

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2021/2022

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Automatyka i Robotyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: A

Stopień studiów: II

Specjalności: Sterowanie i monitoring maszyn i urządzeń, Technologie informacyjne w systemach produkcyjnych

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                                             |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Metody optymalizacji w projektowaniu i podejmowaniu decyzji |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Optimization Methods in Design and Decision Making          |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WM AIR oIIN A6 21/22                                        |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty ogólne                                           |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                                                        |
| SEMESTRY                                | 1                                                           |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 1       | 9      | 0         | 0            | 9                                | 9       | 9          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Przedstawienie podstaw teoretycznych oraz praktycznych zagadnień z zakresu metod i algorytmów programowania liniowego, nieliniowego, dynamicznego, wielokryterialnego, metod sztucznej inteligencji oraz ich wykorzystania w optymalizacji procesów i konstrukcji, podejmowaniu decyzji oraz sterowaniu.

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

1 Znajomość zagadnień algebry i analizy matematycznej oraz podstaw z zakresu technik i języków programowania.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Klasyfikuje i definiuje typowe problemy optymalizacyjne, liniowe, nieliniowe, deterministyczne, stochastyczne, ciągłe i dyskretne oraz zna sposoby ich matematycznego opisu i analizy.

**EK2 Wiedza** Potrafi dokładnie scharakteryzować algorytmy i metody sekwencyjne, losowe, heurystyczne.

**EK3 Umiejętności** Potrafi modelować analitycznie i numerycznie problem optymalizacyjny jedno i wielokryterialny z ograniczeniami.

**EK4 Umiejętności** Potrafi dobrać odpowiednią metodę optymalizacji do problemu i przeprowadzić obliczenia.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                              |                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                       | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Wiadomości podstawowe z zakresu optymalizacji, modelowanie obiektu, zmienne decyzyjne ciągłe, dyskretne i mieszane, funkcje kryterialne liniowe i nieliniowe, ograniczenia równościowe i nierównościowe.                                     | 1                |
| <b>W2</b> | Programowanie nieliniowe, warunki optymalności Khuna - Tuckera, transformacja zadania z ograniczeniami do problemu bez ograniczeń, funkcje kary. Metody optymalizacja jednokryterialnej, metody gradientowe i bezgradientowe, metody losowe. | 3                |
| <b>W3</b> | Programowanie dynamiczne, wieloetapowość zadania, modele deterministyczne i stochastyczne, ciągłe i dyskretne, procesy Markowa, zasada optymalności Bellmana.                                                                                | 2                |
| <b>W4</b> | Optymalizacja wielokryterialna, wektor idealny, rozwiązanie Pareto optymalne, metoda min-max, metody wagowe i losowe.                                                                                                                        | 1                |
| <b>W5</b> | Wybrane algorytmy heurystyczne i sztucznej inteligencji w optymalizacji jedno i wielokryterialnej, Algorytmy genetyczne, ewolucyjne, symulowanego wyżarzania, rojowe, Tabu Search. Algorytmy hybrydowe, równoległe i samo-adaptacyjne.       | 2                |

| PROJEKT   |                                                                                                                                     |                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                              | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P1</b> | Optymalizacja mechanizmu dźwigniowego w równowadze kinetostatycznej.                                                                | 3                |
| <b>P2</b> | Optymalne projektowanie wybranych elementów i części maszyn i robotów z wykorzystaniem modelu analitycznego lub numerycznego (MES). | 4                |

| PROJEKT   |                                                                                                |                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                         | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>P3</b> | Optymalizacja nastaw regulatora PID sterującego wybranymi napędami lub obiektami nieliniowymi. | 2                |

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |                                                                                                                                                                                          |                  |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>K1</b>                | Opracowanie analitycznego modelu optymalizacyjnego dla zadanego problemu.                                                                                                                | 1                |
| <b>K2</b>                | Optymalizacja jednokryterialna problemów nieliniowych metodą gradientową i losową, funkcja kary.                                                                                         | 1                |
| <b>K3</b>                | Algorytmy ewolucyjne w optymalizacji wielokryterialnej problemów dyskretnych, metody wagowe, generowanie zbioru Pareto                                                                   | 2                |
| <b>K4</b>                | Wybór optymalnych zmiennych do modelu matematycznego zagadnienia optymalizacyjnego.                                                                                                      | 1                |
| <b>K5</b>                | Budowa modelu optymalnego w oparciu o teorię planowania eksperymentu (plan Boxa Behnkena) i optymalizacja modelu w programie STATISTICA                                                  | 2                |
| <b>K6</b>                | Optymalizacja wybranych problemów produkcyjnych za pomocą programowania liniowego, całkowitoliczbowego binarnego, zagadnień transportowych oraz programowania sieciowego w Solver (Exel) | 2                |

| SEMINARIUM |                                                                                                                                                            |                  |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                     | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>S1</b>  | Analiza wybranych tradycyjnych algorytmów optymalizacyjnych dla problemów jedno i wielokryterialnych, ciągłych, dyskretnych, statycznych, stochastycznych. | 3                |
| <b>S2</b>  | Analiza zastosowania algorytmów sztucznej inteligencji w zagadnieniach optymalizacji, dostrajanie i samo adaptacja algorytmów.                             | 1                |
| <b>S3</b>  | Wykorzystanie komercyjnych aplikacji CAD/MatLaB do optymalizacji, przygotowanie modelu, parametryzacja, analiza wyników.                                   | 2                |
| <b>S4</b>  | Programowanie dynamiczne, metody sieciowe, dekompozycja złożonego problemu.                                                                                | 1                |
| <b>S5</b>  | Przykłady optymalizacji problemów konstrukcyjnych, zagadnień optymalnego sterowania i podejmowania decyzji.                                                | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

