

**Opis przedmiotów nowych i ze zmodyfikowanymi efektami uczenia się dla specjalności *Systemy Ciepłownicze i Gazownicze (SCiG)* prowadzonej na studiach drugiego stopnia o profilu ogólnoakademickim na kierunku Inżynieria Środowiska na Wydziale Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska w Politechnice Warszawskiej**

**Nazwa przedmiotu: Termodynamika przepływów, wymiana ciepła i masy**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS : 30h wykładów + 15h ćwiczeń audytoryjnych / 3 ECTS

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest zapoznanie Studentów z zagadnieniami termodynamiki i dynamiki przepływu płynu ściśliwego, w szczególności gazu ziemnego, a także hydrodynamiki, oraz wykształcenie umiejętności analizy jednowymiarowego przepływu płynu. Ponadto, celem przedmiotu jest zapoznanie Studentów z zagadnieniami wymiany ciepła i masy przy przepływie płynu ściśliwego i nieściśliwego w przewodach pod ciśnieniem.

Treści kształcenia

Model gazu rzeczywistego. Równania stanu gazu rzeczywistego. Wyznaczanie funkcji stanu w oparciu o równania stanu. Efekt Joule'a-Thomsona. Analiza Eulera. Izentropowy, ustalony przepływ gazu w dyszach. Prostopadła fala uderzeniowa. Przepływy w przewodach o stałym przekroju z uwzględnieniem tarcia. Przepływy w przewodach o stałym przekroju z uwzględnieniem wymiany ciepła z otoczeniem. Nieustalony jednowymiarowy przepływ gazu przy przemianie izentropowej. Wymiana ciepła, jedno- i dwuwymiarowe przewodzenie ciepła w stanach ustalonych i nieustalonych. Transport masy, konwekcja, dyfuzja, transport międzyfazowy. Rodzaje warunków brzegowych w zagadnieniach wymiany ciepła i masy.

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W01	Posiada ugruntowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie dynamiki cieczy i gazów, termodynamiki.	IS_W04	Kolokwium pisemne
1	W02	Posiada rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z wymiany ciepła w zakresie sieci ciepłowniczych i gazowniczych.	IS_W09	Kolokwium pisemne
3	W02	Posiada szczegółową i podbudowaną teoretycznie wiedzę z dynamiki cieczy i gazów w zakresie przepływów w sieciach ciepłowniczych i gazowniczych.	IS_W10	Kolokwium pisemne

<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
4	<i>U01</i>	Potrafi opisać przebieg procesów fizycznych z wykorzystaniem praw termodynamiki i hydrodynamiki w zastosowaniu do procesów transportu ciepła i masy występujących w gazownictwie i ciepłownictwie.	<i>IS_U01</i>	Kolokwium pisemne
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
5	<i>K01</i>	Rozumie potrzebę ciągłego doształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych.	<i>IS_K01</i>	Samocena

**Nazwa przedmiotu: Modelowanie hydrauliczne sieci płynowych**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS : 30h wykładów + 15h zajęć projektowych / 3 ECTS

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

**Cel przedmiotu**

Celem przedmiotu jest zapoznanie Studentów z zagadnieniami modelowania przepływów płynu w przewodach pod ciśnieniem i w sieciach przewodów. W trakcie kursu omawiane będą modele matematyczne przepływu gazu i cieczy w stanach ustalonych i nieustalonych, modele izotermiczne i nieizotermiczne oraz zasady upraszczania struktur sieciowych na potrzeby obliczeniowe.

**Treści kształcenia**

Model matematyczny przepływu gazu i cieczy w stanie ustalonym. Opory przepływu miejscowe i liniowe. Obliczanie przepływu w rurociągach nachylonych. Zasady upraszczania struktury sieci. Model matematyczny przepływu gazu i cieczy w stanie nieustalonym. Zasady identyfikacji współczynników równań opisujących nieustalony przepływ płynu. Analiza energetyczna i egzergetyczna transportu rurociągowego. Modele cieplne rurociągów, wyznaczanie pól temperatury w otoczeniu rurociągu. Modelowanie strat ciepła w przewodach sieci ciepłowniczych.

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W01	Posiada ugruntowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie hydrauliki, w tym z zakresu modeli matematycznych przepływu płynu w rurociągu oraz innych podstawowych zjawisk cieplno-przepływowych związanych z procesem transportu rurociągowego.	IS_W04	egzamin pisemny
2	W02	Posiada szczegółową, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu modelowania sieci ciepłowniczych i gazowych.	IS_W12	egzamin pisemny
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
3	U01	Potrafi samodzielnie i z wykorzystaniem oprogramowania modelować układy sieci ciepłowniczych i gazowych.	IS_U04	projekt
4	U02	Potrafi wykonać i przedstawić w formie pisemnej i prezentacji ustnej projekt z zakresu hydrauliki sieci płynowych.	IS_U013	projekt
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
5	K01	Rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych.	IS_K01	samoocena

**Nazwa przedmiotu: Metody numeryczne**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS : 30h wykładów + 15h ćwiczeń audytoryjnych + 15h zajęć komputerowych / 4 ECTS

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

**Cel przedmiotu**

Znajomość wybranych metod numerycznych niezbędnych do modelowania procesów ciepło-przepływowych w sieciach płynowych, w tym metod algebry liniowej oraz metod całkowania równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych. Umiejętność ich zastosowania w modelowaniu wybranych zagadnień inżynierskich przy wykorzystaniu komercyjnego pakietu numerycznego (Matlab).

**Treści kształcenia**

Wybrane zagadnienia rachunku wektorowego i macierzowego. Numeryczne metody rozwiązywania równań nieliniowych oraz układów równań nieliniowych. Przegląd metod rozwiązania układów liniowych równań algebraicznych. Rzadkie macierze i sposoby ich zapisu. Numeryczne metody aproksymacji i interpolacji. Metody dyskretyzacji obszaru geometrycznego. Numeryczne metody całkowania i różniczkowania. Metody rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych. Metody rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych. Metody różnic skończonych i metody objętości skończonych. Analiza dokładności modelu numerycznego – zgodność, stabilność, zbieżność, ocena dokładności na siatkach o różnych gęstościach.

**Efekty uczenia się dla przedmiotu:**

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W01	Posiada rozszerzoną i ugruntowaną wiedzę z matematyki, w tym algebry liniowej, rachunku różniczkowego i całkowego, która pozwala na swobodne jej wykorzystywanie w rozwiązywaniu problemów symulacji i optymalizacji sieci płynowych oraz optymalizacji układów energetycznych.	IS_W01	Egzamin pisemny
2	W02	Posiada rozszerzoną, uporządkowaną wiedzę w zakresie wykorzystania metod numerycznych do modelowania procesów ciepło-przepływowych w sieciach płynowych i w układach energetycznych .	IS_W03	Egzamin pisemny
3	W03	Ma szczegółową i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metod matematycznych stosowanych w inżynierii ciepłownictwa i gazownictwa.	IS_W11	Egzamin pisemny

<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
4	<i>U01</i>	Potrafi samodzielnie formułować i rozwiązywać zadania obliczeniowe związane z transportem w sieciach płynowych oraz konwersją i magazynowaniem energii w układach energetycznych.	<i>IS_U04</i>	kolokwium pisemne Sprawozdanie /Raport pisemny
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
5	<i>K01</i>	Rozumie potrzebę ciągłego doształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych.	<i>IS_K01</i>	ocena aktywności podczas zajęć, samoocena

**Nazwa przedmiotu: Metody prognozowania**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS: Wykład 30 godz., Zajęcia projektowe: 15 godz., ECTS 3.

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest przekazanie podstawowej wiedzy z zakresu prognozowania, ze szczególnym uwzględnieniem prognozowania zapotrzebowania na media energetyczne.

Treści kształcenia:

Pojęcia wstępne: czym jest prognozowanie, szereg czasowy, kilka prostych metod prognozowania. proste przekształcenia matematyczne stabilizacji wariancji, metody oceny jakości modeli prognozowania. Składniki szeregu czasowego. Dekompozycja szeregu czasowego. Metoda średniej ruchomej (ważonej). Dekompozycja klasyczna. Wygładzanie metody szeregów czasowych. Prosty model wygładzania wykładniczego Browna. Model liniowy Holta. Metoda Holta-Wintersa (metoda addytywna i multiplikatywna). Modelowanie stochastyczne: Metoda Boxa-Jenkinsa, ARMA/ARIMA. Sprawdzanie stacjonarności i różnicowanie. Test Dickeya-Fullera, Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin. Operator przesunięcia. Parametr redundancji, przyczynowości i odwracalności. Oszacowanie i struktura modelu  $p$  i  $q$ . Estymatory największej wiarygodności (MLE). Kryterium Akaike'a, Schwarza oraz Hannana – Quinn. Procedura modelowania. Filtr Kalmana do szacowania i prognozowania. Specjalizowane narzędzia do analiz statystycznych (Matlab - Statistical Toolbox, R).

