

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2023/2024

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: 11

Stopień studiów: II

Specjalności: Energetyka niekonwencjonalna

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Gospodarka wodorowa
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Hydrogen Management
KOD PRZEDMIOTU	WIŚIE EN oIIN C13 23/24
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	2

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	CWICZENIA	LABORATORIA	LABORATORIA KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
2	9	0	0	0	9	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie się z podstawowymi informacjami na temat wodoru jako magazynu energii oraz paliwa w energetyce.

Cel 2 Zdobywanie wiedzy o sposobach wytwarzania wodoru z paliw węglowodorowych oraz z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii.

Cel 3 Zdobyć wiedzę na temat materiałów, metod i sposobów magazynowania wodoru.

Cel 4 Zdobyć wiedzę w dziedzinie technologii wodorowych oraz wykorzystania go w energetyce.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Wiedza z zakresu podstaw termodynamiki.

2 Wiedza z zakresu podstaw dotyczących fizyki, chemii oraz technologii wytwarzania energii elektrycznej (w tym z OZE).

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Posiada podstawową wiedzę na temat wodoru i wykorzystania go w energetyce.

EK2 Wiedza Posiada wiedzę na temat sposobów wytwarzania wodoru z paliw węglowodorowych.

EK3 Wiedza Posiada wiedzę wskazania możliwości i ograniczenia różnych metod otrzymywania i magazynowania wodoru.

EK4 Wiedza Posiada wiedzę wskazania możliwości i ograniczenia różnych metod wykorzystania wodoru.

EK5 Umiejętności Posiada umiejętność sporządzania bilansów masy i energii dla instalacji produkcji, magazynowania i wykorzystania wodoru na potrzeby energetyki.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Projekt instalacji do produkcji i wykorzystania zielonego wodoru.	9

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Właściwości fizyczne i chemiczne wodoru. Znaczenie wodoru w środowisku i przemyśle.	1
W2	Wytwarzanie wodoru z paliw węglowodorowych: reforming parowy gazu ziemnego, zgazowanie węgla, zgazowanie biomasy i surowców wtórnych, reforming metanu, elektroliza wody.	2
W3	Charakterystyka metod magazynowania wodoru.	2
W4	Metody konwencjonalne magazynowania wodoru: zbiorniki na ciekły wodór, zbiorniki na wodór gazowy - wymagania stawiane zbiornikom na wodór.	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W5	Energetyczne wykorzystanie wodoru: ogniwa paliwowe, silniki na wodór, spalanie wodoru w turbinach gazowych. Transport wodoru.	2

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia projektowe

N3 Prezentacje multimedialne

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	18
Konsultacje przedmiotowe	6
Egzaminy i zaliczenia w sesji	2
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	14
Opracowanie wyników	8
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	12
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	60
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	2.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Projekt indywidualny

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Szczegółowe wagi podane zostaną na pierwszych zajęciach

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi, w sposób ogólny, wymienić właściwości fizycznych i chemicznych wodoru.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi ogólnie wymienić właściwości fizyczne i chemiczne wodoru.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi szczegółowo wymienić właściwości fizyczne i chemiczne wodoru oraz ogólnie przedstawić znaczenia wodoru w środowisku i przemyśle.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi szczegółowo wymienić właściwości fizyczne i chemiczne wodoru oraz szczegółowo przedstawić znaczenia wodoru w środowisku i przemyśle.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi szczegółowo wymienić właściwości fizyczne i chemiczne wodoru, szczegółowo przedstawić znaczenia wodoru w środowisku i przemyśle oraz w ogólny sposób scharakteryzować scenariusze zwiększenia roli wodoru w energetyce.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi szczegółowo wymienić właściwości fizyczne i chemiczne wodoru, szczegółowo przedstawić znaczenia wodoru w środowisku i przemyśle oraz w szczegółach scharakteryzować scenariusze zwiększenia roli wodoru w energetyce.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi w sposób ogólny wymienić sposobów wytwarzania wodoru z paliw węglowodorowych.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi w sposób ogólny wymienić sposobów wytwarzania wodoru z paliw węglowodorowych.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi wymienić sposoby wytwarzania wodoru z paliw węglowodorowych i scharakteryzować szczegółowo 2 wybrane sposoby.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi wymienić sposoby wytwarzania wodoru z paliw węglowodorowych i scharakteryzować szczegółowo 3 wybrane sposoby.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi wymienić sposoby wytwarzania wodoru z paliw węglowodorowych i scharakteryzować szczegółowo 4 wybrane sposoby.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi wymienić sposoby wytwarzania wodoru z paliw węglowodorowych i scharakteryzować szczegółowo wszystkie omawiane sposoby.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi wskazać w sposób ogólny możliwości lub ograniczeń różnych metod wytwarzania wodoru i jego magazynowania.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wskazać w sposób ogólny możliwości lub ograniczenia różnych metod wytwarzania wodoru i jego magazynowania.