N3 Ćwiczenia projektowe

N4 Dyskusja

N5 Prezentacje multimedialne

## 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                                                               | 36                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 9                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 5                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 10                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 10                                                      |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 12                                                      |
| Nauka z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych/e-learning                                    | 18                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>100</b>                                              |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 4.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F2 Projekt zespołowy

F3 Odpowiedź ustna

F4 Kolokwium zaliczeniowe

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny z zakresu wykładów, projektów, laboratoriów i seminariów (waga 1)

P2 Średnia ważona ocen formujących (waga 2) : laboratorium, projekt, seminarium

**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU**

**W1** Pozytywna ocena z każdego efektu kształcenia, w tym zaliczenie wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych, projektowych, prezentacja tematu seminaryjnego, zaliczenie egzaminu pisemnego.

**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie spełnia wymagań na ocenę 3.0                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 3.0        | 55% wymagań na ocenę 5.0                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 3.5        | 65% wymagań na ocenę 5.0                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 4.0        | 75% wymagań na ocenę 5.0                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 4.5        | 85% wymagań na ocenę 5.0                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 5.0        | Spełnienie co najmniej 95% wymagań stawianych na ocenę 5.0 w zakresie scharakteryzowania i opisu problemów programowania liniowego, nieliniowego, wielo-kryterialnego, ciągłego i dyskretnego.                              |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie spełnia wymagań na ocenę 3.0                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 3.0        | 55% wymagań na ocenę 5.0                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 3.5        | 65% wymagań na ocenę 5.0                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 4.0        | 75% wymagań na ocenę 5.0                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 4.5        | 85% wymagań na ocenę 5.0                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 5.0        | Spełnienie co najmniej 95% wymagań stawianych na ocenę 5.0 w zakresie opisu i scharakteryzowania podstawowych metod i algorytmów optymalizacyjnych: sekwencyjnych, losowych i heurystycznych.                               |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                                             |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie spełnia wymagań na ocenę 3.0                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 3.0        | 55% wymagań na ocenę 5.0                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 3.5        | 65% wymagań na ocenę 5.0                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 4.0        | 75% wymagań na ocenę 5.0                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 4.5        | 85% wymagań na ocenę 5.0                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 5.0        | Spełnienie co najmniej 95% wymagań stawianych na ocenę 5.0 dla umiejętności zbudowania modelu optymalizacyjnego, z wyborem zmiennych decyzyjnych, wprowadzeniem kryteriów i ograniczeń nierównościowych oraz równościowych. |

| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie spełnia wymagań na ocenę 3.0                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 3.0        | 55% wymagań na ocenę 5.0                                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 3.5        | 65% wymagań na ocenę 5.0                                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 4.0        | 75% wymagań na ocenę 5.0                                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 4.5        | 85% wymagań na ocenę 5.0                                                                                                                                                                                                                    |
| NA OCENĘ 5.0        | Spełnienie co najmniej 95% wymagań stawianych na ocenę 5.0 w zakresie umiejętności zastosowania algorytmów optymalizacyjnych do generowania rozwiązań z wykorzystaniem stosowanych lub prezentowanych na zajęciach aplikacji komputerowych. |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE                                  | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY        |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|
| EK1               | A2_W01                                                                         | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 S1 S2 S3 S4<br>S5                | N1 N4 N5              | F3 P1 P2             |
| EK2               | A2_W01                                                                         | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 K1 K2 K3<br>K4 K5 K6 S1 S2<br>S5 | N1 N2 N4 N5           | F1 F3 F4 P1 P2       |
| EK3               | A2_U01<br>A2_U13                                                               | Cel 1           | P1 P2 P3 K1 K2<br>K3 K4 K5 K6                      | N2 N3 N5              | F1 F2 F3 F4 P1<br>P2 |
| EK4               | A2_U13                                                                         | Cel 1           | P1 P2 P3 K1 K2<br>K3 K4 K5 K6                      | N2 N3 N4 N5           | F1 F2 F3 F4 P1<br>P2 |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] Kusik J., Danielewska-Tulecka A., Oprocha P — *Optymalizacja. Wybrane metody z przykładami zastosowań*, Warszawa, 2009, PWN

- [2] | Amborski K. — *Podstawy metod optymalizacji*, Warszawa, 2009, Oficyna Politechniki Warszawskiej
- [3] | Osyczka A. — *Evolutionary Algorithms for Single and Multicriteria Design Optimization*, Berlin Heidelberg, 2001, Springer Verlag Physica
- [4] | Goldberg D. E — *Algorytmy genetyczne i ich zastosowanie*, Warszawa, 1995, WNT

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Cyklis J. (praca zbiorowa) — *Optymalne decyzje w procesach produkcyjnych. Cz.2 Metody matematyczne.*, Kraków, 1984, Wyd. Politechnika Krakowska
- [2] | Osyczka A. — *Computer Aided Multicriterion Optimization System (CAMOS)*, Kraków, 1992, Wyd. ISP

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Stanisław, Piotr Krenich (kontakt: [stanislaw.krenich@pk.edu.pl](mailto:stanislaw.krenich@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr inż. Stanisław Krenich (kontakt: [stanislaw.krenich@pk.edu.pl](mailto:stanislaw.krenich@pk.edu.pl))
- 2 dr inż. Joanna Krajewska - Śpiewak (kontakt: [joanna.krajewska-spiewak@pk.edu.pl](mailto:joanna.krajewska-spiewak@pk.edu.pl))
- 3 dr inż. Krzysztof Krupa (kontakt: [krzysztof.krupa@pk.edu.pl](mailto:krzysztof.krupa@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....

.....