

Efekty uczenia się dla kierunku *energetyka jądrowa* spełniają wymogi opisane w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 14 listopada 2018 r. w sprawie charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 Polskiej Ramy Kwalifikacji, Ustawie o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji z dnia 22 grudnia 2015 r. (Dz. U. 2016, poz. 64) oraz w Rozporządzeniu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 5 lipca 2023 r. w sprawie Sektorowej Ramy Kwalifikacji w sektorze energetyki (Dz. U. 2023, poz. 1488). Kwalifikacje, do których odnosi się Sektorowa Rama Kwalifikacji w sektorze energetyki, przygotowują do wykonywania działalności związanej z wytwarzaniem, obsługa i eksploatacją urządzeń, sieci i instalacji energetycznych w sektorze energetyki.

Na kierunku *energetyka jądrowa* (studia II stopnia – PRK poziom 7) sformułowano 45 kierunkowych efektów uczenia się, w tym 17 z zakresu wiedzy, 21 z zakresu umiejętności oraz 7 z zakresu kompetencji społecznych. Poniżej przedstawiono tabelę kierunkowych efektów uczenia się (tab. 1.1) dla studiów II stopnia kierunku *energetyka jądrowa*.

Opracowany program studiów umożliwia skuteczne osiągnięcie efektów uczenia się zapisanych w Ustawie o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji, w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w sprawie charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 Polskiej Ramy Kwalifikacji oraz w Rozporządzeniu Ministra Edukacji i Nauki w sprawie Sektorowej Ramy Kwalifikacji w sektorze energetyki, także prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich.

Tabela 1.1. Tabela kierunkowych efektów uczenia się dla studiów II stopnia na kierunku *energetyka jądrowa*

| Symbol | Efekty uczenia się dla kierunku studiów <i>energetyka jądrowa</i> . Po ukończeniu studiów drugiego stopnia na kierunku studiów <i>energetyka jądrowa</i> absolwent: | Odniesienie do kwalifikacji w ramach szkol. wyż. na poz. 7 |
|---------------|---|--|
| WIEDZA | | |
| K2_W01 | Posiada rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z zakresu chemii i fizyki jądrowej dotyczącą kierunków rozwoju w zakresie metod i technologii przygotowania nośników energii i czynników roboczych do procesu wytwarzania, magazynowania i dostarczania energii, niezbędną do zrozumienia zjawisk zachodzących w dziedzinie energetyki jądrowej | P7S_WG |
| K2_W02 | Posiada rozszerzoną i podbudowaną wiedzę dotyczącą kierunków rozwoju w zakresie termodynamiki, elektrotechniki, elektroniki, automatyki i innych dziedzin w kontekście wytwarzania, magazynowania i dostarczania energii | P7S_WG |
| K2_W03 | Ma poszerzoną wiedzę dotyczącą tendencji rozwojowych w zakresie metod i technologii wytwarzania, magazynowania i dostarczania energii | P7S_WG |
| K2_W04 | Ma uporządkowaną wiedzę dotyczącą zaawansowanych systemów automatyki zabezpieczeniowej oraz ich elementów, zna zasady ich projektowania niezbędne do prawidłowego planowania systemu energetycznego oraz jego komponentów | P7S_WG |
| K2_W05 | Posiada poszerzoną i pogłębioną wiedzę dotyczącą zasad planowania strategicznego funkcjonowania sieci energetycznych, niezbędną do podejmowania decyzji w energetyce, w tym w energetyce jądrowej | P7S_WG |
| K2_W06 | Ma pogłębioną wiedzę dotyczącą kierunków rozwoju oraz funkcjonowania rynków energii | P7S_WG |
| K2_W07 | Posiada rozszerzoną wiedzę dotyczącą tendencji rozwojowych w zakresie technologii odzysku energii w systemie energetycznym, a także rezultatów ich wdrażania i stosowania | P7S_WG |
| K2_W08 | Posiada podbudowaną i ugruntowaną wiedzę dotyczącą kierunków zmian w zakresie struktury wytwarzania i dostarczania energii w systemie elektroenergetycznym wykorzystującym paliwa jądrowe oraz pozostałe nośniki energii, wie jak poprawić efektywności wytwarzania energii elektrycznej i ciepła | P7S_WG |
| K2_W09 | Posiada rozbudowaną wiedzę w zakresie kierunków rozwoju metod projektowania i prototypowania urządzeń, instalacji i sieci energetycznych, w tym także reaktorów jądrowych i ich elementów, zna ich cechy konstrukcyjne, właściwości eksploatacyjne, a także posiada wiedzę na temat ich kolejnych generacji | P7S_WG |
| K2_W10 | Zna i rozumie długofalowe rezultaty zwiększania udziału odnawialnych źródeł energii w strukturze wytwarzania energii, ma wiedzę o zagrożeniach wynikających z użytkowania paliw kopalnych, energii jądrowej oraz odnawialnych źródeł energii w systemie energetycznym | P7S_WG |
| K2_W11 | Posiada ugruntowaną wiedzę dotyczącą tendencji rozwojowych w zakresie metod i | P7S_WG |