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W_01	Posiada rozszerzoną i ugruntowaną wiedzę z zakresu prognozowania i stosowanych w nim algorytmów.	IS_W01	kolokwium pisemne/ projekt
2	W_02	Posiada rozszerzoną, uporządkowaną wiedzę w zakresie języków programowania do prognozowania zużycia energii i zasobów naturalnych lub emisji zanieczyszczeń w ciepłownictwie i w gazownictwie lub wskaźników zapotrzebowania i zużycia wody.	IS_W03	kolokwium pisemne/ projekt
3	W_03	Ma szczegółową i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metod prognozowania stosowanych w inżynierii środowiska.	IS_W11	kolokwium pisemne/ projekt

<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
4	<i>U_01</i>	Potrafi samodzielnie z wykorzystaniem programów wspomagających prognozować zużycie energii, zasobów naturalnych i emisji zanieczyszczeń w ciepłownictwie i w gazownictwie lub prognozować wskaźniki zapotrzebowania i zużycia wody.	<i>IS_U04</i>	kolokwium pisemne/ projekt
5	<i>U_02</i>	Posiada umiejętności samodzielnej analizy algorytmów prognozy i niezbędnych danych wejściowych oraz wykorzystywania ich w zależności od charakteru zmian procesu prognozowanego.	<i>IS_U10</i>	kolokwium pisemne/ projekt
6	<i>U_03</i>	Potrafi wykonać i przedstawić w formie pisemnej i prezentacji ustnej projekt z zakresu prognozowania zapotrzebowania na medium sieciowe.	<i>IS_U013</i>	projekt
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
7	<i>K_01</i>	Rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych.	<i>IS_K01</i>	kolokwium pisemne/ projekt
8	<i>K_02</i>	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.	<i>IS_K05</i>	kolokwium pisemne/ projekt

**Nazwa przedmiotu: Metody optymalizacji**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS : 30h wykładów + 15h ćwiczeń audytoryjnych / 3 ECTS

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

Cel przedmiotu

Przekazanie teoretycznej oraz praktycznej wiedzy z zakresu programowania liniowego oraz optymalizacji nieliniowej. Przedstawienie zasad formułowania zadań optymalizacji z ograniczeniami.

Treści kształcenia

Podstawowe pojęcia z zakresu funkcji wielu zmiennych. Programowanie liniowe, metoda simpleks, metoda simpleksu dwufazowego, zrewidowana metoda simpleks. Zagadnienie dualne. Metody programowania całkowitoliczbowego i mieszanego. Podstawowe wiadomości o funkcjach i zbiorach wypukłych. Optymalizacja nieliniowa. Warunki konieczne i dostateczne optymalności, funkcja Lagrange'a, twierdzenie Kuhn-Tuckera. Poszukiwanie ekstremum funkcji wielu zmiennych bez ograniczeń, metody bezgradientowe, przykłady metod gradientowych, gradientów sprzężonych oraz metod wyższego rzędu. Optymalizacja z ograniczeniami. Metoda funkcji kary, metoda Rosena.

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W01	Posiada rozszerzoną i ugruntowaną wiedzę z matematyki w zakresie programowania liniowego i optymalizacji nieliniowej, która pozwala na swobodne jej wykorzystywanie w rozwiązywaniu problemów optymalizacji sieci plynowych oraz układów energetycznych.	IS_W01	kolokwium pisemne
2	W02	Ma szczegółową i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metod optymalizacji stosowanych w ciepłownictwie i gazownictwie.	IS_W11	kolokwium pisemne
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
3	U01	Potrafi wybrać i wykorzystać metody optymalizacji do analizy rozwiązań technologicznych z zakresu ciepłownictwa lub gazownictwa, potrafi dobrać i zastosować informację właściwą do rozwiązania praktycznych problemów optymalizacji.	IS_U11	egzamin pisemny, kolokwium pisemne



<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
4	<i>K01</i>	Rozumie potrzebę ciągłego doształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych.	<i>IS_K01</i>	samoocena, ocena aktywności podczas zajęć
5	<i>K02</i>	Potrafi myśleć w sposób przedsiębiorczy.	<i>IS_K05</i>	samoocena, ocena aktywności podczas zajęć

**Nazwa przedmiotu: Programowanie**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS: 15h wykład + 45h zajęcia komputerowe / 4 ECTS

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

Cel przedmiotu

Zapoznanie ze środowiskiem Matlab oraz wybranym językiem programowania do wykorzystania w celach naukowych, badawczych oraz w życiu codziennym.

Treści kształcenia

Wprowadzenie do programowania. Języki programowania i kompilatory. Algorytmy i schematy blokowe do opisu zjawiska lub problemu. Praca z kompilatorem, omówienie podstawowych funkcjonalności. Podstawy poprawnego formatowania kodu i wykorzystanie komentarzy. Typy i struktury danych, stałe, zmienne, operatory, podstawowe operacje arytmetyczne i logiczne. Instrukcje warunkowe i pętle. Tworzenie aplikacji konsolowych i prostych programów obliczeniowych. Komponenty wizualne i ich wykorzystanie w aplikacji.

Programowanie obiektowe. Rozbudowywanie aplikacji i podział na moduły. Testowanie programów, wyjątki, wyszukiwanie błędów. Środowisko Matlab do obliczeń inżynierskich. Wykorzystanie gotowych bibliotek i skryptów do obliczeń numerycznych. Graficzna prezentacja wyników na wykresach.

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W_01	Posiada rozszerzoną, uporządkowaną wiedzę w zakresie języków programowania.	IS_W03	kolokwium pisemne/ projekt
2	W_02	Posiada szczegółową wiedzę o funkcjonalności środowiska Matlab oraz możliwości tworzenia własnych aplikacji obliczeniowych przy doborze i eksploatacji urządzeń technologicznych i regulacyjnych w sieciach ciepłowniczych i gazowniczych	IS_W13	kolokwium pisemne/ projekt
<b>UMIĘJĘTNOŚCI</b>				
3	U_01	Potrafi samodzielnie tworzyć aplikację obliczeniową na potrzeby rozwiązania konkretnego problemu inżynierskiego.	IS_U04	kolokwium pisemne/ projekt
4	U_02	Potrafi czytać dokumentację techniczną kompilatora lub oprogramowania (także w języku obcym) na potrzeby tworzenia lub rozbudowy własnej aplikacji.	IS_U15	kolokwium pisemne/ projekt

<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
5	<i>K_01</i>	Rozumie potrzebę ciągłego doszkalania się i podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych.	<i>IS_K01</i>	kolokwium pisemne/ projekt
6	<i>K_02</i>	Ma świadomość potrzeby przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa w tym praw autorskich.	<i>IS_K03</i>	kolokwium pisemne/ projekt

**Nazwa przedmiotu: Symulacja sieci plynowych**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS: 30h wykład + 30h zajęcia komputerowe / 4 ECTS

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest przedstawienie metod symulacji sieci plynowych w stanach ustalonych i nieustalonych oraz ich praktycznego zastosowania.

Treści kształcenia

Metody symulacji sieci plynowych w stanach ustalonych: metody oczkowe i węzłowe, sformułowanie skalarne i macierzowo-wektorowe. Metody symulacji sieci gazowych w stanach nieustalonych: metoda różnic skończonych i metoda objętości skończonych, metody jawne i niejawne rozwiązywania parabolicznych i hiperbolicznych modeli przepływu w prostym odcinku gazociągu i w sieci. Metody symulacji sieci ciepłowniczych w stanach nieustalonych. Kalibracja modelu przepływu na potrzeby symulacji sieci. Pozyskiwanie danych na potrzeby symulacji. Monitorowanie ruchu sieci na podstawie danych archiwalnych oraz rzeczywistych. Symulacja na potrzeby prognozowania i rozbudowy sieci. Symulacja stanów awaryjnych. Symulacja na potrzeby detekcji i lokalizacji nieszczelności. Symulacja na potrzeby śledzenia jakości gazu w sieci. Obliczenia hydrauliczne sieci ciepłowniczych z uwzględnieniem ciśnienia dyspozycyjnego w sieci. Obliczenia strat ciepła w sieciach ciepłowniczych i zysków ciepła w sieciach chłodu. Współpraca z systemami SCADA oraz GIS. Praca z aplikacjami do symulacji sieci plynowych.

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W_01	Posiada rozszerzoną, uporządkowaną wiedzę w z zakresu metod symulacji sieci plynowych, wykorzystania przestrzennych baz danych i pakietów GIS odpowiednio do przechowywania i wizualizacji danych do symulacji.	IS_W03	egzamin pisemny/kolokwium pisemne/projekt
2	W_03	Posiada szczegółową, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu modelowania, modernizacji i eksploatacji sieci ciepłowniczych i gazowniczych.	IS_W12	egzamin pisemny/kolokwium pisemne/projekt
3	W_02	Posiada szczegółową wiedzę o funkcjonalności pakietów oprogramowania do symulacji sieci przy doborze elementów systemów ciepłowniczych i gazowych i ich eksploatacji.	IS_W13	egzamin pisemny/kolokwium pisemne/projekt

<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
4	<i>U_02</i>	Potrafi samodzielnie z wykorzystaniem programów wspomagających, modelować układy sieci ciepłowniczych i gazowych.	<i>IS_U04</i>	egzamin pisemny/kolokwium pisemne/projekt
5	<i>U_01</i>	Potrafi przeprowadzić analizę i ocenę wyników symulacji komputerowych pozwalających badać procesy ciepłno-przepływowe w skali technicznej w ciepłownictwie i gazownictwie. Potrafi ocenić poprawność pomiaru w oparciu o wyniki symulacji.	<i>IS_U10</i>	egzamin pisemny/kolokwium pisemne/projekt
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
6	<i>K_01</i>	Rozumie potrzebę ciągłego doształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych.	<i>IS_K01</i>	egzamin pisemny/kolokwium pisemne/projekt
7	<i>K_02</i>	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.	<i>IS_K05</i>	egzamin pisemny/kolokwium pisemne/projekt

**Nazwa przedmiotu: Optymalizacja systemów ciepłowniczych i gazowniczych**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS : 15h wykładów + 15h zajęć projektowych / 2 ECTS

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest zapoznanie Studentów z praktycznymi aspektami optymalizacji systemów ciepłowniczych i gazowniczych.

Treści kształcenia

Formułowanie zadań optymalizacji dla wybranych praktycznych problemów: optymalizacja struktury sieci, optymalny dobór średnic przewodów, optymalny rozdział obciążenia źródeł. Problemy minimalizacji kosztów eksploatacji, minimalizacji strat gazu. Zadania maksymalizacji przepustowości sieci. Algorytmy obliczeniowe optymalizacji wielokryterialnej. Optymalizacja dwukryterialna systemu przesyłu gazu.

