

**Efekty uczenia się dla studiów drugiego stopnia – profil ogólnoakademicki, na kierunku Energetyka, prowadzonym na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa, gdzie:**

<sup>[1]</sup> „Odniesienie – symbol I/III” oznacza odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się Polskiej Ramy Kwalifikacji dla profilu ogólnoakademickiego (symbol I) lub odniesienie dla kwalifikacji obejmujących kompetencje inżynierskie (symbol III), określonych **Rozporządzeniem 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** (Dz. U. z 2018 r., poz. 2218) i uwzględnia odpowiednio Kod składnika charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji, określony w uchwale Senatu PW w sprawie przyjęcia przez Politechnikę Warszawską kodu składnika charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego,

<sup>[2]</sup> „Odniesienie-symbol” oznacza odniesienie do uniwersalnych charakterystyk pierwszego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji, określonych w załączniku do **Ustawy z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji** (tj. Dz. U. z 2018 r. poz. 2153, z późn. zm.).

Lp.	Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	<sup>[1]</sup> Odniesienie – symbol I/III	<sup>[2]</sup> Odniesienie – symbol
1	2	3	4	5
<b>Wiedza</b>				
1.	E2_W01	Posiada rozszerzona i pogłębioną wiedzę z zakresu matematyki stosowanej. Zna ogólny i szczegółowy opis matematyczny przebiegu procesów fizycznych i chemicznych, zna zaawansowane metody matematyczne niezbędne w modelowaniu matematycznym (równania różniczkowe, elementy algebry i geometrii analitycznej, metody statystyczne, metody planowania eksperymentu, teorię optymalizacji).	I.P7S_WG.o	P7U_W
2.	E2_W02	Zna podstawowe i zaawansowane metody chemii organicznej i nieorganicznej, w tym elementy struktury atomowej, spektroskopii, rezonansu magnetycznego, kinetyki procesów chemicznych, katalizy i chemii powierzchni, zna podstawy fizyki współczesnej.	I.P7S_WG.o	P7U_W
3.	E2_W03	Zna zaawansowane metody numeryczne rozwiązywania problemów opisanych metodami matematycznymi, zna możliwości komercyjnych programów komputerowych.	I.P7S_WG.o	P7U_W
4.	E2_W04	Posiada wiedzę w zakresie inżynierii materiałowej, w szczególności własności materiałów stosowanych w energetyce wysokotemperaturowej (turbiny gazowe, turbiny parowe na parametry nadkrytyczne, kotły parowe konwencjonalne i fluidalne).	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
5.	E2_W05	Posiada zaawansowaną wiedzę w zakresie opisu fenomenologicznego i matematycznego procesów wymiany pędu, ciepła i masy w szczególności podstawowe prawa mechaniki płynów, opisu procesów przepływu ciepła przez przewodzenie, konwekcję i promieniowanie, przepływu masy, zna podstawowe metody matematyczne rozwiązywania tych problemów.	I.P7S_WG.o	P7U_W
6.	E2_W06	Posiada zaawansowaną wiedzę w zakresie termodynamiki technicznej i chemicznej, w tym termodynamiki równowagowej oraz termodynamiki procesów nieodwracalnych, zna metody analityczne określania własności roztworów i tworzenia diagramów fazowych, określenia parametrów równowagi chemicznej, kinetyki reakcji (w tym procesów spalania), elementy termodynamiki statystycznej i teorii stabilności.	I.P7S_WG.o	P7U_W
7.	E2_W07	Zna szczegółowo technologie konwersji i transportu energii.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W

