

|  |  |              |             |      |                       |                     |
|--|--|--------------|-------------|------|-----------------------|---------------------|
| Nazwa przedmiotu   |  |              |             |      |                       |                     |
| <b>Badania operacyjne w elektroenergetyce</b><br>Operational research in power engineering |  |              |             |      |                       |                     |
| Dyscyplina   |  |              |             |      | Oznaczenie przedmiotu |                     |
| <b>Elektrotechnika</b>   |  |              |             |      | 10_E1S_EE             |                     |
| Rodzaj przedmiotu  | Stopień studiów  | Tryb studiów | Język zajęć |      | Rok                   | Semestr             |
| do wyboru  | 1  | stacjonarne  | polski      |      | 3                     | 6                   |
| Rodzaj zajęć   |  | Wyk.         | Ćw.         | Lab. | Sem.                  | Proj.               |
|  | Liczba godzin w semestrze  | 30           | 0           | 30   | 0                     | 0                   |
|  |  |              |             |      |                       | Liczba punktów ECTS |
|  |  |              |             |      |                       | 4 ECTS              |
| Koordynator  | Dr inż. Piotr Szelaąg, szelaag@el.pcz.czyst.pl   |              |             |      |                       |                     |
| Prowadzący   | Dr inż. Piotr Szelaąg, szelaag@el.pcz.czyst.pl<br>Dr hab. inż. Janusz Sowiński; jansow@el.pcz.czyst.pl |              |             |      |                       |                     |

## I. KARTA PRZEDMIOTU

### Cel przedmiotu

- C1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu podstawowych zagadnień badań operacyjnych  
C2. Zapoznanie studentów z technikami rozwiązywania optymalizacyjnych zadań z zakresu elektroenergetyki  
C3. Nabycie przez studentów praktycznych umiejętności programowania obliczeń w zakresie zadań z badań operacyjnych w elektroenergetyce

### Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1. Wiedza z matematyki z zakresu analizy matematycznej, rachunku różniczkowego oraz rachunku macierzowego
2. Wiedza z elektrotechniki, z energetyki, w tym z wytwarzania energii elektrycznej i sieci elektrycznych  
Umiejętność obsługi komputera i jego programowania (pakiet obliczeń inżynierskich np. MatLab) oraz korzystania ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych
3. Umiejętności pracy samodzielnej i w grupie

### Efekty kształcenia

- EK1. Student posiada podstawową wiedzę teoretyczną dotyczącą metod badań operacyjnych w zakresie programowania matematycznego, sieciowego i dynamicznego oraz obsługi masowej i teorii gier  
EK2. Student potrafi wykorzystać metody badań operacyjnych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki  
EK3. Student zna i potrafi zastosować uniwersalne środowisko obliczeniowe do komputerowego rozwiązania zadań z zakresu badań operacyjnych w elektroenergetyce

| Treści programowe: wykłady  | Liczba godzin |
|---|---------------|
| W1 – Zarys podstawowych wiadomości z zakresu badań operacyjnych i teorii podejmowania decyzji   | 2             |
| W2 – Modele programowania liniowego. Metoda simplex. Analiza wrażliwości i dualizm  | 2             |
| W3 – Programowanie nieliniowe. Metoda Lagrange'a.   | 2             |
| W4 – Twierdzenia Kuhna-Tuckera. Metody numeryczne optymalizacji.  | 2             |
| W5 – Poszukiwanie ekstremum funkcji bez ograniczeń i z ograniczeniami.  | 2             |
| W6 - Optymalizacja bezgradientowa i gradientowa.  | 2             |
| W7 – Modele programowania stochastycznego.  | 2             |
| W8 – Reguły i kryteria teorii gier.   | 2             |
| W9 – Teoria kolejek.  | 2             |
| W10 – Dynamiczne modele optymalizacji.  | 2             |
| W11 – Programowanie sieciowe.   | 2             |
| W12, 13, 14 – Zastosowanie metod badań operacyjnych w elektroenergetyce (rozdział obciążeń między współpracujące bloki, kompensacja mocy biernej, straty mocy i energii, obciążenie ekonomiczne, harmonogram pracy transformatorów przy zmieniającym się obciążeniu, zasada ekonomicznej transformacji, analiza efektywności inwestycji w warunkach ryzyka) | 6             |
| W15 – Kolokwium zaliczeniowe  | 2             |
| <b>SUMA</b>   | <b>30</b>     |

| Treści programowe: laboratorium   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| L1 - Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do rozwiązywania zadań programowania liniowego w elektroenergetyce    | 2             |
| L2 - Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do rozwiązywania zadań transportowych                                 | 2             |
| L3 - Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do rozwiązywania zadań programowania nieliniowego w elektroenergetyce | 2             |

|   |           |
|---|-----------|
| L4 - Zastosowanie procedur programowania liniowego w pakiecie MatLab do rozwiązywania zadań z badań operacyjnych w elektroenergetyce    | 2         |
| L5 - Zastosowanie procedur optymalizacji nieliniowej w pakiecie MatLab do rozwiązywania zadań z badań operacyjnych w elektroenergetyce  | 2         |
| L6 - Zastosowanie metod programowania matematycznego do rozdziału obciążeń między współpracujące bloki                                  | 2         |
| L7 - Zastosowanie metod programowania matematycznego do kompensacja mocy biernej  | 2         |
| L8 - Zastosowanie metod programowania matematycznego do opracowania harmonogramu pracy transformatorów przy zmieniającym się obciążeniu | 4         |
| L9 - Analiza efektywności inwestycji  | 2         |
| L10 - Analiza efektywności inwestycji w warunkach ryzyka  | 2         |
| L11 - Wykorzystanie modeli masowej obsługi do rozwiązywania problemów z zakresu badań operacyjnych                                      | 2         |
| L12 - Zastosowanie parametrycznych metod identyfikacji modeli dynamicznych w badaniach inżynierskich                                    | 4         |
| L13 - Kolokwium zaliczeniowe  | 2         |
| <b>SUMA</b>   | <b>30</b> |

#### Narzędzia dydaktyczne

1. Prezentacja multimedialna
2. Dyskusja
3. Instrukcje do wykonania ćwiczeń
4. Stanowiska komputerowe
5. Specjalistyczne oprogramowanie

#### Sposoby oceny efektów kształcenia (F – ocena Formująca, P – ocena Podsumowująca)

- F1. Ocena poprawnego i terminowego wykonania ćwiczeń laboratoryjnych
- P1. Wykład – kolokwium zaliczeniowe (100% oceny zaliczeniowej z wykładu)
- P2. Ocena opanowania materiału nauczania będącego przedmiotem ćwiczeń laboratoryjnych – kolokwium zaliczeniowe (50% oceny zaliczeniowej z laboratorium)
- P3. Ocena umiejętności rozwiązywania postawionych problemów oraz wyciągania wniosków i przygotowania dokumentacji – zadanie (50% oceny zaliczeniowej z laboratorium)

#### Obciążenie pracą studenta

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
|---|---|
| Godziny kontaktowe z prowadzącym                            | 60  |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                       | 10  |
| Przygotowanie do zajęć                                      | 30  |
| Przygotowanie do kolokwium                                  | 10  |
| <b>Sumaryczna liczba godzin/punktów ECTS dla przedmiotu</b> | <b>110 / 4 ECTS</b>                               |

#### Wykaz literatury podstawowej i uzupełniającej

1. Jędrzejczyk Z., Skrzypek J., Kukuła K., Walkosz A., Badania operacyjne w przykładach i zadaniach. PWN, Warszawa 1997
2. Red. Majchak E., Badania operacyjne teoria i zastosowanie. Wyd Pol. Śl, Gliwice 2007
3. Rudra P., Matlab dla naukowców i inżynierów. PWN, Warszawa 2018

#### Macierz realizacji efektów kształcenia

| Efekt kształcenia | Odniesienie efektu do efektów kształcenia dla dyscypliny naukowej Elektrotechnika* | Cele przedmiotu | Forma zajęć  | Narzędzia dydaktyczne | Sposób oceny |
|-------------------|--|-----------------|--------------|-----------------------|--------------|
| EK1               | KE1A_W10   | C1              | Wykład       | 1, 2                  | P1           |
| EK2               | KE1A_W10   | C2, C3          | Laboratorium | 2,3,4,5               | F1, P2, P3   |
| EK3               | KE1A_W08, KE1A_W13, KE1A_U16, KE1A_K02   | C2, C3          | Laboratorium | 2,3,4,5               | F1, P2, P3   |

\* – wg załącznika

## II. FORMY OCENY – SZCZEGÓŁY

| Ocena | Efekty  |
|-------|---|
| EK1   | <b>Student posiada podstawową wiedzę teoretyczną dotyczącą metod badań operacyjnych w zakresie programowania matematycznego, sieciowego i dynamicznego oraz obsługi masowej i teorii gier</b> |
| 2     | Student nie posiada podstawowej wiedzy teoretycznej dotyczącej metod badań operacyjnych w zakresie programowania matematycznego, sieciowego i dynamicznego oraz obsługi masowej i teorii gier |
| 3     | Student potrafi wykorzystać metody badań operacyjnych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki na poziomie  |

|            |   |
|------------|---|
|            | podstawowym   |
| 3.5        | Student potrafi wykorzystać metody badań operacyjnych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki na poziomie wyższym niż podstawowy   |
| 4          | Student potrafi wykorzystać metody badań operacyjnych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki na poziomie średnim  |
| 4.5        | Student potrafi wykorzystać metody badań operacyjnych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki na poziomie wyższym niż średni   |
| 5          | Student potrafi wykorzystać metody badań operacyjnych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki na poziomie zaawansowanym  |
| <b>EK2</b> | <b>Student potrafi wykorzystać metody badań operacyjnych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki</b>   |
| 2          | Student nie potrafi wykorzystać metod badań operacyjnych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki   |
| 3          | Student potrafi wykorzystać metody badań operacyjnych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki na poziomie podstawowym  |
| 3.5        | Student potrafi wykorzystać metody badań operacyjnych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki na poziomie wyższym niż podstawowy   |
| 4          | Student potrafi wykorzystać metody badań operacyjnych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki na poziomie średnim  |
| 4.5        | Student potrafi wykorzystać metody badań operacyjnych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki na poziomie na poziomie wyższym niż średni   |
| 5          | Student potrafi wykorzystać metody badań operacyjnych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki na poziomie zaawansowanym  |
| <b>EK3</b> | <b>Student zna i potrafi zastosować uniwersalne środowisko obliczeniowe do komputerowego rozwiązania zadań z zakresu badań operacyjnych w elektroenergetyce</b>                             |
| 2          | Student zna i potrafi zastosować uniwersalne środowisko obliczeniowe do komputerowego rozwiązania zadań z zakresu badań operacyjnych w elektroenergetyce                                    |
| 3          | Student zna i potrafi zastosować uniwersalne środowisko obliczeniowe do komputerowego rozwiązania zadań z zakresu badań operacyjnych w elektroenergetyce na poziomie podstawowym            |
| 3.5        | Student zna i potrafi zastosować uniwersalne środowisko obliczeniowe do komputerowego rozwiązania zadań z zakresu badań operacyjnych w elektroenergetyce na poziomie wyższym niż podstawowy |
| 4          | Student zna i potrafi zastosować uniwersalne środowisko obliczeniowe do komputerowego rozwiązania zadań z zakresu badań operacyjnych w elektroenergetyce na poziomie średnim                |
| 4.5        | Student zna i potrafi zastosować uniwersalne środowisko obliczeniowe do komputerowego rozwiązania zadań z zakresu badań operacyjnych w elektroenergetyce na poziomie wyższym niż średni     |
| 5          | Student zna i potrafi zastosować uniwersalne środowisko obliczeniowe do komputerowego rozwiązania zadań z zakresu badań operacyjnych w elektroenergetyce na poziomie zaawansowanym          |

### III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

1. Wszelkie informacje dla studentów na temat planu zajęć dostępne są na tablicy ogłoszeń oraz na stronie el.pcz.pl.
2. Informacje na temat warunków zaliczania zajęć przekazywana jest studentom podczas pierwszych zajęć.

|   |  |              |     |             |                       |                     |
|---|--|--------------|-----|-------------|-----------------------|---------------------|
| Nazwa przedmiotu                                |  |              |     |             |                       |                     |
| <b>Metody diagnostyki</b><br>Diagnostic methods |  |              |     |             |                       |                     |
| Dyscyplina                                      |  |              |     |             | Oznaczenie przedmiotu |                     |
| <b>Elektrotechnika</b>                          |  |              |     |             | 20_E1S_EE             |                     |
| Rodzaj przedmiotu                               | Stopień studiów                                | Tryb studiów |     | Język zajęć |                       | Rok                 |
| do wyboru                                       | 1  | stacjonarne  |     | polski      |                       | 3                   |
| Rodzaj zajęć                                    |  | Wyk.         | Ćw. | Lab.        | Sem.                  | Proj.               |
|   | Liczba godzin w semestrze                      | 30           | 0   | 0           | 30                    | 0                   |
|   |  |              |     |             |                       | Liczba punktów ECTS |
|   |  |              |     |             |                       | 4                   |
| Koordynator                                     | Dr inż. Adam Jakubas, jakubasa@el.pcz.czyst.pl |              |     |             |                       |                     |
| Prowadzący                                      | Dr inż. Adam Jakubas, jakubasa@el.pcz.czyst.pl |              |     |             |                       |                     |

## I. KARTA PRZEDMIOTU

### Cel przedmiotu

- C1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu diagnostyki procesów.
- C2. Zapoznanie z metodami określania bieżącego stanu technicznego i przyczyn zaistnienia obecnego stanu oraz określania horyzontu czasowego przyszłej zmiany stanu technicznego.

### Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1. Podstawowa wiedza z zakresu metrologii i informatyki
2. Umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych
3. Umiejętność korzystania z katalogów i dokumentacji technicznej

### Efekty kształcenia

- EK1. Student posiada wiedzę z zakresu metod detekcji i lokalizacji uszkodzeń
- EK2. Student zna zakres monitorowania stanu obiektów
- EK3. Student zna wybrane systemy diagnozowania obiektów

| Treści programowe: wykłady   | Liczba godzin |
|--|---------------|
| W 1 – Pojęcia podstawowe. Stan obiektu                                 | 2             |
| W 2 – Cele diagnostyki. Przyczyny i skutki stanów awaryjnych           | 2             |
| W 3 – Systemy sygnalizacji alarmów                                     | 2             |
| W 4 5 – Metody detekcji uszkodzeń                                      | 2             |
| W 6 – Metody lokalizacji uszkodzeń                                     | 2             |
| W 7 – Metody identyfikacji uszkodzeń                                   | 2             |
| W 8 – Metody sztucznej inteligencji w diagnostyce                      | 2             |
| W 9 – Systemy doradcze w diagnostyce                                   | 2             |
| W 10 – Metody inżynierii wiedzy w diagnostyce                          | 2             |
| W 11 – Metody pozyskiwania wiedzy w diagnostyce                        | 2             |
| W 12 – Przykład zastosowania wybranych metod diagnostycznych           | 2             |
| W 13 – Automatyka – diagnostyka – informatyka konieczna synteza wiedzy | 2             |
| W 14 – Podsumowanie  | 2             |
| W 15 – Kolokwium zaliczeniowe  | 2             |
| SUMA   | <b>30</b>     |

| Treści programowe: seminarium                 | Liczba godzin |
|---|---------------|
| S 1 – Wprowadzenie, zakres, przydział tematów | 1             |
| S 2-9 – Metody detekcji uszkodzeń             | 6             |
| S 10-17 – Metody lokalizacji uszkodzeń        | 8             |
| S 18-25 – Metody identyfikacji uszkodzeń      | 6             |
| S 26-29 – Metody monitoringu i diagnostyki    | 8             |
| S 30 – Podsumowanie, zaliczenie z oceną       | 1             |
| SUMA  | <b>30</b>     |

### Narzędzia dydaktyczne

1. Prezentacja multimedialna
2. Tablica klasyczna lub interaktywna

**Sposoby oceny efektów kształcenia (F – ocena Formująca, P – ocena Podsumowująca)**

- F1. Aktywność na zajęciach
- P1. Kolokwium (wykłady)
- P2. Zaliczenie na ocenę przygotowanych przez studenta prezentacji z metod diagnostyki (seminarium)

**Obciążenie pracą studenta**

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
|---|---|
| Godziny kontaktowe z prowadzącym                            | 60  |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                       | 10  |
| Przygotowanie do zajęć                                      | 10  |
| Przygotowanie do testu / kolokwium / egzaminu               | 10  |
| Przygotowanie sprawozdań/prezentacji                        | 10  |
| <b>Sumaryczna liczba godzin/punktów ECTS dla przedmiotu</b> | <b>100 / 4 ECTS</b>                               |

**Wykaz literatury podstawowej i uzupełniającej**

1. Korbicz J., Kościelny J.M.: Modelowanie, diagnostyka i sterowanie nadrzędne procesami, WNT, Warszawa 2009.
2. Kościelny J.M.: Diagnostyka zautomatyzowanych procesów przemysłowych, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 2001.
3. Korbicz J., Kościelny J.M., Kowalczyk Z., Cholewa W.: Diagnostyka procesów. Modele, metody sztucznej inteligencji, zastosowania, WNT, Warszawa, 2002.
4. Cholewa W., Moczulski W.: Diagnostyka techniczna maszyn. Pomiary i analiza sygnałów. Politechnika Śląska, nr 1758.
5. Cholewa W., Kazimierczak J.: Diagnostyka techniczna maszyn. Przetwarzanie cech sygnałów. Politechnika Śląska, nr 1693.
6. Żółtowski B.: Podstawy diagnostyki maszyn. Wydawnictwo Uczelniane Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy, Bydgoszcz 1996.
7. Cempel Cz., Tomaszewski F.: Diagnostyka maszyn. Międzyresortowe Centrum Naukowe Majałku Trwałego, Radom 1992.
8. Cempel Cz.: Podstawy wibroakustycznej diagnostyki maszyn. WNT, Warszawa 1982.

