

Program studiów

Kierunek studiów:	gospodarka obiegu zamkniętego
Poziom studiów:	studia pierwszego stopnia
Profil studiów:	ogólnoakademicki
Formy studiów:	studia stacjonarne
Liczba semestrów:	7 semestrów
Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów:	210 ECTS
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:	inżynier
Kierunek studiów jest przyporządkowany do dyscyplin:	inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka (100%) – dyscyplina wiodąca
Łączna liczba godzin zajęć:	2550
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia:	110 ECTS
Liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych – w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne:	5 ECTS
Wymiar oraz liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach praktyk zawodowych:	4 tygodnie 6 ECTS

Zasady i forma odbywania praktyk zawodowych:	Zgodnie z "Regulaminem praktyk studenckich": Praktyka będzie realizowana w zakładach przemysłowych, jednostkach badawczo-rozwojowych, jednostkach naukowych oraz projektowych związanych z branżą gospodarki obiegu zamkniętego, gdzie student będzie mógł ugruntować swoją wiedzę i umiejętności, a przede wszystkim praktycznie je wykorzystać. W zależności od specyfiki jednostki przyjmującej studenta na praktykę forma zajęć stanowić będzie staż zawodowy lub formę zatrudnienia.
--	---

Kategoria efektu	Symbol	Treść efektu uczenia się	Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (kod składnika opisu PRK)	Ogólne charakterystyki drugiego stopnia (kod składnika opisu PRK)	dla dziedziny sztuki / dla kompetencji inżynierskich (TAK/NIE)
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W01	zagadnienia z chemii niezbędne do projektowania i wykorzystywania procesów polegających na przekształcaniu surowców, wytwarzaniu nowych produktów	P6U_W	P6S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W02	zagadnienia z matematyki wyższej niezbędne do analizy oraz opisu zjawisk i procesów fizykochemicznych i biologicznych	P6U_W	P6S_WG	
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W03	zagadnienia z fizyki w zakresie pojęć fizyki klasycznej relatywistycznej i kwantowej, w szczególności podstawową wiedzę na temat ogólnych praw fizyki, wielkości fizycznych oraz oddziaływań fundamentalnych	P6U_W	P6S_WG	
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W04	budowę i własności biocząstek, komórek żywych oraz ich metabolizm i metody jego badania	P6U_W	P6S_WK	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W05	zagadnienia z mikrobiologii dotyczące zróżnicowania mikroorganizmów i ich potencjalnego wykorzystania w procesach produkcyjnych oraz do przetwarzania odpadów	P6U_W	P6S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W06	zasady termodynamiki oraz inżynierii procesowej i chemicznej, zna metody bilansowania procesów biochemicznych, kinetyki przemian w bioreaktorach procesów transportowych (wymiany ciepła i masy) przebiegających w bioreaktorach z wykorzystaniem elementów automatycznego sterowania	P6U_W	P6S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W07	procesy fizyczne i chemiczne służące pozyskiwaniu i przetwarzaniu surowców oraz wartościowych gospodarczo substancji	P6U_W	P6S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W08	procesy biologiczne służące bioodzyskowi surowców i pozyskiwaniu cennych gospodarczo substratów	P6U_W	P6S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W09	aspekty gospodarcze, prawne i administracyjne gospodarki obiegu zamkniętego	P6U_W	P6S_WK	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W10	narzędzia informatyczne niezbędne w praktyce inżynierskiej	P6U_W	P6S_WK	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W11	zasady bezpieczeństwa pracy i ergonomii	P6U_W	P6S_WK	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W12	podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego	P6U_W	P6S_WK	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W13	zasady gospodarki odpadami, recyklingu i wytwarzania energii z odpadów	P6U_W	P6S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W14	zasady gospodarki wodnej i ściekowej oraz odnowy wody	P6U_W	P6S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W15	podstawy ochrony powietrza	P6U_W	P6S_WK	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W16	zagadnienia związane z energetyką rozproszoną, systemami prosumenckimi	P6U_W	P6S_WG	TAK

Wiedza: zna i rozumie	K1A_W17	zasady wytwarzania energii z OZE oraz gromadzenia energii	P6U_W	P6S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W18	reguły analizy cyklu życia LCA	P6U_W	P6S_WG	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W19	zasady planowania oraz oceny efektywności finansowej przedsięwzięć biznesowych	P6U_W	P6S_WK	TAK
Wiedza: zna i rozumie	K1A_W20	fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji	P6U_W	P6S_WK	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U01	pozyskiwać informacje z istniejących obiektów gospodarczych oraz z literatury, integrować je i wyciągać z nich wnioski	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U02	wykorzystać narzędzia informatyczne do symulacji i prostego modelowania zjawisk związanych z przetwarzaniem różnych substancji w procesach biologicznych, chemicznych i fizycznych	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U03	wykorzystać narzędzia i procedury analityczne w celu scharakteryzowania składu zbędnych materiałów i substancji w gospodarce oraz strumieni odpadowych	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U04	krytycznie ocenić istniejące technologie i metody postępowania ze strumieniami odpadów zwłaszcza w aspekcie ich przydatności dla gospodarki obiegu zamkniętego	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U05	dobrać i przeprowadzić procesy jednostkowe służące przetwarzaniu strumieni odpadowych w celu pozyskania z nich surowców i wartościowych produktów	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U06	zaplanować i przeprowadzić eksperymenty służące wytwarzaniu nowych substancji i produktów ze strumieni odpadowych	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U07	interpretować wyniki przeprowadzonych analiz i eksperymentów związanych z przetwarzaniem różnych substancji i materiałów oraz formułować wnioski z nich wynikające	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U08	dobrać urządzenia i aparaturę niezbędną do pozyskiwania surowców i produktów ze strumieni odpadowych	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U09	ocenić pod względem ilościowym i jakościowym uzyskane nowe produkty oraz procesy ich wytwarzania	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U10	wstępnie oszacować pod względem ekonomicznym proponowane procesy i produkty dla gospodarki obiegu zamkniętego	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U11	zaproponować prostą technologię przetwarzania typowych strumieni odpadowych w celu pozyskania nowych surowców lub produktów	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U12	ocenić nowe produkty i procesy pod względem bezpieczeństwa ekologicznego	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U13	ocenić cykl życia nowych produktów powstających dla gospodarki obiegu zamkniętego	P6U_U	P6S_UW	TAK

Umiejętności: potrafi	K1A_U14	wykorzystywać posiadaną wiedzę – formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy oraz wykonywać zadania w warunkach nie w pełni przewidywalnych przez: • właściwy dobór źródeł oraz informacji z nich pochodzących, dokonywanie oceny, krytycznej analizy i syntezy tych informacji, • dobór oraz stosowanie właściwych metod i narzędzi, w tym zaawansowanych technik informacyjno-komunikacyjnych (ICT)	P6U_U	P6S_UW	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U15	komunikować się z użyciem specjalistycznej terminologii	P6U_U	P6S_UK	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U16	brać udział w debacie - przedstawiać i oceniać różne opinie, i stanowiska oraz dyskutować o nich	P6U_U	P6S_UK	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U17	posługiwać się językiem obcym (angielskim) na poziomie B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego	P6U_U	P6S_UK	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U18	planować i organizować pracę- indywidualną oraz w zespole	P6U_U	P6S_UO	TAK
Umiejętności: potrafi	K1A_U19	samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie	P6U_U	P6S_UU	TAK
Kompetencje społeczne: jest gotów do	K1A_K01	krytycznej oceny posiadanej wiedzy i uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych	P6U_K	P6S_KK	TAK
Kompetencje społeczne: jest gotów do	K1A_K02	współdziałania w grupie, przyjmując w niej różne role	P6U_K	P6S_KR	TAK
Kompetencje społeczne: jest gotów do	K1A_K03	odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych i wykonywania pracy własnej, w tym do stosowania zasad etyki zawodu i wymagania tego od innych oraz dbałości o dorobek i tradycje zawodu	P6U_K	P6S_KR	TAK
Kompetencje społeczne: jest gotów do	K1A_K04	myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy oraz wykazywania inicjatywy i samodzielności w działaniach zawodowych	P6U_K	P6S_KO	TAK
Kompetencje społeczne: jest gotów do	K1A_K05	inicjowania działania na rzecz interesu publicznego oraz wrażliwości na kwestie społeczne	P6U_K	P6S_KO	TAK
Kompetencje społeczne: jest gotów do	K1A_K06	wypełniania zobowiązań społecznych, współorganizowania działalności na rzecz środowiska społecznego	P6U_K	P6S_KO	TAK

