**Nazwa przedmiotu:**

Bezpieczeństwo procesów przemysłowych

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Robert Cherbański, profesor uczelni

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inzynieria Chemiczna i Procesowa

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1070-IC000-ISP-710

**Semestr nominalny:**

7 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

1. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów 30
2. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc. 6
3. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc. 6
4. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc. 10
Sumaryczny nakład pracy studenta 52

**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:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Wymagane jest wcześniejsze zaliczenie przedmiotu Wstęp do inżynierii chemicznej.
Prowadzący zajęcia udostępnia studentom materiały prezentowane na wykładzie.
Studenci nie mogą rejestrować obrazu i dźwięku podczas zajęć.

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

Nabycie wiedzy i umiejętności w zakresie przewidywania zagrożeń wybuchem i pożarem w środowisku procesowym, zapobiegania tym zagrożeniom oraz szacowania skutków pożarów i wybuchów.

**Treści kształcenia:**

1. Statystyka wypadków. Omówienie wskaźników oceny ryzyka wypadków. Największe awarie chemiczne. Przyczyny i następstwa awarii. Niebezpieczne substancje chemiczne powstające podczas poważnych awarii przemysłowych.
2. Pożary. Trójkąt pożarowy. Kategorie pożarów. Wybuchy. Kategorie wybuchów. Wybuchy pyłów. Modele wybuchów Szacowanie skutków fali uderzeniowej. Energia eksplozji w wyniku gwałtownej ekspansji gazu. Szkody spowodowane rozerwaniem konstrukcji.
3. Diagramy palności. Temperatura zapłonu cieczy, par i gazów. Dolna i górna granica wybuchowości.
4. Elektryczność statyczna. Procesy akumulacji ładunku skutkujące niebezpiecznymi wyładowaniami elektrostatycznymi. Rodzaje wyładowań elektrostatycznych. Definicje: prąd strumieniowy, napięcie, opór, ładunek, pojemność. Energie wyładowań elektrostatycznych
5. Termiczna stabilność związków chemicznych. Wskaźniki stabilności.
6. Kalorymetria reakcyjna. Sposoby rozwiązań technicznych oraz ich zalety i wady. Kalorymetryczna metoda wyznaczania parametrów procesowych wpływających na bezpieczeństwo procesowe. Modele wybuchów cieplnych.
7. Podstawy toksykologii. Dawka substancji toksycznej a odpowiedź organizmu. Dawka efektywna, toksyczna, śmiertelna. Toksyczność względna. Funkcje probitowe. Szacowanie skutków wybuchów. Najwyższe Dopuszczalne Stężenie (NDS), Najwyższe Dopuszczalne Stężenia Chwilowe (NDSCh), Najwyższe Dopuszczalne Stężenia Pułapowe (NDSP).
8. Praca w atmosferze ochronnej. Oczyszczanie próżniowe. Oczyszczanie nawiewne. Oczyszczanie kombinowane próżniowo-nawiewne. Oczyszczanie próżniowe i nawiewne zanieczyszczonym azotem. Oczyszczanie wymywające. Oczyszczanie syfonowe. Wentylacja. Wykorzystanie diagramów palności. Kontrolowanie elektryczności statycznej. Systemy zraszające.
9. Urządzenia nadmiarowe ciśnieniowe. Lokalizacja zaworów bezpieczeństwa. Scenariusze rozwoju sytuacji. Zalecenia odnośnie stosowania zaworów bezpieczeństwa. Zasada doboru zaworów bezpieczeństwa dla cieczy, par i gazów oraz dla przypływu dwufazowego. Obliczenia zaworów bezpieczeństwa.
10. Postępowanie z gazami odlotowymi. Układ unieszkodliwiania. Sposoby upustu strumienia pochodzącego z deflagracji pyłów oraz par i gazów
11. Termiczna utrata kontroli w przebiegu reakcji egzotermicznych w reaktorach okresowych, półokresowych i ciągłych.
12. Metody wczesnego wykrywania i zapobiegania utracie kontroli termicznej w reaktorach chemicznych.
13. Kryteria stabilnej pracy reaktorów chemicznych.
14. Zaliczenie – termin I
15. Zaliczenie – termin II (poprawkowy)

**Metody oceny:**

1. sprawdzian pisemny

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. D.A. Crowl, J.F. Louvar, Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications, Prentice Hall PTR, 2002.
2. F.P. Lees, Loss Prevention in the Process Industries, Butterworth-Heinemann, 1996.
3. F. Stoessel, Thermal Safety of Chemical Procesess, Wiley-VCH, 2008

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

Zajęcia będą się odbywały w trybie stacjonarnym albo zdalnym w zależności od aktualnie obowiązującego w PW trybu kształcenia.
Liczba wykładów – 8. Godzinowy wymiar wykładów – 3 godz./tydz.
Weryfikacja osiągnięć uczenia się jest dokonywana na podstawie zaliczenia pisemnego w formie testu z zadaniami typu otwartego i zamkniętego.
Studenci nie mogą korzystać z materiałów i urządzeń w trakcie zaliczania przedmiotu.
Terminy zaliczeń i ich umiejscowienie w roku akademickim: termin I – pierwsza godzina zajęć na tydzień po zakończeniu wykładów (termin 9-go tygodnia zajęć), termin II (poprawkowy) – pierwsza godzina zajęć na dwa tygodnie po zakończeniu wykładów (termin 10-go tygodnia zajęć).
Zaliczenie pisemne jest realizowane w trybie stacjonarnym albo zdalnym w zależności od aktualnie obowiązującego w PW trybu kształcenia.

Ocenę końcową z przedmiotu ustala się na podstawie wyniku zaliczenia pisemnego, stosując następującą skalę ocen: 2 < 50%; 50% ≤ 3 < 65%; 65% ≤ 3,5 < 75%; 75% ≤ 4 < 85%; 85% ≤ 4,5 < 90%; 5 ≥ 90%.
W przypadku nieuzyskania zaliczenia przedmiotu konieczne jest jego powtórzenie w kolejnym cyklu realizacji zajęć.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Ma wiedzę przydatną do numerycznego opisu przebiegu procesów fizykochemicznych.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka W2:**

Ma wiedzę dotyczącą zjawisk fizycznych.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Potrafi stosować zasady bezpieczeństwa procesowego w zakresie zagrożeń pożarowych i wybuchowych.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U19

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o, P6U\_U

**Charakterystyka U2:**

Potrafi pracować w środowisku przemysłowym.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka KS1:**

Prawidłowo reaguje na problemy związane z pracą inżyniera.

Weryfikacja:

sprawdzian pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_K02

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