**Macierz realizacji efektów kształcenia**

| Efekt kształcenia | Odniesienie efektu do efektów kształcenia dla dyscypliny naukowej Elektrotechnika* | Cele przedmiotu | Forma zajęć        | Narzędzia dydaktyczne | Sposób oceny |
|-------------------|--|-----------------|--------------------|-----------------------|--------------|
| EK1               | KE1A_W13, KE1A_W07, KE1A_U01   | C1, C2          | W, Sem             | 1, 2                  | F1, P1, P2   |
| EK2               | KE1A_W13, KE1A_W07, KE1A_U01   | C1, C2          | W, Sem             | 1, 2                  | F1, P1, P2   |
| EK3               | KE1A_U06   | C1, C2, C3      | wykład, seminarium | 1, 2                  | F1, P1, P2   |

\* – wg załącznika

**II. FORMY OCENY – SZCZEGÓŁY**

| Ocena      | Efekty  |
|------------|---|
| <b>EK1</b> | <b>Student posiada wiedzę z zakresu metod detekcji i lokalizacji uszkodzeń</b>  |
| 2          | Student nie zna systemów diagnozowania obiektów.  |
| 3          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu diagnozowania obiektów.   |
| 3.5        | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu diagnozowania obiektów. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie ogólnym.   |
| 4          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu diagnozowania obiektów. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym.  |
| 4.5        | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu diagnozowania obiektów. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym. Student potrafi dla danego zadania określić warunki diagnozowania i porównać z podanymi w przepisach.  |
| 5          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu diagnozowania obiektów. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym. Student potrafi dla danego zadania określić warunki diagnozowania i porównać z podanymi w przepisach oraz porównać z zalecanymi w literaturze. |
| <b>EK2</b> | <b>Student zna zakres monitorowania stanu obiektów</b>  |
| 2          | Student nie posiada wiedzy z zakresu monitorowania stanu obiektów.  |
| 3          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu monitorowania stanu obiektów.   |
| 3.5        | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu monitorowania stanu obiektów. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie ogólnym.   |
| 4          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu monitorowania stanu obiektów. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym.  |
| 4.5        | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu monitorowania stanu obiektów. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym. Student potrafi dla danego zadania określić warunki monitorowania i porównać z podanymi w przepisach.                                    |

|            |   |
|------------|---|
| 5          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu monitorowania stanu obiektów. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym. Student potrafi dla danego zadania określić warunki monitorowania i porównać z podanymi w przepisach oraz porównać z zalecanymi w literaturze. |
| <b>EK3</b> | <b>Student zna wybrane systemy diagnozowania obiektów</b>   |
| 2          | Student nie zna systemów diagnozowania obiektów.  |
| 3          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu diagnozowania obiektów.   |
| 3.5        | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu diagnozowania obiektów. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie ogólnym.   |
| 4          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu diagnozowania obiektów. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym.  |
| 4.5        | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu diagnozowania obiektów. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym. Student potrafi dla danego zadania określić warunki diagnozowania i porównać z podanymi w przepisach.  |
| 5          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu diagnozowania obiektów. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym. Student potrafi dla danego zadania określić warunki diagnozowania i porównać z podanymi w przepisach oraz porównać z zalecanymi w literaturze.       |

### III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

1. Wszelkie informacje dla studentów na temat planu zajęć dostępne są na tablicy ogłoszeń oraz na stronie el.pcz.pl.
2. Informacje na temat warunków zaliczania zajęć przekazywana jest studentom podczas pierwszych zajęć.

|   |   |              |     |             |                       |       |
|---|---|--------------|-----|-------------|-----------------------|-------|
| Nazwa przedmiotu  |   |              |     |             |                       |       |
| <b>Inżynieria materiałów wysokonapięciowych</b><br>High-voltage Materials Engineering |   |              |     |             |                       |       |
| Dyscyplina  |   |              |     |             | Oznaczenie przedmiotu |       |
| <b>Elektrotechnika</b>  |   |              |     |             | 30_E1S_EE             |       |
| Rodzaj przedmiotu   | Stopień studiów   | Tryb studiów |     | Język zajęć |                       | Rok   |
| do wyboru   | 1   | stacjonarne  |     | polski      |                       | 3     |
| Rodzaj zajęć  |   | Wyk.         | Ćw. | Lab.        | Sem.                  | Proj. |
|   | Liczba godzin w semestrze   | 30           | 0   | 0           | 30                    | 0     |
| Liczba punktów ECTS   |   |              |     |             |                       |       |
| 4   |   |              |     |             |                       |       |
| Koordynator   | prof. dr hab. inż. Jan Szczygłowski, jszczyg@gmail.com  |              |     |             |                       |       |
| Prowadzący  | prof. dr hab. inż. Jan Szczygłowski, jszczyg@gmail.com<br>dr hab. inż. Mariusz Najgebauer, najgebauer@el.pcz.czest.pl<br>dr hab. inż. Krzysztof Chwastek, prof. PCz, krzysztof.chwastek@gmail.com |              |     |             |                       |       |

## I. KARTA PRZEDMIOTU

### Cel przedmiotu

- C1. Przekazanie studentom podstawowych informacji z zakresu inżynierii materiałów wysokonapięciowych stosowanych w układach izolacyjnych
- C2. Zapoznanie studentów z trendami rozwojowymi dotyczącymi materiałów elektrotechnicznych stosowanych w aparaturze wysokonapięciowej
- C3. Zdobywanie przez studentów umiejętności doboru materiału i przygotowania prezentacji multimedialnych

### Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1. Znajomość zagadnień z zakresu materiałoznawstwa elektrotechnicznego
2. Znajomość zagadnień z zakresu techniki wysokich napięć

### Efekty kształcenia

- EK1. Student charakteryzuje wybrane pojęcia z zakresu materiałów wysokonapięciowych stosowanych w układach izolacyjnych
- EK2. Student potrafi pozyskiwać informacje z wybranych źródeł, integrować je i przedstawiać w zrozumiały sposób, jak również czynnie uczestniczyć w dyskusji

| Treści programowe: wykłady   | Liczba godzin |
|--|---------------|
| W1 – Informacje podstawowe na temat zakresu tematycznego przedmiotu, literatury, warunków zaliczenia, organizacji zajęć. Klasyfikacja dielektryków | 2             |
| W2 – Gazy szlachetne   | 2             |
| W3 – Gazy nieszlachetne występujące w atmosferze   | 2             |
| W4 – Gazy izolacyjne syntetyczne: sześćfluorek siarki  | 2             |
| W5 – Dielektryki ciekłe: informacje ogólne, przegląd porównawczy   | 2             |
| W6 – Oleje mineralne transformatorowe, kablowe i kondensatorowe  | 2             |
| W7 – Organiczne dielektryki stałe używane jako materiały elektroizolacyjne: dielektryki maziste i łatwo topliwe                                    | 2             |
| W8 – Organiczne dielektryki stałe używane jako materiały elektroizolacyjne: dielektryki celulozowe   | 2             |
| W9 – Organiczne dielektryki stałe używane jako materiały elektroizolacyjne: dielektryki wielkocząsteczkowe   | 2             |
| W10 – Organiczne dielektryki stałe używane jako materiały elektroizolacyjne: elastomery  | 2             |
| W11 – Organiczne dielektryki stałe używane jako materiały elektroizolacyjne: termoplasty   | 2             |
| W12 – Nieorganiczne dielektryki stałe: miki, azbesty   | 2             |
| W13 – Nieorganiczne dielektryki stałe: szkło, ceramika   | 2             |
| W14 – Kolokwium zaliczeniowe   | 2             |
| W15 – Podsumowanie treści wykładów   | 2             |
| <b>SUMA</b>  | <b>30</b>     |

| Treści programowe: seminarium  | Liczba godzin |
|--|---------------|
| S1 – Informacje podstawowe na temat zakresu tematycznego przedmiotu, literatury, warunków zaliczenia, organizacji zajęć. Przedstawienie wytycznych dotyczących sposobu przygotowania prezentacji i jej wygłoszenia. Przydzielenie studentom zagadnień do opracowania na seminarium | 2             |
| S2-14 – Wygłoszenie przez studentów prezentacji multimedialnych. Dyskusja w grupie na temat wygłoszonych prezentacji (dobór materiału, sposób przygotowania i wygłoszenia)   | 27            |
| S15 – Podsumowanie seminariów  | 1             |
| <b>SUMA</b>  | <b>30</b>     |

**Narzędzia dydaktyczne**

1. Prezentacja multimedialna
2. Tablica klasyczna lub interaktywna

**Sposoby oceny efektów kształcenia (F – ocena Formująca, P – ocena Podsumowująca)**

- F1. Aktywność na wykładach i seminariach
- P1. Kolokwium
- P2. Ocena przygotowanych i wygłoszonych prezentacji multimedialnych

**Obciążenie pracą studenta**

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
|---|---|
| Godziny kontaktowe z prowadzącym                            | 60  |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                       | 10  |
| Przygotowanie do kolokwium                                  | 15  |
| Przygotowanie prezentacji                                   | 15  |
| <b>Sumaryczna liczba godzin/punktów ECTS dla przedmiotu</b> | <b>100 / 4 ECTS</b>                               |

**Wykaz literatury podstawowej i uzupełniającej**

1. J. Antoniewicz, *Własności dielektryków*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1971
2. J. Wodziński, *Wysokonapięciowa technika probiercza i pomiarowa*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź, 1978
3. K. Kolbiński, J. Słowikowski, *Materiałoznawstwo elektrotechniczne*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1988
4. A. Chełkowski, *Fizyka dielektryków*, Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa, 1993
5. B. Florkowska, *Materiały elektrotechniczne: podstawy teoretyczne i zastosowania*, Wydawnictwo Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica, Kraków, 2010
6. Z. Celiński, *Materiałoznawstwo elektrotechniczne*, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2011

**Macierz realizacji efektów kształcenia**

| Efekt kształcenia | Odniesienie efektu do efektów kształcenia dla dyscypliny naukowej Elektrotechnika* | Cele przedmiotu | Forma zajęć | Narzędzia dydaktyczne | Sposób oceny |
|-------------------|--|-----------------|-------------|-----------------------|--------------|
| EK1               | KE1A_W02, KE1A_W04, KE1A_K01   | C1, C2          | W, S        | 1, 2                  | F1, P1       |
| EK2               | KE1A_U01, KE1A_U03, KE1A_K05   | C2, C3          | S           | 1, 2                  | F1, P2       |

\* – wg załącznika

**II. FORMY OCENY – SZCZEGÓŁY**

| Ocena      | Efekty  |
|------------|---|
| <b>EK1</b> | <b>Student charakteryzuje wybrane pojęcia z zakresu materiałów wysokonapięciowych stosowanych w układach izolacyjnych</b>   |
| 2          | Student nie potrafi scharakteryzować podstawowych pojęć z zakresu materiałów izolacyjnych wysokonapięciowych  |
| 3          | Student potrafi scharakteryzować podstawowe pojęcia z zakresu materiałów izolacyjnych wysokonapięciowych  |
| 3.5        | Student potrafi scharakteryzować podstawowe pojęcia z zakresu materiałów izolacyjnych wysokonapięciowych oraz dokonać ich klasyfikacji  |
| 4          | Student potrafi przedstawić rozszerzoną charakterystykę materiałów stosowanych w wysokonapięciowych układach izolacyjnych   |
| 4.5        | Student potrafi przedstawić rozszerzoną charakterystykę materiałów stosowanych w wysokonapięciowych układach izolacyjnych, potrafi przedstawić podstawowe zasady ich doboru                       |
| 5          | Student potrafi przedstawić rozszerzoną charakterystykę materiałów stosowanych w wysokonapięciowych układach izolacyjnych, potrafi przedstawić szczegółowo zasady ich doboru                      |
| <b>EK2</b> | <b>Student potrafi pozyskiwać informacje z wybranych źródeł, integrować je i przedstawiać w zrozumiały sposób, jak również czynnie uczestniczyć w dyskusji</b>                                    |
| 2          | Student nie potrafi przygotować prezentacji   |
| 3          | Student potrafi przygotować prezentację na podstawie informacji pozyskanych z niewielkiej liczby źródeł   |
| 3.5        | Student potrafi przygotować prezentację na podstawie wybranych źródeł, ich dobór świadczy o zaangażowaniu   |
| 4          | Student potrafi przygotować prezentację na podstawie wybranych źródeł, ich dobór świadczy o zaangażowaniu. Stara się brać czynny udział w dyskusji  |
| 4.5        | Student potrafi pozyskiwać informacje ze starannie dobranych źródeł, przedstawia prezentację w sposób zrozumiały. Bierze czynny udział w dyskusji   |
| 5          | Student potrafi pozyskiwać informacje ze starannie dobranych źródeł, przedstawia prezentację w sposób zrozumiały i interesujący dla słuchaczy. Bierze czynny udział w dyskusji, jest zaangażowany |

**III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

1. Wszelkie informacje dla studentów na temat planu zajęć dostępne są na tablicy ogłoszeń oraz na stronie el.pcz.pl.
2. Informacje na temat warunków zaliczania zajęć przekazywana jest studentom podczas pierwszych zajęć.



|  |   |              |     |             |                       |      |
|--|---|--------------|-----|-------------|-----------------------|------|
| Nazwa przedmiotu   |   |              |     |             |                       |      |
| <b>Automatyka napędu elektrycznego</b><br>Automatic control of electrical drives |   |              |     |             |                       |      |
| Dyscyplina   |   |              |     |             | Oznaczenie przedmiotu |      |
| <b>Elektrotechnika</b>   |   |              |     |             | 40_E1S_EE             |      |
| Rodzaj przedmiotu  | Stopień studiów   | Tryb studiów |     | Język zajęć |                       | Rok  |
| do wyboru  | 1   | stacjonarne  |     | polski      |                       | 3    |
| Rodzaj zajęć   |   | Wyk.         | Ćw. | Lab.        | Proj.                 | Sem. |
| Liczba godzin w semestrze  |   | 30           | 0   | 30          | 0                     | 0    |
| Liczba punktów ECTS  |   |              |     |             |                       |      |
| 4  |   |              |     |             |                       |      |
| Koordynator  | dr inż. Andrzej Jąderko, aj@el.pcz.czest.pl   |              |     |             |                       |      |
| Prowadzący   | dr inż. Andrzej Jąderko, aj@el.pcz.czest.pl<br>mgr inż. Olga Sochacka, o.sochacka@el.pcz.czest.pl |              |     |             |                       |      |

## II. KARTA PRZEDMIOTU

### Cel przedmiotu

- C1. Przekazanie wiedzy z zakresu struktury, zasad działania, zastosowań, właściwości statycznych i dynamicznych oraz eksploatacji przekształtnikowych napędów elektrycznych prądu stałego i przemiennego
- C2. Zapoznanie z metodami sterowania przekształtnikowych napędów prądu stałego i przemiennego
- C3. Nabycie praktycznych umiejętności w zakresie łączenia obwodów elektrycznych zawierających napędy elektryczne, jak również umiejętności w zakresie wykonywania pomiarów i formułowania wniosków dotyczących właściwości ruchowych napędów

### Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1. Umiejętności pracy samodzielnej i w grupie
2. Posiadanie wiedzy i umiejętności z przedmiotów: maszyny elektryczne, energoelektronika, podstawy automatyki, napęd elektryczny
3. Umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych

### Efekty kształcenia

- EK1. Student zna struktury układów sterowania oraz układów przekształtnikowych zasilających silniki w napędach elektrycznych
- EK2. Student zna modele matematyczne oraz metody sterowania silników w napędach elektrycznych
- EK3. Student potrafi przeprowadzić pomiary zgodnie z instrukcją oraz sformułować wnioski na podstawie pomiarów, a także potrafi zaimplementować układy napędowe do różnego rodzaju procesów przemysłowych

| Treści programowe: wykłady   | Liczba godzin |
|--|---------------|
| <b>W 1</b> – Właściwości napędowe silników prądu stałego   | 2             |
| <b>W 2</b> – Właściwości napędowe silników asynchronicznych  | 2             |
| <b>W 3</b> – Właściwości napędowe silników specjalnego wykonania: PMSM, BLDC, SRM  | 2             |
| <b>W 4</b> - Model matematyczny silnika prądu stałego, model matematyczny silnika asynchronicznego   | 2             |
| <b>W 5</b> - Podstawowe struktury układów regulacji z silnikiem prądu stałego  | 2             |
| <b>W 6</b> – Podstawowe struktury układów regulacji z silnikiem asynchronicznym  | 2             |
| <b>W 7</b> – Metoda wektorów przestrzennych w zastosowaniu do opisu układów trójfazowych, zmiana układów współrzędnych   | 2             |
| <b>W 8</b> – Zastosowanie metody wektora wirującego do generacji napięcia wyjściowego trójfazowego falownika tranzystorowego   | 2             |
| <b>W 9</b> – Regulacja prędkości obrotowej silnika asynchronicznego metodą skalarną $U/f=const$  | 2             |
| <b>W 10</b> - Regulacja prędkości obrotowej silnika asynchronicznego metodą orientacji względem wektora pola (FOC)   | 2             |
| <b>W 11</b> – Regulacja prędkości obrotowej silnika asynchronicznego metodą bezpośredniego sterowania momentem (DTC)   | 2             |
| <b>W 12</b> – Multiskalarny model matematyczny silnika asynchronicznego  | 2             |
| <b>W 13</b> – Odtwarzanie parametrów i zmiennych stanu w układach napędowych z silnikiem asynchronicznym   | 2             |
| <b>W 14</b> – Przetworniki A/C i C/A, przetworniki pomiarowe, układy separacji galwanicznej, cyfrowe urządzenia kontroli prędkości i położenia, sterowanie kluczy półprzewodnikowych | 2             |
| <b>W 15</b> – Perspektywy rozwoju współczesnych układów sterowania napędów elektrycznych   | 2             |
| <b>SUMA</b>  | <b>30</b>     |

| Treści programowe: laboratorium                           | Liczba godzin |
|---|---------------|
| <b>L 1</b> – Wprowadzenie teoretyczne, BHP w laboratorium | 2             |

|  |           |
|--|-----------|
| L 2 – Napęd prądu przemiennego dużej mocy z przełącznikiem gwiazda/trójkąt       | 2         |
| L 3 – Układ sterowania silnika indukcyjnego z orientacją względem wektora pola   | 2         |
| L 4 – Układ sterowania silnika indukcyjnego metodą skalarną $U/f = \text{const}$ | 2         |
| L 5 – Cyfrowy napęd prądu stałego  | 2         |
| L 6 – Modulator rezystancji  | 2         |
| L 7 – <b>Sprawdzian I serii</b>  | 2         |
| L 8 – Napęd prądu przemiennego ze sterownikiem PLC                               | 2         |
| L 9 – Układ sterowania silnika synchronicznego z magnesami trwałymi PMSM         | 2         |
| L 10 - Układ sterowania silnika bezszczotkowego BLDC                             | 2         |
| L 11 – Układ miękkiego startu silnika asynchronicznego                           | 2         |
| L 12 – Układ sterowania silnika asynchronicznego z modelem multiskalarnym        | 2         |
| L 13 – <b>Sprawdzian II serii</b>  | 2         |
| L 14 – Termin na odrabianie ćwiczeń  | 2         |
| L 15 - <b>Test zaliczeniowy</b>  | 2         |
| <b>SUMA</b>  | <b>30</b> |

#### Narzędzia dydaktyczne

1. Wykład z prezentacją multimedialną, wykład konwersatoryjny
2. Laboratorium – praca w zespołach kilkuosobowych

#### Sposoby oceny efektów kształcenia (F – ocena Formująca, P – ocena Podsumowująca)

- F1. Aktywność na wykładach (dyskusja), przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych, poprawne wykonanie zadania postawionego podczas zajęć
- P1. Poprawne wykonanie sprawozdania z ćwiczenia laboratoryjnego, umiejętność rozwiązywania postawionych problemów oraz wyciągania wniosków i przygotowania dokumentacji

