**Nazwa przedmiotu:**

Zasady zrównoważonego rozwoju w inżynierii procesowej

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Paweł Gierycz

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inzynieria Chemiczna i Procesowa

**Grupa przedmiotów:**

obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1070-ICIPP-MSP-104

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów 45
2. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc. 12
3. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc. 18
4. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc. 10
Sumaryczny nakład pracy studenta 85

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

-

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

-

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

brak wymagań

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

1. Poznanie koncepcji zrównoważonego rozwoju, jako podstawy procesów trwałego rozwoju społeczno-gospodarczego współczesnego świata.
2. Poznanie niekonwencjonalnych źródeł energii (energia: spadku wody, wiatru, słoneczna, geotermalna, pływów morskich, biomasy i biogazu), nowoczesnych technologii pro-środowiskowych (technologie czystszej produkcji, zielona produkcja, zielona chemia) oraz zasad przepływu i gospodarowania materią w przyrodzie (obiegi wody, węgla, biogenów i metali).
3. Poznanie możliwych zagrożeń związanych z implementacją zasad zrównoważonego rozwoju (zanieczyszczenia powietrza: efekt cieplarniany, dziura ozonowa, kwaśne deszcze; zanieczyszczenia wody i gleby; ścieki i odpady - w tym energia odpadowa i odpady promieniotwórcze).
4. Poznanie podstaw zarządzania środowiskowego, w tym najczęściej stosowanych standardów (ISO 14001, EMAS) i analizy cyklu życiowego - LCA (Life Cycle Assessment).

**Treści kształcenia:**

Wykład
1. Wprowadzenie do problematyki zrównoważonego rozwoju: zrównoważony rozwój – koncepcja trwałego rozwoju, historia zmian ekologicznych, przyczyny zagrożeń środowiska, zasady zrównoważonego rozwoju.
2. Energia, egzergia, użytkowanie energii, skutki środowiskowe: I, II, III i zerowa zasada termodynamiki, egzergia, analiza egzergetyczna.
3. Globalne zagrożenia: zanieczyszczenia powietrza – efekt cieplarniany, dziura ozonowa, kwaśne deszcze, zanieczyszczenia wody, zanieczyszczenia gleby.
4. Energia odnawialna: energia spadku wody, energia wiatru, energia słoneczna, energia geotermalna, energia pływów morskich, biomasa, biogaz.
5. Przepływy materii i gospodarowanie materią: obieg wody w przyrodzie, obieg węgla w przyrodzie, obieg biogenów w przyrodzie, obieg metali w przyrodzie.
6. Przemysł a środowisko: technologie czystszej produkcji, zielona produkcja, zielona chemia.
7. Transport a środowisko: udział transportu w całkowitym zużyciu energii, ekologia transportu.
8. Zarządzanie środowiskowe. Ocena cyklu życia wyrobów: zasada "myśl globalnie - działaj lokalnie", najczęściej stosowane standardy (ISO 14001, EMAS), analiza cyklu życiowego - LCA (Life Cycle Assessment).

Ćwiczenia projektowe
1. Wykonanie obliczeń modelowych cyklu obiegu cieplnego generującego wiatr w układzie Słońce - Ziemia: zdefiniowanie etapów (co najmniej 4 odpowiednie przemiany termodynamiczne) i parametrów fizykochemicznych cyklu; wyprowadzenie równań określających generowaną moc tego cyklu; obliczenie mocy maksymalnej (optymalizacja) cyklu oraz średniej szybkości wiatru; porównanie otrzymanych wyników z danymi doświadczalnymi.
2. Wykonanie obliczeń modelowych ogniwa fotowoltaicznego: zaprojektowanie ogniwa (m.in. dobór odpowiedniego złącza p-n) i określenie warunków jego pracy; wyznaczenie charakterystyki prądowo - napięciowej ogniwa; określenie wydajności konwersji mocy.
3. Analiza cyklu życiowego wybranego wyrobu: sporządzenie odpowiednich bilansów materiałowych i energetycznych uwzględniających wszystkie czynniki wpływające na środowisko, które są związane z danym wyrobem; określenie, w której fazie cyklu życia wyrób niesie ze sobą potencjalnie największe zagrożenie dla środowiska.

**Metody oceny:**

1. egzamin pisemny
2. kolokwium
3. praca domowa

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. G. Zabłocki, Rozwój zrównoważony, UAM, Toruń, 2002.
2. L.R. Brown, Gospodarka ekologiczna, Książka i Wiedza, Warszawa, 2003.
3. Z. Kowalski, J. Kulczycka, M. Góralczyk, Ekologiczna ocena cyklu życia procesów wytwórczych (LCA), PWN, Warszawa, 2007.
4. S.E. Manahan, Environmental Chemistry, CRC Press, New York, 2005.
5. R.P. Schwarzenbach, Environmental organic chemistry, John Wiley & Sons, New Jersey, 2003
6. H.F. Hemond, E.J. Fechner-Levy, Chemical Fate and Transport in the Environment, Academic Press, New York, 2000.
7. K.T Valsaraj, Elements of Environmental Engineering: Thermodynamics and kinetics, CRC Press, New York, 2000.
8. S. Sieniutycz, J. Jeżowski, Energy Optimization in Process Systems, Elsevier, Oxford, 2009.

