

POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ MECHANICZNY ENERGETYKI I LOTNICTWA

Decyzja nr 64/2025

Dziekana Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa  
z dnia 25 września 2025 r.

w sprawie utworzenia i wprowadzenia do oferty przedmiotów obieralnych od roku akademickiego 2025/2026

Na podstawie § 11 ust. 4 pkt 5 Regulaminu organizacyjnego Politechniki Warszawskiej, stanowiącego załącznik do zarządzenia nr 92/2019 Rektora PW z dnia 4 grudnia 2019 r. w sprawie nadania Regulaminu organizacyjnego Politechniki Warszawskiej, postanawia się, co następuje:

§ 1

1. Na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej tworzy się i od roku akademickiego 2025/2026 wprowadza się do oferty dydaktycznej następujące przedmioty obieralne:
  - 1) na studiach stacjonarnych pierwszego i drugiego stopnia o profilu ogólnoakademickim
    - a) przedmiot: Energetyka Jądrowa I – 1 ECTS  
na wszystkich kierunkach i dla wszystkich specjalności z wyłączeniem specjalności Energetyka Jądrowa,
    - b) przedmiot: Energetyka Jądrowa II – 1 ECTS  
na wszystkich kierunkach i dla wszystkich specjalności z wyłączeniem specjalności Energetyka Jądrowa;
  - 2) na studiach stacjonarnych drugiego stopnia o profilu ogólnoakademickim:
    - a) przedmiot: Praktyczne wykorzystanie elektrochemii w energetyce – 2 ECTS  
na kierunku Energetyka, dla wszystkich specjalności,
    - b) przedmiot: Practical Application of Electrochemistry in Energy – 2 ECTS  
na kierunku Energetyka w języku angielskim, dla wszystkich specjalności.
2. Karty przedmiotów zawierające szczegółowy opis przedmiotów stanowią załączniki do decyzji od 1 do 4.

§ 2

Decyzja wchodzi w życie z dniem podpisania.

DZIEKAN

prof. dr hab. inż. Artur Rusowicz  
/podpisano elektronicznie/

## Karta przedmiotu

| <b>OPIS PRZEDMIOTU</b>               |  |
|--------------------------------------|--|
| Kod przedmiotu                       |  |
| Nazwa przedmiotu                     | <i>Energetyka Jądrowa I</i>  |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | <i>Nuclear Energy I</i>  |
| Wersja przedmiotu                    |  |
| Poziom kształcenia                   | <i>I stopień, II stopień</i>   |
| Forma i tryb prowadzenia studiów     | <i>Stacjonarnie,</i>   |
| Profil studiów                       | <i>Ogólnoakademicki</i>  |
| Kierunek studiów                     | <i>Energetyka, Lotnictwo i Kosmonautyka, Mechanika i Projektowanie Maszyn, Robotyka i Automatyka</i> |
| Specjalność                          | <i>Wszystkie z wyłączeniem Energetyki Jądrowej</i>   |
| Jednostka prowadząca                 | <i>Wydział MEiL</i>  |
| Jednostka realizująca                | <i>Wydział MEiL, Wydział Mechatroniki, Wydział Fizyki, Wydział Administracji</i>                     |
| Blok przedmiotów                     | <i>Zajęcia obieralne</i>   |
| Grupy przedmiotów                    | <i>Przedmioty obieralne</i>  |
| Status przedmiotu                    | <i>Przedmioty Obieralne</i>  |
| Język prowadzenia zajęć              | <i>polski</i>  |
| Kod etapu studiów                    |  |
| Liczba punktów ECTS                  | <i>1</i>   |

| <b>Cześć I</b>  |  |             |
|---|--|-------------|
| <b>01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć</b>                            |  |             |
| Cel przedmiotu  | <i>Zgodnie z Regulaminem Przedmiotu</i>  |             |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny                              | Patrz tabela <b>“Efekty uczenia się”</b> |             |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze  | Wykład 15h                               |             |
| <b>02. Bilans ECTS</b>  |  |             |
| Liczba punktów ECTS   | <i>1</i>                                 |             |
| <b>Rozliczenie godzinowo – punktowe przedmiotu</b>                                  | <b>Godziny</b>                           | <b>ECTS</b> |
| Liczba godzin i ECTS pracy studenta:  |  |             |
| Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich | <i>15</i>                                |             |
| Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta                                     | <i>10</i>                                |             |
| Razem   | <i>25</i>                                | <i>1</i>    |
| Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:          |  |             |
| Godziny związane z udziałem w zajęciach:  | <i>0</i>                                 |             |
| Inne godziny kontaktowe:  | <i>0</i>                                 |             |
| Razem:  | <i>0</i>                                 |             |
| Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:                                   |  |             |
| Godziny przeznaczone na pracę własną studenta:                                      | <i>10</i>                                |             |

|                               |
|-------------------------------|
| <b>03. Treści kształcenia</b> |
|-------------------------------|

