

### Efekty uczenia się dla kierunku chemia

1. **Przyporządkowanie kierunku studiów do dziedzin/y nauki i dyscyplin/y naukowych/ej lub dyscyplin/y artystycznych/ej:** kierunek przyporządkowano do: dziedziny nauk ścisłych i przyrodniczych, dyscypliny naukowej: nauki chemiczne (100%).
2. **Profil kształcenia:** praktyczny.
3. **Poziom i czas trwania studiów/liczba punktów ECTS:** studia drugiego stopnia – (4 semestry) /120 ECTS.
4. **Numer charakterystyki poziomu Polskiej Ramy Kwalifikacji – 7.**
5. **Absolwent** posiada pogłębioną wiedzę, umiejętności i kompetencje z zakresu specjalistycznych zagadnień wchodzących w skład nauk chemicznych. Wykazuje znajomość koncepcji i teorii chemicznych i docenia ich znaczenie dla rozwoju nauk ścisłych i przyrodniczych oraz nowoczesnej gospodarki. Posiada wiedzę z zakresu działów chemii podstawowej i stosowanej, w szczególności chemii powierzchni i materiałoznawstwa, technologii elektrochemicznych, biotechnologii i diagnostyki molekularnej, zaawansowanych metod analitycznych, a także metod statystycznych, biogospodarki i gospodarki cyrkularnej. Wykorzystuje metody i techniki stosowane w specjalistycznych laboratoriach badawczych, badawczo-rozwojowych i usługowo-pomiarowych, a także innowacyjne technologie przemysłowe wykorzystujące nowe materiały i procesy. Planuje i wykonuje zaawansowane eksperymenty chemiczne oraz analizuje i interpretuje ich wyniki. W szczególności przygotowany jest do samodzielnego rozwiązywania problemów chemicznych, prowadzenia działalności o charakterze badawczym oraz gromadzenia i krytycznej analizy danych eksperymentalnych. Posługuje się językiem obcym na poziomie biegłości B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego. Przygotowuje i prezentuje opracowania naukowe z zakresu chemii oraz w komunikatywny sposób przedstawia zdobytą wiedzę. Jest przygotowany do podjęcia pracy w przedsiębiorstwach oraz w organizacjach i instytucjach publicznych, pozarządowych i badawczo-naukowych, których działalność związana jest z wykorzystaniem chemii. Jest przygotowany do kontynuacji kształcenia w szkole doktorskiej oraz na studiach podyplomowych.
  - 5.1. **Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:** magister.
6. **Wymagania ogólne:** do uzyskania kwalifikacji drugiego stopnia wymagane jest osiągnięcie wszystkich poniższych efektów uczenia się.

Kod składnika opisu charakterystyki efektów uczenia się w: dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, dyscyplinie naukowej: nauki chemiczne	Opis charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się Polskiej Ramy Kwalifikacji	Symbol efektu kierunkowego	Treść efektu kierunkowego
<b>WIEDZA:</b> absolwent zna i rozumie			
XP/NCP_P7S_WG	w pogłębionym stopniu – wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu dyscyplin naukowych lub artystycznych tworzących podstawy teoretyczne, uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę obejmującą kluczowe zagadnienia oraz wybrane zagadnienia z zakresu zaawansowanej wiedzy szczegółowej – właściwe dla programu studiów, również zastosowania praktyczne tej wiedzy w działalności zawodowej związanej z ich kierunkiem	KP7_WG1	problematykę z zakresu dziedziny nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauk chemicznych
		KP7_WG2	najnowsze trendy i rozwiązania w zakresie nauk chemicznych
		KP7_WG3	zaawansowaną terminologię używaną w naukach chemicznych oraz jej zastosowanie w dyscyplinach pokrewnych
		KP7_WG4	metody i narzędzia, w tym techniki pozyskiwania danych odpowiednie dla nauk chemicznych, które w sposób rozszerzony pozwalają opisać procesy chemiczne
		KP7_WG5	charakterystykę nauk chemicznych, ich miejsce w systemie nauk i metodologii badań
		KP7_WG6	procedury prawidłowego wykonywania pomiarów wielkości fizycznych i chemicznych oraz potrzebę wykonywania precyzyjnych pomiarów w procesach technologicznych
		KP7_WG7	teorie i prawa związane z procesami energetycznymi, wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające zależności między nimi, stanowiące wiedzę ogólną

XP/NCP_P7S_WK	<p>fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji</p> <p>ekonomiczne, prawne, etyczne i inne uwarunkowania różnych rodzajów działalności zawodowej związanej z kierunkiem studiów, w tym zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego</p> <p>podstawowe zasady tworzenia i rozwoju różnych form przedsiębiorczości</p>	KP7_WK1	realne i potencjalne zagrożenia w przemyśle chemicznym
		KP7_WK2	ekonomiczne, prawne i etyczne uwarunkowania ochrony środowiska przed zagrożeniami związanymi z funkcjonowaniem przemysłu chemicznego i energetycznego
		KP7_WK3	zasady ochrony własności przemysłowej/intelektualnej i praw autorskich
		KP7_WK4	zasady tworzenia i rozwoju różnych form przedsiębiorczości
<b>UMIĘJĘTNOŚCI:</b> absolwent potrafi			
XP/NCP_P7S_UW	<p>wykorzystywać posiadaną wiedzę – formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy oraz innowacyjnie wykonywać zadania w nieprzewidywalnych warunkach przez:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– właściwy dobór źródeł i informacji z nich pochodzących, dokonywanie oceny, krytycznej analizy, syntezy, twórczej interpretacji i prezentacji tych informacji,</li> <li>– dobór oraz stosowanie właściwych metod i narzędzi, w tym zaawansowanych technik informacyjno-komunikacyjnych</li> <li>– przystosowanie istniejących lub opracowanie nowych metod i narzędzi</li> </ul> <p>wykorzystywać posiadaną wiedzę – formułować i rozwiązywać problemy oraz wykonywać zadania typowe dla działalności zawodowej związanej z kierunkiem studiów</p> <p>formułować i testować hipotezy związane z prostymi problemami wdrożeniowymi</p>	KP7_UW1	komunikować się z otoczeniem, zbierać, hierarchizować, przetwarzać i przekazywać informacje
		KP7_UW2	przedstawiać i oceniać różne opinie i stanowiska oraz dyskutować na ich temat
		KP7_UW3	prawidłowo posługiwać się normami i regułami (prawnymi, zawodowymi, moralnymi) w celu rozwiązania konkretnego zadania w zakresie kierunku chemia
		KP7_UW4	zastosować zaawansowane techniki laboratoryjne i procesowe oraz narzędzia badawcze i informatyczne stosowane w naukach chemicznych
		KP7_UW5	samodzielnie planować i przeprowadzać doświadczenia, dokonywać pomiarów oraz interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski w ramach badań przemysłowych i prac rozwojowych
		KP7_UW6	samodzielnie formułować i testować hipotezy oraz rozwiązywać problemy wdrożeniowe

		KP7_UW7	oceniać zagrożenia i dobierać metody ochrony środowiska przed zagrożeniami ze strony nowych materiałów i procesów		
XP/NCP_P7S_UK	komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców	KP7_UK1	porozumiewać się przy użyciu różnych kanałów i technik komunikacyjnych ze specjalistami i społeczeństwem, korzystając w sposób zaawansowany z nowoczesnych rozwiązań technologicznych		
	przewodzić debatę				
	posługiwać się językiem obcym na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego oraz specjalistyczną terminologią			KP7_UK2	przygotowywać wystąpienia w języku polskim i w wybranym nowożytnym języku obcym, właściwym dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego
				KP7_UK3	posługiwać się właściwą terminologią w zakresie nauki i technologii chemicznej
				KP7_UK4	wypowiadać się klarownie i spójnie, precyzyjnie w mowie oraz piśmie na tematy związane z kierunkiem chemia
		KP7_UK5	praktycznie wykorzystywać wiedzę w zakresie współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym		
XP/NCP_P7S_UO	kierować pracą zespołu	KP7_UO1	komunikować się i kierować zespołem		
	współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych i podejmować wiodącą rolę w zespołach	KP7_UO2	pracować w zespole realizującym projekty chemiczne, przyjmując w nim różne role m.in. organizatora, prowadzącego, wdrożeniowca lub wykonawcy		
XP/NCP_P7S_UU	samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie i ukierunkowywać innych w tym zakresie	KP7_UU1	systematycznie uzupełniać wiedzę i doskonalić umiejętności w zakresie kierunku chemia		
		KP7_UU2	wyznaczać kierunki samorozwoju i samokształcenia		

<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE: absolwent jest gotów do</b>			
XP/NCP_P7S_KK	krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści; uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu	KP7_KK1	krytycznej oceny odbieranych treści i uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów związanych z kierunkiem chemia
XP/NCP_P7S_KO	wypełniania zobowiązań społecznych, inspirowania i organizowania działalności na rzecz środowiska społecznego  inicjowania działań na rzecz interesu publicznego	KP7_KO1	aktywizowania różnych grup społecznych w celu inicjowania przedsięwzięć na rzecz zrównoważonego rozwoju, szczególnie w zakresie innowacyjnej działalności wytwórczej
	myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy	KP7_KO2	myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy
XP/NCP_P7S_KR	odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych, w tym: – rozwijania dorobku zawodu, – podtrzymywania etosu zawodu, – przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad	KP7_KR1	odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych z uwzględnieniem rozwijania dorobku oraz przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodu chemika
		KP7_KR2	zachowania się w sposób profesjonalny i etyczny podczas pełnienia obowiązków zawodowych
		KP7_KR3	przyjmowania odpowiedzialności za powierzone mu zadania w ramach obowiązków zawodowych



## 8. Oznaczenia dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz artystycznych

Lp.	Dziedzina nauki/symbol kodu	Dyscyplina naukowa/artystyczna/symbol kodu
1	Dziedzina nauk humanistycznych/ <b>H</b>	1) archeologia/ <b>A</b>
		2) etnologia i antropologia kulturowa/ <b>EA</b>
		3) filozofia/ <b>F</b>
		4) historia/ <b>H</b>
		5) językoznawstwo/ <b>J</b>
		6) literaturoznawstwo/ <b>L</b>
		7) nauki o kulturze i religii/ <b>KR</b>
		8) nauki o sztuce/ <b>NSz</b>
		9) polonistyka/ <b>PL</b>
2	Dziedzina nauk inżynierijsko-technicznych/ <b>IT</b>	1) architektura i urbanistyka/ <b>AU</b>
		2) automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne/ <b>AE</b>
		3) informatyka techniczna i telekomunikacja/ <b>IT</b>
		4) inżynieria bezpieczeństwa/ <b>IBZ</b>
		5) inżynieria biomedyczna/ <b>IB</b>
		6) inżynieria chemiczna/ <b>IC</b>
		7) inżynieria lądowa, geodezja i transport/ <b>IL</b>
		8) inżynieria materiałowa/ <b>IM</b>
		9) inżynieria mechaniczna/ <b>IMC</b>
		10) inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka/ <b>ISG</b>
		11) ochrona dziedzictwa i konserwacja zabytków/ <b>OD</b>
3	Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu/ <b>M</b>	1) biologia medyczna/ <b>BM</b>
		2) nauki farmaceutyczne/ <b>NF</b>
		3) nauki medyczne/ <b>NM</b>
		4) nauki o kulturze fizycznej/ <b>NKF</b>
		5) nauki o zdrowiu/ <b>NZ</b>
4	Dziedzina nauk o rodzinie/ <b>NR</b>	1) nauki o rodzinie/ <b>NRO</b>
5	Dziedzina nauk rolniczych/ <b>R</b>	1) nauki leśne/ <b>NL</b>
		2) rolnictwo i ogrodnictwo/ <b>RO</b>
		3) technologia żywności i żywienia/ <b>TZ</b>
		4) zootechnika i rybactwo/ <b>ZR</b>
6	Dziedzina nauk społecznych/ <b>S</b>	1) ekonomia i finanse/ <b>EF</b>
		2) geografia społeczno-ekonomiczna i gospodarka przestrzenna/ <b>GEP</b>
		3) nauki o bezpieczeństwie/ <b>NB</b>
		4) nauki o komunikacji społecznej i mediach/ <b>NKS</b>
		5) nauki o polityce i administracji/ <b>NPA</b>
		6) nauki o zarządzaniu i jakości/ <b>NZJ</b>
		7) nauki prawne/ <b>NP</b>
		8) nauki socjologiczne/ <b>NS</b>
		9) pedagogika/ <b>P</b>
		10) prawo kanoniczne/ <b>PK</b>
		11) psychologia/ <b>PS</b>
11) stosunki międzynarodowe/ <b>SMI</b>		
7	Dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych/ <b>XP</b>	1) astronomia/ <b>AS</b>
		2) biotechnologia/ <b>BT</b>
		3) informatyka/ <b>I</b>
		4) matematyka/ <b>MT</b>
		5) nauki biologiczne/ <b>NBL</b>
		6) nauki chemiczne/ <b>NC</b>

		7) nauki fizyczne/ <b>NF</b>
		8) nauki o Ziemi i środowisku/ <b>NZ</b>
8	Dziedzina nauk teologicznych/ <b>TL</b>	1) nauki biblijne/ <b>NBB</b>
		2) nauki teologiczne/ <b>NT</b>
9	Dziedzina nauk weterynaryjnych/ <b>W</b>	1) weterynaria/ <b>WT</b>
10	Dziedzina sztuki/ <b>SZ</b>	1) sztuki filmowe i teatralne/ <b>SFT</b>
		2) sztuki muzyczne/ <b>SM</b>
		3) sztuki plastyczne i konserwacja dzieł sztuki/ <b>SP</b>



## TREŚCI KSZTAŁCENIA

**Kierunek studiów:** chemia

**Poziom studiów:** studia drugiego stopnia

**Profil kształcenia:** praktyczny

**Forma studiów:** stacjonarne

**Wymiar kształcenia:** 4 semestry

**Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów:** 120 punktów ECTS

**Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:** magister

### CHARAKTERYSTYKA TREŚCI KSZTAŁCENIA – GRUPY TREŚCI

#### I) WYMAGANIA OGÓLNE

##### 1. Przedmioty z zakresu nauk humanistycznych lub z zakresu nauk społecznych I

###### 1) Przedmiot z zakresu nauk humanistycznych

*Cel kształcenia:* wprowadzenie poszerzonej wiedzy, terminologii i różnych koncepcji badawczych, dotyczących omawianego tematu z zakresu nauk humanistycznych lub z zakresu nauk społecznych.

*Treści merytoryczne:* przedmiot stanowi monograficzne i całościowe ujęcie wybranego zagadnienia z zakresu nauk humanistycznych: do wyboru przedmioty z ogólnouczelnianej oferty, np.: treści z zakresu: animacji kultury studenckiej, etyki i kultury języka, prawa autorskiego, prawa pracy.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* pojęcia, terminy i podstawowe założenia badawcze z omawianego zakresu wiedzy.

