

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2019/2020

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

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                                                      |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Energooszczędne i ekologiczne układy napędu i sterowania             |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Energy Saving and Environmentally Friendly Drive and Control Systems |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WM AIR oIIN C1 19/20                                                 |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe                                           |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                                                                 |
| SEMESTRY                                | 3                                                                    |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 3       | 9      | 0         | 9            | 9                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z budową, działaniem oraz podstawowymi charakterystykami maszyn i urządzeń, w których zastosowano techniczne i eksploatacyjne środki zmniejszenia zużycia energii oraz emisji szkodliwych substancji do otoczenia.

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

1 Znajomość zagadnień z zakresu napędu i sterowania hydraulicznego i pneumatycznego.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student opisuje metody obliczeń inżynierskich i symulacji oraz wskazuje nowoczesne programy symulacyjne i obliczeniowe do wyznaczania strat oraz sprawności układów hydraulicznych.

**EK2 Wiedza** Student opisuje metody obliczeń inżynierskich i symulacji oraz wskazuje nowoczesne programy symulacyjne i obliczeniowe do doboru akumulatorów hydraulicznych.

**EK3 Wiedza** Student analizuje problematykę sterowania i automatyzacji maszyn, urządzeń i systemów wykorzystujących klasyczne i ekologiczne źródła zasilania w zakresie ich wpływu na człowieka i środowisko naturalne.

**EK4 Umiejętności** Student obsługuje program symulacji komputerowej (np. Simulation X) w zakresie sterowania i napędu układów hydraulicznych wodnych i olejowych, interpretuje dane uzyskane na drodze symulacji komputerowej i porównuje je z danymi uzyskanymi na drodze pomiarów na stanowisku dydaktycznym.

**EK5 Umiejętności** Student proponuje usprawnienie istniejącego systemu napędu lub sterowania maszyny lub urządzenia poprzez wprowadzenie zmian mających na celu zwiększenie jego sprawności i obniżenie zużycia energii.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| LABORATORIUM KOMPUTEROWE |                                                                                                                                                |                  |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP                       | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                         | LICZBA<br>GODZIN |
| K1                       | Wykorzystanie modeli akumulatorów hydropneumatycznych w procesie projektowania układów z odzyskiem energii.                                    | 4                |
| K2                       | Symulacja hydrostatycznych układów napędu i sterowania bez i z uwzględnieniem wpływu sprawności pomp, silników, strat miejscowych i liniowych. | 4                |
| K3                       | Wpływ czynnika roboczego na sprawność hydrostatycznego układu napędowego.                                                                      | 1                |

| WYKŁAD |                                                                                                                                                                                                                                                                |                  |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP     | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                         | LICZBA<br>GODZIN |
| W1     | Układy z odzyskiem energii. Akumulator hydropneumatyczny. Sposoby sterowania a oszczędność energii. Sprawność układów odzysku energii.                                                                                                                         | 2                |
| W2     | Ekologiczne materiały eksploatacyjne w budowie maszyn i urządzeń. Oleje biodegradowalne. Woda jako czynnik roboczy w hydraulicznych układach napędu i sterowania. Wymagania materiałowo-konstrukcyjne stawiane elementom wysokociśnieniowej hydrauliki wodnej. | 3                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                     |                  |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                              | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W3</b> | Odnawialne i nieodnawialne źródła energii. Rodzaje energooszczędnych układów napędowych w maszynach, pojazdach i urządzeniach stacjonarnych. Pojazdy z napędem hybrydowym, elektrycznym, wodorowym. | 4                |

| LABORATORIUM |                                                                                                                                                                        |                  |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                 | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L1</b>    | Badania charakterystyk procesu ładowania i rozładowania akumulatora, jako wtórnego źródła energii. Wyznaczanie sprawności układu odzysku energii.                      | 3                |
| <b>L2</b>    | Identyfikacja strat w olejowych hydrostatycznych układach napędu i sterowania. Sposoby regulacji parametrów układu hydrostatycznego w celu zmniejszenia strat energii. | 3                |
| <b>L3</b>    | Badanie parametrów i wyznaczanie charakterystyk wodnego hydrostatycznego układu napędu i sterowania.                                                                   | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Ćwiczenia laboratoryjne

