**Nazwa przedmiotu:**

Odzysk energii w oczyszczalni ścieków

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Monika Żubrowska-Sudoł, prof. nzw. PW ; mgr inż. Katarzyna Sytek-Szmeichel ; mgr inż. Justyna Walczak ; dr inż. Beata Karolinczak

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Biogospodarka

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty specjalizacyjne

**Kod przedmiotu:**

-

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

Przygotowanie do zajęć laboratoryjnych – 4 h,
Przygotowanie raportów z zajęć laboratoryjnych – 4 h,
Przygotowanie prezentacji z zajęć laboratoryjnych – 2h,
Przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego laboratorium – 5 h,
Wykonanie trzech zadań projektowych – 15 h,
Przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego z zajęć projektowych – 8 h,
Przygotowanie prezentacji z zajęć projektowych – 2h,
Przygotowanie do egzaminu, udział w egzaminie – 15 h,
Wykład – 20 h,
Zajęcia laboratoryjne – 20 h,
Zajęcia projektowe – 30 h

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

3

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

2

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

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

**Wymagania wstępne:**

-

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z możliwościami odzysku energii w oczyszczalni ścieków ze szczególnym uwzględnieniem wykorzystania w tym celu biomasy odpadowej, powstającej w procesach biologicznego oczyszczania ścieków.

**Treści kształcenia:**

Wykład (20 h):
Efektywność energetyczna oczyszczalni ścieków i pojęcie samowystarczalności energetycznej. Zmniejszanie energochłonności procesów technologicznych i urządzeń w transporcie i oczyszczaniu ścieków oraz procesach towarzyszących np. dezodoryzacja. Gospodarka osadowa w oczyszczalniach biologicznych jako źródło biogazu i energii: przykłady rozwiązań technologicznych, podejście systemowe przy tworzeniu rozwiązań technologicznych, względy ekonomiczne i społeczne. Osady ściekowe: uwarunkowania prawne, właściwości fizyczne, chemiczne i energetyczne. Procesy wstępnej obróbki osadów ściekowych umożliwiające zwiększenie ich potencjału energetycznego. Proces fermentacji metanowej: zasada, czynniki wpływające na przebieg i efektywność procesu. Współfermentacja. Urządzenia stosowane w procesie fermentacji metanowej osadów ściekowych. Procesy oczyszczania biogazu. Odwadnianie osadów - zasada procesu, urządzenia. Suszenie osadów - zasada procesu, urządzenia. Procesy spalania osadów ściekowych: piroliza, zgazowanie, spalanie całkowite. Urządzenia do spalania osadów ściekowych. Emisje zanieczyszczeń w procesach spalania osadów ściekowych. Produkcja wodoru. Flotacja wstępna jako źródło osadów przemysłowych do przetwarzania w biogaz i energię w układach oczyszczalni przemysłowych: układ technologiczny, bilanse osadów, przykłady z przemysłu przetwórstwa spożywczego (mleczarnie, cukrownie, przetwórstwo mięsne, odpady spożywcze). Procesy beztlenowe jako I stopień oczyszczania ścieków o wysokiej zwartości substancji organicznych, reaktory UASB, EGSB, reaktory WKF z pełnym wymieszaniem: parametry technologiczne, bilans energii. Technologia fermentacji ścieków z flotacją biogazową: układy technologiczne, zastosowania, bilans energii. Reaktory WKF z membranami ultrafiltracji – układy technologiczne, przykłady zastosowania, bilans energii. Aspekty ekonomiczne odzysku energii w oczyszczalni ścieków. Trendy rozwojowe.

Laboratorium (20 h):
Porównanie potencjału metanowego wybranych substratów.
Analiza możliwości zwiększenia efektywności procesu fermentacji metanowej w wyniku dezintegracji osadów nadmiernych.
Ocena podatności na odwadnianie przefermentowanych osadów ściekowych w porównaniu do podatności na odwadnianie osadu czynnego nadmiernego
Zapoznanie się z instalacją przemysłową odzysku energii oraz analiza przebiegu i efektywności procesu fermentacji/współfermentacji w wybranym obiekcie przemysłowym.