*Umiejętności (potrafi):* wykorzystać poznaną wiedzę w różnych sytuacjach zawodowych oraz w formułowaniu i rozwiązywaniu problemów badawczych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* korzystania w życiu zawodowym i społecznym, a także we własnym rozwoju naukowym z różnych obszarów wiedzy.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład.

##### 2. Przedmioty z zakresu nauk humanistycznych lub z zakresu nauk społecznych II

###### 1. Przedmiot z zakresu nauk społecznych

*Cel kształcenia:* wprowadzenie poszerzonej wiedzy, terminologii i różnych koncepcji badawczych, dotyczących omawianego tematu z zakresu nauk humanistycznych lub z zakresu nauk społecznych.

*Treści merytoryczne:* przedmiot stanowi monograficzne i całościowe ujęcie wybranego zagadnienia z zakresu nauk społecznych: do wyboru przedmioty z zakresu, np.: ekonomii rozwoju, polityki gospodarczej.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* pojęcia, terminy i podstawowe założenia badawcze z omawianego zakresu wiedzy.

*Umiejętności (potrafi):* wykorzystać poznaną wiedzę w różnych sytuacjach zawodowych oraz w formułowaniu i rozwiązywaniu problemów badawczych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* korzystania w życiu zawodowym i społecznym, a także we własnym rozwoju naukowym z różnych obszarów wiedzy.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład.

### **3. Warsztaty specjalistyczne z języka obcego**

*Cel kształcenia:* kształtowanie i rozwijanie kompetencji językowych, pozwalających na rozumienie, tłumaczenie i posługiwanie się leksyką specjalistyczną z zakresu chemii na poziomie B2+.

*Treści merytoryczne:* wprowadzenie i wyćwiczenie materiału leksykalno-gramatycznego umożliwiającego przygotowanie do komunikacji w języku obcym w zakresie tematycznym dotyczącym wybranych elementów języka specjalistycznego; analiza tekstów naukowych i dyskusja, rozwiązywanie zadań i ćwiczeń językowych, tłumaczenie tekstów; prezentowanie rozmaitych metod uczenia się, zachęcanie do samooceny, samodzielnego poszukiwania prawidłowości językowych i formułowania reguł; różnorodność form pracy (indywidualna, w parach, w grupach) i typów zadań pozwalających na uwzględnienie w procesie nauczania indywidualnych uzdolnień i cech charakteru.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* słownictwo (w tym słownictwo specjalistyczne) w wybranym nowożytnym języku obcym z zakresu chemii, struktury gramatyczne wybranego nowożytnego języka obcego występujące w oficjalnych dokumentach odnoszących się do problematyki związanej z naukami chemicznymi.

*Umiejętności (potrafi):* samodzielnie tłumaczyć teksty z zakresu nauk chemicznych z wybranego nowożytnego języka obcego na język polski i odwrotnie.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* rozwoju osobistego w zakresie praktycznej znajomości wybranego nowożytnego języka obcego.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

### **4. Technologie informacyjne**

*Cel kształcenia:* przekazanie wiedzy na temat możliwości wykorzystania narzędzi komputerowych do informatycznego wspomaganie różnych sfer działalności w zakresie produkcji chemicznej i analizy chemicznej; zdobycie umiejętności obsługi specjalistycznego oprogramowania z zakresu różnych technik informatycznych, w tym zaawansowanej analizy numerycznej, analizy obrazu, danych przestrzennych, analiz ekonomicznych oraz środowiskowych.

*Treści merytoryczne:* procedury analizy numerycznej danych procesowych w produkcji chemicznej; transformacja modeli przestrzeni kolorów w grafice komputerowej z wykorzystaniem programu Corel; wykorzystanie oprogramowania InvestForExcel w aspekcie ekonomicznej oceny procesów inwestycyjnych oraz procesów produkcyjnych w przemyśle chemicznym; wykorzystanie oprogramowania SimaPro w analizie cyklu życia produktów chemicznych; wykorzystanie oprogramowania QGIS do analizy przestrzennej i wizualizacji danych geograficznych.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* zagadnienia z zakresu wykorzystania specjalistycznego oprogramowania do numerycznego opracowania danych, analizy ekonomicznej, projektowania zrównoważonego, analizy obrazu oraz zaawansowanych technik wspomaganie analizy i wizualizacji danych geograficznych.

*Umiejętności (potrafi):* zastosować technologie informacyjne w planowaniu i ocenie produkcji chemicznej i analizie chemicznej.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* prezentacji procesów produkcji chemicznej w aspekcie ekonomicznym i środowiskowym; wizualizacji danych procesowych oraz danych analitycznych; doksztalcenia i samodoskonalenia w zakresie wspomaganie informatycznego w realizacji zawodu.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

## **I. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH**

### **1. Ochrona środowiska w działalności gospodarczej**

*Cel kształcenia:* poznanie zasad prawnych, technicznych i organizacyjnych z zakresu ochrony środowiska w przedsiębiorstwach prowadzących nowoczesne procesy wytwórcze.

*Treści merytoryczne:* wybrane zagadnienia polityki i prawodawstwa krajowego i Unii Europejskiej w zakresie ochrony środowiska; rodzaje przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, w tym z uwzględnieniem nowoczesnych procesów chemicznych i energetycznych; przegląd technologii ochrony środowiska stosowanych w przedsiębiorstwach; pojęcie najlepszej dostępnej techniki (BAT – best available technique) w przemyśle wytwórczym, w tym chemicznym; podstawowe elementy dokumentacji i opracowań środowiskowych inwestycji; metody obliczeniowe i modelowanie matematyczne w ocenie oddziaływania przedsiębiorstw na środowisko.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawy prawne ochrony środowiska; wykorzystanie technologii ochrony środowiska w przedsiębiorstwach wytwórczych; najlepsze dostępne techniki w przemyśle wytwórczym.

*Umiejętności (potrafi):* zastosować poznane techniki i metody ochrony środowiska w przemyśle wytwórczym.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* krytycznej oceny stosowanych rozwiązań w przemyśle.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

### **2. Statystyka i chemometria**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z metodami statystycznymi stosowanymi w laboratoriach analitycznych; przekazanie wiedzy dotyczącej metod statystycznych i chemometrycznych.

*Treści merytoryczne:* opisowa analiza danych; analiza statystyczna powtarzanych pomiarów, estymacja parametrów i testy istotności; założenia analizy wariancji ANOVA i model matematyczny; testy istotności w analizie wariancji i porównywaniu średnich pochodzących z pomiarów; metody kalibracji w analizie instrumentalnej – regresja i korelacja; transformacja danych; metody modelowania wielowymiarowego.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* metody statystyki i chemometrii w tym statystyki opisowej; metody analizy statystycznej powtarzanych pomiarów; metody kalibracji w analizie instrumentalnej; metody analiz wielowymiarowych; metody interpretacji wyników analiz.

*Umiejętności (potrafi):* kompleksowo analizować problemy analityczne oraz czynniki zjawisk i procesów chemicznych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* poprawnego zastosowania i doboru metody statystycznej (chemometrycznej) adekwatnej do konkretnego problemu analitycznego.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

## **III. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH**

### **1. Krystalografia**

*Cel kształcenia:* poznanie podstaw krystalografii niezbędnych do: prawidłowej identyfikacji struktur krystalicznych w materiałach jedno- i wielofazowych, opisu budowy i jednorodności ciał krystalicznych na poziomie sieci krystalicznej; zapoznanie z metodą dyfrakcji rentgenowskiej oraz metodami obliczeniowymi stosowanymi w rentgenowskiej analizie strukturalnej.

*Treści merytoryczne:* sieć przestrzenna i sieć krystaliczna; układy krystalograficzne; węzły, proste i płaszczyzny; wskaźniki Millera i Weissa w opisie struktur krystalicznych; symetria

w budowie wewnętrznej ciał krystalicznych; komórki elementarne Bravais'go; grupy przestrzenne; klasyfikacja ciał krystalicznych; typy struktur; struktury pierwiastków chemicznych i związków typu:  $AB$ ,  $AB_2$ ,  $A_mB_nX_z$ ; rzeczywista budowa ciał krystalicznych; defekty punktowe; roztwory stałe; dyslokacje i ich ruch; granice wąsko- i szeroko kątowe; rentgenowska analiza strukturalna; źródła promieniowania rentgenowskiego; widmo ciągłe i charakterystyczne; prawo Bragga; metody i metodyki wyznaczania: parametrów sieciowych, udziałów fazowych, krystalitów oraz naprężeń własnych.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* różnicę między strukturą amorficzną i krystaliczną; układy krystalograficzne oraz metodyki obliczeniowe umożliwiające kompleksową charakterystykę budowy wewnętrznej na poziomie atomowym; potrzeby zastosowania dyfrakcji rentgenowskiej w badaniach: właściwości mono i polikryształów, identyfikacji faz oraz wyznaczania udziałów składników struktury.

*Umiejętności (potrafi):* przeprowadzić kompleksową analizę strukturalną materiału krystalicznego oraz odizolować jego udział od fazy amorficznej; wyznaczyć: parametry sieciowe, wielkości bloków mozaiki (domen oddzielonych granicami niskokątowymi) oraz zniekształcenia sieciowe generujące naprężenia własne (III rodzaju) w materiale krystalicznym.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* kształcenia się przez całe życie i podnoszenia kwalifikacji; poszerzania nabytej wiedzy, niezbędnej do pracy we współczesnym przemyśle, np. chemicznym, elektronicznym, ceramicznym, farmaceutycznym.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **2. Seminarium dyplomowe I**

*Cel kształcenia:* ukierunkowanie i sprecyzowanie indywidualnych zainteresowań naukowych w kontekście przygotowywanej pracy dyplomowej.

*Treści merytoryczne:* zagadnienia metodyczne oraz rzetelność badań naukowych; zasady pisania i redagowania pracy dyplomowej oraz arkusz oceny; zakres przedmiotowy, czasowy i przestrzenny pracy dyplomowej; określenie zagadnień magisterskich i aktualny stan wiedzy; identyfikacja problemów do rozwiązania; gromadzenie literatury naukowej związanej z tematem pracy dyplomowej; jakościowe i liczbowe przedstawienie literatury krajowej i zagranicznej; indywidualna koncepcja dyplomanta pracy magisterskiej, sformułowanie tematu, tytułu, słów kluczowych, przedmiotu, problemu, hipotezy i celu badań.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* zasady rzetelności badań naukowych, ochrony własności intelektualnej i prawa autorskiego.

*Umiejętności (potrafi):* dokonać oceny przydatności badań i ich wykorzystania w praktyce, wstępnie opracować i prezentować wyniki badań naukowych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* przestrzegania zasad etyki przy zbieraniu i opisywaniu danych, wykazywania ostrożności i krytycyzmu w przyjmowaniu informacji z literatury naukowej, internetu, a szczególnie dostępnych w masowych mediach; szanowania cudzej własności intelektualnej, w tym prawa autorskiego.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia

## **3. Seminarium dyplomowe II**

*Cel kształcenia:* ukształtowanie i doskonalenie umiejętności z zakresu wstępu i celu oraz założeń metodycznych pracy dyplomowej; dokonanie przeglądu literatury związanej z tematyką badań.

*Treści merytoryczne:* kształtowanie umiejętności związanych z dyskusją naukową, prezentowaniem treści naukowych oraz redakcją pracy dyplomowej; źródła danych

naukowych; prezentacje dyplomantów obejmujące wstęp i cel pracy, materiał i metody oraz przegląd literatury pracy magisterskiej; badania własne dyplomantów, metody analizy danych (statystyczne, opisowe); indywidualne prezentacje postępów w pracy.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* zasady metodologii badań oraz opracowania przeglądu literatury naukowej związanej z prowadzonymi badaniami.

*Umiejętności (potrafi):* identyfikować problemy badawcze, formułować hipotezy oraz cele badawcze, oceniać przydatność informacji do realizacji celów badań i przygotować przegląd literatury naukowej, redagować teksty naukowe.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* prowadzenia badań z zakresu nauk chemicznych.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

#### **4. Seminarium dyplomowe III**

*Cel kształcenia:* dokonanie analizy wyników badań, ich dyskusji i sformułowanie wniosków.

*Treści merytoryczne:* badania własne autora pracy dyplomowej, dyskusja wyników, wyciąganie wniosków; metody analizy danych (statystyczne, opisowe); indywidualne prezentacje postępów w pracy; przygotowanie streszczenia pracy dyplomowej w języku polskim i angielskim.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* cele, formę i układ pracy dyplomowej z zakresu nauk chemicznych.

*Umiejętności (potrafi):* przygotować i sformatować zgodnie z wydziałowymi zaleceniami ostateczną wersję pracy dyplomowej.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* krytycznej oceny przeprowadzonych badań i przygotowanej pracy dyplomowej.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

#### **5. Seminarium dyplomowe IV**

*Cel kształcenia:* przygotowanie ostatecznej wersji pracy dyplomowej; konfrontacja uzyskanych wyników i wyciągniętych wniosków z danymi literaturowymi; przygotowanie do egzaminu dyplomowego; poszerzenie wiedzy w zakresie prowadzonych badań naukowych.

*Treści merytoryczne:* ostateczna redakcja pracy dyplomowej (tekst, tabele, rysunki, wykresy, opracowanie graficzne); zapoznanie z aktualnymi badaniami naukowymi innych autorów i konfrontacja z uzyskanymi przez dyplomanta wynikami.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* sens prowadzonych badań naukowych; potrzebę prowadzenia badań naukowych, opracowywania ich wyników i publikowania.

*Umiejętności (potrafi):* wyszukiwać i porównywać wyniki badań własnych z badaniami innych autorów; przygotować zgodnie z wytycznymi ostateczną wersję pracy dyplomowej.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* oceny przeprowadzonych badań i przygotowanej pracy dyplomowej oraz dokonania porównania z wynikami i wnioskami badań innych autorów; obrony własnych twierdzeń popartych argumentami; śledzenia postępu w zakresie rozwoju nowych trendów w zakresie nauk chemicznych i ich transformacji do społeczeństwa.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

#### **6. Zaawansowana chemia nieorganiczna**

*Cel kształcenia:* pogłębienie wiedzy z zakresu chemii nieorganicznej – właściwości pierwiastków i związków chemicznych oraz ich praktyczne zastosowanie.

*Treści merytoryczne:* metale, ich związki, stopy i związki międzymetaliczne; związki koordynacyjne – rodzaje, właściwości i zastosowanie; superkwasy, materiały wysokoenergetyczne, materiały półprzewodnikowe, nanostruktury, właściwości magnetyczne pierwiastków i związków chemicznych, materiały piezoelektryczne, dielektryki, zjawisko elektrostrykcji, stan szklisty, szkła metaliczne, fotochemia, katalizatory.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* właściwości i sposoby zastosowania substancji nieorganicznych w technice i życiu codziennym; współczesne tendencje rozwoju nowych materiałów i technologii.