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W01	Posiada rozszerzoną i podbudowaną teoretycznie wiedzę dotyczącą algorytmów optymalizacji systemów ciepłowniczych i gazowniczych na potrzeby projektowania systemów i sterowania procesami w systemach, w tym prowadzenia ruchu sieci oraz współpracy źródeł z siecią.	IS_W08	Egzamin pisemny
<b>UMIĘTNOŚCI</b>				
2	U01	Potrafi obliczyć optymalne parametry eksploatacyjne urządzeń sieci ciepłych i sieci gazowych.	IS_U08	Projekt
3	U02	Umie przeanalizować i ocenić wpływ wybranych parametrów procesu na jego efektywność energetyczną oraz ekonomiczną w trakcie eksploatacji systemów ciepłowniczych i gazowniczych.	IS_U12	Projekt
4	U03	Potrafi wykonać i przedstawić w formie pisemnej i prezentacji ustnej projekt z zakresu optymalizacji systemów ciepłowniczych i gazowniczych.	IS_U013	Projekt
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
5	K01	Rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych	IS_K01	Samooceana

**Nazwa przedmiotu: Obliczeniowa mechanika płynów**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS: Wykład 15 godz., Zajęcia komputerowe 30 godz., ECTS 3.

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

**Cel przedmiotu**

Celem przedmiotu jest wprowadzenie do obliczeniowej dynamiki płynów. Studenci nauczą się numerycznego rozwiązywania problemów modelowania przepływu płynów, poprzez opracowanie i przetestowanie własnych programów w Matlab oraz rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem oprogramowania Ansys Fluent.

**Treści kształcenia**

Wprowadzenie do arytmetyki zmiennoprzecinkowej. Sformułowanie zachowawcze i niezachowawcze układu równań zachowania. Metody numeryczne dla równań Eulera i Naviera-Stokesa. Warunki brzegowe i początkowe. Analiza stabilności, warunek CFL. Dyfuzja i dyspersja numeryczną. Metody różnic skończonych i metody objętości skończonej, schematy jawne/niejawne. Przepływy płynu ściśliwego ze schematami o wysokiej rozdzielczości (MUSCL, WENO) w przypadku występowania oscylacji lub nieciągłości. Teoria problemów Riemanna. Walidacja i weryfikacja modeli. Przepływy płynu nieściśliwego z wymianą ciepła z otoczeniem Uderzenie hydrauliczne. Ocena jakości wyników numerycznych i efektywności metod numerycznych dla podstawowych problemów obejmujących modelowanie przepływu płynów.

**Efekty uczenia się dla przedmiotu:**

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W_01	Posiada rozszerzoną, uporządkowaną wiedzę w zakresie wykorzystania metod numerycznych do modelowania procesów przepływowych. Zna podstawowe metody dyskretyzacji równań różniczkowych.	IS_W03	egzamin pisemny; projekt
2	W_02	Posiada szczegółową i podbudowaną teoretycznie wiedzę z mechaniki i dynamiki płynów w zakresie przepływów w sieciach cieplowniczych i gazowniczych.	IS_W10	egzamin pisemny; projekt
3	W_03	Posiada szczegółową wiedzę o funkcjonalności pakietów inżynierskiego oprogramowania CFD przy doborze i eksploatacji urządzeń technologicznych i regulacyjnych w sieciach cieplowniczych i gazowniczych.	IS_W13	egzamin pisemny; projekt

<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
4	<i>U_01</i>	Potrafi opisać przebieg procesów przepływowych z wykorzystaniem praw termodynamiki, transportu ciepła i masy oraz mechaniki płynów i hydrodynamiki w zastosowaniu do procesów występujących w ciepłownictwie i gazownictwie. Potrafi sformułować, zdyskretyzować i rozwiązać proste zagadnienie brzegowe dla równań zachowania opisujących ruch płynu.	<i>IS_U01</i>	egzamin pisemny; projekt
5	<i>U_02</i>	Potrafi, wykorzystując odpowiedni pakiet inżynierski, wykonać symulację prostego zagadnienia przepływowego a następnie krytycznie zinterpretować wyniki obliczeń.	<i>IS_U04</i>	egzamin pisemny; projekt
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
6	<i>K_01</i>	Rozumie potrzebę podnoszenia kompetencji zawodowych. Potrafi zidentyfikować i wyeliminować zagrożenia wynikające z błędnie przeprowadzonych symulacji komputerowych.	<i>IS_K01</i>	egzamin pisemny; projekt



**Nazwa przedmiotu: Projektowanie systemów ciepłowniczych**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS: Wykład 30 godz., Zajęcia projektowe 15 godz., ECTS 3.

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

**Cel przedmiotu**

Uzyskanie wiedzy i umiejętności w zakresie projektowania sieci ciepłowniczych w warunkach miejskich z uwzględnieniem kolizji z podziemną i naziemną infrastrukturą, aspektów wytrzymałościowych i ekonomicznych a także wpływu rozwiązań projektowych na późniejszą eksploatację. Uzyskanie niezbędnej wiedzy oraz umiejętności projektowych w zakresie rozwiązań technologicznych stosowanych w ciepłowniach, przepompowniach i węzłach cieplnych.

**Treści kształcenia**

Czytanie map do celów projektowych, projektowanie trasy sieci podziemnej w warunkach miejskich i rozwiązywanie kolizji z inną infrastrukturą. Omówienie typoszeregu elementów preizolowanych i wybór odpowiednich rozwiązań dla wybranego problemu projektowego. Omówienie rozwiązań projektowych dla sieci ciepłowniczych giętkich, wysokoparametrowych. Bezwykopowe metody układania rurociągów. Analiza wytrzymałościowa sieci ciepłowniczych w projektach klasy A, B i C. Projektowanie systemów alarmowych. Projekt budowlany oraz wykonawczy – zawartość i potrzebne uzgodnienia.

**Efekty uczenia się dla przedmiotu:**

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W_01	Posiada rozszerzoną, uporządkowaną wiedzę z grafiki inżynierskiej z wykorzystaniem podkładów mapowych klasycznych i numerycznych do potrzeb projektowania obiektów budowlanych, urządzeń i sieci ciepłowniczych.	IS_W02	kolokwium pisemne; projekt
2	W_02	Posiada rozszerzoną i podbudowaną teoretycznie wiedzę dotyczącą analizy wytrzymałościowej podstawowych konstrukcji mechanicznych w zakresie urządzeń i sieci ciepłowniczych.	IS_W08	kolokwium pisemne; projekt
3	W_03	Posiada szczegółową, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu projektowania, sieci i obiektów systemu ciepłowniczego.	IS_W012	kolokwium pisemne; projekt
4	W_04	Zna właściwości fizyczne, mechaniczne i eksploatacyjne materiałów stosowanych w urządzeniach i sieciach ciepłowniczych.	IS_W019	kolokwium pisemne; projekt

<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
5	<i>U_01</i>	Potrafi przeprowadzić analizę porównawczą w celu doboru urządzeń stosowanych w ciepłownictwie.	<i>IS_U05</i>	projekt
6	<i>U_02</i>	Potrafi przeanalizować i wykorzystać rolę procesów fizycznych i chemicznych w projektowaniu systemów ciepłowniczych.	<i>IS_U17</i>	projekt
7	<i>U_03</i>	Potrafi samodzielnie i w zespole projektować oraz oceniać elementy systemu ciepłowniczego na podstawie znajomości ich charakterystyk.	<i>IS_U18</i>	projekt
8	<i>U_04</i>	Potrafi samodzielnie i w zespole porównać, ocenić, wybrać i zastosować odpowiednie materiały na urządzenia i instalacje stosowane w ciepłownictwie.	<i>IS_U19</i>	projekt
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
9	<i>K_01</i>	Rozumie potrzebę ciągłego doszkalania się i podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych.	<i>IS_K01</i>	ocena aktywności podczas zajęć, samoocena
10	<i>K_02</i>	Ma świadomość wagi pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	<i>IS_K02</i>	samoocena

**Nazwa przedmiotu: Projektowanie systemów gazowniczych**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS : 30h wykładów + 15h zajęcia projektowe / 3 ECTS

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

**Cel przedmiotu**

Uzyskanie przez Studenta specjalistycznej wiedzy z zakresu projektowania obiektów technologicznych w systemach przesyłu i dystrybucji gazu ziemnego. Uzyskanie niezbędnej wiedzy w zakresie norm technicznych oraz dokumentów prawnych przy projektowaniu systemów gazowniczych. Nabycie umiejętności projektowych z zakresu stosowanych rozwiązań technologicznych w elementach systemu gazowniczego.

**Treści kształcenia**

Przedmiot obejmuje zasady projektowania gazociągów jako obiektów liniowych, stacji redukcji ciśnienia, stacji pomiarowych oraz tłoczni gazu. Omówione zostaną zasady projektowania gazociągów z różnych materiałów: stalowych, z tworzyw sztucznych oraz kompozytów. W zakres przekazanej wiedzy oraz uzyskanych podstawowych umiejętności projektowych wchodzi aspekty prawne oraz normatywne procesu projektowania sieci uzbrojenia terenu, na przykładzie sieci gazowych.