|        |  |
|--------|--|
| Wykład | <p><b>Międzynarodowe i krajowe ramy prawne funkcjonowania energetyki jądrowej – 2h</b><br/>szczegółowe treści: ewolucja uwarunkowań regulacyjnych i politycznych w Polsce, Unii Europejskiej i globalnie, historyczny rozwój regulacji atomowych w Polsce, Unii Europejskiej, zarys ram prawnych dotyczących inwestycji w energetykę atomową w Polsce.</p> <p><b>Podstawy fizyki jądrowej i fizyki reaktorów jądrowych – 4h</b><br/>szczegółowe treści: budowa materii, rodzaje promieniowania jonizującego i jego oddziaływanie z materią, reakcje jądrowe, neutrony, kinematyka reaktora, współczynniki reaktywności.</p> <p><b>Ochrona Radiologiczna – 2h</b><br/>szczegółowe treści: wielkości i jednostki dozymetryczne, dawki graniczne, Zasada ALARA, oddziaływanie promieniowania na tkanki, stochastyczne i deterministyczne skutki promieniowania.</p> <p><b>Reaktory jądrowe - 4h</b><br/>szczegółowe treści: budowa i zasada działania wybranych typów reaktorów jądrowych w tym technologii SMR i GEN IV, pasywne i aktywne układy bezpieczeństwa.</p> <p><b>Cykl Paliwowy – 3h</b><br/>szczegółowe treści: cykl paliwowy, zasoby paliw rozszczepialnych, technologie wzbogacania uranu, paliwa jądrowe – konstrukcja, metody produkcji, gospodarka wypalonym paliwem, odpady promieniotwórcze.</p> |
|--------|--|

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza

|   |  |
|---|--|
| <b>Kod efektu</b>                       | <i>EW1</i>   |
| Opis                                    | <i>Student zna krajowe i międzynarodowe regulacje prawne odnoszące się do energetyki Jądrowej</i>  |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | <i>E1_W011</i>   |
| Metody weryfikacji                      | <i>test</i>  |
| <b>Kod efektu</b>                       | <i>EW2</i>   |
| Opis                                    | <i>Student zna podstawy fizyki jądrowej, zasady oddziaływania cząstek elementarnych z materią ze szczególnym uwzględnieniem neutronów.</i>   |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | <i>E1_W01</i>  |
| Metody weryfikacji                      | <i>test</i>  |
| <b>Kod efektu</b>                       | <i>EW3</i>   |
| Opis                                    | <i>Student zna pojęcie cyklu życia neutronów i wie jak zmienia się on w zależności od parametrów panujących wewnątrz rdzenia reaktora</i>  |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | <i>E1_W01</i>  |
| Metody weryfikacji                      | <i>test</i>  |
| <b>Kod efektu</b>                       | <i>EW4</i>   |
| Opis                                    | <i>Student zna zasady ochrony przed promieniowaniem jonizującym. Zna pojęcie dawki, dawki granicznej i dawki śmiertelnej</i>   |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | <i>E1_W01, E1_W011</i>   |
| Metody weryfikacji                      | <i>test</i>  |
| <b>Kod efektu</b>                       | <i>EW5</i>   |
| Opis                                    | <i>Student zna podstawy budowy i zasady działania wybranych typów wielkoskalowych reaktorów jądrowych (np. PWR, BWR) oraz wybranych konstrukcji reaktorów SMR</i>                            |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | <i>E1_W05</i>  |
| Metody weryfikacji                      | <i>test</i>  |
| <b>Kod efektu</b>                       | <i>EW6</i>   |
| Opis                                    | <i>Student zna pojęcie cyklu paliwowego i procesów jakie wchodzi w jego skład. Zna proces wytwarzania i budowę wybranych paliw. Wie w jaki sposób następuje gospodarka wypalonym paliwem</i> |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | <i>E1_W06</i>  |
| Metody weryfikacji                      | <i>test</i>  |
| Umiejętności                            |  |

|   |  |
|---|--|
| <b>Kod efektu</b>                       |  |
| Opis                                    |  |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się |  |
| Metody weryfikacji                      |  |
| Kompetencje społeczne                   |  |

|   |  |
|---|--|
| <b>Kod efektu</b>                       |  |
| Opis                                    |  |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się |  |
| Metody weryfikacji                      |  |

## Część II

|                                  |                      |
|----------------------------------|----------------------|
| <b>04. Rok i semestr studiów</b> |                      |
| Rok                              | <i>II, III, IV</i>   |
| Semestr                          | <i>IV, V, VI, VI</i> |

|  |   |
|--|---|
| <b>05. Kierownik przedmiotu i osoby prowadzące zajęcia</b> |   |
| Kierownik przedmiotu                                       | <i>Dr inż. Grzegorz Niewiński, profesor uczelni</i> |

|  |   |
|--|---|
| <b>06. Metody i techniki kształcenia</b> |   |
|  | <i>Zgodnie z Regulaminem Przedmiotu</i> |