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia:

L.p.	Nazwa sposobu weryfikacji i oceny efektów uczenia się	Opis
1	Egzamin - ustny, opisowy, testowy	pytania otwarte, opisowe; krótkie pytania opisowe; testy jednokrotnego wyboru; testy wielokrotnego wyboru
2	Zaliczenie - ustne, opisowe, testowe	ptania otwarte, dialog z prowadzącym zajęcia (sprawdzenie poziomu zrozumienia, umiejętności analizy, syntezy i rozwiązywania problemów)
3	Kolokwium i kartkówki	pytania otwarte, opisowe; krótkie pytania opisowe; testy jednokrotnego wyboru; testy wielokrotnego wyboru
4	Przyg. projektu, referatu, eseju i prezentacji multimedialnych	pozyskiwanie materiałów naukowych ze źródeł analogowych i cyfrowych, ich opracowanie, krytyczna analiza oraz prezentacja np. na forum grupy ćwiczeniowej
5	Wykonanie sprawozdania laboratoryjnego	opracowanie techniczne na podstawie przeprowadzonego eksperymentu, krytyczna interpretacja uzyskanych wyników oraz postawienie wniosków, a także ich dyskusja na podstawie literatury
6	Wypowiedzi ustne, aktywność w dyskusji/debacie	wypowiedź na określony temat naukowy, weryfikująca wiedzę merytoryczną oraz kształtująca kompetencje miękkie
7	Rozwiązywanie zadań problemowych	rozwiązywanie zadań nietypowych, uczących kreatywnego myślenia, rozwijające pomysłowość oraz zdolność syntezy i weryfikacji danych
8	Analiza przypadków Case Study	szczegółowy opis rzeczywistego przypadku; służy sprawdzeniu umiejętności do wyciągania wniosków co do przyczyn i rezultatów przebiegu określonego przypadku oraz pokazaniu koncepcji wartych naśladowania lub unikania
9	Ocena pracy dyplomowej i egzaminu dyplomowego	zgodnie z Regulaminem studiów oraz Uczelnianą i Wydziałową Księgą Jakości Kształcenia
10	Praktyki	zgodnie z Regulaminem praktyk weryfikacji efektów uczenia się dokonuje opiekun praktyk na podstawie sprawozdania

Zajęcia

L.p.	Nazwa zajęć lub grupy zajęć	Liczba punktów ECTS	Efekty uczenia się (symbole)	Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się
1	Język angielski	8	K1A_U17	Tematyka/słownictwo, funkcje komunikacyjne i struktury gramatyczne zgodne z „Europejskim Systemem Opisu Kształcenia Językowego” na poziomie biegłości językowej C1 z elementami języka specjalistycznego – technicznego oraz zgodne z właściwym dla poziomu i podręcznika rozkładem materiału
2	Wychowanie fizyczne			
3	Przedmiot humanistyczno-społeczny	3	K1A_W09, K1A_W19, K1A_U01, K1A_U10, K1A_U14, K1A_K04	<ol style="list-style-type: none"> 1.Podstawowe pojęcia gospodarki obiegu zamkniętego. 2.Idea gospodarki obiegu zamkniętego w Unii Europejskiej. 3.Kluczowe elementy GOZ. 4.Zrównoważona produkcja przemysłowa i konsumpcja. 5.Ślad ekologiczny. 6.Biogospodarka. 7.Idea zrównoważonego rozwoju a GOZ. 8.Środowisko a zrównoważony rozwój. 9.Akceptacja społeczna dla GOZ. 10.Inicjatywa społeczna na rzecz GOZ. 11.Nowe model biznesowe. 12.Debata.
4	Przedmiot ekonomiczny	2	K1A_W09, K1A_W19, K1A_U01, K1A_U10, K1A_U19, K1A_K04	<ol style="list-style-type: none"> 1.Podstawowe zagadnienia, m.in.: popyt, podaż, rynek, krzywa popytu, czynniki wpływające na popyt i podaż, konkurencja, cena, konsumpcja, marketing; 2.Podstawowe zagadnienia, m.in.: usługi, produkcja, rolnictwo, przychody, koszty, inwestycje, pracownik, pracodawca, bezrobocie, płynność finansowa, dźwignia finansowa, zysk; 3.Podstawowe informacje o systemie bankowym, kreacja pieniądza przez banki, funkcje pieniądza; 4.Rola banków centralnych, stopy procentowe, polityka pieniężna; 5.Inflacja, jej przyczyny i skutki, miary inflacji oraz wpływ inflacji na procesy gospodarcze; 6.Rola państwa w gospodarce , budżet państwa, miary rozwoju i konkurencyjności państw; 7.Rynek i kurs walutowy, system waluty złotej i płynnego kursu walutowego; 8.Makro i mikroekonomiczne przyczyny i skutki ryzyka gospodarczego; 9.Źródła finansowania własnego i obcego oraz określanie kosztu wybranych form finansowania; 10.Rynek finansowy i jego instrumenty – podstawy; 11.Aspekty ekonomiczne ochrony środowiska.

K1A_W01,
K1A_W02,
K1A_W11,
K1A_U15,
K1A_K01,
K1A_K02

Wykład obejmuje zagadnienia chemii ogólnej z elementami chemii nieorganicznej i podstawami chemii organicznej. Przedstawiony materiał m.in. pozwoli znaleźć odpowiedzi na pytania: jak zbudowane są atomy różnych pierwiastków, dlaczego pierwiastki różnią się między sobą, jaki jest związek między właściwościami pierwiastka i jego miejscem w układzie okresowym, dlaczego atomy pierwiastków łączą się w związki chemiczne i czym się różnią poszczególne rodzaje wiązań, jakie cechy charakteryzują różne stany skupienia, jakie podstawowe prawa opisują roztwory ciekłe, z jaką szybkością zachodzą przemiany chemiczne, jakie zjawiska i reakcje zachodzą w roztworach elektrolitów, co dzieje się po zanurzeniu metali do roztworów elektrolitów, w jaki sposób tworzy się nazwy podstawowych rodzajów związków organicznych oraz jakie cechy i reakcje charakteryzują te związki. Program wykładów obejmuje następujące zagadnienia:

Budowa atomu. Częstki elementarne, liczba atomowa i masowa, pierwiastki, izotopy, izobary, izotony. Stabilność jąder atomowych, promieniotwórczość, przemiana α , β^- , β^+ , γ . Teorie atomistyczne. Korpuskularno-falowy charakter elektronu, zasada nieoznaczoności Heisenberga, równanie falowe Schrödingera, orbitale, podpowłoki, powłoki, liczby kwantowe (znaczenie, wartości dozwolone, ilość stanów kwantowych), zakaz Pauliego, reguła Hunda, konfiguracja elektronowa pierwiastków i prostych jonów. Układ okresowy. Prawo okresowości, promień atomu, energia jonizacji, elektroujemność. Właściwości fizykochemiczne pierwiastków w odniesieniu do ich konfiguracji elektronowej i położenia w układzie okresowym.

Wiązania chemiczne. Przyczyny tworzenia wiązań chemicznych, wiązania jonowe, wiązania atomowe (niebiegunowe i spolaryzowane), orbitale molekularne, hybrydyzacja, wiązania koordynacyjne, wiązanie metaliczne, wiązania wodorowe, siły van der Waalsa. Stany skupienia. Materia, faza, przemiany fizyczne, przemiany chemiczne (reakcje), prawo zachowania masy, prawo stosunków stałych. Stan gazowy. Gaz doskonały, prawa Boyle'a-Mariotte'a, Gay-Lussaca, Charlesa, równanie Clapeyrona, prawo Avogadra, prawo Daltona. Gaz rzeczywisty, równanie van der Waalsa. Ciała stałe krystaliczne, ciała bezpostaciowe. Ciecze, napięcie powierzchniowe. Przemiany fazowe, diagram fazowy.