| | | |
|-------------------|--|---------------|
| | technologii montażu, rozruchu, demontażu, badań i diagnostyki urządzeń, instalacji i sieci energetycznych, niezbędną do prawidłowego funkcjonowania elektrowni jądrowych oraz ich elementów | |
| K2_W12 | Posiada rozszerzoną i ugruntowaną wiedzę dotyczącą kierunków rozwoju w zakresie termodynamiki, elektroniki, elektrotechniki i automatyki dotyczącą wykorzystania urządzeń, obiektów i systemów technicznych stosowanych w energetyce, a także zna i rozumie zjawiska fizyczne towarzyszące procesom technologicznym realizowanym w elektrowniach jądrowych z różnymi typami reaktorów oraz ich cykl życia | P7S_WG |
| K2_W13 | Posiada uporządkowaną wiedzę dotyczącą technologii ograniczających wpływ nośników energii i materiałów stosowanych w energetyce, w tym w energetyce jądrowej, na otoczenie procesów wytwarzania, magazynowania i dostarczania energii, a także problematyki bezpieczeństwa jądrowego w ujęciu lokalnym i globalnym, w tym oceny zagrożeń oraz sposobów ich ograniczania | P7S_WK |
| K2_W14 | Ma ugruntowaną i rozszerzoną wiedzę dotyczącą założeń europejskiej i światowej polityki środowiskowej związanych z procesami wytwarzania, magazynowania i dostarczania energii. Zna specjalistyczne słownictwo w języku obcym, co pozwala na analizę dokumentów technicznych oraz naukowych istotnych dla energetyki, w tym energetyki jądrowej | P7S_WK |
| K2_W15 | Posiada rozszerzoną wiedzę związaną z długoterminowymi trendami społeczno-gospodarczymi wpływającymi na zapotrzebowanie na energię, w tym również wiedzę dotyczącą powiązań energetyki jądrowej z różnymi dziedzinami pozatechnicznymi takimi jak: ekonomia, prawo, czy etyka | P7S_WK |
| K2_W16 | Posiada rozszerzoną wiedzę dotyczącą uwarunkowań wpływających na funkcjonowanie globalnego rynku energetycznego oraz dostępność nośników energii, w tym również wiedzę dotyczącą jądrowego cyklu paliwowego, prawa energetycznego oraz prawa jądrowego | P7S_WK |
| K2_W17 | Ma pogłębioną wiedzę dotyczącą metod prognozowania zapotrzebowania na energię w skali regionu i kraju, w tym wiedzę dotyczącą prawa energetycznego, prawa jądrowego, rynku energii oraz funkcjonowania przedsiębiorstw energetycznych i indywidualnych form przedsiębiorczości | P7S_WK |
| UMIĘTNOŚCI | | |
| K2_U01 | W oparciu o najnowszą wiedzę potrafi formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy, wdrażać nowe, oparte na najnowszych technologiach rozwiązania, w tym również na sztucznej inteligencji, w celu identyfikowania potrzeb odbiorców i rynku energii, a także realizować je w sposób nowatorski w nieprzewidywanych warunkach | P7S_UW |
| K2_U02 | Potrafi pozyskiwać informacje z różnych źródeł, dokonywać ich interpretacji, krytycznej oceny, analizy i syntezy, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie w celu ich dalszej prezentacji informacji dotyczących wdrażania nowych metod i technologii montażu, demontażu, diagnostyki oraz utrzymania urządzeń, instalacji i sieci energetycznych stosowanych w elektrowniach jądrowych | P7S_UW |
| K2_U03 | Potrafi posługiwać się specjalistycznym oprogramowaniem komputerowym, w tym zaawansowanymi technikami informacyjno-komunikacyjnymi, w celu projektowania, analizy i symulacji pracy urządzeń, instalacji i systemów energetycznych, a także wykorzystać posiadaną wiedzę do tworzenia opartych o sztuczną inteligencję programów sterujących, systemów diagnostycznych oraz eksperckich stosowanych do monitorowania ich pracy | P7S_UW |
| K2_U04 | Potrafi wdrażać istniejące technologie lub opracowywać nowe rozwiązania i narzędzia mające wpływ na poprawę bezpieczeństwa w procesach wytwarzania energii w elektrowniach jądrowych oraz technologiach związanych z jej dalszym przesyłaniem, jak również magazynowaniem | P7S_UW |
| K2_U05 | Potrafi formułować i testować hipotezy badawcze związane z problemami badawczymi energetyki jądrowej oraz dokumentować i potwierdzać odpowiednie metody badania parametrów nośników energii i czynników roboczych | P7S_UW |
| K2_U06 | Potrafi zaplanować i przeprowadzić eksperymenty stosując modyfikację metod obróbki i przygotowania nośników energii i czynników roboczych dla poprawy efektywności procesów zachodzących w systemie energetycznym | P7S_UW |
| K2_U07 | Potrafi zaplanować i wykonać badania diagnostyczne i eksploatacyjne urządzeń energetycznych, przeprowadzić eksperymenty, analizę wyników i symulacje komputerowe oraz interpretować uzyskane wyniki w celu wydania odpowiednich zaleceń związanych z modernizacją urządzeń, instalacji i sieci energetycznych | P7S_UW |
| K2_U08 | Potrafi, przy zastosowaniu odpowiednich modeli matematycznych w analizie i projektowaniu, opracowywać i walidować plany i procedury zapewnienia ciągłości wytwarzania i dostarczania energii, a także dokonać oceny zaawansowanych środków technicznych, organizacyjnych oraz prawnych dla zapewnienia bezpieczeństwa | P7S_UW |