Projekt (30 h):
Zapoznanie się z układami technologicznymi oczyszczalni ścieków. Pozyskanie indywidualnych danych (kubatury urządzeń części biologicznej, wartości zapotrzebowania na tlen) z programu bazującego na wytycznej ATV-A-131 oraz ich interpretacja.
Zaprojektowanie osadnika wstępnego. Wyznaczenie jakości ścieków po ich wstępnym oczyszczeniu. Dobór układu napowietrzającego sprężonym powietrzem w komorze osadu czynnego wraz z doborem dmuchaw. Czynniki wpływające na stopień wykorzystania tlenu w instalacjach do napowietrzania
Opracowanie bilansu ilości powstających osadów ściekowych (sucha masa, uwodnienie i objętość). Zaprojektowanie urządzeń do zagęszczania osadów.
Zaprojektowanie układu do beztlenowej stabilizacji osadów. Obliczenia ilości powstającego biogazu i odzyskiwanej energii wraz z doborem urządzeń.
Zaprojektowanie układu do kofermentacji osadów ściekowych z wybranym substratem organicznym. Obliczenia ilości powstającego biogazu i odzyskiwanej energii.
Ocena możliwości odzysku ciepła ze ścieków i instalacji sprężonego powietrza.
Wykonanie bilansu energetycznego oraz analizy ekonomicznej zaprojektowanego układu technologicznego.
Obliczenie układu do odwadniania, suszenia i spalania osadów wraz z bilansem energii termicznej.

**Metody oceny:**

Egzamin; Ocena ciągła pracy bieżącej na zajęciach projektowych; Dwa kolokwia w ciągu semestru z zajęć projektowych; Zadania projektowe przygotowywane w zespołach ; Prezentacja zadań projektowych wykonywana w zespołach; Ocena ciągła pracy bieżącej na zajęciach laboratoryjnych; Sprawdziany pisemne przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych; Kolokwium końcowe z zajęć laboratoryjnych; Raporty z zajęć laboratoryjnych wykonywane w zespołach; Prezentacja z zajęć laboratoryjnych wykonywana w zespołach.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

-

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Zna w pogłębionym stopniu metody/technologie odzysku energii w oczyszczalni ścieków oparte na biologicznych procesach konwersji biomasy wtórnej, z uwzględnieniem wymagań aparaturowych oraz uwarunkowań środowiskowych i ekonomicznych.

Weryfikacja:

Egzamin; Dwa kolokwia w ciągu semestru z zajęć projektowych; Zadania projektowe przygotowywane w zespołach ; Prezentacja zadań projektowych wykonywana w zespołach; Sprawdziany pisemne przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych; Kolokwium końcowe z zajęć laboratoryjnych; Raporty z zajęć laboratoryjnych wykonywane w zespołach; Prezentacja z zajęć laboratoryjnych wykonywana w zespołach.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2\_W02 , B2\_W04 , B2\_W06 , B2\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG, II.T.P7S\_WG, III.P7S\_WG.o, III.P7S\_WK.o

**Charakterystyka W02:**

Zna w pogłębionym stopniu metody/technologie odzysku energii w oczyszczalni ścieków oparte na fizycznych i chemicznych procesach konwersji biomasy wtórnej, z uwzględnieniem wymagań aparaturowych oraz uwarunkowań środowiskowych i ekonomicznych.

Weryfikacja:

Egzamin; Dwa kolokwia w ciągu semestru z zajęć projektowych; Zadania projektowe przygotowywane w zespołach ; Prezentacja zadań projektowych wykonywana w zespołach

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2\_W03 , B2\_W04 , B2\_W06 , B2\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P7S\_WG.o, I.P7S\_WG, II.T.P7S\_WG, III.P7S\_WK.o

**Charakterystyka W03:**

Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie projektowania procesów odzysku energii w oczyszczalni ścieków.

Weryfikacja:

Egzamin; Dwa kolokwia w ciągu semestru z zajęć projektowych; Trzy zespołowe projekty; Prezentacja z zajęć projektowych wykonywana w zespołach

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2\_W02 , B2\_W03 , B2\_W04 , B2\_W06 , B2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG, II.T.P7S\_WG, III.P7S\_WG.o

**Charakterystyka W04:**

Ma wiedzę o trendach rozwojowych z zakresu odzysku energii w oczyszczalni ścieków

Weryfikacja:

Egzamin; Prezentacja z zajęć projektowych wykonywana w zespołach; Prezentacja z zajęć laboratoryjnych wykonywana w zespołach

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG, II.T.P7S\_WG, III.P7S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Potrafi przygotować specyfikację projektową systemu odzysku energii w oczyszczali ścieków oraz zgodnie z zadaną specyfikacją zaprojektować taki system i porównać go z innymi rozwiązaniami, wskazując jego zalety i ograniczenia oraz możliwości jego ulepszenia.