Lp.	Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	<sup>[1]</sup> Odniesienie – symbol I/III	<sup>[2]</sup> Odniesienie – symbol
1	2	3	4	5
8.	E2_W08	Zna metody projektowania urządzeń energetyki (kotły parowe, turbiny gazowe i parowe, sprężarki) oraz układów sieci ciepłych, urządzeń chłodniczych, klimatyzacji i wentylacji, skojarzonej gospodarki ciepłej.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
9.	E2_W09	Zna zaawansowane metody wykorzystania zasobów energii odnawialnej (wodnej, słonecznej, geotermalnej, wiatrowej, biomasy).	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
10.	E2_W10	Zna zasady działania i wykorzystywania ogniw paliwowych oraz energetyki wodorowej.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
11.	E2_W11	Zna metody oceny energetycznej procesów - bilansowanie materiałowe, energetyczne i egzergetyczne, określanie wskaźników skumulowanego zużycia energii i egzergii, analizę termoeologiczną, wykorzystanie energii odpadowej, ciepłownictwo, skojarzoną gospodarkę ciepłno-elektryczną, metody audytu energetycznego.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
12.	E2_W12	Posiada wiedzę w zakresie zasobów paliw naturalnych, ich własności fizycznych i chemicznych, procesów zgazowania węgla, czystych technologii przetwórstwa węgla, magazynowania gazu ziemnego, podstawowych procesów petrochemii.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
13.	E2_W13	Posiada zaawansowaną wiedzę w dziedzinie energetyki jądrowej w tym budowy reaktorów jądrowych, mechanizmów reakcji jądrowej, awarii elektrowni jądrowych, metod obliczeniowych fizyki reaktorowej.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
14.	E2_W14	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu energetyki.	I.P7S_WG.o	P7U_W
15.	E2_W15	Ma podstawową i zaawansowaną wiedzę o cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych w energetyce, zna szczególnie zasady działania i eksploatacji maszyn i zna zasady doboru materiałów konstrukcyjnych i eksploatacyjnych dla maszyn i urządzeń energetycznych, urządzeń chłodniczych oraz klimatyzacyjnych.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
16.	E2_W16	Zna zasady tworzenia i testowania algorytmów numerycznych, zna możliwości i ograniczenia typowych obliczeniowych i projektowych programów komercyjnych, potrafi je samodzielnie wykorzystywać w rozwiązywaniu problemów energetycznych.	I.P7S_WG.o	P7U_W
17.	E2_W17	Zna metody optymalizacyjne, w tym programowania liniowego i nieliniowego, optymalizacji wielowymiarowej, programowania dynamicznego i stochastycznego, praktycznych zastosowań optymalizacji w termodynamice, wymianie energii, energetyce przemysłowej.	I.P7S_WG.o	P7U_W
18.	E2_W18	Zna zasady analizy techniczno-ekonomicznej przy projektowaniu i modernizacji urządzeń energetycznych.	I.P7S_WG.o III.P7S_WG	P7U_W
19.	E2_W19	Ma wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej oraz ich uwzględniania w praktyce inżynierskiej.	I.P7S_WK III.P7S_WK	P7U_W
20.	E2_W20	Ma podstawową wiedzę dotyczącą zarządzania, w tym zarządzania jakością, i prowadzenia działalności gospodarczej.	I.P7S_WK III.P7S_WK	P7U_W

Lp.	Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	<sup>[1]</sup> Odniesienie – symbol I/III	<sup>[2]</sup> Odniesienie – symbol
1	2	3	4	5
21.	E2_W21	Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz konieczność zarządzania zasobami własności intelektualnej; potrafi korzystać z zasobów informacji patentowej.	I.P7S_WK III.P7S_WK	P7U_W
22.	E2_W22	Zna ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości, wykorzystującej wiedzę z zakresu dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla energetyki.	I.P7S_WK III.P7S_WK	P7U_W
<b>Umiejętności</b>				
1.	E2_U01	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim lub innym języku obcym uznawanym za język komunikacji międzynarodowej w zakresie energetyki; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
2.	E2_U02	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku angielskim lub innym języku obcym uznawanym za język komunikacji międzynarodowej w zakresie energetyki.	I.P7S_UK	P7U_U
3.	E2_U03	Potrafi przygotować opracowanie naukowe w języku polskim i krótkie doniesienie naukowe w języku obcym, uznawanym za podstawowy dla energetyki, przedstawiające wyniki własnych badań naukowych.	I.P7S_UK III.P7S_UW.o	P7U_U
4.	E2_U04	Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku obcym prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu energetyki.	I.P7S_UK III.P7S_UW.o	P7U_U
5.	E2_U05	Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia a także ukierunkować innych w tym zakresie.	I.P7S_UU	P7U_U
6.	E2_U06	Ma umiejętności językowe w zakresie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla studiowanego kierunku studiów, zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu B2+ (C1 dla studiów anglojęzycznych) Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego, zna specyficzne dla energetyki słownictwo i oznaczenia.	I.P7S_UK	P7U_U
7.	E2_U07	Potrafi posługiwać się technikami informacyjno-komunikacyjnymi właściwymi do realizacji zadań typowych dla działalności inżynierskiej, potrafi przygotować do druku artykuł prezentujący wyniki własnych analiz.	I.P7S_UK	P7U_U
8.	E2_U08	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski, wykorzystuje prawa fizyki i metody eksperymentalne fizyki w analizie przebiegu różnych procesów fizycznych i chemicznych.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
9.	E2_U09	Potrafi stosować metody matematyczne w rozwiązywaniu numerycznym i analitycznym modeli matematycznych procesów fizycznych i chemicznych w energetyce cieplnej.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
10.	E2_U10	Posiada umiejętność zastosowań metod nowoczesnej fizyki w analizie i badaniach eksperymentalnych procesów w energetyce cieplnej.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
11.	E2_U11	Posiada umiejętność zastosowania zasad i metod termodynamiki równowagowej i nieodwracalnej.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U