Roztwory. Pojęcia: roztwory właściwe i koloidalne; stężenie roztworów; roztwory doskonałe; rozpuszczalność; roztwór nasycony; roztwór przesycony. Ciepło rozpuszczania, reakcje endotermiczne i egzotermiczne, wpływ temperatury na rozpuszczalność. Roztwory gazów w cieczy, zależność rozpuszczalności od ciśnienia (prawo Henry'ego) i od temperatury. Roztwory cieczy w cieczy, prawo Raoult'a. Roztwory ciał stałych w cieczy, obniżenie prężności pary nad roztworem i inne właściwości koligatywne.

Statyka chemiczna. Reakcje nieodwracalne i reakcje odwracalne, stan równowagi chemicznej, prawo działania mas – stała równowagi chemicznej, reguła przekory (Le Chateliera-Brauna).

Kinetyka chemiczna. Szybkość reakcji chemicznej, równanie kinetyczne reakcji, cząsteczkowość i rzędowość reakcji, reguła van't Hoffa, energia aktywacji, teoria zderzeń aktywnych – równanie Arrheniusa, katalizatory.

Elektrolity. Pojęcia: solwatacja, hydratacja, dysocjacja, elektrolity. Teoria dysocjacji elektrolitycznej Arrheniusa, protonowa teoria kwasów i zasad. Stała dysocjacji, stopień dysocjacji, prawo rozcieńczeń Ostwalda. Iloczyn jonowy wody, pH, pOH. Reakcje jonowe, hydroliza. Roztwory buforowe, pH roztworów buforowych, mechanizm buforowania.

Iloczyn rozpuszczalności.

Elektrochemia. Półogniwa, potencjały elektrodowe metali, szereg napięciowy metali. Ogniwa galwaniczne, reakcje potencjałotwórcze, schemat ogniwa, siła elektromotoryczna ogniwa. Elektroliza, napięcie rozkładowe, nadnapięcie, reakcje elektrodowe, elektroliza wodnych roztworów kwasów, zasad i soli, elektroliza soli stopionych, elektroliza z udziałem materiału elektrod w procesach elektrodowych, I i II prawo Faradaya. Akumulatory. Korozja chemiczna i elektrochemiczna, ochrona przed korozją (metaliczne i niemetaliczne powłoki ochronne, ochrona katodowa, ochrona protektorowa, inhibitory korozji).

			<p>Podstawy chemii organicznej. Rodzaje reakcji chemicznych organicznych. Hybrydyzacja atomów węgla, wiązania pojedyncze i wielokrotne. Węglowodory, szereg homologiczny, rzędowość węgla, izomeria. Alkany, alkeny i alkiny, otrzymywanie, właściwości. Areny, nazewnictwo, izomeria, otrzymywanie, właściwości, reguły podstawienia – podstawniki I-go i II-go rodzaju, węglowodory aromatyczne o pierścieniach skondensowanych.</p> <p>Chlorowcopochodne węglowodorów, izomeria łańcuchowa i optyczna, otrzymywanie i właściwości. Alkohole, rzędowość alkoholi, otrzymywanie, właściwości, alkoholany, estry, alkohole wielowodorotlenowe i nienasycone (enole). Fenole, nazewnictwo, otrzymywanie, właściwości. Aldehydy i ketony, nazewnictwo, otrzymywanie, właściwości. Kwasy karboksylowe, nazewnictwo, właściwości, kwasy dikarboksylowe, pochodne kwasów karboksylowych, hydroksykwasy.</p> <p>Aminy, rzędowość amin, nazewnictwo, otrzymywanie, właściwości. Nitryle. Aminokwasy, właściwości. Polipeptydy i białka, węglowodany i cukry, aldozy i ketozy, glukoza, disacharydy, sacharoza, wiązanie glikozydowe, polisacharydy, celuloza, skrobia.</p> <p>(W, Lab)</p>	
6	Matematyka	14	K1A_W02	<p>1.Elementy logiki. Liczby zespolone. 2.Funkcje elementarne i ich własności. 3.Ciąg liczbowy i jego granica. 4.Granica i ciągłość funkcji jednej zmiennej. 5.Rachunek różniczkowy funkcji jednej zmiennej. 6.Rachunek całkowy funkcji jednej zmiennej z zastosowaniami.</p> <p>(W, Ćw)</p>
7	Fizyka	9	K1A_W03, K1A_U15, K1A_K01, K1A_U15, K1A_K01	<p>Mechanika punktu materialnego i bryły sztywnej. Kinematyka i dynamika ruchu punktu materialnego. Zasady dynamiki ruchu postępowego. Dynamika ruchu po okręgu. Ruch obrotowy. Dynamika ruchu obrotowego. Transformacja współrzędnych między układami odniesienia. Dynamika w nieinercjalnych układach odniesienia. Termodynamika i fizyka statystyczna. Podstawowe założenia teorii gazu doskonałego. Równanie stanu gazu doskonałego. Temperatura gazu i zerowa zasada termodynamiki. Energia wewnętrzna układu. Ciepło właściwe gazu doskonałego. Zasada ekwipartycji energii. Rozkład Boltzmanna prędkości cząsteczek gazu doskonałego. Wzór barometryczny. Zjawiska transportu w gazach rozrzedzonych: dyfuzja, przewodnictwo cieplne, lepkość. Podstawowe prawa elektrodynamiki i magnetyzmu. Elektrodynamika (Równania Maxwella, Prawo Gaussa, Prawo Ampera). Ruch ładunków w polu elektromagnetycznym. Akceleratory, spektrometry mas. Zjawisko Halla. Prawo Faradaya. Indukcja elektromagnetyczna. Silniki i prądnice. Równanie falowe pola elektromagnetycznego. Podstawy mechaniki kwantowej i budowy materii. Promieniowanie termiczne i rozkład widmowy energii promieniowania termicznego. Prawo Stefana-Boltzmana. Hipoteza kwantowa i wzór Plancka. Foton jako kwant energii fali elektromagnetycznej. Budowa atomu wg teorii Bohra. Mechanika kwantowa. Równanie Schroedingera.(W, Ćw)</p>
8	Nauka o materiałach I	3	K1A_W07, K1A_W13, K1A_W20, K1A_U15, K1A_K01	