Weryfikacja:

Ocena ciągła pracy bieżącej na zajęciach projektowych; Dwa kolokwia w ciągu semestru z zajęć projektowych; Trzy zespołowe projekty; Prezentacja z zajęć projektowych wykonywana w zespołach

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2\_U09 , B2\_U10 , B2\_U11 , B2\_U13 , B2\_U14 , B2\_U01 , B2\_U02 , B2\_U03 , B2\_U06 , B2\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, II.T.P7S\_UW.4, III.P7S\_UW.4.o, I.P7S\_UK, I.P7S\_UO, I.P7S\_UU, II.T.P7S\_UW.1, II.T.P7S\_UW.2, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.2.o, II.T.P7S\_UW.3, III.P7S\_UW.3.o

**Charakterystyka U02:**

Potrafi zaplanować i przeprowadzić eksperymenty mające na celu analizę procesu wykorzystywanego do odzysku energii w oczyszczalni ścieków lub/i weryfikację sformułowanej samodzielnie hipotezy badawczej w przedmiotowym zakresie, przeprowadzić interpretację uzyskanych wyników i na ich podstawie wyciągnąć wnioski, przedyskutować i zaprezentować uzyskane rezultaty.

Weryfikacja:

Ocena ciągła pracy bieżącej na zajęciach laboratoryjnych; Sprawdziany pisemne przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych; Kolokwium końcowe z zajęć laboratoryjnych; Raporty z zajęć laboratoryjnych wykonywane w zespołach; Prezentacja z zajęć laboratoryjnych wykonywana w zespołach.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2\_U07, B2\_U10 , B2\_U11 , B2\_U13 , B2\_U14 , B2\_U01 , B2\_U02 , B2\_U03 , B2\_U04 , B2\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** II.T.P7S\_UW.2, III.P7S\_UW.2.o, I.P7S\_UK, I.P7S\_UO, I.P7S\_UU, I.P7S\_UW, II.T.P7S\_UW.1, III.P7S\_UW.1.o

**Charakterystyka U03:**

Potrafi dokonać krytycznej analizy istniejących rozwiązań technicznych w obszarze odzysku energii w oczyszczalni ścieków, uwzględniając przy tym aspekty techniczne, ekonomiczne i społeczne oraz zastosować podejście systemowe w celu dobrania rozwiązania dla danego obiektu.

Weryfikacja:

Egzamin; Dwa kolokwia w ciągu semestru z zajęć projektowych; Trzy zespołowe projekty; Prezentacja z zajęć projektowych wykonywana w zespołach; Kolokwium końcowe z zajęć laboratoryjnych; Raporty z zajęć laboratoryjnych wykonywane w zespołach; Prezentacja z zajęć laboratoryjnych wykonywana w zespołach.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2\_U08, B2\_U10 , B2\_U11 , B2\_U13 , B2\_U14 , B2\_U01 , B2\_U02 , B2\_U03 , B2\_U06 , B2\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** II.T.P7S\_UW.3, III.P7S\_UW.3.o, I.P7S\_UK, I.P7S\_UO, I.P7S\_UU, I.P7S\_UW, II.T.P7S\_UW.1, II.T.P7S\_UW.2, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.2.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Potrafi pracować zespołowo realizując określone wydzielone z całości zadanie projektowe, technologiczne i analityczne, rozumiejąc jego wagę.

Weryfikacja:

Ocena ciągła pracy bieżącej na zajęciach projektowych; Trzy zespołowe projekty; Prezentacja z zajęć projektowych wykonywana w zespołach; Ocena ciągła pracy bieżącej na zajęciach laboratoryjnych; Raporty z zajęć laboratoryjnych wykonywane w zespołach; Prezentacja z zajęć laboratoryjnych wykonywana w zespołach.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2\_K01 , B2\_K02 , B2\_K05 , B2\_K06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KK, I.P7S\_KO, I.P7S\_KR

**Charakterystyka K02:**

Potrafi pracować samodzielnie rozwiązując określone zadanie technologiczne lub projektowe, pogłębiając w razie potrzeby swoją wiedzę w literaturze przedmiotu, a w przypadku trudności w rozwiązaniu problemu zasięgając opinii ekspertów.

Weryfikacja:

Ocena ciągła pracy bieżącej na zajęciach projektowych; Trzy zespołowe projekty; Prezentacja z zajęć projektowych wykonywana w zespołach; Ocena ciągła pracy bieżącej na zajęciach laboratoryjnych; Raporty z zajęć laboratoryjnych wykonywane w zespołach; Prezentacja z zajęć laboratoryjnych wykonywana w zespołach.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2\_K01 , B2\_K02 , B2\_K05 , B2\_K06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KK, I.P7S\_KO, I.P7S\_KR

**Charakterystyka K03:**

Jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy, mając na uwadze dobro społeczne oraz edukację ekologiczną społeczeństwa.

Weryfikacja:

Ocena ciągła pracy bieżącej na zajęciach projektowych; Trzy zespołowe projekty; Prezentacja z zajęć projektowych wykonywana w zespołach; Ocena ciągła pracy bieżącej na zajęciach laboratoryjnych; Raporty z zajęć laboratoryjnych wykonywane w zespołach; Prezentacja z zajęć laboratoryjnych wykonywana w zespołach.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2\_K03 , B2\_K04 , B2\_K05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KO