

## Standardy kształcenia dla kierunku studiów:

### Inżynieria środowiska

#### A. STUDIA PIERWSZEGO STOPNIA

##### I. WYMAGANIA OGÓLNE

Studia pierwszego stopnia trwają nie krócej niż 7 semestrów. Liczba godzin zajęć nie powinna być mniejsza niż 2400. Liczba punktów ECTS (European Credit Transfer System) nie powinna być mniejsza niż 210.

##### II. KWALIFIKACJE ABSOLWENTA

Absolwent studiów powinien posiadać wiedzę z zakresu podstaw nauk matematyczno-przyrodniczych i technicznych oraz umiejętności korzystania z niej w pracy zawodowej i życiu z zachowaniem norm prawnych i etycznych. W szczególności powinien: posiadać wiedzę z zakresu inżynierii środowiska wewnętrznego i zewnętrznego; posiadać umiejętności rozwiązywania problemów o charakterze projektowym, inwestycyjnym i eksploatacyjnym dotyczących urządzeń, instalacji oraz obiektów służących do kształtowania i ochrony środowiska oraz mieć wykształcone poczucie odpowiedzialności za swoje działania. Absolwent studiów powinien być przygotowany do projektowania, wykonawstwa i eksploatacji urządzeń i obiektów technicznych, w tym do badań eksploatacyjnych, pomiarów diagnostycznych oraz kontroli jakości stosowanych technologii i urządzeń. Absolwent powinien posiadać umiejętności posługiwania się literaturą fachową, gromadzenia, przetwarzania oraz pisemnego i ustnego przekazywania informacji. Powinien znać język obcy na poziomie biegłości B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego Rady Europy oraz umieć posługiwać się językiem specjalistycznym z zakresu inżynierii środowiska. Absolwent powinien być przygotowany do podjęcia studiów drugiego stopnia.

##### III. RAMOWE TREŚCI KSZTAŁCENIA

###### 1. GRUPY TREŚCI KSZTAŁCENIA, MINIMALNA LICZBA GODZIN ZAJĘĆ ZORGANIZOWANYCH ORAZ MINIMALNA LICZBA PUNKTÓW ECTS

	godziny	ECTS
A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH	630	64
B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH	300	30
<b>Razem</b>	<b>930</b>	<b>94</b>

**2. SKŁADNIKI TREŚCI KSZTAŁCENIA W GRUPACH, MINIMALNA LICZBA GODZIN ZAJĘĆ ZORGANIZOWANYCH ORAZ MINIMALNA LICZBA PUNKTÓW ECTS**

	godziny	ECTS
<b>A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH</b>		
<b>Treści kształcenia w zakresie:</b>	<b>630</b>	<b>64</b>
1. Matematyki	120	
2. Fizyki	60	
3. Chemii	60	
4. Biologii i ekologii	60	
5. Ochrony środowiska	30	
6. Rysunku technicznego i geometrii wykreślnej	30	
7. Informatycznych podstaw projektowania	60	
8. Termodynamiki technicznej	45	
9. Mechaniki płynów	45	
10. Materiałoznawstwa	30	
11. Mechaniki i wytrzymałości materiałów	30	
12. Budownictwa	30	
13. Hydrologii oraz nauk o Ziemi	30	
<b>B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH</b>		
<b>Treści kształcenia w zakresie:</b>	<b>300</b>	<b>30</b>
1. Ochrony powietrza		
2. Gospodarki wodnej i ochrony wód		
3. Technologii wody i ścieków		
4. Sieci i instalacji sanitarnych		
5. Gospodarki odpadami		
6. Ogrzewnictwa, wentylacji i klimatyzacji		
7. Gleboznawstwa i rekultywacji		
8. Mechaniki gruntów i geotechniki		
9. Melioracji		
10. Ochrony przed hałasem i wibracjami		
11. Systemów informacji przestrzennej		

### 3. TREŚCI I EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH

##### 1. Kształcenie w zakresie matematyki

*Treści kształcenia:* Liczby rzeczywiste i zespolone. Ciągi i szeregi liczbowe. Funkcje elementarne. Rachunek różniczkowy i całkowy funkcji jednej zmiennej. Elementy algebry liniowej – macierze, wyznaczniki, zastosowania rachunku macierzowego do rozwiązywania układów równań. Przekształcenia liniowe. Wartości i wektory własne, diagonalizacja macierzy. Podstawy geometrii analitycznej – rachunek wektorowy, płaszczyzna i prosta w przestrzeni. Powierzchnie drugiego stopnia. Rachunek różniczkowy funkcji wielu zmiennych – granica, ciągłość i ekstrema funkcji wielu zmiennych. Funkcje uwikłane. Zastosowania rachunku różniczkowego do rozwiązywania problemów ekstremalnych w technice. Rachunek całkowy funkcji wielu zmiennych. Elementy teorii pola. Równania różniczkowe zwyczajne. Szeregi funkcyjne i Fouriera.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* posługiwania się metodami matematycznymi w inżynierii środowiska; opisu matematycznego zjawisk i procesów w przyrodzie; abstrakcyjnego rozumienia problemów z zakresu nauk przyrodniczych i technicznych.

##### 2. Kształcenie w zakresie fizyki

*Treści kształcenia:* Podstawy mechaniki klasycznej i termodynamiki fenomenologicznej. Elementy hydromechaniki. Grawitacja. Drgania i fale w ośrodkach sprężystych. Elektryczne i magnetyczne właściwości materii. Elektryczność. Fale elektromagnetyczne. Polaryzacja, interferencja i dyfrakcja fal. Elementy optyki falowej i geometrycznej. Elementy akustyki, hałas. Elementy fizyki ciała stałego. Promieniotwórczość naturalna i sztuczna. Elementy fizyki jądrowej.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* poznania i rozumienia zjawisk i procesów fizycznych w przyrodzie; wykorzystywania praw fizyki w technice i życiu codziennym; pomiaru i określania podstawowych wielkości fizycznych.