#### Obciążenie pracą studenta

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
|---|---|
| Godziny kontaktowe z prowadzącym                            | 60  |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                       | 20  |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych                      | 20  |
| <b>Sumaryczna liczba godzin/punktów ECTS dla przedmiotu</b> | <b>100 / 4 ECTS</b>                               |

#### Wykaz literatury podstawowej i uzupełniającej

1. Kaźmierkowski M., Tunia H.: Automatic Control of Converter - Fed Drives. PWN, Warszawa 1994
2. Kozioł R., Sawicki J., Szklarski L.: Digital Control of Electric Drives. PWN-ELSEVIER, Warszawa 1992
3. Krzemiński Z.: Cyfrowe sterowanie maszynami asynchronicznymi, Wydawnictwo PG, Gdańsk 2000
4. Szklarski L., Jaracz K., Horodecki A.: Electric Drive Systems Dynamics. PWN, Warszawa 1990
5. Zawirski K.: Sterowanie silnikiem synchronicznym o magnesach trwałych, Wydawnictwo PP, Poznań 2005

#### Macierz realizacji efektów kształcenia

| Efekt kształcenia | Odniesienie efektu do efektów kształcenia dla dyscypliny naukowej Elektrotechnika* | Cele przedmiotu | Forma zajęć | Narzędzia dydaktyczne | Sposób oceny |
|-------------------|--|-----------------|-------------|-----------------------|--------------|
| EK1               | KE1A_W09, KE1A_W11   | C1              | W, Lab      | 1, 2                  | F1           |
| EK2               | KE1A_W07, KE1A_U01   | C2              | W, Lab      | 1, 2                  | P1           |
| EK3               | KE1A_U09, KE1A_U11   | C3              | Lab         | 2                     | P1           |

\* – wg załącznika

## II. FORMY OCENY – SZCZEGÓŁY

| Ocena      | Efekty   |
|------------|--|
| <b>EK1</b> | <b>Student zna struktury układów sterowania oraz układów przekształtnikowych zasilających silniki w napędach elektrycznych.</b>      |
| 2          | Student nie zna struktur układów sterowania oraz układów przekształtnikowych   |
| 3          | Student zna podstawowe struktury układów przekształtnikowych w układach napędowych   |
| 3.5        | Student potrafi narysować struktury układów przekształtnikowych  |
| 4          | Student potrafi narysować i opisać zasady działania układów przekształtnikowych wraz z układami sterowania                           |
| 4.5        | Student zna przebiegi czasowe prądu i napięcia na wejściu i wyjściu układów przekształtnikowych                                      |
| 5          | Student zna metody formowania przebiegu napięcia i prądu w układach przekształtnikowych AC i DC oraz potrafi je opisać matematycznie |
| <b>EK2</b> | <b>Student zna modele matematyczne oraz metody sterowania silników w napędach elektrycznych</b>                                      |
| 2          | Student nie zna modeli matematycznych silników elektrycznych   |

|            |   |
|------------|---|
| 3          | Student potrafi nazwać modele matematyczne silników elektrycznych   |
| 3.5        | Student potrafi narysować schematy blokowe silników elektrycznych jako obiektów sterowania  |
| 4          | Student zna modele matematyczne silników elektrycznych w postaci równań różniczkowych   |
| 4.5        | Student zna metody sterowania silników elektrycznych  |
| 5          | Student potrafi korzystać z modeli matematycznych silników elektrycznych do sterowania silnikami  |
| <b>EK3</b> | <b>Student potrafi przeprowadzić pomiary zgodnie z instrukcją oraz sformułować wnioski na podstawie pomiarów, a także zaimplementować układy napędowe do różnego rodzaju procesów przemysłowych</b> |
| 2          | Student nie zna zastosowań układów napędowych w procesach przemysłowych   |
| 3          | Student potrafi zastosować silnik elektryczny do prostego układu napędowego   |
| 3.5        | Student potrafi połączyć silnik elektryczny z przekształtnikiem i uruchomić układ   |
| 4          | Student potrafi zmieniać nastawy układu regulacji przekształtnika   |
| 4.5        | Student potrafi dobrać nastawy układu regulacji przekształtnika   |
| 5          | Student potrafi dobrać układ przekształtnikowy wraz z silnikiem do wybranego procesu przemysłowego  |

### III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

1. Wszelkie informacje dla studentów na temat planu zajęć dostępne są na tablicy ogłoszeń oraz na stronie el.pcz.pl.
2. Informacje na temat warunków zaliczania zajęć przekazywana jest studentom podczas pierwszych zajęć.

|   |   |              |     |             |                       |      |
|---|---|--------------|-----|-------------|-----------------------|------|
| Nazwa przedmiotu  |   |              |     |             |                       |      |
| <b>Eksploatacja elektrowni</b><br>Operating of power plants |   |              |     |             |                       |      |
| Dyscyplina  |   |              |     |             | Oznaczenie przedmiotu |      |
| <b>Elektrotechnika</b>                                      |   |              |     |             | 50_ES1_EE             |      |
| Rodzaj przedmiotu   | Stopień studiów   | Tryb studiów |     | Język zajęć |                       | Rok  |
| do wyboru   | 1   | stacjonarne  |     | polski      |                       | 4    |
| Rodzaj zajęć  |   | Wyk.         | Ćw. | Lab.        | Proj.                 | Sem. |
|   | Liczba godzin w semestrze   | 15           | 0   | 30          | 0                     | 0    |
| Liczba punktów ECTS   |   |              |     |             |                       |      |
| 3   |   |              |     |             |                       |      |
| Koordynator   | Dr hab. inż. Janusz Sowiński, prof. PCz. jansow@el.pcz.czest.pl   |              |     |             |                       |      |
| Prowadzący  | Dr hab. inż. Janusz Sowiński, prof. PCz., jansow@el.pcz.czest.pl<br>Dr inż. Iva Marciniak, lubomir.m@neostrada.pl |              |     |             |                       |      |

### III. KARTA PRZEDMIOTU

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Cel przedmiotu</b> |  |
| C1.                   | Przekazanie studentom wiedzy z zakresu układów elektrycznych w elektrowniach i ich eksploatacji. |
| C2.                   | Przekazanie studentom wiedzy z umiejętności obliczeń ekonomicznych w elektrowniach.              |
| C3.                   | Przekazanie studentom wiedzy z zakresu projektowania układów elektrycznych w elektrowniach.      |

|   |   |
|---|---|
| <b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji</b> |   |
| 1.  | Wiedza z matematyki z zakresu analizy matematycznej.  |
| 2.  | Wiedza z elektrotechniki z zakresu teorii obwodów.  |
| 3.  | Umiejętność programowania w arkuszu kalkulacyjnym i pakiecie obliczeń inżynierskich (Matlab). |

|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>Efekty kształcenia</b> |  |
| EK1.                      | Student zna układy elektryczne w elektrowniach, metody ich obliczeń i badań.   |
| EK2.                      | Student potrafi wykonać obliczenia ekonomiczne w zastosowaniu do elektrowni.   |
| EK3.                      | Student potrafi wykonać analizę strategii elektrowni na rynku energii wykorzystując metody inżynierii finansowej.          |
| EK4.                      | Student zna metody i potrafi przeprowadzić dobór aparatury rozdzielczej w układach potrzeb własnych i ogólnych elektrowni. |

|  |               |
|--|---------------|
| <b>Treści programowe: wykłady</b>  | Liczba godzin |
| <b>W 1</b> – Ogólne informacje o wytwarzaniu energii elektrycznej w elektrowniach konwencjonalnych, jądrowych i wykorzystujących odnawialne źródła energii.                        | 1             |
| <b>W 2</b> – Obliczenia gospodarcze dotyczące elektrowni.  | 1             |
| <b>W 3</b> – Wyznaczanie emisji zanieczyszczeń w elektrowniach konwencjonalnych i opłat z tytułu emisji. Technologie ograniczania szkodliwej dla środowiska emisji zanieczyszczeń. | 2             |
| <b>W 4</b> – Eksploatacja elektrofiltrów i multicyklonów.  | 2             |
| <b>W 5</b> – Generatory i transformatory blokowe w elektrowniach. Dobór transformatorów energetycznych.  | 1             |
| <b>W 6</b> – Szyny ekranowane i ich dobór w elektrowniach.   | 1             |
| <b>W 7</b> – Układy potrzeb własnych w elektrowniach. Dobór urządzeń potrzeb własnych w elektrowniach.   | 1             |
| <b>W 8</b> – Potrzeby ogólne w elektrowniach. Dobór urządzeń potrzeb ogólnych w elektrowniach.   | 1             |
| <b>W 9</b> – Elektrownia na rynku energii elektrycznej. Usługi regulacyjne elektrowni. ERO w systemie elektroenergetycznym.  | 2             |
| <b>W 10</b> – Inżynieria finansowa – strategii elektrowni ograniczające ryzyko wytwórcy na rynku energii elektrycznej.   | 2             |
| Kolokwium  | 1             |
| <b>SUMA</b>  | <b>15</b>     |

|  |               |
|--|---------------|
| <b>Treści programowe: ćwiczenia laboratoryjne – laboratorium komputerowe</b>   | Liczba godzin |
| <b>L 1</b> – Efektywność ekonomiczna elektrowni  | 2             |
| <b>L 2</b> – Wyznaczanie emisji pyłu w elektrowni konwencjonalnej - porównanie możliwych strategii elektrowni.                 | 4             |
| <b>L 3</b> – Naliczanie opłat emitora programem demonstracyjnym Środowisko i własnym oprogramowaniem                           | 4             |
| <b>L 4</b> – Dobór transformatora energetycznego   | 2             |
| <b>L 5</b> – Obliczenia zwarciove i dobór układów potrzeb własnych elektrowni  | 4             |
| <b>L 6</b> – Analiza strategii prosumenta  | 4             |
| <b>L 7</b> – Rozdział obciążeń w systemie elektroenergetycznym   | 4             |
| <b>L 8</b> – Wycena opcji w strategiach elektrowni i spółki dystrybucyjnej ograniczającej ryzyko na rynku energii elektrycznej | 4             |
| Sprawdzian   | 2             |
| <b>SUMA</b>  | <b>30</b>     |

**Narzędzia dydaktyczne**

1. środki audiowizualne
2. materiały dydaktyczne z treściami wykładów w formie plików udostępnionych na serwerze zakładowym
3. instrukcje do wykonania projektu w postaci tekstów zadań, przykładowych rozwiązań w arkuszach kalkulacyjnych i oprogramowaniu inżynierskim
4. wykorzystanie podczas ćwiczeń i zajęć projektowych zestawów komputerowych z oprogramowaniem do obliczeń inżynierskich

**Sposoby oceny efektów kształcenia (F – ocena Formująca, P – ocena Podsumowująca)**

- F1. ocena przygotowania do ćwiczeń – odpowiedź ustna, dyskusja  
 P1. wykład - kolokwium z zagadnień obejmujących treści wykładu (100% oceny z wykładu)  
 P2. ocena opanowania materiału nauczania będącego przedmiotem ćwiczeń laboratoryjnych –ocena sprawozdań (50%) i sprawdzian praktyczny przy komputerze w formie zadań cząstkowych (50%)

**Obciążenie pracą studenta**

| Forma aktywności   | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
|--|---|
| Godziny kontaktowe z prowadzącym   | 45  |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą  | 10  |
| Przygotowanie do zajęć i sprawdzianów  | 20  |
| Przygotowanie skryptów i arkuszy kalkulacyjnych do realizacji laboratorium komputerowego | 20  |
| <b>Sumaryczna liczba godzin/punktów ECTS dla przedmiotu</b>                              | <b>95 / 3 ECTS</b>                                |

**Wykaz literatury podstawowej i uzupełniającej**

1. Pawlik M., Strzelczyk H., Elektrownie, WNT Warszawa 2012
2. Wolańczyk F., Elektrownie wiatrowe, KaBe, 2009
3. Chmielniak T., Technologie energetyczne, WNT 2014
4. Kacejko P., Machowski J., Zwarcia w systemach elektroenergetycznych, WNT, Warszawa 2002
5. Kanicki A., Kozłowski J., Stacje elektroenergetyczne
6. Poradnik Inżyniera Elektryka, WNT Warszawa 1997

**Macierz realizacji efektów kształcenia**

| Efekt kształcenia | Odniesienie efektu do efektów kształcenia dla dyscypliny naukowej Elektrotechnika* | Cele przedmiotu | Forma zajęć          | Narzędzia dydaktyczne | Sposób oceny  |
|-------------------|--|-----------------|----------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | KE1A_W01, KE1A_W08, KE1A_W13   | C1              | wykład, laboratorium | 1,2                   | P1            |
| EK2               | KE1A_W13, KE1A_W08, KE1A_U01, KE1A_U12, KE1A_U16,                                  | C2              | wykład, laboratorium | 1,2,3,4               | F1, F2, P2,P3 |
| EK3               | KE1A_W08, KE1A_W13, KE1A_U12, KE1A_U16,  | C2              | wykład, laboratorium | 3,4                   | F1, F2, P2,P3 |
| EK4               | KE1A_W08, KE1A_W13, KE1A_U16, KE1A_K02   | C3              | wykład, laboratorium | 3,4                   | F2,P2, P3     |

\* – wg załącznika

**II. FORMY OCENY – SZCZEGÓŁY**

| Ocena      | Efekty   |
|------------|--|
| <b>EK1</b> | <b>Student zna układy elektryczne w elektrowniach, metody ich obliczeń i badań.</b>  |
| 2          | Student nie zna układów elektrycznych w elektrowniach, nie potrafi ich badać i obliczać.   |
| 3          | Student zna układy elektrycznych w elektrowniach.  |
| 3.5        | Student potrafi analizować pracę niektórych układów elektrycznych np. elektrowyprawy, generatora i transformatora blokowego.                   |
| 4          | Student potrafi analizować pracę układów elektrycznych np. elektrowyprawy, generatora i transformatora blokowego.                              |
| 4.5        | Student potrafi obliczać układy elektryczne, np. dobór transformatora blokowego  |
| 5          | Student potrafi zarówno analizować, jak i obliczać układy elektryczne elektrowni.  |
| <b>EK2</b> | <b>Student potrafi wykonać obliczenia ekonomiczne w zastosowaniu do elektrowni</b>   |
| 2          | Student nie potrafi zdefiniować podstawowych wskaźników oceny efektywności ekonomicznej inwestycji w elektroenergetyce.                        |
| 3          | Student potrafi zdefiniować podstawowe wskaźniki oceny efektywności ekonomicznej inwestycji w elektroenergetyce i podać sposób ich obliczania. |
| 3.5        | Student potrafi dodatkowo sformułować istotę zadania rozdziału obciążeń.   |
| 4          | Student potrafi porównać różne warianty inwestycyjne w zakresie urządzeń elektroenergetycznych w elektrowni                                    |
| 4.5        | Student potrafi wykonać obliczenia ekonomiczne dotyczące elektrowni.   |

|            |   |
|------------|---|
| 5          | Student potrafi wykonać obliczenia ekonomiczne i przeanalizować wyniki.   |
| <b>EK3</b> | <b>Student potrafi wykonać analizę strategii elektrowni na rynku energii wykorzystując metody inżynierii finansowej.</b>          |
| 2          | Student nie zna metod i nie potrafi zdefiniować narzędzi inżynierii finansowej.   |
| 3          | Student potrafi zdefiniować narzędzi inżynierii finansowej dotyczące elektrowni.  |
| 3.5        | Student potrafi zbudować strategię zarządzania ryzykiem w elektrowniach.  |
| 4          | Student potrafi przeprowadzić obliczenia dotyczące umów terminowych.  |
| 4.5        | Student zna strategię dotyczące wykorzystania opcji.  |
| 5          | Student w pełni potrafi wykonać analizę strategii elektrowni na rynku energii wykorzystując metody inżynierii finansowej.         |
| <b>EK4</b> | <b>Student zna metody i potrafi przeprowadzić dobór aparatury rozdzielczej w układach potrzeb własnych i ogólnych elektrowni.</b> |
| 2          | Student nie zna metod dobór aparatury rozdzielczej w układach potrzeb własnych i ogólnych elektrowni.                             |
| 3          | Student potrafi odwzorować numerycznie schemat układu potrzeb własnych i ogólnych do obliczeń.                                    |
| 3.5        | Student potrafi wprowadzić do programu odwzorowanie numeryczne układu potrzeb własnych i ogólnych.                                |
| 4          | Student potrafi skorzystać z programu do obliczania doboru aparatury rozdzielczej.  |
| 4.5        | Student zna metody i potrafi przeprowadzić dobór aparatury rozdzielczej w układach potrzeb własnych i ogólnych elektrowni..       |
| 5          | Student zna metody i potrafi przeprowadzić dobór aparatury rozdzielczej w układach potrzeb własnych i ogólnych elektrowni..       |

### III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

1. Wszelkie informacje dla studentów na temat planu zajęć dostępne są na tablicy ogłoszeń oraz na stronie el.pcz.pl.
2. Prowadzący udostępnia na pierwszych zajęciach treści wykładów.
3. Informacje na temat warunków zaliczania zajęć przekazywana jest studentom podczas pierwszych zajęć.

|   |   |              |     |                       |                     |
|---|---|--------------|-----|-----------------------|---------------------|
| Nazwa przedmiotu  |   |              |     |                       |                     |
| <b>Elektromaszynowe układy generatorowe</b><br>Elektromachine generator systems |   |              |     |                       |                     |
| Dyscyplina  |   |              |     | Oznaczenie przedmiotu |                     |
| <b>Elektrotechnika</b>  |   |              |     | 60_E1S_EE             |                     |
| Rodzaj przedmiotu   | Stopień studiów   | Tryb studiów |     | Język zajęć           | Rok                 |
| do wyboru   | 1   | stacjonarne  |     | polski                | 4                   |
| Rodzaj zajęć  | Liczba godzin w semestrze   | Wyk.         | Ćw. | Lab.                  | Sem.                |
|   |   | 30           | 0   | 30                    | 0                   |
|   |   |              |     |                       | Liczba punktów ECTS |
|   |   |              |     |                       | 4                   |
| Koordinator   | Dr inż. Krzysztof Szewczyk  |              |     |                       |                     |
| Prowadzący  | Dr inż. Krzysztof Szewczyk<br>Dr inż. Andrzej Jąderko<br>Mgr inż. Olga Sochacka |              |     |                       |                     |