**Efekty uczenia się dla przedmiotu:**

L.p.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	Opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	Sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W01	Posiada rozszerzoną, uporządkowaną wiedzę z grafiki inżynierskiej z wykorzystaniem podkładów mapowych klasycznych i numerycznych do potrzeb projektowania obiektów budowlanych, urządzeń i sieci gazowych.	IS_W02	Kolokwium pisemne, projekt
2	W02	Posiada rozszerzoną i podbudowaną teoretycznie wiedzę dotyczącą analizy wytrzymałościowej podstawowych konstrukcji mechanicznych w zakresie urządzeń i sieci gazowych, w tym obliczeń wytrzymałościowych układów rurowych.	IS_W08	Kolokwium pisemne, projekt
3	W03	Posiada rozszerzoną i uporządkowaną wiedzę z zakresu projektowania sieci gazowych i obiektów technologicznych w systemach przesyłu i dystrybucji gazu.	IS_W12	
4	W04	Zna właściwości fizyczne, mechaniczne i eksploatacyjne materiałów stosowanych w urządzeniach i sieciach gazowych.	IS_W19	Kolokwium pisemne, projekt
<b>UMIĘJĘTNOŚCI</b>				
5	U01	Potrafi przeprowadzić analizę porównawczą w celu doboru urządzeń stosowanych w gazownictwie.	IS_U05	projekt

6	U02	Potrafi przeanalizować i wykorzystać rolę procesów fizycznych i chemicznych w projektowaniu systemów gazowniczych.	IS_U17	projekt
7	U03	Potrafi samodzielnie i w zespole projektować oraz analizować działanie obiektów technologicznych w systemach przesyłu i dystrybucji gazu na podstawie znajomości ich charakterystyk.	IS_U18	projekt
8	U04	Potrafi samodzielnie i w zespole porównać, ocenić, wybrać i zastosować odpowiednie materiały na urządzenia i instalacje stosowane w gazownictwie.	IS_U19	projekt
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
9	K01	Rozumie potrzebę ciągłego doszkalania się oraz podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych z uwagi na konieczność porównania różnych rozwiązań technicznych, zmieniających się pod względem założeń funkcjonalnych oraz postępu technicznego.	IS_K01	ocena aktywności podczas zajęć, samoocena
10	K02	Ma świadomość wagi pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	IS_K02	samoocena

**Nazwa przedmiotu: Techniki pomiarowe**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS: Wykład 30 godz., Laboratoria 15 godz., ECTS 4.

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

**Cel przedmiotu**

Nabycie przez Studentów umiejętności oceny właściwości metrologicznych przyrządów pomiarowych, doboru technik pomiarowych, w szczególności zapoznanie z zasadami doboru przetworników do pomiaru przepływu gazów i cieczy.

**Treści kształcenia**

Pomiary przepływów gazów i cieczy – informacje wstępne, charakterystyczne właściwości przepływomierzy, ograniczenia przy wyborze przepływomierza, ekonomiczne aspekty wyboru przepływomierza. Przepływomierze manometryczne. Przepływomierze tachometryczne. Inne przepływomierze (m.in. ultradźwiękowe, wirowe, Coriolisa, elektromagnetyczne). Przetworniki ciśnienia i temperatury. Systemy opomiarowania gazu i ciepła, układy pomiarowe, korekcja objętości, pomiary kaloryczności i składu gazu. Systemy zdalnego odczytu. Urządzenia do transmisji danych pomiarowych. Inteligentne układy pomiarowo-rozliczeniowe, Kalibracja i wzorcowanie przepływomierzy, wzorce pierwotne i użytkowe, stanowiska do wzorcowania. Badania przetworników pomiarowych. Badania korektorów objętości gazu. Wyznaczanie charakterystyki metrologicznej gazomierza na stanowisku do sprawdzania gazomierzy z wykorzystaniem gazomierzy turbinowych i dysz o przepływie krytycznym jako wzorców.

**Efekty uczenia się dla przedmiotu:**

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W_01	Posiada rozszerzoną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu metrologii przepływów, nowoczesnych technik stosowanych do pomiarów zużycia gazu i ciepła.	IS_W05	egzamin pisemny; sprawozdanie /raport pisemny
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
2	U_01	Potrafi dobrać układy pomiarowe i przeprowadzić pomiar parametrów charakteryzujących procesy cieplno-przepływowe w ciepłownictwie lub gazownictwie. Potrafi wykonać sprawdzenie i kalibrację przepływomierza, określić jego krzywą błędów i wyznaczyć niepewność wyników pomiaru.	IS_U10	egzamin pisemny; sprawozdanie /raport pisemny
3	U_02	Potrafi wykonać i przedstawić w formie pisemnej wynik procesu sprawdzania gazomierza na stanowisku pomiarowym.	IS_U13	sprawozdanie /raport pisemny

<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
4	<i>K_01</i>	Rozumie potrzebę ciągłego doształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych.	<i>IS_K01</i>	samoocena
5	<i>K_02</i>	Potrafi pracować indywidualnie i w grupie, wykonać sprawozdanie/raport pisemny z przeprowadzonych pomiarów.	<i>IS_K04</i>	sprawozdanie /raport pisemny

**Nazwa przedmiotu: Maszyny przepływowe w systemach ciepłowniczych i gazowniczych**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS : 15h wykładów / 1 ECTS

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

Cel przedmiotu

Przekazanie teoretycznej i praktycznej wiedzy z zakresu pomp, sprężarek tłokowych, sprężarek przepływowych i ich napędów, w tym silników tłokowych i turbin gazowych. Zapoznanie Studentów z ich parametrami eksploatacyjnych oraz zasadami współpracy pompowni i tłoczni odpowiednio z sieciami ciepłowniczymi i gazowymi.

Treści kształcenia

Termodynamika procesów sprężania. Tłokowe sprężarki wielostopniowe. Tłokowe sprężarki chłodzone powietrzem, wodą, sprężarki rotacyjne. Charakterystyki sprężarek przepływowych - granica statecznej pracy. Silniki tłokowe. Systematyka turbin gazowych i ich charakterystyki. Współpraca turbiny i sprężarki. Współpraca sprężarek z gazociągami. Układy technologiczne tłoczni gazu. Pompy i układy pompowe. Współpraca pomp z siecią przewodów. Układy technologiczne pompowni sieciowej wody ciepłowniczej.

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W01	Posiada szczegółową, podbudowaną teoretycznie wiedzę z mechaniki i dynamiki płynów w zakresie przepływów w sieciach ciepłowniczych i gazowniczych.	IS_W10	kolokwium pisemne
2	W02	Zna i rozumie aktualne kierunki rozwoju i modernizacji w zakresie systemów ciepłowniczych i gazowniczych związane ze zrównoważonym wykorzystaniem środowiska i walką z zagrożeniami cywilizacyjnymi.	IS_W15	kolokwium pisemne
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
3	U01	Potrafi przeprowadzić analizę porównawczą w celu doboru urządzeń stosowanych w ciepłownictwie i gazownictwie.	IS_U05	kolokwium pisemne
4	U03	Umie przeanalizować wpływ wybranych parametrów procesu na jego efektywność energetyczną w trakcie eksploatacji systemów ciepłowniczych i gazowniczych.	IS_U12	kolokwium pisemne
<b>KOMPETENCJE PERSONALNE I SPOŁECZNE</b>				
5	K01	Rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych.	IS_K01	samoocena

6	K03	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.	IS_K05	samoocena
---	-----	--	--------	-----------



**Nazwa przedmiotu: Technika regulacji i sterowania**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS: Wykład 15 godz., Zajęcia komputerowe 30 godz., ECTS 3.

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

**Cel przedmiotu**

Celem przedmiotu jest dostarczenie podstawowej wiedzy w zakresie układów automatycznej regulacji (UAR). Przedstawione zostaną również podstawowe struktury algorytmów sterowania procesami technologicznymi w ciepłownictwie i gazownictwie.

**Treści kształcenia**

Analiza UAR za pomocą metod operatorowych. Przekształcenie Laplace'a i Fouriera i ich praktyczne zastosowanie. Typowe elementy systemów dynamicznych i ich opisy matematyczne. Charakterystyki amplitudowo-fazowe i logarytmiczne, charakterystyki amplitudowo-fazowe liniowych układów ciągłych. Kryteria oceny stabilności UAR. Symulacja UAR w środowisku Matlab/Simulink. Zagadnienie jakości regulacji i jej poprawa poprzez wprowadzanie członów korekcyjnych. Całkowe metody oceny jakości układów regulacji. Kaskadowe układy automatycznej. Obiekty sterowania procesów ciągłych. Struktury układów sterowania.

**Efekty uczenia się dla przedmiotu:**

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W_01	Posiada rozszerzoną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie zasad regulacji i sterowania procesami lub w zakresie zasad opisu właściwości dynamicznych procesów cieplno-przepływowych w ciepłownictwie i gazownictwie.	IS_W08	kolokwium pisemne; sprawozdanie/raport pisemny
2	W_02	Posiada rozszerzoną wiedzę w zakresie wpływu regulacji automatycznej na jakość i ekonomikę procesów w ciepłownictwie i gazownictwie.	IS_W14	kolokwium pisemne; sprawozdanie/raport pisemny
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
3	U_01	Potrafi samodzielnie z wykorzystaniem programów wspomagających opracować odpowiednie struktury układów regulacji i przeprowadzić ich symulację.	IS_U04	kolokwium pisemne; sprawozdanie/raport pisemny
4	U_02	Potrafi samodzielnie zaprojektować układy automatycznej regulacji w zakresie transportu ciepła lub gazu, stosując właściwe narzędzia softwarowe.	IS_U07	kolokwium pisemne; sprawozdanie/raport pisemny

5	<i>U_03</i>	Potrafi dobrać elementy UAR i nastawy regulatorów w systemach ciepłowniczych i gazowniczych.	<i>IS_U10</i>	kolokwium pisemne; sprawozdanie/raport pisemny
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
6	<i>K_01</i>	Rozumie potrzebę podnoszenia kompetencji zawodowych. Potrafi zidentyfikować i wyeliminować zagrożenia wynikające z błędnie przeprowadzonych symulacji komputerowych.	<i>IS_K01</i>	samoocena

**Nazwa przedmiotu: Systemy dyspozytorskie**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS: Wykład 15 godz., Laboratorium 15 h, Zajęcia komputerowe 15 godz., ECTS 4.

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest przekazanie teoretycznej i praktycznej wiedzy dotyczącej systemów sterowania i archiwizacji danych SCADA stosowanych do zarządzania sieciami płynowymi.

Treści kształcenia

Funkcje systemów SCADA, ich architektura oraz rola w przedsiębiorstwie sieciowym. Elementy systemu SCADA. Rozwiązania sprzętowe w zakresie komputerów przemysłowych, sterowników programowalnych PLC, modułów I/O. Standardy komunikacyjne sieci przemysłowych. Systemy SCADA funkcjonujące na rynku przedsiębiorstw sieciowych. Kierunki rozwoju systemów SCADA.