9 Światowe zasoby surowcowe	3	K1A_W16, K1A_W17, K1A_W20, K1A_U15, K1A_U16, K1A_K01	<ul style="list-style-type: none"> •Przegląd surowców energetycznych i nieenergetycznych w skali Polski, Europy i Świata. •Potencjał i rola odnawialnych źródeł energii. •Przegląd rynku surowców wtórnych, Korzyści ekonomiczne, środowiskowe z ich stosowania. •Rynek towarów używanych. •Burza mózgów nt.: Ograniczone zasoby surowcowe. Czy to problem w ujęciu globalnym? •Zaliczenie. <p>Nowoczesne metody nauczania:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Burza mózgów (brainstorming) <p>Zaliczenie:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Zaliczenie kolokwium. •Aktywny udział w dyskusjach. <p>(W, Ćw)</p>
10 Informatyczne narzędzia inżynierskie	5	K1A_W10, K1A_U15, K1A_K01	<p>AutoCAD: wprowadzenie do tematyki CAD CAM, komunikacja z programem AutoCAD, konfiguracja rysunku, warstwy rysunkowe, elementy rysunku 2D, sposoby określenia położenia rysunku, rysowanie precyzyjne, transformacje układu współrzędnych, modyfikacja elementów rysunkowych, napisy, styl pisma, kreskowanie, wymiarowanie rysunku, styl wymiarowy, edycja wymiarów, bloki rysunkowe, atrybuty tekstowe, bloki z atrybutami, własny szablon rysunku, kompozycja i wydruk rysunku z przestrzeni modelu. Pozyskiwanie informacji od AutoCADa, wykorzystanie AutoCADa do rozwiązywania przykładowych zagadnień technicznych. SolidWorks: tworzenie części (wykonywanie szkiców, nadawanie relacji w szkicu, wprowadzanie zależności funkcyjnych między wymiarami, poznanie podstawowych operacji wykorzystywanych do modelowania 3D, operacje na bryłach, tworzenie nowych płaszczyzn, tworzenie konfiguracji oraz tabel konfiguracji), tworzenie złożeń (wiązanie wcześniej przygotowanych części w celu utworzenia złożenia, korzystanie z Toolbox, badanie ruchu, wykrywanie kolizji, animacje komputerowe), tworzenie rysunku technicznego 2D części i złożenia, tworzenie realistycznych wyglądów części i złożeń za pomocą PhotoView 360. (Lab)</p>
11 Biochemia	5	K1A_W04, K1A_U07, K1A_U15, K1A_K02	<p>Budowa i własności chemiczne biocząsteczek. Struktura i własności aminokwasów jako prekursorów peptydów i białek oraz nietypowe aminokwasy i ich pochodne. Białka – hierarchiczna organizacja strukturalna. Kataliza enzymatyczna. Kinetyka enzymatyczna: energia aktywacji, stany przejściowe, stałe kinetyczne i ich znaczenie biologiczne. Specyficzność i regulacja aktywności enzymów: czynniki wpływające na aktywność enzymów, koenzymy i inhibitory kompetycyjne i niekompetycyjne, odwracalne i pseudo nieodwracalne. Oznaczanie i stabilizacja aktywności enzymatycznej. Swoistość substratowa i względem katalizowanej reakcji. Klasyfikacja enzymów. Węglowodany – struktura monosacharydów i ich pochodnych oraz oligosacharydów. Polisacharydy – struktura i funkcja. Glikoproteiny – własności i sposoby wiązania komponenty cukrowej do łańcucha polipeptydowego oraz struktura komponenty cukrowej. Nukleotydy i deoksynukleotydy jako prekursorzy kwasów nukleinowych. Budowa przestrzenna DNA i RNA. Transkrypcja i translacja. Horyzontalny transfer genów. Kwasy tłuszczowe i ich fizjologicznie ważne pochodne. Lipidy – struktura i własności. Budowa błon biologicznych i powierzchni komórek. Biofilmy</p> <p>Związki wysokoenergetyczne. Metabolizm i metody jego badania. Autotrofia i heterotrofia, związki uczestniczące w metabolizmie energetycznym komórki, fotosynteza (faza świetlna i ciemna) i fotooddychanie. Procesy metaboliczne dostarczające energii: glikoliza, oksydacyjna dekarboksylacja pirogronianu, cykl Krebsa, mitochondrialny łańcuch oddechowy. Cykle: pentozowy i glioksalanowy. Katabolizm lipidów: beta-oksydacja. Katabolizm aminokwasów. Szlaki biosyntezy; glukoneogeneza, synteza skrobi, celulozy i glikogenu. Biosynteza kwasów tłuszczowych, fosfolipidów i izoprenoidów. Metody adaptacji mikroorganizmów. (W, Lab)</p>

12 Mikrobiologia	5	K1A_W05, K1A_U15, K1A_U18, K1A_K01, K1A_K02	<ul style="list-style-type: none"> •Budowa komórki Prokaryota; porównanie Pro- i Eukaryota •Morfologia i cytologia bakterii, budowa ściany bakterii gramodatnich i gramujemnych; Mechanizm barwienia metoda Grama; •Podstawy mikroskopowania, typy barwień, preparaty trwałe i przyżyciowe; •Charakterystyka Archaea, promieniowców, grzybów mikroskopowych, sinic, osadu czynnego jako mikroorganizmów o potencjalnym zastosowaniu w GOZ; •Charakterystyka wirusów; •Wybrane przemiany metaboliczne bakterii: nityfikacja, denityfikacja, obieg fosforu i siarki, rozkład materii bezazotowej, fermentacja a oddychanie, procesy biochemiczne związane z bioodżykiem surowców; •Horyzontalny transfer genów (koniugacja, transformacja, transdukcja); •Podstawowe pojęcia laboratoryjne (sterylizacja, pasteryzacja, tyndalizacja, konserwacja); •Metody posiewów, typy podłoży, szereg rozcieńczeń; •Oznaczanie liczebność mikroorganizmów w różnych środowiskach; •Metody identyfikacji mikroorganizmów. <p>(W, Lab)</p>
13 Ochrona własności intelektualnej	1	K1A_W12, K1A_U15, K1A_K01, K1A_K03	<p>Historia rozwoju ochrony własności intelektualnej w zakresie prawa autorskiego, patentów, znaków towarowych. Omówienie prawa międzynarodowego. Omówienie prawa polskiego. Podstawowe pojęcia prawne, definicje. Ustawodawstwo polskie. Zakres prawa autorskiego (autorskie prawa osobiste, ochrona praw autorskich osobistych, autorskie prawa majątkowe, przeniesienie majątkowych praw autorskich, ochrona autorskich praw majątkowych, ograniczenie ochrony majątkowego prawa autorskiego). Prawa pokrewne (prawa do wykonań artystycznych; prawa do fonogramów i wideogramów, prawa do nadań programów przez organizacje radiowe i telewizyjne, prawa do pierwszych wydań, prawa do wydań naukowych i krytycznych, ochrona praw pokrewnych. Internet a prawo autorskie. Umowy na odległość, organizacje zbiorowego zarządzania prawami autorskimi lub prawami pokrewnymi. Intelektualna własność przemysłowa (Patenty i wynalazki, ograniczenia patentowe, unieważnienie i wygaśnięcie patentu, licencje). Wzory użytkowe, wzory przemysłowe, znaki towarowe, oznaczenia geograficzne.</p> <p>Podczas wykładu dowiesz się na czym polega ochrona własności intelektualnej w Polsce i na świecie, co jest chronione prawem autorskim a co prawem własności przemysłowej, które z praw są Ci dane na mocy ustawy, a o które sam powinieneś zabiegać, a w końcu jak bezpiecznie korzystać z twórczości innych by nie złamać prawa. Przekonasz się jak w praktyce zabrać się za opatentowanie swojego pomysłu i kiedy warto to robić. Znajdziesz odpowiedź dlaczego Coca-Cola nie opatentowała receptury na swój napój, a jednak nikt nie poznał tej tajemnicy.</p> <p>(W)</p>
14 Bezpieczeństwo pracy i ergonomia	1	K1A_W11, K1A_U15, K1A_K01	<p>Podstawowe zagadnienia ergonomii oraz ergonomicznego kształtowania środowiska pracy, również w zakresie osób starszych i niepełnosprawnych. Przewidywanie zmian fizjologicznych oraz obciążenia organizmu pracą. Ochrony osobiste stosowane w środowisku pracy. Prawna ochrona pracy. Zagrożenia i profilaktyka zagrożeń. Podstawowa wiedza o wypadkach i chorobach zawodowych. Ryzyko zawodowe i ocena zagrożeń w stanowisku pracy. (W)</p>

15 Biopaliwa i rośliny energetyczne	6	K1A_W07, K1A_W10, K1A_U06, K1A_U07, K1A_U15, K1A_K01	<ul style="list-style-type: none"> •Wiadomości ogólne dotyczące właściwości biopaliw i biogazu; •Uwarunkowania prawne wprowadzania biopaliw do obrotu towarowego; •Surowce do wytwarzania bioetanolu i biobutanolu oraz do produkcji biodiesla; •Generacje biopaliw (ze szczególnym uwzględnieniem technologii wykorzystujących glony); •Surowce do produkcji biogazu i ich potencjał energetyczny, fermentacja przemiana i okresowa; •Urządzenia i instalacje do produkcji biogazu; komory fermentacyjne oraz metody suchej fermentacji; •Produkcja syngazu (ścieżki metaboliczne i reakcje biochemiczne fermentacji syngazu do biopaliw); •Biopaliwa a środowisko; •Wprowadzenie do zagadnień związanych z technologiami produkcji roślin energetycznych (m.in. wycieczka do Śląskiego Ogrodu Botanicznego w celu zapoznania z kolekcją roślin energetycznych); •Krótkie przypomnienie wiadomości z mikrobiologii i fizjologii roślin; •Definicja biomasy; charakterystyka i właściwości biomasy pod kątem wykorzystania na cele energetyczne; •Metody konwersji biomasy; biokonwersja przy udziale mikroorganizmów; •Podstawowe procesy przy pozyskiwaniu energii z biomasy: fermentacja alkoholowa, metanowa, fermentacja ciemna, fotofermentacja - podstawy mikrobiologiczne i biochemiczne; •Podstawy fizjologiczne przyrostu biomasy i składu jakościowego – modyfikacje warunków fizykochemicznych dla polepszenia przyrostu biomasy (technologie uprawy roli, siewu, pielęgnowania i zbioru roślin energetycznych); •Zaprezentowanie technik produkcji w zależności od sposobu wytwarzania energii z biomasy. <p>Nowoczesne metody nauczania: W ramach wykładu zostanie przeprowadzona m.in. „debata Oksfordzka” dotycząca zagadnienia czy biopaliwa mogą być skuteczną i opłacalną alternatywą dla paliw kopalnych. (W, Lab)</p>
16 Aspekty prawne i administracyjne w gospodarce obiegu zamkniętego	3	K1A_W09, K1A_U15, K1A_U16, K1A_K01, K1A_K02	GOZ jest obecnie jednym z priorytetów polityki Unii Europejskiej. Zostanie omówiony pakiet dotyczący gospodarki obiegu zamkniętego przyjęty przez Komisję Europejską w 2015 r. W ramach pakietu zostanie przedstawionych pięć sektorów priorytetowych: marnowanie jedzenia, podstawowe surowce wtórne, budownictwo i rozbórka, biomasa i produkty pochodzenia organicznego oraz tworzywa sztuczne. Zaprezentowane zostaną kluczowe obszary działań określone w tych regulacjach: produkcja, zarządzanie odpadami, konsumpcja, surowce wtórne oraz działania horyzontalne: innowacje, inwestycje i monitoring. (W, Sem)
17 Nauka o materiałach II	6	K1A_W03, K1A_W07, K1A_U15, K1A_K01	