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>07. Kryteria zaliczania</b> |   |
|                                | <i>Zgodnie z Regulaminem Przedmiotu</i> |

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>08. Wymagania wstępne</b> |   |
|                              | <i>Zgodnie z Regulaminem Przedmiotu</i> |

|  |   |
|--|---|
| <b>09. Wykaz literatury podstawowej i uzupełniającej</b> |   |
| Literatura podstawowa                                    | <i>Zgodnie z Regulaminem Przedmiotu</i> |
| Literatura uzupełniająca                                 | <i>Zgodnie z Regulaminem Przedmiotu</i> |

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>10. Inne informacje</b> |   |
| Inne informacje            | <i>Zgodnie z Regulaminem Przedmiotu</i> |

## Karta przedmiotu

| <b>OPIS PRZEDMIOTU</b>               |  |
|--------------------------------------|--|
| Kod przedmiotu                       |  |
| Nazwa przedmiotu                     | <i>Energetyka Jądrowa II</i>   |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | <i>Nuclear Energy II</i>   |
| Wersja przedmiotu                    |  |
| Poziom kształcenia                   | <i>I stopień, II stopień</i>   |
| Forma i tryb prowadzenia studiów     | <i>Stacjonarnie,</i>   |
| Profil studiów                       | <i>Ogólnoakademicki</i>  |
| Kierunek studiów                     | <i>Energetyka, Lotnictwo i Kosmonautyka, Mechanika i Projektowanie Maszyn, Robotyka i Automatyka</i> |
| Specjalność                          | <i>Wszystkie z wyłączeniem Energetyki Jądrowej</i>   |
| Jednostka prowadząca                 | <i>Wydział MEiL</i>  |
| Jednostka realizująca                | <i>Wydział MEiL, Wydział Inżynierii Lądowej, Wydział Inżynierii Materiałowej</i>                     |
| Blok przedmiotów                     | <i>Zajęcia obieralne</i>   |
| Grupy przedmiotów                    | <i>Przedmioty obieralne</i>  |
| Status przedmiotu                    | <i>Przedmioty Obieralne</i>  |
| Język prowadzenia zajęć              | <i>polski</i>  |
| Kod etapu studiów                    |  |
| Liczba punktów ECTS                  | <i>1</i>   |

| <b>Cześć I</b>   |  |
|--|--|
| <b>01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć</b> |  |
| Cel przedmiotu   | <i>Zgodnie z Regulaminem Przedmiotu</i>  |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny   | <i>Patrz tabela "Efekty uczenia się"</i> |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze                     | <i>Wykład 9h<br/>Laboratorium 6h</i>     |

|   |                |             |
|---|----------------|-------------|
| <b>02. Bilans ECTS</b>  | <i>1</i>       |             |
| Liczba punktów ECTS   |                |             |
| <b>Rozliczenie godzinowo – punktowe przedmiotu</b>                                  | <b>Godziny</b> | <b>ECTS</b> |
| Liczba godzin i ECTS pracy studenta:  |                |             |
| Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich | <i>15</i>      |             |
| Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta                                     | <i>10</i>      |             |
| Razem   | <i>25</i>      | <i>1</i>    |
| Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:          |                |             |
| Godziny związane z udziałem w zajęciach:  | <i>0</i>       |             |
| Inne godziny kontaktowe:  | <i>0</i>       |             |
| Razem:  | <i>0</i>       |             |
| Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:                                   |                |             |
| Godziny przeznaczone na pracę własną studenta:                                      | <i>10</i>      |             |

|                               |
|-------------------------------|
| <b>03. Treści kształcenia</b> |
|-------------------------------|

|              |   |
|--------------|---|
| Wykład       | <p><b>Budownictwo jądrowe – 3h</b><br/>szczegółowe treści: - PPEJ – historia i stan aktualny, aspekty prawne przygotowania i realizacji budowy elektrowni jądrowej, klasy bezpieczeństwa elementów i konstrukcji, safety and security w realizacji budowy elektrowni jądrowej, wymagania jakościowe przy realizacji budowy elektrowni jądrowej, szczególne wymagania techniczne dla budowy elektrowni jądrowych, Case Study – budowa elektrowni jądrowej Olkulioto 3/ Hinkley Point C/ Vogtle 3 i 4</p> <p><b>Elektrownie jądrowe – 4h</b><br/>szczegółowe treści: budowa i zasada działania elektrowni jądrowej, wybrane układy i systemy pomocnicze, zagadnienia eksploatacyjne – outage, przeładunek paliwa, uruchomienie, odstawienie reaktora, wskaźniki operacyjne.</p> <p><b>Materiały stosowane w energetyce jądrowej 2h</b><br/>szczegółowe treści: charakterystyka materiałów stosowanych w technologiach jądrowych, degradacja materiałów pod wpływem promieniowania jonizującego (np. kruchość, pęcznienie, segregacja i wydzielanie)</p> |
| laboratorium | <p><b>Symulatory elektrowni jądrowej – 3h</b><br/>szczegółowe treści: uruchomienie/odstawienie elektrowni jądrowej z wybranym typem reaktora, kontrola mocy, zmiany obciążenia, awarie projektowe – układy bezpieczeństwa,</p> <p><b>Ochrona radiologiczna – 3h</b><br/>szczegółowe treści: detekcja promieniowania jonizującego, osłabianie promieniowania jonizującego, skażenia powierzchniowe, podstawy doboru osłon (emisja promieniowania X), wyznaczenie charakterystyki Licznika G-M, podstawy doboru osłon przed promieniowaniem.</p>  |