#### IV. KARTA PRZEDMIOTU

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Cel przedmiotu</b> |  |
| C1.                   | Przekazanie studentom wiedzy z zakresu konstrukcji, zasady działania, zastosowania, właściwości statycznych i dynamicznych, układów pracy oraz eksploatacji generatorów synchronicznych, asynchronicznych i stałoprądowych.  |
| C2.                   | Zapoznanie studentów z układami laboratoryjnymi zawierającymi generatory elektryczne oraz zasadami wykonywania pomiarów z wykorzystaniem ww. układów.  |
| C3.                   | Nabycie przez studentów praktycznych umiejętności w zakresie łączenia obwodów zawierających uzwojenia maszyn elektrycznych, jak również umiejętności w zakresie wykonywania pomiarów laboratoryjnych i formułowania wniosków dotyczących właściwości ruchowych ww. maszyn w zakresie pracy generatorowej |

|   |  |
|---|--|
| <b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji</b> |  |
| 1.  | Wiedza z mechaniki (fizyki) w zakresie dynamiki.       |
| 2.  | Wiedza z matematyki w zakresie rachunku różniczkowego. |
| 3.  | Wiedza z elektrotechniki w zakresie teorii obwodów.    |
| 4.  | Umiejętność łączenia obwodów elektrycznych.            |
| 5.  | Umiejętności pracy samodzielnej oraz w grupie          |
| 6.  | Umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych       |

|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>Efekty kształcenia</b> |  |
| EK1.                      | Student zna podstawowe struktury układów połączeń uzwojeń generatorów elektrycznych, posiada podstawowe wiadomości z zakresu właściwości ruchowych generatorów elektrycznych oraz zna ich charakterystyki statyczne. |
| EK2.                      | Student potrafi połączyć układy laboratoryjne do badań generatorów elektrycznych i przeprowadzić pomiary zgodnie z instrukcją oraz formułować wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów                         |
| EK3.                      | Student zna wybrane stany nieustalone generatorów synchronicznych pracujących w systemie elektroenergetycznym (zwarcie, oscylacje skrajne wałów, kołysania wirników)   |

|  |               |
|--|---------------|
| <b>Treści programowe: wykłady</b>  | Liczba godzin |
| <b>W 1</b> – Powtórzenie wiadomości z maszyn synchronicznych (cylindrycznych i jawno-biegunowych) z zakresu statyki, w tym: klasyfikacja prądnic, stany pracy prądnicy synchronicznej, zwarcie, charakterystyka zewnętrzna, charakterystyka kątowna mocy oraz momentu elektromagnetycznego, praca równoległa prądnicy. | 5             |
| <b>W 2</b> – Ogólne wiadomości o stanach nieustalonych układów elektromaszynowych: pojęcie układu dynamicznego, model matematyczny, zmienne stanu, układy liniowe i nieliniowe, analiza i stabilność, klasyfikacja stanów nieustalonych.   | 5             |
| <b>W 3</b> – Modele matematyczne turbogeneratorów i hydrogeneratorów: generatory synchroniczne, układy wzbudzenia i regulacji napięcia generatorów, turbiny.   | 5             |
| <b>W 4</b> – Wybrane stany nieustalone generatorów synchronicznych: zwarcie, oscylacje skrajne wałów, kołysania wirników.  | 5             |
| <b>W 5</b> – Właściwości ruchowe i charakterystyki statyczne generatorów asynchronicznych, modele matematyczne maszyn indukcyjnych, stany nieustalone generatora asynchronicznego przyłączonego do sieci sztywnej.   | 5             |
| <b>W 6</b> – Klasyfikacja prądnic prądu stałego, właściwości ruchowe i charakterystyki statyczne prądnic, modele matematyczne i stany nieustalone maszyny prądu stałego: równania różniczkowe, schematy blokowe, równania stanu dla pracy silnikowej i generatorowej.  | 5             |
| <b>SUMA</b>  | <b>30</b>     |

| <b>Treści programowe: laboratorium</b>   | <b>Liczba godzin</b> |
|--|----------------------|
| Wprowadzenie: szkolenie w zakresie BHP oraz postępowania przeciwpożarowego, regulamin zajęć w laboratorium, przygotowanie się do ćwiczenia, technika wykonywania ćwiczeń, sprawozdanie z ćwiczenia | 3                    |
| L 1 – Wyznaczanie charakterystyk biegu jałowego i zwarcia prądnicy synchronicznej.   | 3                    |
| L 2 – Wyznaczanie charakterystyk zewnętrznej i regulacji prądnicy synchronicznej.  | 3                    |
| L 3 – Badanie prądnicy synchronicznej pracującej na sieć sztywną.  | 3                    |
| L 4 – Wyznaczanie parametrów maszyny synchronicznej.   | 3                    |
| L 5 – Wyznaczanie charakterystyk prądnicy asynchronicznej.   | 3                    |
| L 6 – Badanie maszyny dwustronnie zasilanej w zakresie pracy generatorowej   | 3                    |
| L 7 – Badanie prądnicy obcowzbudnej prądu stałego  | 3                    |
| L 8 – Badanie prądnicy szeregowej prądu stałego  | 3                    |
| Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych   | 3                    |
| <b>SUMA</b>  | <b>30</b>            |

#### **Narzędzia dydaktyczne**

1. Wykład (z możliwością zadawania pytań i dyskusji)
2. Zajęcia laboratoryjne (łączenie obwodów na stanowiskach laboratoryjnych i pomiary w zespołach kilkuosobowych)

#### **Sposoby oceny efektów kształcenia (F – ocena Formująca, P – ocena Podsumowująca)**

- F1. Ocena aktywności na wykładzie na podstawie kontroli bieżących notatek (za zgodą studenta) lub/i na podstawie zainteresowania studentów zagadnieniami poruszonymi podczas wykładu, przejawiającego się np. pytaniami zadawanymi przez studentów podczas wykładów
- F2. Sprawdzenie przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych (wynik pozytywny = dopuszczenie do wykonywania ćwiczenia)
- F3. Sprawdzenie kompletności wykonanego ćwiczenia zgodnie z programem w instrukcji na podstawie protokołu (niekompletny protokół = odrobienie brakujących punktów ćwiczenia)
- F4. Ocena systematyczności studentów na podstawie np. bieżących konsultacji dotyczących poprawności wykonanych pomiarów lub/i sposobu wykonania sprawozdania
- F5. Bieżąca ocena aktywności studentów na zajęciach laboratoryjnych oraz informowanie studentów na bieżąco o spostrzeżeniach prowadzącego dotyczących aktywności w celu jej zintensyfikowania
- P1. Ogólna ocena aktywności na wykładzie i na zajęciach laboratoryjnych na podstawie ocen bieżących (F1 i F5)
- P2. Sprawdzenie ilości, kompletności oraz poprawności wykonanych pomiarów na podstawie protokołów
- P3. Sprawdzenie poprawności wykonanych obliczeń, opracowanych wyników oraz sformułowanych wniosków na podstawie sprawozdań
- P4. Ocena opanowania materiału nauczania z zakresu: (a) wykładu na podstawie oceny przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych oraz (b) wykładu i zajęć laboratoryjnych na podstawie dyskusji otrzymanych wyników pomiarów laboratoryjnych, ew. odpowiedzi ustnej (pisemnej) z zakresu tematyki wykładu oraz wykonanych ćwiczeń laboratoryjnych

#### **Obciążenie pracą studenta**

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
|---|---|
| Godziny kontaktowe z prowadzącym:                           |   |
| wykład  | 30  |
| laboratorium  | 30  |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                       | 10  |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych                      | 10  |
| Przygotowanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych          | 10  |
| Przygotowanie do odpowiedzi ustnej (pisemnej)               | 10  |
| <b>Sumaryczna liczba godzin/punktów ECTS dla przedmiotu</b> | <b>100 / 4 ECTS</b>                               |

#### **Wykaz literatury podstawowej i uzupełniającej**

1. Plamitzer A.M., Maszyny elektryczne, WNT Warszawa, 1986
2. Machowski J., Bernas S., Stany nieustalone i stabilność systemu elektroenergetycznego, WNT Warszawa, 1989
3. Antal L., Janta T., Zieliński P., Maszyny elektryczne. Ćwiczenia laboratoryjne, 2001
4. Bogalecka E., Zagadnienia sterowania maszyną dwustronnie zasilaną pracującą jako prądnica w systemie elektroenergetycznym, Wydawnictwo Uczelniane WSM w Gdyni, Gdynia 1997
5. Popenda A., Transformatory i maszyny indukcyjne w zadaniach, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2009
6. Popenda A., Ćwiczenia laboratoryjne z podstaw maszyn elektrycznych, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2009
7. Kacejko L., Pracownia urządzeń elektrycznych, WSiP Warszawa, 1976
8. Turowski J., Teoria maszyn elektrycznych. Maszyny prądu przemiennego, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 1984
9. Puchała A., Elektromechaniczne przetworniki energii, BOBRME Komel, Katowice 2002



| Macierz realizacji efektów kształcenia |  |                 |              |                       |                 |
|--|--|-----------------|--------------|-----------------------|-----------------|
| Efekt kształcenia                      | Odniesienie efektu do efektów kształcenia dla dyscypliny naukowej Elektrotechnika* | Cele przedmiotu | Forma zajęć  | Narzędzia dydaktyczne | Sposób oceny    |
| EK1                                    | KE1A_W11   | C1, C2          | wykład       | 1                     | F1, P1, P4      |
| EK2                                    | KE1A_U09   | C2, C3          | laboratorium | 2                     | F2, F3, F4, F5, |
| EK3                                    | KE1A_W11   | C1              | wykład       | 1                     | F1, P1, P4      |

\* – wg załącznika

## II. FORMY OCENY – SZCZEGÓŁY

| Ocena      | Efekty   |
|------------|--|
| <b>EK1</b> | Student zna podstawowe struktury układów połączeń uzwojeń generatorów elektrycznych, posiada podstawowe wiadomości z zakresu właściwości ruchowych generatorów elektrycznych oraz zna ich charakterystyki statyczne  |
| 2          | Student nie zna podstawowych struktur układów połączeń uzwojeń generatorów elektrycznych, nie posiada podstawowych wiadomości z zakresu właściwości ruchowych generatorów elektrycznych i nie zna ich charakterystyk statycznych   |
| 3          | Student zna podstawowe struktury układów połączeń uzwojeń generatorów elektrycznych oraz posiada podstawowe wiadomości z zakresu właściwości ruchowych generatorów elektrycznych   |
| 3,5        | Student zna podstawowe struktury układów połączeń uzwojeń generatorów elektrycznych, posiada podstawowe wiadomości z zakresu właściwości ruchowych generatorów elektrycznych oraz potrafi narysować wybrane charakterystyki statyczne większości generatorów   |
| 4          | Student zna podstawowe struktury układów połączeń uzwojeń generatorów elektrycznych, posiada podstawowe wiadomości z zakresu właściwości ruchowych generatorów elektrycznych oraz potrafi narysować ich charakterystyki statyczne  |
| 4,5        | Student zna podstawowe struktury układów połączeń uzwojeń generatorów elektrycznych, posiada podstawowe wiadomości z zakresu właściwości ruchowych generatorów elektrycznych oraz potrafi narysować ich charakterystyki statyczne, jak również zinterpretować niektóre z nich  |
| 5          | Student zna podstawowe struktury układów połączeń uzwojeń generatorów elektrycznych, posiada podstawowe wiadomości z zakresu właściwości ruchowych generatorów elektrycznych oraz potrafi narysować i zinterpretować ich charakterystyki statyczne   |
| <b>EK2</b> | Student potrafi połączyć układy laboratoryjne do badań generatorów elektrycznych i przeprowadzić pomiary zgodnie z instrukcją oraz formułować wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów   |
| 2          | Student przychodzi nieprzygotowany na zajęcia laboratoryjne, przeszkadza innym uczestnikom zespołu, nie potrafi lub nie chce łączyć układów laboratoryjnych, nie uczestniczy w realizacji pomiarów. Również student, który nie został dopuszczony lub nie odrobił co najmniej połowy ćwiczeń przewidzianych harmonogramem zajęć laboratoryjnych na skutek nieprzygotowania, spóźnienia lub nieobecności  |
| 3          | Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, uczestniczy w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów  |
| 3,5        | Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów   |
| 4          | Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów, na ogół potrafi formułować logiczne wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów   |
| 4,5        | Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w zajęciach, jest liderem w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów, na ogół potrafi formułować logiczne wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów   |
| 5          | Student przychodzi przygotowany na zajęcia laboratoryjne, aktywnie uczestniczy w zajęciach, jest liderem w procesie łączenia układów laboratoryjnych i w realizacji pomiarów, potrafi sformułować logiczne wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów  |
| <b>EK3</b> | Student zna wybrane stany nieustalone generatorów synchronicznych pracujących w systemie elektroenergetycznym (zwarcie, oscylacje skrętne wałów, kołysania wirników)   |
| 2          | Student nie potrafi: scharakteryzować zwarcia generatora synchronicznego, przedstawić przebiegów prądów i strumieni oraz zależności matematycznych, schematów zastępczych generatora dla różnych stanów pracy, omówić wpływu niesymetrii magnetycznej wirnika jawnobiegunowego; nie potrafi przedstawić turbozespołu jako układu drgającego oraz zilustrować wpływu tych drgań na przebiegi momentu; nie potrafi scharakteryzować kołysań wirników korzystając z równania ruchu mas wirujących, nie zna charakterystyk mocy oraz pojęcia mocy synchronizującej ani jej interpretacji graficznej, nie potrafi określić wpływu regulatorów |
| 3          | Student potrafi scharakteryzować zwarcie generatora synchronicznego oraz przedstawić przebiegi prądów i strumieni; potrafi przedstawić turbozespół jako układ drgający; potrafi scharakteryzować kołysania wirników korzystając z równania ruchu mas wirujących, zna charakterystyki mocy  |
| 3,5        | Student potrafi: scharakteryzować zwarcie generatora synchronicznego, przedstawić przebiegi prądów i strumieni oraz zależności matematyczne, schematy zastępcze generatora dla różnych stanów pracy; na ogół potrafi przedstawić turbozespół jako układ drgający oraz scharakteryzować kołysania wirników korzystając z równania ruchu mas wirujących, zna charakterystyki mocy oraz pojęcie mocy synchronizującej, na ogół potrafi określić wpływ regulatorów   |
| 4          | Student potrafi: scharakteryzować zwarcie generatora synchronicznego, przedstawić przebiegi prądów i strumieni oraz zależności matematyczne, schematy zastępcze generatora dla różnych stanów pracy; potrafi przedstawić turbozespół jako  |

|     |  |
|-----|--|
|     | układ drgający; potrafi scharakteryzować kołysania wirników korzystając z równania ruchu mas wirujących, zna charakterystyki mocy oraz pojęcie mocy synchronizującej, potrafi określić wpływ regulatorów   |
| 4,5 | Student potrafi: scharakteryzować zwarcie generatora synchronicznego, przedstawić przebiegi prądów i strumieni oraz zależności matematyczne, schematy zastępcze generatora dla różnych stanów pracy, omówić wpływ niesymetrii magnetycznej wirnika jawnobiegunowego; potrafi przedstawić turbozespół jako układ drgający oraz zilustrować wpływ tych drgań na przebiegi momentu; potrafi scharakteryzować kołysania wirników korzystając z równania ruchu mas wirujących, zna charakterystyki mocy oraz pojęcie mocy synchronizującej wraz z jej interpretacją graficzną, potrafi określić wpływ regulatorów; na ogół potrafi zinterpretować przebiegi momentu, prądów, strumieni i napięć w stanach nieustalonych |
| 5   | Student potrafi: scharakteryzować zwarcie generatora synchronicznego, przedstawić przebiegi prądów i strumieni oraz zależności matematyczne, schematy zastępcze generatora dla różnych stanów pracy, omówić wpływ niesymetrii magnetycznej wirnika jawnobiegunowego; potrafi przedstawić turbozespół jako układ drgający oraz zilustrować wpływ tych drgań na przebiegi momentu; potrafi scharakteryzować kołysania wirników korzystając z równania ruchu mas wirujących, zna charakterystyki mocy oraz pojęcie mocy synchronizującej wraz z jej interpretacją graficzną, potrafi określić wpływ regulatorów; potrafi zinterpretować przebiegi momentu, prądów, strumieni i napięć w stanach nieustalonych         |

### III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

1. Wszelkie informacje dla studentów na temat planu zajęć dostępne są na tablicy ogłoszeń oraz na stronie el.pcz.pl.
2. Prowadzący przedstawia na pierwszych zajęciach treści wykładów.
3. Informacje na temat warunków zaliczania zajęć przekazywana jest studentom podczas pierwszych zajęć.

|  |  |              |     |                       |                     |
|--|--|--------------|-----|-----------------------|---------------------|
| Nazwa przedmiotu                                   |  |              |     |                       |                     |
| <b>Elektrownie jądrowe</b><br>Nuclear power plants |  |              |     |                       |                     |
| Dyscyplina   |  |              |     | Oznaczenie przedmiotu |                     |
| <b>Elektrotechnika</b>                             |  |              |     | 70_E1NS_EE            |                     |
| Rodzaj przedmiotu                                  | Stopień studiów                                    | Tryb studiów |     | Język zajęć           | Rok                 |
| do wyboru  | 1  | stacjonarne  |     | polski                | 4                   |
| Rodzaj zajęć                                       |  | Wyk.         | Ćw. | Lab.                  | Sem.                |
|  | Liczba godzin w semestrze                          | 15           | 0   | 15                    | 15                  |
|  |  |              |     | Proj.                 | 0                   |
|  |  |              |     |                       | Liczba punktów ECTS |
|  |  |              |     |                       | 3                   |
| Koordynator  | Dr inż. Iva Pavlova-Marciniak, iva@el.pcz.czest.pl |              |     |                       |                     |
| Prowadzący   | Dr inż. Iva Pavlova-Marciniak, iva@el.pcz.czest.pl |              |     |                       |                     |

