

|  |   |  |
|--|---|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): <b>Badania operacyjne w elektroenergetyce</b>                                 |   |  |
| Kierunek: <b>Elektrotechnika</b><br>Specjalność: <b>Elektroenergetyka</b><br>Tryb: <b>niestacjonarne</b> |   | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>10_E1NS_EE</b>                |
|  |   | Język wykładowy: <b>polski</b>                               |
| Obszar studiów: <b>techniczny</b>  | Profil : <b>ogólnoakademicki</b>                  | Tytuł zaw. absolwenta: <b>inżynier</b>                       |
| Rodzaj modułu (przedmiotu)<br><b>Fakultatywny</b>  | Poziom kwalifikacji:<br><b>I stopnia</b>          | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <b>letni</b> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Cwicz. Lab. Sem. Proj.</b>  | Liczba godzin/ semestr:<br><b>18, 0, 18, 0, 0</b> | Liczba punktów:<br><b>4 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: <b>Wydział Elektryczny, Instytut Elektroenergetyki</b>            |   |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): <b>dr hab. inż. Janusz Sowiński, Prof. PCz</b>                |   |  |
| Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: <b>dr hab. inż. Janusz Sowiński, Prof. PCz</b>                           |   |  |

## **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.
3. Umiejętność obsługi komputera i jego programowania (pakiet obliczeń inżynierskich np. MatLab) oraz korzystania ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.
4. Umiejętności pracy samodzielnej, rozwiązywania zadań.

#### **EFEKTY KSZTAŁCENIA**

EK 1 – Student posiada podstawową wiedzę teoretyczną dotyczącą metod badań operacyjnych w zakresie programowania matematycznego, sieciowego i dynamicznego oraz obsługi masowej i teorii gier;

EK 2 – Student potrafi wykorzystać metody badań operacyjnych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki;

EK 3 – Student zna i potrafi zastosować uniwersalne środowisko obliczeniowe do komputerowego rozwiązania zadań z zakresu badań operacyjnych w elektroenergetyce;

EK 4 – Student potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł (w wersji drukowanej i elektronicznej) i orientuje się w najnowszych trendach rozwojowych dziedziny studiowanej w ramach przedmiotu;

## TREŚCI PROGRAMOWE

### Forma zajęć – WYKŁADY

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| <b>W 1</b> – Zarys podstawowych wiadomości z zakresu badań operacyjnych i teorii podejmowania decyzji.  | 1             |
| <b>W 2</b> – Modele programowania liniowego. Metoda simplex. Analiza wrażliwości i dualizm.   | 2             |
| <b>W 3</b> – Programowanie nieliniowe. Metoda Lagrange'a. Twierdzenia Kuhna-Tuckera. Metody numeryczne optymalizacji. Poszukiwanie ekstremum funkcji bez ograniczeń i z ograniczeniami. Optymalizacja bezgradientowa i gradientowa.   | 2             |
| <b>W 4</b> – Modele programowania stochastycznego.  | 2             |
| <b>W 5</b> – Reguły i kryteria teorii gier.   | 1             |
| <b>W 6</b> – Teoria kolejek.  | 2             |
| <b>W 7</b> – Dynamiczne modele optymalizacji.   | 2             |
| <b>W 8</b> – 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). | 4             |
| Kolokwium zaliczeniowe  | 2             |
| <b>Razem:</b>   | <b>18</b>     |

### Forma zajęć – LABORATORIUM

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| <b>L 1</b> - Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do rozwiązywania zadań programowania liniowego w elektroenergetyce                            | 1             |
| <b>L 2</b> - Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do rozwiązywania zadań transportowych   | 1             |
| <b>L 3</b> - Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do rozwiązywania zadań programowania nieliniowego w elektroenergetyce                         | 1             |
| <b>L 4</b> - Zastosowanie procedur programowania liniowego w pakiecie MatLab do rozwiązywania zadań z badań operacyjnych w elektroenergetyce    | 1             |
| <b>L 5</b> - Zastosowanie procedur optymalizacji nieliniowej w pakiecie MatLab do rozwiązywania zadań z badań operacyjnych w elektroenergetyce  | 1             |
| <b>L 6</b> - Zastosowanie metod programowania matematycznego do rozdziału obciążeń między współpracujące bloki                                  | 2             |
| <b>L 7</b> - Zastosowanie metod programowania matematycznego do kompensacji mocy biernej  | 2             |
| <b>L 8</b> - Zastosowanie metod programowania matematycznego do opracowania harmonogramu pracy transformatorów przy zmieniającym się obciążeniu | 2             |
| <b>L 9</b> - Analiza efektywności inwestycji  | 1             |
| <b>L 10</b> - Analiza efektywności inwestycji w warunkach ryzyka  | 1             |
| <b>L 11</b> - Wykorzystanie modeli masowej obsługi do rozwiązywania problemów z zakresu badań operacyjnych                                      | 1             |
| <b>L 12</b> - Zastosowanie parametrycznych metod identyfikacji modeli dynamicznych w badaniach inżynierskich                                    | 2             |
| Sprawdzian praktyczny przy komputerze   | 2             |
| <b>Razem:</b>   | <b>18</b>     |



## WYKAZ LITERATURY

### A. LITERATURA PODSTAWOWA

|  |
|--|
| 1. Wagner H.M., Badania operacyjne. Zastosowania w zarządzaniu. PWE, Warszawa 1980.  |
| 2. Seidler J., Badach A., Molisz W., Metody rozwiązywania zadań optymalizacji. WNT, Warszawa 1980  |
| 3. Jędrzejczyk Z., Skrzypek J., Kukuła K., Walkosz A., Badania operacyjne w przykładach i zadaniach. PWN, Warszawa 1997.                     |
| 4. Filipowicz B., Modele stochastyczne w badaniach operacyjnych. Analiza i synteza systemów obsługi i sieci kolejkowych. WNT, Warszawa, 1996 |
| 5. Kamrat W., Metodologia oceny efektywności inwestowania na lokalnym rynku energii, WPG, Gdańsk 1999  |
| 6. Laudyn D., Rachunek ekonomiczny w elektroenergetyce, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999                          |
| 7. Paska J., Ekonomika w elektroenergetyce, Oficyna WPW, Warszawa 2007   |
| 8. Benjamin J.R., Cornell C.A.: Rachunek prawdopodobieństwa, statystyka matematyczna i teoria decyzji dla inżynierów. WNT, Warszawa 1977.    |
| 9. Gosztowt W., Gospodarka elektroenergetyczna w przemyśle, WNT, 1971.   |
| 10. Sowiński J., Inwestowanie w źródła wytwarzania energii elektrycznej w warunkach rynkowych, PCz, Częstochowa 2008                         |
| 11. Góra S., Kopecki K., Marecki J., Pochyluk R., Zbiór zadań z gospodarki elektroenergetycznej, PWN Warszawa, Poznań 1975.                  |

### B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

|  |
|--|
| 1. Mrozek B., Mrozek Z.: MATLAB. Uniwersalne środowisko do obliczeń naukowo-technicznych. Wydawnictwo CCATIE, Kraków 1995. |
| 2. Zalewski A., Cegiela R.: MATLAB – obliczenia numeryczne i ich zastosowania. Wydawnictwo NAKOM, Poznań 1996.             |

## MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK) | Cele przedmiotu | Forma zajęć             | Metody dydaktyczne | Sposób oceny   |
|-------------------|---|-----------------|-------------------------|--------------------|----------------|
| EK1               | KE1A_W10  | C1              | wykład                  | 1,2                | P1             |
| EK2               | KE1A_W10  | C2, C3          | laboratorium            | 3,4                | F1, F2, P2, P3 |
| EK3               | KE1A_W08<br>KE1A_W13<br>KE1A_U16<br>KE1A_K02                                  | C2, C3          | laboratorium            | 3,4                | F2,P2, P3      |
| EK4               | KE1A_U01<br>KE1A_W13  | C1, C2          | wykład,<br>laboratorium | 1,2                | P1             |

## II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY

| Ocena | Efekt   |
|-------|---|
| 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 potrafi przedstawić podstaw teoretycznych dotyczących metod badań operacyjnych  |
| 3     | Student potrafi przedstawić klasyfikację metod badań operacyjnych   |
| 3,5   | Student potrafi przedstawić klasyfikację metod badań operacyjnych, zna podstawowe algorytmy analitycznego rozwiązywania zadań   |
| 4     | Student potrafi scharakteryzować większość metod badań operacyjnych, ich algorytmy analityczne i  |

|            |   |
|------------|---|
|            | numeryczne  |
| 4,5        | Student potrafi scharakteryzować metody badań operacyjnych, ich algorytmy analityczne i numeryczne  |
| 5          | Student posiada szeroką wiedzę dotyczącą metod badań operacyjnych, ich algorytmów   |
| <b>EK2</b> | <b>Student potrafi wykorzystać metody badań operacyjnych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki</b>   |
| 2          | Student nie umie wykorzystać metod badań operacyjnych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki  |
| 3          | Student potrafi zapisać wybrane modele zagadnień z elektroenergetyki w celu rozwiązania metodami badań operacyjnych   |
| 3,5        | Student potrafi zapisać modele zagadnień z elektroenergetyki w celu rozwiązania metodami badań operacyjnych   |
| 4          | Student potrafi poprawnie wykonać obliczenia wykorzystując metody badań operacyjnych do rozwiązywania niektórych zagadnień z elektroenergetyki  |
| 4,5        | Student potrafi poprawnie wykonać obliczenia wykorzystując metody badań operacyjnych do rozwiązywania większości zagadnień z elektroenergetyki  |
| 5          | Student potrafi poprawnie wykonać obliczenia wykorzystując metody badań operacyjnych do rozwiązywania zagadnień z elektroenergetyki, zinterpretować je, wskazać sposoby poprawy rezultatów obliczeń                       |
| <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 nie potrafi wymienić i scharakteryzować żadnych uniwersalnych programów do komputerowego rozwiązania zadań z zakresu badań operacyjnych   |
| 3          | Student potrafi wykonać obliczenia z wykorzystaniem arkusza kalkulacyjnego  |
| 3,5        | Student potrafi wykonać obliczenia z wykorzystaniem wszelkich możliwości arkusza kalkulacyjnego   |
| 4          | Student potrafi wykorzystać program do obliczeń inżynierskich do komputerowego rozwiązania zadań z zakresu badań operacyjnych w elektroenergetyce   |
| 4,5        | Student potrafi wykorzystać program do obliczeń inżynierskich do komputerowego rozwiązania zadań z zakresu badań operacyjnych w elektroenergetyce, zna podstawowe techniki programowania                                  |
| 5          | Student zna i potrafi zastosować uniwersalne środowisko obliczeniowe do komputerowego rozwiązania zadań z zakresu badań operacyjnych w elektroenergetyce, potrafi wykorzystać zaawansowane techniki programowania         |
| <b>EK4</b> | <b>Student potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł (w wersji drukowanej i elektronicznej) i orientuje się w najnowszych trendach rozwojowych dziedziny studiowanej w ramach przedmiotu</b> |
| 2          | Student nie radzi sobie z samodzielnym pozyskiwaniem informacji   |
| 3          | Student potrafi zebrać i przestudiować podstawowe informacje  |
| 3,5        | Student potrafi zebrać i przestudiować informacje oraz orientuje się w trendach rozwojowych dziedziny na podstawie opracowań krajowych  |
| 4          | Student potrafi zebrać i przestudiować wszechstronne informacje oraz orientuje się w trendach rozwojowych dziedziny na podstawie opracowań krajowych  |
| 4,5        | Student potrafi zebrać i przestudiować informacje oraz orientuje się w trendach rozwojowych dziedziny na podstawie opracowań krajowych i zagranicznych  |
| 5          | Student potrafi zebrać i przestudiować wszechstronne informacje oraz posiada rozległą wiedzę o trendach rozwojowych dziedziny na podstawie opracowań krajowych i zagranicznych  |

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)**

1. Informacja gdzie można zapoznać się z prezentacjami do zajęć, instrukcjami do laboratorium itp. - <http://zuig.el.pcz.czest.pl/iee/>
2. Informacje na temat miejsca odbywania się zajęć – WE PCz, Al. Armii Krajowej 17, 42-200 Częstochowa, sala E-113 lub E-112
3. Informacje na temat terminu zajęć (dzień tygodnia/ godzina) – wg aktualnego planu zajęć
4. Informacja na temat konsultacji (godziny + miejsce) – wg aktualnego planu zajęć

|   |   |  |
|---|---|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): <b>Metody diagnostyki</b>  |   |  |
| Kierunek: <b>Elektrotechnika</b><br>Specjalność: <b>Elektroenergetyka</b><br>Tryb: <b>niestacjonarne</b>                                  |   | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>20_E1NS_EE</b>                |
|   |   | Język wykładowy: <b>polski</b>                               |
| Obszar studiów:<br><b>techniczny</b>  | Profil : <b>ogólnoakademicki</b>                  | Tytuł zaw. absolwenta: <b>inżynier</b>                       |
| Rodzaj modułu (przedmiotu)<br><b>Obowiązkowy</b>  | Poziom kwalifikacji<br><b>I stopnia</b>           | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <b>letni</b> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.</b>   | Liczba godzin/ semestr:<br><b>18, 0, 0, 18, 0</b> | Liczba punktów:<br><b>4 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: <b>Wydział Elektryczny,<br/>Instytut Telekomunikacji i Kompatybilności<br/>Elektromagnetycznej</b> |   |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): <b>Dr hab. inż. Lech Borowik prof. PCZ</b>   |   |  |
| Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: <b>Dr hab. inż. Lech Borowik prof. PCZ</b>  |   |  |

## **I KARTA PRZEDMIOTU**

### **CEL PRZEDMIOTU**

- C1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu metod diagnostycznych.
- 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. Wiedza z zakresu metrologii.
2. Wiedza z zakresu informatyki.
3. Umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.
4. Umiejętność korzystania z katalogów i dokumentacji technicznej.

### **EFEKTY KSZTAŁCENIA**

- EK 1 – posiada wiedzę z zakresu metod detekcji i lokalizacji uszkodzeń,
- EK 2 – posiada wiedzę z zakresu monitorowania stanu obiektów,
- EK 3 – zna wybrane systemy diagnozowania obiektów,
- EK 4 – posiada umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych dotyczących rozwiązywanego zadania.

## TREŚCI PROGRAMOWE

### Forma zajęć – WYKŁADY

| Treść zajęć  | Liczba godzin |
|--|---------------|
| W 1 – Pojęcia podstawowe. Stan obiektu                                 | 1             |
| W 2 – Cele diagnostyki. Przyczyny i skutki stanów awaryjnych           | 1             |
| W 3 – Systemy sygnalizacji alarmów                                     | 1             |
| 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                      | 1             |
| W 9 – Systemy doradcze w diagnostyce                                   | 2             |
| W 10 – Metody inżynierii wiedzy w diagnostyce                          | 1             |
| W 11 – Metody pozyskiwania wiedzy w diagnostyce                        | 1             |
| W 12 – Przykład zastosowania wybranych metod diagnostycznych           | 1             |
| W 13 – Automatyka – diagnostyka – informatyka konieczna synteza wiedzy | 1             |
| W 14 – Podsumowanie  | 1             |
| W 15 – Kolokwium zaliczeniowe  | 1             |

### Forma zajęć – SEMINARIUM

| Treść zajęć                                   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| S 1 – Wprowadzenie, zakres, przydział tematów | 1             |
| S 2-4 – Metody detekcji uszkodzeń             | 3             |
| S 5-9 – Metody lokalizacji uszkodzeń          | 5             |
| S 10-12 – Metody identyfikacji uszkodzeń      | 3             |
| S 13-17 – Metody monitoringu i diagnostyki    | 5             |
| S 18 – Podsumowanie                           | 1             |

## METODY DYDAKTYCZNE

|  |
|--|
| 1. – wykład z zastosowaniem metod tradycyjnych i środków audiowizualnych |
| 2. – seminarium – prezentacje , dyskusja                                 |

## NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

|   |
|---|
| 1. – metoda tradycyjna (kreda, tablica), środki audiowizualne (rzutnik i komputer lub laptop) |
| 2. – środki audiowizualne (rzutnik i komputer lub laptop)                                     |

## SPOSÓB ZALICZENIA

|                                   |
|-----------------------------------|
| Z1. wykład zaliczenie z oceną     |
| Z2. seminarium zaliczenie z oceną |

## SPOSOBY OCENY ( F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

|   |
|---|
| F1. – ocena samodzielnego przygotowania do zajęć seminaryjnych  |
| F2. – ocena wykonania prezentacji   |
| P1. – ocena przyswojenia wiedzy przekazywanej na wykładzie – kolokwium  |
| P2. – ocena umiejętności rozwiązywania podstawowych zadań problemowych oraz wyciągania wniosków i prezentacji wyników |

## OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| Forma aktywności                  | Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności |       |      |
|-----------------------------------|---|-------|------|
|                                   | [h]   | ∑ [h] | ECTS |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym: |   |       |      |
| wykład                            | 18  | 36    | 2    |
| seminarium                        | 18  |       |      |

|   |     |              |          |
|---|-----|--------------|----------|
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                           | 20  | 69           | 2        |
| Przygotowanie do zajęć seminaryjnych                            | 21  |              |          |
| Wykonanie prezentacji   | 28  |              |          |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS<br/>DLA PRZEDMIOTU</b> |     | <b>105</b>   | <b>4</b> |
| <b>w tym zajęcia praktyczne</b>                                 | [h] | $\Sigma$ [h] | ECTS     |
| Seminarium  | 18  | 67           | 2        |
| Przygotowanie do zajęć seminaryjnych                            | 21  |              |          |
| Wykonanie prezentacji   | 28  |              |          |

## WYKAZ LITERATURY

### A. LITERATURA PODSTAWOWA

|  |
|--|
| 1. Korbicz J., Kościelny J.M.: <u>Modelowanie, diagnostyka i sterowanie nadrzędne procesami</u> , WNT, Warszawa 2009.  |
| 2. Kościelny J.M.: <u>Diagnostyka zautomatyzowanych procesów przemysłowych</u> , Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 2001.                             |
| 3. Korbicz J., Kościelny J.M., Kowalczyk Z., Cholewa W.: <u>Diagnostyka procesów. Modele, metody sztucznej inteligencji, zastosowania</u> , WNT, Warszawa, 2002. |
| 4. Cholewa W., Moczulski W.: <u>Diagnostyka techniczna maszyn. Pomiary i analiza sygnałów</u> . Politechnika Śląska, nr 1758.                                    |
| 5. Cholewa W., Kazimierczak J.: <u>Diagnostyka techniczna maszyn. Przetwarzanie cech sygnałów</u> . Politechnika Śląska, nr 1693.                                |

### B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

|  |
|--|
| 1. Żółtowski B.: <u>Podstawy diagnostyki maszyn</u> . Wydawnictwo Uczelniane Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy, Bydgoszcz 1996. |
| 2. Cempel Cz., Tomaszewski F.: <u>Diagnostyka maszyn</u> . Międzyresortowe Centrum Naukowe Majątku Trwałego, Radom 1992.                 |
| 3. Cempel Cz.: <u>Podstawy wibroakustycznej diagnostyki maszyn</u> . WNT, Warszawa 1982.   |

## MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK) | Cele przedmiotu | Forma zajęć          | Metody dydaktyczne | Sposób oceny           |
|-------------------|---|-----------------|----------------------|--------------------|------------------------|
| EK1               | KE1A_W13  | C1 , C2         | wykład<br>seminarium | <b>1,2</b>         | P1 , P2 ,<br>F1 , F2 , |
| EK2               | KE1A_W07  | C1 , C2         | wykład<br>seminarium | <b>1,2</b>         | P1 , P2 ,<br>F1 , F2 , |
| EK3               | KE1A_U06  | C1 , C2         | wykład<br>seminarium | <b>1,2</b>         | P1 , P2 ,<br>F1 , F2 , |
| EK4               | KE1A_U01  | C1 , C2         | wykład<br>seminarium | <b>1,2</b>         | P1 , P2 ,<br>F1 , F2 , |

## II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY

| Ocena      | Efekt  |
|------------|--|
| <b>EK1</b> | <b>posiada wiedzę z zakresu metod detekcji i lokalizacji uszkodzeń</b>   |
| 2          | Student nie posiada wiedzy z zakresu metod detekcji i lokalizacji uszkodzeń  |
| 3          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu metod detekcji i lokalizacji uszkodzeń   |
| 3.5        | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu metod detekcji i lokalizacji uszkodzeń.<br>Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie ogólnym. |



|            |   |
|------------|---|
| 4          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu metod detekcji i lokalizacji uszkodzeń. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym.  |
| 4.5        | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu metod detekcji i lokalizacji uszkodzeń. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym. Student potrafi dla danego zadania określić warunki detekcji i lokalizacji uszkodzeń.  |
| 5          | Student potrafi określić podstawowe pojęcia z zakresu metod detekcji i lokalizacji uszkodzeń. Umie zastosować posiadaną wiedzę na poziomie szczegółowym. Student potrafi dla danego zadania określić warunki detekcji i lokalizacji uszkodzeń i porównać z zalecanymi w literaturze           |
| <b>EK2</b> | <b>posiada wiedzę z zakresu 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>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.       |
| <b>EK4</b> | <b>posiada umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych dotyczących rozwiązywanego zadania</b>   |
| 2          | Student nie umie korzystać ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych.   |
| 3          | Student umie korzystać z zasobów internetowych.   |
| 3.5        | Student umie korzystać ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.  |
| 4          | Student umie wyszukiwać i korzystać ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.   |
| 4.5        | Student umie porównywać zagadnienia wybrane ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.   |
| 5          | Student umie porównywać zagadnienia wybrane ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych i stosować optymalne rozwiązania.  |

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)**

1. Informacja gdzie można zapoznać się z prezentacjami do zajęć, instrukcjami do laboratorium itp.
2. Informacje na temat miejsca odbywania się zajęć
3. Informacje na temat terminu zajęć (dzień tygodnia/ godzina)
4. Informacja na temat konsultacji (godziny + miejsce)

|   |   |  |
|---|---|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): <b>Nowoczesne materiały wysokonapięciowe układów izolacyjnych</b>  |   |  |
| Kierunek: <b>Elektrotechnika</b><br>Specjalność: <b>Elektroenergetyka</b><br>Tryb: <b>niestacjonarne</b>  |   | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>30_E1NS_EE</b>                |
|   |   | Język wykładowy: <b>polski</b>                               |
| Obszar studiów: <b>techniczny</b>   | Profil : <b>ogólnoakademicki</b>                  | Tytuł zaw. absolwenta: <b>inżynier</b>                       |
| Rodzaj modułu (przedmiotu)<br><b>Fakultatywny</b>   | Poziom kwalifikacji:<br><b>I stopnia</b>          | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <b>letni</b> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.</b>   | Liczba godzin/ semestr:<br><b>18, 0, 0, 18, 0</b> | Liczba punktów:<br><b>4 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: <b>Wydział Elektryczny, Instytut Elektroenergetyki</b>   |   |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): <b>prof. nadzw. dr inż. Jan Szczygłowski</b>   |   |  |
| Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: <b>prof. nadzw. dr inż. Jan Szczygłowski (W), dr hab. inż. Krzysztof Chwastek, dr inż. Mariusz Najgebauer (S)</b> |   |  |

## **I KARTA PRZEDMIOTU**

### **CEL PRZEDMIOTU**

- C1. Przekazanie studentom podstawowych informacji z tematyki nowoczesnych materiałów wysokonapięciowych w układach izolacyjnych.
- C2. Zapoznanie studentów z trendami rozwojowymi dotyczącymi materiałów elektrotechnicznych stosowanych w aparaturze wysokonapięciowej.

