

**SYLABUS****DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2024/2025 – 2025/2026***(skrajne daty)*

Rok akademicki 2025/2026

**1.1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

|   |   |
|---|---|
| Nazwa przedmiotu                                      | <b>Modelowanie procesów produkcyjnych</b> |
| Kod przedmiotu*                                       |   |
| Nazwa jednostki prowadzącej kierunek                  | Kolegium Nauk Przyrodniczych              |
| Nazwa jednostki realizującej przedmiot                | Kolegium Nauk Przyrodniczych              |
| Kierunek studiów                                      | Mechatronika                              |
| Poziom studiów  | Studia II-stopnia                         |
| Profil  | ogólnoakademicki                          |
| Forma studiów   | Studia stacjonarne                        |
| Rok i semestr studiów                                 | II rok, 3 semestr                         |
| Rodzaj przedmiotu                                     | Przedmiot specjalnościowy                 |
| Język wykładowy                                       | polski                                    |
| Koordynator   | prof. UR dr hab. Rafał Reizer             |
| Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących | prof. UR dr hab. Rafał Reizer             |

\* - zgodnie z ustaleniami w Jednostce

**1.2. Formy zajęć dydaktycznych, wymiar godzin i punktów ECTS**

| Sem. | Wykł. | Ćw. | Konw. | Lab. | Sem. | ZP | Prakt. | Inne (jakie?) | Liczba pkt ECTS |
|------|-------|-----|-------|------|------|----|--------|---------------|-----------------|
| 3    | 15    |     |       | 30   |      |    |        |               | 3               |

**1.2. Sposób realizacji zajęć**

- zajęcia w formie tradycyjnej  
 zajęcia realizowane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość

**1.3 Forma zaliczenia przedmiotu (z toku) (egzamin, zaliczenie z oceną, zaliczenie bez oceny)**

- Wykład – zaliczenie bez oceny.  
Laboratoria – zaliczenie z oceną.

**2. WYMAGANIA WSTĘPNE**

Brak

### 3. CELE, EFEKTY UCZENIA SIĘ, TREŚCI PROGRAMOWE I STOSOWANE METODY DYDAKTYCZNE

#### 3.1. Cele przedmiotu

|                |   |
|----------------|---|
| C <sub>1</sub> | Zdobycie podstawowej wiedzy w zakresie istniejących metod analitycznych i symulacyjnych do modelowania procesów produkcyjnych |
| C <sub>2</sub> | Zdobycie umiejętności opracowania odpowiednich modeli analitycznych procesów produkcyjnych.                                   |
| C <sub>3</sub> | Zdobycie umiejętności prawidłowego przeprowadzenia eksperymentów symulacyjnych z wykorzystaniem modeli analitycznych          |

#### 3.2 EFEKTY UCZENIA SIĘ DLA PRZEDMIOTU

| EK (efekt uczenia się) | Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu<br>Student:  | Odniesienie do efektów kierunkowych |
|------------------------|---|-------------------------------------|
| EK_01                  | Posiada wiedzę w zakresie istniejących metod analitycznych i symulacyjnych do modelowania procesów produkcyjnych                                  | K_Wo1                               |
| EK_02                  | Umie posługiwać się odpowiednim oprogramowaniem, takim jak MATLAB, Fuzzy Logic Toolbox, Enterprise Dynamics do modelowania procesów produkcyjnych | K_Uo4                               |
| EK_03                  | Potrafi na podstawie projektu prostych urządzeń mechatronicznych zaplanować ich proces produkcji, oszacować jego koszty i dobrać komponenty       | K_Uo7                               |
| EK_04                  | Potrafi pracować w zespole pełniąc w nim różnorakie funkcje   | K_U11                               |
| EK_05                  | Rozumie wpływ systemów produkcyjnych na otoczenie i stara się minimalizować ich negatywne skutki  | K_Ko1                               |