| | | |
|------------------------------|--|--------|
| | energetycznego kraju | |
| K2_U09 | Potrafi wykorzystać znane mu metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne - w razie potrzeby odpowiednio je modyfikując, do analizy i prognozowania zapotrzebowania na energię elektryczną zakładów przemysłowych oraz procesów, urządzeń i systemów elektrowni jądrowych | P7S_UW |
| K2_U10 | Potrafi wykorzystać znane mu metody i modele matematyczne do prognozowania zapotrzebowania na energię w skali regionu, zarówno w perspektywie krótkoterminowej, jak i długoterminowej | P7S_UW |
| K2_U11 | Potrafi stosować podejście systemowe do opracowywania nowych technologii montażu i budowy urządzeń, układów, instalacji i sieci energetycznych charakteryzujących się rozwiązaniami innowacyjnymi, uwzględniając przy tym ich aspekty etyczne, a także w razie potrzeby zaproponować ulepszenia stosowanych lub opracowanych przez siebie rozwiązań | P7S_UW |
| K2_U12 | Potrafi opracowywać strategie handlowe związane ze sprzedażą energii i usług dodatkowych, realizować rozliczenia kosztów energii pomiędzy operatorami transgranicznymi systemów dystrybucyjnych i przesyłowych, a także dokonywać analizy i oceny ekonomicznej | P7S_UW |
| K2_U13 | Potrafi porównać i ocenić rozwiązania projektowe ze względu na zadane kryteria użytkowe i ekonomiczne w celu wdrożenia technologii minimalizujących negatywny wpływ na otoczenie procesów związanych z wytwarzaniem, magazynowaniem i dostarczaniem energii | P7S_UW |
| K2_U14 | Potrafi analizować i prognozować skutki działań podejmowanych przez przedsiębiorstwa energetyczne w świetle obowiązujących aktów prawnych, uwarunkowań technicznych i środowiskowych, potrafi krytycznie je oceniać, jak również na ich podstawie opracowywać programy racjonalnej gospodarki zasobami naturalnymi w procesach wytwarzania, magazynowania i dostarczania energii | P7S_UW |
| K2_U15 | Potrafi zaprojektować i wykonać typowe, proste elementy, urządzenia, układy i instalacje stosowane w energetyce jądrowej dla zadanych kryteriów, zaplanować proces ich prototypowania i testowania, a także zrealizować przygotowany częściowo lub w całości projekt, posługując się właściwymi metodami i narzędziami | P7S_UW |
| K2_U16 | Potrafi wykorzystać znane mu narzędzia, techniki informacyjno-komunikacyjne, metody i modele matematyczne - w razie potrzeby odpowiednio je modyfikując - do projektowania urządzeń, instalacji i sieci energetycznych, przyczyniając się do poprawy efektywności, sprawności i niezawodności wytwarzania, magazynowania i dostarczania energii | P7S_UW |
| K2_U17 | Potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę do projektowania zaawansowanych systemów pomiarowych, diagnostycznych i automatyki zabezpieczeniowej, wykorzystywanych w energetyce, w tym w energetyce jądrowej | P7S_UW |
| K2_U18 | Potrafi formułować wytyczne niezbędne do zmian legislacyjnych w zakresie polityki energetycznej kraju, prowadzić konwersację na tematy specjalistyczne związane z energetyką, w tym z energetyką jądrową, a także prowadzić oraz brać udział w debacie w zróżnicowanym kręgu odbiorców posługując się przy tym swobodnie językiem obcym (na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego i wyższym) w zakresie specjalistycznej terminologii technicznej i naukowej dotyczącej energetyki | P7S_UK |
| K2_U19 | Potrafi kierować pracą w celu koordynowania działania wielu zespołów w sytuacjach związanych ze stanami awaryjnymi elektrowni jądrowych, stanowiącymi szczególnie zagrożenie dla zdrowia i życia ludzkiego | P7S_UO |
| K2_U20 | Potrafi współdziałać z innymi osobami w celu tworzenia planów eksploatacji maszyn, urządzeń, systemów i sieci energetycznych stosowanych w energetyce jądrowej oraz na ich podstawie zaplanować ewentualne badania diagnostyczne, przeglądy, remonty, naprawy i modernizacje. W oparciu o uzyskane wyniki potrafi wydawać odpowiednie zalecenia oraz sporządzać dokumentację z przeprowadzonych badań | P7S_UO |
| K2_U21 | Potrafi samodzielnie planować i realizować swój rozwój oraz motywować i ukierunkowywać innych w zakresie opracowywania planów oraz strategii zwiększania udziału energii pochodzącej z odnawialnych źródeł energii oraz wdrażania nowoczesnych technologii i rozwiązań w zakresie jej odzysku | P7S_UU |
| KOMPETENCJE SPOŁECZNE | | |
| K2_K01 | Ma świadomość znaczenia energetyki, w tym energetyki jądrowej, dla kraju i społeczeństwa oraz uznaje swoją współodpowiedzialność za podejmowane decyzje dotyczące procesów związanych z wytwarzaniem, magazynowaniem i dostarczaniem energii pod presją czasu oraz w sytuacjach zagrożenia zdrowia lub życia ludzkiego, mienia i środowiska | P7S_KK |
| K2_K02 | Rozumie, że stały rozwój technologiczny energetyki jądrowej sprawia, że wiedza i umiejętności szybko stają się przestarzałe, co wiąże się z ich ciągłym uzupełnianiem, przez co doskonali się i inicjuje zmiany w środowisku energetycznym związane z wdrażaniem | P7S_KK |