##### 3. Kształcenie w zakresie chemii

*Treści kształcenia:* Podstawowe pojęcia i prawa chemii. Budowa atomu, układ okresowy pierwiastków. Właściwości pierwiastków. Związki chemiczne – rodzaje, budowa cząsteczki. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Otrzymywanie, budowa i właściwości związków nieorganicznych i kompleksowych. Otrzymywanie, budowa i właściwości związków organicznych: węglowodorów alifatycznych i aromatycznych, alkoholi, fenoli, eterów, aldehydów, ketonów, kwasów karboksylowych, estrów, amin oraz związków heterocyklicznych i halogenoorganicznych. Budowa i właściwości: barwników, cukrów, aminokwasów, peptydów, białek oraz kwasów nukleinowych. Budowa, właściwości i zastosowania tworzyw sztucznych. Stany skupienia materii – gazy, ciecze, ciała stałe. Roztwory. Typy reakcji chemicznych. Elementy termodynamiki chemicznej, termochemia. Elementy termodynamiki procesów nieodwracalnych. Elementy kinetyki chemicznej. Zjawisko osmozy. Zjawiska na granicach faz – adsorpcja. Elektrochemia – potencjały elektrod, ogniwa, elektroliza. Elementy spektroskopii molekularnej.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia procesów chemicznych zachodzących w środowisku i ważnych dla technologii inżynierii środowiska; przewidywania, planowania i stosowania procesów chemicznych w neutralizacji zanieczyszczeń.

##### 4. Kształcenie w zakresie biologii i ekologii

*Treści kształcenia:* Charakterystyka Procaryota i Eucaryota. Budowa i funkcje składników komórkowych. Rola tkanek roślinnych i zwierzęcych w procesach fizjologicznych. Rozpoznawanie wybranych grup mikroorganizmów: wirusów, bakterii, grzybów, glonów, ich roli w biosferze. Sposoby odżywiania: heterotrofizm, autotrofizm (chemo- i fotosynteza), mikсотrofizm. Metabolizm-katabolizm i anabolizm. Łańcuch oddechowy. Systemy generacji ATP – fosforylacja substratowa, oksydacyjna, fotooksydacyjna. Oddychanie tlenowe,

beztlenowe i fermentacja. Fotosynteza jako podstawowy proces anaboliczny. Rola mikroorganizmów w biogeochemicznym krążeniu węgla, azotu, siarki i żelaza w przyrodzie. Rola mikroorganizmów w niszczeniu przedmiotów użytkowych. Podstawy ekologii. Ekologia populacji. Tolerancja na czynniki środowiskowe. Prawo Liebiga. Prawo Shelforda. Ekologia biocenoz. Grupy troficzne. Ekologia wód śródlądowych. Degradacja zbiorników wodnych. Organizacja biocenoz leśnych i pól uprawnych. Powietrze jako czynnik warunkujący bytowanie organizmów w biosferze. Degradacja powietrza atmosferycznego. Woda i gleba jako miejsce bytowania organizmów oraz przenoszenia organizmów chorobotwórczych.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia procesów biologicznych zachodzących w środowisku; rozumienia procesów towarzyszących neutralizacji zanieczyszczeń i rekultywacji obszarów zdegradowanych; oceny zagrożeń biologicznych środowiska wewnętrznego i zewnętrznego.

### **5. Kształcenie w zakresie ochrony środowiska**

*Treści kształcenia:* Historia ochrony środowiska. Współczesne inicjatywy na rzecz ochrony środowiska – rozwój zrównoważony. Przyrodnicze aspekty ochrony środowiska – ochrona biosfery, krajobrazu, ekosystemu, biocenozy, różnorodności gatunkowej. Równowaga ekologiczna. Aspekty prawne i ekonomiczne ochrony środowiska. Ochrona atmosfery – efekt cieplarniany, dziura ozonowa, kwaśne deszcze, smog kwaśny i fotochemiczny. Ochrona hydrosfery – zanieczyszczenia wód, eutrofizacja, środki techniczne, ekonomiczne i prawne w ochronie wód. Ochrona kopalni i litosfery: rodzaje oddziaływań na litosferę, trwałość użytkowania zasobów kopalni. Ochrona gleb: typy degradacji, zagrożenia gleb w Polsce. Ochrona lasów: zagrożenia lasów, sposoby i środki ochrony lasów. Wpływ zanieczyszczeń środowiska i hałas na zdrowie człowieka. Elementy toksykologii – trucizny i toksyny, radioaktywność, eliminowanie zanieczyszczeń z ustroju. Przedsięwzięcia i środki techniczne w ochronie środowiska – koncepcja czystych technologii.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia procesów, zjawisk i interakcji występujących w środowisku; rozumienia przebiegu procesów krótko- i długoterminowych zachodzących w środowisku; rozumienia powiązań między zjawiskami globalnymi a antropopresją.

### **6. Kształcenie w zakresie rysunku technicznego i geometrii wykreślnej**

*Treści kształcenia:* Rzutowanie prostokątne i wymiarowanie. Oznaczenia graficzne. Zasady rysowania i wymiarowania. Odwzorowanie elementów przestrzeni na płaszczyźnie. Metody rzutowania i ich wykorzystanie w praktyce inżynierskiej. Podstawowe wiadomości o wielościanach i powierzchniach w aspekcie ich praktycznego wykorzystania. Widoki rysunkowe i przekroje. Rysunek techniczny budowlany. Rysunek techniczny instalacyjny. Rysunki odtworzeniowe elementów maszyn i części aparatury. Odtworzeniowy rysunek architektoniczno-budowlany: zasady wykonywania, wykorzystanie w dokumentacji wewnętrznej instalacji wodociągowych i kanalizacyjnych. Schematy (technologiczne) instalacji stosowanych w inżynierii środowiska.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* stosowania rysunku technicznego; wizualizacji utworów inżynierskich.