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza

|   |   |
|---|---|
| <b>Kod efektu</b>                       | <i>EW1</i>  |
| Opis                                    | <i>Student zna specyfikę budowli jądrowych, w tym podstawowe normy i wymagania jakościowe</i>   |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | <i>E1_W011, E1_W10</i>  |
| Metody weryfikacji                      | <i>test</i>   |
| <b>Kod efektu</b>                       | <i>EW2</i>  |
| Opis                                    | <i>Student zna specyfikę materiałów stosowanych w energetyce jądrowej. Wie w jaki sposób zmieniają się właściwości materiałów pod wpływem promieniowania jonizującego</i> |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | <i>E1_W03</i>   |
| Metody weryfikacji                      | <i>test</i>   |
| <b>Kod efektu</b>                       | <i>EW3</i>  |
| Opis                                    | <i>Student zna budowę i zasadę działania elektrowni jądrowej. Zna podstawowe wskaźniki eksploatacyjne</i>   |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | <i>E1_W05, E1_W06</i>   |
| Metody weryfikacji                      | <i>test</i>   |
| <b>Kod efektu</b>                       | <i>EW4</i>  |
| Opis                                    | <i>Student zna zasadę działania podstawowych detektorów promieniowania jonizującego</i>   |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | <i>E1_W07</i>   |
| Metody weryfikacji                      | <i>test</i>   |
| Umiejętności                            |   |
| <b>Kod efektu</b>                       | <i>EU1</i>  |
| Opis                                    | <i>Potrafi zaplanować i przeprowadzić pomiar detekcji i osłabiania promieniowania jonizującego</i>  |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | <i>E1_U06</i>   |
| Metody weryfikacji                      | <i>sprawozdanie</i>   |
| Kompetencje społeczne                   |   |
| <b>Kod efektu</b>                       |   |
| Opis                                    |   |

|   |  |
|---|--|
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się |  |
| Metody weryfikacji                      |  |

**Część II**

|                                  |                      |
|----------------------------------|----------------------|
| <b>04. Rok i semestr studiów</b> |                      |
| Rok                              | <i>II, III, IV</i>   |
| Semestr                          | <i>IV, V, VI, VI</i> |

|  |   |
|--|---|
| <b>05. Kierownik przedmiotu i osoby prowadzące zajęcia</b> |   |
| Kierownik przedmiotu                                       | <i>Dr inż. Grzegorz Niewiński, profesor uczelni</i> |

|  |   |
|--|---|
| <b>06. Metody i techniki kształcenia</b> |   |
|  | <i>Zgodnie z Regulaminem Przedmiotu</i> |

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>07. Kryteria zaliczania</b> |   |
|                                | <i>Zgodnie z Regulaminem Przedmiotu</i> |

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>08. Wymagania wstępne</b> |   |
|                              | <i>Zgodnie z Regulaminem Przedmiotu</i> |

|  |   |
|--|---|
| <b>09. Wykaz literatury podstawowej i uzupełniającej</b> |   |
| Literatura podstawowa                                    | <i>Zgodnie z Regulaminem Przedmiotu</i> |
| Literatura uzupełniająca                                 | <i>Zgodnie z Regulaminem Przedmiotu</i> |

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>10. Inne informacje</b> |   |
| Inne informacje            | <i>Zgodnie z Regulaminem Przedmiotu</i> |