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W_01	Posiada szczegółową wiedzę z zakresu systemów SCADA pozwalającą na określenie wymaganej funkcjonalności oraz dobór struktury systemu na potrzeby sterowanego obiektu w sieciach ciepłowniczych i gazowniczych.	IS_W13	kolokwium pisemne; sprawozdani e/raport pisemny
2	W_02	Posiada rozszerzoną wiedzę w zakresie wpływu systemów SCADA na jakość i efektywność ekonomiczną zarządzania systemami ciepłowniczymi i gazowniczymi.	IS_W14	kolokwium pisemne; sprawozdani e/raport pisemny
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
3	U_01	Potrafi samodzielnie z wykorzystaniem programów wspomagających określić odpowiednią strukturę systemu SCADA na potrzeby sterowanego obiektu.	IS_U04	kolokwium pisemne; sprawozdani e/raport pisemny
4	U_03	Potrafi dobrać elementy systemu SCADA na potrzeby systemów ciepłowniczych i gazowniczych.	IS_U10	kolokwium pisemne; sprawozdani e/raport pisemny

<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
5	<i>K_01</i>	Rozumie potrzebę podnoszenia kompetencji zawodowych. Potrafi zidentyfikować i wyeliminować zagrożenia wynikające z błędnie przeprowadzonych symulacji komputerowych.	<i>IS_K01</i>	samoocena

**Nazwa przedmiotu: Zarządzanie systemami ciepłowniczymi i gazowniczymi**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS : 30h wykładów / 2 ECTS

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

**Cel przedmiotu**

Przekazanie wiedzy teoretycznej i praktycznej z zakresu zarządzania systemami ciepłowniczymi i gazowniczymi, w tym zarządzania w warunkach obowiązywania zasady TPA. Zapoznanie Studentów z regułami prowadzenia ruchu i eksploatacji sieci ciepłowniczych i gazowniczych.

**Treści kształcenia**

Bilansowanie sieci ciepłowniczych, akumulacyjność sieci ciepłowniczej. Rozdział obciążeń pomiędzy źródła ciepła, analiza czasu transportu ciepła i opóźnienia transportowego, stosowanie regulacji jakościowej, ilościowej i mieszanej w systemie ciepłowniczym. Problemy eksploatacyjne sieci ciepłowniczych, rodzaje, przyczyny i następstwa awarii. Współpraca odnawialnych źródeł ciepła i zasobników ciepła z sieciami ciepłowniczymi. Zasady eksploatacji ciepłowni, pompowni i węzłów cieplnych. Bilansowanie systemu gazowniczego w jednostkach energii, akumulacyjność sieci transportu gazu, śledzenie jakości gazu w sieci. Instrukcje ruchu i eksploatacji sieci przesyłowych i dystrybucyjnych gazu, prognozy transportowe, reguły uzgadniania i korygowania nominacji oraz renominacji. Prowadzenie ruchu sieci dystrybucyjnych. Identyfikacja „wąskich gardeł” w sieciach. Wykrywanie i lokalizacja nieszczelności sieci. Zasady eksploatacji tłoczni gazu i stacji gazowych. Zasady eksploatacji gazociągów z różnych materiałów: stalowych, z tworzyw sztucznych oraz kompozytów.

**Efekty uczenia się dla przedmiotu:**

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W01	Posiada szczegółową, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu budowy, modernizacji i eksploatacji sieci ciepłowniczych i gazowych.	IS_W12	egzamin pisemny
2	W02	Posiada ugruntowaną wiedzę niezbędną do prowadzenia badań i analizy wytwarzania i przesyłu energii w systemach ciepłowniczych i gazowniczych.	IS_W20	egzamin pisemny
<b>UMIĘJĘTNOŚCI</b>				
3	U01	Umie przeanalizować i ocenić wpływ wybranych parametrów procesu na jego efektywność energetyczną, emisję zanieczyszczeń, szczególnie w trakcie eksploatacji systemów ciepłowniczych i gazowniczych.	IS_U12	egzamin pisemny
4	U02	Potrafi samodzielnie przeanalizować przebieg procesów fizycznych w systemach ciepłowniczych i gazowych.	IS_U16	egzamin pisemny

<b>KOMPETENCJE PERSONALNE I SPOŁECZNE</b>				
5	<i>K01</i>	Rozumie potrzebę ciągłego doształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych.	<i>IS_K01</i>	samoocena
6	<i>K02</i>	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy	<i>IS_K05</i>	samoocena

**Nazwa przedmiotu: GIS – Systemy informacji przestrzennej**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS: 15h wykład + 15h zajęcia komputerowe / 2 ECTS

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

**Cel przedmiotu**

Zapoznanie Studentów z elementami systemu informacji geograficznej, źródłami informacji przestrzennej, typami zbiorów danych w systemach GIS i sposobami transformowania danych.

**Treści kształcenia**

Modele danych przestrzennych (wektorowe, rastrowe). Rodzaje baz danych źródłowych i ich atrybuty. Posługiwanie się różnymi układami współrzędnych. Funkcje analizy przestrzennej. Zastosowanie GIS w ciepłownictwie i gazownictwie. Zasady tworzenia map numerycznych. Przetwarzanie danych cyfrowych.

Wykonywanie pomiarów i obliczeń na mapach cyfrowych. Agregacja i interpolacja danych. Sposoby wizualizacji wyników.

**Efekty uczenia się dla przedmiotu:**

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W_01	Posiada wiedzę z rachunku współrzędnych geodezyjnych na potrzeby posługiwania się mapami numerycznymi.	IS_W01	kolokwium pisemne/ projekt
2	W_02	Posiada wiedzę w zakresie analizy i modelowania przestrzennych baz danych z wykorzystaniem pakietów GIS.	IS_W03	kolokwium pisemne/ projekt
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
3	U_01	Potrafi przeprowadzić analizę i ocenę danych cyfrowych wraz z ich wizualizacją w odniesieniu do sieci płynowych.	IS_U10	kolokwium pisemne/ projekt
4	U_02	Potrafi przygotować dokumenty wymagane przy uwzględnianiu projektów z zakresu ciepłownictwa lub gazownictwa.	IS_U20	kolokwium pisemne/ projekt
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
5	K_01	Rozumie potrzebę ciągłego doszkalania się i podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych.	IS_K01	kolokwium pisemne/ projekt
6	K_02	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.	IS_K05	kolokwium pisemne/ projekt

**Nazwa przedmiotu: Integracja sektorowa, magazynowanie energii i ciepła**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS : 15h wykładów / 15 h zajęć projektowych / 2 ECTS

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

**Cel przedmiotu**

Uzyskanie przez Studenta specjalistycznej wiedzy z zakresu technologii i procesów magazynowania energii chemicznej w systemach gazowniczych oraz ciepła w systemach ciepłowniczych. Zapoznanie Studentów z nowymi tendencjami technologicznymi i regulacyjnymi w zakresie konwergencji systemów energetycznych, integracji sektorów energetyki, zarządzania systemami multienergetycznymi.

**Treści kształcenia**

Integracja sektorów. Technologie i techniki magazynowania energii chemicznej w sieciach gazowych – projekty typu Power-to-gas oraz w sieciach ciepłowniczych – projekty typu Power-to-heat. Wpływ procesów magazynowania energii i ciepła na parametry eksploatacyjne sieci i odpowiednio odbiorników gazu i ciepła. Energetyka wodorowa, technologie wytwarzania wodoru, metanizacja wodoru. Zatlaczanie wodoru do sieci gazowych i magazynowanie w podziemnych magazynach gazu, wrażliwość elementów systemu na podwyższone stężenie wodoru. Technologie magazynowania ciepła w zasobnikach krótko- i długoterminowych, tzw. sezonowych, możliwości współpracy z OZE. Analiza wpływu zasobników ciepła na parametry pracy sieci ciepłowniczej. Wpływ zatlaczania wodoru do sieci gazowej na parametry eksploatacyjne systemu gazowniczego.

**Efekty uczenia się dla przedmiotu:**

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W01	Posiada szczegółową, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu budowy, modernizacji i eksploatacji systemów ciepłowniczych i systemów gazowniczych.	IS_W12	kolokwium pisemne
2	W02	Zna i rozumie aktualne kierunki rozwoju i modernizacji w zakresie systemów ciepłowniczych związane ze zrównoważonym wykorzystaniem środowiska i walką z zagrożeniami cywilizacyjnymi.	IS_W15	kolokwium pisemne
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
3	U01	Potrafi przeprowadzić analizę porównawczą w celu doboru urządzeń stosowanych w ciepłownictwie i gazownictwie.	IS_U05	projekt
4	U02	Potrafi przeprowadzić i przedstawić ocenę techniczną lub technologiczną lub funkcjonalną urządzeń stosowanych w ciepłownictwie i gazownictwie.	IS_U06	projekt



5	<i>U03</i>	Potrafi przeanalizować i ocenić działanie oraz obliczyć parametry eksploatacyjne urządzeń systemów ciepłowniczych i gazowniczych.	<i>IS_U08</i>	projekt
<b>KOMPETENCJE PERSONALNE I SPOŁECZNE</b>				
6	<i>K01</i>	Rozumie potrzebę ciągłego doształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych.	<i>IS_K01</i>	samoocena
7	<i>K02</i>	Ma świadomość za wspólnie realizowane zadania, związane z pracą zespołową.	<i>IS_K04</i>	ocena aktywności podczas zajęć projektowych

**Nazwa przedmiotu: Analiza ryzyka i elementy niezawodności**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS : 15h wykładów / 1 ECTS

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

**Cel przedmiotu**

Zapoznanie Studentów z wybranymi metodami analizy ryzyka w eksploatacji sieci płynowych, uwzględniając elementy liniowe i elementy nieliniowe, podstawami zarządzania ryzykiem na poziomie technicznej eksploatacji, jak również w odniesieniu do całej organizacji jakim jest osoba prawna bądź podmiot gospodarczy zgodnie z KSH.