18 Termodynamika	4 K1A_W12, K1A_U11, K1A_U12, K1A_U19	<p>Podstawowe wielkości i jednostki miar: układ SI, masa, ilość i strumień substancji, ciśnienie (bezwzględne, manometryczne, statyczne), praca, ciepło, energia, moc, OZT, temperatura, wielkości właściwe, gęstość, lepkość, energia wewnętrzna, entalpia, entropia, udziały składnikowe.</p> <p>Zasady i prawa termodynamiczne, zasada zachowania substancji.</p> <p>I zasada termodynamiki – zasada zachowania energii: sformułowanie ogólne, przypadki szczególne, sposoby przekazywania energii, energia układu, PM I rodzaju, praca bezwzględna, techniczna i użyteczna, moc napędowa pompy, ciepło doprowadzone, energia strumienia – entalpia, ciśnienie dynamiczne, IZT dla układu zamkniętego, bilans maszyny przepływowej, sprawność wewnętrzna i mechaniczna.</p> <p>Rodzaje urządzeń cieplnych i ich sprawności (efektywności): silnik cieplny, chłodziarka (ziębniarka), pompa grzewcza (pompa ciepła).</p> <p>Gazy doskonałe i półdoskonałe: definicje, termiczne równanie stanu (prawo Clapeyrona), kaloryczne równania stanu, pojemności cieplne właściwe, wykładnik adiabaty, prawo ekwipartycji energii, obliczanie entalpii i entropii, ładowanie zbiornika.</p> <p>Przemiany gazowe: izoterma, izobara, izochora, politropa, adiabata odwracalna g.d., przemiany nieodwracalne – dławienie, mieszanie (dyfuzja), adiabata nieodwracalna.</p> <p>Obiegi termodynamiczne: definicja i rodzaje, układ T,S (T,s), charakterystyczne pola na wykresach p,V oraz T,S, obieg Carnota i jego sprawność (efektywność), wykresy obiegu Braytona, Stirlinga, Joule’a, Otto, Diesla oraz Seiliger-Sabathego.</p>
		<p>Termodynamika pary wodnej: reguła faz Gibbsa, wykres p,T, izobaryczny proces odparowania H₂O, ciśnienie i temperatura nasycenia, stopień suchości, entalpia parowania, tablice parowe, wykresy parowe – p,v, T,s, i,s, wyznaczanie objętości, entalpii i entropii właściwej dla ciekłej wody, pary nasyconej mokrej oraz pary przegrzanej, przemiana adiabatyczna i dławienie pary wodnej.</p> <p>Elektrownie i elektrociepłownie parowe: schemat elektrowni węglowej, obieg Clausiusa-Rankine’a – przebieg przemian w układzie T,s oraz i,s, sprawność obiegu C-R, siłowni parowej i elektrowni węglowej, możliwości podwyższania sprawności obiegu C-R i siłowni parowej, elektrociepłownie z turbinami przeciwnieprężnymi i kondensacyjno-upustowymi.</p> <p>Sposoby zwiększania sprawności obiegu Clausiusa Rankina, siłownie jądrowe,</p> <p>Spalania paliw węglowych i węglowodorowych: pojęcia podstawowe, skład paliw, zapotrzebowanie powietrza do spalania, stosunek nadmiaru powietrza, skład spalin suchych i wilgotnych, energia chemiczna paliw – wartość opałowa i ciepło spalania.</p> <p>(W, Ćw)</p>
19 Gospodarka odpadami	7 K1A_W07, K1A_W08, K1A_W13, K1A_U03, K1A_U04, K1A_U06, K1A_U07, K1A_U11, K1A_U18, K1A_K01, K1A_K02	<ol style="list-style-type: none"> 1.Treść wykładów: 2.Podstawowe pojęcia gospodarki odpadami. 3.Wskaźniki ilościowe i jakościowe odpadów. 4.Systemy gromadzenia i usuwania odpadów. 5.Technologie unieszkodliwiania odpadów. 6.Deponowanie odpadów. 7.Zagrożenia ze strony wysypisk w aspekcie ochrony środowiska. 8.Nowoczesne technologie wykonywania składowisk. 9.Kompostowanie odpadów. 10.Techniczna obróbka biotermiczna. 11.Zagospodarowanie kompostu. 12.Unieszkodliwianie odpadów niebezpiecznych. 13.Paliwa z odpadów. 14.Uciążliwość ekologiczna zagospodarowania odpadów. 15.Systemowa gospodarka odpadami. 16.Najlepsza Dostępna Technika w gospodarce odpadami. <p>(W, lab, Proj)</p>