### **7. Kształcenie w zakresie informatycznych podstaw projektowania**

*Treści kształcenia:* Języki programowania. Pętle i instrukcje sterujące. Operatory logiczne. Funkcje i zmienne. Ciągi znakowe i tablice. Wskaźniki. Obliczenia numeryczne i symboliczne z wykorzystaniem narzędzi typu CAD (Computer Aided Design) – w tym do projektowania. Elementy programowania – komunikacja z programem, rodzaje współrzędnych i jednostek, przestrzeń modelu i arkusza, granice rysunku. Rysowanie precyzyjne, usuwanie obiektów, transformacje obiektów. Operacje na warstwach: linie i style, wprowadzanie tekstu, style tekstu. Operacje na blokach. Wymiarowanie obiektów i skala rysunku. Ustawienia parametrów wydruku. Modelowanie trójwymiarowe – krawędziowe, płaszczyznowe, bryłowe. Wydruk rysunków trójwymiarowych.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* posługiwania się komputerem do zbierania, gromadzenia i przechowywania informacji; wykonywania obliczeń inżynierskich i projektowania utworów inżynierskich.

### **8. Kształcenie w zakresie podstaw termodynamiki technicznej**

*Treści kształcenia:* Pojęcia podstawowe termodynamiki. Bilans substancjalny i energetyczny. Gazy doskonałe, półdoskonałe i rzeczywiste. Zasady termodynamiki. Przemiany i obiegi termodynamiczne. Przemiany fazowe. Para wodna jako czynnik termodynamiczny. Teorie wilgotnego powietrza, parametry wilgotnego powietrza. Podstawowe przemiany wilgotnego powietrza. Mechanizmy wymiany ciepła: przewodzenie, konwekcja, promieniowanie. Złożona wymiana ciepła. Ustalona i nieustalona wymiana ciepła. Ogólna charakterystyka wnikania ciepła.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia procesów przekazywania energii i ciepła; stosowania wiedzy z zakresu termodynamiki do rozwiązywania problemów technicznych.

### **9. Kształcenie w zakresie mechaniki płynów**

*Treści kształcenia:* Płynność i ciągliwość płynu. Parametry opisujące stan płynu. Podstawowe własności fizyczne płynów. Hydrostatyka – ciśnienie i napór hydrostatyczny, równania równowagi płynu, pływanie ciał. Napór cieczy na ściany płaskie i zakrzywione. Podstawowe pojęcia kinetyki płynów. Równanie różniczkowe ciągliwości przepływu. Równanie Bernoulliego dla cieczy doskonałej i rzeczywistej. Przepływ laminarny i burzliwy. Opory ruchu. Obliczanie przepływów w przewodach pod ciśnieniem. Uderzenie hydrauliczne. Reakcja strumienia cieczy. Wyptyw cieczy przez otwory i przystawki. Przelewy. Ruch cieczy w korytach i kanałach otwartych. Ruch wód gruntowych. Dopływ wody do studni zwykłej, artezyjskiej, drenów i kanałów. Współpraca zespołu studzien. Obliczanie wyptywu i przepływu gazów. Równanie Bernoulliego dla gazów w przemianie adiabatycznej. Wyptyw gazu przez otwory i dysze. Rozkład ciśnienia w atmosferze.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia zjawisk i praw rządzących przepływem płynów; stosowania wiedzy z zakresu mechaniki płynów w projektowaniu urządzeń służących inżynierii środowiska.

### **10. Kształcenie w zakresie materiałoznawstwa**

*Treści kształcenia:* Fizyczne i mechaniczne własności materiałów. Żelazo, stopy żelaza z węglem – obróbka cieplna, cieplno-chemiczna i plastyczna, zastosowania. Metale nieżelazne i ich stopy – zastosowania. Wyroby z tworzyw – właściwości, zastosowania. Materiały instalacyjne z tworzyw sztucznych – zastosowania w technice sanitarnej. Tworzywa mineralne, wyroby ceramiczne i betonowe – zastosowania w sieciach i instalacjach sanitarnych. Cechy i własności materiałów izolacji termicznej i akustycznej. Materiały uszczelniające w połączeniach przewodów i armatury. Korozja metali i zabezpieczenia antykorozyjne. Armatura i elementy wyposażenia instalacji oraz sieci sanitarnych. Dobór materiałów do urządzeń sieci i instalacji inżynierii środowiska.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* oceny i doboru materiałów dla potrzeb inżynierii środowiska.