## Karta przedmiotu

| OPIS PRZEDMIOTU   |   |         |          |
|---|---|---------|----------|
| Kod przedmiotu  |   |         |          |
| Nazwa przedmiotu  | <i>Praktyczne wykorzystanie elektrochemii w energetyce</i>  |         |          |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  | <i>Practical Application of Electrochemistry in Energy</i>  |         |          |
| Wersja przedmiotu   |   |         |          |
| Poziom kształcenia  | <i>I stopień</i>  |         |          |
| Forma i tryb prowadzenia studiów  | <i>Stacjonarne</i>  |         |          |
| Profil studiów  | <i>Ogólnoakademicki</i>   |         |          |
| Kierunek studiów  | <i>Energetyka</i>   |         |          |
| Specjalność   | <i>Wszystkie specjalności</i>   |         |          |
| Jednostka prowadząca  | <i>Zakład Maszyn i Urządzeń Energetycznych</i>  |         |          |
| Jednostka realizująca   | <i>Zakład Maszyn i Urządzeń Energetycznych</i>  |         |          |
| Blok przedmiotów  | <i>Przedmiot obieralny</i>  |         |          |
| Grupy przedmiotów   | <i>Przedmiot obieralny</i>  |         |          |
| Status przedmiotu   |   |         |          |
| Język prowadzenia zajęć   | <i>polski</i>   |         |          |
| Kod etapu studiów   |   |         |          |
| Liczba punktów ECTS   | <i>2</i>  |         |          |
| Cześć I   |   |         |          |
| 01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć                                   |   |         |          |
| Cel przedmiotu  | <i>C1. Poznanie podstawowej wiedzy ogólnej na temat elektrochemii.<br/>C2. Zapoznanie się z praktycznym wykorzystaniem elektrochemii w energetyce.<br/>C3. Poznanie podstawowej wiedzy w zakresie elektrochemii w ogniwach paliwowych, magazynach energii, bateriach, samochodach i innych systemach energetycznych.<br/>C4. Zapoznanie się z technologiami zamiany energii chemicznej na energię elektryczną i odwrotnie.<br/>C5. Wykazanie praktycznego aspektu wykorzystania elektrochemii w życiu codziennym i w przemyśle.</i> |         |          |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny                              | patrz tabela „Efekty uczenia się”   |         |          |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze  | Wykład, ćwiczenia 30 godzin   |         |          |
| 02. Bilans ECTS   |   |         |          |
| Liczba punktów ECTS   | <i>2</i>  |         |          |
| Rozliczenie godzinowo – punktowe przedmiotu   |   |         |          |
|   |   | Godziny | ECTS     |
| Liczba godzin i ECTS pracy studenta:  |   |         |          |
| Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich | <i>35</i>   |         |          |
| Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta                                     | <i>15</i>   |         |          |
| Razem   | <i>50</i>   |         | <i>2</i> |
| Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:          |   |         |          |
| Godziny związane z udziałem w zajęciach:  | <i>30</i>   |         |          |
| Inne godziny kontaktowe:  | <i>Konsultacje, 5h</i>  |         |          |
| Razem:  | <i>35</i>   |         |          |
| Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:                                   |   |         |          |
| Godziny przeznaczone na pracę własną studenta:                                      | <i>15</i>   |         |          |

| <b>03. Treści kształcenia</b>                    |  |
|--|--|
| Wykłady<br>W1. Podstawy elektrochemii            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Czym jest elektrochemia;</li> <li>• Rozwój historyczny elektrochemii;</li> <li>• Podstawowe pojęcia związane z elektrochemią;</li> </ul>  |
| W2. Roztwory elektrolitów                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Termodynamika roztworów elektrolitów;</li> <li>• Teorie związane z elektrolitami na przestrzeni lat;</li> <li>• Procesy transportu w roztworach elektrolitów;</li> <li>• Praktyczne aspekty wykorzystania elektrolitów i ich rodzaje</li> </ul> |
| W3. Reakcje elektrodowe                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencjały elektrodowe</li> <li>• SEM ogniwa</li> <li>• Kinetyka i mechanizmy procesów elektrodowych</li> <li>• Elektrokataliza</li> </ul>  |
| W4. Elektrochemiczne źródła energii              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ogniwa paliwowe i elektrolizery</li> <li>• Baterie, akumulatory i superkondensatory</li> <li>• Magazyny energii</li> <li>• Sensory</li> <li>• Pojazdy zasilane wodorem</li> </ul>   |
| W5. Elektrochemia w innych zastosowaniach        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrochemia w medycynie i kryminologii</li> <li>• Elektrochemia w kosmetyce</li> <li>• Elektrochemia w badaniach środowiskowych</li> <li>• Elektrochemia w pozostałych aspektach życia codziennego</li> </ul>                                 |
| Ćwiczenia  | <i>Metody badań elektrochemicznych:</i>  |
| Ćw1. Potencjometria                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencjometria bezpośrednia</li> <li>• Miareczkowanie potencjometryczne</li> </ul>  |
| Ćw2. Kulometria                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kulometria bezpośrednia</li> <li>• Miareczkowanie kulometryczne</li> </ul>  |
| Ćw3. Konduktometria                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konduktometria bezpośrednia</li> <li>• Miareczkowanie konduktometryczne</li> </ul>  |
| Ćw4. Woltamperometria                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polarografia</li> <li>• Inne rodzaje woltamperometrii wraz z ich wykorzystaniem w przemyśle</li> </ul>  |
| Ćw5. Elektroliza                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produkty elektrolizy i ich zastosowanie w energetyce</li> </ul>   |
| Ćw6. Elektrochemiczna Spektroskopia Impedancyjna | <ul style="list-style-type: none"> <li>• EIS w energetyce</li> </ul>   |

