



Karta przedmiotu

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                           |                                                                                      |                        |                                                                                                                                                                 |                       |       |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------|
| Nazwa i kod przedmiotu                   | Wybrane zagadnienia energetyki jądrowej, PG_00064759                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                           |                                                                                      |                        |                                                                                                                                                                 |                       |       |
| Kierunek studiów                         | Energetyka                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                           |                                                                                      |                        |                                                                                                                                                                 |                       |       |
| Data rozpoczęcia studiów                 | luty 2026 r.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                           | Rok akademicki realizacji przedmiotu                                                 |                        | 2026/2027                                                                                                                                                       |                       |       |
| Poziom kształcenia                       | II stopnia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                           | Grupa zajęć                                                                          |                        | Grupa zajęć specjalnościowych<br>Grupa zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnoakademicki |                       |       |
| Forma studiów                            | stacjonarne                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                           | Sposób realizacji                                                                    |                        | na uczelni                                                                                                                                                      |                       |       |
| Rok studiów                              | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                           | Język wykładowy                                                                      |                        | polski                                                                                                                                                          |                       |       |
| Semestr studiów                          | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                           | Liczba punktów ECTS                                                                  |                        | 3.0                                                                                                                                                             |                       |       |
| Profil kształcenia                       | ogólnoakademicki                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                           | Forma zaliczenia                                                                     |                        | zaliczenie                                                                                                                                                      |                       |       |
| Jednostka prowadząca                     | Wydziały Politechniki Gdańskiej -> Wydział Elektrotechniki i Automatyki -> Katedra Elektroenergetyki                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                           |                                                                                      |                        |                                                                                                                                                                 |                       |       |
| Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców) | Odpowiedzialny za przedmiot                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                           | dr inż. Marcin Jaskólski                                                             |                        |                                                                                                                                                                 |                       |       |
|                                          | Prowadzący zajęcia z przedmiotu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                           |                                                                                      |                        |                                                                                                                                                                 |                       |       |
| Formy zajęć i metody nauczania           | Forma zajęć                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Wykład                                                    | Ćwiczenia                                                                            | Laboratorium           | Projekt                                                                                                                                                         | Seminarium            | RAZEM |
|                                          | Liczba godzin zajęć                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 30.0                                                      | 0.0                                                                                  | 0.0                    | 0.0                                                                                                                                                             | 15.0                  | 45    |
|                                          | W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                           |                                                                                      |                        |                                                                                                                                                                 |                       |       |
| Aktywność studenta i liczba godzin pracy | Aktywność studenta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów |                                                                                      | Udział w konsultacjach |                                                                                                                                                                 | Praca własna studenta | RAZEM |
|                                          | Liczba godzin pracy studenta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 45                                                        |                                                                                      | 8.0                    |                                                                                                                                                                 | 22.0                  | 75    |
| Cel przedmiotu                           | Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z istniejącymi rozwiązaniami układów energetyki jądrowej, bezpieczeństwem tych układów oraz istotnymi zagadnieniami z zakresu ich eksploatacji.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                           |                                                                                      |                        |                                                                                                                                                                 |                       |       |
| Efekty uczenia się przedmiotu            | Efekt kierunkowy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                           | Efekt z przedmiotu                                                                   |                        | Sposób weryfikacji i oceny efektu                                                                                                                               |                       |       |
|                                          | [K7_W04] wykazuje się wiedzą obejmującą wybrane zagadnienia z zakresu zaawansowanej wiedzy szczegółowej, w szczególności z zakresu metod, technik, narzędzi i algorytmów właściwych dla Energetyki                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                           | Tworzy prezentację na wybrany temat z zakresu energetyki jądrowej.                   |                        | [SW2] Ocena wiedzy zawartej w prezentacji                                                                                                                       |                       |       |
|                                          | [K7_K11] ma świadomość ważności działania w sposób profesjonalny, konieczności krytycznej weryfikacji posiadanej wiedzy oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                           | Krytycznie ocenia materiały źródłowe wykorzystane w rozwiązaniu zadania.             |                        | [SK5] Ocena umiejętności rozwiązywania problemów występujących w praktyce                                                                                       |                       |       |
|                                          | [K7_U14] integruje informacje pozyskane z literatury oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku obcym, dokonując ich twórczej interpretacji i krytycznej oceny oraz wyciągając wnioski                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                           | Prawidłowo interpretuje informacje zawarte w literaturze krajowej i międzynarodowej. |                        | [SU3] Ocena umiejętności wykorzystania wiedzy uzyskanej w ramach przedmiotu                                                                                     |                       |       |
| Treści przedmiotu                        | Stan rozwoju energetyki jądrowej na świecie. Generacje energetycznych reaktorów jądrowych. Klasyfikacja elektrowni jądrowych. Charakterystyka podstawowego wyposażenia oraz zasada funkcjonowania elektrowni jądrowej z reaktorem wodnym ciśnieniowym. Wybór miejsca lokalizacji elektrowni. Gospodarka paliwem jądrowym. Cykl paliwowy. Układy gospodarki odpadami radioaktywnymi. Eksploatacja elektrowni jądrowych. Ochrona przed promieniowaniem jądrowym. Problemy bezpieczeństwa energetyki jądrowej. |                                                           |                                                                                      |                        |                                                                                                                                                                 |                       |       |
| Wymagania wstępne i dodatkowe            | Przedmioty: matematyka I, II, wymiana ciepła, termodynamika, mechanika płynów.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                           |                                                                                      |                        |                                                                                                                                                                 |                       |       |