### **11. Kształcenie w zakresie mechaniki i wytrzymałości materiałów**

*Treści kształcenia:* zasady statyki, siła, moment, więzy. Układy sił, redukcja, warunki równowagi. Siły zewnętrzne i wewnętrzne: kratownice, belki, ramy. Obliczanie cięgien. Tarcie. Geometria mas, momenty bezwładności. Wytrzymałość materiałów. Określanie własności mechanicznych materiałów. Obliczenia wytrzymałościowe prętów prostych, rozciąganych i ściskanych. Stan naprężenia i odkształcenia. Zginanie proste, ukośne i z uwzględnieniem naprężeń stycznych. Hipotezy wytrzymałościowe. Wyboczenie, ścinanie, skręcanie. Równowaga układu sił, tarcie. Momenty bezwładności powierzchni płaskich. Ruch punktu na płaszczyźnie, ruch obrotowy i płaski, ruch złożony punktu. Analiza jednoosiowego i płaskiego stanu naprężenia, rozciągania i ściskania. Zbiorniki cienkościenne. Energia

odkształcania sprężystego. Wytrzymałość złożona. Wyboczenie. Zmęczenie materiału. Doświadczalna analiza naprężeń. Podstawy dynamiki.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia ogólnych praw ruchu i równowagi ciał materialnych oraz zjawisk fizycznych, którym podlegają odkształcane ciała stałe poddane działaniu obciążeń zewnętrznych; stosowania wiedzy z zakresu mechaniki i wytrzymałości materiałów w projektowaniu urządzeń dla potrzeb inżynierii środowiska.

## **12. Kształcenie w zakresie budownictwa**

*Treści kształcenia:* Elementy budowli: dachy, stropy, ściany, schody, fundamenty – pojęcia podstawowe, rodzaje, zadania. Układy konstrukcyjne – sztywność budynku. Przegrody budowlane – warunki wytrzymałościowe, izolacyjne i przeciwpożarowe. Przewody wentylacyjne i spalinowe. Konstrukcje murowe, żelbetowe, stalowe i drewniane – charakterystyka, warunki stosowania. Warunki techniczne użytkowania budynków.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia roli i zadań podstawowych elementów budynku, w tym elementów konstrukcyjnych; oceny podstawowych warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki.

## **13. Kształcenie w zakresie hydrologii oraz nauk o Ziemi**

*Treści kształcenia:* Miejsce nauk o Ziemi w naukach przyrodniczych. Historia Ziemi. Budowa geologiczna Ziemi. Geofizyczne źródła informacji o wnętrzu Ziemi. Czynniki kształtujące powierzchnię lądów: wietrzenie, działalność rzek, wiatru i lodowców. Ocean światowy. Hydrogeologia, geologia inżynierska, geologia złóż, naturalne źródła energii. Wpływ warunków geologicznych na kształtowanie środowiska naturalnego. Cykl hydrologiczny jako system fizyczny. Określanie przepływów charakterystycznych dla rzek kontrolowanych. Stany charakterystyczne. Analiza wzebrań i nizin. Określanie pojemności użytkowej i przeciwpowodziowej zbiorników retencyjnych. Metody przenoszenia informacji hydrologicznej do miejsc niekontrolowanych. Modelowanie matematyczne procesów hydrologicznych. Algorytmy modelu matematycznego. Systemy hydrologiczne – ich własności i wzajemne związki. Modele systemów hydrologicznych. Modele zlewni z uwzględnieniem działalności gospodarczej człowieka. Identyfikacja i weryfikacja modeli hydrologicznych. Statystyczne i genetyczne metody prognozowania zjawisk hydrologicznych.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia funkcjonowania geoekosystemów; rozumienia procesów i praw determinujących obieg wody w geoekosystemach.

## **B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH**

### **1. Kształcenie w zakresie ochrony powietrza**

*Treści kształcenia:* Pojęcia podstawowe z zakresu ochrony powietrza i zanieczyszczenia atmosfery. Skład powietrza atmosferycznego. Zanieczyszczenia gazowe i pyłowe powietrza. Źródła zanieczyszczeń powietrza – naturalne i antropogeniczne (punktowe, liniowe i powierzchniowe). Metody zbierania informacji o emisji zanieczyszczeń. Wpływ zjawisk meteorologicznych – turbulencji, wiatrów, zmian temperatury – na rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń. Modele matematyczne rozprzestrzeniania zanieczyszczeń w atmosferze. Oznaczanie i określanie stężeń zanieczyszczeń gazowych oraz opadu pyłów w kontekście poziomów dopuszczalnych. Regulacje prawne dotyczące ochrony powietrza – dopuszczalne poziomy zanieczyszczeń powietrza. Metody, technologie i urządzenia do zatrzymywania zanieczyszczeń pyłowych i gazowych powstających w źródłach emisji – odpylanie gazów, usuwanie składników gazowych. Technologie ograniczania emisji: dwutlenków siarki, tlenków azotu, tlenku węgla, lotnych związków organicznych, wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, furanów, dioksyn. Ochrona powietrza przed substancjami zapachowymi. Przeciwdziałanie globalnym zmianom atmosfery.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia zjawisk i procesów zachodzących w atmosferze; rozumienia zasad działania, projektowania i stosowania urządzeń i technologii chroniących powietrze atmosferyczne.

## **2. Kształcenie w zakresie gospodarki wodnej i ochrony wód**

*Treści kształcenia:* Ładowa faza krążenia wody w przyrodzie. Metody pomiarów hydrometrycznych. Stany hydrologiczne i przepływy. Bilans wodny zlewni. Ekstremalne zjawiska hydrologiczne – wezbrania, niżówki. Gospodarka wodno-ściekowa w osiedlach i aglomeracjach w kontekście regionalnej i zlewniowej gospodarki wodnej. Zasoby i zapotrzebowanie na wodę w zlewni, aglomeracji i osiedlu – bilans z uwzględnieniem jakości wody. Relacje między zasobami dyspozycyjnymi wody a ilością i stopniem zanieczyszczenia ścieków. Gospodarka wodno-ściekowa w wybranych działach gospodarki. Wodno-ściekowa gospodarka komunalna. Aspekty prawne korzystania z wód naturalnych. Kataster wodny. Ilość i jakość wód powierzchniowych i podziemnych w relacji do gospodarki wodno-ściekowej. Strategie gospodarowania wodą, ochrona zasobów wodnych. Zasoby wodne kraju jako ekologiczny wskaźnik rozwoju społeczno-gospodarczego. Prognozy hydrologiczne. Stan zasobów wodnych Polski. Zarządzanie zasobami wody i administrowanie gospodarką wodną w Polsce i krajach Unii Europejskiej.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia zjawisk i procesów hydrologicznych; sporządzania dokumentacji hydrologicznych i zasobowych; sporządzania bilansów wodno-gospodarczych; prognozowania zaopatrzenia w wodę w wybranych działach gospodarki.