20 Wymiana ciepła i masy	2	K1A_W06, K1A_U02, K1A_U15, K1A_K01	Podstawowe pojęcia i definicje. Przewodzenie ciepła. Przewodzenie jednowymiarowe i przenikanie ciepła. Istota konwekcji. Konwekcja wymuszona i naturalna. Postawy wymiany masy. Rodzaje wymienników ciepła i ich budowa. Obliczenia projektowe i sprawdzające wymienników ciepła i masy. Podstawowe wiadomości o promieniowaniu cieplnym. (W, Ćw)
21 Mechanika płynów	2	K1A_W02, K1A_W03, K1A_W06, K1A_U15, K1A_U18, K1A_K01, K1A_K02	W ramach programu wykładu zostaną przedstawione: <ul style="list-style-type: none"> • przedmiot mechaniki płynów, jej podział oraz podstawowe pojęcia: wybrane własności fizyczne płynów, siły • działające w płynach, parametry opisujące stan płynu; • elementy statyki płynów: podstawowe równanie równowagi płynu i jego zastosowanie, przyrządy do pomiaru • ciśnienia, parcie hydrostatyczne na powierzchnie płaskie i zakrzywione, równowaga ciał pływających; • elementy kinematyki płynów: prędkość i przyspieszenie elementu płynu, tor i linia prądu, natężenie przepływu, • równanie ciągłości przepływu strumienia; • wybrane zagadnienia dynamiki płynów idealnych: równanie Bernoulliego dla cieczy doskonałej i gazów oraz • jego interpretacja, pomiar prędkości i natężenia przepływu; • wybrane zagadnieniami dynamiki płynów rzeczywistych: <ul style="list-style-type: none"> o przepływ laminarny i burzliwy, doświadczenie Reynoldsa, prawo Hagen-Poiseuille'a; o hydrauliczne obliczenia przewodów ciśnieniowych: obliczenia przepływów płynu lepkiego o w przewodach pod ciśnieniem, opory przepływu liniowe i miejscowe; o ruch cieczy w korytach otwartych: ruch jednostajny w korytach otwartych, koryto hydraulicznie o najkorzystniejsze; o wypływ ustalony i nieustalony ze zbiornika: wypływ przez otwory i przystawki, czas opróżniania o zbiornika, wypływ gazu przez otwory i dysze; o przepływ cieczy przez ośrodki porowate: prawo Darcy'ego, współczynnik filtracji w warstwach niejednorodnych. (W, Lab)
22 BIODZYSK SUROWCÓW	5	K1A_W07, K1A_W08, K1A_U06, K1A_U11, K1A_U15	Biodzysk surowców jest nie tylko modnym, ale także ważnym aspektem z jednej strony pozyskiwania surowców, a z drugiej gospodarki odpadami. Jest to szczególnie istotne w aspekcie rosnącego globalnego zaludnienia przy równoczesnym zagrożeniu wyczerpania zasobów surowców nieodnawialnych, jak ropa czy węgiel. Studenci poznają dwie strony („dwie twarze”) biodzysku i obszary jego zastosowania. Zaprezentowane zostaną substancje i materiały najczęściej wykorzystywane lub pozyskiwane, ich rodzaje, charakter, właściwości i zastosowanie oraz związane z nimi procesy przetwórcze. Przedstawione zostaną ograniczenia i zalety poszczególnych rozwiązań, co pozwoli na świadomy dobór własnych rozwiązań do zadanego przypadku. (W, Proj)
23 Spalanie i inne procesy termiczne	3	K1A_W01, K1A_W06, K1A_W07, K1A_U06	Stechiometria spalania i procesów konwersji. Bilans energii procesów spalania i konwersji. Równowaga chemiczna. Kinetyka chemiczna reakcji. Zapłon mieszanek palnych. Spalanie laminarne i turbulentne. Spalanie dyfuzyjne paliw. Rozpylanie cieczy. Spalanie paliw ciekłych. Spalanie paliw stałych. Zgazowanie paliw. Piroliza paliw. Podstawowe urządzenia do spalania i konwersji paliw. Tworzenie substancji szkodliwych w płomieniu. (W, Lab)
24 Planowanie i procedury biznesowe	3	K1A_W19, K1A_U15, K1A_U16, K1A_U18, K1A_U19, K1A_K01, K1A_K02, K1A_K04	1. Kurs wprowadza elementy budowania własnego biznesplanu z punktu widzenia przyszłego przedsiębiorcy, który musi wszystko zorganizować i zaplanować, a następnie wdrożyć i przetestować, aby osiągnąć cele swojego harmonogramu, budżetu i wydajności firmy. 2. Analizowane są narzędzia i koncepcje, takie jak karta projektu, deklaracja zakresu, struktura podziału pracy, szacowanie projektu i metodologia planowania. 3. Narzędzia i koncepcje, takie jak przykłady dobrego biznesplanu, teoria związana z podstawowymi zasadami tworzenia biznesplanu. (W, Lab)

25 Ocena wpływu na środowisko w pełnym cyklu życia/LCA	3	K1A_W19, K1A_U15, K1A_U16, K1A_U18, K1A_U19, K1A_K01, K1A_K02, K1A_K04	<ul style="list-style-type: none"> •Ecological balance; •Legal and economic aspects of environmental protection •Projects and technical measures in environmental protection - the concept of clean technologies •Rational waste management. Low-waste and waste-free technologies. •Local and regional programs for comprehensive management of primary and secondary raw materials. • Legal aspects and economic determinants of waste management - in Poland and European Union countries. • Education in environmental technologies • Legal conditions for the use of best available environmental technologies. • Comparison of the nuisance of different industries for the main components of the environment. • Best available technology <p>(W, Proj)</p>
26 Recykling odpadów	5	K1A_W07, K1A_W13, K1A_U09, K1A_U11, K1A_K02	<p>Wykład jest prowadzony interaktywnie, z dużym naciskiem na dyskusje o aktualnych problemach związanych z recyklingiem odpadów oraz z rolą recyklingu w Gospodarce Obiegu Zamkniętego, w którym odpady są wykorzystywane jako surowce wtórne, co maksymalnie zmniejsza ilość odpadów kierowanych do składowiska. Poznanie podstaw recyklingu strumieniami odpadów powstających w różnych gałęziach gospodarki w celu minimalizacji odpadów. Porównanie systemu selektywnej zbiórki odpadów oraz recyklingu w Polsce z innymi rozwiniętymi krajami w tym zakresie. Przedstawienie podstawowe definicje i systematyki odpadów komunalnych i surowców wtórnych. Poznanie zasady i cele recyklingu. Selektywna zbiórka odpadów jako podstawowy element recyklingu odpadów komunalnych. Systemy recyklingu i odzysku: szkła, papieru i tektury, tworzyw sztucznych, metali, frakcji organicznych. Aspekty prawne recyklingu, opłata produktowa, opłata depozytowa, poziomy odzysku i recyklingu odpadów komunalnych. (W, Proj)</p>
27 Odnowa wody/Renewal of water	2	K1A_W07, K1A_W14, K1A_U03, K1A_U09, K1A_U15, K1A_K01, K1A_K02	<p>Discussion of physical and chemical methods applied to remove selected pollutants from water or sewage such as: coagulation/flocculation, sorption, ion exchange, chemical precipitation, chemical oxidation, extraction etc. Presentation of exemplary technological systems used to remove: nitrogen compounds (ammonia, nitrates), refractory compounds, phosphorus compounds, suspension, heavy metals. Discussion of water desalination processes and methods used for preparation of make up water in closed water and wastewater circuit systems.</p> <p>(W, Lab, Proj)</p>
28 Technologie oczyszczania gazów	3	K1A_W07, K1A_W14, K1A_W15, K1A_K01	<p>Pojęcia unosu i emisji zanieczyszczeń. Standardy emisyjne i normy imisyjne. Skuteczność działania urządzeń usuwających zanieczyszczeń stałych i gazowych z gazów odlotowych. Skuteczność przedziałowa odpylaczy, skuteczność całkowita. Parametry gazów i elementy instalacji oczyszczania gazów odlotowych. Metody wtórne dla zanieczyszczeń pyłowych wykorzystujące własności fizyczne pyłów i zjawiska fizyczne. Podstawowe zjawiska wykorzystywane do odpylania. Omówienie budowy i zasady działania komór osadczyc, odpylaczy bezwładnościowych, inercyjnych, elektrofiltrów i odpylaczy tkaninowych oraz mokrych urządzeń odpylających. Metody wtórne dla zanieczyszczeń gazowych bazujące na absorpcji, adsorpcji, adsorpcji z odzyskiem, redukcji, spalaniu katalitycznym lub termicznym, kondensacji, wykorzystaniem membran, biofiltracji, rozcieńczenia i maskowania dla substancji odorowych. Urządzenia i zasady działania absorberów, adsorberów, biofiltrów, reaktorów katalitycznych, destruktorów i sterylizatorów. Instalacje oczyszczania i dezodoryzacji gazów. Podstawowe parametry urządzeń i instalacji.</p> <p>(W, Proj)</p>