**Treści kształcenia**

Wybrane metody identyfikacji zagrożeń w procesach projektowania, budowy i eksploatacji systemów rurociągowych z uwzględnieniem podziału na elementy liniowe – systemy rur, oraz elementy nieliniowe jakimi są systemy inżynierskie, np. przepompownie wody ciepłowniczej, tłocznie gazu, bądź pojedyncze urządzenia, np. zawory, silniki tłokowe, itp. Metody jakościowo-ilościowe dedykowane dla elementów liniowych. Metody probabilistyczne i teoria niezawodności z uwzględnieniem podziału na elementy odnawialne i nieodnawialne w systemach inżynierskich. Techniki identyfikacji i zarządzania ryzykiem na poziomie organizacji, tj. przedsiębiorstwa, z uwzględnieniem pozatechnicznych aspektów działalności.

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W01	Zna i rozumie aktualne kierunki rozwoju i modernizacji w zakresie systemów ciepłowniczych i gazowych związane ze zrównoważonym wykorzystaniem środowiska i walką z zagrożeniami cywilizacyjnymi.	IS_W15	kolokwium pisemne
2	W02	Posiada poszerzoną wiedzę dotyczącą zarządzania i prowadzenia działalności gospodarczej.	IS_W17	kolokwium pisemne
3	W02	Posiada ugruntowaną wiedzę niezbędną do prowadzenia badań i analizy przesyłu energii w systemach ogrzewczych i systemach gazowniczych.	IS_W20	kolokwium pisemne
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
4	U01	Potrafi przeprowadzić i przedstawić ocenę techniczną lub technologiczną lub funkcjonalną urządzeń stosowanych w ciepłownictwie i gazownictwie.	IS_U06	samocena

<b>KOMPETENCJE PERSONALNE I SPOŁECZNE</b>				
5	<i>K01</i>	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.	<i>IS_K04</i>	samocena

**Nazwa przedmiotu: Seminarium specjalizacyjne**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS : 30h seminarium / 2 ECTS

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

**Cel przedmiotu**

Zachęcenie Studentów do identyfikacji własnych zainteresowań naukowych oraz przygotowanie ich do podjęcia decyzji dotyczącej tematyki przyszłej pracy dyplomowej. Dodatkowym celem jest rozwinięcie umiejętności samodzielnej pracy, prezentacji jej wyników, prowadzenia dyskusji naukowej, publicznego bronięcia swoich racji, a także wykształcenie umiejętności posługiwania się językiem angielskim na poziomie B2+

**Treści kształcenia**

Prezentacja wybranych przez Studentów przeglądowych artykułów naukowych, artykułów popularno-naukowych, książek naukowych lub popularno-naukowych, wyszukiwanych przy pomocy m.in. elektronicznych baz danych dostępnych w zasobach Biblioteki Głównej Politechniki Warszawskiej (Web of Knowledge, Scopus itp.). Omówienie planowanej tematyki pracy dyplomowej magisterskiej.

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W01	Posiada poszerzoną wiedzę dotyczącą zagadnień ochrony własności intelektualnej i dostępnych baz literaturowych.	IS_W16	prezentacja, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
2	U01	Potrafi czytać prasę fachową (także w języku obcym), prowadzić proces samokształcenia się oraz przygotować prezentację ustną z wybranego zagadnienia inżynierii środowiska.	IS_U15	prezentacja
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
3	K01	Rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych.	IS_K01	ocena aktywności podczas zajęć, samoocena

4	K02	Ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania, związane z pracą zespołową.	IS_K04	prezentacja, ocena aktywności podczas zajęć, samoocena
---	-----	--	--------	---

**Nazwa przedmiotu: Seminarium dyplomowe**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS : 30h seminarium / 2 ECTS

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

**Cel przedmiotu**

Zapoznanie Studentów z metodami zbierania informacji na zadany temat oraz sposobem prezentacji wyników swojej pracy na forum publicznym. Zapoznanie z zagadnieniami i tematyką prac dyplomowych realizowanych przez innych studentów danej specjalności.

**Treści kształcenia**

Tematyka prac dyplomowych realizowanych w ramach danej specjalności. Zebranie materiałów na zadany temat uwzględniając wszystkie dostępne źródła, w tym książki, podręczniki akademickie, czasopisma naukowe oraz Internet.

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W01	Posiada poszerzoną wiedzę dotyczącą zagadnień ochrony własności intelektualnej i dostępnych baz literaturowych.	IS_W16	prezentacja, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
2	U01	Potrafi czytać prasę fachową (także w języku obcym), prowadzić proces samokształcenia się oraz przygotować prezentację ustną z wybranego zagadnienia inżynierii środowiska.	IS_U15	prezentacja
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
3	K01	Rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych.	IS_K01	ocena aktywności podczas zajęć
4	K02	Ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania, związane z pracą zespołową.	IS_K04	ocena aktywności podczas zajęć

**Nazwa przedmiotu: Zarządzanie projektami**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS : 15h wykładów / 1 ECTS

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

Cel przedmiotu

Zapoznanie Studentów z metodykami zarządzania projektami i pracą zespołu.

Treści kształcenia

Klasyfikacja projektów, Metodyka zarządzania projektem na przykładzie PRINCE2, struktury i etapy relacji projektu, funkcje organizacji, komitetu sterującego, kierownika projektu i kierowników zadań, punkty kontrolne, jakość, ryzyko, produkt, wynik, rezultat, korzyść, zarządzanie zadaniami tzw. zarządzanie zwinne AGILE, zarządzanie zespołem/ludźmi– metodyka Blancharda.

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W01	Posiada poszerzoną wiedzę dotyczącą zarządzania i prowadzenia działalności gospodarczej.	IS_W18	kolokwium pisemne
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
2	U01	Potrafi przygotowywać i weryfikować wymagane dokumenty planistyczne przedsięwzięć, potrafi przygotowywać dokumenty wymagane przy uzgadnianiu projektów z zakresu ciepłownictwa gazownictwa.	IS_U20	kolokwium pisemne
<b>KOMPETENCJE PERSONALNE I SPOŁECZNE</b>				
3	K01	Rozumie potrzebę ciągłego doksztalcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych.	IS_K01	samoocena
4	K02	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.	IS_K05	samoocena

**Nazwa przedmiotu: Analiza ekonomiczna projektów inwestycyjnych (HES)**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS : 15h wykładów / 15h zajęć projektowych / 2 ECTS

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

Cel przedmiotu

Zapoznanie Studentów z wybranymi technikami oceny efektywności ekonomicznej projektów inwestycyjnych

Treści kształcenia

Wskaźniki oceny rentowności inwestycji, podejmowanie decyzji inwestycyjnych w oparciu o przeprowadzoną analizę ekonomiczną rozwiązań technologicznych i eksploatacyjnych odniesionych do aktualnych warunków rynkowych. Podstawowe czynniki kosztotwórcze w działalności gospodarczej, tj. zobowiązania wobec pracowników, odpisy amortyzacyjne, inwestowanie w oparciu o kapitał pożyczony – kredyt, pożyczkę. Ocena efektywności projektu inwestycyjnego na przykładzie analizy techniczno-ekonomicznej rozbudowy węglowego źródła ciepła o moduł kogeneracyjny zasilany gazem ziemnym. Analiza parametrów eksploatacyjnych układów kogeneracyjnych zasilanych gazem ziemnym, określenie możliwości produkcyjnych w zależności od potrzeb rynku ciepła, rynek kontraktów długo- i krótkoterminowych w zakresie zakupu gazu ziemnego, sprzedaży energii elektrycznej i ciepła, rynek handlu uprawnieniami do emisji CO<sub>2</sub>.

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W01	Posiada rozszerzoną wiedzę z zakresu ekonomii, ekonomiki produkcji, nauk prawnych, humanistycznych i społecznych związaną z pozatechnicznymi aspektami wykonywanej pracy.	IS_W17	kolokwium pisemne, projekt
2	W02	Posiada szczegółową, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu budowy, modernizacji i eksploatacji systemów ciepłowniczych.	IS_W12	kolokwium pisemne, projekt
3	W03	Zna i rozumie aktualne kierunki rozwoju i modernizacji w zakresie systemów ciepłowniczych związane ze zrównoważonym wykorzystaniem środowiska i walką z zagrożeniami cywilizacyjnymi.	IS_W15	kolokwium pisemne, projekt
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
4	U01	Potrafi samodzielnie i w zespole przeprowadzić analizę techniczno-ekonomiczną układów technologicznych stosowanych w praktyce w zakresie ciepłownictwa i gazownictwa.	IS_U14	projekt



5	U02	Potrafi przeprowadzić analizę porównawczą w celu doboru urządzeń stosowanych w ciepłownictwie i gazownictwie.	IS_U05	projekt
6	U03	Potrafi przeanalizować i ocenić działanie oraz obliczyć parametry eksploatacyjne urządzeń sieci ciepłych i sieci gazowych.	IS_U08	projekt
7	U04	Potrafi wykonać i przedstawić w formie pisemnej i prezentacji ustnej projekt typowy dla ciepłownictwa lub gazownictwa.	IS_U13	projekt, prezentacja
<b>KOMPETENCJE PERSONALNE I SPOŁECZNE</b>				
8	K01	Rozumie potrzebę ciągłego doszkalania się i podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych.	IS_K01	samoocena
9	K02	Ma świadomość za wspólnie realizowane zadania, związane z pracą zespołową.	IS_K04	ocena aktywności podczas zajęć
10	K03	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.	IS_K05	ocena aktywności podczas zajęć

**Nazwa przedmiotu: Giełdowy obrót energią, paliwami i emisjami (HES)**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS : 30h wykładów / 2 ECTS

Status przedmiotu: Obowiązkowy

Treści programowe:

**Cel przedmiotu**

Zapoznanie Studentów z podstawową wiedzą na temat giełd organizujących obrót spotowy i terminowy energią elektryczną i gazem ziemnym. Zagadnienia obrotu certyfikatami oraz gwarancjami pochodzenia, a także omówienie sposobów zawierania i rozliczania transakcji giełdowych.