*Umiejętności (potrafi):* powiązać wiedzę teoretyczną z zakresu chemii nieorganicznej z jej praktycznym wykorzystaniem.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* dokształcania i samodoskonalenia w zakresie poznawania i wykorzystania substancji nieorganicznych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **7. Nanotoksykologia**

*Cel kształcenia:* zapoznanie ze zdolnością wnikania nanomateriałów i nanocząstek do organizmów modelowych oraz prognozowanie skutków ich oddziaływania zarówno na człowieka, jak i na środowisko poprzez określenie ich toksycznych właściwości.

*Treści merytoryczne:* nanotoksykologia a toksykologia klasyczna - zakres oraz podstawowe pojęcia; nanomateriały i ich obecność w środowisku przyrodniczym; podstawy badań nanotoksykologicznych; mechanizm toksyczności i czynniki determinujące profil cytotoxyczości nanocząstek: ich wielkość, kształt i chemia powierzchni; wpływ nanomateriałów na organizmy modelowe na poziomie komórkowym oraz całego organizmu; regulacje prawne dotyczące wprowadzania i ograniczeń stosowania nanomateriałów; problemy środowiskowe mikro- i nanoplastików; oznaczanie zmian morfologicznych i fizjologicznych w organizmach, powstałych na skutek zanieczyszczenia nanocząstkami środowiska glebowego i wodnego; wyznaczanie wskaźników toksykometrycznych i biokumulacji nanocząstek metali, niemetalu (w tym grafenu i nanorurek węglowych) i ich tlenków oraz nanocząstek organicznych.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* skutki oddziaływania nanocząstek i nanomateriałów na organizmy różnych poziomów troficznych; regulacje prawne dotyczące wprowadzania i ograniczeń stosowania nanomateriałów.

*Umiejętności (potrafi):* wykonać podstawowe badania toksykologiczne związane z wpływem nanocząstek na organizmy modelowe.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* krytycznej analizy materiałów źródłowych; rozwiązywania problemów poznawczych i praktycznych w zakresie toksykologii nanocząstek.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **8. Praca dyplomowa**

*Cel kształcenia:* zgromadzenie materiałów, danych i innych elementów potrzebnych do przeprowadzenia badań, a następnie do opracowania i napisania pracy dyplomowej; przeprowadzenie krytycznej analizy uzyskanych wyników w połączeniu z dyskusją naukową, wyciągnięciem wniosków i zredagowaniem pracy dyplomowej.

*Treści merytoryczne:* dobór metod badawczych do przygotowania pracy dyplomowej; przygotowanie i ocena funkcjonalności narzędzi i technik badawczych; opis uzasadnienia celu pracy dyplomowej; opis aktualnego stanu wiedzy związanej z tematem pracy; planowanie, przeprowadzanie i krytyczna ocena zbioru danych terenowych; przygotowanie pracy magisterskiej zgodnie z wymogami redakcyjnymi i edytorskimi.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* metody badawcze stosowane w przygotowywanej pracy dyplomowej; zasady ochrony własności intelektualnej, prawa autorskiego i prasowego.

*Umiejętności (potrafi):* przeprowadzić badania do pracy dyplomowej; sformułować wnioski; przygotować pracę dyplomową, zgodnie z poznanymi zasadami metodycznymi i edytorskimi.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* zachowania zasad etyki oraz poszanowania praw wynikających z ochrony własności intelektualnej.

*Forma prowadzenia zajęć:* praca dyplomowa.

#### **IV. GRUPA TREŚCI ZWIĄZANYCH Z ZAKRESEM KSZTAŁCENIA**

##### **1. Wodór i energetyczne technologie wodorowe**

*Cel kształcenia:* kompleksowe zaznajomienie z przemysłowymi procesami pozyskiwania wodoru, technologiami wykorzystującymi wodór, zastosowaniem wodoru w systemach energetyki odnawialnej, a w szczególności w wodorowo-tlenowych ogniach paliwowych typu PEM FC (proton-exchange membrane fuel cells) oraz szkodliwym oddziaływaniem wodoru w wybranych procesach technologicznych.

*Treści merytoryczne:* wodór jako pierwiastek, fizyko-chemia wodoru; zastosowanie wodoru w technologii chemicznej; główne przemysłowe metody pozyskiwania oraz gromadzenia wodoru (oznaczenia kolorowe wodoru); wodór w procesach galwanizacyjnych oraz w elektrochemicznej ochronie katodowej; korozja wodorowa; pozyskiwanie zielonego wodoru w procesie elektrolizy wody z wykorzystaniem energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych oraz biologicznych procesach fermentacyjnych; budowa i zastosowanie wodorowo-tlenowych ogni paliwowych PEM FC; wodór w motoryzacji oraz w energetyce; infrastruktura paliwowo-energetyczna oparta na wodorze.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* zagadnienia z zakresu przemysłowych i laboratoryjnych metod pozyskiwania wodoru; metody wytwarzania tzw. zielonego wodoru w procesie elektrolizy wody z wykorzystaniem energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych oraz biologicznych procesach fermentacyjnych; zagadnienia wykorzystania wodoru w systemach energetyki odnawialnej oraz szkodliwe oddziaływanie wodoru w wybranych procesach technologicznych.

*Umiejętności (potrafi):* pozyskiwać w reakcji elektrochemicznej, gromadzić oraz wykorzystać wodór do zasilania wodorowo-tlenowego ogniwa paliwowego PEM; przeprowadzić analizę pracy wodorowo-tlenowego ogniwa paliwowego PEM.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* dokształcania i samodoskonalenia w zakresie innowacyjnych procesów pozyskiwania oraz technologicznego wykorzystania wodoru w realizacji zawodu; pracy samodzielnej oraz w kilkuosobowej grupie.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

##### **2. Materiałoznawstwo chemiczne**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z powszechnie stosowanymi produktami przemysłu chemicznego z uwzględnieniem nowo wprowadzanych produktów, ich właściwościami, zastosowaniem i utylizacją.

*Treści merytoryczne:* właściwości, zastosowanie i metody produkcji powszechnie wykorzystywanych produktów przemysłu chemicznego, np. metali, kwasów, wodorotlenków, polimerów, detergentów, rozpuszczalników, surowców kopalnych, produktów petrochemicznych, olejów, dodatków do żywności, środków dezynfekcyjnych, materiałów do drukarek 3D, barwników, pigmentów, farb, lakierów, żywic, klejów, materiałów chemicznych w rolnictwie i budownictwie, recykling.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* właściwości i zastosowanie powszechnie wykorzystywanych produktów przemysłu chemicznego w gospodarstwie domowym, środowisku, budownictwie i przemyśle, sposoby ich identyfikacji oraz zagrożenia.

*Umiejętności (potrafi):* potrafi zidentyfikować powszechnie wykorzystywane produkty przemysłu chemicznego oraz określić ich właściwości; dobrać właściwy materiał do określonego zastosowania.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* dokształcania i samodoskonalenia w zakresie rozpoznawania, właściwości i zastosowania produktów przemysłu chemicznego; pracy samodzielnej oraz w kilkuosobowej grupie.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

### **3. Bioinspirowane technologie**

*Cel kształcenia:* przekazanie wiedzy dotyczącej wnikliwej obserwacji struktur i zjawisk przyrodniczych, które można wykorzystać w projektowaniu nowych systemów i układów technicznych i nowych technologii.

*Treści merytoryczne:* nanoroboty i systemy rozproszone: maszyny molekularne, teorie chmary, biomimetyczna aerodynamika, zachowania zsynchronizowane, inteligentny pył, komputery rozproszone, nanobiotechnologiczny transport leków (bakteryjne duchy, bakterie magnetotaktyczne, wirosomy, krypty itp.); nanotechnologia powierzchni: barwy strukturalne (motyle, oko ludzkie), dynamiczne barwy strukturalne (indyk, kameleon, ośmiornica), efekt lotosu, powierzchnie aerodynamiczne (skóra rekina,) i antyseptyczne (skóra rekina, skrzydło ważki); materiały i systemy o wysokiej odporności: materiały samoleczące się (perły,) układy wielo-nanowarstwowe (pancerne ślimaki, krewetki), białko cypowirusa, materiały o strukturze gąbki (kości, pomelo, dziób tukana), materiały konstrukcyjne (kolce jeźowców, łodygi), szkło (koszyczek Wenery), fitolity; materiały adhezyjne i kleje: materiały adhezyjne (stopa gekona, bazyliśzek), szybkoschnące kleje (omułek, winniczek, *Phragmatopoma californica*), selektywne analizatory chemiczne (parzydełka meduz), igły medyczne (jeźowiec); materiały optyczne: zwierciadła (robaczek świętojański), włókna odbijające światło (srebrne mrówka Saharyjska, niedźwiedź polarny), soczewki (oczy wężowideł), systemy poruszane światłem; układy pomiarowe: czujniki wibracji (pająki, świerszcze), przepływomierze (ślepczyk jaskiniowy), elektrorepcja (rekin), nanopory; aktuatory (szyszka); specjalne zastosowania: militaria (krewetka pistoletowa, mózg dziecięcia), pobieranie wody z atmosfery (opuncja), krioprotektanty pechły śnieżnej, kondensatory (croissanty, pancerzyki krabów).

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* potrzebę obserwowania struktur i zjawisk przyrodniczych z punktu widzenia ich wykorzystania w produkcji nowych materiałów i technologii; przykłady procesów bioinspirowanych, które znalazły zastosowanie w środowisku.

*Umiejętności (potrafi):* zaproponować obserwacje biologiczne, które mogą dać dostęp do materiałów o nowych właściwościach; zastosować elementy biologiczne w konstrukcji nowych technologii; ocenić wagę nietypowych wyników obserwacji natury dla projektowania układów biomimetycznych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* krytycznej analizy materiałów źródłowych; stosowania wiedzy zaczerpniętej od ekspertów i współpracy z przedstawicielami nauk biologicznych; odpowiedzialnego proponowania procesów biomimetycznych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład.

### **4. Podstawy chemii materiałów i nanomateriałów**

*Cel kształcenia:* przekazanie wiedzy na temat podstawowych materiałów oraz nanomateriałów wykorzystywanych w chemii oraz technologii chemicznej; poznanie syntezy organicznych metali (polimerów o wysokim przewodnictwie elektrycznym), syntezy i wykorzystania polimerów półprzewodnikowych oraz spektroskopowych metod ich charakterystyki.

*Treści merytoryczne:* podstawowe materiały wykorzystywane w chemii oraz technologii chemicznej; nanomateriały; budowa, synteza i przykłady zastosowania organicznych metali; budowa, synteza i wykorzystanie praktyczne polimerów o charakterze półprzewodnikowym; spektroskopowe metody charakterystyki tychże materiałów.



*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* budowę i właściwości polimerowych materiałów o charakterze organicznych metali oraz półprzewodników.

*Umiejętności (potrafi):* scharakteryzować budowę i właściwości fizykochemiczne organicznych metali oraz polimerów o właściwościach półprzewodnikowych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* rozwiązywania problemów poznawczych w zakresie chemii materiałów i nanomateriałów.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład.

## **5. Diagnostyka molekularna**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z metodami biologii molekularnej (izolacja DNA, RNA, reakcje łańcuchowe polimerazy (PCR), sekwencjonowanie DNA); wykorzystanie markerów molekularnych (startery specyficzne rodzajowo, gatunkowo, uniwersalne w diagnostyce (wykrywaniu, identyfikacji) organizmów; nabycie kompetencji w zakresie wykorzystania dostępnych metod.

*Treści merytoryczne:* izolacja kwasów nukleinowych – DNA, zapoznanie z wybranymi metodami izolacji DNA: metoda kolumnkowa, metoda z wykorzystaniem półautomatycznego homogenizatora FastPrep, metoda z wykorzystaniem aparatu do izolacji Maxwell16LEV; zapoznanie z metodami rozdziału oraz pomiaru DNA; elektroforeza (z wykorzystaniem żelu agarozowego) – ocena jakości i ilości DNA, metoda spektrofotometryczna – ocena ilości oraz jakości wyizolowanego DNA, metoda fluorymetryczna – ocena ilości DNA; zapoznanie z technikami PCR (PCR klasyczny, RAPD PCR, real-time PCR); omówienie warunków reakcji oraz wskazanie różnic w metodach PCR; charakterystyka różnych markerów molekularnych i możliwości ich wykorzystania; analiza wyników badań z przeprowadzonych reakcji PCR; prezentacja metod sekwencjonowania (metoda Sangera, metoda chemiczna Maxama-Gilberta, sekwencjonowanie nowej generacji NGS); omówienie przygotowania prób i przeprowadzenie reakcji PCR oraz PCR sekwencyjnego z wykorzystaniem dideoksynukleotydów w celu przeprowadzenia sekwencjonowania metodą Sangera; analiza i interpretacja wyników badań sekwencjonowania metodą Sangera; zapoznanie z metodami immunologicznymi (test ELISA, immunofluorescencja).

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* molekularne metody stosowane w diagnostyce różnych organizmów; budowę kwasów nukleinowych i metody ich ekstrakcji oraz oceny; metody molekularne stosowane w badaniach biologicznych oraz ich zastosowanie do identyfikacji organizmów.

*Umiejętności (potrafi):* przeprowadzić izolację kwasów nukleinowych (DNA, RNA) różnymi metodami i identyfikować organizmy metodami molekularnymi; posługiwać się i wykorzystywać metody molekularne w diagnostyce różnych organizmów; wykorzystać odpowiednią aparaturę do realizacji powierzonych mu zadań.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* kształcenia się przez całe życie i podnoszenia kwalifikacji; przestrzegania zasad etyki i wytycznych wynikających z aktualnego ustawodawstwa.

*Forma prowadzenia zajęć:* ćwiczenia.

## **6. Procesy korozji metali i stopów oraz metody zabezpieczeń przeciwkorozyjnych**

*Cel kształcenia:* kompleksowe zaznajomienie z podstawami procesów korozji metali i ich stopów oraz stosowanymi w praktyce przemysłowej technologiami ochrony przeciwkorozyjnej, w zależności od rodzaju metalowej konstrukcji.

*Treści merytoryczne:* procesy elektrochemicznej korozji metali oraz ich stopów: reakcje elektrodowe, rodzaje ogniw korozyjnych, rodzaje uszkodzeń korozyjnych, materiały konstrukcyjne stosowane w przemyśle; technologie zabezpieczeń przeciwkorozyjnych:

inhibitory korozji, powłoki ochronne, elektrochemiczna ochrona katodowa, elektrochemiczna ochrona anodowa; metody badań korozyjnych: elektrochemiczne, komory korozyjne, jakościowe badanie powłok malarskich i metalowych; przemysłowe problemy korozyjne: pojazdy samochodowe, podziemne rurociągi i zbiorniki paliwowe, systemy transportu wody (dostarczanie wody pitnej oraz ciepła).