Lp.	Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	<sup>[1]</sup> Odniesienie – symbol I/III	<sup>[2]</sup> Odniesienie – symbol
1	2	3	4	5
12.	E2_U12	Potrafi implementować metody badań chemicznych - kinetyki, katalizy - w badaniach procesów w energetyce cieplnej.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
13.	E2_U13	Potrafi stosować wiedzę informatyczną w analizie procesów fizycznych i chemicznych.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
14.	E2_U14	Potrafi sformułować równania modeli matematycznych opisujących własności instalacji energetycznych lub chłodniczych i ich elementów w stanach ustalonych i przejściowych.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
15.	E2_U15	Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć (technik i technologii) w zakresie energetyki.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
16.	E2_U16	Ma przygotowanie niezbędne do pracy w środowisku przemysłowym oraz zna zasady bezpieczeństwa związane z tą pracą.	I.P7S_UO	P7U_U
17.	E2_U17	Potrafi prowadzić analizę techniczno-ekonomiczną projektowanych i modernizowanych układów technologicznych z wykorzystaniem metod skumulowanych wskaźników zużycia energii i egzergii i analizy ekonomicznej.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
18.	E2_U18	Potrafi stosować modele matematyczne procesów wymiany pędu, ciepła i masy, oraz rozwiązywać zadania bilansowe, również z wykorzystaniem programów komercyjnych.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
19.	E2_U19	Potrafi dokonać analizy i porównania zastosowanych rozwiązań technicznych, w szczególności dla urządzeń, obiektów, systemów, procesów i usług.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
20.	E2_U20	Potrafi zaproponować ulepszenia (usprawnienia) istniejących rozwiązań technicznych.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
21.	E2_U21	Potrafi stosować algorytmy identyfikacji modeli matematycznych.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
22.	E2_U22	Potrafi stosować metody optymalizacyjne i rozwiązywać praktyczne problemy w opisie techniczno-ekonomicznym w energetyce.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
23.	E2_U23	Potrafi rozwiązywać zadania projektowe i analizy pracy urządzeń i instalacji energetycznych uwzględniając ograniczenia regulacyjno-prawne oraz wpływ na środowisko.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
24.	E2_U24	Potrafi używać komercyjnych programów obliczeniowych oraz tworzyć niewielkie własne aplikacje programowe na potrzeby modelowania matematycznego oraz zadań badawczych.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
25.	E2_U25	Potrafi projektować i dobierać podstawowe maszyny energetyczne w zależności od rodzaju procesu.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
26.	E2_U26	Potrafi dokonać wyboru rodzaju paliw w realizacji projektowanych procesów energetycznych.	I.P7S_UW.o III.P7S_UW.o	P7U_U
27.	E2_U27	Potrafi współdziałać i pracować w grupie, podejmując w niej różne role.	I.P7S_UO	P7U_U
<b>Kompetencje społeczne</b>				

Lp.	Symbol efektu uczenia się	Efekt uczenia się	<sup>[1]</sup> Odniesienie – symbol I/III	<sup>[2]</sup> Odniesienie – symbol
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1.	E2_K01	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i poszerzania jej przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.	I.P7S_KK	P7U_K
2.	E2_K02	Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko, i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	I.P7S_KO	P7U_K
3.	E2_K04	Rozumie znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz potrzebę zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności w samodzielnym rozwiązywaniu problemu.	I.P7S_KK	P7U_K
4.	E2_K05	Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu.	I.P7S_KO	P7U_K
5.	E2_K06	Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	I.P7S_KO	P7U_K
6.	E2_K07	Jest gotów do wypełniania zobowiązań społecznych, współorganizowania działalności na rzecz środowiska społecznego, w tym do przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.	I.P7S_KR	P7U_K