**Treści kształcenia**

Rynki spotowe energii elektrycznej i gazu w Polsce. Rodzaje rynków terminowych energii elektrycznej i gazu w Polsce. Rodzaje instrumentów znajdujących się w obrocie. Przedsiębiorstwa energetyczne jako uczestnicy obrotu giełdowego. Pozostali uczestnicy obrotu giełdowego, w tym operatorzy systemu przesyłowego, i ich rola. Rola „obliga” giełdowego. Zawieranie i rozliczanie transakcji giełdowych. Przepisy giełdowe, organy nadzoru i ich rola. Integracja giełd spotowych. Giełdowy obrót „kolorowymi” certyfikatami oraz gwarancjami pochodzenia.

**Efekty uczenia się dla przedmiotu:**

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W01	Posiada rozszerzoną wiedzę z zakresu ekonomii i nauk prawnych, związaną z pozatechnicznymi aspektami wykonywanej pracy.	IS_W17	kolokwium pisemne
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
2	U01	Potrafi czytać prasę fachową, prowadzić proces samokształcenia.	IS_U21	Samoocena
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
3	K01	Ma świadomość potrzeby przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa.	IS_K03	Samoocena
4	K02	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.	IS_K05	Samoocena

**Nazwa przedmiotu: Pomiary, modelowanie i asymilacja danych**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS: Wykład 30 godz., Zajęcia projektowe 15 godz., ECTS 3.

Status przedmiotu: Obieralny

Treści programowe:

**Cel przedmiotu**

Celem przedmiotu jest zapoznanie Studentów z podstawową wiedzą w zakresie asymilacji danych. W szczególności, zapoznanie ze sposobem postępowania z niepewnościami, uwzględniając zarówno wyniki symulacji z wykorzystaniem modeli matematycznych, jak i pomiary.

**Treści kształcenia**

Kwantyfikacja niepewności (Uncertainty Quantification - UQ): identyfikacja (niepewność operacyjna, zmienność geometryczna, błąd numeryczny, zależność od siatki, zbieżność), kategoryzacja (epistemiczna, aleatoryczna), kwantyfikacja (statystyczny opis niepewności wejściowych, funkcja gęstości prawdopodobieństwa), propagacja (probabilistyczna definicja wielkości wyjściowych, MC) i analiza. *Filtracja bayesowska; preliminarze matematyczne, Twierdzenie Bayesa, Zastosowanie Filtrów Kalmana (aplikacja liniowa, nieliniowa, bezśladowy), filtru cząsteczkowego oraz ich praktyczne zastosowania. Wykorzystanie metod asymilacji danych dla wybranego problemu w środowisku Matlab.*

**Efekty uczenia się dla przedmiotu:**

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W_01	Posiada rozszerzoną i ugruntowaną wiedzę z zakresu asymilacji danych.	IS_W01	kolokwium pisemne/ projekt
2	W_02	Posiada rozszerzoną i ugruntowaną wiedzę na temat niepewności związanej z modelami numerycznymi i pomiarami.	IS_W02	kolokwium pisemne/ projekt
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
3	U_01	Posiada umiejętność wykorzystania praw fizyki i metod eksperymentalnych fizyki w analizie przebiegu różnych procesów fizycznych.	IS_U02	kolokwium pisemne/ projekt
4	U_02	Potrafi wybrać i wykorzystać różne metody asymilacji danych.	IS_U04	kolokwium pisemne/ projekt
5	U_03	Potrafi identyfikować niepewność związaną z modelami numerycznymi i pomiarami.	IS_U10	kolokwium pisemne/ projekt
6	U_04	Posiada umiejętności samodzielnego planowania, realizacji i interpretacji badań w systemach ciepłowniczych i gazowniczych.	IS_U22	kolokwium pisemne/ projekt

<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
7	<i>K_01</i>	Potrafi pracować indywidualnie i w grupie, wykonać własny projekt.	<i>IS_K04</i>	kolokwium pisemne; projekt

**Nazwa przedmiotu: Hybrydowe i poligeneracyjne układy konwersji energii**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS : 15h wykładów + 15h ćwiczeń audytoryjnych + 15h ćwiczeń projektowych / 3 ECTS

Status przedmiotu: Obieralny

Treści programowe:

Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest przekazanie wiedzy dotyczącej technologii hybrydowych, poligeneracyjnych oraz odnawialnych układów konwersji energii.

Treści kształcenia

Wykorzystanie biomasy do produkcji energii: technologie spalania biomasy, technologie zgazowania biomasy, oczyszczanie gazu syntezy; wykorzystanie gazu syntezy. Technologia beztlenowej fermentacji biomasy, zasady projektowania i doboru urządzeń biogazowni rolniczych, technologie oczyszczania biogazu; technologie wykorzystania biogazu; analiza efektywności produkcji biogazu. Wykorzystanie energii słońca do produkcji ciepła: potencjał wykorzystania energii słonecznej, budowa kolektora słonecznego, bilans ciepła kolektora cieczowego, schematy technologiczne układów kolektorów cieczowych. Kolektory powietrzne, budowa kolektora powietrznego, bilans energii, analiza efektywności kolektorów termicznych. Instalacje PV zintegrowane z budynkiem, współpraca z siecią, systemy wydzielone; efektywność instalacji PV. Rodzaje pomp ciepła, schematy technologiczne hybrydowych układów pompa ciepła – systemy kolektorów słonecznych. Kogeneracja małej skali, technologie małej kogeneracji – budowa i zasada działania silników tłokowych; mikroturbin gazowych; ogniów paliwowych; silnika Stirlinga, układów ORC; zasady doboru wielkości urządzeń CHP. Układy trigeneracyjne, schematy technologiczne, budowa i zasada działania chłodziarek absorpcyjnych, adsorpcyjnych, bilans energii i analiza efektywności układów tri generacyjnych. Wykorzystanie ciepła sieciowego do produkcji chłodu; schematy organizacyjne; uwarunkowania techniczne i ekonomiczne opłacalności produkcji chłodu z ciepła sieciowego.

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W01	Posiada szczegółową, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu modelowania, projektowania, budowy, modernizacji i eksploatacji sieci, instalacji i źródeł energii.	IS_W12	kolokwium pisemne, projekt, ocena aktywności podczas zajęć
2	W02	Zna i rozumie aktualne kierunki rozwoju i modernizacji w zakresie systemów ciepłowniczych, ogrzewania, klimatyzacji oraz systemów gazowych, Posiada wiedzę dotyczącą kierunków rozwoju związanych ze zrównoważonym wykorzystaniem zasobów środowiska i walką z zagrożeniami cywilizacyjnymi.	IS_W15	kolokwium pisemne, projekt, ocena aktywności podczas zajęć

3	W03	Posiada ugruntowaną wiedzę niezbędną do prowadzenia badań i analizy wytwarzania, przesyłu i wykorzystania energii w systemach ogrzewniczych, systemach chłodniczych, systemach klimatyzacyjnych oraz transportu i przesyłu w systemach gazowniczych.	IS_W20	kolokwium pisemne, projekt, ocena aktywności podczas zajęć
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
4	U01	Potrafi przeprowadzić analizę porównawczą w celu doboru urządzeń stosowanych w ciepłownictwie, ogrzewnictwie, klimatyzacji i gazownictwie.	IS_U05	projekt, ocena aktywności podczas zajęć
5	U02	Potrafi przeanalizować i ocenić działanie oraz obliczyć parametry eksploatacyjne urządzeń sieci ciepłych, instalacji centralnego ogrzewania, instalacji wentylacji i klimatyzacji oraz sieci gazowych.	IS_U08	kolokwium pisemne, projekt, ocena aktywności podczas zajęć
6	U03	Umie przeanalizować i ocenić wpływ wybranych parametrów procesu na jego efektywność energetyczną lub emisję zanieczyszczeń, szczególnie w trakcie eksploatacji systemów ogrzewczych, klimatyzacyjnych i gazowych.	IS_U12	kolokwium pisemne, projekt, ocena aktywności podczas zajęć
7	U04	Potrafi samodzielnie przeprowadzić analizę techniczno-ekonomiczną układów technologicznych stosowanych w praktyce w zakresie ciepłownictwa, ogrzewnictwa, klimatyzacji i gazownictwa.	IS_U14	kolokwium pisemne, projekt, ocena aktywności podczas zajęć
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
8	K01	Ma świadomość wagi pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	IS_K02	projekt, ocena aktywności podczas zajęć
9	K02	Rozumie potrzebę i odpowiedzialność przekazywania społeczeństwu informacji o osiągnięciach techniki i innych aspektach działalności inżynierskiej oraz potrafi przekazać takie informacje w sposób powszechnie zrozumiały.	IS_K06	ocena aktywności podczas zajęć, samoocena

**Nazwa przedmiotu: Rynek mediów energetycznych**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS : 15h wykładów / 15 h ćwiczeń audytoryjnych / 15 h projektu / 3ECTS

Status przedmiotu: Obieralny

Treści programowe:

Cel przedmiotu

Znajomość rynków mediów energetycznych w kontekście ich zakupów, konkurencyjności i integracji sektorowej.

Treści kształcenia

Rynki mediów pierwotnych: węgla kamiennego, brunatnego, ropy naftowej i gazu ziemnego; rynki mediów wtórnych : energii elektrycznej i ciepła, udział OZE : wodór, biogaz, biometan, biomasa a także energetyka jądrowa; rynek uprawnień do emisji CO<sub>2</sub>. Rola URE, KOBIZE, Towarowej Giełdy Energii, NFOŚiGW oraz WFOŚiGW. Odniesienia do aktów prawnych: Prawo Ochrony Środowiska, Prawo Energetyczne, Polityka Energetyczna Polski.