NA OCENĘ 3.5	Student potrafi szczegółowo scharakteryzować możliwości lub ograniczenia wybranej metody wytwarzania wodoru lub jego magazynowania.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi szczegółowo scharakteryzować możliwości i ograniczenia wybranej metody wytwarzania wodoru i jego magazynowania.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi szczegółowo scharakteryzować możliwości i ograniczenia wszystkich omawianych metod wytwarzania wodoru i jego magazynowania.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi szczegółowo scharakteryzować możliwości i ograniczenia wszystkich omawianych metod wytwarzania wodoru i jego magazynowania oraz omówić wymagania stawiane zbiornikom na wodór.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi wskazać w sposób ogólny możliwości lub ograniczeń różnych metod wykorzystania wodoru.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wskazać w sposób ogólny możliwości lub ograniczenia różnych metod wykorzystania wodoru.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi szczegółowo scharakteryzować możliwości lub ograniczenia wybranej metody wykorzystania wodoru.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi szczegółowo scharakteryzować możliwości i ograniczenia 2 wybranych metod wykorzystania wodoru.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi szczegółowo scharakteryzować możliwości i ograniczenia wszystkich omawianych metod wykorzystania wodoru.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi szczegółowo scharakteryzować możliwości i ograniczenia wszystkich omawianych metod wykorzystania wodoru oraz omówić transport wodoru.
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Student nie potrafi, z pomocą nauczyciela, sporządzić ogólnego bilansu ciepła i masy dla instalacji produkcji, magazynowania i wykorzystania wodoru. Nie potrafi nazwać poszczególnych części układu i hasłowo opisać ich funkcji. Student nie potrafi, z pomocą nauczyciela, opisać podstawowych założeń dla projektu.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi, z pomocą nauczyciela, sporządzić ogólny bilans ciepła i masy dla instalacji produkcji, magazynowania i wykorzystania wodoru. Potrafi nazwać poszczególne części układu i hasłowo opisać ich funkcję. Student potrafi, z pomocą nauczyciela, opisać podstawowe założenia dla projektu.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi, z pomocą nauczyciela, sporządzić ogólny bilans ciepła i masy dla instalacji produkcji, magazynowania i wykorzystania wodoru. Potrafi nazwać poszczególne części układu i ogólnie opisać ich funkcję. Student potrafi, z pomocą nauczyciela, opisać podstawowe założenia dla projektu.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi samodzielnie sporządzić ogólny bilans ciepła i masy dla instalacji produkcji, magazynowania i wykorzystania wodoru. Potrafi nazwać poszczególne części układu i opisać ich funkcję w instalacji. Student potrafi, opisać podstawowe założenia dla projektu.

NA OCENĘ 4.5	Student potrafi samodzielnie sporządzić ogólny bilans ciepła i masy dla instalacji produkcji, magazynowania i wykorzystania wodoru. Potrafi nazwać poszczególne części układu i opisać ich funkcję w instalacji. Student potrafi, opisać podstawowe założenia dla projektu, opisać warunki brzegowe dla obliczeń. Student potrafi, z pomocą nauczyciela, przeprowadzić analizę podstawowych parametrów pracy układu oraz prześledzić wpływ ich zmiany na jego pracę.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi samodzielnie sporządzić ogólny bilans ciepła i masy dla instalacji produkcji, magazynowania i wykorzystania wodoru. Potrafi nazwać poszczególne części układu i opisać ich funkcję w instalacji. Student potrafi, opisać podstawowe założenia dla projektu, opisać warunki brzegowe dla obliczeń. Student potrafi samodzielnie przeprowadzić analizę podstawowych parametrów pracy układu, oraz prześledzić wpływ ich zmiany na jego pracę.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K2_W02 K2_W10	Cel 1	W1 W5	N1 N3	F1 P1
EK2	K2_W02 K2_W10	Cel 2 Cel 3	W2	N1 N3	F1 P1
EK3	K2_W02 K2_W10	Cel 2 Cel 3	W2 W3 W4	N1 N3	F1 P1
EK4	K2_W02 K2_W10	Cel 1 Cel 2 Cel 3	W1 W5	N1 N3	F1 P1
EK5	K2_U08 K2_U20 K2_U21 K2_U24	Cel 4	P1 W1 W2 W3 W4 W5	N1 N2	F1 F2 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Chmielniak T, Chmielniak T. — *Energetyka wodorowa*, Warszawa, 2020, PWN
- [2] Surygała J. — *Wodór jako paliwo*, Warszawa, 2008, WNT

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Jin Zhong Zhang et al. — *Hydrogen generation, storage, and utilization*, Hoboken, 2014, Wiley/Science Wise Publishing
- [2] | Sankir, Mehmet et al. — *Hydrogen production technologies*, Hoboken, 2017, Wiley/Science Wise Publishing
- [3] | Sushant K. — *Clean hydrogen production methods*, Cham, 2015, Springer

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH**OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ**

dr inż. Ewa Kozak-Jagięła (kontakt: ewa.kozak@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Ewa Kozak-Jagięła (kontakt: ewa.kozak@pk.edu.pl)

2 dr inż. Piotr Cisek (kontakt: piotr.cisek@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....
.....