#### 3.3 TREŚCI PROGRAMOWE

##### A. Problematyka wykładu

|   |
|---|
| Treści merytoryczne   |
| Proces produkcyjny: procesy technologiczne a procesy produkcyjne, procesy podstawowe i pomocnicze. Klasyfikacja procesów produkcyjnych ze względu na problemy modelowe i opisu.         |
| Cele modelowania procesów produkcyjnych. Dyskretne systemy produkcyjne jako obiekt modelowania. Klasyfikacja procesów produkcyjnych. Przegląd metod modelowania procesów produkcyjnych. |
| Zagadnienia związane z projektowaniem produkcji: projektowanie wyrobu, projektowanie zdolności produkcyjnych, projektowanie lokalizacji i potrzeb kadrowych.                            |
| Czasowe sieci Petri. Sieci deterministyczne i stochastyczne.  |
| Podstawowe pojęcia i definicje teorii masowej obsługi. Łańcuchy Markowa. Sieci kolejkowe otwarte i zamknięte. Wielkości opisujące własności sieci kolejkowych.                          |
| Zasady symulacji komputerowej. Symulacja z ustalonym taktem czasowym oraz symulacja zdarzeniowa. Podstawowe etapy budowy modelu symulacyjnego.  |

|   |
|---|
| Modelowanie elastycznych systemów produkcyjnych. Harmonogramowanie w systemach elastycznych. Planowanie i sterowanie produkcją.   |
| Zastosowanie technologii sztucznej inteligencji do modelowania procesów produkcyjnych. Systemy ekspertowe. Inteligentne systemy wspomaganie decyzji w sterowaniu i zarządzaniu systemami produkcyjnymi.                                 |
| Identyfikacja parametrów modelu systemu. Typy procesów produkcyjnych: liniowe, grupowe, redundantne, współbieżne. Opis dynamiki procesów: procesy potokowe i cykliczne. Opis systemów produkcyjnych za pomocą sieci „warunków- zdarzeń” |

## B. Problematyka laboratoriów

|  |
|--|
| Treści merytoryczne  |
| Podstawowe elementy teorii sieci Petri. Algebraiczna i graficzna reprezentacje sieci. Dynamika sieci Petri. Klasyfikacja sieci Petriego.   |
| Analiza kolorowych sieci Petriego. Przykłady zastosowań do modelowania wieloasortymentowych systemów produkcyjnych.  |
| Przykłady zastosowań czasowych sieci Petriego do modelowania i oceny wydajności systemów produkcyjnych. Kolorowe sieci Petriego. Podstawowe definicje.   |
| Modelowanie i analiza dyskretnych systemów produkcyjnych za pomocą sieci kolejkowych.  |
| Implementacja symulacji komputerowej systemów zdarzeń dyskretnych. Planowanie eksperymentów symulacyjnych  |
| Logika rozmyta w systemach sterowania ESP. Zasady modelowania i możliwości zastosowań. Rozmyte sieci Petri.  |
| Modelowanie procesów produkcyjnych za pomocą aparatu sieci Petri. Model analityczny: funkcje wejść, wyjść, macierz incydencji, znakowanie początkowe. Dynamika wykonania sieci Petri, graf znakowań osiągalnych.   |
| Projektowanie i analiza modeli za pomocą pakietu programowego MATLAB. Opis poszczególnych operacji technologicznych za pomocą modeli sieciowych. Optymalizacja rozwiązań technologicznych.   |
| Analiza i ocena modeli czasowych sieci Petri. Projektowanie i analiza modeli za pomocą pakietu programowego MATLAB. Ocena wydajności systemów produkcyjnych za pomocą czasowych sieci Petri.   |
| Modelowanie procesów produkcyjnych z wykorzystaniem sieci kolejkowych w programie Enterprise Dynamics. Modelowanie elastycznych systemów produkcyjnych.  |
| Wykorzystanie narzędzi sztucznej inteligencji w modelowaniu procesów produkcyjnych. Przygotowanie aplikacji służącej do komputerowego wspomaganie harmonogramowania zadań w systemach produkcyjnych. Modelowanie rozmyte z zastosowaniem pakietu Fuzzy Logic Toolbox for Matlab. |

### 3.4 METODY DYDAKTYCZNE

Wykład z prezentacją multimedialną,

Laboratoria: praca w grupach, rozwiązywanie zadań z wykorzystaniem komputerów i odpowiedniego oprogramowania.