## **3. Kształcenie w zakresie technologii wody i ścieków**

*Treści kształcenia:* Usuwanie substancji rozpuszczonych, koloidalnych oraz zawiesin z wody. Metody, parametry technologiczne i skuteczność oczyszczania wody podziemnej i powierzchniowej. Rodzaje, zasady działania i eksploatacji oraz parametry urządzeń stosowanych do oczyszczania wody. Dobór technologii oraz urządzeń zależnie od rodzaju oczyszczanej wody, jej jakości, zapotrzebowania i przeznaczenia. Przykłady rozwiązań technologicznych i projektowych zakładów oczyszczania wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi oraz do celów przemysłowych. Zasady gospodarki ściekami powstającymi podczas oczyszczania wody. Charakterystyka ścieków. Odbiorniki ścieków. Procesy jednostkowe i urządzenia do mechanicznego, chemicznego i biologicznego oczyszczania ścieków. Usuwanie substancji biogenych ze ścieków. Zintegrowane biologiczne usuwanie węgla, fosforu i azotu ze ścieków. Charakterystyka układów przepływowych i porcjowych. Oczyszczanie ścieków w warunkach naturalnych. Gospodarka wodno-ściekowa zakładów przemysłowych – zasady, bilans wodno-ściekowy. Wpływ gospodarki wodno-ściekowej w zakładach przemysłowych na funkcjonowanie miejskich oczyszczalni ścieków.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia procesów zachodzących w urządzeniach do oczyszczania wody i ścieków; projektowania konstrukcji i urządzeń do oczyszczania wody i ścieków; projektowania i stosowania systemów zaopatrzenia w wodę i usuwania ścieków.

## **4. Kształcenie w zakresie sieci i instalacji sanitarnych**

*Treści kształcenia:* Systemy wodociągowe. Ujęcia wody. Zbiorniki magazynujące. Pompownie wodociągowe. Sieci wodociągowe – rozwiązania, obliczenia hydrauliczne, zasady wymiarowania sieci. Materiały stosowane do budowy sieci wodociągowych. Podstawowe obliczenia i rozwiązania konstrukcyjne przewodów. Wykonawstwo sieci wodociągowych. Uzbrojenie sieci wodociągowych. Lokalizacja przewodów i uzbrojenia sieci wodociągowych w przekroju ulicy. Wymagania i badania przy odbiorze wykonanej sieci. Podstawowe czynności eksploatacyjne sieci wodociągowych. Sieci kanalizacyjne. Rodzaje ścieków odprowadzanych systemem kanalizacyjnym. Systemy kanalizacji ciśnieniowych i podciśnieniowych – zakresy stosowania. Trasowanie kanałów sieci kanalizacyjnych – rozwiązania wysokościowe. Wymiarowanie przewodów kanalizacyjnych. Materiały stosowane do budowy przewodów kanalizacyjnych. Elementy uzbrojenia sieci kanalizacyjnych. Pompownie kanalizacyjne. Lokalizacja i wykonawstwo kanałów kanalizacyjnych w przekroju poprzecznym ulicy. Wyloty kanalizacyjne. Wymagania i badania przy odbiorze sieci

kanalizacyjnych. Podstawowe czynności eksploatacyjne sieci kanalizacyjnych. Instalacje gazowe i sanitarne wewnętrzne – materiały, armatura. Rurociągi podziemne i naziemne – montaż, oddziaływanie na środowisko w trakcie wykonawstwa, eksploatacji i awarii.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* eksploatacji ujęć wody, pompowni, zbiorników, sieci wodociągowych oraz sieci kanalizacyjnych; projektowania i stosowania instalacji sanitarnych i gazowych.

### **5. Kształcenie w zakresie gospodarki odpadami**

*Treści kształcenia:* Odpady – miejsca powstawania, klasyfikacja. Odpady komunalne: charakterystyka jakościowa i ilościowa, metody postępowania – recykling, składowanie, spalanie, kompostowanie, poddawanie pirolizie, odzysk surowców. Odpady przemysłu: wydobywczego, energetycznego, hutniczego, maszynowego, chemicznego – charakterystyka, metody utylizacji i wykorzystania. Osady wodne i ściekowe – charakterystyka, zagospodarowanie, utylizacja. Odpady niebezpieczne (w tym radioaktywne) – ocena ryzyka, składowanie, zagospodarowanie. Podstawowe procesy, operacje i urządzenia do utylizacji odpadów. Racjonalna gospodarka odpadami. Technologie mało-odpadowe i bezodpadowe. Lokalne i regionalne programy kompleksowego gospodarowania surowcami pierwotnymi i wtórnymi. Aspekty prawne i uwarunkowania ekonomiczne gospodarki odpadami – w Polsce i krajach Unii Europejskiej.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia zasad gospodarki odpadami; rozumienia procesów stosowanych do neutralizacji i utylizacji odpadów; korzystania z podstawowych metod i technik stosowanych w gospodarce odpadami.