**N3** Prezentacje multimedialne

**N4** Praca w grupach

**N5** 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                                                               | 27                                                      |
| Konsultacje przedmiotowe                                                                         | 4                                                       |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                                    | 3                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |                                                         |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 12                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 8                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 6                                                       |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>60</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 2.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium

**F2** Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Egzamin pisemny

**P2** Ocena końcowa to średnia ważona ocen formujących i egzaminu:  $P2 = 0,3 \cdot F1 + 0,3 \cdot F2 + 0,4 \cdot P1$

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

**W1** Pozytywne zaliczenie każdego kolokwium

**W2** Oddanie wszystkich prawidłowo wykonanych sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych w określonym terminie

**W3** Obecność na 80% zajęć laboratoryjnych

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | Poniżej 55% z zakresu opisu metod obliczeń inżynierskich i symulacji oraz wyboru nowoczesnych programów symulacyjnych i obliczeniowych do wyznaczania strat oraz sprawności układów hydraulicznych. |

|                     |                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.0        | Co najmniej 55% z zakresu opisu metod obliczeń inżynierskich i symulacji oraz wyboru nowoczesnych programów symulacyjnych i obliczeniowych do wyznaczania strat oraz sprawności układów hydraulicznych.                    |
| NA OCENĘ 3.5        | Co najmniej 64% z zakresu opisu metod obliczeń inżynierskich i symulacji oraz wyboru nowoczesnych programów symulacyjnych i obliczeniowych do wyznaczania strat oraz sprawności układów hydraulicznych.                    |
| NA OCENĘ 4.0        | Co najmniej 73% z zakresu opisu metod obliczeń inżynierskich i symulacji oraz wyboru nowoczesnych programów symulacyjnych i obliczeniowych do wyznaczania strat oraz sprawności układów hydraulicznych.                    |
| NA OCENĘ 4.5        | Co najmniej 82% z zakresu opisu metod obliczeń inżynierskich i symulacji oraz wyboru nowoczesnych programów symulacyjnych i obliczeniowych do wyznaczania strat oraz sprawności układów hydraulicznych.                    |
| NA OCENĘ 5.0        | Co najmniej 91% z zakresu opisu metod obliczeń inżynierskich i symulacji oraz wyboru nowoczesnych programów symulacyjnych i obliczeniowych do wyznaczania strat oraz sprawności układów hydraulicznych.                    |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                                                                                            |
| NA OCENĘ 2.0        | Poniżej 55% z zakresu opisu metod obliczeń inżynierskich i symulacji oraz wyboru nowoczesnych programów symulacyjnych i obliczeniowych do doboru akumulatorów hydraulicznych.                                              |
| NA OCENĘ 3.0        | Co najmniej 55% z zakresu opisu metod obliczeń inżynierskich i symulacji oraz wyboru nowoczesnych programów symulacyjnych i obliczeniowych do doboru akumulatorów hydraulicznych.                                          |
| NA OCENĘ 3.5        | Co najmniej 64% z zakresu opisu metod obliczeń inżynierskich i symulacji oraz wyboru nowoczesnych programów symulacyjnych i obliczeniowych do doboru akumulatorów hydraulicznych.                                          |
| NA OCENĘ 4.0        | Co najmniej 73% z zakresu opisu metod obliczeń inżynierskich i symulacji oraz wyboru nowoczesnych programów symulacyjnych i obliczeniowych do doboru akumulatorów hydraulicznych.                                          |
| NA OCENĘ 4.5        | Co najmniej 82% z zakresu opisu metod obliczeń inżynierskich i symulacji oraz wyboru nowoczesnych programów symulacyjnych i obliczeniowych do doboru akumulatorów hydraulicznych.                                          |
| NA OCENĘ 5.0        | Co najmniej 91% z zakresu opisu metod obliczeń inżynierskich i symulacji oraz wyboru nowoczesnych programów symulacyjnych i obliczeniowych do doboru akumulatorów hydraulicznych.                                          |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                                                                                            |
| NA OCENĘ 2.0        | Poniżej 55% z zakresu analizy problematyki sterowania i automatyzacji maszyn, urządzeń i systemów wykorzystujących klasyczne i ekologiczne źródła zasilania w zakresie ich wpływu na człowieka i środowisko naturalne.     |