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza

|   |  |
|---|--|
| <b>Kod efektu</b>                       | <i>EW1</i>   |
| Opis                                    | <i>Studenci rozumieją podstawowe zagadnienia związane z elektrochemią i jej historią zmieniającą się na przestrzeni lat.</i> |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | <i>E2_W09</i>  |
| Metody weryfikacji                      | <i>Kolokwium</i>   |

Umiejętności

|   |   |
|---|---|
| <b>Kod efektu</b>                       | <i>EW2</i>  |
| Opis                                    | <i>Studenci rozumieją zasady stosowane w elektrochemii, które są związane zarówno z roztworami elektrolitów, jak i reakcjami zachodzącymi na elektrodach, a także znają podstawowe zasady termodynamiki elektrochemicznej</i> |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | <i>EW_W15</i>   |
| Metody weryfikacji                      | <i>kolokwium</i>  |

Kompetencje społeczne

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Kod efektu</b> | <i>EW3</i>  |
| Opis              | <i>Studenci znają i rozumieją praktyczne zastosowanie elektrochemii w przemyśle, wiedzą jak działa ogniwo paliwowe i jakie reakcje zachodzą na elektrodach pod wpływem dostarczania wodoru, znają także podstawowe zasady działania baterii i akumulatorów oraz superkondensatorów wykorzystywanych jako magazyny energii w przemyśle energetycznym. Studenci potrafią także wskazać wykorzystanie elektrochemii w życiu codziennym</i> |

|   |   |
|---|---|
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | <i>E2_W15</i>   |
| Metody weryfikacji                      | <i>kolokwium</i>  |
| <b>Kod efektu</b>                       | <i>EW4</i>  |
| Opis                                    | <i>Studenci znają podstawowe metody badań elektrochemicznych i elektroanalitycznych używanych do badań w laboratorium i w przemyśle. Potrafią obliczać stosunek molowy reagentów, a także SEM ogniw wraz z zachodzącymi reakcjami. Umieją przeprowadzić podstawowe eksperymenty elektrochemiczne związane z elektrochemią w energetyce, jak np. proces elektrolizy.</i> |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | <i>E2_W07</i>   |
| Metody weryfikacji                      | <i>kolokwium</i>  |

## Część II

|                                  |               |
|----------------------------------|---------------|
| <b>04. Rok i semestr studiów</b> |               |
| Rok                              | <i>I, II</i>  |
| Semestr                          | <i>I, III</i> |

|  |   |
|--|---|
| <b>05. Kierownik przedmiotu i osoby prowadzące zajęcia</b> |   |
| Kierownik przedmiotu                                       | <i>Dr hab. inż. Arkadiusz Szczęśniak, prof. uczelni</i> |

|  |   |
|--|---|
| <b>06. Metody i techniki kształcenia</b> |   |
|  | <i>Wykłady, prezentacje PDF, dyskusja, burza mózgów, zadania do rozwiązania na ćwiczeniach, projekt</i> |

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>07. Kryteria zaliczania</b> |   |
|                                | <i>Ocena w skali ocen 2-5, zaliczenie na podstawie wykonania projektu</i> |

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>08. Wymagania wstępne</b> |   |
|                              | <i>1. Rozumienie podstawowych zjawisk fizykochemicznych<br/>2. Podstawowa wiedza z zakresu energetyki</i> |

|  |   |
|--|---|
| <b>09. Wykaz literatury podstawowej i uzupełniającej</b> |   |
| Literatura podstawowa                                    | <i>1. Adolf Kiswa, Elektrochemia i Jonika, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne Warszawa<br/>2. Adolf Kiswa, Elektrochemia i Elektrodyka, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne Warszawa<br/>3. Andrzej Cygański, Metody elektroanalityczne, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne Warszawa</i>   |
| Literatura uzupełniająca                                 | <i>1. Materiały przygotowane przez osobę prowadzącą zajęcia<br/>2. Podane przez osobę prowadzącą publikacje naukowe<br/>3. Ryan O'Hayre, Suk Won Cha, Whitney Colella, Fritz B. Prinz, Fuel Cell Fundamentals<br/>4. Pasquale Corbo, Fortunato Migliardini, Ottorino Veneri, Hydrogen Fuel Cells for Road Vehicles<br/>5. San Ping Jiang, Qingfeng Li, Introduction to Fuel Cells, Electrochemistry and Materials<br/>6. Klaus-Dieter Kreuer, Fuel Cells<br/>7. Andrzej Szalek, Ogniwa paliwowe i hybrydowe układy napędowe w motoryzacji, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, 2023 r.<br/>8. Tadeusz Chmielniak, Tomasz Chmielniak, Energetyka wodorowa, PWN, 2020 r.</i> |

|                            |             |
|----------------------------|-------------|
| <b>10. Inne informacje</b> |             |
| Inne informacje            | <i>brak</i> |