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

1. Zaliczenie kursu z materiałoznawstwa elektrotechnicznego (wiedza w zakresie budowy izolacyjnych właściwości materiałów izolacyjnych gazowych, ciekłych i stałych)
2. Zaliczenie kursu z techniki wysokich napięć (wiedza w zakresie mechanizmów wyładowań w dielektrykach oraz czynników i warunków wpływających na procesy przebiciowe, budowy i zastosowania podstawowych układów izolacyjnych)

### **EFEKTY KSZTAŁCENIA**

- EK 1 – Student charakteryzuje wybrane pojęcia z zakresu nowoczesnych materiałów wysokonapięciowych w układach izolacyjnych.
- EK 2 – Student dobiera materiał izolacyjny optymalny dla danego układu wysokonapięciowego.

EK 3 – Student potrafi dokonać prezentacji cech materiału izolacyjnego w sposób zrozumiały i interesujący dla słuchaczy. Student aktywnie uczestniczy w dyskusji.

## TREŚCI PROGRAMOWE

### Forma zajęć – WYKŁADY

| Treść zajęć  | Liczba godzin |
|--|---------------|
| W1 - Informacje podstawowe na temat przedmiotu. Klasyfikacja dielektryków                                    | 2             |
| W2 - Gazy izolacyjne syntetyczne – sześćsiofluorek siarki  | 2             |
| W3 - Dielektryki ciekłe – informacje ogólne, przegląd porównawczy  | 2             |
| W4 - Oleje mineralne transformatorowe, kablowe i kondensatorowe  | 2             |
| W5 - Dielektryki stałe na bazie celulozy – papier, preszpan  | 2             |
| W6 - Organiczne dielektryki stałe używane jako materiały elektroizolacyjne – żywice, elastomery, termoplasty | 2             |
| W7 - Nieorganiczne dielektryki stałe – mika, azbesty, porcelana, ceramika                                    | 2             |
| W8 - Kolokwium zaliczeniowe  | 2             |
| W9 - Podsumowanie treści wykładów. Wpisy   | 2             |
| <b>SUMA</b>  | <b>18</b>     |

### Forma zajęć – SEMINARIUM – 18h

Seminarium – studenci przygotowują prezentacje multimedialne na tematy związane bezpośrednio z tematyką przedmiotu i dokonują przedstawienia ich treści. Prowadzona jest dyskusja w grupie na temat prezentacji. Dobór tematów jest dokonywany w miarę życzeń studentów.

## METODY DYDAKTYCZNE

|                           |
|---------------------------|
| 1. Wykład konwersatoryjny |
| 2. Seminarium             |

## NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

|                                      |
|--------------------------------------|
| 1. Środki audiowizualne, podręczniki |
|--------------------------------------|

## SPOSÓB ZALICZENIA

|                                     |
|-------------------------------------|
| Z1. Zaliczenie wykładu z oceną      |
| Z2. Zaliczenie laboratorium z oceną |

## SPOSOBY OCENY ( F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

|   |
|---|
| F1. Ocena przygotowania do seminarium – prezentacja                         |
| F2. Ocena aktywności studentów w dyskusji, umiejętności prowadzenia polemik |
| P1. Kolokwium zaliczeniowe (100 % oceny zaliczeniowej z wykładu)            |

## OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| Forma aktywności                  | Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności |       |      |
|-----------------------------------|---|-------|------|
|                                   | [h]   | ∑ [h] | ECTS |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym: | 18  | 36    | 1,5  |
| wykład                            | 18  |       |      |

|   |     |              |          |
|---|-----|--------------|----------|
| seminarium  |     |              |          |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                           | 20  | 50           | 2,5      |
| Przygotowanie do zajęć seminaryjnych                            | 15  |              |          |
| Przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego                       | 15  |              |          |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS<br/>DLA PRZEDMIOTU</b> |     | <b>86</b>    | <b>4</b> |
| <b>w tym zajęcia praktyczne</b>                                 | [h] | $\Sigma$ [h] | ECTS     |
| Udział w zajęciach seminaryjnych                                | 18  | 33           | 1,5      |
| Przygotowanie do zajęć seminaryjnych                            | 15  |              |          |

## WYKAZ LITERATURY

### A. LITERATURA PODSTAWOWA

|  |
|--|
| 1.. J. Antoniewicz, Własności dielektryków, WNT 1971                                       |
| 2. A. Chełkowski, Fizyka dielektryków, PWN   |
| 3. J. Wodziński, Wysokonapięciowa technika probiercza i pomiarowa, Wyd. Pol. Łódzkiej 1978 |

### B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

|  |
|--|
| 1. E. Kuffel et al., High voltage engineering. Fundamentals. Butterworth-Heinemann 2000. |
|--|

## MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK) | Cele przedmiotu | Forma zajęć       | Metody dydaktyczne  | Sposób oceny  |
|-------------------|---|-----------------|-------------------|---|---|
| EK1               | KE1A_W04  | C1 C2           | Wykład seminarium | Środki audiowizualne (W)<br><br>Prezentacje, dyskusja (S) | Ocena z kolokwium (W)<br><br>Ocena prezentacji oraz aktywności w dyskusji (S) |
| EK2               | KE1A_U01<br>KE1A_U03  | C2              | seminarium        | Prezentacje, dyskusja                                     | Ocena prezentacji oraz aktywności w dyskusji                                  |
| EK3               | KE1A_U02<br>KE1A_K05  | C2              |                   |   |   |

## II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY

| Ocena      | Efekt  |
|------------|--|
| <b>EK1</b> | Student charakteryzuje podstawowe pojęcia z zakresu materiałów izolacyjnych wysokonapięciowych.  |
| 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>EK 2</b> | <b>Student dobiera materiał izolacyjny optymalny dla danego układu wysokonapięciowego</b>  |
| 2           | Student nie potrafi dokonać doboru materiału izolacyjnego dla danego układu wysokonapięciowego.  |
| 3           | Student potrafi dokonać doboru materiału izolacyjnego w najprostszych przypadkach.   |
| 3.5         | Student potrafi dokonać doboru materiału izolacyjnego w najprostszych przypadkach. Potrafi dokonać poprawnego uzasadnienia wyboru.   |
| 4           | Student potrafi dokonać doboru materiału izolacyjnego w wielu przypadkach praktycznych, w tym nieco bardziej złożonych. Potrafi dokonać poprawnego uzasadnienia wyboru.  |
| 4.5         | Student potrafi dokonać doboru materiału izolacyjnego dla dowolnego układu wysokonapięciowego, bez względu na stopień złożoności. Potrafi dokonać poprawnego uzasadnienia wyboru.  |
| 5           | Student potrafi dokonać doboru materiału izolacyjnego dla dowolnego układu wysokonapięciowego, bez względu na stopień złożoności. Potrafi dokonać poprawnego uzasadnienia wyboru, wykazać przewagę rozwiązania nad rozwiązaniami alternatywnymi. |
| <b>EK 3</b> | <b>Student potrafi dokonać prezentacji cech materiału izolacyjnego w sposób zrozumiały i interesujący dla słuchaczy. Student aktywnie uczestniczy w dyskusji.</b>  |
| 2           | Student nie potrafi dokonać prezentacji cech materiału izolacyjnego.   |
| 3           | Student potrafi dokonać prezentacji podstawowych cech materiału izolacyjnego.  |
| 3.5         | Student potrafi dokonać prezentacji podstawowych i nieco bardziej złożonych cech materiału izolacyjnego.   |
| 4           | Student potrafi dokonać prezentacji podstawowych i nieco bardziej złożonych cech materiału izolacyjnego w sposób zrozumiały dla słuchaczy. Stara się brać aktywny udział w dyskusji.   |
| 4.5         | Student potrafi dokonać prezentacji podstawowych i złożonych cech materiału izolacyjnego w sposób zrozumiały i interesujący dla słuchaczy. Bierze aktywny udział w dyskusji.   |
| 5           | Student potrafi dokonać prezentacji podstawowych i złożonych cech materiału izolacyjnego w sposób zrozumiały i interesujący dla słuchaczy. Bierze aktywny udział w dyskusji, przejmuje inicjatywę.   |

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)**

1. Informacja gdzie można zapoznać się z prezentacjami do zajęć, instrukcjami do laboratorium itp.
2. Informacje na temat miejsca odbywania się zajęć
3. Informacje na temat terminu zajęć (dzień tygodnia/ godzina)
4. Informacja na temat konsultacji (godziny + miejsce)

|  |  |  |
|--|--|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): Sterowanie układów napędowych                                   |  |  |
| Kierunek: Elektrotechnika<br>Specjalność: Elektroenergetyka<br>Tryb: <i>niestacjonarne</i> |  | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>40_E1NS_EE</b>                |
|  |  | Język wykładowy:   |
| Obszar studiów: <b>techniczny</b>  | Profil : <b>ogólnoakademicki</b>                 | Tytuł zaw. absolwenta: inż.                                  |
| Rodzaj modułu (przedmiotu)<br><i>fakultatywny</i>  | Poziom kwalifikacji:<br><i>I stopnia</i>         | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <i>letni</i> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.</b>  | Liczba godzin/semestr:<br><b>18, 0, 18, 0, 0</b> | Liczba punktów:<br><b>4 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: <i>Wydział Elektryczny,</i>                         |  |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): <i>dr inż. Andrzej Jąderko</i>                  |  |  |
| Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: <i>dr inż. Andrzej Jąderko</i>                             |  |  |

## I KARTA PRZEDMIOTU

### CEL PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studentów z budową, właściwościami podstawowych układów napędowych.  
C2. Zapoznanie studentów z właściwościami napędowymi silników oraz urządzeń.  
C3. Nabycie przez studentów teoretycznej i praktycznej wiedzy w zakresie sterowania przekształtników do zasilania silników elektrycznych.

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

### KOMPETENCJI

- Umiejętności pracy samodzielnej i w grupie.
- Znajomość podstaw maszyn elektrycznych, energoelektroniki, teorii sterowania.

### EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK 1 – Student znaa struktury układów regulacji silników  
EK 2 – Student zna schematy zastępcze maszyn elektrycznych  
EK 3 – Student zna opisy wektorowe wirującego pola w maszynach elektrycznych  
EK 4 – Student metodę odtwarzania zmiennych stanu  
EK 5 - zna metody regulacji prędkości obrotowej metodą FOC,DTC.  
EK 6 - Student zna elementy pomocnicze niezbędne w układach automatycznej regulacji

### TREŚCI PROGRAMOWE

#### Forma zajęć – WYKŁADY

| Treść zajęć  | Liczba godzin |
|--|---------------|
| <b>W 1</b> – Model matematyczny silnika prądu stałego.                           | <b>1</b>      |
| <b>W 2</b> – Model matematyczny silnika asynchronicznego.                        | <b>1</b>      |
| <b>W 3</b> – Podstawowe struktury układów regulacji z silnikiem prądu stałego.   | <b>1</b>      |
| <b>W 4</b> – Podstawowe struktury układów regulacji z silnikiem asynchronicznym. | <b>1</b>      |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>W 5</b> – Metoda wektorów przestrzennych w zastosowaniu do opisu układów trójfazowych, zmiana układów współrzędnych.      | <b>1</b>  |
| <b>W 6</b> – Schemat zastępczy silnika asynchronicznego klatkowego, założenia upraszczające.                                 | <b>1</b>  |
| <b>W 7</b> – Zastosowanie metody wektora wirującego do generacji napięcia wyjściowego trójfazowego falownika tranzystorowego | <b>1</b>  |
| <b>W 8</b> – Multiskalamy model matematyczny silnika asynchronicznego.   | <b>1</b>  |
| <b>W 9</b> – Regulacja prędkości obrotowej silnika asynchronicznego metodą orientacji względem wektora pola (FOC).           | <b>1</b>  |
| <b>W 10</b> – Regulacja prędkości obrotowej silnika asynchronicznego metodą bezpośredniego sterowania momentem (DTC).        | <b>1</b>  |
| <b>W 11</b> – Metody nieliniowego sterowania napędami prądu przemiennego.  | <b>1</b>  |
| <b>W 12</b> – Odtwarzanie parametrów i zmiennych stanu w układach napędowych z silnikiem asynchronicznym.                    | <b>1</b>  |
| <b>W 13</b> – Przetworniki A/C i C/A, przetworniki pomiarowe,  | <b>1</b>  |
| <b>W 14</b> – układy separacji galwanicznej,   | <b>1</b>  |
| <b>W 15</b> – cyfrowe urządzenia kontroli prędkości i położenia, sterowanie kluczy półprzewodnikowych.                       | <b>2</b>  |
| <b>Test zaliczeniowy</b>   | <b>2</b>  |
| <b>SUMA</b>  | <b>18</b> |

### Forma zajęć – LABORATORIUM

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| <b>L 1</b> , – BHP, Zakres i tematyka ćwiczeń laboratoryjnych. Wprowadzenie teoretyczne                 | <b>2</b>      |
| <b>L 2</b> – Model napędu obciążonego momentem czynnym  | <b>2</b>      |
| <b>L 3</b> – Analogowy układ przerywacza z tranzystorem IGBT  | <b>2</b>      |
| <b>L 4</b> – Badanie układu sprzężenia zwrotnego w falowniku ze sterowaniem skalarnym                   | <b>2</b>      |
| <b>L 5</b> Badanie działania pętli sprzężenia zwrotnego w falowniku ze sterowaniem wektorowym           | <b>2</b>      |
| <b>L 6</b> – Oddziaływanie sprzężenia zwrotnego prostownika sterowanego na układ hamowania dynamicznego | <b>2</b>      |
| <b>L 7</b> – Sterowanie napędem zasilanym z przerywacza z otwartą pętlą sprzężenia zwrotnego            | <b>2</b>      |
| <b>L 8</b> – Termin na odrabianie laboratorium  | <b>2</b>      |
| <b>L 9</b> - Test – zakończenie I serii   | <b>2</b>      |
|   | <b>18</b>     |

### METODY DYDAKTYCZNE

|   |
|---|
| 1. Wykład z prezentacją multimedialną               |
| 2. Laboratorium – praca w zespołach pięcioosobowych |

### NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

|   |
|---|
| 1. Środki audiowizualne   |
| 2. Instrukcje do wykonania ćwiczeń laboratoryjnych, wprowadzenie teoretyczne w tematykę ćwiczeń laboratoryjnych.  |
| 3. Laboratorium zestawów układów napędowych, oraz przyrządów pomiarowych przystosowanych do tematyki laboratorium |

### SPOSÓB ZALICZENIA

|  |
|--|
| <b>Z1.</b> Wykład - Zaliczenie   |
| <b>Z2.</b> Laboratorium – zaliczenie teoretyczne oraz sprawozdania z pomiarów na ocenę |

### SPOSOBY OCENY ( F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

|   |
|---|
| <b>F1.</b> ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych – odpowiedź ustna |
| <b>F2.</b> ocena poprawnego wykonania zadania postawionego w trakcie zajęć  |

|  |
|--|
| <b>F3.</b> ocena poprawnego wykonania sprawozdania z ćwiczenia laboratoryjnego.  |
| <b>P1.</b> wykład – test (100% oceny zaliczeniowej z wykładu)  |
| <b>P2.</b> ocena umiejętności rozwiązywania postawionych problemów oraz wyciągania wniosków i przygotowania dokumentacji (100% oceny zaliczeniowej z laboratorium) |

## OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności |           |          |
|---|---|-----------|----------|
|   | [h]   | ∑ [h]     | ECTS     |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym:                           |   |           |          |
| wykład  | 18  |           |          |
| laboratorium  | 18  | 36        | 1,5      |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                       | 30  | 60        | 2,5      |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych                      | 30  |           |          |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU</b> |   | <b>96</b> | <b>4</b> |
| <b>w tym zajęcia praktyczne</b>                             | [h]   | ∑ [h]     | ECTS     |
| Udział w laboratorium                                       | 18  | 48        | 2        |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych                      | 30  |           |          |

## WYKAZ LITERATURY

### A. LITERATURA PODSTAWOWA

|  |
|--|
| 1. Skwarczyński J., Tertil Z., Elektromechaniczne przetwarzanie energii AGH skrypt |
| 2. Ludger Szklarski, Józef Strycharz, Automatyka napędów górniczych                |
| 3. Gogolewski Z., Kuczewski Z., Napęd elektryczny                                  |
| 4. Gogolewski Z., Napęd elektryczny NT   |

### B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

|  |
|--|
| 1. Praca zbiorowa : Elektryczne maszynowe elementy automatyki, WNT,W-Wa 1983 |
|--|

## MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK) | Cele przedmiotu | Forma zajęć  | Metody dydaktyczne | Sposób oceny |
|-------------------|---|-----------------|--------------|--------------------|--------------|
| EK1               | KE1A_W09  | C1              | wykład       | 1,2                | P1           |
| EK2               | KE1A_W11  | C2              | wykład       | 1,2                | P1           |
| EK3               | KE1A_W11  | C2              | laboratorium | 2,3                | P2,F1,F2,F3  |
| EK4               | KE1A_W01  | C3              | laboratorium | 2,3                | P2,F1,F2,F3  |
| EK5               | KE1A_W05  | C3              | laboratorium | 3                  | P3,F3        |
| EK6               | KE1A_W06  | C3              | laboratorium | 3                  | P3,F3        |