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

Wykład:
Przedmiot jest realizowany w formie wykładu (15 wykładów po 2 godz.), na którym obecność nie jest obowiązkowa oraz ćwiczeń projektowych (3 projekty – 15 godz.).
Weryfikacja osiągnięcia efektów uczenia się jest dokonywana na podstawie zaliczenia 3 projektów i wykładów.
Zaliczenie wykładów odbywa się w formie egzaminu pisemnego, po zakończeniu całego cyklu wykładów.
Test zaliczeniowy (test wielokrotnego wyboru), składa się z 40 pytań. Za poprawną odpowiedź na każde pytanie otrzymuje się 1 punkt. Za brak poprawnej odpowiedzi otrzymuje się 0 punktów (nie ma punktów ułamkowych).
Podczas testu nie można korzystać z żadnych pomocy tzn. kalkulatorów, notatek i innych materiałów dydaktycznych.
Terminy egzaminu są wyznaczane w letniej sesji egzaminacyjnej. W letniej sesji egzaminacyjnej wyznaczane są 2 terminy, przy czym pierwszy termin egzaminu (podawany na pierwszym wykładzie) organizowany jest zaraz po zakończeniu wykładów w semestrze letnim.

Ćwiczenia projektowe:
Każdy projekt należy wykonać w formie pisemnego sprawozdania, które musi być złożone do prowadzącego w terminie dwóch tygodni od dnia wydania projektu.
Zaliczenie projektu odbywa się w formie ustnej. Polega ono na zreferowaniu przez wykonawcę projektu, sposobu wykonania projektu i otrzymanych wyników (ok. 10 min) oraz odpowiedzi na pytania (ok. 20 min.) dotyczące teorii związanej z tematem projektu.

Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie pozytywnej oceny z obydwu projektów i testu zaliczeniowego z wykładów.
Zaliczenie projektu odbywa się w formie ustnej.
Za każdy projekt można otrzymać 10 punktów. Maksymalnie 3 punkty za pisemne sprawozdanie z wykonania projektu, maksymalnie 2 punkty za zreferowanie sposobu wykonania projektu i maksymalnie 5 punktów za wiedzę dotycząca teorii związanej z tematem projektu.
Aby zaliczyć projekt trzeba uzyskać co najmniej 6 punktów.
Aby zaliczyć ćwiczenia projektowe trzeba zaliczyć każdy z trzech projektów.
Oceny z ćwiczeń projektowych (3 projekty): 5.0 – liczba punktów: 29 – 30; 4.5 – liczba punktów: 27 – 28; 4.0 – liczba punktów: 24 – 26; 3.5 – liczba punktów: 21 – 23; 3.0 – liczba punktów: 18 – 20.
Aby być dopuszczonym do egzaminu pisemnego z przedmiotu, trzeba mieć zaliczone ćwiczenia projektowe.
Wykłady zalicza się na podstawie wyników zaliczenia (testu) pisemnego stosując następującą skalę ocen: 5.0 – liczba punktów: 37 – 40; 4.5 – liczba punktów: 33 – 36; 4.0 – liczba punktów: 29 – 32; 3.5 – liczba punktów: 25 – 28; 3.0 – liczba punktów: 21 – 14; brak zaliczenia: < 21 punktów.

Ocena końcowa z przedmiotu obliczana jest na podstawie oceny z ćwiczeń projektowych i oceny z zaliczenia pisemnego z wykładów wg następującego wzoru:
[ocena końcowa] = 0.4 x [ocena z ćwiczeń projektowych] + 0.6 x [ocena z testowego egzaminu pisemnego]
W przypadku nieuzyskania zaliczenia przedmiotu konieczne jest jego powtórzenie w kolejnym cyklu realizacji zajęć.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Ma ugruntowaną wiedzę przydatną do sporządzania bilansów termodynamicznych obiegów cieplnych i cykli egzegetycznych.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, kolokwium, praca domowa

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka W2:**

Ma ugruntowaną wiedzę niezbędną do analizy cyklu życiowego wyrobów i procesów, czyli do sporządzania odpowiednich bilansów materiałowych i energetycznych uwzględniających wszystkie czynniki wpływające na środowisko, które są związane z danym wyrobem lub procesem.

Weryfikacja:

egzamin pisemny, kolokwium, praca domowa

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka W3:**

Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych osiągnięciach z zakresu zastosowań inżynierii chemicznej i procesowej w technologiach przetwarzania energii uzyskiwanej z odnawialnych źródeł (energia spadku wody, energia wiatru, energia słoneczna, energia geotermalna, energia pływów morskich, biomasa, biogaz) oraz w nowoczesnych technologiach pro-środowiskowych (technologie czystszej produkcji, zielona produkcja, zielona chemia).

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Potrafi pozyskiwać informacje z różnych źródeł w celu zaprojektowania urządzeń wykorzystywanych do przetwarzania energii uzyskiwanej ze źródeł odnawialnych.

Weryfikacja:

kolokwium, praca domowa

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

**Charakterystyka U2:**

Potrafi wykonać pełen projekt procesowy dotyczący silnika cieplnego i ogniwa
fotowoltaicznego oraz analizę cyklu życiowego wybranego wyrobu.

Weryfikacja:

kolokwium, praca domowa

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U04, K2\_U05, K2\_U06, K2\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P6S\_UW.o, P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

**Charakterystyka U3:**

Potrafi, w oparciu o nabytą wiedzą dotyczącą zagrożeń środowiskowych (zagrożenia globalne i lokalne), stosować nowoczesną inżynierię chemiczną i procesową do projektowania proekologicznych procesów przemysłowych.

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U11, K2\_U17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka KS1:**

Mając wiedzę dotyczącą powstawania nowych technologii przetwarzania energii oraz pojawiających się nowych zagrożeń środowiskowych, rozumie potrzebę stałego dokształcania się i podnoszenia swoich kompetencji zawodowych.

Weryfikacja:

kolokwium, praca domowa

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KK

**Charakterystyka KS2:**

Potrafi stosować „zasady zrównoważonego rozwoju” w rozwiązywanych zagadnieniach
nowoczesnej inżynierii chemicznej i procesowej.

Weryfikacja:

kolokwium, praca domowa

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_K03, K2\_K05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_KO, P6U\_K