| | | |
|---------------|---|---------------|
| | nowych rozwiązań technicznych i organizacyjnych | |
| K2_K03 | Jest gotów do budowania relacji i współpracy w sektorze energetyki w celu promowania dobrych praktyk, nowoczesnych rozwiązań technologicznych i organizacyjnych, a także kształtowania warunków do współpracy spółek sektorowych, utrzymywania i promowania kultury współpracy w środowisku energetycznym, rozwiązywania problemów oraz zasięgania opinii ekspertów z danej dziedziny | P7S_KK |
| K2_K04 | Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z szeroko pojętym bezpieczeństwem energetycznym, promuje zasady i uświadamia innych odnośnie konieczności zachowania odpowiedniej rzetelności i dokładności zadań realizowanych w procesach wytwarzania energii w elektrowniach jądrowych oraz jej dalszemu przesyłowi i magazynowaniu | P7S_KO |
| K2_K05 | Uznaje swoją współodpowiedzialność za rozwój energetyki i jej otoczenie społeczno-gospodarcze zgodny z wymogami środowiska, przez co ma świadomość prowadzenia działań promocyjnych na rzecz jego ochrony oraz minimalizowania szkodliwego wpływu działalności sektora energetycznego poprzez upowszechnianie wykorzystania odnawialnych źródeł energii | P7S_KO |
| K2_K06 | Jest gotów myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy przy opracowywaniu i wdrażaniu w procesach energetycznych wzorców właściwego postępowania, a także promowania kultury jakościowej organizacyjnej i bezpieczeństwa | P7S_KO |
| K2_K07 | Jest gotów wymagać od siebie i innych osób przestrzegania tajemnicy zawodowej, zasad współpracy, postępowania zgodnie z zasadami etyki zawodowej przy realizacji powierzonych mu zadań związanych z procesami wytwarzania, magazynowania i dostarczania energii, a także rozwijania dorobku zawodowego | P7S_KR |