| NA OCENĘ 3.0        | Co najmniej 55% z zakresu analizy problematyki sterowania i automatyzacji maszyn, urządzeń i systemów wykorzystujących klasyczne i ekologiczne źródła zasilania w zakresie ich wpływu na człowieka i środowisko naturalne. |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 3.5        | Co najmniej 64% z zakresu analizy problematyki sterowania i automatyzacji maszyn, urządzeń i systemów wykorzystujących klasyczne i ekologiczne źródła zasilania w zakresie ich wpływu na człowieka i środowisko naturalne.                                                                                     |
| NA OCENĘ 4.0        | Co najmniej 73% z zakresu analizy problematyki sterowania i automatyzacji maszyn, urządzeń i systemów wykorzystujących klasyczne i ekologiczne źródła zasilania w zakresie ich wpływu na człowieka i środowisko naturalne.                                                                                     |
| NA OCENĘ 4.5        | Co najmniej 82% z zakresu analizy problematyki sterowania i automatyzacji maszyn, urządzeń i systemów wykorzystujących klasyczne i ekologiczne źródła zasilania w zakresie ich wpływu na człowieka i środowisko naturalne.                                                                                     |
| NA OCENĘ 5.0        | Co najmniej 91% z zakresu analizy problematyki sterowania i automatyzacji maszyn, urządzeń i systemów wykorzystujących klasyczne i ekologiczne źródła zasilania w zakresie ich wpływu na człowieka i środowisko naturalne.                                                                                     |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| NA OCENĘ 2.0        | Poniżej 55% z obsługi programu symulacji komputerowej (np. Simulation X) w zakresie sterowania i napędu układów hydraulicznych wodnych i olejowych, interpretacji danych uzyskanych na drodze symulacji komputerowej i porównywania ich z danymi uzyskanymi na drodze pomiarów na stanowisku dydaktycznym.     |
| NA OCENĘ 3.0        | Co najmniej 55% z obsługi programu symulacji komputerowej (np. Simulation X) w zakresie sterowania i napędu układów hydraulicznych wodnych i olejowych, interpretacji danych uzyskanych na drodze symulacji komputerowej i porównywania ich z danymi uzyskanymi na drodze pomiarów na stanowisku dydaktycznym. |
| NA OCENĘ 3.5        | Co najmniej 64% z obsługi programu symulacji komputerowej (np. Simulation X) w zakresie sterowania i napędu układów hydraulicznych wodnych i olejowych, interpretacji danych uzyskanych na drodze symulacji komputerowej i porównywania ich z danymi uzyskanymi na drodze pomiarów na stanowisku dydaktycznym. |
| NA OCENĘ 4.0        | Co najmniej 73% z obsługi programu symulacji komputerowej (np. Simulation X) w zakresie sterowania i napędu układów hydraulicznych wodnych i olejowych, interpretacji danych uzyskanych na drodze symulacji komputerowej i porównywania ich z danymi uzyskanymi na drodze pomiarów na stanowisku dydaktycznym. |
| NA OCENĘ 4.5        | Co najmniej 82% z obsługi programu symulacji komputerowej (np. Simulation X) w zakresie sterowania i napędu układów hydraulicznych wodnych i olejowych, interpretacji danych uzyskanych na drodze symulacji komputerowej i porównywania ich z danymi uzyskanymi na drodze pomiarów na stanowisku dydaktycznym. |
| NA OCENĘ 5.0        | Co najmniej 91% z obsługi programu symulacji komputerowej (np. Simulation X) w zakresie sterowania i napędu układów hydraulicznych wodnych i olejowych, interpretacji danych uzyskanych na drodze symulacji komputerowej i porównywania ich z danymi uzyskanymi na drodze pomiarów na stanowisku dydaktycznym. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|              |                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0 | Poniżej 55% z zakresu przedstawienia propozycji usprawnienia istniejącego systemu napędu lub sterowania maszyny lub urządzenia poprzez wprowadzenie zmian mających na celu zwiększenie jego sprawności i obniżenie zużycia energii.     |
| NA OCENĘ 3.0 | Co najmniej 55% z zakresu przedstawienia propozycji usprawnienia istniejącego systemu napędu lub sterowania maszyny lub urządzenia poprzez wprowadzenie zmian mających na celu zwiększenie jego sprawności i obniżenie zużycia energii. |
| NA OCENĘ 3.5 | Co najmniej 64% z zakresu przedstawienia propozycji usprawnienia istniejącego systemu napędu lub sterowania maszyny lub urządzenia poprzez wprowadzenie zmian mających na celu zwiększenie jego sprawności i obniżenie zużycia energii. |
| NA OCENĘ 4.0 | Co najmniej 73% z zakresu przedstawienia propozycji usprawnienia istniejącego systemu napędu lub sterowania maszyny lub urządzenia poprzez wprowadzenie zmian mających na celu zwiększenie jego sprawności i obniżenie zużycia energii. |
| NA OCENĘ 4.5 | Co najmniej 82% z zakresu przedstawienia propozycji usprawnienia istniejącego systemu napędu lub sterowania maszyny lub urządzenia poprzez wprowadzenie zmian mających na celu zwiększenie jego sprawności i obniżenie zużycia energii. |
| NA OCENĘ 5.0 | Co najmniej 91% z zakresu przedstawienia propozycji usprawnienia istniejącego systemu napędu lub sterowania maszyny lub urządzenia poprzez wprowadzenie zmian mających na celu zwiększenie jego sprawności i obniżenie zużycia energii. |