## Karta przedmiotu

| OPIS PRZEDMIOTU   |  |      |
|---|--|------|
| Kod przedmiotu  |  |      |
| Nazwa przedmiotu  | <i>Practical Application of Electrochemistry in Energy</i>   |      |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  | <i>Practical Application of Electrochemistry in Energy</i>   |      |
| Wersja przedmiotu   |  |      |
| Poziom kształcenia  | <i>Engineering's degree</i>  |      |
| Forma i tryb prowadzenia studiów  | <i>Full-time studie</i>  |      |
| Profil studiów  | <i>General academic profile</i>  |      |
| Kierunek studiów  | <i>Power Engineering</i>   |      |
| Specjalność   | <i>All specializations</i>   |      |
| Jednostka prowadząca  | <i>Department of Power Machines and Equipment</i>  |      |
| Jednostka realizująca   | <i>Department of Power Machines and Equipment</i>  |      |
| Blok przedmiotów  | <i>Elective course</i>   |      |
| Grupy przedmiotów   | <i>Elective course</i>   |      |
| Status przedmiotu   |  |      |
| Język prowadzenia zajęć   | <i>english</i>   |      |
| Kod etapu studiów   |  |      |
| Liczba punktów ECTS   | 2  |      |
| Cześć I   |  |      |
| 01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć                                   |  |      |
| Cel przedmiotu  | <i>C1. To acquire basic general knowledge about electrochemistry.<br/>C2. To familiarize with the practical application of electrochemistry in energy.<br/>C3. To acquire basic knowledge of electrochemistry in fuel cells, energy storage, batteries, cars, and other energy systems.<br/>C4. To familiarize with technologies for converting chemical energy into electrical energy and vice versa.<br/>C5. To demonstrate the practical aspect of using electrochemistry in everyday life and in industry.</i> |      |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny                              | see the table "Learning outcomes"  |      |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze  | Lecture, exercises: 30 hours   |      |
| 02. Bilans ECTS   |  |      |
| Liczba punktów ECTS   | 2  |      |
| Rozliczenie godzinowo – punktowe przedmiotu   |  |      |
|   | Godziny  | ECTS |
| Liczba godzin i ECTS pracy studenta:  |  |      |
| Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich | 35   |      |
| Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta                                     | 15   |      |
| Razem   | 50   | 2    |
| Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:          |  |      |
| Godziny związane z udziałem w zajęciach:  | 30   |      |
| Inne godziny kontaktowe:  | <i>Consultations, 5h</i>   |      |
| Razem:  | 35   |      |
| Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:                                   |  |      |
| Godziny przeznaczone na pracę własną studenta:                                      | 15   |      |

| <b>03. Treści kształcenia</b>               |   |
|---|---|
| Lectures<br>W1. Basics of electrochemistry  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>What is electrochemistry?</i></li> <li>• <i>Historical development of electrochemistry</i></li> <li>• <i>Basic concepts related to electrochemistry</i></li> </ul>  |
| W2. Electrolyte solutions                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Thermodynamics of electrolyte solutions</i></li> <li>• <i>Theories related to electrolytes over the years</i></li> <li>• <i>Transport processes in electrolyte solutions</i></li> <li>• <i>Practical aspects of using electrolytes and their types</i></li> </ul> |
| W3. Electrode reactions                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Electrode potentials</i></li> <li>• <i>SEM of the cell</i></li> <li>• <i>Kinetics and mechanisms of electrode processes</i></li> <li>• <i>Electrocatalysis</i></li> </ul>   |
| W4. Electrochemical energy sources          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Fuel cells and electrolyzers</i></li> <li>• <i>Batteries, accumulators, and supercapacitors</i></li> <li>• <i>Energy storage</i></li> <li>• <i>Sensors</i></li> <li>• <i>Hydrogen-powered vehicles</i></li> </ul>   |
| W5. Electrochemistry in other applications  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Electrochemistry in medicine and criminology</i></li> <li>• <i>Electrochemistry in cosmetics</i></li> <li>• <i>Electrochemistry in environmental research</i></li> <li>• <i>Electrochemistry in other aspects of daily life</i></li> </ul>                        |
| Exercises                                   | <i>Methods of electrochemical research:</i>   |
| Ćw1. Potentiometry                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Direct potentiometry</i></li> <li>• <i>Potentiometric titration</i></li> </ul>  |
| Ćw2. <i>Coulometry</i>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Direct coulometry</i></li> <li>• <i>Coulometric titration</i></li> </ul>  |
| Ćw3. <i>Conductometry</i>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Direct conductometry</i></li> <li>• <i>Conductometric titration</i></li> </ul>  |
| Ćw4. <i>Voltammetry</i>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Polarography</i></li> <li>• <i>Other types of voltammetry and their industrial applications</i></li> </ul>  |
| Ćw5. <i>Electrolysis</i>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Electrolysis products and their applications in energy</i></li> </ul>   |
| Ćw6. Electrochemical Impedance Spectroscopy | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>EIS (Electrochemical Impedance Spectroscopy) in energy</i></li> </ul>   |