## V. KARTA PRZEDMIOTU

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>Cel przedmiotu</b> |   |
| C1.                   | Przekazanie studentom wiedzy z zakresu energetyki jądrowej opartej o fuzję termojądrową jak i o rozszczepienie, ze szczególnym uwzględnieniem technologii PWR (Pressurized Water Reactor) i postulowanych rozwiązań technicznych pierwszej polskiej elektrowni jądrowej.  |
| C2.                   | Przypomnienie studentom podstaw fizyki jądrowej. Zapoznanie studentów z technologiami jądrowymi, a następnie ze szczegółowymi rozwiązaniami technicznymi bloków jądrowych w technologii PWR na przykładzie bloków francuskich PWR 1300 MW i EPR 1600 MW. Zapoznanie studentów z problematyką bezpieczeństwa energetyki jądrowej oraz ochrony przed promieniowaniem. |
| C3.                   | Zapoznanie studentów z problematyką bezpieczeństwa energetyki jądrowej oraz ochrony przed promieniowaniem, dopuszczalne dawki również przy stosowanie w medycynie   |

|   |  |
|---|--|
| <b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji</b> |  |
| 1.  | Wiedza z fizyki w zakresie masy, siły, ciśnienia i energii, kinematyki oraz fizyki jądrowej.                               |
| 2.  | Wiedza z matematyki z zakresu równań liniowych, rachunku różniczkowego i całkowego oraz podstaw teorii prawdopodobieństwa. |
| 3.  | Zaliczenie przedmiotu „Wytwarzanie energii elektrycznej”.  |
| 4.  | Umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych   |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Efekty kształcenia</b> |   |
| EK1.                      | Student zna i rozumie podstawy fizyki jądrowej oraz energetyki jądrowej opartej o fuzję termojądrową jak i o rozszczepienie. Student rozróżnia poszczególne technologie jądrowe, a także zna strukturę obiegów termodynamicznych bloków energetycznych w tych technologiach. Student rozróżnia bezpieczeństwo bloków jądrowych poszczególnych technologii, a w tym w szczególności technologii RBMK i PWR.  |
| EK2.                      | Student zna stan i trendy rozwojowe światowej energetyki jądrowej. Rozumie potrzebę budowy energetyki jądrowej w Polsce, mając na względzie dywersyfikację źródeł dostaw energii elektrycznej, ochronę środowiska oraz ekonomikę wytwarzania energii. Student rozumie problematykę źródeł i cykli paliwa jądrowego oraz odpadów jądrowych.  |
| EK3.                      | Student zna szczegółowo rozwiązania techniczne urządzeń bloków jądrowych w technologii PWR na przykładzie bloków PWR 1300 MW i EPR 1600 MW, w tym rozwiązania obiegu pierwotnego, wtórnego oraz obiegu chłodzenia, jak również rozwiązania wszystkich ważnych instalacji pomocniczych „wyspy jądrowej” bloku. Student zna możliwe faktyczne i hipotetyczne awarie bloków PWR, a także zasady i normy ochrony przed promieniowaniem. Student zna możliwe faktyczne i hipotetyczne awarie bloków PWR, a także zasady i normy ochrony przed promieniowaniem. |

|  |                      |
|--|----------------------|
| <b>Treści programowe: wykłady</b>  | <b>Liczba godzin</b> |
| W 1 – Repetytorium z zakresu fizyki jądrowej. Najnowsze osiągnięcia fizyki cząstek elementarnych. Budowa atomu. Podstawowe cząstki techniki reaktorowej. Klasyfikacja neutronów.   | 1                    |
| W 2 – Fuzja termojądrowa. Reakcje jądrowe neutronu z jądrem $^{235}\text{U}$ . Reakcja rozszczepienia. Rozszczepialne paliwa jądrowe. Proces konwersji.  | 1                    |
| W 3 – Wstępne zapoznanie się z budową i działaniem reaktora jądrowego. Klasyfikacja reaktorów. Reaktywność reaktora. Zapas reaktywności. Trucizny reaktorowe.  | 1                    |
| W 4 – Szczegółowy przegląd technologii rozszczepienia opanowanych na skalę wielkoprzemysłową, a także badanych oraz przyszłościowych. Bezpieczeństwo bloków w poszczególnych technologiach. Przyczyny i skutki awarii w EJ Czarnobyl.  | 1                    |
| W5 – Szczegółowy opis rozwiązań bloku jądrowego w technologii PWR na przykładzie bloku EPR 1600 MW. Obieg pierwotny. Parametry termodynamiczne obiegu. Rozwiązania i parametry techniczne urządzeń obiegu, w tym reaktora, wytwornic pary, pomp obiegowych i stabilizatora ciśnienia.  | 1                    |
| W6 – Szczegółowy opis rozwiązań bloku jądrowego w technologii PWR na przykładzie bloku EPR 1600 MW cd. Obieg wtórny. Parametry termodynamiczne obiegu. Rozwiązania i parametry techniczne urządzeń obiegu, w tym turbiny, kondensatora, przegrzewaczo-osuszaczy, regeneracji ciepła, pomp wody zasilającej i pomp kondensatu.. | 1                    |
| W7 – Instalacje pomocnicze „wyspy jądrowej” bloku, w tym szczególnie układy UACR (awaryjnego chłodzenia rdzenia reaktora). Obudowa bezpieczeństwa. Instalacje obróbki odpadów promieniotwórczych.  | 1                    |
| W8 – Zagadnienia ciepłno-przepływowe reaktora w technologii PWR. Kryzysy wrzenia.  | 1                    |
| W9 – Ochrona przed promieniowaniem.  | 1                    |
| W10 – Bezpieczeństwo elektrowni jądrowej. Rzeczywiste i hipotetyczne awarie bloku jądrowego w technologii PWR.   | 1                    |

|  |           |
|--|-----------|
| W11 – Szczegółowe opisy rozwiązań innych niż PWR technologii jądrowych: GCR, HWR, RBMK, HTGCR, LMFBR. Możliwe rozwiązania dla pierwszej polskiej elektrowni jądrowej. Szczegółowe rozwiązania bloku jądrowego EPR (European Pressurized Reactor) 1600 MW, a także bloków AP1000 i ASBWR. | 1         |
| W12 – Cykle paliwowe. Przeróbka paliwa wypalonego. Odpady promieniotwórcze. Miejsca przechowywania paliwa (mogilniki).   | 1         |
| W13 – Stan energetyki jądrowej w świecie, Potrzeba budowy energetyki jądrowej w Polsce, mając na względzie dywersyfikację źródeł dostaw energii elektrycznej, ochronę środowiska oraz ekonomikę wytwarzania energii.   | 1         |
| W14 – Kryteria wyboru lokalizacji elektrowni jądrowej  | 1         |
| W15 – Kolokwium zaliczeniowy (pisemno- ustny). Wpisy zaliczenia  | 1         |
| <b>SUMA</b>  | <b>15</b> |

| <b>Treści programowe: laboratorium (ćwiczenia komputerowe)</b>  | <b>Liczba godzin</b> |
|---|----------------------|
| L 1 – Organizacja grup laboratoryjnych. Wprowadzenie do programu komputerowego symulatora elektrowni jądrowej | 1                    |
| L 2 – Wprowadzenie do modułu technologii PWR symulatora   | 1                    |
| L 3 – Obliczenia symulacyjne normalnego ruchu bloku PWR   | 1                    |
| L 4 – Obliczenia symulacyjne awaryjnego wyłączenia bloku PWR z różnych przyczyn                               | 2                    |
| L 5 – Wprowadzenie do modułu technologii BWR symulatora   | 1                    |
| L 6 – Obliczenia symulacyjne normalnego ruchu bloku BWR   | 1                    |
| L 7 – Obliczenia symulacyjne awaryjnego wyłączenia bloku PWR z różnych przyczyn                               | 2                    |
| L 8 – Wprowadzenie do modułu technologii HWR symulatora   | 1                    |
| L 9 – Obliczenia symulacyjne normalnego ruchu bloku HWR   | 1                    |
| L 10 – Obliczenia symulacyjne awaryjnego wyłączenia bloku HWR z różnych przyczyn                              | 2                    |
| Sesja zaliczeniowa – przyjmowanie sprawozdań z zajęć  | 2                    |
| <b>SUMA</b>   | <b>15</b>            |

| <b>Treści programowe: seminaryjne</b>  | <b>Liczba godzin</b> |
|--|----------------------|
| S 1 – Budowa atomu. Defekt masy.   | 1                    |
| S 2 – Reakcje jądrowe. Fuzja termojądrowa. Reakcje jądrowe neutronu z jądrem U235. Reakcja rozszczepienia. Cykl neutronowy.                    | 1                    |
| S 3 – Budowa i działanie reaktora jądrowego. Reaktywność reaktora. Zapas reaktywności. Trucizny reaktorowe, szlamy i ich rola w pracy reaktora | 1                    |
| S 4 – Bezpieczeństwo bloków jądrowych. Przyczyny i skutki awarii w EJ Czarnobyl i w Fukushima.   | 1                    |
| S 5 – Konstrukcja bloku EPR 1600 MW. Urządzenia obiegu pierwotnego. Przeznaczenie  | 1                    |
| S 6 – Konstrukcja bloku EPR 1600 MW. Urządzenia obiegu wtórnego. Przeznaczenie   | 1                    |
| S 7 – Układy UACR (awaryjnego chłodzenia rdzenia reaktora). Rola obudowy bezpieczeństwa.   | 1                    |
| S 8 – Kryzysy wrzenia reaktora PWR.  | 1                    |
| S 9 – Zagadnienia ochrona przed promieniowaniem.   | 1                    |
| S 10 – Bezpieczeństwo elektrowni jądrowej.   | 1                    |
| S 11 – Technologie jądrowe: GCR, HWR, RBMK, HTGCR, LMFBR. Bloki AP1000, ASBWR i CANDU.   | 1                    |
| S 12 – Cykle paliwowe. Przeróbka paliwa wypalonego. Odpady promieniotwórcze - przechowywanie   | 1                    |
| S 13 – Problemy rozwoju energetyki jądrowej w świecie.   | 1                    |
| S 14 – Lokalizacja elektrowni jądrowej   | 1                    |
| S 15 – Końcowe podsumowanie wiedzy studentów - wpisy zaliczeń.   | 1                    |
| <b>SUMA</b>  | <b>15</b>            |

#### **Narzędzia dydaktyczne**

1. Prezentacja multimedialna (wykład)
2. Prezentacja multimedialna (opracowane przez studentów referaty na wybrany temat z energetyki jądrowej)
3. Instrukcja do ćwiczeń laboratoryjnych
4. Program komputerowy symulatora elektrowni jądrowej

#### **Sposoby oceny efektów kształcenia (F – ocena Formująca, P – ocena Podsumowująca)**

- F1. Aktywność na wykładach (dyskusja)
- P1. Zaliczenie wykładów - kolokwium zaliczeniowe
- P2. Zaliczenie laboratorium na drodze przyjęcia sprawozdań z zajęć.
- P3. Zaliczenie seminarium w formie przygotowania i prezentacja prac kontrolnych (referaty na określone tematy, związane z materiałem dydaktycznym)

#### **Obciążenie pracą studenta**

| Forma aktywności   | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
|--|---|
| Godziny kontaktowe z prowadzącym                             |   |
| Wykłady  | 15  |
| Seminaria  | 15  |
| laboratoria  | 15  |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą, materiału wykładowego | 15  |

|   |                    |
|---|--------------------|
| Przygotowanie kolokwium zaliczeniowe wykładu                | 15                 |
| Przygotowanie do zajęć seminaryjnych                        | 15                 |
| Przygotowywanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych        | 10                 |
| <b>Sumaryczna liczba godzin/punktów ECTS dla przedmiotu</b> | <b>100/ 3 ECTS</b> |

### Wykaz literatury podstawowej i uzupełniającej

1. Szargut J.: Termodynamika. PWN, Warszawa 2002 (lub Termodynamika techniczna - wydanie wcześniejsze tego samego autora)
2. Nehrebecki L.: Elekrownie ciepłne. WNT, Warszawa 1974.
3. Celiński Z., Strupczewski A.: Podstawy energetyki jądrowej. WNT, Warszawa 1984.
4. Centrales nucléaires EdF de 1300 MWe. Électricité de France. Direction de l'Équipement, Paris 1984.
5. Strupczewski A.: Awarie reaktorowe a bezpieczeństwo energetyki jądrowej. WNT, Warszawa 1990.
6. Eksploatacja elektrowni jądrowych. Praca zbiorowa pod red.: Ackermann G. WNT, Warszawa 1987 (przekład).
7. Kielkiewicz M.: Teoria reaktorów jądrowych. PWN, Warszawa 1987.
8. Energetyka jądrowa w Polsce. Praca zbiorowa. Ossolineum, Wrocław-Warszawa-Kraków-dańsk-Łódź 1989.
9. Fic A.: Podstawy teorii reaktorów jądrowych. Część I. Skrypt Politechniki Śląskiej, nr. 1347, Gliwice 1987.
10. Świerżawski T.J.: Podstawy energetyki jądrowej. Skrypt Politechniki Śląskiej, Gliwice 1968.

### Macierz realizacji efektów kształcenia

| Efekt kształcenia | Odniesienie efektu do efektów kształcenia dla dyscypliny naukowej Elektrotechnika* | Cele przedmiotu | Forma zajęć          | Narzędzia dydaktyczne | Sposób oceny |
|-------------------|--|-----------------|----------------------|-----------------------|--------------|
| EK1               | KE1A_W01, KE1A_W02, KE1A_W08<br>KE1A_W09, KE1A_W11, KE1A_W13<br>KE1A_U11           | C1, C2, C3      | wykład<br>seminarium | 1<br>2                | F1, P1, P3   |
| EK2               | KE1A_W01, KE1A_W02, KE1A_W08<br>KE1A_W09, KE1A_W11, KE1A_W13<br>KE1A_U11           | C1, C2, C3      | wykład<br>seminarium | 1<br>2                | F1, P1, P3   |
| EK3               | KE1A_W01, KE1A_W02, KE1A_W08<br>KE1A_W09, KE1A_W11, KE1A_W13<br>KE1A_U11           | C1, C2, C3      | wykład<br>seminarium | 1<br>2                | F1, P1<br>P3 |

\* – wg załącznika

## II. FORMY OCENY – SZCZEGÓŁY

| Ocena      | Efekty   |
|------------|--|
| <b>EK1</b> | <b>Student zna i rozumie podstawy fizyki jądrowej oraz energetyki jądrowej opartej o fuzję termojądrową jak i o rozszczepienie. Student rozróżnia poszczególne technologie jądrowe, a także zna strukturę obiegów termodynamicznych bloków energetycznych w tych technologiach. Student rozróżnia bezpieczeństwo bloków jądrowych poszczególnych technologii, a w tym w szczególności technologii RBMK, BWR, PWR i HWR.</b>                |
| 2          | Student nie zna i nie rozumie żadnych technologii jądrowych  |
| 3          | Student zna w niewielkim stopniu technologię PWR   |
| 3,5        | Student zna pojęcia fizyki i energetyki jądrowej, a także, choć w ograniczonym stopniu, technologię PWR,   |
| 4          | Student zna w dobrym stopniu pojęcia fizyki i energetyki jądrowej oraz technologię PWR.  |
| 4,5        | Student zna w dobrym stopniu pojęcia fizyki i energetyki jądrowej a także dwie technologie (PWR, BWR).   |
| 5          | Student zna w bardzo dobrym stopniu wszystkie pojęcia fizyki i energetyki jądrowej oraz wszystkie technologie jądrowe.   |
| <b>EK2</b> | <b>Student zna stan i trendy rozwojowe światowej energetyki jądrowej. Rozumie potrzebę budowy energetyki jądrowej w Polsce, mając na względzie dywersyfikację źródeł dostaw energii elektrycznej, ochronę środowiska oraz ekonomikę wytwarzania energii. Student rozumie problematykę źródeł i cykli paliwa jądrowego oraz odpadów jądrowych.</b>  |
| 2          | Student nie zna i nie rozumie trendów światowej energetyki jądrowej  |
| 3          | Student zna i rozumie trendy światowej energetyki jądrowej   |
| 3,5        | Student zna i rozumie trendy światowej energetyki jądrowej, a także ekologiczne aspekty energetyki jądrowej.   |
| 4          | Student zna i rozumie trendy światowej energetyki jądrowej, a także rozumie potrzebę budowy energetyki jądrowej w Polsce.  |
| 4,5        | Student zna i rozumie trendy światowej energetyki jądrowej, a także ekologiczne aspekty energetyki jądrowej, jak również rozumie potrzebę budowy energetyki jądrowej w Polsce.   |
| 5          | Student zna dobrze stan i trendy rozwojowe światowej energetyki jądrowe, a także rozumie potrzebę budowy energetyki jądrowej w Polsce. Rozumie też problematykę źródeł i cykli paliwa jądrowego oraz odpadów jądrowych.  |
| <b>EK3</b> | <b>Student zna szczegółowo rozwiązania techniczne urządzeń bloków jądrowych w technologii PWR na przykładzie bloków PWR 1300 MW i EPR 1600 MW, w tym rozwiązania obiegu pierwotnego, wtórnego oraz obiegu chłodzenia, jak również rozwiązania wszystkich ważnych instalacji pomocniczych „wyspy jądrowej” bloku. Student zna możliwe faktyczne i hipotetyczne awarie bloków PWR, a także zasady i normy ochrony przed promieniowaniem.</b> |
| 2          | Student nie zna rozwiązań technologii PWR  |
| 3          | Student zna rozwiązania technologii PWR jednak w sposób fragmentaryczny i niekompletny.  |
| 3,5        | Student zna dobrze rozwiązania technologii PWR, jednak wyłącznie w zakresie podstawowych obiegów i urządzeń  |
| 4          | Student zna dobrze rozwiązania technologii PWR w zakresie wszystkich obiegów i urządzeń.   |
| 4,5        | Student zna szczegółowo rozwiązania technologii PWR w zakresie wszystkich obiegów, instalacji i urządzeń, a także zagadnienia bezpieczeństwa jądrowego.  |
| 5          | Student zna szczegółowo rozwiązania technologii PWR w zakresie wszystkich obiegów, instalacji i urządzeń, a także zagadnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony przed promieniowaniem.  |

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

1. Wszelkie informacje dla studentów na temat planu zajęć dostępne są na tablicy ogłoszeń oraz na stronie el.pcz.pl.
2. Prowadzący udostępnia na pierwszych zajęciach treści wykładów.
3. Informacje na temat warunków zaliczania zajęć przekazywana jest doktorantom podczas pierwszych zajęć.

|   |   |              |     |             |                       |                     |
|---|---|--------------|-----|-------------|-----------------------|---------------------|
| Nazwa przedmiotu  |   |              |     |             |                       |                     |
| <b>Materiały magnetyczne w technice</b><br>Magnetic materials in technology |   |              |     |             |                       |                     |
| Dyscyplina  |   |              |     |             | Oznaczenie przedmiotu |                     |
| <b>Elektrotechnika</b>  |   |              |     |             | 80_E1S_EE             |                     |
| Rodzaj przedmiotu   | Stopień studiów   | Tryb studiów |     | Język zajęć |                       | Rok                 |
| do wyboru   | 1   | stacjonarne  |     | polski      |                       | Semestr             |
| Rodzaj zajęć  | Liczba godzin w semestrze   | Wyk.         | Ćw. | Lab.        | Proj.                 | Sem.                |
|   |   | 30           | 0   | 30          | 0                     | 0                   |
|   |   |              |     |             |                       | Liczba punktów ECTS |
|   |   |              |     |             |                       | 4                   |
| Koordynator   | dr inż. Wojciech Pluta plutaw@el.pcz.czyst.pl   |              |     |             |                       |                     |
| Prowadzący  | dr inż. Wojciech Pluta pluta@el.pcz.czyst.pl<br>dr hab. inż. Krzysztof Chwastek prof. PCz., krzysztof.chwastek@gmail.com<br>dr hab. inż. Mariusz Najgebauer, najgebauer@el.pcz.czyst.pl |              |     |             |                       |                     |