29	Przedmiot obieralny 1: Odzysk wody i innych surowców ze ścieków	3	K1A_W14, K1A_U03, K1A_U11, K1A_U15, K1A_K01	<p>W gospodarce o obiegu zamkniętym strumieniem ścieków stanowią zasoby, z których powinny być odzyskiwane wartościowe substancje, związki biogenne, energia i woda, a także utrzymywany powinien być właściwy stan klimatu. W ramach wykładów przedstawione zostaną procesy, mikroorganizmy i rozwiązania techniczne wykorzystywane do tworzenia technologii służących odzyskowi poszczególnych zasobów, w tym:</p> <ul style="list-style-type: none"> •odzysk wody jako element oczyszczalni z odzyskiem wartościowych zasobów; •odzysk fosforu i azotu na cele nawozowe; •odzysk azotu/białek jako komponentów paszowych; •odzysk tłuszczów do produkcji biopaliw; •odzysk metali; •odzysk celulozy; •pozyskiwanie polimerów do wytwarzania bioplastików w oparciu o związki organiczne obecne w ściekach; •sposoby odzysku substancji organicznych ze ścieków do produkcji energii (fermentacja metanowa, produkcja wodoru, •mikrobiologiczne ogniwa paliwowe); •czyszczalnia jako biorafineria (rozwiązania kompleksowe/nowy paradygmat oczyszczalni ścieków) <p>(W, Lab)</p>
30	Moduł obieralny 2: Techniczna przedsiębiorczość	7	K1A_W19, K1A_U01, K1A_U04, K1A_U10, K1A_U15, K1A_U16, K1A_U18, K1A_U19, K1A_K01, K1A_K02, K1A_K04, K1A_K05, K1A_K06	<ul style="list-style-type: none"> •Opracowanie biznesplanu, struktura kosztów i efektywność ekonomiczna, NPV IRR, amortyzacja, podstawy startupów, business pitch, transparentność procesów zamówień itp. •Opracowanie koncepcji bezodpadowej dla miasta. <p>Zajęcia będą prowadzone w oparciu o Project Based Learning z elementami case study. (W, Lab, Proj)</p>
31	Moduł obieralny 2: Najlepsze dostępne techniki dla GOZ	7	K1A_W20, K1A_U01, K1A_U04, K1A_U12, K1A_U13, K1A_U15, K1A_U18, K1A_K01, K1A_K02, K1A_K05, K1A_K06	<ul style="list-style-type: none"> •Technologie bezodpadowe oczyszczania gazów odlotowych. •Pozwolenia zintegrowane. •Najlepsza dostępna technika w gospodarce odpadami. •Najlepsza dostępna technika w termicznym przekształcaniu odpadów. <p>(W, Lab, Proj)</p>
32	Moduł obieralny 3: Procesy jednostkowe w GOZ	7	K1A_W06, K1A_U05, K1A_U14, K1A_U15, K1A_U18, K1A_K01, K1A_K02	<ul style="list-style-type: none"> •Pojęcie procesu jednostkowego i zasad technologicznych, omówienie procesów jednostkowych: krystalizacja, destylacja, synteza, ekstrakcja, chlorowanie, ozonowanie, metody zaawansowanego utleniania, wymiana jonowa. •Poznanie mechanizmu oraz wpływ parametrów pracy na skuteczność wybranych procesów jednostkowych. •Wykorzystanie procesów jednostkowych (absorpcja, adsorpcja, utlenianie termiczne i katalityczne) w rozwiązaniach technicznych. •Mikrobiologia powietrza itp. (W,Lab, Proj)

33 Moduł obieralny 4: Dobra praktyka inżynierska	6	K1A_W09, K1A_W20, K1A_U01, K1A_U15, K1A_U18, K1A_K01, K1A_K02	<ul style="list-style-type: none"> •Ecodesign - zarządzanie obiegiem żywności. •Ekoprojektowanie transportu w mieście. •Elektromobilność. •Ekoprojektowanie produkcji tworzyw sztucznych. •Sztuka z odpadów. •Rozwijanie e-kompetencji. •Obieg elektroodpadów. <p>(W, Lab, Proj)</p>
34 Inżynieria reaktorów	2	K1A_W06, K1A_U05, K1A_U08, K1A_U15, K1A_K01	<ol style="list-style-type: none"> 1.Wprowadzenie – podstawowe pojęcia związane z inżynierią reaktorów (biologicznych i chemicznych), 2.Rola procesów reaktorowych (biologicznych i chemicznych) w gospodarce obiegu zamkniętego, wybrane aspekty <ol style="list-style-type: none"> 1.projektowania reaktorów, 2.Kinetyka procesów (reakcji) biochemicznych. 3.Kinetyka procesów (reakcji) chemicznych; 4.Reaktory ciągłe i okresowe (przepływowe, porcjowe); 5.Bioreaktory pełnego wymieszania, z immobilizowaną i osiadłą biomasą, 6.Bioreaktory tlenowe i beztlenowe oraz ich rola w pozyskiwaniu surowców ze strumieni odpadowych; 7.Wybrane reaktory chemiczne i fotochemiczne i ich znaczenie w odzysku wody na cele użytkowe; 8.Bezpieczeństwo pracy bioreaktorów i reaktorów chemicznych. <p>(W, Ćw)</p>
35 Efektywność finansowa przedsięwzięć	2	K1A_W19, K1A_U10, K1A_U15, K1A_U19, K1A_K02, K1A_K04	<p>GOZ jest obecnie jednym z priorytetów polityki Unii Europejskiej. Kluczowe obszary działań w zakresie GOZ obejmują m. in.: produkcję, zarządzanie odpadami, konsumpcję, surowce wtórne oraz działania horyzontalne: innowacje, inwestycje i monitoring. Wszelkie innowacje oraz inwestycje w zakresie poprawy efektywności gospodarki zasobami naturalnymi powinny zmierzać w kierunku minimalizacji wyczerpywania nieodnawialnych zasobów naturalnych. Kryterium to powinno być nadrzędnym kryterium oceny GOZ. W tym zakresie zaprezentowana zostanie</p> <p>szczegółowo metodyka kosztu termo-ekologicznego (TEC). TEC jest to skumulowane zużycie energii bogactw nieodnawialnych obciążające wszystkie etapy procesów wytwórczych, prowadzące od pozyskania surowców do produktu finalnego. Na każdym z rozpatrywanych etapów łańcucha procesów produkcyjnych uwzględnia się zużycie nośników energii, materiałów, nakłady związane z transportem, wytwarzanie produktów ubocznych oraz straty związane z odprowadzaniem zanieczyszczeń do środowiska naturalnego. Dążenie do minimalizacji zużycia nieodnawialnych bogactw naturalnych w GOZ powinno mieć uzasadnienie ekonomiczne. W ramach wykładu zaprezentowane zostaną podstawowe zasady rachunku dyskonta obejmującego zmianę wartości pieniądza w czasie. Szczegółowo zostaną omówione narzędzia do oceny efektywności ekonomicznej takie jak: wartość bieżąca netto (NPV), prosty oraz zdyskontowany czas zwrotu nakładów inwestycyjnych (SPB) i (DPB) oraz wewnętrzna stopa zwrotu (IRR). W rachunku ekonomicznym dotyczącym GOZ należy uwzględniać możliwość uzyskania subsydiów dla efektywnych i proekologicznych technologii. W tym zakresie zostaną omówione podstawowe regulacje prawne z zakresu prawa energetycznego, ustawy o efektywności energetycznej oraz ustawy o odnawialnych źródłach energii. Koszty eksploatacyjne analizowanego systemu w dużej mierze zależą od efektywności termodynamicznej komponentów składowych analizowanego systemu produkcyjnego. Ważna jest zatem możliwość połączenia narzędzi oceny efektywności ekonomicznej z oceną efektywności termodynamicznej. W tym zakresie zostaną przedstawione innowacyjne algorytmy analizy termoeconomicznej łączące rachunek dyskonta z analizą strat energii. Omówiony na wykładzie materiał stanowi zatem zbiór kompleksowych narzędzi do oceny efektywności ekonomicznej GOZ. Wszystkie z omawianych narzędzi będą zilustrowane praktycznymi przykładami obliczeniowymi. (W, Proj)</p>