### **6. Kształcenie w zakresie ogrzewnictwa, wentylacji i klimatyzacji**

*Treści kształcenia:* Elementy higieny, klimatologii i meteorologii. Komfort cieplny. Wymiana ciepła w pomieszczeniach ogrzewanych. Obliczanie zapotrzebowania na ciepło. Systemy ogrzewania. Wodne instalacje centralnego ogrzewania – armatura i urządzenia zabezpieczające pracę instalacji. Instalacje gazowe. Jednofunkcyjne węzły ciepłownicze. Wentylacja i klimatyzacja w obiektach budowlanych – obliczanie wymiany powietrza zewnętrznego i wewnętrznego. Zyski i straty ciepła. Jakość powietrza wewnętrznego. Aerodynamika przepływów powietrza w pomieszczeniach. Wentylacja naturalna. Wentylacja mechaniczna. Układy hybrydowe. Rodzaje nawiewu powietrza do pomieszczeń. Podstawowe systemy wentylacji i klimatyzacji. Obliczanie przewodów wentylacyjnych. Przygotowanie powietrza w urządzeniach centrali klimatyzacyjnej.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia procesów zachodzących w systemach ogrzewczych, wentylacyjnych i klimatyzacyjnych; projektowania i eksploatacji systemów ogrzewczych, wentylacyjnych i klimatyzacyjnych.

### **7. Kształcenie w zakresie gleboznawstwa i rekultywacji**

*Treści kształcenia:* Powstawanie gleb i czynniki glebotwórcze. Morfologia gleb – podstawowe pojęcia, poziomy genetyczne i ich oznaczenie. Gleba jako układ trójfazowy. Właściwości fizyczne i chemiczne gleb. Materia organiczna w glebach, właściwości biologiczne gleb. Zasobność i żyzność gleb. Gleba jako element środowiska. Erozja gleb. Skażenia i monitoring gleb. Rekultywacja gleb – regulacje prawne. Przesłanki rekultywacji – bezpośrednie i pośrednie. Postulaty rekultywacyjne, kierunki rekultywacji gleb. Fazy rekultywacji. Metody rekultywacji. Zasady kształtowania obiektów dla potrzeb rekultywacji. Rola roślinności w rekultywacji. Rekultywacja biologiczna realizowana metodą zagospodarowania leśnego. Klasyfikacja gleb zrekultywowanych. Metody oceny postępu rekultywacji.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia zjawisk i procesów zachodzących w środowisku glebowym; rekultywacji terenów zdegradowanych.

### **8. Kształcenie w zakresie mechaniki gruntów i geotechniki**

*Treści kształcenia:* Właściwości fizyczne, chemiczne i mechaniczne gruntów naturalnych i antropogenicznych. Makroskopowa ocena gruntów, właściwości gruntów. Naprężenia w gruntach. Wpływ wody na stan naprężenia – naprężenia efektywne. Określanie rozkładu



naprężeń w podłożu gruntowym. Ścisłość i odkształcalność gruntów. Wytrzymałość gruntów, określanie parametrów wytrzymałościowych gruntów. Podstawy teorii konsolidacji. Podstawy reologii gruntów. Stateczność skarp i zboczy. Stateczność zboczy podpartych. Zasady projektowania murów oporowych. Zasady projektowania ścianek szczelnych i szczelinowych. Zapobieganie procesom osuwiskowym – odwadnianie, stawianie murów oporowych, kotwienie, stawianie przypór dociażających, palowanie terenów osuwiskowych. Badania geotechniczne służące do wyboru lokalizacji i oceny oddziaływania obiektów inżynierskich na tereny przyległe oraz stan środowiska. Wpływ odpadów na stan środowiska wodno-gruntowego. Rozpoznawanie terenów zanieczyszczonych. Ocena ryzyka oraz projektowanie sposobów oczyszczania gruntów.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia własności wytrzymałościowych gruntów; rozumienia zachodzących w gruncie przemian pod wpływem różnorodnych obciążeń; oceny wpływu środowiska na grunty.

### **9. Kształcenie w zakresie melioracji**

*Treści kształcenia:* Cele i zadania melioracji terenów zurbanizowanych i rolniczych. Czynniki wpływające na stosunki wodne gleby. Dopuszczalne poziomy wód gruntowych – przyczyny podtopień oraz niedoborów wodnych. Charakterystyka systemów nawodnień. Regulowanie stosunków wodnych w glebie (drenowanie). Odwodnienia powierzchni dróg, ulic i placów – ukształtowanie poprzeczne korony drogi, muldy podłużne, rowy przydrożne, rowy stokowe, rowy odprowadzające, przepusty drogowe, rynny, studnie chłonne i baseny odparowujące, wpusty deszczowe.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* zrozumienia procesów zachodzących w systemach odwadniających i nawadniających; projektowania systemów nawadniających i odwadniających.

### **10. Kształcenie w zakresie ochrony przed hałasem i wibracjami**

*Treści kształcenia:* Właściwości fal akustycznych. Sygnał akustyczny i drganiowy. Źródła drgań i hałasu występujące w środowisku. Wpływ drgań i hałasu na człowieka. Metody pomiaru, akwizycji i analizy sygnałów wibroakustycznych. Propagacja dźwięku w przestrzeni otwartej. Metody pomiaru i prognozowania rozkładu poziomu ciśnienia akustycznego w otoczeniu. Metody redukcji drgań i hałasu. Pomiary i ocena drgań w środowisku. Metody sporządzania ocen oddziaływania na środowisko w zakresie oddziaływań wibroakustycznych. Akty prawne. Plany akustyczne miast. Monitoring hałasu – uwarunkowania techniczne i formalno prawne. Parametry akustyczne źródeł hałasu, rozkład pól akustycznych, efektywność zabezpieczeń przeciwhałasowych. Wpływ drgań na ludzi i konstrukcje budowlane.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia czynników stwarzających zagrożenia akustyczne; pomiaru i modelowania rozkładu poziomu ciśnienia akustycznych pochodzących od typowych źródeł hałasu w różnych uwarunkowaniach topograficznych.