Jako kluczowe efekty uczenia się uznano:

- **w zakresie wiedzy:**

- posiada rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z zakresu chemii i fizyki jądrowej dotyczącą kierunków rozwoju w zakresie metod i technologii przygotowania nośników energii i czynników roboczych do procesu wytwarzania, magazynowania i dostarczania energii, niezbędną do zrozumienia zjawisk zachodzących w dziedzinie energetyki jądrowej (K2_W01),
- ma poszerzoną wiedzę dotyczącą tendencji rozwojowych w zakresie metod i technologii wytwarzania, magazynowania i dostarczania energii (K2_W03),
- posiada rozbudowaną wiedzę w zakresie kierunków rozwoju metod projektowania i prototypowania urządzeń, instalacji i sieci energetycznych, w tym także reaktorów jądrowych i ich elementów, zna ich cechy konstrukcyjne, właściwości eksploatacyjne, a także posiada wiedzę na temat ich kolejnych generacji (K2_W09),
- posiada rozszerzoną i ugruntowaną wiedzę dotyczącą kierunków rozwoju w zakresie termodynamiki, elektroniki, elektrotechniki i automatyki dotyczącą wykorzystania urządzeń, obiektów i systemów technicznych stosowanych w energetyce, a także zna i rozumie zjawiska fizyczne towarzyszące procesom technologicznym realizowanym w elektrowniach jądrowych z różnymi typami reaktorów oraz ich cykl życia (K2_W12),
- posiada uporządkowaną wiedzę dotyczącą technologii ograniczających wpływ nośników energii i materiałów stosowanych w energetyce, w tym w energetyce jądrowej, na otoczenie procesów wytwarzania, magazynowania i dostarczania energii, a także problematyki bezpieczeństwa jądrowego w ujęciu lokalnym i globalnym, w tym oceny zagrożeń oraz sposobów ich ograniczania (K2_W13),
- ma ugruntowaną i rozszerzoną wiedzę dotyczącą założeń europejskiej i światowej polityki środowiskowej związanych z procesami wytwarzania, magazynowania i dostarczania energii. Zna specjalistyczne słownictwo w języku obcym, co pozwala na analizę dokumentów technicznych oraz naukowych istotnych dla energetyki, w tym energetyki jądrowej (K2_W14),