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawowe problemy z zakresu procesów korozji metali i ich stopów oraz technologii zabezpieczeń przeciwkorozyjnych.

*Umiejętności (potrafi):* dokonać analizy problemu korozyjnego oraz zaproponować metodę zabezpieczenia przeciwkorozyjnego.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* dokształcania i samodoskonalenia w zakresie badania procesów korozyjnych oraz implementacji metod zabezpieczeń przeciwkorozyjnych w realizacji zawodu; pracy samodzielnej oraz w kilkuosobowej grupie studenckiej.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **7. Pomiary i sterowanie w laboratorium chemicznym**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z zasadą działania elektrycznego i elektronicznego sprzętu laboratoryjnego, przetwarzaniem wielkości fizykochemicznych na sygnały elektryczne, obróbką tych sygnałów, metodami sterowania i układami wykonawczymi.

*Treści merytoryczne:* źródła światła; detekcja światła; układy optyczne; pomiary temperatury; ogrzewanie i chłodzenie; termostatowanie; pomiary elektrochemiczne, pomiary położenia, zasady pomiaru i przetwarzania sygnałów elektrycznych; przetwarzanie analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe; przesyłanie sygnałów; układy wykonawcze – silniki krokowe, serwomechanizmy, zawory, pompy, regulatory PID (proporcjonalno-całkująco-różniczkujące); zasilanie urządzeń laboratoryjnych; układy analizy przepływowej; automatyzacja procesu analitycznego.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* zasadę działania elektronicznych urządzeń laboratoryjnych, sposobów pomiaru wielkości fizykochemicznych, przetwarzania sygnałów, sterowania układami wykonawczymi i automatyzacji pomiarów.

*Umiejętności (potrafi):* dobrać odpowiednie urządzenie laboratoryjne, metodę pomiaru i sposób sterowania do realizacji założonego celu.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* dokształcania i samodoskonalenia w zakresie doboru i użytkowania elektrycznego i elektronicznego sprzętu laboratoryjnego; pracy samodzielnej oraz w kilkuosobowej grupie.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **8. Trendy w analizie chemicznej**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z nowymi wyzwaniami stojącymi przed chemią analityczną oraz z nowoczesnymi metodami i trendami w analizie chemicznej.

*Treści merytoryczne:* nowe zagrożenia chemiczne w środowisku; głowice wieloparametrowe; biosensory – rodzaje i zasada działania; zaawansowane układy analizy przepływowej; miniaturyzacja sprzętu analitycznego; „green chemistry”; układy mikroprzepływowe i  $\mu$ -TAS; analiza jakości produktów żywnościowych w bliskiej podczerwieni; detektory smaku i zapachu; monitoring chemiczny i wczesne wykrywanie zagrożeń.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* nowe zagrożenia chemiczne i kierunki rozwoju chemii analitycznej; zasadę działania nowoczesnego sprzętu analitycznego.

*Umiejętności (potrafi):* dobrać odpowiednie urządzenie laboratoryjne, metodę pomiaru i sposób sterowania do realizacji założonego celu.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* dokształcania i samodoskonalenia w zakresie oceny nowych zagrożeń chemicznych i potrzeby rozwoju nowoczesnych metod analitycznych oraz monitoringu chemicznego; pracy samodzielnej oraz w kilkuosobowej grupie.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **9. Chemiczne metody modyfikacji powierzchni**

*Cel kształcenia:* przekazanie wiedzy na temat chemicznych metod modyfikacji powierzchni, z uwzględnieniem mechanizmów reakcji oraz doboru odpowiednich procesów i substratów; zdobycie podstawowej wiedzy na temat metod analitycznych wykorzystywanych do charakteryzacji powierzchni; zdobycie umiejętności dokonania poprawnego doboru metodologii analitycznej; zdobycie podstawowej wiedzy na temat otrzymywania i wykorzystania wybranych substratów do zastosowań biologicznych i biomedycznych; zrozumienie zależności pomiędzy budową cząsteczki, a właściwościami fizycznymi, chemicznymi i biologicznymi danego związku; wykorzystanie wiedzy na temat grup funkcyjnych, złożonej (wieloetapowej) syntezy organicznej związków wielofunkcyjnych; kształtowanie proekologicznego myślenia – wykorzystanie postulatów zielonej chemii w syntezie organicznej.

*Treści merytoryczne:* metody badań powierzchni; chemia powierzchni; wstęp do krystalografii; powierzchnia złota, srebra, metal-tlenek metalu; synteza organiczna pochodnych węglowodorów; synteza aktywnych (lepkich) grup funkcyjnych; syntezy zgodne z nurtem zielonej chemii; mechanizm oddziaływania ligand-powierzchnia; nanocząstki metali jako potencjalne nośniki; stabilizacja NPC's (nanoparticle crystal), synteza NPC's, reakcje wymiany w NPC's; metody badań nanocząstek oraz interpretacja wyników; sensory i biosensory na powierzchni; oddziaływania kompetencyjne i niekompetencyjne w monowarstwie przy badaniu niespecyficznego absorpcji białek na powierzchni; praktyczne zastosowania modyfikowanych powierzchni.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* tematykę chemicznych metod modyfikacji powierzchni, z uwzględnieniem mechanizmów reakcji oraz doboru odpowiednich procesów i substratów; otrzymywanie i wykorzystanie wybranych substratów do zastosowań biologicznych i biomedycznych; metody analityczne wykorzystywane do charakteryzacji powierzchni; poprawny dobór metodologii analitycznej.

*Umiejętności (potrafi):* wyszukiwać informacje naukowe związane z chemiczną modyfikacją powierzchni również w języku angielskim; posługiwać się poprawnie terminologią i nomenklaturą stosowaną w chemii, biologii, biochemii i biotechnologii, również w wybranym języku obcym (przede wszystkim angielskim) w odniesieniu do tematyki przedmiotu; wykrywać obecność grup funkcyjnych; projektować i wykonywać syntezy organiczne (proste i złożone); potwierdzić budowę związków organicznych metodami fizykochemicznymi i spektralnymi; tworzyć wzory 2D i 3D związków organicznych w edytorze chemicznym.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* wykorzystania języka chemicznego w dyskusjach z przedstawicielami innych nauk; pracy w zespole; poszerzania wiedzy; przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium oraz zasad etyki zawodowej, bioetyki i poszanowania prawa, w tym praw autorskich.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **10. Gospodarka cyrkulacyjna**

*Cel kształcenia:* poznanie podstaw i zasad gospodarki obiegu zamkniętego, która jest koncepcją zmierzającą do wydłużenia cyklu życia produktów, zwłaszcza poprzez ponowne użycie, naprawę, odnawianie i recykling istniejących materiałów i produktów tak długo, jak to możliwe, ograniczając w ten sposób wytwarzanie odpadów.

*Treści merytoryczne:* polityka Unii Europejskiej w zakresie gospodarki cyrkulacyjnej; pojęcie surowców w gospodarce obiegu zamkniętego; rozróżnianie zasobów odnawialnych i nieodnawialnych; omówienie najważniejszych źródeł surowców w gospodarce obiegu zamkniętego, w tym produktów ubocznych i odpadów; wykorzystywanie surowców w biogospodarce – zasada kaskadowego wykorzystywania biomasy oraz zasady hierarchii sposobów postępowania z odpadami; techniki i technologie wykorzystania i przetwarzania surowców odnawialnych i nieodnawialnych; podstawy analizy cyklu życia produktów; analiza przykładów optymalnego zagospodarowania zasobów odnawialnych i nieodnawialnych; przykłady procesów przetwarzania produktów ubocznych i odpadów leśnych, rolniczych, przemysłu rolno-spożywczego i innych w produkty o wartości dodanej (żywność, farmaceutyki, bioprodukty, bioenergia i inne); oznaczanie, charakterystyka i zastosowanie wartościowych związków wyizolowanych z wybranych pozostałości poprodukcyjnych i/lub odpadów.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* surowce odnawialne i nieodnawialne w gospodarce cyrkulacyjnej; sposoby, procesy i technologie wykorzystania, przetwarzania i zagospodarowania surowców odnawialnych i nieodnawialnych w gospodarce cyrkulacyjnej; ocenę surowców z punktu widzenia priorytetów biogospodarki i całej gospodarki cyrkulacyjnej, w tym między innymi z wykorzystaniem metodyki oceny cyklu życia.

*Umiejętności (potrafi):* dobrać właściwe metody zagospodarowania surowców, zgodnie z zasadami kaskadowego ich wykorzystania oraz hierarchii sposobów postępowania z odpadami; zaproponować modyfikację istniejących metod zagospodarowania surowców, tak aby spełniały kryteria efektywności ekonomicznej i środowiskowej; oznaczyć, wyizolować i scharakteryzować wartościowe związki z pozostałości poprodukcyjnych i/lub odpadów.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* krytycznej oceny dostępnej wiedzy i materiałów źródłowych; korzystania z wiedzy i opinii ekspertów w zakresie wykorzystania surowców w obszarze gospodarki cyrkulacyjnej; odpowiedzialności za swoje decyzje merytoryczne w pracy zawodowej.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia

## **11. Procesy membranowe**

*Cel kształcenia:* przekazanie wiedzy na temat rozdziału płynnych układów niejednorodnych za pomocą membran; poznanie praw i zjawisk mających wpływ na przebieg rozdziału; poznanie budowy i wyposażenia instalacji membranowych; przeprowadzenie procesów separacji z wykorzystaniem membran znajdujących się na stanowiskach pilotowych.

*Treści merytoryczne:* podział i budowa membran stosowanych w separacji membranowej; definicje i kryteria procesów separacji membranowej cieczy; specyfika procesów mikro-, ultra- i nanofiltracji oraz odwróconej osmozy; zdefiniowanie określeń: permeacja, szybkość procesu, siła napędowa, fouling, polaryzacja, opory permeacji; bilans masowy strumieni głównych i poszczególnych składników układu w trakcie separacji membranowej; budowa i działanie modułów membranowych; budowa i oprzyrządowanie instalacji membranowych; charakterystyka pracy instalacji membranowych; zasady mycia instalacji membranowej; praktyczne znaczenie separacji membranowej w przemyśle; przykłady zastosowań.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawowe procesy separacji membranowej; zasady rozdziału cieczy za pomocą membran; ograniczenia procesowe podczas rozdziału składników technikami membranowymi; budowę i działanie modułów i instalacji membranowych; możliwości wykorzystywania membranowych technik rozdziału w różnych gałęziach przemysłu.

*Umiejętności (potrafi):* scharakteryzować wyposażenie techniczne instalacji membranowych; przeprowadzić proces rozdziału na pilotowych stanowiskach membranowych; przeprowadzić obliczenia procesowe niezbędne do scharakteryzowania przebiegu rozdziału na stanowiskach membranowych; przedstawić wyniki obliczeń i wyciągając wnioski zinterpretować przebieg procesu.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* rozwiązywania problemów poznawczych i praktycznych w zakresie procesów membranowych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **12. Elektrochemiczne źródła energii**

*Cel kształcenia:* przekazanie wiedzy dotyczącej sposobów bezpośredniej przemiany energii reakcji elektrochemicznych w energię elektryczną, zasad budowy i funkcjonowania źródeł energii.

*Treści merytoryczne:* podstawowe metody elektrochemicznego magazynowania energii: ogniwa; akumulatory kwasowe i zasadowe, akumulatory litowo-jonowe i niklowo-wodorkowe; ogniwa paliwowe; ogniwa z elektrodami niemetalicznymi; podwójna warstwa elektryczna; kondensatory elektrochemiczne; elektroliza roztworów wodnych; nad napięcie procesu.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawowe metody elektrochemicznego magazynowania energii; złożone procesy elektrochemiczne, obejmujące odpowiedni dobór materiałów, surowców, technik, aparatury i urządzeń do realizacji procesów elektrochemicznych oraz charakteryzowania otrzymanych produktów.

*Umiejętności (potrafi):* dobrać optymalne metody magazynowania energii, wymienić korzyści oraz niedogodności jej stosowania, a także oszacować efektywność pracy magazynu energii; opracować wyniki analizy oraz przeprowadzić interpretację wyników.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* komunikowania się w grupie i korzystania z doświadczeń ekspertów z tej dziedziny; samodzielnego korzystania z literatury.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **13. Ocena cyklu życia produktów**

*Cel kształcenia:* przekazanie wiedzy na temat przydatności i zalet wykorzystania znormalizowanej metody obliczeniowej oceny wpływu na środowisko procesów wytwórczych.

*Treści merytoryczne:* ogólne pojęcie oceny cyklu życia (LCA); LCA jako iteracyjna, znormalizowana metoda badania wpływu produktu na środowisko; normy międzynarodowe (ISO) związane z LCA; podział analiz LCA (poziomy dokładności LCA); struktura metody LCA; określanie celu i zakresu oceny cyklu życia; analiza zbioru wejść i wyjść w procesie wytwórczym; ocena wpływu cyklu życia wyrobu; metody oceny wpływu cyklu życia; wybór kategorii wpływu, wskaźników kategorii, klasyfikacji i charakteryzowania; definicje wskaźników i ich interpretacja; interpretacja cyklu życia produktu; przykłady praktycznego zastosowania oceny cyklu życia; zapoznanie z dostępnym na rynku oprogramowaniem służącym ocenie cyklu życia; wykonywanie obliczeń pomocniczych do LCA; wprowadzenie do programu SimaPro i wykonywanie oceny cyklu życia wyrobu.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* cel i znaczenie metody oceny cyklu życia produktów.

*Umiejętności (potrafi):* samodzielnie sporządzić ocenę cyklu życia produktu „od kołyski po grób”; zastosować specjalistyczne techniki obliczeniowe w LCA.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* określenia wpływu działalności przemysłowej na środowisko.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

#### **14. Biopaliwa II i III generacji**

*Cel kształcenia:* poznanie perspektywicznych procesów i technologii produkcji biopaliw węglowodorowych i możliwości ich wykorzystania, właściwości biopaliw II i III generacji oraz zagadnień dotyczących zrównoważonej produkcji i wykorzystania biopaliw w Unii Europejskiej i na Świecie.

*Treści merytoryczne:* definicje paliw wyższych generacji alternatywnych dla paliw ropopochodnych; rodzaje i właściwości biosurowców z organizmów lądowych i wodnych; chemiczne i biologiczne technologie konwersji biosurowców do biopaliw II i III generacji; łańcuchy technologiczne produkcji biomasy i biopaliw; szacowanie korzyści jakie może uzyskać gospodarka narodowa z produkcji biopaliw z roślin nieżywnościowych; bilans zysków i ryzyk z innowacyjnych technologii wytwarzania i wykorzystania biopaliw; biopaliwa II i III generacji czynnikami zrównoważonego rozwoju; przykłady instalacji produkcji biopaliw wyższych generacji; analiza właściwości fizykochemicznych i ocena jakości biosurowców i biopaliw.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* zalety wykorzystania biopaliw; technologie produkcji biopaliw II i III generacji; metody oceny jakości biopaliw.