### **11. Kształcenie w zakresie systemów informacji przestrzennej**

*Treści kształcenia:* Modelowanie przestrzeni realnej, redukcja przestrzeni do postaci dwu- i jednowymiarowej. Bazy danych i struktura danych. Zapis przestrzeni w postaci modelu wektorowego. Rozwarstwienie geometryczne i tematyczne obiektów, zasady odwzorowania struktur obiektów. Integracja przestrzeni i informacji. Relacje między obiektami w modelach topologicznych. Model rastrowy – transformacja przestrzeni dwu- w jednowymiarową, integracja informacji z elementami rastra. Struktury blokowe – efektywna organizacja informacji w zbiorach tematycznych. Numeryczne modele powierzchni terenowej. Środki narzędziowe GIS i typowe zadania z dziedziny inżynierii środowiska rozwiązywane za pomocą systemów informacji przestrzennej.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* posługiwania się systemami informacji przestrzennej; rozwiązywania zagadnień z zakresu inżynierii środowiska z pomocą systemów informacji przestrzennej.

#### **IV. PRAKTYKI**

Praktyki powinny trwać nie krócej niż 4 tygodnie.

Zasady i formę odbywania praktyk ustala jednostka uczelni prowadząca kształcenie.

#### **V. INNE WYMAGANIA**

1. Programy nauczania powinny przewidywać zajęcia z zakresu wychowania fizycznego – w wymiarze 60 godzin, którym można przypisać do 2 punktów ECTS; języków obcych – w wymiarze 120 godzin, którym należy przypisać 5 punktów ECTS; technologii informacyjnej – w wymiarze 30 godzin, którym należy przypisać 2 punkty ECTS. Treści kształcenia w zakresie technologii informacyjnej: podstawy technik informatycznych, przetwarzanie tekstów, arkusze kalkulacyjne, bazy danych, grafika menedżerska i/lub prezentacyjna, usługi w sieciach informatycznych, pozyskiwanie i przetwarzanie informacji – powinny stanowić co najmniej odpowiednio dobrany podzbiór informacji zawartych w modułach wymaganych do uzyskania Europejskiego Certyfikatu Umiejętności Komputerowych (ECDL – European Computer Driving Licence).
2. Programy nauczania powinny zawierać treści humanistyczne, z zakresu ekonomii lub inne poszerzające wiedzę humanistyczną w wymiarze nie mniejszym niż 60 godzin, którym należy przypisać nie mniej niż 3 punkty ECTS.
3. Programy nauczania powinny przewidywać zajęcia z zakresu ochrony własności intelektualnej, bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii.
4. Kształcenie powinno obejmować wszystkie treści podstawowe oraz treści kierunkowe w sześciu zakresach kształcenia – w minimalnym wymiarze 30 godzin każdy z wybranych zakresów.
5. Przynajmniej 50% zajęć powinny stanowić seminaria, ćwiczenia audytoryjne, laboratoryjne, projektowe lub terenowe.
6. Student otrzymuje 15 punktów ECTS za przygotowanie pracy dyplomowej (projektu inżynierskiego) i przygotowanie do egzaminu dyplomowego.

#### **ZALECENIA**

Przy tworzeniu programów nauczania mogą być stosowane kryteria FEANI (Fédération Européenne d'Associations Nationales d'Ingénieurs).

## B. STUDIA DRUGIEGO STOPNIA

### I. WYMAGANIA OGÓLNE

Studia drugiego stopnia trwają nie krócej niż 3 semestry. Liczba godzin zajęć nie powinna być mniejsza niż 900. Liczba punktów ECTS nie powinna być mniejsza niż 90.

### II. KWALIFIKACJE ABSOLWENTA

Absolwent powinien posiadać zaawansowaną wiedzę z zakresu nauk matematyczno-przyrodniczych i technicznych oraz specjalistyczną w wybranym fragmencie inżynierii środowiska. Powinien posiadać umiejętności: rozwiązywania problemów z zakresu inżynierii środowiska wewnętrznego i zewnętrznego, wykonywania i koordynowania prac badawczych oraz radzenia sobie z podstawowymi problemami prawnymi i administracyjnymi jednostek gospodarczych. Powinien umieć porozumiewać się w sprawach inżynierii środowiska zarówno ze specjalistami jak i niespecjalistami a także organizować pracę grupową i kierować pracą zespołów. Absolwent powinien być przygotowany do pracy w instytutach naukowo-badawczych, biurach projektowych, przedsiębiorstwach zajmujących się: ochroną atmosfery, zaopatrzeniem w wodę, usuwaniem ścieków, oczyszczaniem ścieków, gospodarką odpadami, rekultywacją terenów zdegradowanych oraz w urzędach administracji samorządowej i państwowej. Absolwent powinien mieć wpojone nawyki ustawicznego kształcenia i rozwoju zawodowego oraz być przygotowany do podejmowania wyzwań badawczych i podjęcia studiów trzeciego stopnia (doktoranckich).