|                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                         |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Sposoby i kryteria oceniania osiąganych efektów uczenia się             | Sposób oceniania (składowe)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Próg zaliczeniowy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Składowa oceny końcowej |
|                                                                         | Kolokwium                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 60.0%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 60.0%                   |
|                                                                         | Prezentacja                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 60.0%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 40.0%                   |
| Zalecana lista lektur                                                   | Podstawowa lista lektur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1. Celiński Z., Strupczewski A.: Podstawy energetyki jądrowej, WNT, Warszawa 1984.<br>2. Ackermann G. (red.): Eksploatacja elektrowni jądrowych, WNT, Warszawa 1987.<br>3. Reński A.: Elektrownie jądrowe. Materiały szkoleniowe dla studiów podyplomowych, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 1991.<br>4. Kubowski J.: Nowoczesne elektrownie jądrowe, WNT, Warszawa 2010.<br>5. Zieliński A. (red): Elektrownie jądrowe w nowoczesnej gospodarce, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2024.<br>6. Cauci D. G. (Ed.): Handbook of Nuclear Engineering. Springer Science and Bussines Media LLC 2010.<br>7. Lamarsh J.R., Baratta A.J: Introduction to Nuclear Engineering, Prentice Hall, New Jersey 2001 |                         |
|                                                                         | Uzupełniająca lista lektur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1. Jezierski G.: Energia jądrowa wczoraj i dzisiaj, WNT, Warszawa 2005.<br>2. Jeleń K., Rau Z. (red.): Energetyka jądrowa w Polsce, Wyd. Wolters Kluwer Sp. z o.o., Warszawa 2012.<br>3. NTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Small Modular Reactors: Advances in SMR Developments 2024, Non-serial Publications , IAEA, Vienna (2024), <a href="https://doi.org/10.61092/iaea.3o4h-svum">https://doi.org/10.61092/iaea.3o4h-svum</a>                                                                                                                                                                                                                                                                      |                         |
|                                                                         | Adresy eZasobów                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                         |
| Przykładowe zagadnienia/<br>przykładowe pytania/<br>realizowane zadania | 1. Narysuj podstawowy schemat elektrowni z reaktorem wodnym ciśnieniowym. Podpisz urządzenia w układzie i ich funkcje.<br>2. Narysuj podstawowy schemat elektrowni z reaktorem wodnym wrzącym. Podpisz urządzenia w układzie i ich funkcje.<br>3. Narysuj i opisz konstrukcję rdzenia reaktora wodnego ciśnieniowego i jego poszczególnych elementów.<br>4. Przedstaw przykładowy schemat reakcji rozszczepienia jądra uranu przez neutrony termiczne.<br>5. Jakie typowe reakcje jądrowe występują w reaktorze? Narysuj schematy ilustrujące fazę początkową, przejściową i końcową.<br>6. Wyjaśnij różnice pomiędzy mikroskopowym a makroskopowym przekrojem czynnym.<br>7. Czym jest i w jakim zakresie energii neutronów występuje rezonans jądrowy (podaj przybliżone wartości energii ze skali logarytmicznej)?<br>8. Napisz zależność na efektywny współczynnik mnożenia dla układu skończonego (z uwzględnieniem wzoru czteroczynnikowego Fermiego). Wyjaśnij symbole. Podaj warunek krytyczności reaktora jądrowego.<br>9. W jaki sposób odbywa się sterowanie mocą bloku jądrowego z reaktorem wodnym ciśnieniowym?<br>10. Jaki wpływ ma relacja liczby jąder moderatora do liczby jąder paliwa ( $N_m/N_u$ ) na krytyczność reaktora jądrowego?<br>11. Jaki wpływ ma stopień wzbogacenia paliwa jądrowego na krytyczność reaktora?<br>12. Przedstaw schemat obiegu wtórnego bloku jądrowego z reaktorem wodnym ciśnieniowym z przegrzewem międzystopniowym i regeneracją wody zasilającej. Obieg przedstaw na wykresie entalpia-entropia.<br>13. Porównaj na wykresie temperatura-entropia podstawowe (bez przegrzewu i regeneracji) obiegi wtórne bloku jądrowego z reaktorem wodnym ciśnieniowym na parę suchą nasyconą i na parę przegrzaną (dot. pary świeżej). Który z obiegów będzie miał większą sprawność? Co jest wspólnym ograniczeniem dla obu obiegów?<br>14. Przedstaw metodę obliczania kosztów rocznych w elektrowni jądrowej.<br>15. Podaj metodę obliczania jednostkowego kosztu energii.<br>16. Przedstaw schemat bloku jądrowego z reaktorem wodnym ciśnieniowym, przystosowanym do oddawania ciepła dla potrzeb miejskiego systemu ciepłowniczego. Opisz modyfikacje, jakie należy wprowadzić w związku z ucieplownieniem elektrowni oraz ich wpływ na efekty energetyczne.<br>17. Przedstaw schemat bloku jądrowego z reaktorem wodnym wrzącym, przystosowanym do oddawania ciepła dla potrzeb miejskiego systemu ciepłowniczego. Opisz modyfikacje, jakie należy wprowadzić w związku z ucieplownieniem elektrowni oraz ich wpływ na efekty energetyczne.<br>18. Przedstaw metodę obliczania jednostkowego kosztu ciepła z ucieplwnionej elektrowni jądrowej.<br>19. Na jakiej podstawie oblicza się wartości na wykresie uporządkowanym zapotrzebowania na moc cieplną w systemie ciepłowniczym?<br>20. Przedstaw metodę obliczania ubytku mocy i energii elektrycznej w wyniku ucieplownienia elektrowni jądrowej.<br>21. Jakie należy zapewnić warunki dla porównania kosztów rocznych ucieplwnionej elektrowni jądrowej z elektrociepłownią przeciwprężną opalaną węglem kamiennym. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                         |
| Praktyki zawodowe w ramach przedmiotu                                   | Nie dotyczy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                         |

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.