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W01	Posiada rozszerzoną wiedzę z zakresu ekonomii, ekonomiki produkcji, nauk prawnych, humanistycznych i społecznych związaną z pozatechnicznymi aspektami wykonywanej pracy.	IS_W17	kolokwium pisemne, projekt
2	W02	Posiada ugruntowaną wiedzę niezbędną do prowadzenia badań i analizy transportu i przesyłu energii w systemach grzewczych i gazowniczych.	IS_W20	kolokwium pisemne, projekt
<b>UMIĘTNOŚCI</b>				
3	U01	Umie przeanalizować i ocenić wpływ wybranych parametrów procesu na jego efektywność energetyczną, emisję zanieczyszczeń, szczególnie w trakcie eksploatacji systemów ciepłowniczych i gazowniczych.	IS_U12	ocena aktywności podczas zajęć
4	U02	Potrafi samodzielnie przeanalizować przebieg procesów fizycznych w systemach ciepłowniczych i gazowych.	IS_U16	ocena aktywności podczas zajęć
<b>KOMPETENCJE PERSONALNE I SPOŁECZNE</b>				
5	K01	Rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych.	IS_K01	samoocena
6	K02	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.	IS_K05	aktywności podczas zajęć

**Nazwa przedmiotu: Konwersja i transport energii a środowisko naturalne**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS : 15h wykładów + 15h ćwiczeń audytoryjnych + 15h ćwiczeń projektowych/ 3 ECTS

Status przedmiotu: Obieralny

Treści programowe:

**Cel przedmiotu**

Celem przedmiotu jest przekazanie wiedzy dotyczącej wymagań formalnych i prawnych z dziedziny ochrony środowiska związanych z procesem inwestycyjnym w zakresie budowy i modernizacji źródeł wytwarzania i konwersji energii oraz sieci przesyłowych.

**Treści kształcenia:**

Relacja źródło energii a środowisko naturalne. Założenia polityki klimatyczno-energetycznej UE. Metody ograniczenia emisji CO<sub>2</sub>. Handel emisjami. Geologiczne składowanie CO<sub>2</sub> i aspekty prawne. Regulacje prawne dotyczące ochrony powietrza - dopuszczalne poziomy zanieczyszczeń powietrza, standardy emisyjne, pozwolenia, zgłoszenia, itp. Metody, technologie i urządzenia do zatrzymywania zanieczyszczeń pyłowych i gazowych powstających w źródłach emisji - odpylanie gazów, usuwanie składników gazowych. Technologie ograniczania emisji: dwutlenków siarki, tlenków azotu, lotnych związków organicznych i innych. Sposoby zagospodarowania odpadów z układów konwersji energii. Procedury obliczania emisji do atmosfery zanieczyszczeń gazowych i pyłów oraz wyznaczania efektu ekologicznego inwestycji modernizacyjnych.

**Efekty uczenia się dla przedmiotu:**

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W01	Posiada rozszerzoną wiedzę i zna trendy rozwojowe z zakresu ekologii i ochrony środowiska w zakresie chemicznych i biologicznych technik oraz metod stosowanych w oczyszczaniu powietrza, wody, gleby, ścieków, osadów i odpadów.	IS_W06	kolokwium pisemne, projekt, ocena aktywności podczas zajęć
2	W02	Posiada rozszerzoną wiedzę niezbędną do rozumienia pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej z ochrony wody, gleby i powietrza w zakresie inżynierii środowiska oraz zna podstawowe akty prawa polskiego i Unii Europejskiej oraz obowiązujące normy i przepisy z zakresu ochrony środowiska.	IS_W07	kolokwium pisemne, projekt, ocena aktywności podczas zajęć
3	W03	Posiada rozszerzoną wiedzę z zakresu nauk prawnych, humanistycznych i społecznych związaną z pozatechnicznymi aspektami wykonywanej pracy.	IS_W17	kolokwium pisemne, projekt, ocena aktywności podczas zajęć



<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
4	<i>U01</i>	Potrafi pozyskać dane i samodzielnie wykonać obliczenia wielkości emisji substancji szkodliwych do środowiska, wytwarzanych w procesach spalania paliw, lub innych procesach technologicznych.	<i>IS_U03</i>	kolokwium pisemne, projekt, ocena aktywności podczas zajęć
5	<i>U02</i>	Potrafi samodzielnie wyznaczyć i przeanalizować wartości skumulowanych wskaźników zużycia energii i zasobów naturalnych lub emisji zanieczyszczeń (zna zasady inżynierii zrównoważonego rozwoju), w ciepłownictwie, ogrzewnictwie, klimatyzacji i gazownictwie.	<i>IS_U09</i>	kolokwium pisemne, projekt, ocena aktywności podczas zajęć
6	<i>U03</i>	Potrafi przygotowywać i weryfikować wymagane dokumenty planistyczne i raporty o oddziaływaniu na środowisko przedsięwzięć w zakresie gospodarki komunalnej. Potrafi opracowywać wnioski i zna zasady wydawania decyzji administracyjnych w ochronie środowiska lub przygotowywać dokumenty wymagane przy uzgadnianiu projektów z zakresu ciepłownictwa, ogrzewnictwa, klimatyzacji, i gazownictwa.	<i>IS_U20</i>	projekt, ocena aktywności podczas zajęć
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
7	<i>K01</i>	Ma świadomość wagi pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	<i>IS_K02</i>	projekt, ocena aktywności podczas zajęć
8	<i>K02</i>	Rozumie potrzebę i odpowiedzialność przekazywania społeczeństwu informacji o osiągnięciach techniki i innych aspektach działalności inżynierskiej oraz potrafi przekazać takie informacje w sposób powszechnie zrozumiały.	<i>IS_K06</i>	projekt, ocena aktywności podczas zajęć

**Nazwa przedmiotu: Inżynieria obiektów liniowych**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS:

15h wykładów + 15h ćwiczeń audytoryjnych + 15h zajęć projektowych / 3 ECTS.

Status przedmiotu: Obieralny

Treści programowe:

**Cel przedmiotu**

Celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy z zagadnieniami inżynierii obiektów liniowych, w szczególności z wybranymi metodami projektowania posadowienia rurociągów dużych średnic oraz ich interakcji z ośrodkiem gruntowymi oraz nowoczesnymi metodami wykonania obiektów liniowych z zastosowaniem między innymi technik bezwykopowych.

**Treści kształcenia**

Wiadomości wstępne. Rodzaje i stany podłoża gruntowego. Rodzaje materiałów stosowane w obiektach liniowych. Czynniki związane z pracą układu: konstrukcja nadziemna – fundament – podłoże gruntowe lub konstrukcja podziemna - podłoże gruntowe. Ocena stanu i przydatności podłoża gruntowego do posadowienia obiektów liniowych. Metody, sposoby i technologie stabilizacji podłoża gruntowego. Podstawy i zasady ustalania parametrów oraz ocena możliwości zastosowania różnych technik posadowienia obiektów liniowych w wybranych warunkach wodno-gruntowych. Metody wykonywania obiektów liniowych. Rodzaje metod bezwykopowych. Możliwości wykorzystania poszczególnych metod przy instalacji obiektów liniowych w specjalnych warunkach np. przejścia pod obiektami infrastruktury lub przeszkodami terenowymi np. rzekami.

Ogólne wytyczne techniczne do projektowania i realizacji obiektów liniowych.

**Efekty uczenia się dla przedmiotu:**

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W01	Posiada ugruntowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie inżynierii obiektów liniowych.	IS_W04	Kolokwium pisemne
<b>UMIĘJĘTNOŚCI</b>				
2	U01	Potrafi opisać przebieg procesów fizycznych z wykorzystaniem praw mechaniki gruntów i wytrzymałości materiałów w zastosowaniu do procesów występujących w inżynierii obiektów liniowych.	IS_U01	Kolokwium pisemne, wykonanie projektu
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
3	K01	Rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych.	IS_K01	Samocena

**Nazwa przedmiotu: Analiza Big Data, Uczenie maszynowe, Internet rzeczy**

Rodzaj zajęć/liczba godzin/liczba punktów ECTS: 15h wykład + 15h zajęcia komputerowe + 15h zajęcia projektowe / 3 ECTS

Status przedmiotu: Obieralny

Treści programowe:

Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest zapoznanie z podstawami przetwarzania dużych zbiorów danych (Big Data), uczenia maszynowego oraz technologią Internetu Rzeczy (IoT)

Treści kształcenia

Metodologie eksploracji dużych zbiorów danych (Big Data). Źródła, rodzaje i jakość danych. Analiza danych w językach programowania. Zapytania SQL. Nierelacyjne bazy danych. Metody uczenia maszynowego. Przetwarzanie dużych zbiorów danych w chmurze obliczeniowej. Wizualizacja i raportowanie. Internet Rzeczy (IoT) – definicja, właściwości, problemy bezpieczeństwa. Przetwarzanie danych w IoT.

Efekty uczenia się dla przedmiotu:

lp.	Symbol efektu uczenia się dla przedmiotu	opis efektu uczenia się	Symbol efektów uczenia się dla programu studiów	sposób weryfikacji
1	2	3	4	5
<b>WIEDZA</b>				
1	W_01	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie przetwarzania dużych zbiorów danych oraz uczenia maszynowego.	IS_W03	kolokwium pisemne/ projekt
2	W_02	Posiada niezbędną wiedzę do analizy danych zebranych z dowolnego obiektu przemysłowego lub sieci pływowej.	IS_W20	kolokwium pisemne/ projekt
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>				
3	U_01	Potrafi przeprowadzić analizę i ocenę danych pomiarowych, skorygować i oszacować błędy pomiaru oraz przedstawić analizę wyników.	IS_U10	kolokwium pisemne/ projekt
4	U_02	Umie przeanalizować i ocenić wpływ wybranych parametrów procesu na efektywność tego procesu.	IS_U12	kolokwium pisemne/ projekt
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE</b>				
5	K_01	Rozumie potrzebę ciągłego doskonalenia się i podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych.	IS_K01	kolokwium pisemne/ projekt
6	K_02	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.	IS_K05	kolokwium pisemne/ projekt