*Umiejętności (potrafi):* zaproponować odpowiednią technologię konwersji biosurowców do biopaliw wyższych generacji; określić właściwości fizykochemiczne i ocenić jakość biopaliw.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* podejmowania działalności na rzecz zrównoważonego rozwoju przemysłu paliwowego.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

#### **15. Przedmiot do wyboru I - Spektroskopia oscylacyjna**

*Cel kształcenia:* poznanie podstaw spektroskopii oscylacyjnej oraz praktycznego wykorzystania spektroskopii w podczerwieni i ramanowskiej do badania substancji czystych i w roztworach.

*Treści merytoryczne:* podstawy spektroskopii oscylacyjnej: rodzaje oscylacji cząsteczek i ich aktywność; drgania normalne; wybrane techniki spektroskopowe (FTIR - Fourier transform infrared, ATR - attenuated total reflectance); wykorzystanie pasm charakterystycznych do analiz jakościowych i ilościowych; procesy dynamiczne w roztworach.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* efekt absorpcji promieniowania elektromagnetycznego przy pobudzeniach oscylacji cząsteczek; wpływ budowy cząsteczki i oddziaływań międzycząsteczkowych na wygląd widma.

*Umiejętności (potrafi):* przeprowadzić analizę widma i wyznaczyć podstawowe parametry spektralne i na ich podstawie dokonać analizy jakościowej lub ilościowej badanego układu.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* dalszego kształcenia się i podnoszenia kwalifikacji; poszerzania nabytej wiedzy, niezbędnej do pracy we współczesnym przemyśle, np. chemicznym, elektronicznym, ceramicznym, farmaceutycznym.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład.

#### **16. Przedmiot do wyboru I - Multijądrowa spektroskopia NMR**

*Cel kształcenia:* poznanie podstaw najważniejszych rodzajów spektroskopii NMR (magnetycznego rezonansu jądrowego) różnych jąder i ich wykorzystanie do badań struktur związków chemicznych w postaci czystej i w roztworach.

*Treści merytoryczne:* podstawy spektroskopii NMR: charakterystyka jąder atomowych, warunek rezonansu, wpływ parametrów jądra na możliwość uzyskania widma i jego wygląd; specyfika widm NMR wybranych jąder i znaczenie poszczególnych parametrów w analizie

badanych układów; techniki rejestracji widm NMR: porównanie metody CW (continuous wave) i FTIR (Fourier transform infrared), NMR ciał stałych, wybrane techniki specjalne; procesy dynamiczne; badanie równowag w roztworach.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* efekt absorpcji promieniowania elektromagnetycznego przy pobudzeniach stanów energetycznych jąder atomowych; wpływ budowy cząsteczki i oddziaływań międzycząsteczkowych na wygląd widma.

*Umiejętności (potrafi):* przeprowadzić analizę widma i wyznaczyć podstawowe parametry spektralne i na ich podstawie określić strukturę związku lub charakter oddziaływań w roztworach.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* dalszego kształcenia się i podnoszenia kwalifikacji; poszerzania nabytej wiedzy, niezbędnej do pracy we współczesnym przemyśle, np. chemicznym, elektronicznym, ceramicznym, farmaceutycznym.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład.

## **17. Przedmiot do wyboru II - Techniki komputerowe w inżynierii materiałowej**

*Cel kształcenia:* poznanie zaawansowanych metod analitycznych i komputerowych stosowanych w opisie budowy strukturalnej i geometrii powierzchni materiałów.

*Treści merytoryczne:* pojęcie fazy, granic ziaren i granic międzyfazowych; parametry stereometryczne charakteryzujące mikrostrukturę materiałów; udział fazowy w oparciu o zasadę Cavalieriego i metodę Glagolewa; ocena średnich rozmiarów ziaren metodami: Jeffreysa, punktów węzłowych i siecznych losowych; komputerowa analiza obrazu; binaryzacja obrazów i separacja obiektów metodą watershed; wielkość średnia i rozkład wielkości ziaren; średnica Fereta; analiza Minkowskiego w badaniach strukturalnych; wyznaczanie udziałów fazowych, granic międzyfazowych oraz współczynnika Euler'a-Poincaré'a; struktura geometryczna powierzchni; parametry amplitudowe i przestrzenne; wpływ skali na wartości parametrów ukształtowania przestrzennego; właściwości nośne powierzchni – krzywa Abbotta-Firestonea; właściwości fraktalne i anizotropia powierzchni; powierzchnie samopodobne i samoafiniczne.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* metody komputerowego charakteryzowania budowy wewnętrznej oraz struktury geometrycznej powierzchni materiałów inżynierskich; parametry opisujące budowę materiałów, takie jak: udział fazowy, średnia powierzchnia ziarna, owalność oraz średnica Feret'a; sposoby charakteryzowania właściwości: funkcjonalne, fraktalne oraz kierunkowość powierzchni; potrzeby zastosowania komputerowej analizy obrazu oraz numerycznej analizy powierzchni w charakteryzowaniu właściwości materiałów.

*Umiejętności (potrafi):* przeprowadzić kompleksową analizę strukturalną materiałów na podstawie wyników badań pozyskiwanych metodami mikroskopowymi; wyznaczyć: udziały fazowe, porowatość, wielkości ziaren i ich orientację; przeprowadzić kompleksową analizę przestrzennego ukształtowania powierzchni; wyznaczyć parametry istotne dla mogących zachodzić interakcji materiału z ośrodkiem aktywnym chemicznie, takie jak: stopień rozwinięcia powierzchni, zdolność do przetrzymywania przez nią płynów, stopień anizotropii.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* poszerzania nabytej wiedzy, niezbędnej do pracy w szeroko rozumianym przemyśle chemicznym.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **18. Przedmiot do wyboru II - Matematyczne metody projektowania eksperymentów w technologii chemicznej**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z technikami planowania eksperymentów i interpretacji wyników badań; z zasadami tworzenia matrycy eksperymentu w zależności od celów i zasadami modyfikowania i uzupełniania istniejących matryc; zapoznanie z metodami optymalizacji w procesach technologii chemicznej.

*Treści merytoryczne:* pojęcia podstawowe: plan eksperymentu, dobór punktów i parametrów, zmienne naturalne i kodowane; cele eksperymentu; przebieg eksperymentu: obliczanie planu eksperymentu, istotność i adekwatność, tabele statystyczne; podstawowe funkcje statystyczne; metody optymalizacji; określanie niepewności pomiarów; eliminacja wyników odstających.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* cele eksperymentu i matematyczne metody interpretacji wyników; pojęcia związane z matrycą eksperymentów i wie jak określić ilość pomiarów w zależności od założonych celów i hipotez; metody obliczania optymalnych wartości parametrów fizykochemicznych w celu zwiększenia wydajności procesu.

*Umiejętności (potrafi):* zaplanować eksperyment tworząc matryce eksperymentu odpowiednią do celu; zinterpretować wyniki eksperymentu z matrycy oraz planować na ich podstawie dalsze badania rozwojowe; określić optymalne parametry procesu na podstawie wyników eksperymentalnych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* poszerzania nabytej wiedzy, niezbędnej do pracy we współczesnym przemyśle np. chemicznym, elektronicznym, ceramicznym, farmaceutycznym; kształcenia się przez całe życie i podnoszenia kwalifikacji.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **19. Przedmiot do wyboru III - Agrochemia**

*Cel kształcenia:* przekazanie wiedzy związanej z metodami chemicznymi wykorzystywanymi w praktyce rolniczej dotyczącej produkcji roślin rolniczych i ogrodniczych, analizy chemicznej gleby jako podstawowego wskaźnika jej zasobności oraz wykorzystania nawozów mineralnych, naturalnych i odpadowych produktów nawozowych jako źródła makro- i mikroelementów; zdobycie umiejętności wykorzystania podstawowych informacji o składzie chemicznym gleby, roślin i nawozów w cyrkularnej gospodarce składnikami pokarmowymi roślin.

*Treści merytoryczne:* metody produkcji nawozów mineralnych; nawozy naturalne i organiczne oraz produkty odpadowe jako cenne źródło składników pokarmowych - możliwości ich zagospodarowania; zawartość składników pokarmowych w glebie i podłożach ogrodniczych jako wskaźnik ich zasobności; skład chemiczny roślin jako źródło informacji o ich wymaganiach pokarmowych i potrzebach nawozowych; objawy niedoboru i nadmiaru makro- i mikroelementów na roślinach rolniczych i ogrodniczych; wpływ odczynu gleby na dostępność makro- i mikroelementów w glebach i podłożach ogrodniczych; oznaczanie pH (metoda potencjometryczna) i zawartości form przyswajalnych w glebie: P (metoda wanadowo-molibdenowa), K (metoda emisyjnej spektrometrii emisyjnej) i Mg (metoda absorpcyjnej spektrometrii atomowej); oznaczanie chlorków (metoda potencjometryczna) i siarczanów (metoda turbidymetryczna) po ekstrakcji 0,03 M CH<sub>3</sub>COOH w podłożu ogrodniczym; oznaczanie azotu ogółem w roślinach (metoda destylacyjna – azot Kjeldahla) oraz azotu mineralnego (N-NO<sub>3</sub>) w świeżym materiale roślinnym (metoda z difenylaminą – metoda pośrednia); oznaczanie węgla organicznego w produktach odpadowych (metoda wg Kurmiesa); oznaczanie metali ciężkich w odpadach jako jeden ze wskaźników warunkujących ich wykorzystanie nawozowe (metoda absorpcyjnej spektrometrii atomowej).



*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* zagadnienia dotyczące możliwości i metod analitycznych wykorzystywanych w diagnostyce gleb, roślin, nawozów i produktów odpadowych względem ich składu chemicznego.

*Umiejętności (potrafi):* bilansować składniki pokarmowe w gospodarce cyrkularnej na podstawie uzyskanych danych składu chemicznego gleby (podłoża), nawozów (odpadów) i wymagań pokarmowych roślin.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* dokształcania i samodoskonalenia w zakresie optymalnej, cyrkulacyjnej gospodarki składnikami pokarmowymi roślin oraz metod analitycznych dotyczących roślin, gleb, podłoży, nawozów i odpadów wykorzystywanych w analizach rolniczych i ogrodniczych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **20. Przedmiot do wyboru III - Chemia nawozów**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z technologiami produkcji i wykorzystania nawozów mineralnych, naturalnych (organicznych) oraz produktów odpadowych o działaniu nawozowym; zapoznanie z metodami analizy chemicznej gleby oraz oceny jakości nowoczesnych nawozów mineralnych, naturalnych i odpadowych produktów nawozowych jako źródła makro- i mikroelementów.

*Treści merytoryczne:* metody produkcji nawozów mineralnych; nawozy naturalne i organiczne oraz produkty odpadowe jako cenne źródło składników pokarmowych - możliwości ich zagospodarowania; wpływ odczynu gleby na dostępność makro- i mikroelementów w glebach; skład chemiczny gleby jako źródło informacji o potrzebach nawozowych roślin; właściwości chemiczne nawozów i możliwości ich wykorzystania w praktyce ogrodniczej (w tym uprawy hydroponiczne) i rolniczej; nowoczesne nawozy CRF (controlled release fertilizer) o kontrolowanym uwalnianiu składników pokarmowych; przemiany nawozów wapniowych, azotowych, fosforowych, potasowych oraz naturalnych w glebie; zasady pobierania i przygotowania próbek nawozów i gleby do analiz chemicznych; oznaczanie pH (metoda potencjometryczna) i zawartości form przyswajalnych w glebie: P (metoda wanadowo-molibdenowa), K (metoda emisyjnej spektrometrii atomowej) i Mg (metoda ASA – absorpcyjnej spektrometrii atomowej); ogólna alkaliczność nawozów o działaniu odkwaszającym; oznaczanie węgla organicznego w produktach odpadowych (metoda wg Kurmiesa); oznaczanie metali ciężkich w odpadach i nawozach jako jeden ze wskaźników warunkujących ich wykorzystanie nawozowe (metoda ASA).

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* zagadnienia dotyczące możliwości i metod analitycznych wykorzystywanych w diagnostyce gleb, nawozów i produktów odpadowych względem ich składu chemicznego.

*Umiejętności (potrafi):* na podstawie uzyskanych danych składu chemicznego nawozów, odpadów, gleby i potrzeb nawozowych roślin bilansuje składniki pokarmowe w gospodarce cyrkularnej.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* dokształcania i samodoskonalenia w zakresie optymalnego, wykorzystania składników pokarmowych z nawozów i produktów odpadowych o właściwościach nawozowych oraz metod analitycznych dotyczących gleb, nawozów i odpadów wykorzystywanych w analizach rolniczych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **21. Przedmiot do wyboru IV - Elektrochemia techniczna**

*Cel kształcenia:* zaznajomienie z podstawami najważniejszych, przemysłowych procesów elektrochemicznych.

*Treści merytoryczne:* elektrochemia techniczna: przemysłowe procesy elektrochemiczne, zastosowanie elektrochemii w procesach oczyszczania ścieków przemysłowych, galwanotechnice, ochronie przeciwkorozyjnej konstrukcji metalowych, produkcji energii elektrycznej.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* sposoby zastosowania elektrochemii w procesach przemysłowych.

*Umiejętności (potrafi):* wykonać proste doświadczenia elektrochemiczne z dziedziny elektrochemii technicznej.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* pracy samodzielnej oraz w kilkuosobowej grupie.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **22. Przedmiot do wyboru IV – Praktyczna elektrochemia**

*Cel kształcenia:* zaznajomienie z podstawami kluczowych procesów elektrochemicznych stosowanych w praktyce.

*Treści merytoryczne:* elektrochemia praktyczna: przemysłowe procesy elektrochemiczne, zastosowanie elektrochemii w procesach oczyszczania ścieków przemysłowych, galwanotechnice, przeciwkorozyjnej ochronie konstrukcji metalowych oraz produkcji energii elektrycznej.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* sposoby zastosowania elektrochemii w praktycznych procesach przemysłowych.

*Umiejętności (potrafi):* wykonać proste doświadczenia elektrochemiczne z dziedziny elektrochemii praktycznej.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* pracy samodzielnej oraz w kilkuosobowej grupie.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **23. Przedmiot wydziałowy do wyboru - Biochemia środowiska**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z podstawowymi procesami biochemicznymi zachodzącymi w różnych środowiskach oraz metodami oznaczania aktywności wybranych enzymów.