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza

|   |   |
|---|---|
| <b>Kod efektu</b>                       | <i>EW1</i>  |
| Opis                                    | <i>Students understand the basic concepts related to electrochemistry and its history, which has evolved over the years.</i>  |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | <i>E2_W09</i>   |
| Metody weryfikacji                      | <i>test</i>   |
| Umiejętności                            |   |
| <b>Kod efektu</b>                       | <i>EW2</i>  |
| Opis                                    | <i>Students understand the principles applied in electrochemistry, which are related both to electrolyte solutions and the reactions occurring at electrodes, as well as the basic principles of electrochemical thermodynamic.</i>   |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | <i>EW_W15</i>   |
| Metody weryfikacji                      | <i>test</i>   |
| Kompetencje społeczne                   |   |
| <b>Kod efektu</b>                       | <i>EW3</i>  |
| Opis                                    | <i>Students are familiar with and understand the practical applications of electrochemistry in industry, know how a fuel cell works and the reactions that occur at the electrodes under the influence of hydrogen supply, and also understand the basic principles of operation of batteries, accumulators, and supercapacitors used as energy storage in the energy industry. Additionally, students are able to identify the use of electrochemistry in everyday life.</i> |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | <i>E2_W15</i>   |
| Metody weryfikacji                      | <i>test</i>   |
| <b>Kod efektu</b>                       | <i>EW4</i>  |

|   |   |
|---|---|
| Opis                                    | <i>Students are familiar with the basic electrochemical and electroanalytical methods used in laboratory and industrial research. They are able to calculate the molar ratio of reagents, as well as the SEM of cells along with the reactions occurring. They can conduct basic electrochemical experiments related to electrochemistry in energy, such as the electrolysis process.</i> |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | <i>E2_W07</i>   |
| Metody weryfikacji                      | <i>test</i>   |

## Część II

|                                  |               |
|----------------------------------|---------------|
| <b>04. Rok i semestr studiów</b> |               |
| Rok                              | <i>I, II</i>  |
| Semestr                          | <i>I, III</i> |

|  |   |
|--|---|
| <b>05. Kierownik przedmiotu i osoby prowadzące zajęcia</b> |   |
| Kierownik przedmiotu                                       | <i>Dr hab. inż. Arkadiusz Szczęśniak, prof. uczelni</i> |

|  |  |
|--|--|
| <b>06. Metody i techniki kształcenia</b> |  |
|  | <i>Lectures, PDF presentations, discussion, brainstorming, problems to solve in exercises, project</i> |

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>07. Kryteria zaliczania</b> |  |
|                                | <i>Grading on a scale of 2-5, passing based on the completion of the project</i> |

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>08. Wymagania wstępne</b> |   |
|                              | <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Understanding of basic physico-chemical phenomena</i></li> <li><i>2. Basic knowledge in the field of energy engineering</i></li> </ol> |

|  |   |
|--|---|
| <b>09. Wykaz literatury podstawowej i uzupełniającej</b> |   |
| Literatura podstawowa                                    | <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Adolf Kiswa, Elektrochemia i Jonika, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne Warszawa</i></li> <li><i>2. Adolf Kiswa, Elektrochemia i Elektrodyka, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne Warszawa</i></li> <li><i>3. Andrzej Cygański, Metody elektroanalityczne, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne Warszawa</i></li> </ol>   |
| Literatura uzupełniająca                                 | <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Materiały przygotowane przez osobę prowadzącą zajęcia</i></li> <li><i>2. Podane przez osobę prowadzącą publikacje naukowe</i></li> <li><i>3. Ryan O'Hayre, Suk Won Cha, Whitney Colella, Fritz B. Prinz, Fuel Cell Fundamentals</i></li> <li><i>4. Pasquale Corbo, Fortunato Migliardini, Ottorino Veneri, Hydrogen Fuel Cells for Road Vehicles</i></li> <li><i>5. San Ping Jiang, Qingfeng Li, Introduction to Fuel Cells, Electrochemistry and Materials</i></li> <li><i>6. Klaus-Dieter Kreuer, Fuel Cells</i></li> <li><i>7. Andrzej Szatek, Ogniwa paliwowe i hybrydowe układy napędowe w motoryzacji, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, 2023 r.</i></li> <li><i>8. Tadeusz Chmielniak, Tomasz Chmielniak, Energetyka wodorowa, PWN, 2020 r.</i></li> </ol> |

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>10. Inne informacje</b> |   |
| Inne informacje            | - |