## II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY



| Ocena      | Efekt   |
|------------|---|
| <b>EK1</b> | <b>Student zna struktury układów regulacji silników</b>   |
| 2          | Student nie wyróżnia struktur regulacji silników  |
| 3          | Student zna struktury regulacji silników pobieżnie  |
| 3.5        | Student zna struktury i elementy regulacji silników elektrycznych   |
| 4          | Student zna wpływ oddziaływania struktur regulacji na właściwości silników  |
| 4.5        | Student zna metody obliczeniowe do doboru układów regulacji   |
| 5          | Student zna metody oceny wpływu struktur regulacji na dynamikę napędu   |
| <b>EK2</b> | <b>Student zna schematy zastępcze maszyn elektrycznych</b>  |
| 2          | Student nie zna schematów zastępczych maszyn elektrycznych  |
| 3          | Student zna schematy zastępcze maszyn elektrycznych pobieżnie   |
| 3.5        | Student potrafi pomierzyć parametry schematów zastępczych maszyn  |
| 4          | Student potrafi opisać matematycznie parametry schematu zastępczego   |
| 4.5        | Student potrafi wykorzystać parametry schematu zastępczego do ich zastosowania w strukturach regulacji              |
| 5          | Student potrafi opisać matematycznie dynamikę maszyny elektrycznej przy uwzględnieniu struktury wewnętrznej maszyny |
| <b>EK3</b> | <b>Student zna opisy wektorowe wirującego pola w maszynach elektrycznych</b>  |
| 2          | Student nie zna opisu wektorowego pola w maszynie elektrycznej  |
| 3          | Student zna opis pola wirującego w maszynie elektrycznej pobieżnie  |
| 3.5        | Student potrafi wykorzystać znajomość pola w maszynie elektrycznej w procesach sterowania                           |
| 4          | Student zna opis matematyczny mechaniki układu napędowego   |
| 4.5        | Student zna opis matematyczny stanu statycznego pracy maszyny   |
| 5          | Student potrafi opisać stany przejściowe w maszynie elektrycznej  |
| <b>EK4</b> | <b>Student metodę odtwarzania zmiennych stanu</b>   |
| 2          | Student nie zna metody odtwarzania zmiennych stanu  |
| 3          | Student zna metodę odtwarzania zmiennych stanu pobieżnie  |
| 3.5        | Student potrafi zastosować odtwarzanie zmiennych stanu do wypracowania sterowania napędu.                           |
| 4          | Student zna układy analogowe wspomagające odtwarzanie zmiennych stanu.  |
| 4.5        | Student zna problemy odtwarzania zmiennych stanu w czasie rzeczywistym  |
| 5          | Student potrafi opisać matematycznie równania maszyny elektrycznej  |
| <b>EK5</b> | <b>Student zna metody regulacji prędkości obrotowej metodą FOC,DTC.</b>   |
| 2          | Student nie zna metod regulacji prędkości obrotowej   |
| 3          | Student zna metody regulacji prędkości obrotowej pobieżnie  |
| 3.5        | Student zna metodę regulacji prędkości względem wektora pola  |
| 4          | Student zna opis matematyczny regulacji względem wektora pola   |
| 4.5        | Student zna metodę regulacji prędkości obrotowej metodą bezpośredniego sterowania momentem                          |
| 5          | Student potrafi opisać metodę sterowania bezpośredniego momentem matematycznie                                      |
| <b>EK6</b> | <b>Student zna elementy pomocnicze niezbędne w układach automatycznej regulacji</b>                                 |
| 2          | Student nie zna elementów pomocniczych niezbędnych w układach automatycznej regulacji                               |
| 3          | Student zna elementy pomocnicze niezbędne w układach automatycznej regulacji  |
| 3.5        | Student zna opis matematyczny elementów przetwarzających sygnały sprzężeń zwrotnych                                 |
| 4          | Student zna elementy separujące galwanicznie sygnały w układach sprzężeń zwrotnych                                  |
| 4.5        | Student zna metody przetwarzania i przenoszenia sygnałów z elementów wirujących                                     |
| 5          | Student zna twierdzenie Kotelnikowa Shannona  |

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)**

1. Informacja gdzie można zapoznać się z prezentacjami do zajęć, instrukcjami do laboratorium itp. – na wykładzie
2. Informacje na temat miejsca odbywania się zajęć
3. Informacje na temat terminu zajęć (dzień tygodnia/ godzina)
4. Informacja na temat konsultacji (godziny + miejsce)

|   |  |  |
|---|--|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): <b>Eksploatacja elektrowni</b>   |  |  |
| Kierunek: <b>Elektrotechnika</b><br>Specjalność: <b>Elektroenergetyka</b><br>Tryb: <b>niestacjonarne</b>                                |  | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>50_E1NS_EE</b>                |
|   |  | Język wykładowy: <b>polski</b>                               |
| Obszar studiów:<br><b>techniczny</b>  | Profil : <b>ogólnoakademicki</b>                 | Tytuł zaw. absolwenta: <b>inżynier</b>                       |
| Rodzaj modułu (przedmiotu):<br><b>fakultatywny</b>  | Poziom kwalifikacji:<br><b>I stopnia</b>         | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <b>letni</b> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.</b>   | Liczba godzin/ semestr:<br><b>9, 0, 18, 0, 0</b> | Liczba punktów:<br><b>3 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: <b>Wydział Elektryczny, Instytut Elektroenergetyki, Zakład Wytwarzania Energii Elektrycznej</b>  |  |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): <b>Prof. nadzw. dr hab. inż. Janusz Sowiński</b>   |  |  |
| Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: <b>Prof. nadzw. dr hab. inż. Janusz Sowiński - wykład, dr inż. Iwa Pavlova-Marciniak – laboratorium</b> |  |  |

## I KARTA PRZEDMIOTU

### **CEL PRZEDMIOTU**

- C1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu eksploatacji elektrowni na przykładzie elektrowni cieplnej konwencjonalnej traktowanej jako złożony system techniczno-społeczny z uwzględnieniem także interakcji elektrowni ze środowiskiem.
- C2. Zapoznanie studentów z podstawami nauki o eksploatacji urządzeń technicznych, a następnie ze strukturami i algorytmami działania podsystemów eksploatacji elektrowni. Zapoznanie studentów z podstawami teorii niezawodności i odnowy jako narzędziem nowoczesnego planowania remontów elektrowni.
- C3. Nabycie przez studentów praktycznych umiejętności w zakresie optymalizacji podsystemów eksploatacji elektrowni na drodze wykorzystania komputerowych modeli decyzyjnych i komputerowego systemu eksperckiego.

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

1. Wiedza z fizyki w zakresie masy, siły, ciśnienia i energii oraz kinematyki.
2. Wiedza z matematyki z zakresu równań liniowych, rachunku różniczkowego i całkowego oraz podstaw teorii prawdopodobieństwa.
3. Wiedza z elektrotechniki z zakresu prądów stałych oraz przemiennym trójfazowych, a także podstaw maszyn elektrycznych, szczególnie prądnic synchronicznych.
4. Zaliczenie przedmiotu Elektroenergetyka – Wytwarzanie energii elektrycznej.
5. Umiejętności pracy samodzielnej i w grupie.
6. Umiejętność sporządzenia sprawozdania z przebiegu realizacji ćwiczeń.
7. Umiejętność obsługi komputera oraz korzystania ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.

## EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK 1 – Student zna i rozumie zasady eksploatacji elektrowni traktowanej jako złożony system techniczno-społeczny z uwzględnieniem także interakcji elektrowni ze środowiskiem. Student zna i rozumie struktury i algorytmy poszczególnych podsystemów eksploatacji elektrowni, w tym systemu ekonomiczno-finansowego elektrowni, systemu ruchu oraz systemu remontów.

EK 2 – Student zna algorytmy systemu obciążania bloku energetycznego, a zwłaszcza generatora, mocą czynną i bierną, a także algorytmy systemu SZR oraz regulacji wydajności napędów bloku energetycznego. Student zna algorytmy działania układów automatycznej regulacji bloku, w tym układu regulacji olejowej turbiny, w stanach normalnego ruchu oraz rozruchu bloku.

EK 3 – Student wykonuje obliczenia optymalizacyjne procesu eksploatacji elektrowni z wykorzystaniem komputerowych modeli decyzyjnych całości procesu oraz podsystemów planowania i wykonawstwa remontów.

EK 4 – Student generuje bazę wiedzy diagnostyki technicznej do komputerowego systemu eksperckiego dla wybranego urządzenia elektrownianego i realizuje sesje diagnostyczne na tej bazie.

## TREŚCI PROGRAMOWE

### Forma zajęć – WYKŁADY

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| W 1 – Obiegi i urządzenia w elektrowniach. Algorytmy obciążania generatora mocą czynną i bierną. Charakterystyki: kątowna oraz kołowa generatora  | 1             |
| W 2 – System SZR zasilania potrzeb własnych oraz regulacji napędów bloku energetycznego.  | 1             |
| W 3 – Podstawy nauki o eksploatacji urządzeń technicznych. System decyzyjny procesu eksploatacji elektrowni. Dekompozycja procesu eksploatacji elektrowni. Problemy decyzyjne procesu eksploatacji elektrowni. System ekonomiczno-finansowy elektrowni. Podsystemy wyniku finansowego i kosztów | 1             |
| W 4 – Organizacja ruchu elektrowni. Dekompozycja procesu ruchu. UAR (układ automatycznej regulacji) obciążenia bloku energetycznego mocą czynną.  | 1             |
| W 5 – UAR pierwotny bloku (układ regulacji olejowej turbiny). Regulacja obrotów.  | 1             |
| W 6 – UAR pierwotny bloku (układ regulacji olejowej turbiny) cd. Regulacja bezpieczeństwa oraz zrzutu.  | 1             |
| W 7 – Rozruch bloku. Układy technologiczne oraz algorytmy rozruchu. UAR-y kotła.  | 1             |
| W 8 – Podsystem planowania remontów. Podstawy teorii niezawodności i odnowy. Podsystem planowania remontów. Metody modelowania i symulacji procesów elementarnych uszkodzeń urządzeń elektrowni. Drzewa uszkodzeń.  | 1             |
| W 9 – Systemy diagnostyki technicznej urządzeń elektrowni. Zasady i normatywne ograniczenia eksploatacji elektrowni.  | 1             |
| SUMA  | 9             |

### Forma zajęć – LABORATORIUM

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| L 1 – Organizacja grup laboratoryjnych. Wprowadzenie do systemu komputerowego optymalizacji wykonawstwa remontów PERT | 2             |
| L 2 – Obliczenia optymalizacyjne wykonawstwa remontów młynów węglowych z wykorzystaniem programu PERT                 | 2             |
| L 3 – Wygenerowanie projektu sieciowego remontu wybranego urządzenia elektrownianego z wykorzystaniem programu PERT   | 2             |

|  |    |
|--|----|
| L 4 – Wprowadzenie do systemów komputerowych diagnostyki technicznej urządzeń elektrowni. Zapoznanie się z pakietami mikrokomputerowymi diagnostyki.   | 1  |
| L5 – Wprowadzenie do komputerowego systemu eksperckiego EKSPERT  | 2  |
| L6 – Wygenerowanie własnej bazy wiedzy diagnostyki technicznej dla wybranego urządzenia elektrownianego z pomocą systemu eksperckiego EKSPERT. Przeprowadzenie sesji diagnostycznych na bazie wnioskowania w przód i wstecz. | 4  |
| L7 – Wprowadzenie do komputerowego modelu decyzyjnego procesu eksploatacji elektrowni MDE1   | 1  |
| L8 – Wykonanie obliczeń optymalizacyjnych systemu eksploatacji w zakresie wybranych problemów decyzyjnych z wykorzystaniem komputerowego modelu decyzyjnego procesu eksploatacji elektrowni MDE1                             | 3  |
| Sesja zaliczeniowa – przyjmowanie sprawozdań z zajęć   | 1  |
| SUMA   | 18 |

## METODY DYDAKTYCZNE

|   |
|---|
| 1. Wykład z prezentacją multimedialną           |
| 2. Laboratorium – praca w sekcjach dwuosobowych |

## NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

|   |
|---|
| 1. Rzutnik multimedialny                    |
| 2. Materiały do wykładów                    |
| 3. Instrukcja do ćwiczeń laboratoryjnych    |
| 4. Program komputerowy PERT                 |
| 5. Programy komputerowe DIAGWIBR i MŁYNWIBR |
| 6. Program komputerowy EKSPERT              |
| 7. Program komputerowy MDE1                 |

## SPOSÓB ZALICZENIA

|                                     |
|-------------------------------------|
| Z1. Sprawdzenie teoretyczny testowy |
| Z2. Zaliczenie laboratorium z oceną |

## SPOSOBY OCENY ( F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

|   |
|---|
| F1. Ocena przygotowania do ćwiczeń audytoryjnych – odpowiedź ustna  |
| P1. Sprawdzenie teoretyczny testowy z zakresu wykładów              |
| P2. Zaliczenie laboratorium na drodze przyjęcia sprawozdań z zajęć. |

## OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| Forma aktywności                                     | Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności |       |      |
|--|---|-------|------|
|  | [h]   | ∑ [h] | ECTS |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym:<br>wykład          | 9   | 27    | 1    |
| laboratorium   | 18  |       |      |
| Zapoznanie się z literaturą                          | 5   | 64    | 2    |
| Studia własne dostarczonych tekstów wykładów         | 20  |       |      |
| Przygotowywanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych | 29  |       |      |

|   |     |              |          |
|---|-----|--------------|----------|
| Przygotowanie się do sprawdzianu teoretycznego testowego z zakresu wykładów | 10  |              |          |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU</b>                 |     | <b>91</b>    | <b>3</b> |
| <b>w tym zajęcia praktyczne</b>   | [h] | $\Sigma$ [h] | ECTS     |
| Uczestniczenie w laboratorium   | 18  | 47           | 1,5      |
| Przygotowywanie sprawozdań z laboratorium                                   | 29  |              |          |

## WYKAZ LITERATURY

### A. LITERATURA PODSTAWOWA

|   |
|---|
| 1.. Szargut J.: Termodynamika. PWN, Warszawa 2002 (lub Termodynamika techniczna - wydanie wcześniejsze tego samego autora)                                    |
| 2. Nehrebecki L.: Elektrownie ciepłne. WNT, Warszawa 1974.  |
| 3. Laudyn D., Pawlik F., Strzelczyk F.: Elektrownie. WNT, Warszawa 1990.  |
| 4. Miller A., Lewandowski J.: Układy gazowo-parowe na paliwo stałe. WNT, Warszawa 1993.   |
| 5. Orłowski P.: Kotły parowe. Konstrukcja i obliczenia. WNT, Warszawa 1966.   |
| 6. Nikiel T., Turbiny parowe. WNT, Warszawa 1980.   |
| 7. Rakowski J.: Automatyka ciepłych urządzeń siłowni. WNT, Warszawa 1976.   |
| 8. Janiczek R.: Eksploatacja elektrowni parowych. WNT, Warszawa 1980, 1991.   |
| 9. Brzozowski W.: Modelowanie i optymalizacja procesu eksploatacji elektrowni ciepłej. Seria Monografie nr. 35. Politechnika Częstochowska, Częstochowa 1995. |
| 10. Steam and Gas Turbines. Edited by Kostyuk A. and Frolov V. Mir Publishers, Moscow 1988 (także oryginał w jęz. rosyjskim).                                 |

### B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

|  |
|--|
| 1. Pastucha, Mielczarek: Podstawy termodynamiki technicznej, Skrypt Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 1994.  |
| 2. Instrukcje eksploatacyjno-ruchowe oraz schematy instalacji wybranych elektrowni.  |
| 3. Cempel Cz.: Diagnostyka wibroakustyczna maszyn. PWN, Warszawa 1989.   |
| 4. Cholewa W., Pedrycz W.: Systemy doradcze. Skrypt nr. 1447, Politechnika Śląska, Gliwice 1987.   |
| <b>5. Brzozowski W.: System ekspercki w zastosowaniu do diagnostyki technicznej urządzeń elektrowni. W: Materiały X Konferencji Naukowo-Technicznej "Projektowanie i innowacje w remontach energetycznych" PIRE'2008, Ustroń 2008. Energetyka, zeszyt tematyczny nr XVIII, ss.20-23.</b> |
| 6. Brzozowski W.: Expert Systems of the Technical Diagnostics in Power Plants. W: Przegląd Elektrotechniczny, Vol 2009, nr.3, ss.124-129.  |
| 7. Brzozowski W.: Technologia RCM remontów w zastosowaniu do elektrowni. Referat na Konferencję PIRE'2010. W: Energetyka 2010, zeszyt tematyczny.  |
| 8. Brzozowski W.: Systemy eksperckie. W: Monografia „Współczesne systemy informatyczne”, ss 48-58. Śląska Wyższa Szkoła Zarządzania im. gen. Jerzego Ziętka, Katowice 2011.  |
| 9. Brzozowski W.: Baza danych oraz drzewo uszkodzeń urządzeń elektrowni jako elementy technologii RCM. Referat na Konferencję PIRE'2011. W: Energetyka, styczeń 2012, ss.39-44.  |

## MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Efekt | Odniesienie | Cele | Forma | Metody | Sposób |
|-------|-------------|------|-------|--------|--------|
|-------|-------------|------|-------|--------|--------|

| kształcenia | danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK)                            | przedmiotu | zajęć        | dydaktyczne | oceny |
|-------------|--|------------|--------------|-------------|-------|
| EK1         | KE1A_W01<br>KE1A_W02<br>KE1A_W08<br>KE1A_W09<br>KE1A_W11<br>KE1A_W13<br>KE1A_U11<br>KE1A_U16 | C1         | wykład       | 1           | P1    |
| EK2         | KE1A_W01<br>KE1A_W02<br>KE1A_W08<br>KE1A_W09<br>KE1A_W11<br>KE1A_W13<br>KE1A_U11<br>KE1A_U16 | C2         | wykład       | 1           | P1    |
| EK3         | KE1A_W01<br>KE1A_W02<br>KE1A_W08<br>KE1A_W09<br>KE1A_W11<br>KE1A_W13<br>KE1A_U11<br>KE1A_U16 | C3         | laboratorium | 2           | P2    |
| EK4         | KE1A_W01<br>KE1A_W02<br>KE1A_W08<br>KE1A_W09<br>KE1A_W11<br>KE1A_W13<br>KE1A_U11<br>KE1A_U16 | C3         | laboratorium | 2           | P2    |

## II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY

| Ocena      | Efekt   |
|------------|---|
| <b>EK1</b> | <b>Student zna i rozumie zasady eksploatacji elektrowni traktowanej jako złożony system techniczno-społeczny z uwzględnieniem także interakcji elektrowni ze środowiskiem. Student zna i rozumie struktury i algorytmy poszczególnych podsystemów eksploatacji elektrowni, w tym systemu ekonomiczno-finansowego elektrowni, systemu ruchu oraz systemu remontów.</b> |
| 2          | Student nie zna i nie rozumie żadnych zasad eksploatacji  |
| 3          | Student zna w ograniczonym stopniu zasady eksploatacji  |
| 3,5        | Student zna w ograniczonym stopniu zasady eksploatacji. Zna jednak także nieliczne struktury i algorytmy podsystemów eksploatacji   |
| 4          | Student zna w dobrym stopniu zasady eksploatacji, jednak tylko w ograniczonym stopniu struktury i algorytmy podsystemów eksploatacji.   |
| 4,5        | Student zna w bardzo dobrym stopniu zasady eksploatacji a także większość struktur i algorytmów podsystemów eksploatacji.   |
| 5          | Student zna w znakomitym stopniu wszystkie zasady eksploatacji, a także wszystkie struktury i algorytmy podsystemów eksploatacji.   |
| <b>EK2</b> | <b>Student zna algorytmy systemu obciążania bloku energetycznego, a zwłaszcza generatora, mocą czynną i bierną, a także algorytmy systemu SZR oraz regulacji</b>  |

|            |   |
|------------|---|
|            | <b>wydajności napędów bloku energetycznego. Student zna algorytmy działania układów automatycznej regulacji bloku, w tym układu regulacji olejowej turbiny, w stanach normalnego ruchu oraz rozruchu bloku.</b>       |
| 2          | Student nie zna żadnych algorytmów eksploatacyjnych.  |
| 3          | Student zna jedynie kilka algorytmów eksploatacyjnych.  |
| 3,5        | Student zna algorytmy eksploatacyjne, jednak tylko dotyczące generatora, SZR oraz regulacji wydajności napędów.   |
| 4          | Student zna algorytmy eksploatacyjne UAR bloku .  |
| 4,5        | Student zna algorytmy eksploatacyjne UAR bloku, w tym szczególnie dobrze układy regulacji olejowej turbiny, w stanach normalnego ruchu oraz rozruchu bloku.   |
| 5          | Student zna wszystkie algorytmy eksploatacyjne, a w szczególności algorytmy działania układów automatycznej regulacji bloku, w tym układu regulacji olejowej turbiny, w stanach normalnego ruchu oraz rozruchu bloku. |
| <b>EK3</b> | <b>Student wykonuje obliczenia optymalizacyjne procesu eksploatacji elektrowni z wykorzystaniem komputerowych modeli decyzyjnych całości procesu oraz podsystemów planowania i wykonawstwa remontów.</b>              |
| 2          | Student nie potrafi wykonać żadnych obliczeń optymalizacyjnych.   |
| 3          | Student wykonuje poprawnie obliczenia optymalizacyjne, ale z wykorzystaniem tylko jednego pakietu programowego.   |
| 3,5        | Student wykonuje poprawnie obliczenia optymalizacyjne, ale z wykorzystaniem tylko dwóch pakietów programowych.  |
| 4          | Student wykonuje poprawnie obliczenia optymalizacyjne z wykorzystaniem większości pakietów programowych.  |
| 4,5        | Student wykonuje poprawnie obliczenia optymalizacyjne z wykorzystaniem większości pakietów programowych i w wielu różnych wariantach.   |
| 5          | Student wykonuje poprawnie obliczenia optymalizacyjne z wykorzystaniem wszystkich pakietów programowych i w wielu różnych wariantach.   |
| <b>EK4</b> | <b>Student generuje bazę wiedzy diagnostyki technicznej do komputerowego systemu eksperckiego dla wybranego urządzenia elektrownianego i realizuje sesje diagnostyczne na tej bazie.</b>                              |
| 2          | Student nie potrafi wygenerować działającej bazy wiedzy.  |
| 3          | Student potrafi wygenerować działającą bazę wiedzy, jednak z niewielką liczbą reguł (do 20) oraz o prymitywnej strukturze.  |
| 3,5        | Student potrafi wygenerować działającą bazę wiedzy, jednak z niewielką liczbą reguł (do 20). Reguły mają jednak złożoną, zaawansowaną strukturę logiczną.   |
| 4          | Student potrafi wygenerować działającą bazę wiedzy ze średnią liczbą reguł (do 50) jednak bez wykorzystania zaawansowanych typów faktów. Reguły nie posiadają złożonej struktury logicznej.                           |
| 4,5        | Student potrafi wygenerować działającą bazę wiedzy ze średnią liczbą reguł (do 50), jednak z wykorzystaniem zaawansowanych typów faktów i za złożoną strukturą reguł..  |
| 5          | Student potrafi wygenerować działającą bazę wiedzy z dużą liczbą reguł (do 100) oraz z wykorzystaniem zaawansowanych typów faktów i złożonej struktury reguł.   |

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)**

1. Informacja gdzie można zapoznać się z prezentacjami do zajęć, instrukcjami do laboratorium itp.
2. Informacje na temat miejsca odbywania się zajęć
3. Informacje na temat terminu zajęć (dzień tygodnia/ godzina)
4. Informacja na temat konsultacji (godziny + miejsce)

|  |  |  |
|--|--|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): <b>Elektromaszynowe układy generatorowe</b>                                       |  |  |
| Kierunek: <b>Elektrotechnika</b><br>Specjalność: <b>Elektroenergetyka</b><br>Tryb: <b>niestacjonarne</b>     |  | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>60_1NS_EE</b>                 |
|  |  | Język wykładowy: <b>polski</b>                               |
| Obszar studiów:<br><b>techniczny</b>   | Profil: <b>ogólnoakademicki</b>                  | Tytuł zaw. absolwenta: <b>inżynier</b>                       |
| Rodzaj modułu (przedmiotu)<br><b>Fakultatywny</b>  | Poziom kwalifikacji:<br><b>I stopnia</b>         | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <b>letni</b> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.</b>  | Liczba godzin/semestr:<br><b>18, 0, 18, 0, 0</b> | Liczba punktów:<br><b>4 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: <b>Wydział El. PCz, Instytut Elektrotechniki Przemysłowej</b>         |  |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): <b>dr hab. inż. Andrzej Popenda</b>                               |  |  |
| Osoby prowadzące zajęcia:<br><b>dr inż. Andrzej Jąderko, dr inż. Marek Lis, dr hab. inż. Andrzej Popenda</b> |  |  |

## **I KARTA PRZEDMIOTU**

### **CEL PRZEDMIOTU**

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.

### **WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH**

#### **KOMPETENCJI**

1. Wiedza z mechaniki (fizyki) w zakresie dynamiki.
2. Wiedza z matematyki w zakresie rachunku różniczkowego.
3. Wiedza z informatyki w zakresie całkowania numerycznego i metod symulacji.
4. Wiedza z elektrotechniki w zakresie teorii obwodów.
5. Umiejętności pracy samodzielnej oraz w grupie.
6. Umiejętność łączenia obwodów elektrycznych.
7. Umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz internetowych.

#### **EFEKTY KSZTAŁCENIA**

EK 1 – Student potrafi sklasyfikować generatory elektryczne, zna budowę i zasadę działania generatorów elektrycznych.



- EK 2 – Student zna podstawowe struktury układów połączeń uzwojeń generatorów elektrycznych, posiada podstawowe wiadomości z zakresu właściwości ruchowych generatorów elektrycznych oraz zna ich charakterystyki statyczne.
- EK 3 – Student potrafi połączyć układy laboratoryjne do badań generatorów elektrycznych i przeprowadzić pomiary zgodnie z instrukcją oraz formułować wnioski na podstawie przeprowadzonych pomiarów.
- EK 4 – Student posiada ogólne wiadomości o stanach nieustalonych układów elektromaszynowych oraz potrafi sklasyfikować stany nieustalone.
- EK 5 – Student zna struktury układów regulacji generatorów elektrycznych (układy regulacji napięcia, wzbudzenia oraz – w odniesieniu do generatorów AC – układy regulacji częstotliwości, mocy czynnej i biernej), zna modele matematyczne układów generatorowych (składających się z generatora, turbiny i regulatorów).
- EK 6 – Student zna wybrane stany nieustalone generatorów synchronicznych pracujących w systemie elektroenergetycznym (zwarcie, oscylacje skrętne wałów, kołysania wirników).

## TREŚCI PROGRAMOWE

### Forma zajęć – WYKŁADY

| Treść zajęć   | 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 prądnic. | 2             |
| <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.  | 1             |
| <b>W 3</b> – Modele matematyczne turbogeneratorów i hydrogeneratorów: generatory synchroniczne, układy wzbudzenia i regulacji napięcia generatorów, turbiny.  | 2<br>1        |
| <b>W 4</b> – Wybrane stany nieustalone generatorów synchronicznych: zwarcie, oscylacje skrętne wałów, kołysania wirników.   | 2<br>1        |
| <b>W 5</b> – Właściwości ruchowe i charakterystyki statyczne generatorów asynchronicznych, modele matematyczne maszyn indukcyjnych, stany nieustalone generatora asynchronicznego przyłączonego do sieci sztywnej.  | 2<br>1        |
| <b>W 6</b> – Praca generatorowa maszyny dwustronnie zasilanej (MDZ), w tym: praca na sieć sztywną, praca indywidualna, współpraca z maszyną synchroniczną; układy regulacji mocy czynnej i biernej MDZ przyłączonej do sieci sztywnej.  | 2<br>1        |
| <b>W 7</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.   | 2<br>1        |
| <b>SUMA</b>   | <b>18</b>     |

### Forma zajęć – LABORATORIUM

| Treść zajęć  | Liczba godzin |
|--|---------------|
| Wprowadzenie: szkolenie w zakresie BHP oraz postępowania przeciwpożarowego, regulamin zajęć w laboratorium, przygotowanie się do ćwiczenia, technika wykonywania ćwiczeń, sprawozdanie z ćwiczenia | 2             |
| <b>L 1</b> – Wyznaczanie charakterystyk biegu jałowego i zwarcia prądnicy synchronicznej.  | 2             |
| <b>L 2</b> – Wyznaczanie charakterystyk zewnętrznej i regulacji prądnicy synchronicznej.   | 2             |
| <b>L 3</b> – Badanie prądnicy synchronicznej pracującej na sieć sztywną.   | 2             |

|  |           |
|--|-----------|
| L 4 – Wyznaczanie parametrów maszyny synchronicznej jawnobiegunowej.       | 2         |
| L 5 – Wyznaczanie charakterystyk prądnicy asynchronicznej.                 | 2         |
| L 6 – Badanie maszyny dwustronnie zasilanej w zakresie pracy generatorowej | 2         |
| L 7 – Odrabianie niedokończonych ćwiczeń                                   | 2         |
| Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych   | 2         |
| <b>SUMA</b>  | <b>18</b> |

## METODY DYDAKTYCZNE

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

## NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

|   |
|---|
| 1. Rzutnik multimedialny, komputer, prezentacja   |
| 2. Stanowiska laboratoryjne zawierające zespoły elektromaszynowe                                  |
| 3. Podręczniki akademickie, skrypty, materiały dydaktyczne, instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych |

## SPOSÓB ZALICZENIA

|  |
|--|
| Z1. Wykład – zaliczenie na ocenę       |
| Z2. Laboratorium – zaliczenie na ocenę |

## SPOSOBY OCENY ( F – FORMUJĄCA, P – 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/punktów na zrealizowanie aktywności |            |          |
|---|---|------------|----------|
|   | [h]   | ∑ [h]      | ECTS     |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym:                           | wykład  | 18         | 36       |
|   | laboratorium  | 18         |          |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                       | 24  | 64         | 2        |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych                      | 10  |            |          |
| Przygotowanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych          | 10  |            |          |
| Przygotowanie do odpowiedzi ustnej (pisemnej)               | 20  |            |          |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU</b> |   | <b>100</b> | <b>4</b> |
| <b>w tym zajęcia praktyczne</b>                             | [h]   | ∑ [h]      | ECTS     |

|  |    |    |   |
|--|----|----|---|
| Laboratorium                                       | 18 | 38 | 2 |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych             | 10 |    |   |
| Przygotowanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych | 10 |    |   |

## WYKAZ LITERATURY

### A. LITERATURA PODSTAWOWA

|   |
|---|
| 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., <a href="#">Maszyny elektryczne. Ćwiczenia laboratoryjne</a> , 2001  |
| 4. Bogalecka E., Zagadnienia sterowania maszyną dwustronnie zasilaną pracującą jako prądnica w systemie elektroenergetycznym, Wydawnictwo Uczelniane WSM w Gdyni, Gdynia 1997 |

### B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

|  |
|--|
| 1. Popena A., Transformatory i maszyny indukcyjne w zadaniach, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2009  |
| 2. Popena A., Ćwiczenia laboratoryjne z podstaw maszyn elektrycznych, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2009   |
| 3. Kacejko L., Pracownia urządzeń elektrycznych, WSiP Warszawa, 1976   |
| 4. Turowski J., Teoria maszyn elektrycznych. Maszyny prądu przemiennego, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 1984  |
| 5. Puchała A., Elektromechaniczne przetworniki energii, BOBRME Komel, Katowice 2002  |
| 6. Anderson P.M., Fouad A.A.: Power system control and stability, AMES Iowa, USA 1977  |
| 7. Popena A., Analiza i badanie bezczujnikowego układu sterowania pracą prądnicową maszyny dwustronnie zasilanej, Gospodarka Paliwami i Energią, 2004, nr 9-10, s. 24-27 |

## MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK) | Cele przedmiotu | Forma zajęć  | Metody dydaktyczne | Sposób oceny                   |
|-------------------|---|-----------------|--------------|--------------------|--------------------------------|
| EK1               | KE1A_W11  | C1              | wykład       | 1                  | F1, P1, P4                     |
| EK2               | KE1A_W11  | C1, C2          | wykład       | 1                  | F1, P1, P4                     |
| EK3               | KE1A_U09<br>KE1A_K03  | C2, C3          | laboratorium | 2                  | F2, F3, F4, F5, P1, P2, P3, P4 |
| EK4               | KE1A_W09  | C1              | wykład       | 1                  | F1, P1, P4                     |
| EK5               | KE1A_W09  | C1              | wykład       | 1                  | F1, P1, P4                     |
| EK6               | KE1A_W11  | C1              | wykład       | 1                  | F1, P1, P4                     |

## II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY

| Ocena | Efekt   |
|-------|---|
| EK1   | Student potrafi sklasyfikować generatory elektryczne, zna budowę i zasadę działania generatorów elektrycznych                   |
| 2     | Student nie potrafi sklasyfikować generatorów elektrycznych, nie zna budowy i zasady działania żadnego generatora elektrycznego |
| 3     | Student potrafi sklasyfikować generatory elektryczne, zna budowę i zasadę działania   |

|            |   |
|------------|---|
|            | generatora synchronicznego  |
| 3,5        | Student potrafi sklasyfikować generatory elektryczne, zna budowę i zasadę działania generatora synchronicznego i generatora asynchronicznego  |
| 4          | Student potrafi sklasyfikować generatory elektryczne, zna budowę i zasadę działania generatora synchronicznego, generatora asynchronicznego i maszyny dwustronnie zasilanej   |
| 4,5        | Student potrafi sklasyfikować generatory elektryczne, zna budowę i zasadę działania generatora synchronicznego, generatora asynchronicznego, maszyny dwustronnie zasilanej oraz ma słabo ugruntowaną wiedzę z zakresu generatorów prądu stałego   |
| 5          | Student potrafi sklasyfikować generatory elektryczne, zna budowę i zasadę działania wszystkich generatorów elektrycznych objętych programem nauczania   |
| <b>EK2</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>EK3</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>EK4</b> | Student posiada ogólne wiadomości o stanach nieustalonych układów elektromaszynowych oraz potrafi sklasyfikować stany nieustalone   |
| 2          | Student nie zna podstawowych pojęć z zakresu analizy układów dynamicznych (pojęcia układu, dynamiki, zmiennej stanu, analizy, stabilności, modelu matematycznego itp.), nie rozróżnia i nie potrafi opisać odpowiednim równaniem układów liniowych i nieliniowych oraz  |

|            |   |
|------------|---|
|            | osobliwych i nieosobliwych, nie zna definicji stabilności, nie potrafi sklasyfikować i scharakteryzować stanów nieustalonych w systemach elektroenergetycznych  |
| 3          | Student zna podstawowe pojęcia z zakresu analizy układów dynamicznych (pojęcie układu, dynamiki, zmiennej stanu, analizy, stabilności, modelu matematycznego itp.), rozróżnia układy liniowe i nieliniowe, potrafi sklasyfikować stany nieustalone w systemach elektroenergetycznych  |
| 3,5        | Student zna podstawowe pojęcia z zakresu analizy układów dynamicznych (pojęcie układu, dynamiki, zmiennej stanu, analizy, stabilności, modelu matematycznego itp.), rozróżnia układy liniowe i nieliniowe, ma nieugruntowaną wiedzę z zakresu układów osobliwych i nieosobliwych, potrafi sklasyfikować i scharakteryzować stany nieustalone w systemach elektroenergetycznych  |
| 4          | Student zna podstawowe pojęcia z zakresu analizy układów dynamicznych (pojęcie układu, dynamiki, zmiennej stanu, analizy, stabilności, modelu matematycznego itp.), rozróżnia układy liniowe i nieliniowe oraz osobliwe i nieosobliwe, potrafi sklasyfikować i scharakteryzować stany nieustalone w systemach elektroenergetycznych   |
| 4,5        | Student zna podstawowe pojęcia z zakresu analizy układów dynamicznych (pojęcie układu, dynamiki, zmiennej stanu, analizy, stabilności, modelu matematycznego itp.), rozróżnia i na ogół potrafi opisać odpowiednim równaniem układy liniowe i nieliniowe oraz osobliwe i nieosobliwe, zna definicje stabilności, potrafi sklasyfikować i scharakteryzować stany nieustalone w systemach elektroenergetycznych         |
| 5          | Student zna podstawowe pojęcia z zakresu analizy układów dynamicznych (pojęcie układu, dynamiki, zmiennej stanu, analizy, stabilności, modelu matematycznego itp.), rozróżnia i potrafi opisać odpowiednim równaniem układy liniowe i nieliniowe oraz osobliwe i nieosobliwe, zna definicje stabilności, potrafi sklasyfikować i scharakteryzować stany nieustalone w systemach elektroenergetycznych                 |
| <b>EK5</b> | Student zna struktury układów regulacji generatorów elektrycznych (układy regulacji napięcia, wzbudzenia oraz – w odniesieniu do generatorów AC – układy regulacji częstotliwości, mocy czynnej i biernej) oraz modele matematyczne układów generatorowych (składających się z generatora, turbiny i regulatorów)   |
| 2          | Student nie zna struktur układów regulacji generatorów elektrycznych (układów regulacji napięcia, wzbudzenia oraz – w odniesieniu do generatorów AC – układów regulacji częstotliwości, mocy czynnej i biernej), nie zna modeli matematycznych układów generatorowych   |
| 3          | Student zna struktury układów regulacji generatorów elektrycznych (układy regulacji napięcia, wzbudzenia oraz – w odniesieniu do generatorów AC – układy regulacji częstotliwości, mocy czynnej i biernej)  |
| 3,5        | Student zna struktury układów regulacji generatorów elektrycznych (układy regulacji napięcia, wzbudzenia oraz – w odniesieniu do generatorów AC – układy regulacji częstotliwości, mocy czynnej i biernej), ma słabo ugruntowaną wiedzę na temat modeli matematycznych generatorów elektrycznych  |
| 4          | Student zna struktury układów regulacji generatorów elektrycznych (układy regulacji napięcia, wzbudzenia oraz – w odniesieniu do generatorów AC – układy regulacji częstotliwości, mocy czynnej i biernej) oraz modele matematyczne generatorów elektrycznych   |
| 4,5        | Student zna struktury układów regulacji generatorów elektrycznych (układy regulacji napięcia, wzbudzenia oraz – w odniesieniu do generatorów AC – układy regulacji częstotliwości, mocy czynnej i biernej) oraz modele matematyczne układów generatorowych (a w ramach układu - modele generatora, turbiny i regulatorów); na ogół potrafi zinterpretować przebiegi czasowe różnych wielkości w stanach nieustalonych |
| 5          | Student zna struktury układów regulacji generatorów elektrycznych (układy regulacji napięcia, wzbudzenia oraz – w odniesieniu do generatorów AC – układy regulacji częstotliwości, mocy czynnej i biernej) oraz modele matematyczne układów generatorowych (a w ramach układu - modele generatora, turbiny i regulatorów); potrafi zinterpretować przebiegi czasowe różnych wielkości w stanach nieustalonych         |
| <b>EK6</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 (strona www WE PCZ)**

1. Informacja gdzie można zapoznać się z prezentacjami do zajęć, instrukcjami do laboratorium itp.
2. Informacje na temat miejsca odbywania się zajęć
3. Informacje na temat terminu zajęć (dzień tygodnia/ godzina)
4. Informacja na temat konsultacji (godziny + miejsce)

|   |   |  |
|---|---|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): <b>Elektrownie jądrowe</b>   |   |  |
| Kierunek: <b>Elektrotechnika</b><br>Specjalność: <b>Elektroenergetyka</b><br>Tryb: <b>niestacjonarne</b>  |   | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>70_E1NS_EE</b>                |
|   |   | Język wykładowy: <b>polski</b>                               |
| Obszar studiów:<br><b>techniczny</b>  | Profil : <b>ogólnoakademicki</b>                | Tytuł zaw. absolwenta: <b>inżynier</b>                       |
| Rodzaj modułu (przedmiotu)<br><b>Fakultatywny</b>   | Poziom kwalifikacji:<br><b>I stopnia</b>        | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <b>letni</b> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.</b>   | Liczba godzin/ semestr:<br><b>9, 0, 9, 9, 0</b> | Liczba punktów:<br><b>3 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: <b>Wydział Elektryczny, Instytut Elektroenergetyki, Zakład Wytwarzania, Urzędzeń i Gospodarki Elektroenergetycznej</b> |   |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): <b>Prof. nadzw. dr hab. inż. Janusz Sowiński</b>   |   |  |
| Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: <b>Prof. nadzw. dr hab. inż. Janusz Sowiński – wykład i laboratorium, dr inż. Iva Marciniak</b>                               |   |  |

## I KARTA PRZEDMIOTU

### CEL PRZEDMIOTU

- 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 PWR 1300 MW i EPR 1600 MW. Zapoznanie studentów z problematyką bezpieczeństwa energetyki jądrowej oraz ochrony przed promieniowaniem.
- C3. Nabycie przez studentów praktycznych umiejętności w zakresie prowadzenia ruchu bloku jądrowego na bazie wykorzystania komputerowego symulatora elektrowni jądrowej w podstawowych technologiach.

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

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. Wiedza z elektrotechniki z zakresu prądów stałych oraz przemiennym trójfazowych, a także podstaw maszyn elektrycznych, szczególnie prądnic synchronicznych.
4. Zaliczenie przedmiotu Elektroenergetyka – Wytwarzanie energii elektrycznej.
5. Umiejętności pracy samodzielnej i w grupie.
6. Umiejętność sporządzenia sprawozdania z przebiegu realizacji ćwiczeń.
7. Umiejętność obsługi komputera oraz korzystania ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.

## EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK 1 – 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.

EK 2 – 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.

EK 3 – 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.

EK 4 – Student wykonuje obliczenia symulacyjne ruchu bloków jądrowych w podstawowych technologiach, na bazie wykorzystania komputerowego symulatora elektrowni jądrowej.

## TREŚCI PROGRAMOWE

### Forma zajęć – WYKŁADY

| Treść zajęć  | Liczba godzin |
|--|---------------|
| W 1 – Repetytorium z zakresu fizyki jądrowej. Najnowsze osiągnięcia fizyki cząstek elementarnych. Budowa atomu. Podstawowe cząstki techniki reaktorowej. Klasyfikacja neutronów. Fuzja termojądrowa. Reakcje jądrowe neutronu z jądrem $^{235}\text{U}$ . Reakcja rozszczepienia. Rozszczepialne paliwa jądrowe. Proces konwersji  | 1             |
| W 2 – Wstępne zapoznanie się z budową i działaniem reaktora jądrowego. Klasyfikacja reaktorów. Reaktywność reaktora. Zapas reaktywności. Trucizny reaktorowe. 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             |
| W 3 – 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. Obieg wtórny. Parametry termodynamiczne obiegu. Rozwiązania i parametry techniczne urządzeń obiegu, w tym turbiny, kondensatora, przegrzewaczo-osuszaczy, | 1             |



|   |   |
|---|---|
| regeneracji ciepła, pomp wody zasilającej i pomp kondensatu..   |   |
| W 4 – Instalacje pomocnicze „wyspy jądrowej” bloku, w tym szczególnie układy UACR (awaryjnego chłodzenia rdzenia reaktora). Obudowa bezpieczeństwa. Instalacje obróbki odpadów promieniotwórczych. Zagadnienia ciepłno-przepływowo reaktora w technologii PWR. Kryzysy wrzenia. | 1 |
| W 5 – Ochrona przed promieniowaniem. Bezpieczeństwo elektrowni jądrowej. Rzeczywiste i hipotetyczne awarie bloku jądrowego w technologii PWR. Szczegółowe opisy rozwiązań innych niż PWR technologii jądrowych: GCR, HWR, RBMK, HTGCR, LMFBR.                                   | 1 |
| W 6 – Cykle paliwowe. Przeróbka paliwa wypalonego. Odpady promieniotwórcze.   | 1 |
| W 7 – 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 |
| W 8 – Kryteria wyboru lokalizacji elektrowni jądrowej   | 1 |
| W 9 – Możliwe rozwiązania dla pierwszej polskiej elektrowni jądrowej. Szczegółowe rozwiązania bloku jądrowego EPR (European Pressurized Reactor) 1600 MW, a także bloków AP1000 i ASBWR.  | 1 |
| SUMA  | 9 |

### Forma zajęć – LABORATORIUM

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| L 1 –Wprowadzenie do programu komputerowego symulatora elektrowni jądrowej      | 1             |
| L 2 – Obliczenia symulacyjne normalnego ruchu bloku PWR                         | 1             |
| L 3 – Obliczenia symulacyjne awaryjnego wyłączenia bloku PWR z różnych przyczyn | 1             |
| L 4 – Obliczenia symulacyjne normalnego ruchu bloku BWR                         | 1             |
| L 5 – Obliczenia symulacyjne awaryjnego wyłączenia bloku PWR z różnych przyczyn | 1             |
| L 6 – Obliczenia symulacyjne normalnego ruchu bloku HWR                         | 1             |
| L 7 – Obliczenia symulacyjne awaryjnego wyłączenia bloku HWR z różnych przyczyn | 1             |
| L-8 i 9 Sesja zaliczeniowa – przyjmowanie sprawozdań z zajęć i ocena            | 2             |
| SUMA  | 9             |

### Forma zajęć – SEMINARIUM

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| S 1 – Budowa atomu. Defekt masy. Reakcje jądrowe. Fuzja termojądrowa. Reakcje jądrowe neutronu z jądrem U235. Reakcja rozszczepienia. Cykl neutronowy       | 1             |
| S 2 – Budowa i działanie reaktora jądrowego. Reaktywność reaktora. Zapas reaktywności. Trucizny reaktorowe.   | 1             |
| S 3 – Bezpieczeństwo bloków jądrowych. Przyczyny i skutki awarii w EJ Czarnobyl i w Fukushima.  | 1             |
| S 4 – Konstrukcja bloku EPR 1600 MW. Urządzenia obiegu pierwotnego. Urządzenia obiegu wtórnego  | 1             |
| S 5 – Układy UACR (awaryjnego chłodzenia rdzenia reaktora). Rola obudowy bezpieczeństwa. Kryzysy wrzenia reaktora PWR.                                      | 1             |
| S 6 – Zagadnienia ochrona przed promieniowaniem. Bezpieczeństwo elektrowni jądrowej   | 1             |
| S 7 – Technologie jądrowe: GCR, HWR, RBMK, HTGCR, LMFBR.  | 1             |
| S 8 – Cykle paliwowe. Przeróbka paliwa wypalonego. Odpady promieniotwórcze. Problemy rozwoju energetyki jądrowej w świecie. Lokalizacja elektrowni jądrowej | 1             |
| S 9 – Bloki AP1000, ASBWR i CANDU.  | 1             |
| SUMA  | 9             |

## METODY DYDAKTYCZNE

|   |
|---|
| 1. Wykład z prezentacją multimedialną   |
| 2. Laboratorium – praca w sekcjach dwuosobowych                                     |
| 3. Seminarium – rozwiązywanie zadań, prezentacja multimedialna, referaty z dyskusją |

## NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

|   |
|---|
| 1. Rzutnik multimedialny                              |
| 2. Skrypt do wykładów na płycie CD                    |
| 3. Instrukcja do ćwiczeń laboratoryjnych              |
| 4. Program komputerowy symulatora elektrowni jądrowej |

## SPOSÓB ZALICZENIA

|  |
|--|
| Z1. Zaliczenie wykładów w formie testu teoretycznego |
| Z2. Zaliczenie laboratorium z oceną                  |
| Z3. Zaliczenie seminarium z oceną                    |

## SPOSOBY OCENY ( F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

|   |
|---|
| F1. Ocena przygotowania do ćwiczeń audytoryjnych – odpowiedź ustna  |
| P1. Zaliczenie wykładów w formie testu teoretycznego                |
| P2. Zaliczenie laboratorium na drodze przyjęcia sprawozdań z zajęć. |
| P3. Zaliczenie seminarium w formie kolokwium z zadań                |

## OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności |           |          |
|---|---|-----------|----------|
|   | [h]   | ∑ [h]     | ECTS     |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym:   |   |           |          |
| wykład  | 9   | 27        | 1        |
| laboratorium  | 9   |           |          |
| seminarium  | 9   |           |          |
| Zapoznanie się z literaturą   | 5   | 48        | 2        |
| Studia własne dostarczonych tekstów wykładów                                  | 10  |           |          |
| Przygotowywanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych                          | 23  |           |          |
| Przygotowanie się do zaliczenia testowego z wykładów i kolokwium z seminarium | 10  |           |          |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU</b>                   |   | <b>75</b> | <b>3</b> |
| <b>w tym zajęcia praktyczne</b>   | [h]   | ∑ [h]     | ECTS     |
| laboratorium  | 9   | 41        | 1        |
| seminarium  | 9   |           |          |
| Przygotowywanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych                          | 23  |           |          |

## WYKAZ LITERATURY

## A. LITERATURA PODSTAWOWA

|   |
|---|
| 1. Szargut J.: Termodynamika. PWN, Warszawa 2002 (lub Termodynamika techniczna - wydanie wcześniejsze tego samego autora) |
| 2. Nehrebecki L.: Elektrownie ciepne. 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.: Awaryjne reaktorowe a bezpieczeństwo energetyki jądrowej. WNT, Warszawa 1990.                         |

## B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

|  |
|--|
| 1. Eksploatacja elektrowni jądrowych. Praca zbiorowa pod red.: Ackermann G. WNT, Warszawa 1987 (przekład).     |
| 2. Kietkiewicz M.: Teoria reaktorów jądrowych. PWN, Warszawa 1987.   |
| 3. Energetyka jądrowa w Polsce. Praca zbiorowa. Ossolineum, Wrocław-Warszawa-Kraków-dańsk-Łódź 1989.           |
| 4. Fic A.: Podstawy teorii reaktorów jądrowych. Część I. Skrypt Politechniki Śląskiej, nr. 1347, Gliwice 1987. |
| 5. Świerzawski T.J.: Podstawy energetyki jądrowej. Skrypt Politechniki Śląskiej, Gliwice 1968.                 |

## MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK)    | Cele przedmiotu | Forma zajęć          | Metody dydaktyczne | Sposób oceny |
|-------------------|--|-----------------|----------------------|--------------------|--------------|
| EK1               | KE1A_W01<br>KE1A_W02<br>KE1A_W08<br>KE1A_W09<br>KE1A_W11<br>KE1A_W13<br>KE1A_U11 | C1              | wykład<br>seminarium | 1<br>3             | P1<br>P3     |
| EK2               | KE1A_W01<br>KE1A_W02<br>KE1A_W08<br>KE1A_W09<br>KE1A_W11<br>KE1A_W13<br>KE1A_U11 | C2              | wykład<br>seminarium | 1<br>3             | P1<br>P3     |
| EK3               | KE1A_W01<br>KE1A_W02<br>KE1A_W08<br>KE1A_W09<br>KE1A_W11<br>KE1A_W13<br>KE1A_U11 | C2              | wykład<br>seminarium | 1<br>3             | P1<br>P3     |
| EK4               | KE1A_W01   | C3              | laboratorium         | 2                  | P2           |

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  | KE1A_W02<br>KE1A_W08<br>KE1A_W09<br>KE1A_W11<br>KE1A_W13<br>KE1A_U11 |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|

## **II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY**

| Ocena      | Efekt  |
|------------|--|
| <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 (Czarnobyli!) i PWR.</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 jądrowej, 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.  |
| <b>EK4</b> | <b>Student wykonuje obliczenia symulacyjne ruchu bloków jądrowych w podstawowych technologiach, na bazie wykorzystania komputerowego symulatora elektrowni</b>   |

|     |   |
|-----|---|
|     | <b>jądrowej.</b>  |
| 2   | Student nie potrafi wykonać żadnych obliczeń symulacyjnych  |
| 3   | Student potrafi wykonać obliczenia symulacyjne, jednak wyłącznie w zakresie technologii PWR   |
| 3,5 | Student potrafi wykonać obliczenia symulacyjne wyłącznie w zakresie technologii PWR, jednak w wielu różnych wariantach.   |
| 4   | Student potrafi wykonać obliczenia symulacyjne w zakresie technologii PWR, a ponadto w zakresie drugiej: BWR lub HWR.   |
| 4,5 | Student potrafi wykonać obliczenia symulacyjne w zakresie technologii PWR, a ponadto w zakresie drugiej: BWR lub HWR. Obliczenia realizowane są w wielu wariantach ruchu. |
| 5   | Student potrafi wykonać obliczenia symulacyjne w zakresie wszystkich trzech technologii: PWR, BWR i HWR w różnych wariantach ruchu i zdarzeń awaryjnych.                  |

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)**

1. Informacja gdzie można zapoznać się z prezentacjami do zajęć, instrukcjami do laboratorium itp.
2. Informacje na temat miejsca odbywania się zajęć E112 i E113
3. Informacje na temat terminu zajęć (dzień tygodnia/ godzina)
4. Informacja na temat konsultacji (godziny + miejsce)

|   |   |  |
|---|---|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): <b>Materiały magnetyczne w technice</b>  |   |  |
| Kierunek: <b>Elektrotechnika</b><br>Specjalność: <b>Elektroenergetyka</b><br>Tryb: <b>niestacjonarne</b>                                |   | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>80_E1NS_EE</b>                |
|   |   | Język wykładowy: <b>polski</b>                               |
| Obszar studiów:<br><b>techniczny</b>  | Profil : <b>ogólnoakademicki</b>                  | Tytuł zaw. absolwenta: <b>inżynier</b>                       |
| Rodzaj modułu (przedmiotu)<br><b>Fakultatywny</b>   | Poziom kwalifikacji:<br><b>I stopnia</b>          | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <b>letni</b> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.</b>   | Liczba godzin/ semestr:<br><b>18, 0, 18, 0, 0</b> | Liczba punktów:<br><b>4 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: <b>Wydział Elektryczny P.Cz., Instytut Telekomunikacji i Kompatybilności Elektromagnetycznej</b> |   |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): <b>prof. dr hab. inż. Marian Soiński</b>   |   |  |
| Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: <b>prof. dr hab. inż. Marian Soiński, dr inż. Wojciech Pluta</b>  |   |  |

## **I KARTA PRZEDMIOTU**

### **CEL PRZEDMIOTU**

- 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.

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

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 pracy samodzielnej i w grupie oraz umiejętność dokumentowania wyników eksperymentu technicznego.

5. Umiejętność obsługi komputera oraz korzystania ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych.

6. Umiejętność opracowania sprawozdania z przebiegu zajęć laboratoryjnych.

## EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK 1 – Student charakteryzuje podstawowe rodzaje materiałów magnetycznych oraz rozpoznaje obszary ich zastosowań w urządzeniach wykorzystywanych w budownictwie;

EK 2 – Student identyfikuje podstawowe zjawiska zachodzące w różnych rodzajach i typach materiałów magnetycznych;

EK 3 – Student rozróżnia podstawowe wielkości i cechy użytkowe charakteryzujące podstawowe materiały magnetyczne;

EK 4 – Student wyprowadza wnioski dotyczące poprawności wykorzystania materiałów magnetycznych w urządzeniach wykorzystywanych w budownictwie;

EK 5 – Student interpretuje i ocenia wpływ parametrów eksploatacyjnych na poprawne wykorzystanie materiałów magnetycznych.

## TREŚCI PROGRAMOWE

### Forma zajęć – WYKŁADY

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| W1 – Repetytorium z zakresu fizyki ciała stałego oraz zjawisk ferromagnetycznych. Polikrystaliczna oraz amorficzna budowa ferromagnetyków.  | 2             |
| W2 – Zakresy uporządkowań atomowych i strukturalnych ferromagnetyków, w tym nanokrystalików.  | 2             |
| W3 – Taśmy elektrotechniczne zorientowane dla potrzeb budowy transformatorów, generatorów i silników (zjawisko anizotropii magnetokrystalicznej).   | 2             |
| W4 – Taśmy amorficzne na bazie Fe dla potrzeb transformatorów rozdzielczych (metodologia strat, wykorzystywanie cech użytkowych amorfików, metodologia projektowania transformatorów amorficznych). | 2             |
| W5 – Taśmy mikrokystaliczne i nanokystaliczne dla potrzeb energoelektroniki (technologia produkcji, właściwości oraz aspekty aplikacyjne).  | 2             |
| W6 – Materiały magnetycznie półtwarde – technologia produkcji i kierunki zastosowań.  | 2             |
| W7 – Nowoczesne materiały magnetycznie miękkie i twarde (repetytorium).   | 2             |
| W8 – Materiały magnetycznie twarde – technologia produkcji i kierunki zastosowań.   | 2             |
| W9 – Dyskusja i kolokwium zaliczeniowe.   | 2             |
| <b>SUMA</b>   | <b>18</b>     |

### Forma zajęć – LABORATORIUM

| Treść zajęć | Liczba godzin |
|-------------|---------------|
|-------------|---------------|

|   |           |
|---|-----------|
| 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 – Wpływ szczeliny powietrznej na właściwości obwodów magnetycznych   | 2         |
| L6 – Wpływ kształtu i wymiarów geometrycznych na współczynnik ekranowania od zewnętrznych stałych pól magnetycznych   | 2         |
| L7 – Badanie właściwości kierunkowych z wykorzystaniem aparatu Epsteina 25cm.   | 2         |
| L8 – Badanie właściwości kierunkowych z wykorzystaniem anizometru indukcyjnego.   | 2         |
| L15 – Kolokwium zaliczeniowe.   | 2         |
| <b>SUMA</b>   | <b>18</b> |

### METODY DYDAKTYCZNE

|  |
|--|
| 1. Wykład z prezentacją multimedialną  |
| 2. Dyskusja przed kolokwium zaliczeniowym z wykładów   |
| 3. Ćwiczenia laboratoryjne, tj. projektowanie doświadczeń, przygotowanie i wykonanie badań, krytyczna ocena danych empirycznych oraz usystematyzowanie wniosków pod względem ich poprawności |

### NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

|  |
|--|
| 1. Środki audiowizualne                                  |
| 2. Instrukcje do wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych     |
| 3. Laboratorium pomiarowe oraz internetowe zasoby wiedzy |

### SPOSÓB ZALICZENIA

|  |
|--|
| Z1. Wykład – zaliczenie na ocenę       |
| Z2. Laboratorium – zaliczenie na ocenę |

### SPOSOBY OCENY ( F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

|  |
|--|
| F1. Ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych – odpowiedź ustna                             |
| F2. Ocena poprawnego i terminowego przygotowania sprawozdań z realizacji ćwiczeń laboratoryjnych |
| F3. Kolokwium i ustny sprawdzian wiedzy  |
| P1. Wykład – ocena opanowania materiału nauczania (dyskusja i kolokwium zaliczeniowe)            |
| P2. Ocena opanowania materiału nauczania będącego przedmiotem ćwiczeń laboratoryjnych            |

### OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| Forma aktywności                                       | Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności |       |      |
|--|---|-------|------|
|  | [h]   | ∑ [h] | ECTS |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym:<br>wykład            | 18  | 36    | 2    |
| laboratorium   | 18  |       |      |
| Inne formy aktywności studentów                        |   | 55    | 2    |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                  | 10  |       |      |
| Zapoznanie się ze specjalistycznym sprzętem pomiarowym | 10  |       |      |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych                 | 10  |       |      |



|   |     |              |          |
|---|-----|--------------|----------|
| Przygotowanie sprawozdań z laboratorium                         | 10  |              |          |
| Przygotowanie do ustnego sprawdzianu wiedzy                     | 5   |              |          |
| Przygotowanie do kolokwium z laboratorium                       | 10  |              |          |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS<br/>DLA PRZEDMIOTU</b> |     | <b>91</b>    | <b>4</b> |
| <b>w tym zajęcia praktyczne</b>                                 | [h] | $\Sigma$ [h] | ECTS     |
| Udział w zajęciach laboratoryjnych                              | 18  | 38           | 2        |
| Przygotowania do zajęć laboratoryjnych                          | 10  |              |          |
| Przygotowanie sprawozdań z laboratoriów                         | 10  |              |          |

## WYKAZ LITERATURY

### A. LITERATURA PODSTAWOWA

|   |
|---|
| 1. Soiński M.: Materiały magnetyczne w technice, COSiW 2003   |
| 2. Zallem 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. 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. Sieradzki S.: Konstrukcyjne i technologiczne uwarunkowania budowy transformatora sieciowego, olejowego z rdzeniem pięciokolumnowym z taśmy amorficznej, Rozprawa Doktorska, Pol. Wrocławska 1997 |
| 9. Soiński M., Moses A. J.: Anisotropy of Iron-based Soft Magnetic Materials, Chapter 4, Handbook of Magnetic Materials, Vol. 8, North-Holland Elsevier, 1995                                       |
| 10. Matheisel Z.: Blachy elektrotechniczne walcowane na zimno, WNT, 1973  |

### B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

|   |
|---|
| 1. Wiley Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering, Vol. 19, John Wiley & Sons, Inc. 1999            |
| 2. Herzer G.: Nanocrystalline Soft Magnetic Alloys, Handbook of Magnetic Materials, North - Holland, Vol. 9, 1997 |

## MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK) | Cele przedmiotu | Forma zajęć  | Metody dydaktyczne | Sposób oceny |
|-------------------|---|-----------------|--------------|--------------------|--------------|
| EK1               | KE1A_W04  | C1              | Wykład       | 1,2                | P1           |
| EK2               | KE1A_W11  | C1              | Wykład       | 1,2                | P1           |
|                   | KE1A_W13  |                 |              |                    |              |
| EK3               | KE1A_U08  | C2, C3          | Laboratorium | 1,3                | F1, F2, P2   |
| EK4               | KE1A_U07  | C2, C3          | Laboratorium | 1,3                | F1, F2, P2   |
| EK5               | KE1A_U09  | C2, C3          | Laboratorium | 1,3                | F1, F2, P2   |

|  |          |  |  |  |  |
|--|----------|--|--|--|--|
|  | KE1A_K03 |  |  |  |  |
|--|----------|--|--|--|--|

## 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 budownictwie</b>                                       |
| 2          | Student nie charakteryzuje podstawowych rodzajów materiałów magnetycznych oraz nie rozpoznaje obszarów ich zastosowań w urządzeniach wykorzystywanych w budownictwie                                  |
| 3          | Student nie w pełni, ale w większości prawidłowo charakteryzuje podstawowe rodzaje materiałów magnetycznych oraz nie rozpoznaje obszary ich zastosowań w urządzeniach wykorzystywanych w budownictwie |
| 3.5        | Student nie w pełni, ale w większości prawidłowo charakteryzuje podstawowe rodzaje materiałów magnetycznych oraz rozpoznaje obszary ich zastosowań w urządzeniach wykorzystywanych w budownictwie     |
| 4          | Student w pełni i w większości prawidłowo charakteryzuje podstawowe rodzaje materiałów magnetycznych oraz rozpoznaje obszary ich zastosowań w urządzeniach wykorzystywanych w budownictwie            |
| 4.5        | Student w pełni, ale nie do końca prawidłowo charakteryzuje podstawowe rodzaje materiałów magnetycznych oraz rozpoznaje obszary ich zastosowań w urządzeniach wykorzystywanych w budownictwie         |
| 5          | Student w pełni i prawidłowo charakteryzuje podstawowe rodzaje materiałów magnetycznych oraz rozpoznaje obszary ich zastosowań w urządzeniach wykorzystywanych w budownictwie                         |
| <b>EK2</b> | <b>Student identyfikuje podstawowe zjawiska zachodzące w różnych rodzajach i typach materiałów magnetycznych</b>  |
| 2          | Student nie identyfikuje podstawowych zjawisk zachodzących w różnych rodzajach i typach materiałów magnetycznych  |
| 3          | Student nie w pełni, ale w większości poprawnie identyfikuje podstawowe zjawiska zachodzące w dwóch rodzajach i typach materiałów magnetycznych   |
| 3.5        | Student nie w pełni i nie do końca poprawnie identyfikuje podstawowe zjawiska zachodzące w niektórych rodzajach i typach materiałów magnetycznych   |
| 4          | Student nie w pełni i nie do końca poprawnie identyfikuje podstawowe zjawiska zachodzące w różnych rodzajach i typach materiałów magnetycznych  |
| 4.5        | Student w pełni i nie do końca poprawnie identyfikuje podstawowe zjawiska zachodzące w różnych rodzajach i typach materiałów magnetycznych  |
| 5          | Student w pełni i poprawnie identyfikuje podstawowe zjawiska zachodzące w różnych rodzajach i typach materiałów magnetycznych   |
| <b>EK3</b> | <b>Student rozróżnia podstawowe wielkości i cechy użytkowe charakteryzujące podstawowe materiały magnetyczne</b>  |
| 2          | Student nie rozróżnia podstawowych wielkości i cech użytkowych charakteryzujących podstawowe materiały magnetyczne  |
| 3          | Student w większości prawidłowo rozróżnia podstawowe wielkości, ale nie do końca poprawnie przedstawia użytkową charakterystykę podstawowych materiałów magnetycznych                                 |
| 3.5        | Student w większości prawidłowo rozróżnia podstawowe wielkości, ale poprawnie przedstawia użytkową charakterystykę podstawowych materiałów magnetycznych  |
| 4          | Student prawidłowo rozróżnia podstawowe wielkości i cechy użytkowe charakteryzujące podstawowe materiały magnetyczne  |
| 4.5        | Student dobrze rozróżnia podstawowe wielkości i cechy użytkowe charakteryzujące podstawowe materiały magnetyczne  |
| 5          | Student bardzo dobrze rozróżnia podstawowe wielkości i cechy użytkowe charakteryzujące podstawowe materiały magnetyczne   |
| <b>EK4</b> | <b>Student wyprowadza wnioski dotyczące poprawności wykorzystania materiałów magnetycznych w urządzeniach wykorzystywanych w budownictwie</b>   |
| 2          | Student nie wyprowadza prawidłowych wniosków dotyczących poprawności wykorzystania  |

|            |   |
|------------|---|
|            | materiałów magnetycznych w urządzeniach wykorzystywanych w budownictwie i nie potrafi wskazać ich przykładów wykorzystania  |
| 3          | Student wyprowadza nie do końca prawidłowe wnioski dotyczące poprawności wykorzystania materiałów magnetycznych w urządzeniach wykorzystywanych w budownictwie i nie potrafi wskazać przykładów wykorzystania materiałów magnetycznych w budownictwie |
| 3.5        | Student wyprowadza nie do końca prawidłowe wnioski dotyczące poprawności wykorzystania materiałów magnetycznych w urządzeniach wykorzystywanych w budownictwie, ale potrafi wskazać przykładów wykorzystania materiałów magnetycznych w budownictwie  |
| 4          | Student wyprowadza w większości prawidłowe wnioski dotyczące poprawności wykorzystania materiałów magnetycznych w urządzeniach wykorzystywanych w budownictwie  |
| 4.5        | Student wyprowadza w przeważającej większości prawidłowe wnioski dotyczące poprawności wykorzystania materiałów magnetycznych w urządzeniach wykorzystywanych w budownictwie  |
| 5          | Student wyprowadza prawidłowe wnioski dotyczące poprawności wykorzystania materiałów magnetycznych w urządzeniach wykorzystywanych w budownictwie   |
| <b>EK5</b> | <b>Student interpretuje i ocenia wpływ parametrów eksploatacyjnych na poprawne wykorzystanie materiałów magnetycznych</b>   |
| 2          | Student nie interpretuje i nie ocenia wpływu parametrów eksploatacyjnych na poprawne wykorzystanie materiałów magnetycznych   |
| 3          | Student nie do końca poprawnie interpretuje, ale nie do końca poprawnie ocenia wpływ parametrów eksploatacyjnych na poprawne wykorzystanie materiałów magnetycznych   |
| 3.5        | Student nie do końca poprawnie interpretuje, ale poprawnie ocenia wpływ parametrów eksploatacyjnych na poprawne wykorzystanie materiałów magnetycznych  |
| 4          | Student w większości poprawnie interpretuje i ocenia wpływ parametrów eksploatacyjnych na poprawne wykorzystanie materiałów magnetycznych   |
| 4.5        | Student w zdecydowanej większości poprawnie interpretuje i ocenia wpływ parametrów eksploatacyjnych na poprawne wykorzystanie materiałów magnetycznych  |
| 5          | Student poprawnie interpretuje i ocenia wpływ parametrów eksploatacyjnych na poprawne wykorzystanie materiałów magnetycznych  |

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)**

1. Informacja gdzie można zapoznać się z prezentacjami do zajęć, instrukcjami do laboratorium itp. – pokój F120 lub F124
2. Informacje na temat miejsca odbywania się zajęć: sala wykładowa oraz laboratorium F125
3. Informacje na temat terminu zajęć (dzień tygodnia/ godzina)
4. Informacja na temat konsultacji (godziny + miejsce) – pokój F125

|   |   |  |
|---|---|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): <b>Metody sztucznej inteligencji w elektroenergetyce</b>                                     |   |  |
| Kierunek: <b>Elektrotechnika</b><br>Specjalność: <b>Elektroenergetyka</b><br>Tryb: <b>niestacjonarne</b>                |   | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>90_E1NS_EE</b>                |
|   |   | Język wykładowy: <b>polski</b>                               |
| Obszar studiów:<br><b>techniczny</b>  | Profil : <b>ogólnoakademicki</b>                  | Tytuł zaw. absolwenta: <b>inżynier</b>                       |
| Rodzaj modułu (przedmiotu)<br><b>Fakultatywny</b>   | Poziom kwalifikacji:<br><b>I stopnia</b>          | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <b>letni</b> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.</b>   | Liczba godzin/ semestr:<br><b>18, 0, 18, 0, 0</b> | Liczba punktów:<br><b>4 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: <b>Wydział Elektryczny, Instytut Informatyki, Zakład Matematyki Komputerowej</b> |   |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): <b>Dr hab. inż. Grzegorz Dudek</b>   |   |  |
| Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: <b>Dr hab. inż. Grzegorz Dudek</b>  |   |  |

## I KARTA PRZEDMIOTU

### CEL PRZEDMIOTU

- C1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu sztucznej inteligencji, jej kierunków i metod.
- C2. Zapoznanie studentów z teorią sztucznych sieci neuronowych, systemów logiki rozmytej i algorytmów ewolucyjnych jako podstawowych kierunków inteligencji obliczeniowej.
- C3. Nabycie przez studentów praktycznych umiejętności w zakresie wykorzystania narzędzi inteligencji obliczeniowej w zadaniach regresji, klasyfikacji, wnioskowania i przeszukiwania.

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

#### KOMPETENCJI

1. Wiedza z matematyki z zakresu równań liniowych, rachunku różniczkowego i całkowego, teorii zbiorów, rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej.
2. Wiedza z zakresu programowania w językach wysokiego poziomu.
3. Umiejętności pracy samodzielnej i w grupie.
4. Umiejętność obsługi komputera oraz korzystania ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.

### EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK 1 – Student zna i rozumie pojęcie sztucznej inteligencji oraz klasyfikację jej kierunków i metod.

EK 2 – Student zna teorię sztucznych sieci neuronowych, systemów logiki rozmytej i

algorytmów ewolucyjnych jako podstawowych kierunków inteligencji obliczeniowej.

EK 3 – Student posiada praktyczne umiejętności w zakresie wykorzystania narzędzi inteligencji obliczeniowej w zadaniach regresji, klasyfikacji, wnioskowania i przeszukiwania.

## TREŚCI PROGRAMOWE

### Forma zajęć – WYKŁADY

| Treść zajęć  | Liczba godzin |
|--|---------------|
| W1 – Wprowadzenie  | 1             |
| W2 – Sztuczna inteligencja – informacje wstępne                | 1             |
| W3 – Zastosowania, historia, symboliczna sztuczna inteligencja | 1             |
| W4 – Systemy uczące się  | 1             |
| W5 – Uczenie się indukcyjne                                    | 1             |
| W6 – Sztuczne sieci neuronowe – aproksymacja funkcji           | 1             |
| W7 – Sztuczne sieci neuronowe – klasyfikacja danych            | 1             |
| W8 – Sieć Kohonena   | 1             |
| W9 – Sztuczne sieci neuronowe – inne architektury              | 1             |
| W10 – Zbiory rozmyte   | 1             |
| W11 – Wnioskowanie w logice rozmytej                           | 1             |
| W12 – Systemy neuronowo-rozmyte                                | 1             |
| W13 – Przeszukiwanie   | 1             |
| W14 – Problemy optymalizacyjne                                 | 1             |
| W15 – Algorytmy genetyczne                                     | 1             |
| W16 – Ewolucja różnicowa, metody rojowe                        | 1             |
| W17 – Inne stochastyczne metody przeszukiwania                 | 1             |
| W18 – Kolokwium zaliczeniowe teoretyczne testowe z wykładów    | 1             |
| SUMA   | 18            |

### Forma zajęć – LABORATORIUM

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| Wprowadzenie.   | 1             |
| L 1 – Aproksymacja funkcji za pomocą wielowarstwowego perceptronu.  | 2             |
| L 2 – Klasyfikator neuronowy na bazie wielowarstwowego perceptronu. | 2             |
| L 3 – Sieć Kohonena.  | 2             |
| L 4 – Rozmyty system decyzyjny.                                     | 2             |
| L 5 – Sieć neuronowo-rozmyta.                                       | 2             |
| L 6 – Algorytm genetyczny.  | 2             |
| L 7 – Algorytm genetyczny w wielomodalnej optymalizacji ciągłej.    | 2             |
| L 8 – Przetwarzanie schematów w algorytmie genetycznym.             | 2             |
| Kolokwium zaliczeniowe.   | 1             |
| SUMA  | 18            |

## METODY DYDAKTYCZNE

1. Wykład z prezentacją multimedialną
2. Laboratorium – praca w sekcjach dwuosobowych

## NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Rzutnik multimedialny
2. Treść wykładu w formie elektronicznej
3. Instrukcja do ćwiczeń laboratoryjnych w formie elektronicznej
4. Stanowiska komputerowe z oprogramowaniem symulacyjnym

## SPOSÓB ZALICZENIA

|   |
|---|
| Z1. Kolokwium zaliczeniowe teoretyczne testowe z wykładów |
| Z2. Zaliczenie laboratorium z oceną                       |

## SPOSOBY OCENY ( F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

|  |
|--|
| F1. Ocena poprawnego i terminowego przygotowania sprawozdań z realizacji ćwiczeń laboratoryjnych |
| F2. Ocena z przygotowania teoretycznego do wykonania ćwiczenia laboratoryjnego                   |
| P1. Kolokwium zaliczeniowe teoretyczne testowe z wykładów  |
| P2. Zaliczenie laboratorium – średnia z ocen formujących F1 (50%) i F2 (50%).                    |

## OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności |       |      |
|---|---|-------|------|
|   | [h]   | Σ [h] | ECTS |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym:<br>wykład   | 18  | 36    | 1    |
| laboratorium  | 18  |       |      |
| Zapoznanie się z literaturą   | 5   | 64    | 3    |
| Studia własne dostarczonych tekstów wykładów na CD                                  | 5   |       |      |
| Zapoznanie się ze specjalistycznym oprogramowaniem (poza zajęciami laboratoryjnymi) | 5   |       |      |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych  | 10  |       |      |
| Przygotowanie sprawozdania z laboratorium   | 29  |       |      |
| Przygotowanie się do zaliczenia wykładów w formie testu teoretycznego               | 10  |       |      |
|   |   |       |      |
|   |   |       |      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU</b>                         |   | 100   | 4    |
| <b>w tym zajęcia praktyczne</b>   | [h]   | Σ [h] | ECTS |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych  | 10  | 57    | 2    |
| Laboratorium  | 18  |       |      |
| Przygotowanie sprawozdania z laboratorium   | 29  |       |      |

## WYKAZ LITERATURY

### A. LITERATURA PODSTAWOWA

|  |
|--|
| 1. Arabas J., Cichosz P.: Sztuczna inteligencja. Materiały do wykładu. <a href="http://wazniak.mimuw.edu.pl/index.php?title=Sztuczna_inteligencja">http://wazniak.mimuw.edu.pl/index.php?title=Sztuczna_inteligencja</a> |
| 2. Jędruch W.: Sztuczna inteligencja. Materiały do wykładu. Gdańsk 2008.   |
| 3. Flasiński M.: Wstęp do sztucznej inteligencji. PWN, Warszawa 2011.  |
| 4. Kisielewicz A.: Sztuczna inteligencja i logika. WNT, Warszawa 2011.   |
| 5. Rutkowski L.: Metody i techniki sztucznej inteligencji. PWN, Warszawa 2006.   |
| 6. Osowski S.: Sieci neuronowe w ujęciu algorytmicznym. WNT, Warszawa 1996.  |
| 7. Żurada J., Barski M., Jędruch W.: Sztuczne sieci neuronowe. Podstawa teorii i zastosowania. PWN, Warszawa 1996.   |
| 8. Arabas J.: Wykłady z algorytmów ewolucyjnych. WNT, Warszawa 2001.   |

9. Michalewicz Z.: Algorytmy genetyczne + struktury danych = programy ewolucyjne. WNT, Warszawa 1996.
10. Piegat A.: Modelowanie i Sterowanie Rozmyte. Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa, 2009.

## B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Goldberg D.E., Algorytmy genetyczne i ich zastosowania. WNT, Warszawa 1995.
2. Łęski J.: Systemy neuronowo-rozmyte. WNT 2008.
3. Mulawka J.J.: Systemy ekspertowe. WNT, Warszawa 1996.
4. Luger G.: Artificial intelligence: structures and strategies for complex problem solving. Pearson (Addison-Wesley), 2008.
5. Russel S., Norvig P.: Artificial Intelligence. Prentice-Hall, London 2010.
6. Poole D., Mackworth A.: Artificial Intelligence. Foundations of Computational Agents. Cambridge University Press 2010.

## MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK) | Cele przedmiotu | Forma zajęć  | Metody dydaktyczne | Sposób oceny |
|-------------------|---|-----------------|--------------|--------------------|--------------|
| EK1               | K_W01<br>K_W03<br>K_W10<br>K_U01<br>K_K01                                     | C1              | wykład       | 1                  | P1           |
| EK2               | K_W01<br>K_W03<br>K_W10<br>K_U01<br>K_K01                                     | C2              | wykład       | 1                  | P1           |
| EK3               | K_W01<br>K_W03<br>K_W10<br>K_U01<br>K_K01                                     | C3              | laboratorium | 2                  | P2           |

## II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY

| Ocena      | Efekt   |
|------------|---|
| <b>EK1</b> | <b>Student zna i rozumie pojęcie sztucznej inteligencji oraz klasyfikację jej kierunków i metod.</b>                      |
| 2          | Student nie zna i nie rozumie pojęcia sztucznej inteligencji oraz nie zna klasyfikacji jej kierunków i metod.             |
| 3          | Student zna i rozumie pojęcie sztucznej inteligencji oraz zna klasyfikację jej kierunków i metod w stopniu ograniczonym.  |
| 3,5        | Student zna i rozumie pojęcie sztucznej inteligencji oraz zna klasyfikację jej kierunków i metod w stopniu zadowalającym. |
| 4          | Student zna i rozumie pojęcie sztucznej inteligencji oraz zna klasyfikację jej kierunków i metod w stopniu dobrym.        |
| 4,5        | Student zna i rozumie pojęcie sztucznej inteligencji oraz zna klasyfikację jej kierunków i metod w stopniu bardzo dobrym. |
| 5          | Student zna i rozumie pojęcie sztucznej inteligencji oraz zna klasyfikację jej kierunków i                                |

|            |  |
|------------|--|
|            | metod w stopniu celującym.   |
| <b>EK2</b> | <b>Student zna teorię sztucznych sieci neuronowych, systemów logiki rozmytej i algorytmów ewolucyjnych jako podstawowych kierunków sztucznej inteligencji.</b>                 |
| 2          | Student nie zna ww. teorii   |
| 3          | Student zna ww. teorie w stopniu ograniczonym.   |
| 3,5        | Student zna ww. teorie w stopniu zadowalającym.  |
| 4          | Student zna ww. teorie w stopniu dobrym.   |
| 4,5        | Student zna ww. teorie w stopniu bardzo dobrym.  |
| 5          | Student zna ww. teorie w stopniu celującym.  |
| <b>EK3</b> | <b>Student posiada praktyczne umiejętności w zakresie wykorzystania narzędzi inteligencji obliczeniowej w zadaniach regresji, klasyfikacji, wnioskowania i przeszukiwania.</b> |
| 2          | Student nie posiada ww. praktycznych umiejętności.   |
| 3          | Student posiada ww. praktyczne umiejętności w stopniu ograniczonym.  |
| 3,5        | Student posiada ww. praktyczne umiejętności w stopniu zadowalającym.   |
| 4          | Student posiada ww. praktyczne umiejętności w stopniu dobrym.  |
| 4,5        | Student posiada ww. praktyczne umiejętności w stopniu bardzo dobrym.   |
| 5          | Student posiada ww. praktyczne umiejętności w stopniu celującym.   |

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)**

1. Informacja gdzie można zapoznać się z prezentacjami do zajęć, instrukcjami do laboratorium itp.
2. Informacje na temat miejsca odbywania się zajęć
3. Informacje na temat terminu zajęć (dzień tygodnia/ godzina)
4. Informacja na temat konsultacji (godziny + miejsce)



|  |   |  |
|--|---|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): <b>Podstawy marketingu</b>  |   |  |
| Kierunek: <b>Elektrotechnika</b><br>Specjalność: <b>Elektroenergetyka</b><br>Tryb: <b>niestacjonarne</b> |   | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>100_E1NS_EE</b>               |
|  |   | Język wykładowy: <b>polski</b>                               |
| Obszar studiów: <b>techniczny</b>  | Profil : <b>ogólnoakademicki</b>                | Tytuł zaw. absolwenta: <b>inżynier</b>                       |
| Rodzaj modułu (przedmiotu)<br><b>Fakultatywny</b>  | Poziom kwalifikacji:<br><b>I stopnia</b>        | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <b>letni</b> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Cwicz. Lab. Sem. Proj.</b>  | Liczba godzin/ semestr:<br><b>9, 9, 0, 9, 0</b> | Liczba punktów:<br><b>3 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: <b>Wydział Elektryczny PCz, Instytut Elektroenergetyki</b>        |   |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): <b>prof. dr hab. inż. Jerzy Szkutnik</b>                      |   |  |
| Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: <b>prof. dr hab. inż. Jerzy Szkutnik</b>                                 |   |  |

## **I KARTA PRZEDMIOTU**

### **CEL PRZEDMIOTU**

- C1. Przekazanie studentom podstawowej wiedzy z zakresu istoty zarządzania marketingowego
- C2. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu strategii, programów, wdrażania i kontroli marketingowych
- C3. Nabycie przez studentów praktycznych umiejętności opracowania programu marketingowego

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

1. Wiedza z zakresu podstaw nauk społecznych
2. Umiejętności pracy samodzielnej i w grupie.
3. Umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.

### **EFEKTY KSZTAŁCENIA**

- EK 1 – Student charakteryzuje podstawowe pojęcia dotyczące zarządzania marketingowego
- EK 2 – Student na podstawie dostępnej literatury potrafi samodzielnie znaleźć i omówić proces marketingu w przedsiębiorstwie
- EK 3 – Student posiada umiejętność analizy otoczenia marketingowego i skorygować plany marketingowe przedsiębiorstwa
- EK 4 – Student na podstawie znajomości zasad zarządzania marketingowego potrafi opracować przykładowy program marketingowy

## TREŚCI PROGRAMOWE

### Forma zajęć – WYKŁADY

| Treść zajęć  | Liczba godzin |
|--|---------------|
| W1 – Istota i podstawowe założenia marketingu                        | 1             |
| W2 – Zasady orientacji marketingowej przedsiębiorstwa                | 1             |
| W3, W4 – Marketing-mix i działania związane z jego instrumentami     | 2             |
| W5 – Budowanie zadowolenia klienta poprzez jakość, obsługę i wartość | 1             |
| W6 – Kierowanie procesem marketingu i planowanie marketingowe        | 1             |
| W7, W8 – System informacji marketingowej i badania marketingowe      | 2             |
| W9 – Test zaliczeniowy   | 1             |
| <b>SUMA</b>  | <b>9</b>      |

### Forma zajęć – ĆWICZENIA

| Treść zajęć  | Liczba godzin |
|--|---------------|
| C1– Analiza otoczenia marketingowego   | 1             |
| C2 – Analiza rynku konsumenta i zachowania nabywcy                           | 1             |
| C3 – Mierzenie i prognozowanie popytu rynkowego                              | 1             |
| C4, C5 – Różnicowanie i pozycjonowanie oferty marketingowej                  | 2             |
| C6, C7 – Rozwój, testowanie i wprowadzanie nowych produktów i usług na rynek | 2             |
| C8 – Tworzenie programów i strategii cenowych                                | 1             |
| Test zaliczeniowy  | 1             |
| <b>SUMA</b>  | <b>9</b>      |

### Forma zajęć – SEMINARIUM

| Treść zajęć  | Liczba godzin |
|--|---------------|
| S1 – Omówienie seminarium  | 0,5           |
| S2 – Tworzenie misji i celu działania przedsiębiorstwa                               | 0,5           |
| S3 – Integracja logistyki i marketingu w zarządzaniu przedsiębiorstwem               | 0,5           |
| S4 – Organizacyjny wymiar koncepcji marketingowo-logistycznej                        | 0,5           |
| S5 – Promocja jako element marketingu  | 0,5           |
| S6 – Uwarunkowanie decyzji promocyjnych przedsiębiorstwa                             | 0,5           |
| S7, S8 – Charakterystyka form promocji i zasady skutecznego ich oddziaływania        | 1             |
| S9 – Kampanie promocyjno-reklamowe   | 0,5           |
| S10, S11 – Strategie marketingu w firmie energetycznej                               | 2             |
| S12 – Planowanie strategiczne marketingu   | 0,5           |
| S13 – Przykład zintegrowanego planu projektu marketingowego                          | 0,5           |
| S14 – Założenia programu lojalnościowego w sektorze dystrybucji energii elektrycznej | 0,5           |
| S15 – Podsumowania, analiza i dyskusja rozwiązań                                     | 1             |
| <b>SUMA</b>  | <b>9</b>      |

## METODY DYDAKTYCZNE

|                                       |
|---------------------------------------|
| 1. Wykład z prezentacją multimedialną |
| 2. Dyskusja                           |
| 3. Seminarium                         |

## NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

|   |
|---|
| 1. Środki audiowizualne   |
| 2. Dane (Raporty z działalności marketingowych przedsiębiorstw) |
| 3. Laboratorium zestawów komputerowych                          |
| 4. Program MONITORING   |

## SPOSÓB ZALICZENIA

|                                  |
|----------------------------------|
| Z1. Wykład – zaliczenie na ocenę |
|----------------------------------|

Z2. Ćwiczenia – zaliczenie na ocenę

Z3 Seminarium – zaliczenie na ocenę

### SPOSOBY OCENY ( F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

F1. ocena przygotowania do zajęć z seminarium – odpowiedź ustna

F2. ocena poprawnego i terminowego przygotowania kolejnych etapów seminarium oraz aktywność na zajęciach

F3 F3 ocena przygotowania do zajęć ćwiczeniowych

P1. wykład – test (100% oceny zaliczeniowej z wykładu)

P2 P2 ocena opanowania materiału i wykonanych prac zaliczeniowych zajęć z ćwiczeń

P3. ocena opanowania materiału nauczania będącego przedmiotem zajęć z seminarium – odpowiedź ustna (50% oceny zaliczeniowej z seminarium)

P4. ocena umiejętności rozwiązywania podstawowych zadań problemowych oraz wyciągania wniosków i prezentacji wyników analizy (50% oceny zaliczeniowej z seminarium)

### OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności |           |          |
|---|---|-----------|----------|
|   | [h]   | ∑ [h]     | ECTS     |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym: wykład                    | 9   | 27        | 1        |
| ćwiczenia   | 9   |           |          |
| seminarium  | 9   |           |          |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                       | 11  | 38        | 2        |
| Przygotowanie do zajęć seminaryjnych i ćwiczeniowych        | 16  |           |          |
| Przygotowanie prezentacji                                   | 11  |           |          |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU</b> |   | <b>65</b> | <b>3</b> |
| <b>w tym zajęcia praktyczne</b>                             | [h]   | ∑ [h]     | ECTS     |
| Udział w zajęciach seminaryjnych                            | 9   | 36        | 1        |
| Przygotowanie do seminarium i ćwiczeń                       | 16  |           |          |
| Przygotowanie prezentacji                                   | 11  |           |          |

### WYKAZ LITERATURY

#### A. LITERATURA PODSTAWOWA

1. Kotler: Marketing Analiza, planowanie, wdrażanie i kontrola, Gebethner i S-ka, Warszawa 1994
2. Pierścionek Z. Strategie rozwoju firmy PWN, Warszawa 1998
3. Białecki K. Podstawy marketingu, Oficyna Wyższej Szkoły handlu i Prawa, Warszawa 2002
4. Podstawy marketingu, Biznes, 3Tom, Biblioteka Gazety Wyborczej, PWN, Warszawa 2007

#### B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Krawiec F., Krawiec S.: zarządzanie marketingiem w firmie energetycznej, Difin Warszawa 2001
2. Pabian A.: Promocja, nowoczesne środki i formy, Difin, Warszawa 2008
3. Kadfragic A., Czarnowski P.: Public Relation, czyli promocja reputacji, Business Press, Warszawa 1997
4. Szkutnik J.: Strategiczne cele i efekty zarządzania dystrybucją energii elektrycznej w przedsiębiorstwach Energetycznych, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej,

**MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**

| <b>Efekt kształcenia</b> | <b>Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK)</b> | <b>Cele przedmiotu</b> | <b>Forma zajęć</b> | <b>Metody dydaktyczne</b> | <b>Sposób oceny</b> |
|--------------------------|--|------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------|
| EK1                      | KE1A_W14   | C1, C2                 | wykład             | 1,2                       | P1                  |
| EK2                      | KE1A_W15   | C1, C2                 | wykład             | 1,2                       | P1                  |
| EK3                      | KE1A_K02   | C2, C3                 | seminarium         | 2,3                       | P1                  |
| EK4                      | KE1A_K03   | C2, C3                 | seminarium         | 2,3                       | F1, F2,<br>P2, P3   |

**II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY**

| Ocena      | Efekt   |
|------------|---|
| <b>EK1</b> | <b>Student charakteryzuje podstawowe pojęcia dotyczące zarządzania marketingiem</b>   |
| 2          | Student nie potrafi wymienić podstawowych pojęć dotyczących zarządzania marketingiem.   |
| 3          | Student potrafi wymienić podstawowe pojęcia dotyczące zarządzania marketingiem.   |
| 3.5        | Student potrafi wymienić podstawowe pojęcia dotyczące zarządzania marketingiem. Umie dyskutować na temat tych zasad.  |
| 4          | Student potrafi zdefiniować podstawowe stosowane w przedsiębiorstwach. Umie dyskutować na temat tych zasad oraz wskazać najlepsze rozwiązania.  |
| 4.5        | Student potrafi wymienić podstawowe pojęcia dotyczące zarządzania marketingiem. Umie dyskutować na temat tych zasad oraz wskazać najlepsze rozwiązania i je uzasadnić   |
| 5          | Student potrafi wymienić podstawowe pojęcia dotyczące zarządzania marketingiem. Umie dyskutować na temat tych zasad oraz wskazać najlepsze rozwiązania i je uzasadnić. Potrafi wskazać inne niż podane na wykładzie rozwiązania.  |
| <b>EK2</b> | <b>Student na podstawie dostępnej literatury potrafi samodzielnie znaleźć i omówić proces marketingu w przedsiębiorstwie</b>  |
| 2          | Student nie potrafi omówić proces marketingu w przedsiębiorstwie.   |
| 3          | Student potrafi omówić proces marketingu w przedsiębiorstwie.   |
| 3.5        | Student potrafi omówić proces marketingu w przedsiębiorstwie i podać podstawowe procesy zachodzące w przedsiębiorstwie.   |
| 4          | Student potrafi omówić proces marketingu w przedsiębiorstwie i podać podstawowe procesy zachodzące w przedsiębiorstwie w sposób szczegółowy.  |
| 4.5        | Student potrafi omówić proces marketingu w przedsiębiorstwie i podać podstawowe procesy zachodzące w przedsiębiorstwie w sposób szczegółowy. Umie dyskutować na temat tych zagadnień oraz wskazać najlepsze rozwiązania i je uzasadnić.   |
| 5          | Student potrafi omówić proces marketingu w przedsiębiorstwie i podać podstawowe procesy zachodzące w przedsiębiorstwie w sposób szczegółowy. Umie dyskutować na temat tych zagadnień oraz wskazać najlepsze rozwiązania i je uzasadnić. Potrafi wskazać inne niż podane na wykładzie rozwiązania. |
| <b>EK3</b> | <b>Student posiada umiejętność analizy otoczenia marketingowego i skorygować plany marketingowe przedsiębiorstwa</b>  |
| 2          | Student nie posiada umiejętności analizy otoczenia marketingowego.  |
| 3          | Student posiada umiejętność analizy otoczenia marketingowego.   |
| 3.5        | Student posiada umiejętność analizy otoczenia marketingowego i potrafi go zdefiniować.  |
| 4          | Student posiada umiejętność analizy otoczenia marketingowego i potrafi go zdefiniować w sposób kompletny.   |
| 4.5        | Student posiada umiejętność analizy otoczenia marketingowego i potrafi go zdefiniować w sposób kompletny. Umie dyskutować na temat tych zagadnień.  |
| 5          | Student posiada umiejętność analizy otoczenia marketingowego i potrafi go zdefiniować w sposób kompletny. Umie dyskutować na temat tych zagadnień. Potrafi wskazać inne niż podane na wykładzie rozwiązania.  |

|            |   |
|------------|---|
| <b>EK4</b> | <b>Student na podstawie znajomości zasad zarządzania marketingowego potrafi opracować przykładowy program marketingowy</b>  |
| 2          | Student nie potrafi opracować przykładowego programu marketingowego.  |
| 3          | Student potrafi opracować przykładowy program marketingowy.   |
| 3.5        | Student potrafi opracować przykładowy program marketingowy i go uzasadnić.  |
| 4          | Student potrafi opracować przykładowy program marketingowy i go uzasadnić i uszczegółwić.   |
| 4.5        | Student potrafi opracować przykładowy program marketingowy i go uzasadnić i uszczegółwić Potrafi wskazać na główne elementy zapewniające jego realizację.   |
| 5          | Student potrafi opracować przykładowy program marketingowy i go uzasadnić i uszczegółwić Potrafi wskazać na główne elementy zapewniające jego realizację. Potrafi wskazać na opcjonalne rozwiązania, nie podane na wykładzie. |

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)**

1. Informacja gdzie można zapoznać się z prezentacjami do zajęć, instrukcjami do laboratorium itp.
2. Informacje na temat miejsca odbywania się zajęć
3. Informacje na temat terminu zajęć (dzień tygodnia/ godzina)
4. Informacja na temat konsultacji (godziny + miejsce)

|   |  |  |
|---|--|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): <b>Statystyka i modelowanie ekonometryczne</b>   |  |  |
| Kierunek: <b>Elektrotechnika</b><br>Specjalność: <b>Elektroenergetyka</b><br>Tryb: <b>niestacjonarne</b>                                |  | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>11O_E1NS_EE</b>               |
|   |  | Język wykładowy: <b>polski</b>                               |
| Obszar studiów:<br><b>techniczny</b>  | Profil : <b>ogólnoakademicki</b>                 | Tytuł zaw. absolwenta: <b>inżynier</b>                       |
| Rodzaj modułu (przedmiotu)<br><b>Fakultatywny</b>   | Poziom kwalifikacji:<br><b>I stopnia</b>         | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <b>letni</b> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.</b>   | Liczba godzin/ semestr:<br><b>18, 0, 9, 0, 0</b> | Liczba punktów:<br><b>3 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: <b>Wydział Elektryczny PCz, Instytut Elektroenergetyki</b>                                       |  |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): <b>dr hab. inż. Tomasz Popławski Prof. PCz</b>   |  |  |
| Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: <b>Prof. nadzw. dr inż. Tomasz Popławski</b><br><b>dr inż. Piotr Szelaąg, mgr inż. Monika Weźgowiec</b> |  |  |

## **I KARTA PRZEDMIOTU**

### **CEL PRZEDMIOTU**

C1. Zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami z zakresu wnioskowania statystycznego. Poznanie własności szeregów czasowych oraz metod ich modelowania i prognozowania.

C2. Poznanie metod i modeli służących do opisu procesów technicznych i gospodarczych

C3. Poznanie metod modelowania i prognozowania procesów z zastosowaniem modeli ekonometrycznych wraz z oceną własności modelu. Zapoznanie z problematyką doboru zmiennych do modeli.

C4. Poznanie przez studentów wybranych metod i modeli decyzyjnych oraz praktycznych sposobów rozwiązania problemów decyzyjnych.

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

1. Dobra umiejętność wykorzystania zaawansowanych funkcji statystycznych w Excelu
2. Wiedza z zakresu podstaw informatyki i statystyki
3. Ogólna wiedza gospodarczo - ekonomiczna

### **EFEKTY KSZTAŁCENIA**

EK 1 – Student potrafi przedstawić graficzną analizę szeregu czasowego, potrafi wyodrębnić

oraz omówić charakterystyczne składowe szeregu, potrafi wyznaczyć parametry liczbowe opisujące szereg czasowy, umie dokonać oceny parametrów liczbowych opisujących szereg czasowy, zna podstawowe testy służące do weryfikacji hipotez statystycznych.

EK 2 – Student potrafi dokonać klasyfikacji prognoz wg różnych kryteriów, zna metody wygładzania szeregów czasowych, umie zastosować do prognozowania szeregów czasowych metody naiwne, umie zastosować do prognozowania szeregów czasowych średnie ruchome, umie zastosować do prognozowania szeregów czasowych metody wygładzania wykładniczego, potrafi zastosować te modele w praktyce.

EK 3 – Student rozumie pojęcie trendu, potrafi zbudować prosty model ekonometryczny, zna wybrane metody doboru zmiennych do modeli wielorównaniowych, potrafi wyznaczyć parametry strukturalne modelu, Zna i umie zastosować praktycznie metodę najmniejszych kwadratów, potrafi wykonać ocenę statystyczną modelu ekonometrycznego.

EK 4 – Student rozumie pojęcie optymalizacji, zna podstawowe zasady programowania liniowego, zna i potrafi wyjaśnić pojęcie funkcji celu, rozumie znaczenie problemów decyzyjnych w technice i gospodarce, potrafi wybrać i zastosować jedną z metod wspomagających wybór decyzji optymalnej.

## TREŚCI PROGRAMOWE

### Forma zajęć – WYKŁADY

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| <b>W 1</b> – Elementy statystyki. Opracowanie i prezentacja materiału statystycznego. Prezentacje graficzne szeregów czasowych. Charakterystyki liczbowe zbiorowości. Miary położenia, zmienności, asymetrii i koncentracji.                    | <b>2</b>      |
| <b>W 2</b> – Metody analizy korelacyjnej. Pojęcia współczynnika korelacji liniowej, korelacji cząstkowej, wielorakiej. Testowanie istotności korelacji. Korelacja, a ortogonalność wektorów losowych. Narzędzia analizy statystycznej w Excelu. | <b>2</b>      |
| <b>W 3</b> – Prognozowanie z wykorzystaniem jedynie szeregów czasowych. Składowe szeregów czasowych. Modele szeregów czasowych. Metody naiwne, metody średnich ruchomych.   | <b>2</b>      |
| <b>W 4</b> – Modele wygładzania wykładniczego. Prosty model wygładzania wykładniczego. Liniowy model Holta, model Wintersa. Modele tendencji rozwojowej. Modele analityczne liniowe oraz nieliniowe sprowadzalne do liniowych.                  | <b>2</b>      |
| <b>W 5</b> – Prognozowanie z wykorzystaniem modeli ekonometrycznych. Ogólna charakterystyka modeli należących do tej klasy. Wyznaczanie parametrów strukturalnych modeli – metoda najmniejszych kwadratów MNK.                                  | <b>2</b>      |
| <b>W 6</b> – Ocena modelu predykcyjnego. Ocena parametrów strukturalnych, ocena błędów. Błąd prognozy, trafność prognozy, dopuszczalność prognozy.  | <b>2</b>      |
| <b>W 7</b> – Problem doboru zmiennych objaśniających do modeli ekonometrycznych. Przegląd i charakterystyka najczęściej stosowanych metod doboru zmiennych.   | <b>2</b>      |
| <b>W 8</b> – Przegląd innych metod prognozowania. Prognozowanie analogowe, prognozowanie heurystyczne, scenariusze stosowane w prognozowaniu. Przykłady programów wspomagających wykonanie analiz i prognoz – Statistica, Gretl i inne.         | <b>2</b>      |
| <b>W 9</b> – Metody doboru celów i sposobów realizacji problemach decyzyjnych.  | <b>2</b>      |





| DLA PRZEDMIOTU                         |     |       |      |
|--|-----|-------|------|
| w tym zajęcia praktyczne               | [h] | Σ [h] | ECTS |
| Udział w zajęciach laboratoryjnych     | 9   | 24    | 1    |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych | 15  |       |      |

## WYKAZ LITERATURY

### A. LITERATURA PODSTAWOWA

|  |
|--|
| 1.. (Red.) Maria Cieślak, Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowania, PWN, Warszawa 2001   |
| 2. Paweł Dittmann, Prognozowanie w przedsiębiorstwie, Metody i ich zastosowanie, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2004  |
| 3. Milo W. "Szeregi czasowe", Państwowe Wydawnictwa Ekonomiczne, Warszawa 1990.  |
| 4. Marianna Lipiec-Zajchowska (redakcja), Optymalizacja procesów decyzyjnych, Wydawnictwa Naukowe Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1999 |
| 5. Barbara Radzikowska(redakcja), Metody Prognozowania. Zbiór zadań, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Wrocław 2000   |
| 6. Zeliaś A., Pawełek B., Wanat S.: Prognozowanie ekonomiczne. Teoria, przykłady zadania. PWN, Warszawa 2004   |

### B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

|   |
|---|
| 1.. Appenzeller Dorota, Guzik Bogusław, Jurek Witold, Prognozowanie i symulacje. Wybrane zagadnienia, Materiały dydaktyczne, zeszyt 153, Poznań 2004                    |
| 2. Irena Dobrzyńska (redakcja) i zespół, Prognozowanie w elektroenergetyce. Zagadnienia wybrane, Monografia, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2002 |
| 3. Gajda Jan B., Prognozowanie i symulacja a decyzje gospodarcze, Warszawa 2001   |
| 4. Ignasiak E., Red.. Organizacja decyzji, symulacje i prognozowanie procesów gospodarczych Zeszyty Naukowe nr 21 AE Poznaniu Poznań 2002                               |
| 5. A. Manikowski, Prognozowanie i symulacja rozwoju przedsiębiorstwa, WSE Warszawa 2002   |
| 6. Milo W., Red. .Prognozowanie i symulacja., WUŁ, Łódź 2002.   |

## MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK) | Cele przedmiotu | Forma Zajęć            | Metody dydaktyczne | Sposób oceny |
|-------------------|---|-----------------|------------------------|--------------------|--------------|
| EK1               | KE1A_W14<br>KE1A_W15  | C1, C2          | Wykład<br>laboratorium | 1,2                | P1, P2       |
| EK2               | K_E1A_W10<br>K_E1A_U01  | C1, C2          | Wykład<br>laboratorium | 1,2                | P1, P2       |
| EK3               | K_E1A_U03<br>K_E1A_U06  | C3, C4          | Wykład<br>laboratorium | 1,2                | P1, P2       |
| EK4               | KE1A_U12<br>KE1A_K02  | C4              | Wykład<br>laboratorium | 1,2                | P1, P2       |

## II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY

| Ocena      | Efekt   |
|------------|---|
| <b>EK1</b> |   |
| 2          | Student nie potrafi przedstawić graficznej analizy szeregu czasowego, nie potrafi wyodrębnić oraz omówić charakterystycznych składowych szeregu, nie potrafi wyznaczyć parametrów liczbowych opisujących szereg czasowy, nie umie dokonać oceny parametrów liczbowych |

|            |   |
|------------|---|
|            | opisujących szereg czasowy, nie zna podstawowych testów służących do weryfikacji hipotez statystycznych   |
| 3          | Student potrafi przedstawić graficzną analizę szeregu czasowego   |
| 3,5        | Student potrafi przedstawić graficzną analizę szeregu czasowego, potrafi wyodrębnić oraz omówić charakterystyczne składowe szeregu  |
| 4          | Student potrafi przedstawić graficzną analizę szeregu czasowego, potrafi wyodrębnić oraz omówić charakterystyczne składowe szeregu, potrafi wyznaczyć parametry liczbowe opisujące szereg czasowy   |
| 4,5        | Student potrafi przedstawić graficzną analizę szeregu czasowego, potrafi wyodrębnić oraz omówić charakterystyczne składowe szeregu, potrafi wyznaczyć parametry liczbowe opisujące szereg czasowy, umie dokonać oceny parametrów liczbowych opisujących szereg czasowy  |
| 5          | Student potrafi przedstawić graficzną analizę szeregu czasowego, potrafi wyodrębnić oraz omówić charakterystyczne składowe szeregu, potrafi wyznaczyć parametry liczbowe opisujące szereg czasowy, umie dokonać oceny parametrów liczbowych opisujących szereg czasowy, zna podstawowe testy służące do weryfikacji hipotez statystycznych  |
| <b>EK2</b> |   |
| 2          | Student nie potrafi dokonać klasyfikacji prognoz wg różnych kryteriów, nie zna metod wygładzania szeregów czasowych, nie umie zastosować do prognozowania szeregów czasowych metod naiwnych, nie umie zastosować do prognozowania szeregów czasowych średnich ruchomych, nie umie zastosować do prognozowania szeregów czasowych metod wygładzania wykładniczego, nie potrafi zastosować modeli w praktyce. |
| 3          | Student potrafi dokonać klasyfikacji prognoz wg różnych kryteriów   |
| 3,5        | Student potrafi dokonać klasyfikacji prognoz wg różnych kryteriów, zna metody wygładzania szeregów czasowych  |
| 4          | Student potrafi dokonać klasyfikacji prognoz wg różnych kryteriów, zna metody wygładzania szeregów czasowych, umie zastosować do prognozowania szeregów czasowych metody naiwne, zastosować do prognozowania szeregów czasowych średnie ruchome   |
| 4,5        | Student potrafi dokonać klasyfikacji prognoz wg różnych kryteriów, zna metody wygładzania szeregów czasowych, umie zastosować do prognozowania szeregów czasowych metody naiwne, umie zastosować do prognozowania szeregów czasowych średnie ruchome, umie zastosować do prognozowania szeregów czasowych metody wygładzania wykładniczego  |
| 5          | Student potrafi dokonać klasyfikacji prognoz wg różnych kryteriów, zna metody wygładzania szeregów czasowych, umie zastosować do prognozowania szeregów czasowych metody naiwne, umie zastosować do prognozowania szeregów czasowych średnie ruchome, umie zastosować do prognozowania szeregów czasowych metody wygładzania wykładniczego, potrafi zastosować te modele w praktyce.                        |
| <b>EK3</b> |   |
| 2          | Student nie rozumie pojęcia trendu, nie potrafi zbudować prostego modelu ekonometrycznego, nie zna wybranych metod doboru zmiennych do modeli wielorównaniowych, nie potrafi wyznaczyć parametrów strukturalnych modelu, nie zna i nie umie zastosować praktycznie metody najmniejszych kwadratów, nie potrafi wykonać oceny statystycznej modelu ekonometrycznego.   |
| 3          | Student rozumie pojęcie trendu  |
| 3,5        | Student rozumie pojęcie trendu, potrafi zbudować prosty model ekonometryczny  |
| 4          | Student rozumie pojęcie trendu, potrafi zbudować prosty model ekonometryczny, zna wybrane metody doboru zmiennych do modeli wielorównaniowych   |
| 4,5        | Student rozumie pojęcie trendu, potrafi zbudować prosty model ekonometryczny, zna wybrane metody doboru zmiennych do modeli wielorównaniowych, potrafi wyznaczyć parametry strukturalne modelu, Zna i umie zastosować praktycznie metodę najmniejszych kwadratów  |
| 5          | Student rozumie pojęcie trendu, potrafi zbudować prosty model ekonometryczny, zna wybrane metody doboru zmiennych do modeli wielorównaniowych, potrafi wyznaczyć parametry strukturalne modelu, Zna i umie zastosować praktycznie metodę najmniejszych kwadratów, potrafi wykonać ocenę statystyczną modelu ekonometrycznego.   |
| <b>EK4</b> |   |
| 2          | Student nie rozumie pojęcia optymalizacji, nie zna podstawowych zasad programowania liniowego, nie zna i nie potrafi wyjaśnić pojęcia funkcji celu, nie rozumie znaczenia problemów decyzyjnych w technice i gospodarce, nie potrafi wybrać i zastosować jednej z   |

|     |  |
|-----|--|
|     | metod wspomagających wybór decyzji optymalnej.   |
| 3   | Student rozumie pojęcie optymalizacji  |
| 3,5 | Student rozumie pojęcie optymalizacji, zna podstawowe zasady programowania liniowego   |
| 4   | Student rozumie pojęcie optymalizacji, zna podstawowe zasady programowania liniowego, zna i potrafi wyjaśnić pojęcie funkcji celu  |
| 4,5 | Student rozumie pojęcie optymalizacji, zna podstawowe zasady programowania liniowego, zna i potrafi wyjaśnić pojęcie funkcji celu, rozumie znaczenie problemów decyzyjnych w technice i gospodarce   |
| 5   | Student rozumie pojęcie optymalizacji, zna podstawowe zasady programowania liniowego, zna i potrafi wyjaśnić pojęcie funkcji celu, rozumie znaczenie problemów decyzyjnych w technice i gospodarce, potrafi wybrać i zastosować jedną z metod wspomagających wybór decyzji optymalnej. |

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)**

1. Instrukcje do zajęć laboratoryjnych będą zamieszczone na stronie WWW, wskazanej przez prowadzącego.
2. Zajęcia laboratoryjne będą się odbywać w sali E112 lub E113 Wydziału Elektrycznego
3. Terminy i miejsce zajęć laboratoryjnych oraz wykładów ogłoszone zostaną na początku semestru, w planie zajęć umieszczonym na stronie [www.el.pcz.pl](http://www.el.pcz.pl) oraz na tablicy ogłoszeniowej w budynku Wydziału Elektrycznego.
4. Informacja na temat konsultacji (godziny + miejsce)

|   |  |  |
|---|--|--|
| Nazwa modułu (przedmiotu): <b>Systemy pomiarowe w elektroenergetyce</b>   |  |  |
| Kierunek: <b>Elektrotechnika</b><br>Specjalność: <b>Elektroenergetyka</b><br>Tryb: <b>niestacjonarne</b>                    |  | Kod modułu (przedmiotu):<br><b>120_E1NS_EE</b>               |
|   |  | Język wykładowy: <b>polski</b>                               |
| Obszar studiów: <b>techniczny</b>   | Profil : <b>ogólnoakademicki</b>                 | Tytuł zaw. absolwenta: <b>inżynier</b>                       |
| Rodzaj modułu (przedmiotu)<br><b>Fakultatywny</b>   | Poziom kwalifikacji:<br><b>I stopnia</b>         | Rok: <b>IV</b> Semestr: <b>VIII</b><br>Semestr: <b>letni</b> |
| Rodzaj zajęć:<br><b>Wyk. Ćwicz. Lab. Sem. Proj.</b>   | Liczba godzin/ semestr:<br><b>18, 0, 9, 0, 9</b> | Liczba punktów:<br><b>4 ECTS</b>                             |
| Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot: <b>Wydział Elektryczny PCz, Instytut Elektroenergetyki</b>                           |  |  |
| Osoba odpowiedzialna za moduł (przedmiot): <b>prof. dr hab. inż. Jerzy Szkutnik</b>   |  |  |
| Osoba(y) prowadząca(y) zajęcia: <b>prof. dr hab. inż. Jerzy Szkutnik, dr hab. inż. Anna Gawlak, dr inż. Marek Kurkowski</b> |  |  |

## I KARTA PRZEDMIOTU

### CEL PRZEDMIOTU

- C1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu pomiarów zużycia energii elektrycznej w sieciach dystrybucyjnych energii elektrycznej
- C2. Zapoznanie studentów z rozwiązaniami nowoczesnych układów pomiarowych przewidywanych do stosowania w sieciach SmartGrid
- C3. Nabycie przez studentów praktycznych umiejętności w zakresie doboru, konfiguracji i pomiaru nowoczesnymi układami pomiarowymi energii elektrycznej

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

#### KOMPETENCJI

1. Wiedza z elektrotechniki w zakresie pomiarów energii elektrycznej j
2. Wiedza z elektroenergetyki z zakresu podstaw sieci oraz przesyłu i rozdziału energii elektrycznej
3. Umiejętności pracy samodzielnej i w grupie.
4. Umiejętność planowania i projektowania układów pomiarowych oraz określania korzyści ekonomicznych wynikających z zastosowania Smartmeteringu
5. Umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych i zasobów internetowych.

#### EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK 1 – Student charakteryzuje podstawowe pojęcia dotyczące systemów pomiarowych w sieciach rozdzielczych
- EK 2 – Student analizuje pracę sieci dystrybucyjnej oraz potrafi określić wymagania efektywnego opomiarowania w sieci dystrybucyjnej
- EK 3 – Student potrafi opracować model systemu pomiarowego wykorzystującego rozwiązania dostępne na rynku
- EK 4 – Student potrafi określić wpływ zaproponowanych rozwiązań na pracę sieci na podstawie przeprowadzonych analiz techniczno-ekonomicznych

## TREŚCI PROGRAMOWE

### Forma zajęć – WYKŁADY

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| <b>W1</b> – Rodzaje i struktury sieci rozdzielczych   | 1             |
| <b>W2</b> – Układy pomiarowe stosowane w sieciach dystrybucyjnych energii elektrycznej i u odbiorców końcowych                  | 1             |
| <b>W3</b> – Ogólne założenia odnośnie wdrażania inteligentnych systemów pomiarowych w Polsce                                    | 1             |
| <b>W4</b> – Koncepcja krajowego inteligentnego systemu pomiarowego  | 1             |
| <b>W5</b> – Struktura inteligentnego systemu pomiarowego AMI w OSD  | 1             |
| <b>W6</b> – Systemu inteligentnego pomiaru w Europie  | 1             |
| <b>W7, W8</b> – Systemy inteligentnego opomiarowania dla polskiego systemu elektroenergetycznego                                | 3             |
| <b>W9, W10</b> – Specyfikacja wymagań technicznych i funkcjonalnych dla układów pomiarowych i infrastruktury telekomunikacyjnej | 3             |
| <b>W11</b> – Wybrane aspekty prawne dotyczące wdrożenia AMI   | 1             |
| <b>W12, W13</b> – Wdrożenie inteligentnych systemów pomiarowych a regulacja elektroenergetyki                                   | 2             |
| <b>W14</b> – Informatyzacja i Smartmetering w zarządzaniu sektorem elektroenergetycznym   | 1             |
| <b>W15</b> – Nakłady inwestycyjne dla wdrożenia inteligentnego pomiaru w Polsce   | 1             |
| Test zaliczeniowy   | 1             |
| <b>SUMA</b>   | <b>18</b>     |

### Forma zajęć – LABORATORIUM

| Treść zajęć  | Liczba godzin |
|--|---------------|
| Wprowadzenie   | 0,5           |
| <b>L1</b> – Analiza pracy sieci rozdzielczej   | 1             |
| <b>L2</b> – Pomiar zużycia energii elektrycznej przez odbiorców komunalnych                    | 1             |
| <b>L3</b> – Pomiary i transmisje danych z wykorzystaniem programu ENERGIA OSD                  | 1             |
| <b>L4</b> – Pomiary i transmisje danych z wykorzystaniem programu ENERGIA 4                    | 1             |
| <b>L5</b> – Analiza pracy sieci w oparciu o sterownik proBox                                   | 1             |
| <b>L6</b> – Pomiar zużycia energii przy wykorzystaniu głowicy optycznej                        | 1             |
| <b>L7</b> – Pomiar zużycia energii elektrycznej przy wykorzystaniu mReader3                    | 1             |
| <b>L8</b> – Pomiar zużycia energii elektrycznej za pomocą programowalnego urządzenia eMailer 3 | 1             |
| Kolokwium zaliczeniowe   | 0,5           |
| <b>SUMA</b>  | <b>9</b>      |

### Forma zajęć – PROJEKT

| Treść zajęć   | Liczba godzin |
|---|---------------|
| Omówienie projektu  | 1             |
| <b>P1</b> – Analiza pracy sieci niskiego napięcia : zużycie energii elektrycznej przez odbiorców, straty mocy i energii       | 1             |
| <b>P2</b> – Analiza zużycia energii elektrycznej przy pomocy systemu AMI  | 1             |
| <b>P3, P4</b> – DSM – jego wpływ na zużycie energii przez odbiorców i poziom strat w sieci niskiego napięcia                  | 2             |
| <b>P5</b> – Porównawcza analiza ekonomiczna systemów pomiaru energii elektrycznej - klasycznych i inteligentnych              | 1             |
| <b>P6</b> – Analiza zużycia energii elektrycznej sprzętu AGD przy wielowariantowych modelach użytkowania energii elektrycznej | 1             |
| <b>P7</b> – Program lojalnościowy dla odbiorców niskiego napięcia   | 1             |
| <b>P8</b> – Analiza i dyskusja rozwiązań  | 1             |
| <b>SUMA</b>   | <b>9</b>      |

## METODY DYDAKTYCZNE

|   |
|---|
| 1. Wykład z prezentacją multimedialną       |
| 2. Dyskusja                                 |
| 3. Laboratorium                             |
| 4. Projekt – praca w zespołach dwuosobowych |

## NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

|   |
|---|
| 1. Środki audiowizualne                   |
| 2. Schematy pracy sieci niskiego napięcia |
| 3. Laboratorium zestawów komputerowych    |
| 4. Oprogramowanie ENERGIA OSD i ENERGIA4  |

## SPOSÓB ZALICZENIA

|  |
|--|
| Z1. Wykład – zaliczenie na ocenę       |
| Z2. Laboratorium – zaliczenie na ocenę |
| Z3. Projekt – zaliczenie na ocenę      |

## SPOSOBY OCENY ( F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

|   |
|---|
| F1. ocena przygotowania do zajęć z laboratorium   |
| F2. Ocena poprawnego i terminowego przygotowania sprawozdań z realizacji ćwiczeń laboratoryjnych  |
| F3. ocena przygotowania do zajęć z projektu – odpowiedź ustna   |
| F4. ocena poprawnego i terminowego przygotowania kolejnych etapów projektu  |
| P1. wykład – test (100% oceny zaliczeniowej z wykładu)  |
| P2- ocena opanowania materiału nauczania będącego przedmiotem zajęć laboratoryjnych – odpowiedź ustna (50% oceny zaliczeniowej z projektu)                                      |
| P3 ocena umiejętności rozwiązywania podstawowych zadań problemowych oraz wyciągania wniosków i prawidłowego przygotowania dokumentacji – 50% oceny zaliczeniowej z laboratorium |
| P4. ocena opanowania materiału nauczania będącego przedmiotem zajęć z projektu – odpowiedź ustna (50% oceny zaliczeniowej z projektu)   |
| P5. ocena umiejętności rozwiązywania podstawowych zadań problemowych oraz wyciągania wniosków i prawidłowego przygotowania dokumentacji (50% oceny zaliczeniowej z projektu)    |

## OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| Forma aktywności  | Średnia liczba godzin/punktów na zrealizowanie aktywności |            |          |
|---|---|------------|----------|
|   | [h]   | ∑ [h]      | ECTS     |
| Godziny kontaktowe z prowadzącym: wykład                    | 18  | 36         | 2        |
| laboratorium  | 9   |            |          |
| projekt   | 9   |            |          |
| Zapoznanie się ze wskazaną literaturą                       | 10  | 64         | 2        |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych                      | 10  |            |          |
| Przygotowywanie sprawozdań z laboratorium                   | 14  |            |          |
| Przygotowanie do zajęć projektowych                         | 14  |            |          |
| Sporządzenie projektu                                       | 16  |            |          |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN/PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU</b> |   | <b>100</b> | <b>4</b> |
| <b>w tym zajęcia praktyczne</b>                             | [h]   | ∑ [h]      | ECTS     |
| Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych                      | 10  | 58         | 2        |
| Udział w zajęciach laboratoryjnych                          | 9   |            |          |
| Przygotowanie do zajęć projektowych                         | 14  |            |          |
| Udział w zajęciach projektowych                             | 9   |            |          |
| Sporządzenie projektu                                       | 16  |            |          |

## WYKAZ LITERATURY

### A. LITERATURA PODSTAWOWA

|  |
|--|
| 1. Horak J., Gawlak A., Szkutnik J.: Sieć elektroenergetyczna jako zbiór elementów, PCz. Częstochowa 1998.                               |
| 2. Kulczycki J.: Optymalizacja struktur sieci elektroenergetycznych, Wybrane metody obliczeniowe, WNT, Warszawa 1990                     |
| 3. Kulczycki J.: Straty energii elektrycznej w sieciach dystrybucyjnych. PTPIREE Poznań 2009.  |
| 4. Szkutnik J.: Perspektywy i kierunki rozwoju systemu elektroenergetycznego, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2011 |

### B. LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

|   |
|---|
| 1. Bilewicz K. Smartmetering – Inteligentny System Pomiarowy, PWN, 2012   |
| 2. NUMERON – katalog Twoje dane, Nasze rozwiązania, Częstochowa 2012  |
| 3. Szkutnik J., Smart Metering jako decydujące uwarunkowanie wdrożenia strategii DSM w Polsce, Rynek Energii nr.1(86), 2010 |

## MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

| Efekt kształcenia | Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla całego programu (KEK) | Cele przedmiotu | Forma zajęć  | Metody dydaktyczne | Sposób oceny       |
|-------------------|---|-----------------|--------------|--------------------|--------------------|
| EK1               | KE1A_W07  | C1,C2           | wykład       | 1,2                | P1                 |
| EK2               | KE1A_U09<br>KE1A_U15  | C2,C3           | laboratorium | 2,3                | F1, F2,<br>P2, P3, |
| EK3               | KE1A_U13<br>KE1A_U16  | C2,C3           | projekt      | 2,4                | F3,F4,<br>P4,P5    |
| EK4               | KE1A_U14  | C2, C3          | projekt      | 2,4                | F3, F4,<br>P4,P5   |

## II. FORMY OCENY - SZCZEGÓŁY

| Ocena      | Efekt   |
|------------|---|
| <b>EK1</b> | <b>Student charakteryzuje podstawowe pojęcia dotyczące systemów pomiarowych w sieciach rozdzielczych</b>  |
| 2          | Student nie potrafi określić podstawowych pojęć dotyczących systemów pomiarowych.   |
| 3          | Student potrafi określić podstawowych pojęcia dotyczące systemów pomiarowych.   |
| 3.5        | Student potrafi określić podstawowych pojęcia dotyczące systemów pomiarowych. Umie zastosować wiedzę o stosowanych systemach.   |
| 4          | Student potrafi określić podstawowych pojęcia dotyczące systemów pomiarowych. Umie zastosować szczegółową wiedzę o stosowanych systemach.   |
| 4.5        | Student potrafi dla zadanego fragmentu sieci niskiego napięcia zaprojektować sieć, uwzględniając przy tym te zależności, które mają wpływ na jej strukturę optymalną. Potrafi zdefiniować istotne i zastosować je w praktyce.   |
| 5          | Student potrafi dla zadanego fragmentu sieci niskiego napięcia zaprojektować sieć, uwzględniając przy tym te zależności, które mają wpływ na jej strukturę optymalną. Potrafi zdefiniować istotne i zastosować je w praktyce. Potrafi wskazać inne niż podane na wykładzie systemy pomiarowe. |
| <b>EK2</b> | <b>Student analizuje pracę dystrybucyjnej oraz potrafi określić wymagania efektywnego opomiarowania w sieci dystrybucyjnej</b>  |
| 2          | Student nie potrafi wymienić wymagań efektywnego opomiarowania.   |
| 3          | Student potrafi wymienić wymagania efektywnego opomiarowania.   |

|            |  |
|------------|--|
| 3.5        | Student potrafi omówić szczegółowo jedno wymaganie.  |
| 4          | Student potrafi omówić szczegółowo jedno wymaganie i podać przykład je dokumentujące.  |
| 4.5        | Student potrafi omówić szczegółowo jedno wymaganie i podać przykład je dokumentujące, potrafi także określić wymiar ekonomiczny proponowanego rozwiązania.   |
| 5          | Student potrafi omówić szczegółowo jedno wymaganie i podać przykład je dokumentujące, potrafi także określić wymiar ekonomiczny proponowanego rozwiązania. Potrafi wskazać inne niż podane na wykładzie systemy pomiarowe.   |
| <b>EK3</b> | <b>Student potrafi opracować model systemu pomiarowego wykorzystującego rozwiązania dostępne na rynku</b>  |
| 2          | Student nie potrafi opracować modelu systemu.  |
| 3          | Student potrafi opracować modelu systemu.  |
| 3.5        | Student potrafi opracować modelu systemu Student potrafi określić jego główne parametry.   |
| 4          | Student potrafi opracować modelu systemu Student potrafi określić jego główne parametry. Potrafi też wskazać główne wady i zalety  |
| 4.5        | Student potrafi opracować modelu systemu Student potrafi określić jego główne parametry. Potrafi też wskazać główne wady i zalety Student potrafi określić usprawnienie systemu.   |
| 5          | Student potrafi opracować modelu systemu Student potrafi określić jego główne parametry. Potrafi też wskazać główne wady i zalety Student potrafi określić usprawnienie systemu. Potrafi wskazać inne niż podane na wykładzie rozwiązania.   |
| <b>EK4</b> | <b>Student potrafi określić wpływ zaproponowanych rozwiązań na pracę sieci na podstawie przeprowadzonych analiz techniczno-ekonomicznych</b>   |
| 2          | Student nie potrafi określić wpływu zaproponowanych rozwiązań na pracę sieci.  |
| 3          | Student potrafi określić wpływ zaproponowanych rozwiązań na pracę sieci.   |
| 3.5        | Student na podstawie symulacji poprawnie interpretuje wyniki.  |
| 4          | Student na podstawie symulacji poprawnie interpretuje wyniki oraz potrafi zdefiniować jaka jest rentowność zastosowanych nowych technologii.   |
| 4.5        | Student na podstawie symulacji poprawnie interpretuje wyniki oraz potrafi zdefiniować jaka jest rentowność zastosowanych nowych technologii i jaki wpływ mają na pracę sieci.  |
| 5          | Student na podstawie symulacji poprawnie interpretuje wyniki oraz potrafi zdefiniować jaka jest rentowność zastosowanych nowych technologii i jaki wpływ mają na pracę sieci. Umie w formie dyskusji uzasadnić dlaczego proponowane przez niego rozwiązania dadzą najlepszy efekt. |

### **III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE (strona www WE PCZ)**

1. Informacja gdzie można zapoznać się z prezentacjami do zajęć, instrukcjami do laboratorium itp.
2. Informacje na temat miejsca odbywania się zajęć
3. Informacje na temat terminu zajęć (dzień tygodnia/ godzina)
4. Informacja na temat konsultacji (godziny + miejsce)