## VI. KARTA PRZEDMIOTU

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Cel przedmiotu</b> |  |
| C1.                   | Przekazanie studentom wiedzy z zakresu materiałów magnetycznych wykorzystywanych w technice ze szczególnym uwzględnieniem elektrotechniki. |
| C2.                   | Zapoznanie studentów z metodami określania oraz właściwościami fizycznymi materiałów ferromagnetycznych.                                   |
| C3.                   | Nabycie przez studentów praktycznej wiedzy z zakresu zastosowań materiałów magnetycznych w maszynach i urządzeniach elektrycznych.         |

|   |   |
|---|---|
| <b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji</b> |   |
| 1.  | Wiedza z zakresu fizyki ciała stałego oraz elektromagnetyzmu.   |
| 2.  | Wiedza z zakresu inżynierii materiałów elektrotechnicznych (zaliczenie przedmiotu „Inżynieria materiałów elektrotechnicznych”).                 |
| 3.  | Wiedza z zakresu bezpieczeństwa użytkowania urządzeń elektrycznych (zaliczenie przedmiotu „Bezpieczeństwo użytkowania urządzeń elektrycznych”). |
| 4.  | Umiejętność opracowania sprawozdania z przebiegu zajęć laboratoryjnych.   |
| 5.  | Umiejętność obsługi komputera oraz korzystania ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych.   |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Efekty kształcenia</b> |   |
| EK1.                      | Student charakteryzuje podstawowe rodzaje materiałów magnetycznych oraz rozpoznaje obszary ich zastosowań w urządzeniach wykorzystywanych w przemyśle elektrotechnicznym; |
| EK2.                      | Student przeprowadza dokumentuje a także zna zasady stosowania eksperymentu oraz potrafi współpracować w grupie;  |

|   |                      |
|---|----------------------|
| <b>Treści programowe: wykłady</b>   | <b>Liczba godzin</b> |
| W1 – Repetytorium z zakresu fizyki ciała stałego oraz zjawisk ferromagnetycznych.   | 2                    |
| W2 – Polikrystaliczna oraz amorficzna budowa ferromagnetyków.   | 2                    |
| W3 – Zakresy uporządkowań atomowych i strukturalnych ferromagnetyków, w tym nanokrystalików.  | 2                    |
| W4 – Taśmy elektrotechniczne zorientowane dla potrzeb budowy transformatorów i generatorów (obwody magnetyczne).                        | 2                    |
| W5 – Taśmy elektrotechniczne zorientowane dla potrzeb budowy transformatorów i generatorów (zjawisko anizotropii magnetokrystalicznej). | 2                    |
| W6 – Taśmy elektrotechniczne niezorientowane do budowy obwodów magnetycznych silników elektrycznych.                                    | 2                    |
| W7 – Taśmy amorficzne na bazie Fe dla potrzeb transformatorów rozdzielczych (metodologia strat).  | 2                    |
| W8 – Taśmy amorficzne na bazie Fe dla potrzeb transformatorów rozdzielczych (wykorzystywanie cech użytkowych amorfików).                | 2                    |
| W9 – Taśmy amorficzne na bazie Fe dla potrzeb transformatorów rozdzielczych (metodologia projektowania transformatorów amorficznych).   | 2                    |
| W10 – Taśmy mikrokrystaliczne i nanokrystaliczne dla potrzeb energoelektroniki (technologia produkcji i właściwości).                   | 2                    |
| W11 – Taśmy mikrokrystaliczne i nanokrystaliczne dla potrzeb energoelektroniki (aspekty aplikacyjne).                                   | 2                    |
| W12 – Nowoczesne materiały magnetycznie miękkie i twarde.   | 2                    |
| W13 – Materiały magnetycznie półtwarde – technologia produkcji i kierunki zastosowań.   | 2                    |
| W14 – Materiały magnetycznie twarde – technologia produkcji i kierunki zastosowań.  | 2                    |
| W15 – Dyskusja i kolokwium zaliczeniowe.  | 2                    |
| <b>SUMA</b>   | <b>30</b>            |

| <b>Treści programowe: laboratorium</b>   | <b>Liczba godzin</b> |
|--|----------------------|
| L1 – Wprowadzenie do programu zajęć laboratoryjnych oraz zapoznanie studentów z przepisami bezpieczeństwa pomiarów i zasadami opracowywania wyników pomiarowych. | 2                    |
| L2 – Charakterystyka magnesowania i przenikalność magnetyczna taśm elektrotechnicznych zorientowanych i niezorientowanych.                                       | 2                    |
| L3 – Pomiar i rozdział strat przemagnesowania.   | 2                    |
| L4 – Porównanie pętli histerezy materiałów polikrystalicznych i amorficznych w warunkach pomiaru przy różnych częstotliwościach.                                 | 2                    |
| L5 – Porównanie natężenie koercji magnetycznych materiałów polikrystalicznych i amorficznych.  | 2                    |
| L6 – Wpływ szczeliny powietrznej na właściwości obwodów magnetycznych.   | 2                    |
| L7 – Określenie oporności izolacji powierzchniowej taśm elektrotechnicznych oraz taśm amorficznych.  | 2                    |
| L8 – Określenie oporności właściwej taśm elektrotechnicznych oraz taśm amorficznych.   | 2                    |
| L9 – Badanie właściwości kierunkowych z wykorzystaniem aparatu Epsteina 25cm.  | 2                    |
| L10 – Badanie właściwości kierunkowych z wykorzystaniem anizometru indukcyjnego.   | 2                    |
| L11 – Wpływ kształtu i wymiarów geometrycznych na współczynnik ekranowania od zewnętrznych stałych pól magnetycznych.  | 2                    |
| L12 – Określenie parametrów wyłącznika różnicowo-prądowego z nanokrystalicznym lub permalojowym obwodem magnetycznym.  | 2                    |
| L13 – Przykład wykorzystania obwodów magnetycznych w systemie nadzoru rozplywu prądów.   | 2                    |
| L14 – Wpływ zewnętrznego stałego pola magnetycznego na uchyby w licznikach energii elektrycznej.   | 2                    |
| L15 – Kolokwium zaliczeniowe.  | 2                    |
| <b>SUMA</b>  | <b>30</b>            |

#### **Narzędzia dydaktyczne**

1. Wykład z prezentacją multimedialną
2. Ćwiczenia laboratoryjne, przygotowanie i wykonanie badań, krytyczna ocena danych empirycznych oraz usystematyzowanie wniosków pod względem ich poprawności

#### **Sposoby oceny efektów kształcenia (F – ocena Formująca, P – ocena Podsumowująca)**

- F1. Wykład – zaliczenie na ocenę
- P1. Laboratorium – zaliczenie na ocenę

#### **Obciążenie pracą doktoranta**

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
|---|---|
| Godziny kontaktowe z prowadzącym                            | 60  |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                       | 15  |
| Przygotowanie sprawozdania z laboratorium                   | 15  |
| Przygotowanie do kolokwium z laboratorium                   | 10  |
| <b>Sumaryczna liczba godzin/punktów ECTS dla przedmiotu</b> | <b>100 / 4 ECTS</b>                               |

#### **Wykaz literatury podstawowej i uzupełniającej**

1. Soiński M.: Materiały magnetyczne w technice, COSiW 2003
2. Zalle R.: Fizyka ciał amorficznych, PWN, 1994
3. Soiński M., Moses A. J.: Anisotropy of Iron-based Soft Magnetic Materials, Chapter 4, Handbook of Magnetic Materials, Vol. 8, North-Holland Elsevier, 1995
4. Shishida H., Kan T., Ito Y.: The magnetic domain and properties of amorphous ribbons, IEEE Trans. on Magnetics, 1985, Vol. MAG-21, nr 1
5. Pluta W., Rygał R., Soiński M.: Nowoczesne techniki określania własności materiałów magnetycznie miękkich, Wiad. Elektrotechniczne, Nr 8, 1999
6. Anuszczyk J., Pluta W., Ferromagnetyki miękkie w polach obrotowych, WN-T, Warszawa 2009
7. Wohlfarth E. P.: Ferromagnetic materials, Vol. 2, North Holland Publishing Comp., 1980
8. Fiorillo F., Measurement and Characterization of Magnetic Materials, Elsevier Academic Press, 2004
9. Herzer G.: Nanocrystalline Soft Magnetic Alloys, Handbook of Magnetic Materials, North - Holland, Vol. 9, 1997
10. Matheisel Z.: Blachy elektrotechniczne walcowane na zimno, WNT, 1973

#### **Macierz realizacji efektów kształcenia**

| Efekt kształcenia | Odniesienie efektu do efektów kształcenia dla dyscypliny naukowej Elektrotechnika* | Cele przedmiotu | Forma zajęć | Narzędzia dydaktyczne | Sposób oceny |
|-------------------|--|-----------------|-------------|-----------------------|--------------|
| EK1               | KE1A_W04, KE1A_W13   | C1              | W           | 1, 2                  | F1           |
| EK2               | KE1A_U08, KE1A_U09, KE1A_K03   | C2, C3          | Lab         | 2                     | P1           |



\* – wg załącznika

## II. FORMY OCENY – SZCZEGÓŁY

| Ocena      | Efekt  |
|------------|--|
| <b>EK1</b> | <b>Student charakteryzuje podstawowe rodzaje materiałów magnetycznych oraz rozpoznaje obszary ich zastosowań w urządzeniach wykorzystywanych w przemyśle elektrotechnicznym</b>  |
| 2          | Student nie charakteryzuje podstawowych rodzajów materiałów magnetycznych oraz nie rozpoznaje obszarów ich zastosowań w urządzeniach wykorzystywanych w przemyśle elektrotechnicznym                                   |
| 3          | Student nie w pełni, ale w większości prawidłowo charakteryzuje podstawowe rodzaje materiałów magnetycznych oraz nie rozpoznaje obszarów ich zastosowań w urządzeniach wykorzystywanych w przemyśle elektrotechnicznym |
| 3.5        | Student nie w pełni, ale w większości prawidłowo charakteryzuje podstawowe rodzaje materiałów magnetycznych oraz rozpoznaje obszary ich zastosowań w urządzeniach wykorzystywanych w przemyśle elektrotechnicznym      |
| 4          | Student w pełni i w większości prawidłowo charakteryzuje podstawowe rodzaje materiałów magnetycznych oraz rozpoznaje obszary ich zastosowań w urządzeniach wykorzystywanych w przemyśle elektrotechnicznym             |
| 4.5        | Student w pełni, ale nie do końca prawidłowo charakteryzuje podstawowe rodzaje materiałów magnetycznych oraz rozpoznaje obszary ich zastosowań w urządzeniach wykorzystywanych w przemyśle elektrotechnicznym          |
| 5          | Student w pełni i prawidłowo charakteryzuje podstawowe rodzaje materiałów magnetycznych oraz rozpoznaje obszary ich zastosowań w urządzeniach wykorzystywanych w przemyśle elektrotechnicznym                          |
| <b>EK2</b> | <b>Student interpretuje i ocenia wyniki eksperymentów oraz poprawnie ocenia zastosowanie badanych materiałów magnetycznych</b>   |
| 2          | Student nie interpretuje i nie ocenia zastosowania badanych materiałów magnetycznych   |
| 3          | Student nie do końca poprawnie interpretuje, ale nie do końca poprawnie ocenia możliwości zastosowania badanych materiałów magnetycznych   |
| 3.5        | Student nie do końca poprawnie interpretuje, ale częściowo poprawnie ocenia możliwości zastosowania badanych materiałów magnetycznych  |
| 4          | Student w większości poprawnie interpretuje, ale częściowo poprawnie ocenia możliwości zastosowania badanych materiałów magnetycznych  |
| 4.5        | Student w zdecydowanej poprawnie interpretuje i ocenia możliwości zastosowania badanych materiałów magnetycznych   |
| 5          | Student poprawnie interpretuje i ocenia wpływ badanych materiałów magnetycznych na parametry eksploatacyjne urządzeń elektrotechnicznych   |

## III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

1. Wszelkie informacje dla studentów na temat planu zajęć dostępne są na tablicy ogłoszeń oraz na stronie el.pcz.pl, pokój F-124
2. Informacje na temat miejsca odbywania się zajęć: F125
3. Informacje na temat terminu zajęć: według planu zajęć
4. Informacja na temat konsultacji: pokój F124 godziny według informacji zamieszczonej na stronie [www.el.pcz.czest.pl](http://www.el.pcz.czest.pl)

|  |   |              |     |             |                       |       |
|--|---|--------------|-----|-------------|-----------------------|-------|
| Nazwa przedmiotu   |   |              |     |             |                       |       |
| <b>Metody sztucznej inteligencji w elektroenergetyce</b><br>Artificial Intelligence Methods in Power Engineering |   |              |     |             |                       |       |
| Dyscyplina   |   |              |     |             | Oznaczenie przedmiotu |       |
| <b>Elektrotechnika</b>   |   |              |     |             | 90_ES1_EE             |       |
| Rodzaj przedmiotu  | Stopień studiów   | Tryb studiów |     | Język zajęć |                       | Rok   |
| do wyboru  | 1   | stacjonarne  |     | polski      |                       | 4     |
| Rodzaj zajęć   |   | Wyk.         | Ćw. | Lab.        | Sem.                  | Proj. |
|  | Liczba godzin w semestrze   | 30           | 0   | 30          | 0                     | 0     |
| Liczbę punktów ECTS  |   |              |     |             |                       |       |
| 4  |   |              |     |             |                       |       |
| Koordynator  | Dr hab. inż. Grzegorz Dudek, prof. PCz, dudek@el.pcz.czyst.pl   |              |     |             |                       |       |
| Prowadzący   | Dr hab. inż. Grzegorz Dudek, prof. PCz, dudek@el.pcz.czyst.pl<br>Dr inż. Łukasz Piątek, l_piatek@el.pcz.czyst.pl<br>Mgr inż. Paweł Pełka, p.pelka@el.pcz.czyst.pl |              |     |             |                       |       |

## I. KARTA PRZEDMIOTU

### Cel przedmiotu

- C1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu wybranych metod sztucznej inteligencji.
- C2. Nabycie przez studentów praktycznych umiejętności w zakresie wykorzystania metod sztucznej inteligencji do rozwiązywania problemów

### Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1. Wiedza z matematyki z zakresu równań liniowych, teorii zbiorów, rachunku macierzowego, rachunku prawdopodobieństwa i statystyki.
2. Wiedza z zakresu podstaw programowania w językach wysokiego poziomu.
3. Umiejętność obsługi komputera oraz korzystania ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.

### Efekty kształcenia

- EK1. Student ma wiedzę z zakresu metod sztucznej inteligencji.
- EK2. Student ma praktyczne umiejętności w zakresie wykorzystania metod sztucznej inteligencji do rozwiązywania problemów.

| Treści programowe: wykłady  | Liczba godzin |
|---|---------------|
| W1 - Informacje wstępne   | 2             |
| W2 - Zastosowania, historia, symboliczna sztuczna inteligencja        | 2             |
| W3-W4 - Systemy uczące się  | 4             |
| W5-W7 - Sztuczne sieci neuronowe                                      | 6             |
| W8 - Logika rozmyta   | 2             |
| W9 - Wnioskowanie rozmyte   | 2             |
| W10 - Sieci neuronowo-rozmyte   | 2             |
| W11 - Problemy przeszukiwania   | 2             |
| W12 - Zadania optymalizacyjne   | 2             |
| W13 - Algorytmy genetyczne  | 2             |
| W14 - Algorytmy ewolucyjne  | 2             |
| W15 - Przykłady zastosowań sztucznej inteligencji w elektroenergetyce | 2             |
| SUMA  | <b>30</b>     |

| Treści programowe: laboratorium                                   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| L1 - Narzędzia do implementacji metod sztucznej inteligencji      | 4             |
| L2 - Aproksymacja funkcji za pomocą wielowarstwowego perceptronu  | 4             |
| L3 - Klasyfikator neuronowy na bazie wielowarstwowego perceptronu | 4             |
| L4 - Sieć Kohonena  | 4             |
| L5 - Rozmyty system decyzyjny                                     | 4             |
| L6 - Algorytm genetyczny  | 4             |
| L7 - Algorytmy ewolucyjne   | 4             |
| Kolokwium zaliczeniowe  | 2             |
| SUMA  | <b>30</b>     |

| Narzędzia dydaktyczne |  |
|-----------------------|--|
| 1.                    | Prezentacja multimedialna                  |
| 2.                    | Tablica klasyczna lub interaktywna         |
| 3.                    | Komputery i specjalistyczne oprogramowanie |

| Sposoby oceny efektów kształcenia (F – ocena Formująca, P – ocena Podsumowująca) |  |
|--|--|
| F1.  | Zaliczenie na ocenę sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych |
| P1.  | Kolokwium  |

| Obciążenie pracą studenta                                   |  |
|---|--|
| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin na realizowanie aktywności |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym                            | 60   |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                       | 10   |
| Przygotowanie do zajęć                                      | 10   |
| Przygotowanie do kolokwium                                  | 10   |
| Przygotowanie sprawozdań                                    | 15   |
| <b>Sumaryczna liczba godzin/punktów ECTS dla przedmiotu</b> | <b>105 / 4 ECTS</b>                              |

| Wykaz literatury podstawowej i uzupełniającej |  |
|---|--|
| 1.  | Kisielewicz A.: Sztuczna inteligencja i logika. WNT  |
| 2.  | Flasiński M.: Wstęp do sztucznej inteligencji. PWN   |
| 3.  | Rutkowski L.: Metody i techniki sztucznej inteligencji. PWN  |
| 4.  | Osowski S.: Sieci neuronowe w ujęciu algorytmicznym. WNT   |
| 5.  | Luger G.: Artificial intelligence: structures and strategies for complex problem solving. Pearson (Addison-Wesley)   |
| 6.  | Arabas J., Cichosz P.: Sztuczna inteligencja. Materiały do wykładu.<br><a href="http://wazniak.mimuw.edu.pl/index.php?title=Sztuczna_inteligencja">http://wazniak.mimuw.edu.pl/index.php?title=Sztuczna_inteligencja</a> |
| 7.  | Russel S., Norvig P.: Artificial Intelligence. Prentice-Hall   |
| 8.  | Łęski J.: Systemy neuronowo-rozmyte. WNT   |
| 9.  | Wenerski M.: Podstawy logiki rozmytej i wnioskowania rozmytego. Self Publishing  |
| 10.   | Piegat A.: Modelowanie i Sterowanie Rozmyte. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT  |
| 11.   | Michalewicz Z.: Algorytmy genetyczne + struktury danych = programy ewolucyjne. WNT   |
| 12.   | Arabas J., Wykłady z algorytmów ewolucyjnych. WNT  |

| Macierz realizacji efektów kształcenia |  |                 |             |                       |              |
|--|--|-----------------|-------------|-----------------------|--------------|
| Efekt kształcenia                      | Odniesienie efektu do efektów kształcenia dla dyscypliny naukowej Elektrotechnika* | Cele przedmiotu | Forma zajęć | Narzędzia dydaktyczne | Sposób oceny |
| EK1                                    | KE1A_W01, KE1A_U01, KE1A_K01   | C1              | W, Lab      | 1, 2                  | P1           |
| EK2                                    | KE1A_W10, KE1A_U06, KE1A_K03   | C2              | Lab         | 3                     | F1           |