36	Odnawialne źródła energii	4	K1A_W17, K1A_U15, K1A_K01	<p>Systematyka energii odnawialnej, znaczenie dla bilansu energetycznego kraju i świata. Uwarunkowania prawne i mechanizmy wspierania. Biomasa stała, ciekła i gazowa – systematyka, możliwości i kierunki wykorzystania, przetwórstwo i własności biomasy, uprawy energetyczne, przykłady systemów wykorzystujących biomasę, współspalanie, zgazowanie, piroliza. Energia wody – elektrownie wodne – systematyka, stan wykorzystania i perspektywy, zasada działania, typy turbin wodnych, moc i sprawność elektrowni wodnej. Energia wiatru – zasoby, rozwój energetyki wiatrowej w Polsce i w świecie, moc, sprawność i budowa turbin wiatrowych. Słońce jako źródło energii – kierunki wykorzystania - słoneczne systemy grzewcze, kolektory słoneczne, elektrownie słoneczne, ogniwa fotowoltaiczne. Energia geotermalna – zasoby, wykorzystanie – metody i stan obecny, podstawy pomp ciepła. Ekonomia i skutki ekologiczne wykorzystania źródeł odnawialnych – porównanie źródeł konwencjonalnych i odnawialnych również w pełnym cyklu życia, koszty zewnętrzne, tendencje rozwoju.</p> <p>(W, Proj)</p>
37	Energetyka rozproszona i systemy prosumenckie	3	K1A_W10, K1A_W11, K1A_W13, K1A_W14, K1A_W17, K1A_U11, K1A_U15, K1A_K02	<p>Układy energetyki rozproszonej i prosumenckiej</p> <p>Główne cele Unii Europejskiej w aspekcie prowadzonej polityki energetycznej ukierunkowane są na ograniczeni emisji zanieczyszczeń, w tym gazów cieplarnianych, wzrost wykorzystania odnawialnych źródeł energii oraz wzrost bezpieczeństwa energetycznego, rozumianego najczęściej jako dywersyfikacja paliw wykorzystywanych do produkcji energii elektrycznej i ciepła. Duży nacisk w tym kontekście kładziony jest na rozwój energetyki rozproszonej, w tym energetyki prosumenckiej.</p> <p>(W, Proj)</p>
38	Energia z odpadów	5	K1A_W13, K1A_U06, K1A_U07, K1A_U08, K1A_K01	<p>1.Energia z odpadów – wprowadzenie, znaczenie ekonomiczne i ekologiczne.</p> <p>2.Stechiometria spalania i bilans energii procesu spalania: zapotrzebowanie powietrza, skład spalin, sprawność energetyczna procesu spalania.</p> <p>3.Energia z odpadów- źródła pozyskiwania energii z odpadów:spalanie/zgazowanie/piroliza/deponowanieodpadów/fermentacja/składowiska odpadów.</p> <p>4.Skład i właściwości paliwowe odpadów: definicje paliwo, odpady, paliwo z odpadów,</p> <p>5.biopaliwo.</p> <p>6.Urządzenia do realizacji procesów odzysku energii z odpadów: komory spalania/kotły/wymienniki ciepła...</p> <p>7.Stężenie i emisja substancji w gazach, standardy emisyjne</p> <p>8.Powstawanie substancji szkodliwych w procesach termicznych i ich redukcja.</p> <p>9.Paliwo z odpadów: parametry, wytwarzanie, możliwości współspalania.</p> <p>10.Możliwości uznania odpadu za paliwo.</p> <p>(W, Lab)</p>
39	Przedmiot obieralny 1: Gospodarka energią w budynkach	3	K1A_W16, K1A_W17, K1A_U12, K1A_U15, K1A_K01	<p>Wymagania ochrony cieplnej budynków na tle wymagań unijnych. Potrzeby energetyczne budynków. Źródła energii dla systemów wyposażenia technicznego budynków. Odzysk ciepła i chłodu w instalacjach. Możliwości zmniejszenia zużycia energii w budynkach. Zielone budownictwo i certyfikacja ekologiczna. Przykłady realizacji budynków energooszczędnych, pasywnych i zielonych w Polsce i na świecie. (W, Proj)</p>
40	Przedmioty obieralne 2: Lokalne gospodarowanie wodą	5	K1A_W16, K1A_W17, K1A_U12, K1A_U15, K1A_K01	<p>Charakterystyka i klasy czystości wód powierzchniowych i podziemnych wraz z rozporządzeniami i normatywami w tym zakresie. Omówienie wytycznych w zakresie jakości wody przeznaczonej do spożycia oraz kierunków działań w celu uzdatniania wody ujmowanej z różnych źródeł. Prezentacja blokowych schematów uzdatniania wód powierzchniowych i podziemnych wraz z możliwością ich uzupełniania o dodatkowe procesy jednostkowe w zależności od charakteru występujących zanieczyszczeń.</p> <p>(W, Lab)</p>
41	Praktyka wakacyjna (4 tygodnie)	6		

42	Prezentacje i wystąpienia publiczne	4	K1A_W12, K1A_U15, K1A_U16, K1A_K01	<ol style="list-style-type: none"> 1.Komunikacja werbalna i niewerbalna. 2.Typy osobowości w komunikacji. 3.Improwizacja i emocje w mówieniu. Perswazja i język korzyści 4.Emisja i higiena głosu. Dykcja z elementami fonetyki. 5.Panowanie nad stresem. 6.Przygotowanie i struktura wystąpienia. 7.Wizualizacja w prezentacjach i wystąpieniach. (W, Proj)
43	Magazynowanie energii	4	K1A_W17, K1A_U15, K1A_K01	<p>Zostaną przedstawione podstawowe klasyfikacje źródeł wytwarzania energii elektrycznej oraz klasyfikacje źródeł ciepła oraz ich potencjał w zakresie pokrywania zapotrzebowania w systemach. Opisana zostanie struktura oraz zasady funkcjonowania systemu energetycznego oraz systemów ciepłowniczych oraz sposoby ich regulacji. Omówione zostaną wymagania dla zapewnienia bezpieczeństwa energetyczne kraju oraz scharakteryzowane zostaną mechanizmy rynkowe umożliwiające zapewnienie takiego bezpieczeństwa. Sklasyfikowane zostaną metody oraz technologie magazynowania energii elektrycznej (metody mechaniczne, elektrochemiczne, elektryczne) oraz ciepła (pojemnościowe, zmiennofazowe, chemiczne). Zostaną scharakteryzowane podstawowe procesy jednostkowe identyfikowane w ramach technologii magazynowania energii. Opisane zostaną systemy magazynowania energii o wybranych strukturach technologicznych. Zdefiniowane zostaną podstawowe wskaźniki oceny technicznej dla systemów magazynowania.</p> <p>Poszczególne technologie zostaną scharakteryzowane również w aspekcie ekonomicznym – kosztów inwestycyjnych oraz kosztów eksploatacyjnych. Przeprowadzone zostaną analizy przypadków dla wybranych systemów integrujących źródła wytwórcze oraz systemy magazynowania energii. (W, Proj)</p>
44	Przedmiot obieralny 3: Aktualne trendy w GOZ	4	K1A_W20, K1A_U04, K1A_U14, K1A_U15, K1A_K01	<p>Wykład obejmuje zagadnienia związane z obowiązującymi w gospodarce światowej trendami dotyczącymi wprowadzania zasad circular economy. Wykład jest prowadzony interaktywnie, z naciskiem na dyskusje o omawianych problemach. W celu aktywizacji studentów wykorzystuje się metodę FAQ oraz stymulowania pytań. (W)</p>
45	Seminarium specjalnościowe	2	K1A_W12, K1A_U01, K1A_U15, K1A_U19, K1A_K01, K1A_K03	<ol style="list-style-type: none"> 1.Przedstawienie struktury i planu pracy, ustalenie harmonogramów prezentacji. 2.Realizacja wstępnej części pracy. 3.Przygotowanie studium literaturowego i prezentacja głównych tez. 4.Wykorzystanie metod i technik badawczych. 5.Omówienie zagadnień egzaminu inżynierskiego. (Sem)
46	Projekt inżynierski	15	K1A_U01, K1A_U06, K1A_U08, K1A_U09, K1A_U14, K1A_U15, K1A_U19, K1A_K01	<p>Projekt inżynierski może stanowić w szczególności:</p> <ul style="list-style-type: none"> •opracowanie danych i informacji literaturowych na temat określonego zagadnienia mającego rzeczywiste lub potencjalne zastosowanie praktyczne, •opis prac badawczych, przeprowadzonych przez studenta w celu rozwiązania konkretnego problemu (wyniki badań, wnioski), •prezentacja badań, wyników, obliczeń , •wykonanie obliczeń fizykochemicznych z zakresu realizowanej tematyki, •identyfikacja, modelowanie, optymalizacja procesów związanych z realizowaną tematyką, •algorytm obliczeń procesowych z zakresu termicznych przekształceń odpadów, paliw itp. •symulacja komputerowa zjawisk chemicznych, procesów technologicznych z zakresu realizowanego tematu, •koncepcja technologii mającej na celu optymalne wykorzystanie materiałów, surowców czy odpadów, •koncepcja technologiczna procesu unieszkodliwiania odpadów ze szczególnym odniesieniem do odpadów niebezpiecznych, •opis rozwiązań technologicznych, aparaturowych w zakresie realizowanego tematu, •element lub elementy projektowania systemowej gospodarki o obiegu zamkniętym, •projekt ekoprojektu, urządzenia, instalacji itp. związanych z obiegiem zamkniętym. (Proj)☒