę regulatorów                               |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K2_W16                                                                         | Cel 1           | W1 W2             | N1 N2 N3              | F2 P1         |
| EK2               | K2_W15                                                                         | Cel 1           | W5 W6             | N1 N2                 | F2 P1         |
| EK3               | K2_W16                                                                         | Cel 2           | W2 W3 W4          | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |
| EK4               | K2_U28                                                                         | Cel 2           | W3                | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1 ] Taler J. — *Teoria i praktyka identyfikacji procesów przepływu ciepła*, Wrocław, 1995, Ossolineum

- [2] | Dębowski A. — *Automatyka, podstawy teorii*, Warszawa, 2008, WNT
- [3] | Recknagel H., Sprenger E., Schramek E. — *Ogrzewnictwo, klimatyzacja, ciepła woda, chłodnictwo. Kompendium wiedzy.*, Wrocław, 2008, OMNI SCALA

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Kowal J. — *Podstawy Automatyki*, Kraków, 2006, AGH
- [2] | Taler J. — *Symulacja dynamiki kotłów z obiegiem naturalnym uwzględniająca naprężenia termiczne*, Kraków, 1987, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Wiesław Zima (kontakt: zima@mech.pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 prof. dr hab.inż. Wiesław Zima (kontakt: wieslaw.zima@pk.edu.pl)
- 2 dr inż. Anna Korzeń (kontakt: anna.korzen@pk.edu.pl)
- 3 mgr inż. Marek Majdak (kontakt: marek.majdak@pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....

.....