- **w zakresie umiejętności:**

- potrafi pozyskiwać informacje z różnych źródeł, dokonywać ich interpretacji, krytycznej oceny, analizy i syntezy, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie w celu ich dalszej prezentacji informacji dotyczących wdrażania nowych metod i technologii montażu,

- demontażu, diagnostyki oraz utrzymania urządzeń, instalacji i sieci energetycznych stosowanych w elektrowniach jądrowych (K2_U02),
- potrafi formułować i testować hipotezy badawcze związane z problemami badawczymi energetyki jądrowej oraz dokumentować i potwierdzać odpowiednie metody badania parametrów nośników energii i czynników roboczych (K2_U05),
 - potrafi, przy zastosowaniu odpowiednich modeli matematycznych w analizie i projektowaniu, opracowywać i walidować plany i procedury zapewnienia ciągłości wytwarzania i dostarczania energii, a także dokonać oceny zaawansowanych środków technicznych, organizacyjnych oraz prawnych dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju (K2_U08),
 - potrafi wykorzystać znane mu narzędzia, techniki informacyjno-komunikacyjne, metody i modele matematyczne - w razie potrzeby odpowiednio je modyfikując - do projektowania urządzeń, instalacji i sieci energetycznych, przyczyniając się do poprawy efektywności, sprawności i niezawodności wytwarzania, magazynowania i dostarczania energii (K2_U16),
 - potrafi współdziałać z innymi osobami w celu tworzenia planów eksploatacji maszyn, urządzeń, systemów i sieci energetycznych stosowanych w energetyce jądrowej oraz na ich podstawie zaplanować ewentualne badania diagnostyczne, przeglądy, remonty, naprawy i modernizacje. W oparciu o uzyskane wyniki potrafi wydawać odpowiednie zalecenia oraz sporządzać dokumentację z przeprowadzonych badań (K2_U20),
 - potrafi samodzielnie planować i realizować swój rozwój oraz motywować i ukierunkowywać innych w zakresie opracowywania planów oraz strategii zwiększania udziału energii pochodzącej z odnawialnych źródeł energii oraz wdrażania nowoczesnych technologii i rozwiązań w zakresie jej odzysku (K2_U21),
- **w zakresie kompetencji społecznych:**
 - ma świadomość znaczenia energetyki, w tym energetyki jądrowej, dla kraju i społeczeństwa oraz uznaje swoją współodpowiedzialność za podejmowane decyzje dotyczące procesów związanych z wytwarzaniem, magazynowaniem i dostarczaniem energii pod presją czasu oraz w sytuacjach zagrożenia zdrowia lub życia ludzkiego, mienia i środowiska (K2_K01),
 - rozumie, że stały rozwój technologiczny energetyki jądrowej sprawia, że wiedza i umiejętności szybko stają się przestarzałe, co wiąże się z ich ciągłym uzupełnianiem, przez co doksztalca się i inicjuje zmiany w środowisku energetycznym związane z wdrażaniem nowych rozwiązań technicznych i organizacyjnych (K2_K02),
 - prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z szeroko pojętym bezpieczeństwem energetycznym, promuje zasady i uświadamia innych odnośnie konieczności zachowania odpowiedniej rzetelności i dokładności zadań realizowanych w procesach wytwarzania energii w elektrowniach jądrowych oraz jej dalszemu przesyłowi i magazynowaniu (K2_K04),
 - jest gotów myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy przy opracowywaniu i wdrażaniu w procesach energetycznych wzorców właściwego postępowania, a także promowania kultury jakościowej organizacyjnej i bezpieczeństwa (K2_K06).