*Treści merytoryczne:* podstawowe procesy biochemiczne zachodzące w środowisku; charakterystyka enzymów glebowych; istota procesów syntezy i rozkładu związków organicznych; proteoliza, amonifikacja i humifikacja w różnych środowiskach; znaczenie procesów oksydoredukcyjnych; rola enzymów w procesach nitrifikacji i denitrifikacji, desulfurykacji i utleniania siarki oraz utleniania i redukcji innych pierwiastków - występujących na różnym stopniu utlenienia; konstrukcja biochemicznych wskaźników jakości różnych środowisk; biochemiczna dekompozycja zanieczyszczeń mineralnych i organicznych.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* procesy biochemiczne; znaczenie enzymów biorących udział w przemianach węgla, azotu, siarki i fosforu.

*Umiejętności (potrafi):* samodzielnie wykonać oznaczenia aktywności enzymów; sformułować prawidłowe wnioski z przeprowadzonej analizy biochemicznej; zweryfikować wyniki oznaczeń z literaturą i uregulowaniami prawnymi.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* zachowania ostrożności i krytycyzmu w wyrażaniu opinii na temat wskaźników biochemicznych w szacowaniu jakości środowiska; współdziałania i pracy w grupie przyjmując w niej różne zadania.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **24. Przedmiot wydziałowy do wyboru - Biogeochemia biosfery**

*Cel kształcenia:* poznanie procesów i cykli biogeochemicznych zachodzących w biosferze Ziemi oraz ich zakłóceń.

*Treści merytoryczne:* biogeochemia – zakres, terminologia, interdyscyplinarność, rys historyczny; biosfera – różnorodność ujęć, struktura; pochodzenie pierwiastków w biosferze ziemskiej; biogeneza i historia biosfery; ziemia jako system chemiczny i żywy organizm; metabolizm biosfery, produkcja i dekompozycja; procesy abiotyczne i biologiczne w biosferze; cykle biogeochemiczne – pojęcie, klasyfikacja; zasoby i zbiorniki pierwiastków w biosferze; globalne obiegi węgla, azotu, fosforu oraz innych makroelementów i wybranych mikroelementów, pierwiastków śladowych i toksycznych; cykl hydrologiczny; antropogeniczne zakłócenia cykli biogeochemicznych; gospodarka cyrkularna nutrientami.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* budowę i genezę biosfery oraz powiązania abiotyczne i biotyczne pomiędzy tworzącymi ją sferami, tj. litosferą, hydrosferą i atmosferą; zasoby i zbiorniki pierwiastków oraz procesy odzwierciedlające ich przepływy między zbiornikami; wpływ cywilizacji ludzkiej na obiegi pierwiastków.

*Umiejętności (potrafi):* wyszukiwać i krytycznie oceniać przedmiotowe informacje; przedstawiać wyszukane informacje w formie prezentacji multimedialnej; konstruować uproszczone modele globalnych cykli biogeochemicznych i cyklu hydrologicznego.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* podejmowania działań na rzecz ograniczenia antropopresji na obiegi pierwiastków w przyrodzie.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **25. Przedmiot wydziałowy do wyboru - Laboratorium oceny surowców mineralnych**

*Cel kształcenia:* zdobycie umiejętności analizy surowców mineralnych w zależności od składu chemicznego i właściwości fizykochemicznych; nabycie wiedzy dotyczącej właściwości chemicznych surowców mineralnych występujących w Polsce i na świecie.

*Treści merytoryczne:* rodzaje i występowanie surowców mineralnych; zasoby surowców mineralnych w Polsce i na świecie; eksploatacja i wykorzystanie surowców mineralnych oraz metody oceny; wymagania jakościowe surowców mineralnych w zależności od przeznaczenia; ustalanie podstawowego składu petrograficznego; określanie składu pierwiastkowego, zawartości zanieczyszczeń obcych i organicznych, oznaczanie zawartości CaCO<sub>3</sub> różnymi metodami; zastosowanie metod ICP (Inductively Coupled Plasma) w ocenie surowców.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* rodzaje surowców mineralnych, występowanie, zasoby oraz zasady ich racjonalnego wykorzystania; metody eksploatacji i oceny jakościowej surowców mineralnych; właściwości surowców naturalnych; procesy zachodzące w środowisku w wyniku eksploatacji surowców mineralnych.

*Umiejętności (potrafi):* oznaczać podstawowe właściwości chemiczne surowców mineralnych; ustalić skład mineralny, zawartości zanieczyszczeń obcych i organicznych zawartości CaCO<sub>3</sub>; zinterpretować wyniki; posługiwać się normami stosowanymi do oceny fizykochemicznych i chemicznych właściwości surowców mineralnych oraz ustalić ich jakość.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* pracy samodzielnej i w zespole.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **26. Przedmiot wydziałowy do wyboru - Ocena jakości surowców i produktów pochodzenia ogrodniczego**

*Cel kształcenia:* przekazanie wiedzy na temat metod oceny jakości warzyw, owoców, surowców zielarskich i olejkodajnych; zdobycie umiejętności analizy cech fizycznych,

chemicznych i organoleptycznych zgodnie z obowiązującymi dokumentami normalizacyjnymi stosując podstawowe metody, techniki, technologie, narzędzia, materiały pozwalające ocenić jakość i wartość odżywczą części jadalnych roślin i produktów pochodzenia ogrodniczego.

*Treści merytoryczne:* charakterystyka, podział na grupy i budowa anatomiczna części użytkowych roślin ogrodniczych ważnych gospodarczo; wpływ czynników agrotechnicznych na jakość cech fizycznych (kształt, wielkość, barwa), organoleptycznych (soczystość, jędrność, mączystość) i chemicznych (zawartość suchej masy, cukrów, kwasów organicznych, kwasu L-askorbinowego, olejków eterycznych,  $\beta$ -karotenu i azotanów III i V); dojrzałość surowca jako miernik wartości biologicznej i użytkowej; metody określające dojrzałość zbiorczą, konsumpcyjną i fizjologiczną; zmiany zachodzące w trakcie dojrzewania warzyw i owoców; techniki i technologie zbioru; traktowanie surowców nietrwałych i trwałych po zbiorze podczas krótkiego składowania oraz transportu; metody przedłużające trwałość surowca; wymagania jakościowe, a normy przedmiotowe; badania ogólne i szczegółowe wybranych partii surowców; ocena cech sensorycznych i fizycznych warzyw i owoców przeznaczonych do obrotu handlowego; określenie klas jakości w oparciu o obowiązujące normy jakościowe; rozpoznawanie wad surowca; ocena składu chemicznego na podstawie przeprowadzonych analiz chemicznych; umiejętność pobierania i przygotowania prób do oznaczeń; procedura wykonania analiz: oznaczanie suchej masy w wyniku suszenia do stałej masy, cukrów metodą Luffa–Schoorla, kwasów organicznych, olejków eterycznych za pomocą aparatu Derynga,  $\beta$ -karotenu – metodą chromatografii kolumnowej i azotanów metodą z zastosowaniem kwasu salicylowego; obliczanie wyników końcowych i ich interpretacja.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* metody oceny jakości i składu chemicznego części jadalnych owoców i warzyw oraz roślin zielarskich i olejkodajnych; podstawowe metody, techniki, technologie, narzędzia, materiały i ich praktyczne zastosowanie w ocenie materiału roślinnego.

*Umiejętności (potrafi):* określić zgodnie z normami klasę jakości oraz zawartość wybranych składników w częściach jadalnych roślin.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* dokształcania i samodoskonalenia w zakresie wspomagania produkcji żywności funkcjonalnej (prozdrowotnej) i wyeksponowania jej walorów jakościowych i smakowych; świadomego dążenia do produkcji surowców (warzyw i owoców) o wysokiej wartości biologicznej.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **27. Przedmiot wydziałowy do wyboru - Recykling tworzyw sztucznych**

*Cel kształcenia:* przekazanie wiedzy na temat możliwości przerobu i powtórnego wykorzystania tworzyw sztucznych w odniesieniu do warunków krajowych; zapoznanie z rodzajami i metodami stosowanymi w recyklingu tworzyw sztucznych; zrozumienie potrzeby wprowadzania rozwiązań w zakresie recyklingu w procesach produkcji dóbr i zagospodarowania odpadów.

*Treści merytoryczne:* recykling tworzyw sztucznych – aktualne trendy i kierunki zmian na Świecie, w Europie i w Polsce w produkcji tworzyw, ich wykorzystaniu i powstawaniu oraz zagospodarowaniu odpadów; problem odpadów z tworzyw sztucznych w Unii Europejskiej, kierunki zagospodarowania odpadów tworzyw sztucznych w Europie (recykling, odzysk energetyczny, składowanie); recykling tworzyw i odzysk energii jak domknięcie cyklu zagospodarowania odpadów z tworzyw sztucznych; środowiskowy i ekonomiczny bilans kosztów i korzyści recyklingu opakowań z tworzyw sztucznych; miejsce tworzyw sztucznych w strumieniach odpadów komunalnych; separacja i identyfikacja; odzysk energii jako alternatywna droga odejścia od składowania odpadów tworzywowych na składowiskach;

produkcja paliw alternatywnych; system standaryzacji paliw alternatywnych (SRF); krajowa baza odpadów polimerowych; analiza bilansowa polimerów; bilans łańcucha przemian (uproszczony i zaawansowany); organizacja procesu recyklingu odpadów z tworzyw sztucznych; recykling jako proces wieloetapowy; recykling mechaniczny - zbiór i składowanie, separacja, sortowanie i identyfikacja, mycie, suszenie; recykling materiałowy – produkcja regranulatów oraz nowych tworzyw, kompatybilizacja mieszanek tworzywowych; wytlaczanie reaktywne – wykorzystanie modyfikatorów w procesie kompatybilizacji; przykłady recyklingu materiałowego: produkcja kompozytów z dodatkami hydrofobowymi i hydrofilowymi oraz kompozytów mineralnych i biokompozytów (z udziałem włókna szklanego, nanokrzemionki, materiałów naturalnych); inne przykłady produktów recyklingu materiałowego: włókna cięte, techniczne, płyty, folie, butelki, warstwy wyścielające; spienianie odpadów polimerowych; porofory chemiczne i fizyczne; wykorzystanie produktów spieniania; wyroby z odpadów całkowicie przetworzonych; produkcja mas uszczelniających, klejów, lakierów; recykling surowcowy – problematyka depolimeryzacji odpadów tworzywowych; depolimeryzacja chemiczna – hydroliza politereftalanu etylenu w środowisku kwaśnym i zasadowym, alkoholiza; depolimeryzacja termiczna (piroliza, hydrogenaza, zgazowywanie); destylacja; rektyfikacyjna pirolizatu – kolumny rektyfikacyjne i produkty rektyfikacji.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* wymagania prawne regulujące gospodarkę odpadami; zasady postępowania z odpadami przemysłu organicznego; sposoby identyfikacji i recyklingu wybranych związków organicznych – głównie tworzyw sztucznych.

*Umiejętności (potrafi):* zidentyfikować odpad z tworzywa sztucznego i wybrać właściwy sposób jego utylizacji; doradzić podczas przygotowywania odpadu do recyklingu oraz wyboru modelu odzysku.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* dostrzegania zagrożenia środowiska naturalnego wynikającego z produkcji; stosowania i gospodarowania produktami polimerowymi.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **28. Przedmiot wydziałowy do wyboru - Zarządzanie projektami**

*Cel kształcenia:* zrozumienie istoty i roli projektów w zarządzaniu podmiotem gospodarczym w nowoczesnej gospodarce; zrozumienie zasad i nowoczesnych instrumentów zarządzania projektami; definiowanie i planowanie projektów; organizowanie zasobów i zarządzanie projektami.

*Treści merytoryczne:* charakterystyka zarządzania projektami; projekt i zakres koncepcji zarządzania projektami; istota i rodzaje projektów oraz ich specyfika; instytucjonalne formy zarządzania projektami; planowanie przebiegu i zasobów projektu; cykl życia projektów; inicjowanie i definiowanie projektów; analiza ryzyka projektów; określanie struktury projektów; ocena wykonalności projektów; standardowe metody oceny projektów; informatyczne narzędzia zarządzania projektami; organizacja zespołu projektowego; planowanie cyklu projektowo-realizacyjnego; opracowanie harmonogramu realizacji przedsięwzięcia; kosztorys projektu przedsięwzięcia gospodarczego, budżetowanie oraz analiza finansowa; sterowanie przebiegiem projektu; narzędzia zarządzania projektami – metody sieciowe i metoda planowania i kontroli projektów (PERT); proste metody oceny przedsięwzięć gospodarczych – prosta stopa zwrotu; dyskontowe metody oceny przedsięwzięć gospodarczych – wartość zaktualizowana netto, wewnętrzna stopa zwrotu; cykl życia projektów; informatyczne narzędzia zarządzania projektami.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* miejsce i rolę projektów w zarządzaniu przedsiębiorstwem w nowoczesnej gospodarce; zasady analizy ekonomicznej i planowania gospodarczego oraz założenia rachunkowości i ich wykorzystanie w zarządzaniu.

*Umiejętności (potrafi):* formułować i definiować problemy projektowe; przyjmować i wyznaczać zadania w zespole; decydować o realizacji celów związanych z projektowaniem i podejmowaniem działań profesjonalnych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* uczestniczenia w grupie opracowującej projekty; porozumiewania się z osobami będącymi i niebędącymi specjalistami.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **29. Przedmiot wydziałowy do wyboru - Chemiczny monitoring środowiska**

*Cel kształcenia:* poznanie zakresu, struktury organizacyjnej i zadań chemicznego monitoringu środowiska, nabycie umiejętności obsługi aparatury wykorzystywanej do oznaczania stanu zanieczyszczenia środowiska.

*Treści merytoryczne:* cele, zasady i struktura organizacyjna monitoringu środowiska; główne i potencjalne źródła oraz trendy zmian zanieczyszczenia powietrza, wód powierzchniowych i podziemnych, gleby i ziemi; podstawowe wskaźniki i dopuszczalne normy stanu środowiska - powietrza, wody i gleby; monitoring powietrza, wód, gleby i przyrody; monitoring skażeń promieniotwórczych, pól elektromagnetycznych i hałasu; zintegrowany monitoring środowiska przyrodniczego; zasady pobierania próbek środowiskowych, wykonywania pomiarów analitycznych, interpretacji wyników; badania laboratoryjne zanieczyszczeń powietrza, wód i gleb w środowisku lokalnym z wykorzystaniem specjalistycznej aparatury badawczej; gromadzenie i przetwarzanie danych o środowisku; prognozowanie, analiza i ocena stanu środowiska, prezentacja i upowszechnianie danych.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawy prawne i zasady wykonywania badań w ramach monitoringu środowiska; program monitoringu środowiska realizowany w Polsce i innych krajach, możliwości współdziałania instytucji tworzących państwowy monitoring środowiska; aktualny stan i zmiany, jakie zaszły w zanieczyszczeniu środowiska w ujęciu czasowym.