\* – wg załącznika

## II. FORMY OCENY – SZCZEGÓŁY

| Ocena      | Efekty   |
|------------|--|
| <b>EK1</b> | <b>Student ma wiedzę z zakresu metod sztucznej inteligencji</b>  |
| 2          | Student nie potrafi omówić żadnego z tematów merytorycznych prezentowanych na zajęciach  |
| 3          | Student potrafi omówić niektóre z treści wykładowych, ale słabo orientuje się w tematyce   |
| 3.5        | Student potrafi omówić niektóre z treści wykładowych, dostatecznie orientuje się w tematyce  |
| 4          | Student potrafi omówić większość tematów wykładowych, dobrze orientuje się w tematyce  |
| 4.5        | Student zna dobrze tematykę wykładową, potrafi omówić większość zagadnień  |
| 5          | Student zna bardzo dobrze tematykę wykładową, potrafi omówić wszystkie zagadnienia   |
| <b>EK2</b> | <b>Student ma praktyczne umiejętności w zakresie wykorzystania metod sztucznej inteligencji do rozwiązywania problemów</b>         |
| 2          | Student nie potrafi zastosować żadnego algorytmu i narzędzia do sztucznej inteligencji omawianego na zajęciach                     |
| 3          | Student potrafi zastosować niektóre algorytmy i narzędzia do sztucznej inteligencji omawiane na zajęciach w stopniu dostatecznym   |
| 3.5        | Student potrafi zastosować niektóre algorytmy i narzędzia do sztucznej inteligencji omawiane na zajęciach w stopniu zadowalającym  |
| 4          | Student potrafi zastosować większość algorytmów i narzędzi do sztucznej inteligencji omawianych na zajęciach                       |
| 4.5        | Student potrafi zastosować wszystkie algorytmy i narzędzia do sztucznej inteligencji omawiane na zajęciach w stopniu zadowalającym |
| 5          | Student potrafi zastosować wszystkie algorytmy i narzędzia do sztucznej inteligencji omawiane na zajęciach w stopniu bardzo dobrym |

## III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

1. Wszelkie informacje dla studentów na temat planu zajęć dostępne są na tablicy ogłoszeń oraz na stronie el.pcz.pl.
2. Informacje na temat warunków zaliczania zajęć przekazywana jest studentom podczas pierwszych zajęć.

|   |   |              |     |             |                       |
|---|---|--------------|-----|-------------|-----------------------|
| Nazwa przedmiotu  |   |              |     |             |                       |
| <b>Przetwarzanie danych w elektroenergetyce</b><br>Data processing in power engineering |   |              |     |             |                       |
| Dyscyplina  |   |              |     |             | Oznaczenie przedmiotu |
| <b>Elektrotechnika</b>  |   |              |     |             | 100_E1S_EE            |
| Rodzaj przedmiotu   | Stopień studiów   | Tryb studiów |     | Język zajęć | Rok                   |
| do wyboru   | 1   | stacjonarne  |     | polski      | 4                     |
| Rodzaj zajęć  |   | Wyk.         | Ćw. | Lab.        | Sem.                  |
|   | Liczba godzin w semestrze   | 15           | 0   | 15          | 15                    |
|   |   |              |     | Proj.       | 0                     |
|   |   |              |     |             | Liczba punktów ECTS   |
|   |   |              |     |             | 3 ECTS                |
| Koordynator   | Dr inż. Piotr Szelaąg, <a href="mailto:szelaag@el.pcz.czest.pl">szelaag@el.pcz.czest.pl</a> |              |     |             |                       |
| Prowadzący  | Dr inż. Piotr Szelaąg, <a href="mailto:szelaag@el.pcz.czest.pl">szelaag@el.pcz.czest.pl</a> |              |     |             |                       |

## I. KARTA PRZEDMIOTU

### Cel przedmiotu

- C1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu podstawowych zagadnień przetwarzania danych  
 C2. Zapoznanie studentów z technikami przetwarzania danych  
 C3. Nabycie przez studentów praktycznych umiejętności programowania obliczeń w zakresie zadań z przetwarzania danych w elektroenergetyce

### Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1. Wiedza z matematyki z zakresu analizy matematycznej, statystyki, rachunku prawdopodobieństwa
2. Umiejętność pozyskiwania informacji i rozwiązywania problemów matematycznych
3. Umiejętności pracy samodzielnej i w grupie

### Efekty kształcenia

- EK1. Student posiada wiedzę teoretyczną dotyczącą przetwarzania danych  
 EK2. Student potrafi wykorzystać metody przetwarzania danych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki  
 EK3. Student zna i potrafi zastosować uniwersalne środowisko obliczeniowe do komputerowego rozwiązania zadań z zakresu przetwarzania danych w elektroenergetyce

| Treści programowe: wykłady                              | Liczba godzin |
|---|---------------|
| W1-2 – Podstawowe metody wstępnego przetwarzania danych | 2             |
| W3-4 – Redukcja wymiarowości danych                     | 2             |
| W5-6 – Reguły asocjacyjne w eksploracji danych          | 2             |
| W7-8 – Metody klasyfikacji danych                       | 2             |
| W9-10 – Analiza szeregów czasowych                      | 2             |
| W11-12 – Analiza skupień                                | 2             |
| W13-14 – Metody wizualizacji danych                     | 2             |
| W15 – Kolokwium zaliczeniowe                            | 1             |
| <b>SUMA</b>   | <b>15</b>     |

| Treści programowe: laboratorium   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| L1-2 – Wprowadzenie do języka R   | 2             |
| L3-4 – Rozwiązywanie problemów z zakresu redukcji wymiarowości danych       | 2             |
| L5-6 – Budowa i zastosowanie reguł asocjacyjnych.                           | 2             |
| L7-8 – Zastosowanie metod klasyfikacji danych w elektroenergetyce           | 2             |
| L9-10 – Analiza szeregów czasowych danych występujących w elektroenergetyce | 2             |
| L11-12 – Zastosowanie metod z zakresu analizy skupień                       | 2             |
| L13-14 – Wizualizacja danych  | 2             |
| L15 – Kolokwium zaliczeniowe  | 1             |
| <b>SUMA</b>   | <b>15</b>     |

| Treści programowe: seminarium                 | Liczba godzin |
|---|---------------|
| S 1 – Wprowadzenie, zakres, przydział tematów | 1             |
| S 2-5 – Metody wstępnego przetwarzania danych | 4             |
| S 6- 8 – Metody klasyfikacji danych           | 3             |
| S 9-11 – Analiza skupień                      | 3             |
| S 12-14 – Metody wizualizacji danych          | 3             |

|   |    |
|---|----|
| S 30 – Podsumowanie, zaliczenie z oceną | 1  |
| SUMA                                    | 15 |

#### Narzędzia dydaktyczne

1. Prezentacja multimedialna
2. Dyskusja
3. Instrukcje do wykonania ćwiczeń
4. Stanowiska komputerowe i specjalistyczne oprogramowanie
5. Tablica

#### Sposoby oceny efektów kształcenia (F – ocena Formująca, P – ocena Podsumowująca)

- F1. Ocena poprawnego i terminowego wykonania ćwiczeń laboratoryjnych
- F2. Aktywność na zajęciach
- P1. Wykład – kolokwium zaliczeniowe (100% oceny zaliczeniowej z wykładu)
- P2. Ocena opanowania materiału nauczania będącego przedmiotem ćwiczeń laboratoryjnych – kolokwium zaliczeniowe (50% oceny zaliczeniowej z laboratorium)
- P3. Ocena umiejętności rozwiązywania postawionych problemów oraz wyciągania wniosków i przygotowania dokumentacji – zadanie (50% oceny zaliczeniowej z laboratorium)

#### Obciążenie pracą studenta

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
|---|---|
| Godziny kontaktowe z prowadzącym                            | 45  |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                       | 10  |
| Przygotowanie do zajęć                                      | 25  |
| Przygotowanie do kolokwium                                  | 10  |
| <b>Sumaryczna liczba godzin/punktów ECTS dla przedmiotu</b> | <b>90 / 3 ECTS</b>                                |

#### Wykaz literatury podstawowej i uzupełniającej

1. Osowski S., Metody i narzędzia eksploracji danych, 2013, BTC
2. Larose D. T., Odkrywanie wiedzy z danych. Wprowadzenie do eksploracji danych, PWN, Warszawa 2013
3. Gagolewski M., Programowanie w języku R. Analiza danych, obliczenia, symulacje., PWN, Warszawa 2016

#### Macierz realizacji efektów kształcenia

| Efekt kształcenia | Odniesienie efektu do efektów kształcenia dla dyscypliny naukowej Elektrotechnika* | Cele przedmiotu | Forma zajęć        | Narzędzia dydaktyczne | Sposób oceny |
|-------------------|--|-----------------|--------------------|-----------------------|--------------|
| EK1               | KE1A_W10   | C1              | Wykład, Seminarium | 1, 2, 5               | F2, P1,      |
| EK2               | KE1A_W10, KE1A_U06   | C2, C3          | Laboratorium       | 2,3,4,5               | F1, P2, P3   |
| EK3               | KE1A_U01, KE1A_U06, KE1A_K03   | C2, C3          | Laboratorium       | 2,3,4,5               | F1, P2, P3   |

\* – wg załącznika

## II. FORMY OCENY – SZCZEGÓŁY

| Ocena      | Efekty  |
|------------|---|
| <b>EK1</b> | <b>Student posiada wiedzę teoretyczną dotyczącą przetwarzania danych</b>  |
| 2          | Student nie posiada podstawowej wiedzy teoretycznej dotyczącej metod przetwarzania danych   |
| 3          | Student posiada wiedzę teoretyczną dotyczącą przetwarzania danych na poziomie podstawowym   |
| 3.5        | Student posiada wiedzę teoretyczną dotyczącą przetwarzania danych na poziomie wyższym niż podstawowy                                      |
| 4          | Student posiada wiedzę teoretyczną dotyczącą przetwarzania danych na poziomie średnim   |
| 4.5        | Student posiada wiedzę teoretyczną dotyczącą przetwarzania danych na poziomie wyższym niż średni  |
| 5          | Student posiada wiedzę teoretyczną dotyczącą przetwarzania danych na poziomie zaawansowanym   |
| <b>EK2</b> | <b>Student potrafi wykorzystać metody przetwarzania danych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki</b>                             |
| 2          | Student nie potrafi wykorzystać metody przetwarzania danych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki                                |
| 3          | Student potrafi wykorzystać metody przetwarzania danych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki na poziomie podstawowym            |
| 3.5        | Student potrafi wykorzystać metody przetwarzania danych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki na poziomie wyższym niż podstawowy |
| 4          | Student potrafi wykorzystać metody przetwarzania danych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki na poziomie średnim                |
| 4.5        | Student potrafi wykorzystać metody przetwarzania danych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki na poziomie wyższym niż średni     |

|            |   |
|------------|---|
| 5          | Student potrafi wykorzystać metody przetwarzania danych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki na poziomie zaawansowanym  |
| <b>EK3</b> | <b>Student zna i potrafi zastosować uniwersalne środowisko obliczeniowe do komputerowego rozwiązania zadań z zakresu przetwarzania danych w elektroenergetyce</b>                             |
| 2          | Student zna i potrafi zastosować uniwersalne środowisko obliczeniowe do komputerowego rozwiązania zadań z zakresu przetwarzania danych w elektroenergetyce                                    |
| 3          | Student zna i potrafi zastosować uniwersalne środowisko obliczeniowe do komputerowego rozwiązania zadań z zakresu przetwarzania danych w elektroenergetyce na poziomie podstawowym            |
| 3.5        | Student zna i potrafi zastosować uniwersalne środowisko obliczeniowe do komputerowego rozwiązania zadań z zakresu przetwarzania danych w elektroenergetyce na poziomie wyższym niż podstawowy |
| 4          | Student zna i potrafi zastosować uniwersalne środowisko obliczeniowe do komputerowego rozwiązania zadań z zakresu przetwarzania danych w elektroenergetyce na poziomie średnim                |
| 4.5        | Student zna i potrafi zastosować uniwersalne środowisko obliczeniowe do komputerowego rozwiązania zadań z zakresu przetwarzania danych w elektroenergetyce na poziomie wyższym niż średni     |
| 5          | Student zna i potrafi zastosować uniwersalne środowisko obliczeniowe do komputerowego rozwiązania zadań z zakresu przetwarzania danych w elektroenergetyce na poziomie zaawansowanym          |

### III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

1. Wszelkie informacje dla studentów na temat planu zajęć dostępne są na tablicy ogłoszeń oraz na stronie el.pcz.pl.
2. Informacje na temat warunków zaliczania zajęć przekazywana jest studentom podczas pierwszych zajęć.

|  |   |              |             |                       |                     |
|--|---|--------------|-------------|-----------------------|---------------------|
| Nazwa przedmiotu   |   |              |             |                       |                     |
| <b>Statystyka i modelowanie ekonometryczne</b><br><b>Statistics and econometric modeling</b> |   |              |             |                       |                     |
| Dyscyplina   |   |              |             | Oznaczenie przedmiotu |                     |
| <b>Elektrotechnika</b>   |   |              |             | 110_E1S_EE            |                     |
| Rodzaj przedmiotu  | Stopień studiów   | Tryb studiów | Język zajęć |                       | Rok                 |
| do wyboru  | 1   | stacjonarne  | polski      |                       | 4                   |
| Rodzaj zajęć   |   | Wyk.         | Ćw.         | Lab.                  | Sem.                |
|  | Liczba godzin w semestrze   | 30           | 0           | 15                    | 0                   |
|  |   |              |             |                       | Proj.               |
|  |   |              |             |                       | 0                   |
|  |   |              |             |                       | Liczba punktów ECTS |
|  |   |              |             |                       | 3 ECTS              |
| Koordynator  | <b>prof. dr hab. inż. Tomasz Popławski</b> , poptom@el.pcz.czest.pl   |              |             |                       |                     |
| Prowadzący   | prof. dr hab. inż. Tomasz Popławski, poptom@el.pcz.czest.pl<br>dr inż. Piotr Szelaż, szelaż@el.pcz.czest.pl<br>mgr inż. Monika Weźgowiec, m.wezgowiec@el.pcz.czest.pl<br>mgr Piotr Chabecki, piotr.chabecki@el.pcz.czest.pl |              |             |                       |                     |

## I. KARTA PRZEDMIOTU

### Cel przedmiotu

- C1. Zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami z zakresu wnioskowania statystycznego
- C2. Poznanie metod modelowania i prognozowania procesów z zastosowaniem modeli ekonometrycznych wraz z oceną własności modelu.
- C3. Poznanie przez studentów wybranych metody doboru celów i sposobów rozwiązania problemów decyzyjnych

### Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1. Wiedza z zakresu przedmiotów: **Podstawy programowania i Podstawy elektroenergetyki**
2. Ogólna wiedza gospodarczo - ekonomiczna
3. Umiejętności pracy samodzielnej i w grupie
4. Umiejętność samodzielnego tworzenia referatu na zadane zagadnienie
5. Umiejętność obsługi komputera, obsługi pakietu Office, oraz korzystania ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych

### Efekty kształcenia

- EK1. Student ma uporządkowaną wiedzę z zakresu zasad projektowania eksperymentu i przeprowadzania badań, dokumentowania wyników pomiarów oraz obliczania niepewności uzyskanych wyników, jednostek miar, a także zna zasady stosowania aparatury pomiarowej oraz właściwości podstawowych przyrządów pomiarowych, funkcjonowania systemów pomiarowych oraz metody komunikacji przyrządów i oprogramowania systemów
- EK2. Student potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań obejmujących projektowanie układów i systemów elektrycznych - dostrzegać ich aspekty pozatechniczne, w tym środowiskowe, ekonomiczne i prawne lub potrafi opracować i zrealizować rozwiązanie inżyniersko-techniczne skierowane na stworzenie wysokoefektywnego i ekonomicznego układu sterowania

| Treści programowe: wykłady   | Liczba godzin |
|--|---------------|
| W1 – Omówienie programu zajęć, przedstawienie wymagań dotyczących celów przedmiotu oraz efektów kształcenia, omówienie literatury przedmiotu, wskazanie źródeł podstawowych i pomocniczych | 1             |
| W2–Elementy statystyki. Opracowanie i prezentacja materiału statystycznego.  | 2             |
| W3–Charakterystyki liczbowe zbiorowości. Miary statystyczne.   | 2             |
| W4–Metody analizy korelacyjnej.  | 2             |
| W5–Testowanie statystyczne   | 4             |
| W6- Pojęcie prognozy. Funkcje i klasyfikacje prognoz. Organizacja procesu prognostycznego.   | 2             |
| W7 - Prognozowanie z wykorzystaniem szeregów czasowych.  | 2             |
| W8 - Modele wygładzania wykładniczego.   | 2             |
| W9 - Liniowy model Holta, model Wintersa.  | 2             |
| W10–Modele tendencji rozwojowej.   | 2             |
| W11 - Prognozowanie z wykorzystaniem modeli ekonometrycznych.  | 2             |
| W12–Klasyczna metoda najmniejszych kwadratów MNK.  | 2             |
| W13 - Problem doboru zmiennych objaśniających do modeli ekonometrycznych.  | 2             |
| W14 - Ocena modelu predykcyjnego.  | 2             |
| W15 –Test podsumowujący  | 1             |
| <b>SUMA</b>  | <b>30</b>     |

| Treści programowe: laboratorium   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| Lab1 – Krótkie wprowadzenie, omówienie wymagań zaliczenia. Omówienie harmonogramu i tematyki laboratorium i sposobu przebiegu zajęć | 1             |
| Lab2 – Dekompozycja szeregów czasowych, analiza zmienności rocznego przebiegu obciążenia systemu.                                   | 1             |
| Lab3 – Budowa i testowanie metod średnich.  | 2             |
| Lab4 - Budowa i testowanie modeli ekstrapolacji trendu.   | 2             |
| Lab5 - Budowa i testowanie modelu Holta   | 2             |
| Lab6 - Budowa i testowanie modelu Wintersa  | 2             |
| Lab7 - Budowa i testowanie modelu regresji liniowej   | 2             |
| Lab8 - Ocena modeli predykcyjnych   | 2             |
| Lab9 – Zaliczenie laboratorium  | 1             |
| <b>SUMA</b>   | <b>15</b>     |

#### Narzędzia dydaktyczne

1. Prezentacja multimedialna
2. Tablica klasyczna lub interaktywna
3. Specjalistyczne oprogramowanie

#### Sposoby oceny efektów kształcenia (F – ocena Formująca, P – ocena Podsumowująca)

- F1. Aktywność na zajęciach, ocena opracowania, referatu lub prezentacji multimedialnej wygłoszonej w trakcie zajęć, ocena aktywności i przygotowania tematycznego studenta poprzez udział w dyskusji na zajęciach, ocena poprawności wykonania ćwiczeń laboratoryjnych przez studenta.
- P1. Kolokwium

#### Obciążenie pracą studenta

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
|---|---|
| Godziny kontaktowe z prowadzącym                            | 45  |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                       | 10  |
| Przygotowanie do zajęć                                      | 10  |
| Przygotowanie do testu / kolokwium / egzaminu               | 15  |
| Przygotowanie sprawozdań/prezentacji                        | 10  |
| <b>Sumaryczna liczba godzin/punktów ECTS dla przedmiotu</b> | <b>90 / 3 ECTS</b>                                |

#### Wykaz literatury podstawowej i uzupełniającej

1. Mieczysław Sobczyk, Statystyka, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2018
2. Bąk Iwona, Markowicz Iwona, Mojsiewicz Magdalena, Wawrzyniak Katarzyna, Statystyka opisowa Przykłady i zadania. Wydawnictwo: CeDeWu, 2015
3. Barbara Radzikowska (redakcja), Metody Prognozowania. Zbiór zadań, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Wrocław 2000
4. Popławski T. Teoria i praktyka planowania rozwoju i eksploatacji systemów elektroenergetycznych. Wybrane aspekty. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej. Częstochowa 2013
5. Popławski T. (Red.). Wybrane zagadnienia prognozowania długoterminowego w systemach elektroenergetycznych. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej. 2012.
6. Dobrzańska I., Dąsał K., Łyp J., Popławski T., Sowiński J.: Prognozowanie w elektroenergetyce. Zagadnienia wybrane. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2002.