#### 4. METODY I KRYTERIA OCENY

##### 4.1 Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

| Symbol efektu | Metody oceny efektów uczenia się<br>(np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny,<br>projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć) | Forma zajęć<br>dydaktycznych<br>( w, ćw, ...) |
|---------------|--|---|
| EK_01         | Kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć  | W., lab.                                      |
| EK_02         | Kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć,<br>sprawozdanie   | Lab.  |
| EK_03         | Kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć,<br>sprawozdanie   | Lab.  |
| EK_04         | Kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć,<br>sprawozdanie   | Lab.  |
| EK_05         | Obserwacja w trakcie zajęć   | Lab.  |

##### 4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Zaliczenie przedmiotu potwierdzi stopień osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się. Weryfikacja osiąganych efektów uczenia się kontrolowana jest na bieżąco w trakcie realizacji zajęć laboratoryjnych.

**Wykład** – warunkiem zaliczenia wykładu jest obecność na zajęciach (80% obecności) oraz uzyskanie pozytywnej oceny z laboratoriów. Uzyskanie pozytywnej oceny z zajęć laboratoryjnych uwzględnia weryfikację wiedzy wykładowej (w trakcie kolokwium i opracowywania sprawozdań).

**Laboratoria** - ustalenie oceny zaliczeniowej na podstawie średniej ocen cząstkowych z kolokwium, aktywności na zajęciach laboratoryjnych oraz sprawozdań.

Suma punktów uzyskanych z kolokwium z poszczególnych treści programowych przedmiotu, za opracowane sprawozdania oraz aktywność na zajęciach laboratoryjnych:

- dst - (51 - 60)% pkt,
- +dst - (61 - 70)% pkt,
- dobry (71 - 80)% pkt,
- +dobry (81 - 90)% pkt,
- bardzo dobry (91 - 100)% pkt.

#### 5. CAŁKOWITY NAKŁAD PRACY STUDENTA POTRZEBNY DO OSIĄgniĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
|---|---|
| Godziny z harmonogramu studiów  | 45  |
| Inne z udziałem nauczyciela akademickiego<br>(udział w konsultacjach, egzaminie)                                | 5   |
| Godziny niekontaktowe – praca własna<br>studenta<br>(przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.) | 35  |
| SUMA GODZIN   | 85  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>   | <b>3</b>  |

\* Należy uwzględnić, że 1 pkt ECTS odpowiada 25-30 godzin całkowitego nakładu pracy studenta.

## 6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

|                                  |             |
|----------------------------------|-------------|
| wymiar godzinowy                 | Nie dotyczy |
| zasady i formy odbywania praktyk | Nie dotyczy |

## 7. LITERATURA

Literatura podstawowa:

- J. Cyklis, W. Pierzchała - Modelowanie procesów dyskretnych w elastycznych systemach produkcyjnych, Zeszyty naukowe 'Mechanika' – Wyd. Politechniki Krakowskiej. – 1995.
- Z. Banaszak, J. Kuś, M. Adamski: - Sieci Petriego, Modelowanie, Sterowanie i synteza systemów dyskretnych - Wyd. Wyższej Szkoły Inżynierskiej, Zielona Góra. – 1993.
- Szpyrka M. - Sieci Petriego w modelowaniu i analizie systemów współbieżnych - WNT, Warszawa. – 2008.
- Zdanowicz R., Świder J. - Modelowanie i symulacja systemów produkcyjnych w programie Enterprise Dynamics – Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice. – 2006.
- Z. Banaszak, J. Kuś, M. Adamski: - Sieci Petriego, Modelowanie, Sterowanie i synteza systemów dyskretnych - Wyd. Wyższej Szkoły Inżynierskiej, Zielona Góra. – 1993.

Literatura uzupełniająca:

- W. Oniszczyk - Metody modelowania - Wyd. Politechniki Białostockiej, Białystok. – 1995.
- Filipowicz W. - Procesy stochastyczne - WNT, Warszawa. – 1996.
- J. Mulawka - Systemy eksperckie - WNT, Warszawa. – 1996.

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej