



### IV. Opis programu studiów

#### 3. KARTA PRZEDMIOTU

|                                  |                     |
|----------------------------------|---------------------|
| Kod modułu                       | E-2EZ1-04-s3        |
| Nazwa modułu                     | <b>Metrologia 2</b> |
| Nazwa modułu w języku angielskim | <b>Metrology 2</b>  |
| Obowiązuje od roku akademickiego | <b>2021/22</b>      |

#### USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

|                                  |                                                                                                                 |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kierunek studiów                 | <b>Elektrotechnika</b>                                                                                          |
| Poziom kształcenia               | <b>I stopień</b><br>(I stopień / II stopień)                                                                    |
| Profil studiów                   | <b>ogólnoakademicki</b><br>(ogólnoakademicki / praktyczny)                                                      |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | <b>niestacjonarne</b><br>(stacjonarne / niestacjonarne)                                                         |
| Specjalność                      |                                                                                                                 |
| Jednostka prowadząca moduł       | <b>Katedra Informatyki Elektroniki i Elektrotechniki</b>                                                        |
| Koordynator modułu               | <b>dr hab. inż. Jerzy Augustyn, prof. PŚk.</b>                                                                  |
| Zatwierdził:                     | <b>Dziekan Wydziału Elektrotechniki<br/>Automatyki i Informatyki<br/>dr hab. inż. Roman Deniziak, prof. PŚk</b> |

#### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

|                                                      |                                                                                       |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Przynależność do grupy/bloku przedmiotów             | <b>kierunkowy</b><br>(podstawowy / kierunkowy / inny HES)                             |
| Status modułu                                        | <b>obowiązkowy</b><br>(obowiązkowy / nieobowiązkowy)                                  |
| Język prowadzenia zajęć                              | <b>polski</b>                                                                         |
| Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr        | <b>Semestr III</b>                                                                    |
| Usytuowanie realizacji przedmiotu w roku akademickim | <b>Semestr zimowy</b><br>(semestr zimowy / letni)                                     |
| Wymagania wstępne                                    | <b>Matematyka 1, Teoria obwodów 1, Metrologia 1</b><br>(kody modułów / nazwy modułów) |
| Egzamin                                              | <b>nie</b><br>(tak / nie)                                                             |
| Liczba punktów ECTS                                  | <b>4</b>                                                                              |

| Forma prowadzenia zajęć | wykład | ćwiczenia | laboratorium | projekt | inne |
|-------------------------|--------|-----------|--------------|---------|------|
| w semestrze             | 18     |           | 18           |         |      |

## EFEKTY UCZENIA SIĘ

| Kategoria             | Sym-<br>bol<br>efektu | Efekty kształcenia                                                                                                                                                                                                                                        | odniesienie do<br>efektów kierun-<br>kowych |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Wiedza                | W_01                  | posiada wiedzę z zakresu jednostek miar, zasad projektowania eksperymentu i przeprowadzania badań, dokumentowania wyników pomiarów oraz obliczania niepewności uzyskanych wyników                                                                         | ELE1_W09                                    |
|                       | W_02                  | ma podstawową wiedzę w zakresie metrologii, zna i rozumie metody pomiaru i wyznaczania wartości podstawowych wielkości elektrycznych, czasu i częstotliwości, zna metody obliczeniowe i narzędzia informatyczne niezbędne do analizy wyników eksperymentu | ELE1_W10                                    |
|                       | W_03                  | zna zasady stosowania aparatury pomiarowej oraz właściwości podstawowych przyrządów pomiarowych, zna zasady funkcjonowania systemów pomiarowych                                                                                                           | ELE1_W10                                    |
| Umiejętności          | U_01                  | potrafi pozyskiwać informacje z literatury dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski i uzasadniać opinie                                                                                                                                          | ELE1_U03                                    |
|                       | U_02                  | potrafi przedstawić otrzymane wyniki w formie liczbowej i graficznej, dokonać ich interpretacji i wyciągnąć właściwe wnioski                                                                                                                              | ELE1_U03                                    |
|                       | U_03                  | potrafi posłużyć się właściwie dobranymi metodami i przyrządami pomiarowymi umożliwiającymi pomiar podstawowych wielkości charakteryzujących elementy i układy elektryczne i elektroniczne                                                                | ELE1_U03<br>ELE1_U11                        |
| Kompetencje społeczne | K_01                  | potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role<br>potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania                                                                          | ELE1_K04                                    |

## TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma<br>zajęć* | Treści programowe                                                                                                                                                           |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład<br>14    | 1-2. Cyfrowe przyrządy pomiarowe: woltomierze cyfrowe napięć stałych i przemiennych, przetwarzanie rezystancji, pojemności i indukcyjności na napięcie, multimetry cyfrowe. |
|                 | 3. Oscyloskop cyfrowy. Zasada działania i podstawowe funkcje pomiarowe                                                                                                      |
|                 | 4. Zastosowanie metody kompensacyjnej i komparacyjnej w pomiarach. Metoda różnicowa.                                                                                        |
|                 | 5-6. Pomiary mocy i energii w układach jedno i trójfazowych, Przetworniki mocy i liczniki energii                                                                           |
|                 | 7-8. Zasada pomiaru rezystancji: metoda techniczna, mostek prądu stałego. Układy mostków zrównoważonych i niezrównoważonych.                                                |
|                 | 9. Zasada pomiaru impedancji: metoda techniczna i rezonansowa, mostki prądu przemiennego. Podstawowe rozwiązania układowe                                                   |
|                 | 10. Mostki transformatorowe, Pomiary impedancji metodami cyfrowego przetwarzania sygnałów. Mostki cyfrowe                                                                   |
|                 | 11. Pomiar zniekształceń nieliniowych i analiza przebiegów elektrycznych                                                                                                    |
|                 | 12. Pomiary wielkości magnetycznych. Zastosowanie przetworników wielkości magnetycznych w pomiarach elektrycznych                                                           |
|                 | 13. Metody pomiaru właściwości materiałów magnetycznych.                                                                                                                    |
|                 | 14. Pomiary wybranych wielkości nieelektrycznych                                                                                                                            |

|              |                                                                                                                                                         |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              | 15. Układy pomiarowe czujników. Czujniki inteligentne. Układy interfejsu analogowego (Analog Front-End). Systemy pomiarowe, urządzenia Internetu Rzeczy |
|              | 16. Konfiguracje i struktura systemów pomiarowych. Interfejsy pomiarowe                                                                                 |
|              | 17. Wirtualne przyrządy pomiarowe. Oprogramowanie systemów pomiarowych                                                                                  |
|              | 18. Zaliczenie pisemne na ocenę                                                                                                                         |
| laboratorium | 1. Pomiary rezystancji obiektów liniowych i nieliniowych metodą techniczną                                                                              |
|              | 2. Zastosowanie oscyloskopu cyfrowego w pomiarach                                                                                                       |
|              | 3. Zastosowanie multimetrów mikroprocesorowych w pomiarach wielkości elektrycznych                                                                      |
|              | 4. Badanie właściwości metrologicznych mostków czteroramiennych w stanie nierównowagi                                                                   |
|              | 5. Cyfrowy pomiar częstotliwości i czasu                                                                                                                |
|              | 6. Badanie właściwości metrologicznych przetworników w stanie statycznym                                                                                |
|              | 7. Badanie przetwornika mocy o elektrycznym sygnale wyjściowym                                                                                          |
|              | 8. Pomiar napięcia w obecności zakłóceń                                                                                                                 |
|              | 9. Zaliczenie pisemne na ocenę                                                                                                                          |

### METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Symbol efektu | Metody sprawdzania efektów uczenia się |                 |           |         |              |      |
|---------------|----------------------------------------|-----------------|-----------|---------|--------------|------|
|               | Egzamin ustny                          | Egzamin pisemny | Kolokwium | Projekt | Sprawozdanie | Inne |
| W01           |                                        |                 | X         |         |              |      |
| W02           |                                        |                 | X         |         |              |      |
| W03           |                                        |                 | X         |         |              |      |
| U01           |                                        |                 |           |         | X            | X    |
| U02           |                                        |                 |           |         | X            | X    |
| U03           |                                        |                 |           |         | X            | X    |
| K01           |                                        |                 |           |         | X            | X    |

### A.

### FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

| Forma zajęć* | Forma zaliczenia   | Warunki zaliczenia                                                                                                |
|--------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład       | zaliczenie z oceną | Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium w trakcie zajęć                                                     |
| laboratorium | zaliczenie z oceną | Uzyskanie pozytywnej oceny z wszystkich sprawozdań. Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium w trakcie zajęć |

### NAKŁAD PRACY STUDENTA

| Bilans punktów ECTS |                                                           |                     |   |    |   |   |           |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------|---|----|---|---|-----------|
| Lp.                 | Rodzaj aktywności                                         | Obciążenie studenta |   |    |   |   | Jednostka |
| 1.                  | Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów               | W                   | C | L  | P | S | h         |
|                     |                                                           | 18                  |   | 18 |   |   |           |
| 2.                  | Inne (konsultacje, egzamin)*                              | 4                   |   | 2  |   |   | h         |
| 3.                  | Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego | 42                  |   |    |   |   | h         |

|     |                                                                                                 |      |      |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| 4.  | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego | 1,68 | ECTS |
| 5.  | Liczba godzin samodzielnej pracy studenta                                                       | 58   | h    |
| 6.  | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy                         | 2,32 | ECTS |
| 7.  | Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym                                     | 18   | h    |
| 8.  | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym            | 0,72 | ECTS |
| 9.  | Sumaryczne godzinowe obciążenie pracą studenta                                                  | 100  | h    |
| 10. | Punkty ECTS za moduł<br><i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>                       | 4    | ECTS |

\* wszelkie formy weryfikacji efektów, w tym egzaminy oraz nie więcej niż 2 godziny konsultacji dla każdej formy zajęć

#### Literatura

1. Tumański S.: Technika pomiarowa, WNT, Warszawa, 2016, ebook - 2013
2. Dusza J., Gąsior P., Tarapata G.: Podstawy pomiarów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2019
3. Stabrowski M.: Cyfrowe przyrządy pomiarowe, PWN, Warszawa, 2002
4. Piotrowski J.: Podstawy miernictwa, WNT, Warszawa, 2004
5. Lyons R.G.: Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów, WKiŁ Warszawa, 1999
6. Chwaleba A., Poniński M., Siedlecki A.: Metrologia elektryczna, WNT, Warszawa, 2003
7. Skubis T. Opracowanie wyników pomiarów, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2003