*Umiejętności (potrafi):* analizować i interpretować wyniki oraz oceniać stan środowiska, poszukiwać informacji dotyczących presji i stanu zanieczyszczenia lub jakości wszystkich komponentów środowiska z wykorzystaniem różnych źródeł informacji i środków komunikacji; identyfikować sytuacje problemowe i podejmować decyzje.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* uzupełniania wiedzy z zakresu monitoringu środowiska i przestrzegania regulacji prawnych związanych z ochroną środowiska; działań zmierzających do przewidywania skutków niekorzystnej działalności w ochronie środowiska; doksztalcania i samodoskonalenia w zakresie badań monitoringowych i rozwoju technik oceny w ochronie środowiska.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **30. Przedmiot wydziałowy do wyboru - Design thinking**

*Cel kształcenia:* poznanie metody Design Thinking jako metody tworzenia innowacyjnych produktów i usług w oparciu o głębokie zrozumienie problemów i potrzeb użytkowników.

*Treści merytoryczne:* czym jest design thinking? zastosowanie design thinking; efekty zastosowania metody; pięć kroków prowadzenie prac: empatyzacja, definiowanie problemu, generowanie pomysłów, budowanie prototypów, testowanie; wykorzystanie techniki 5x why? i burzy mózgów; praktyczne wykorzystanie gier i metod w design thinking; praktyczne

przeprowadzenie projektu i wykonanie prototypu w pięciu etapach wg metody design thinking; prezentacja pomysłów i/lub prototypu.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* techniki projektowania metodą design thinking.

*Umiejętności (potrafi):* zaprojektować proces technologiczny i ocenić jego przydatność, przeanalizować problemy i modyfikować własne projekty jak i projekty innych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* rozpoznawania problemów zawodowych oraz określania priorytetów i hierarchii działań; w sposób świadomy i poparty doświadczeniem zaprezentować efekty pracy; przekazywania informacji, komunikowania się, dokonywania samooceny oraz konstruktywnej krytyki pracy innych osób.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia

### **31. Przedmiot wydziałowy do wyboru - Hydrochemia**

*Cel kształcenia:* przekazanie wiedzy na temat: cech fizyczno-chemicznych i składników występujących w wodach naturalnych; form występowania składników w wodach; podstawowych danych o chemizmie wód naturalnych w poszczególnych zbiornikach hydrosfery, głównych procesów odpowiedzialnych za tworzenie składu chemicznego wód naturalnych oraz głównych rodzajów geogenicznych i antropogenicznych zanieczyszczeń wód.

*Treści merytoryczne:* obieg wody w przyrodzie; geneza substancji występujących w wodach; skład chemiczny wód naturalnych, charakterystyka procesów chemicznych, które zachodzą w hydrosferze, geneza wód termalnych i formy występowania w przyrodzie; wpływ warunków geologicznych na chemizm wód; substancje występujące w wodach powierzchniowych i podziemnych: gazy, substancje rozpuszczone, materia organiczna, czynniki wywołujące eutrofizację wód, ważniejsze makro- i mikrośladniki; wody termalne i lecznicze; główne zanieczyszczenia wód i wskaźniki oceny ich wpływu na środowisko oraz możliwości przeciwdziałania negatywnym skutkom; monitorowanie jakości wód; zakres i rodzaje hydrogeochemicznych analiz wód powierzchniowych i podziemnych; podstawy prawne ochrony wód.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* chemizm wód i jego zmiany w czasie w zależności od uwarunkowań zewnętrznych; źródła i rodzaje zanieczyszczeń występujących w wodach; czynniki kształtujące jakość wody.

*Umiejętności (potrafi):* zastosować właściwe sposoby oznaczania i metody analiz właściwości fizykochemicznych i chemicznych wody; zinterpretować wyniki badań hydrochemicznych i przewidzieć konsekwencje dla hydrosfery wynikające z niewłaściwego korzystania ze środowiska.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* podejmowania działań przewidujących skutki i ograniczających ryzyko antropopresji.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

### **32. Przedmiot wydziałowy do wyboru - Izotopy stabilne w środowisku**

*Cel kształcenia:* przekazanie wiedzy na temat: izotopów i ich form występowania w środowisku; podstawowych danych o ich pochodzeniu i metodach oznaczania; o praktycznej użyteczności izotopów stabilnych jako znaczników stanu środowiska.

*Treści merytoryczne:* definicja i rodzaje izotopów; charakterystyka izotopów stabilnych o największej zasobności na Ziemi ( $^1\text{H}$ ,  $^{12}\text{C}$ ,  $^{14}\text{N}$ ,  $^{16}\text{O}$ ,  $^{32}\text{S}$ ), oraz o mniejszej zasobności:  $^2\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,  $^{18}\text{O}$ ,  $^{34}\text{S}$ ; wzorce izotopowe i procedura pomiarowa; frakcjonowanie izotopowe; określenie pochodzenia wody, rozpuszczonych składników i procesów w środowisku wodnym; przykłady zastosowania izotopów stabilnych w badaniach

ekologicznych, m.in. w badaniach z zakresu ekologii roślin i zwierząt; w badaniach ekosystemów lądowych, morskich i słodkowodnych, badaniach zanieczyszczenia środowiska, w badaniach atmosfery, w ochronie przyrody, badaniach paleontologicznych i archeologicznych.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* rodzaje izotopów, procesy i prawa rządzące zachowaniem się izotopów stabilnych w środowisku; podstawowe zastosowanie geochemii izotopów.

*Umiejętności (potrafi):* zastosować właściwe sposoby oznaczania izotopów; zinterpretować wyniki badań izotopowych.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* współdziałania w zespole w czasie realizacji zleconych zadań.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład, ćwiczenia.

## **V. PRAKTYKA**

### **1. Praktyka zawodowa**

*Cel kształcenia:* praktyczne przygotowanie do wykonywania pracy zawodowej.

*Treści merytoryczne:* zapoznanie z kryteriami doboru miejsc odbywania praktyki, zasadami oraz ramowym programem praktyki, harmonogramem przygotowań i przebiegu praktyki. Wskazanie na problemy wynikające z odbywania praktyki. Wskazanie szerokiego spektrum możliwości podejmowania aktywności zawodowej po ukończeniu studiów na kierunku chemia. Przedstawienie zasad i problemów w przygotowaniu do praktycznego podjęcia pracy zawodowej.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* specyfikę pracy w laboratoriach, przedsiębiorstwach oraz w organizacjach i instytucjach publicznych, pozarządowych i badawczo-naukowych, których działalność związana jest z wykorzystaniem chemii.

*Umiejętności (potrafi):* zastosować w praktyce pozyskaną wiedzę i nabyte umiejętności.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* odpowiedzialnego podejmowania decyzji oraz do przewidywania ich skutków; negocjacji i dyskusji oraz merytorycznego argumentowania stanowiska w kontaktach społecznych oraz w sytuacjach konfliktowych; prezentowania opinii w oparciu o sprawdzone źródła naukowe oraz komunikowania się z otoczeniem społecznym i gospodarczym.

*Forma prowadzenia zajęć:* praktyka.

## **VI. INNE**

### **1. Szkolenie w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy**

*Cel kształcenia:* przekazanie podstawowych wiadomości na temat ogólnych zasad postępowania w razie wypadku podczas nauki i w sytuacjach zagrożeń, okoliczności i przyczyn wypadków, zasad udzielania pierwszej pomocy w razie wypadku, jak również wskazanie potencjalnych zagrożeń.

*Treści merytoryczne:* właściwe akty prawne regulujące kwestie bezpieczeństwa i higieny pracy; identyfikacja, analiza i ocena zagrożeń dla życia i zdrowia (czynniki niebezpieczne, szkodliwe i uciążliwe); analiza okoliczności i przyczyn wypadków; ogólne zasady postępowania w razie wypadku podczas nauki i w sytuacjach zagrożeń (np. pożaru); zasady udzielania pierwszej pomocy w razie wypadku — apteczka pierwszej pomocy; posługiwanie się różnymi typami gaśnic; zapobiegania zaccadzeniu; przestrzeganie reżimu sanitarnego w czasie pandemii.



*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* zagadnienia na temat ogólnych zasad postępowania w razie wypadku podczas nauki i w sytuacjach zagrożeń; okoliczności i przyczyny wypadków; zasady udzielania pierwszej pomocy w razie wypadku.

*Umiejętności (potrafi):* postępować z materiałami niebezpiecznymi i szkodliwymi dla zdrowia; posługiwać się środkami ochrony indywidualnej i środkami ratunkowymi; udzielać pierwszej pomocy; posługiwać się różnymi gaśnicami; zapobiegać zaccadzeniu.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* zachowania ostrożności w postępowaniu z materiałami niebezpiecznymi i szkodliwymi dla zdrowia; dbania o przestrzeganie zasad BHP; ponoszenia odpowiedzialności za bezpieczeństwo i higienę pracy w swoim otoczeniu; podejmowania czynności ratunkowych.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład.

## **2. Etykieta**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z wybranymi zagadnieniami dotyczącymi zasad savoir-vivre'u.

*Treści merytoryczne:* podstawowe zagadnienia dotyczące zasad savoir-vivre'u i ceremoniału dyplomatycznego; zasady precedencji; różnice kulturowe w protokole dyplomatycznym i etykietce; precedencja w biznesie; zasady związane z tytułowaniem, witaniem i przedstawianiem; dress-code w biznesie.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawowe zagadnienia z zakresu zasad etykiety biznesowej, protokołu dyplomatycznego i etykiety międzynarodowej.

*Umiejętności (potrafi):* stosować zasady savoir-vivre'u i precedencji podczas spotkań i uroczystości na różnych szczeblach.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* wykazania istnienia różnic kulturowych w stosunkach międzynarodowych. Jest otwarty na kontakty międzykulturowe.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład.

## **3. Ergonomia**

*Cel kształcenia:* przybliżenie podstawowych zagadnień związanych z ergonomią rozumianą w sensie interdyscyplinarnym, uświadomienie zagrożeń i problemów (także zdrowotnych) związanych z niewłaściwymi rozwiązaniami ergonomicznymi na stanowiskach pracy zawodowej oraz w życiu pozazawodowym, a także korzyści wynikających z prawidłowych działań w tym zakresie.

*Treści merytoryczne:* ergonomia – podstawowe pojęcia i definicje; ergonomia jako nauka interdyscyplinarna; główne nurty w ergonomii: ergonomia stanowiska pracy (wysiłek fizyczny na stanowisku pracy, wysiłek psychiczny na stanowisku pracy, dostosowanie antropometryczne stanowiska pracy, materialne środowisko pracy), ergonomia produktu – inżynieria ergonomicznej jakości, ergonomia dla osób starszych i niepełnosprawnych.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* podstawowe pojęcia związane z ergonomią, ze szczególnym uwzględnieniem ergonomii stanowiska pracy; problemy i zagrożenia wynikające z niewłaściwych rozwiązań ergonomicznych.

*Umiejętności (potrafi):* dokonać oceny (w zakresie podstawowym) warunków w pracy zawodowej ze względu na problemy ergonomiczne oraz reagować na nie; dostrzegać nieprawidłowości ergonomiczne podczas aktywności pozazawodowej; wskazywać cechy ergonomiczne w obiektach technicznych i uwzględnić je w wyborach konsumenckich.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* przyjęcia antropocentrycznej postawy w stosunku do warunków pracy i życia codziennego; reagowania na zagrożenia wynikające z wadliwych

rozwiązań i nieprawidłowości w zakresie jakości ergonomicznej; reagowania na potrzeby osób niepełnosprawnych (w kontekście ergonomicznym).

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład.

#### **4. Ochrona własności intelektualnej**

*Cel kształcenia:* zapoznanie z regulacjami w zakresie prawa własności intelektualnej - zasadami, pojęciami, wybranymi procedurami.

*Treści merytoryczne:* podstawy prawne ochrony własności intelektualnej; pojęcie własności intelektualnej; podmioty prawa własności intelektualnej; treść prawa własności intelektualnej - prawa autorskie i pokrewne; ograniczenia praw autorskich; dozwolony użytek osobisty i publiczny utworów; naruszenie praw autorskich.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* ustawowy aparat pojęciowy związany z ochroną prawną własności intelektualnej.

*Umiejętności (potrafi):* identyfikować oraz implementować dozwolone pola eksploatacji utworów w toku analizy krytycznej oraz działalności naukowej w środowisku akademickim.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* świadomego korzystania z ustawowych pól eksploatacji utworów w środowisku akademickim oraz życiu prywatnym (np. środowisku sieciowym).

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład.

#### **5. Informacja patentowa**

*Cel kształcenia:* nauczenie rozumienia prawnych, normatywnych i praktycznych aspektów patentowania i ochrony różnych rodzajów utworów (wynałazek, patent, wzór przemysłowy i użytkowy, know-how); przedstawienie podstaw, zasad, celów i najważniejszych regulacji w zakresie polskiego i europejskiego prawa autorskiego.

*Treści merytoryczne:* podstawowe pojęcia: własność przemysłowa, patenty, wynalazki, ochrona patentowa, wzory przemysłowe i użytkowe, znaki towarowe, oznaczenia geograficzne, topografia układów scalonych, prawa ochronne, prawa z rejestracji; prawo autorskie i zakres ochrony; prawa pokrewne; własność przemysłowa w oparciu o ustawę Prawo Własności Przemysłowej; system ochrony własności przemysłowej; patenty i wynalazki jako przedmioty patentu; historia patentu i podstawy polityki patentowej; cel ochrony patentowej; treść i zakres patentu; procedura uzyskiwania patentu; informacja patentowa w aspekcie międzynarodowym; prawo autorskie w Unii Europejskiej; prawo autorskie w internecie; umowy o przeniesienie praw; wzory użytkowe i przemysłowe, a system ich ochrony.

*Efekty uczenia się:*

*Wiedza (zna i rozumie):* zagadnienia nt. polityki patentowej oraz procedury uzyskiwania patentu w kraju i na świecie.

*Umiejętności (potrafi):* odróżnić wszystkie dobra z kategorii własności przemysłowej, ich sposoby ochrony i czasów ochrony.

*Kompetencje społeczne (jest gotów do):* oceny ważności ochrony własności intelektualnej; dostrzegania zagrożeń i kar wynikających z przywłaszczenia własności intelektualnej przez osoby inne niż twórca bądź autor.

*Forma prowadzenia zajęć:* wykład.