#### Macierz realizacji efektów kształcenia

| Efekt kształcenia | Odniesienie efektu do efektów kształcenia dla dyscypliny naukowej Elektrotechnika* | Cele przedmiotu | Forma zajęć | Narzędzia dydaktyczne | Sposób oceny |
|-------------------|--|-----------------|-------------|-----------------------|--------------|
| EK1               | KE1A_W07   | C1,C2           | W, Lab      | 1,2,3                 | F1,P1        |
| EK2               | KE1A_U14   | C3              | W, Lab      | 1,2,3                 | P1           |

\* – wg załącznika

## II. FORMY OCENY – SZCZEGÓŁY

| Ocena | Efekty  |
|-------|---|
| EK1   | Student ma uporządkowaną wiedzę z zakresu zasad projektowania eksperymentu i przeprowadzania badań, dokumentowania wyników pomiarów oraz obliczania niepewności uzyskanych wyników, jednostek miar, a także zna zasady stosowania aparatury pomiarowej oraz właściwości podstawowych przyrządów pomiarowych, funkcjonowania systemów pomiarowych oraz metody komunikacji przyrządów i oprogramowania systemów |



|            |   |
|------------|---|
| 2          | Student nie potrafi omówić żadnego z tematów merytorycznych prezentowanych na zajęciach   |
| 3          | Student potrafi omówić niektóre z treści wykładowych, słabo orientuje się w tematyce  |
| 3.5        | Student potrafi omówić niektóre z treści wykładowych, poprawnie orientuje się w tematyce  |
| 4          | Student poprawnie wypowiada się na wybrane elementy wcześniej zapowiadanej tematyki omawianej na zajęciach  |
| 4.5        | Student dobrze opanował materiał przewidziany w ramach laboratorium oraz wykładów   |
| 5          | Student zna tematykę przewidzianą w ramach zajęć, potrafi wypowiedzieć się na dowolny temat przewidziany w ramach zajęć   |
| <b>EK2</b> | Student potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań obejmujących projektowanie układów i systemów elektrycznych - dostrzegać ich aspekty pozatechniczne, w tym środowiskowe, ekonomiczne i prawne lub potrafi opracować i zrealizować rozwiązanie inżyniersko-techniczne skierowane na stworzenie wysokoefektywnego i ekonomicznego układu sterowania |
| 2          | Student nie potrafi omówić żadnego z tematów merytorycznych prezentowanych na zajęciach   |
| 3          | Student potrafi omówić niektóre z treści wykładowych, słabo orientuje się w tematyce  |
| 3.5        | Student potrafi omówić niektóre z treści wykładowych, poprawnie orientuje się w tematyce  |
| 4          | Student poprawnie wypowiada się na wybrane elementy wcześniej zapowiadanej tematyki omawianej na zajęciach  |
| 4.5        | Student dobrze opanował materiał przewidziany w ramach laboratorium oraz wykładów   |
| 5          | Student zna tematykę przewidzianą w ramach zajęć, potrafi wypowiedzieć się na dowolny temat przewidziany w ramach zajęć   |

### III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

1. Wszelkie informacje dla studentów na temat planu zajęć dostępne są na tablicy ogłoszeń oraz na stronie [www.el.pcz.pl](http://www.el.pcz.pl).
2. Informacje na temat warunków zaliczania zajęć przekazywana jest studentom podczas pierwszych zajęć.

|   |  |              |             |      |                       |         |
|---|--|--------------|-------------|------|-----------------------|---------|
| Nazwa przedmiotu  |  |              |             |      |                       |         |
| <b>Systemy pomiarowe w elektroenergetyce</b><br>Measurement systems in the power industry |  |              |             |      |                       |         |
| Dyscyplina  |  |              |             |      | Oznaczenie przedmiotu |         |
| <b>Elektrotechnika</b>  |  |              |             |      | 12O_E1S_EE            |         |
| Rodzaj przedmiotu   | Stopień studiów  | Tryb studiów | Język zajęć |      | Rok                   | Semestr |
| do wyboru   | 1  | stacjonarne  | polski      |      | 4                     | 7       |
| Rodzaj zajęć  |  | Wyk.         | Ćw.         | Lab. | Sem.                  | Proj.   |
|   | Liczba godzin w semestrze  | 30           | 0           | 15   | 0                     | 15      |
| Koordynator   | Dr inż. Marek Kurkowski, marek.kurkowski@el.pcz.czest.pl   |              |             |      |                       |         |
| Prowadzący  | Dr inż. Marek Kurkowski, marek.kurkowski@el.pcz.czest.pl<br>Dr inż. Piotr Szelaąg, szelaag@el.pcz.czest.pl , Dr inż. Mirosław Kornatka, kornatka@el.pcz.czest.pl |              |             |      |                       |         |

## I. KARTA PRZEDMIOTU

### Cel przedmiotu

- C1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu systemów pomiarowych w elektroenergetyce.

### Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1. Wiedza z elektrotechniki, urządzeń elektrycznych, metrologii.
2. Wiedza z zakresu pomiarów parametrów i eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych.

### Efekty kształcenia

- EK1. Student charakteryzuje podstawowe pojęcia dotyczące systemów pomiarowych i zna rozwiązania nowoczesnych układów pomiarowych przewidywanych do stosowania w sieciach SmartGrid, potrafi określić wymagania efektywnego opomiarowania w instalacjach i sieciach elektroenergetycznych.
- EK2. Student potrafi realizować model oraz dobór, konfigurację układu i wykonać pomiary i analizę zużycia energii elektrycznej.

| Treści programowe: wykłady  | Liczba godzin |
|---|---------------|
| W 1 – Nowoczesne systemy pomiarowe – wprowadzenie   | 1             |
| W 2-3 – Zastosowanie kryterium układowo – konstrukcyjnego do identyfikacji poszczególnych generacji przyrządów pomiarowych. Aparatura analogowa jako pierwszy etap na drodze do wirtualizacji narzędzi pomiarowych. Narzędzia pomiarowe cyfrowe jako następny krok do zestawienia wirtualnych przyrządów pomiarowych. | 2             |
| W 4-5 – Podział funkcji pomiarowych na sprzętowe (hardware) i realizowane przez program (software) komputera. Systemy pomiarowe jako trzecia generacja przyrządów pomiarowych. Kanały cyfrowej komunikacji zewnętrznej czyli interfejsy cyfrowe.  | 2             |
| W 6-7 – Definicja przyrządu wirtualnego. Przyrząd wirtualny jako syntetyzator funkcji pomiarowo – informacyjnych. Czwarta generacja przyrządów pomiarowych czyli przyrządy wirtualne. Cechy rozwojowe architektury przyrządu wirtualnego. Aspekty metrologiczne i aplikacyjne przyrządów wirtualnych.                 | 2             |
| W 8-9 – Pakiety programowe. Podział funkcji pomiarowych na sprzętowe i realizowane przez program komputera. Metody wprowadzania schematu blokowego, Edycja i wyszukiwanie błędów; Modele elementów, tworzenie nowych elementów;   | 2             |
| W 10-11 – Wywołanie symulacji: symulacja krokowa, symulacja pełna; - Analiza wyników, dokonywanie zmian w projekcie; Opis programów DasyLab. Możliwości programów, wykaz instrukcji, modele elementów, Realizowane funkcje, karty pomiarowe, układy pośredniczące.  | 2             |
| W 12-13 – Założenia wstępne projektu; - Zasady rozmieszczania elementów w projekcie; - Kontrola poprawności połączeń; - Przygotowanie projektu do oprogramowania przyrządów wirtualnych.  | 2             |
| W 14-15 – Przegląd dostępnego na rynku oprogramowania jego możliwości, wymogi sprzętowe. Zastosowanie programu DasyLab przy projektowaniu wybranych systemów pomiarowych.   | 2             |
| W 16-17 – Układy pomiarowe, stosowane w sieciach dystrybucyjnych energii elektrycznej i u odbiorców końcowych.  | 2             |
| W 18-19 – Liczniki statyczne stosowane w sieciach dystrybucyjnych energii elektrycznej i u odbiorców końcowych.   | 2             |
| W 20-22 – Analizatory jakości energii stosowane w sieciach dystrybucyjnych energii elektrycznej i u odbiorców końcowych.  | 2             |
| W 22-23 – Ogólne założenia odnośnie wdrażania inteligentnych systemów pomiarowych w Polsce.   | 2             |
| W 24-25 – Struktura inteligentnego systemu pomiarowego AMI w OSD. Systemy inteligentnego pomiaru w Europie. Systemy inteligentnego opomiarowania dla polskiego systemu elektroenergetycznego.   | 2             |

|      |           |
|------|-----------|
| SUMA | <b>30</b> |
|------|-----------|

| <b>Treści programowe: laboratorium</b>  | Liczba godzin |
|---|---------------|
| L 1-2 – Wprowadzenie, instruktaż BHP, omówienie możliwości oprogramowania DasyLab.                                      | 2             |
| L 3-4 – Konfiguracja i własności bloków funkcyjnych – symulacja.  | 2             |
| L 5-6 – Konfiguracja systemu pomiarowego – pomiary parametrów jakości i zużycia energii – symulacja.                    | 2             |
| L 7-8 – Modelowanie systemów pomiarowych – pomiary parametrów jakości energii elektrycznej – symulacja.                 | 2             |
| L 9-10 – Modelowanie systemów pomiarowych – pomiary parametrów zużycia energii elektrycznej – symulacja.                | 2             |
| L 11-12 – Konfiguracja układu pomiarowego i pomiary parametrów jakości i zużycia energii licznikami statycznymi.        | 2             |
| L 13-14 – Konfiguracja układu pomiarowego i pomiary parametrów jakości i zużycia energii analizatorami jakości energii. | 2             |
| L 15 – Kolokwium zaliczeniowe.  | 1             |
| <b>SUMA</b>   | <b>15</b>     |

| <b>Treści programowe: projekt</b>   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| P 1-2 – Wprowadzenie, omówienie wymagań   | 2             |
| P 3-4 – Dobór elementów układu pomiarowego i analiza pracy instalacji elektroenergetycznej – modelowanie przykładowego rozwiązania w programie DasyLab. | 2             |
| P 5-6 – Dobór elementów układu pomiarowego i analiza pracy sieci elektroenergetycznej – modelowanie przykładowego rozwiązania w programie DasyLab.      | 2             |
| P 7-8 – Analiza pracy instalacji elektroenergetycznej niskiego napięcia : zużycie energii elektrycznej przez odbiorców, straty mocy i energii.          | 2             |
| P 9-10 – Analiza pracy sieci elektroenergetycznej : zużycie energii elektrycznej przez odbiorców, straty mocy i energii.                                | 2             |
| P 11-12 – Analiza zużycia energii elektrycznej przy pomocy systemu AML.   | 2             |
| P 13-14 – Analiza zużycia energii elektrycznej przy wielowariantowych modelach użytkowania energii elektrycznej.  | 2             |
| P 15 – Analiza i dyskusja rozwiązań.  | 1             |
| <b>SUMA</b>   | <b>15</b>     |

| <b>Narzędzia dydaktyczne</b> |  |
|------------------------------|--|
| 1.                           | Prezentacja multimedialna (wykład)                             |
| 2.                           | Oprogramowanie DasyLab, Liczniki i analizatory jakości energii |

| <b>Sposoby oceny efektów kształcenia (F – ocena Formująca, P – ocena Podsumowująca)</b> |  |
|---|--|
| F1.   | Aktywność na wykładach, zajęciach laboratoryjnych i projektowych (dyskusja)  |
| P1.   | Zaliczenie na ocenę na podstawie materiału przekazywanego na wykładzie oraz wykonanych sprawozdań laboratoryjnych i projektowych |

| <b>Obciążenie pracą studenta</b>                            |   |
|---|---|
| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym                            | 60  |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                       | 20  |
| Przygotowanie projektów                                     | 20  |
| <b>Sumaryczna liczba godzin/punktów ECTS dla przedmiotu</b> | <b>100 / 4 ECTS</b>                               |

| <b>Wykaz literatury podstawowej i uzupełniającej</b> |  |
|--|--|
| 1.   | Winięcki W.: Organizacja komputerowych systemów pomiarowych. Oficyna Wyd. Polit. Warszawskiej, Warszawa, 1997r.                        |
| 2.   | Gajda J., Szyper M.: Modelowanie i badania symulacyjne systemów pomiarowych. Wydawnictwo JARTEK s.c., Kraków 1998.                     |
| 3.   | Świsłowski D.: Laboratorium z systemów pomiarowych, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 1998.                                   |
| 4.   | Winięcki W., Nowak J., Stanik S.: Graficzne zintegrowane środowiska programowe. Wyd. MIKOM, Warszawa 2001.                             |
| 5.   | Lesiak P., Świsłowski D.: Komputerowa technika pomiarowa w przykładach. Agenda Wydawnicza PAK, 2002.                                   |
| 6.   | Nawrocki W.: „Komputerowe systemy pomiarowe” WKiŁ, Warszawa 2002.  |
| 7.   | Nawrocki W.: „Rozproszone systemy pomiarowe” WKiŁ, Warszawa 2006.  |
| 8.   | Stabrowski S.: „Technika pomiarowa” Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2007.   |
| 9.   | Szkatnik J.: Perspektywy i kierunki rozwoju systemu elektroenergetycznego, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2011. |
| 10.  | Bilewicz K. Smartmetering – Inteligentny System Pomiarowy, PWN, 2012.  |
| 11.  | DasyLab Users Guide, Bieżące informacje o programie, <a href="#">strony www</a>  |
| 12.  | Strony www firm : Pozyton, Schneider, Sonel  |

| Macierz realizacji efektów kształcenia |  |                 |             |                       |              |
|--|--|-----------------|-------------|-----------------------|--------------|
| Efekt kształcenia                      | Odniesienie efektu do efektów kształcenia dla dyscypliny naukowej Elektrotechnika* | Cele przedmiotu | Forma zajęć | Narzędzia dydaktyczne | Sposób oceny |
| EK1                                    | KE1A_W07 ; KE1A_W13 ; KE1A_U09 ; KE1A_U15 ; KE1A_K01                               | C1              | W           | 1                     | F1           |
| EK2                                    | KE1A_W07 ; KE1A_W13 ; KE1A_U09 ; KE1A_U15 ; KE1A_K01                               | C1              | W,L,P       | 2                     | P1,P2        |

\* – wg załącznika

## II. FORMY OCENY – SZCZEGÓŁY

| Ocena      | Efekty  |
|------------|---|
| <b>EK1</b> | <b>charakteryzuje podstawowe pojęcia dotyczące systemów pomiarowych i zna rozwiązania nowoczesnych układów pomiarowych przewidywanych do stosowania w sieciach SmartGrid, potrafi określić wymagania efektywnego opomiarowania w instalacjach i sieciach elektroenergetycznych.</b>   |
| 2          | nie potrafi przedstawić struktury komputerowego systemu pomiarowego, a także określić etapów jego projektowania.  |
| 3          | potrafi przedstawić struktury komputerowego systemu pomiarowego, a także określić etapy jego projektowania.   |
| 3,5        | potrafi przedstawić struktury komputerowego systemu pomiarowego, stworzyć własny projekt systemu.   |
| 4          | potrafi przedstawić struktury komputerowego systemu pomiarowego, stworzyć własny projekt systemu oraz zbudować jego wirtualną wersję w graficznym środowisku programowym  |
| 4,5        | potrafi przedstawić struktury złożonego komputerowego systemu pomiarowego, stworzyć własny projekt systemu, zbudować jego wirtualną wersję w graficznym środowisku programowym oraz dokonać analizy metrologicznej dokładności pomiarowej.  |
| 5          | potrafi przedstawić struktury złożonego komputerowego systemu pomiarowego, stworzyć własny projekt systemu, zbudować jego wirtualną wersję w graficznym środowisku programowym oraz dokonać analizy i oceny metrologicznej dokładności pomiarowej.  |
| <b>EK2</b> | <b>potrafi realizować model oraz dobór, konfigurację układu i wykonać pomiary i analizę zużycia energii elektrycznej.</b>   |
| 2          | nie potrafi wymienić wymagań efektywnego opomiarowania, nie potrafi opracować doboru, konfiguracji układu i nie potrafi wykonać pomiarów i analizy zużycia energii elektrycznej.  |
| 3          | potrafi wymienić wymagania efektywnego opomiarowania, potrafi opracować model oraz dobór i konfigurację układu w zakresie dostatecznym.   |
| 3,5        | potrafi wymienić wymagania efektywnego opomiarowania, potrafi opracować model oraz dobór i konfigurację układu w zakresie dobrym.   |
| 4          | potrafi wymienić wymagania efektywnego opomiarowania, potrafi opracować model oraz dobór i konfigurację układu w zakresie szczegółowym.   |
| 4,5        | potrafi omówić szczegółowo jedno wymaganie i podać przykład je dokumentujący, potrafi opracować model oraz dobór i konfigurację układu, potrafi określić jego główne parametry.   |
| 5          | potrafi omówić szczegółowo jedno wymaganie i podać przykład je dokumentujący, potrafi także określić wymiar ekonomiczny proponowanego rozwiązania. potrafi wskazać inne niż podane na wykładzie systemy pomiarowe, potrafi opracować model oraz dobór, konfigurację układu i wykonać pomiary i analizę zużycia energii elektrycznej. potrafi też wskazać główne wady i zalety |

## III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

1. Wszelkie informacje dla studentów na temat planu zajęć dostępne są na tablicy ogłoszeń oraz na stronie el.pcz.pl.
2. Informacje na temat warunków zaliczania zajęć przekazywana jest studentom podczas pierwszych zajęć.