## 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_W04                                                                         | Cel 1           | K2 K3 W1 W2<br>L2 L3       | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 P1 P2   |
| EK2               | A2_W04                                                                         | Cel 1           | K1 W1 L2                   | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 P1 P2   |
| EK3               | A2_W12                                                                         | Cel 1           | K2 K3 W2 W3<br>L2 L3       | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 P1 P2   |
| EK4               | A2_U04                                                                         | Cel 1           | K1 K2 K3 L1 L2<br>L3       | N2 N3 N4 N5           | F1 F2 P2      |
| EK5               | A2_U15                                                                         | Cel 1           | K1 K2 K3 W1<br>W2 L1 L2 L3 | N1 N2 N3 N4 N5        | F1 F2 P1 P2   |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Garbacik A. — *Studium projektowania układów hydraulicznych*, Kraków, 1997, ZNiO
- [2] | Ocioszyński J. — *Energetyka energooszczędnych układów napędowych maszyn roboczych*, Warszawa, 1994, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
- [3] | Szumanowski A. — *Hybrid electric vehicle drives design*, Warszawa, 2006, WITE-PIB
- [4] | Trostmann E. — *Water Hydraulics Control Technology*, New York, 1996, Danfoss A/S

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Szydelski Z. — *Naped i sterowanie hydrauliczne w pojazdach i maszynach roboczych*, Warszawa, 1980, WNT
- [2] | Sobczyk A. — *Improvement of Hydraulic System Efficiency by Means of Energy Recuperation*, Kraków, 2014, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej
- [3] | Sobczyk P. — *Hydraulika siłowa. Zbiór zadań z rozwiązaniami*, Warszawa, 2019, PWN

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Paweł, Michał Walczak (kontakt: [pawel.walczak@pk.edu.pl](mailto:pawel.walczak@pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr inż. Paweł Walczak (kontakt: [pawel.walczak@pk.edu.pl](mailto:pawel.walczak@pk.edu.pl))
- 2 dr inż. Janusz Pobędza (kontakt: [janusz.pobedza@pk.edu.pl](mailto:janusz.pobedza@pk.edu.pl))
- 3 dr inż. Artur Gawlik (kontakt: [artur.gawlik@pk.edu.pl](mailto:artur.gawlik@pk.edu.pl))
- 4 mgr inż. Artur Guzowski (kontakt: [artur.guzowski@pk.edu.pl](mailto:artur.guzowski@pk.edu.pl))
- 5 mgr inż. Kinga Garboś (kontakt: [kinga.garbos@pk.edu.pl](mailto:kinga.garbos@pk.edu.pl))
- 6 dr inż. Zygmunt Dziechciowski (kontakt: [zygmunt.dziechciowski@pk.edu.pl](mailto:zygmunt.dziechciowski@pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....