**PLAN STUDIÓW  
KIERUNKU CHEMIA  
W ZAKRESIE: CHEMIA STOSOWANA - NOWE MATERIAŁY I PROCESY**

**Obowiązuje od cyklu:** 2023Z

**Poziom studiów:** studia drugiego stopnia

**Profil kształcenia:** praktyczny

**Forma studiów:** stacjonarne

**Liczba semestrów:** 4

**Dziedzina/y nauki/dyscyplina/y naukowa/e lub artystyczna/e:** dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych, dyscyplina naukowa: nauki chemiczne

Rok studiów: 1, semestr: 1												
Lp.	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć	Semestr	Liczba punktów ECTS	Punkty ECTS za zajęcia praktyczne	Forma zaliczenia	Status przedmiotu: obligatoryjny lub fakultatywny	Liczba godzin realizowanych z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego lub innej osoby prowadzącej zajęcia				Praktyka	Praca dyplomowa
							ogółem zajęcia dydaktyczne	wykład	ćwiczenia	inne		
<b>Grupa treści</b>												
<b>I – WYMAGANIA OGÓLNE</b>												
1	Przedmioty z zakresu nauk humanistycznych lub z zakresu nauk społecznych I	1	2	0	zal. z oc.	f	30	30	0	1	0	0
2	Warsztaty specjalistyczne z języka obcego	1	2	1,2	zal. z oc.	f	30	0	30	1	0	0
3	Technologie informacyjne	1	2	1,2	zal. z oc.	o	30	0	30	1	0	0
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (ogółem)			<b>6</b>	<b>2,4</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>90</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (zajęcia praktyczne)			<b>x</b>	<b>2,4</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>60</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (przedmioty fakultatywne)			<b>4</b>	<b>1,2</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>60</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

<b>II – PODSTAWOWYCH</b>												
1	Ochrona środowiska w działalności gospodarczej	1	3	1,3	zal. z oc.	o	45	15	30	2	0	0
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (ogółem)			<b>3</b>	<b>1,3</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>45</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (zajęcia praktyczne)			<b>x</b>	<b>1,3</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (przedmioty fakultatywne)			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>III – KIERUNKOWYCH</b>												
1	Seminarium dyplomowe I	1	2	1,3	zal. z oc.	f	30	0	30	2	0	0
2	Krystalografia	1	3	1,9	zal. z oc.	o	40	10	30	2	0	0
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (ogółem)			<b>5</b>	<b>3,2</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>70</b>	<b>10</b>	<b>60</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (zajęcia praktyczne)			<b>x</b>	<b>3,2</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>60</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (przedmioty fakultatywne)			<b>2</b>	<b>1,3</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>IV – ZWIĄZANYCH Z ZAKRESEM KSZTAŁCENIA</b>												
1	Wodór i energetyczne technologie wodorowe	1	2,5	1,3	egz.	o	45	15	30	4	0	0
2	Materiałoznawstwo chemiczne	1	4	1,6	egz.	o	60	30	30	4	0	0
3	Bioinspirowane technologie	1	2	0	zal. z oc.	o	15	15	0	2	0	0
4	Podstawy chemii materiałów i nanomateriałów	1	1,5	0	zal. z oc.	o	15	15	0	2	0	0
5	Diagnostyka molekularna	1	3,5	1,8	zal. z oc.	o	45	0	45	2	0	0
6	Przedmiot do wyboru I	1	1	0	zal. z oc.	f	15	15	0	2	0	0
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (ogółem)			<b>14,5</b>	<b>4,7</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>195</b>	<b>90</b>	<b>105</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (zajęcia praktyczne)			<b>x</b>	<b>4,7</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>105</b>	<b>0</b>	<b>105</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (przedmioty fakultatywne)			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>V – PRAKTYKA</b>												
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (ogółem)			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (zajęcia praktyczne)			<b>x</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (przedmioty fakultatywne)			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>VI – INNE</b>												
1	Etykieta	1	0,50	0	zal.	o	4	4	0	0	0	0
2	Bezpieczeństwo i higiena pracy	1	0,50	0	zal.	o	4	4	0	0	0	0
3	Ergonomia	1	0,25	0	zal.	o	2	2	0	0	0	0



<b>III – KIERUNKOWYCH</b>												
1	Seminarium dyplomowe II	2	2	1,3	zal. z oc.	f	30	0	30	2	0	0
2	Zaawansowana chemia nieorganiczna	2	3	1,7	zal. z oc.	o	45	15	30	2	0	0
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (ogółem)			<b>5</b>	<b>3</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>75</b>	<b>15</b>	<b>60</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (zajęcia praktyczne)			<b>x</b>	<b>3</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>60</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (przedmioty fakultatywne)			<b>2</b>	<b>1,3</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>IV – ZWIĄZANYCH Z ZAKRESEM KSZTAŁCENIA</b>												
1	Przedmiot do wyboru II	2	2	0,9	zal. z oc.	f	30	15	15	2	0	0
2	Przedmiot do wyboru III	2	2	1,8	zal. z oc.	f	45	15	30	2	0	0
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (ogółem)			<b>4</b>	<b>2,7</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>75</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (zajęcia praktyczne)			<b>x</b>	<b>2,7</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>45</b>	<b>0</b>	<b>45</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (przedmioty fakultatywne)			<b>4</b>	<b>2,7</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>75</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>V – PRAKTYKA</b>												
1	Praktyka zawodowa	2	16	16	zal.	f	0	0	0	0	480	0
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (ogółem)			<b>16</b>	<b>16</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>480</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (zajęcia praktyczne)			<b>x</b>	<b>16</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>480</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (przedmioty fakultatywne)			<b>16</b>	<b>16</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>480</b>	<b>0</b>
<b>VI – INNE</b>												
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (ogółem)			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (zajęcia praktyczne)			<b>x</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (przedmioty fakultatywne)			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Liczba punktów ECTS/godz. dyd. w semestrze 2</b>			<b>30</b>	<b>23,4</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>225</b>	<b>90</b>	<b>135</b>	<b>11</b>	<b>480</b>	<b>0</b>
<b>Liczba punktów ECTS/godz. dyd. na I roku</b>			<b>60</b>	<b>35</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>637</b>	<b>247</b>	<b>390</b>	<b>36</b>	<b>480</b>	<b>0</b>

<b>Rok studiów: 2, semestr: 3</b>												
Lp.	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć	Semestr	Liczba punktów ECTS	Punkty ECTS za zajęcia praktyczne	Forma zaliczenia	Status przedmiotu: obligatoryjny lub fakultatywny	Liczba godzin realizowanych z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego lub innej osoby prowadzącej zajęcia				Praktyka	Praca dyplomowa
							ogółem zajęcia dydaktyczne	wykład	ćwiczenia	inne		
<b>Grupa treści</b>												
<b>I – WYMAGANIA OGÓLNE</b>												
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (ogółem)			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (zajęcia praktyczne)			<b>x</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (przedmioty fakultatywne)			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>II – PODSTAWOWYCH</b>												
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (ogółem)			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (zajęcia praktyczne)			<b>x</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (przedmioty fakultatywne)			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>III – KIERUNKOWYCH</b>												
1	Seminarium dyplomowe III	3	2	1,3	zal. z oc.	f	30	0	30	2	0	0
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (ogółem)			<b>2</b>	<b>1,3</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (zajęcia praktyczne)			<b>x</b>	<b>1,3</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (przedmioty fakultatywne)			<b>2</b>	<b>1,3</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>IV – ZWIĄZANYCH Z ZAKRESEM KSZTAŁCENIA</b>												
1	Procesy korozji metali i stopów oraz metody zabezpieczeń przeciwkorozyjnych	3	3	1,2	egz.	o	40	10	30	4	0	0
2	Pomiary i sterowanie w laboratorium chemicznym	3	6	3,1	zal. z oc.	o	60	30	30	2	0	0
3	Trendy w analizie chemicznej	3	3	1,3	zal. z oc.	o	40	20	20	2	0	0

4	Chemiczne metody modyfikacji powierzchni	3	3	1,5	zal. z oc.	o	35	15	20	2	0	0
5	Gospodarka cyrkulacyjna	3	3,5	1,9	egz.	o	45	15	30	4	0	0
6	Procesy membranowe	3	3	1,7	zal. z oc.	o	40	10	30	2	0	0
7	Elektrochemiczne źródła energii	3	3	1,7	zal. z oc.	o	40	10	30	2	0	0
8	Ocena cyklu życia produktów	3	1,5	0,6	zal. z oc.	o	30	10	20	2	0	0
9	Przedmiot do wyboru IV	3	2	1,2	zal. z oc.	f	30	15	15	2	0	0
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (ogółem)		<b>28</b>	<b>14,2</b>	<b>x</b>	<b>x</b>		<b>360</b>	<b>135</b>	<b>225</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (zajęcia praktyczne)		<b>x</b>	<b>14,2</b>	<b>x</b>	<b>x</b>		<b>225</b>	<b>0</b>	<b>225</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (przedmioty fakultatywne)		<b>2</b>	<b>1,2</b>	<b>x</b>	<b>x</b>		<b>30</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>V – PRAKTYKA</b>												
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (ogółem)		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (zajęcia praktyczne)		<b>x</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (przedmioty fakultatywne)		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>VI – INNE</b>												
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (ogółem)		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (zajęcia praktyczne)		<b>x</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (przedmioty fakultatywne)		<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Liczba punktów ECTS/godz. dyd. w semestrze 3</b>		<b>30</b>	<b>15,5</b>	<b>x</b>	<b>x</b>		<b>390</b>	<b>135</b>	<b>255</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>0</b>



<b>Rok studiów: 2, semestr: 4</b>												
Lp.	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć	Semestr	Liczba punktów ECTS	Punkty ECTS za zajęcia praktyczne	Forma zaliczenia	Status przedmiotu: obligatoryjny lub fakultatywny	Liczba godzin realizowanych z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego lub innej osoby prowadzącej zajęcia				Praktyka	Praca dyplomowa
							ogółem zajęcia dydaktyczne	wykład	ćwiczenia	inne		
<b>Grupa treści</b>												
<b>I – WYMAGANIA OGÓLNE</b>												
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (ogółem)			<b>1</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (zajęcia praktyczne)			<b>x</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (przedmioty fakultatywne)			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>II – PODSTAWOWYCH</b>												
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (ogółem)			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (zajęcia praktyczne)			<b>x</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (przedmioty fakultatywne)			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>III – KIERUNKOWYCH</b>												
1	Seminarium dyplomowe IV	4	3	1,9	zal. z oc.	f	45	0	45	2	0	0
2	Nanotoksykologia	4	2,5	1,5	egz.	o	50	15	35	4	0	0
3	Praca dyplomowa	4	20	14	zal.	f	0	0	0	0	0	200
4	Pracownia magisterska	4	0	0	x	x	0	0	0	0	0	0
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (ogółem)			<b>25,5</b>	<b>17,4</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>95</b>	<b>15</b>	<b>80</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>200</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (zajęcia praktyczne)			<b>x</b>	<b>17,4</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>80</b>	<b>0</b>	<b>80</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>200</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (przedmioty fakultatywne)			<b>23</b>	<b>15,9</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>45</b>	<b>0</b>	<b>45</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>200</b>
<b>IV – ZWIĄZANYCH Z ZAKRESEM KSZTAŁCENIA</b>												
1	Biopaliwa II i III generacji	4	2	1,2	zal. z oc.	o	45	15	30	2	0	0

2	Przedmiot wydziałowy do wyboru	4	2	1,1	zal. z oc.	f	30	10	20	2	0	0
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (ogółem)			<b>4</b>	<b>2,3</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>75</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (zajęcia praktyczne)			<b>x</b>	<b>2,3</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>50</b>	<b>0</b>	<b>50</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (przedmioty fakultatywne)			<b>2</b>	<b>1,1</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>V – PRAKTYKA</b>												
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (ogółem)			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (zajęcia praktyczne)			<b>x</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (przedmioty fakultatywne)			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>VI – INNE</b>												
1	Informacja patentowa	4	0,5	0	zal.	0	4	4	0	0	0	0
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (ogółem)			<b>0,5</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (zajęcia praktyczne)			<b>x</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Liczba punktów ECTS/godz. dyd. (przedmioty fakultatywne)			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Liczba punktów ECTS/godz. dyd. w semestrze 4</b>			<b>30</b>	<b>19,7</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>174</b>	<b>44</b>	<b>130</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>200</b>
<b>Liczba punktów ECTS/godz. dyd. na II roku</b>			<b>60</b>	<b>35,2</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>564</b>	<b>179</b>	<b>385</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>200</b>



Lp.	Punkty ECTS sumaryczne wskaźniki ilościowe, w tym zajęcia:	Punkty ECTS	
		Liczba	%
<b>Ogółem plan studiów</b>		<b>120</b>	<b>100</b>
1	wymagające bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego lub innych osób prowadzących zajęcia	60,84	50,70
2	z zakresu nauk podstawowych	5	4,17
3	o charakterze praktycznym (laboratoryjne, projektowe, warsztatowe)	70,2	58,50
4	ogólnouczelniane lub realizowane na innym kierunku	4	3,33
5	zajęcia do wyboru - co najmniej 30% punktów ECTS	61	50,83
6	wymiar praktyk	16	13,33
7	zajęcia z wychowania fizycznego	-----	-----
8	zajęcia z języka obcego	2	1,67
9	przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych	7	5,83
10	zajęcia kształtujące umiejętności praktyczne (dotyczy profilu praktycznego)	70,2	58,50
11	zajęcia związane z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie/ach, do których przyporządkowano kierunek studiów (dotyczy profilu ogólnoakademickiego)	----	----

I	Procentowy udział pkt ECTS dla każdej z dyscyplin naukowych w łącznej liczbie punktów ECTS	%
1	nauki chemiczne	100
<b>Ogółem:</b>		<b>100</b>

## Lista przedmiotów do wyboru:

<b>1. Przedmioty z zakresu nauk humanistycznych lub z zakresu nauk społecznych I</b>
1. Animacja kultury studenckiej
2. Etyka i kultura języka
3. Prawo autorskie
4. Prawo pracy
<b>2. Przedmioty z zakresu nauk humanistycznych lub z zakresu nauk społecznych II</b>
1. Ekonomia rozwoju
2. Polityka gospodarcza
<b>3. Warsztaty specjalistyczne z języka obcego</b>
<b>4. Przedmioty do wyboru</b>
<b>Przedmiot do wyboru I</b>
1. Spektroskopia oscylacyjna
2. Multijądrowa spektroskopia NMR
<b>Przedmiot do wyboru II</b>
1. Techniki komputerowe w inżynierii materiałowej
3. Matematyczne metody projektowania eksperymentów w technologii chemicznej
<b>Przedmiot do wyboru III</b>
1. Agrochemia
2. Chemia nawozów
<b>Przedmiot do wyboru IV</b>
1. Elektrochemia techniczna
2. Praktyczna elektrochemia
<b>Przedmiot wydziałowy do wyboru</b>
1. Biochemia środowiska
2. Biogeochemia biosfery
3. Chemiczny monitoring środowiska
4. Laboratorium oceny surowców mineralnych
5. Ocena jakości surowców i produktów pochodzenia ogrodniczego
6. Recykling tworzyw sztucznych
7. Zarządzanie projektami
8. Design thinking
9. Hydrochemia
10. Izotopy stabilne w środowisku