### III. RAMOWE TREŚCI KSZTAŁCENIA

#### 1. GRUPY TREŚCI KSZTAŁCENIA, MINIMALNA LICZBA GODZIN ZAJĘĆ ZORGANIZOWANYCH ORAZ MINIMALNA LICZBA PUNKTÓW ECTS

	godziny	ECTS
A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH	120	13
B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH	60	6
<b>Razem</b>	<b>180</b>	<b>19</b>

## 2. SKŁADNIKI TREŚCI KSZTAŁCENIA W GRUPACH, MINIMALNA LICZBA GODZIN ZAJĘĆ ZORGANIZOWANYCH ORAZ MINIMALNA LICZBA PUNKTÓW ECTS

	godziny	ECTS
<b>A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH</b> <b>Treści kształcenia w zakresie:</b>	<b>120</b>	<b>13</b>
1. Statystyki	30	
2. Chemii środowiska	30	
3. Planowania przestrzennego	15	
4. Niezawodności i bezpieczeństwa systemów inżynierskich	15	
5. Zarządzania środowiskiem	30	
<b>A. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH</b> <b>Treści kształcenia w zakresie:</b>	<b>60</b>	<b>6</b>
1. Monitoringu środowiska		
2. Technologii proekologicznych		
3. Alternatywnych źródeł energii		
4. Automatyki, sterowania oraz eksploatacji urządzeń technicznych		
5. Technologii i organizacji robót instalacyjnych		

## 3. TREŚCI I EFEKTY KSZTAŁCENIA

### A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH

#### 1. Kształcenie w zakresie statystyki

*Treści kształcenia:* Elementy rachunku prawdopodobieństwa i statystyki. Rozkład empiryczny – cechy i opis. Zmienna losowa, podstawowe rozkłady zmiennych losowych. Parametry rozkładu jednej i wielu zmiennych losowych. Regresja pierwszego i drugiego rodzaju, współczynnik korelacji. Populacja generalna i próby losowe. Przedziały ufności. Rozkład studenta oraz chi-kwadrat. Testowanie hipotez statystycznych. Projektowanie eksperymentów. Metoda najmniejszych kwadratów.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* stosowania ilościowych metod opisu i wnioskowania statystycznego; stosowania metod statystycznych w inżynierii środowiska.

#### 2. Kształcenie w zakresie chemii środowiska

*Treści kształcenia:* Charakterystyka geosystemów. Rola atmosfery w bilansie cieplnym Ziemi. Reakcje zachodzące w atmosferze – obieg podstawowych pierwiastków, kwaśne deszcze, smog, substancje niszczące warstwę ozonową. Rola wody w przyrodzie. Formy występowania substancji organicznych i nieorganicznych w wodach naturalnych. Budowa, rola i właściwości litosfery. Substancje chemiczne w środowisku – systematyka, mikro- i makroelementy. Podstawowe zanieczyszczenia nieorganiczne i organiczne w środowisku. Krążenie pierwiastków chemicznych w środowisku, cykl węgla, azotu, siarki i fosforu. Zanieczyszczenie środowiska chemikaliami – samooczyszczanie oraz usuwanie zanieczyszczeń metodami chemicznymi.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia procesów chemicznych oraz migracji pierwiastków i związków chemicznych w środowisku; przewidywania skutków obecności w środowisku substancji szkodliwych i toksycznych.

### **3. Kształcenie w zakresie planowania przestrzennego**

*Treści kształcenia:* Rozwój układów osadniczych. Ewolucja systemu planowania przestrzennego w Polsce. Metody diagnozowania stanu środowiska i stanu zagospodarowania przestrzennego terenu. Metoda analizy progowej. Metoda macierzowej analizy konfliktów. Idea i strategia ekorozwoju. Standardy stanu środowiska a standardy urbanistyczne. Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego. Miejskowy plan zagospodarowania przestrzennego. Prognoza wpływu skutków ustaleń planu na środowisko przyrodnicze. Problemy współczesnego warsztatu planowania przestrzennego.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* opracowania studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego oraz lokalnych planów zagospodarowania przestrzennego.

### **4. Kształcenie w zakresie niezawodności i bezpieczeństwa systemów inżynierskich**

*Treści kształcenia:* Ogólne pojęcia z zakresu nauki o niezawodności. Zasady prowadzenia badań niezawodnościowych. Wskaźniki niezawodności – ich wybór w ocenie działania systemów inżynierii środowiska. Niezawodność strukturalna układów technicznych. Analiza awaryjności systemu z zastosowaniem statystyki matematycznej. Analiza niezawodności obiektów z uwzględnieniem wymagań na etapie projektowania i eksploatacji. Kryteria oceny niezawodności systemów. Wariantowe rozwiązania w inżynierii środowiska na gruncie wiedzy o niezawodności. Pojęcie ryzyka i bezpieczeństwa, metody szacowania ryzyka i oceny bezpieczeństwa, zarządzanie ryzykiem i bezpieczeństwem, ryzyko w funkcjonowaniu operatora systemów inżynierskich. Normatywne okresy technicznej eksploatacji urządzeń inżynierii środowiska. Kontrola bezpieczeństwa budowli hydrotechnicznych.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia zasad projektowania obiektów inżynierii środowiska z uwzględnieniem niezawodności; oceny niezawodności funkcjonowania urządzeń stosowanych w inżynierii środowiska; identyfikacji zagrożeń i oceny ryzyka związanego z nieprawidłowym funkcjonowaniem obiektów.

### **5. Kształcenie w zakresie zarządzania środowiskiem**

*Treści kształcenia:* Zarządzanie przedsiębiorstwem a koncepcja zrównoważonego rozwoju. Etyczne i socjologiczne aspekty ochrony środowiska. Aspekty prawne i ekonomiczne ochrony środowiska. Budowa nowoczesnego systemu zarządzania środowiskiem i jego ocena. „Czysta produkcja” jako filozofia i strategia ochrony środowiska. Najlepsza dostępna technika jako cel wdrażania „czystej technologii”. Świadectwo „czystej produkcji” jako forma dobrowolnego zobowiązania ekologicznego. ISO 14001 podstawowym standardem oceny postępowania proekologicznego. Systemy zarządzania środowiskiem. Finansowanie inwestycji w zakresie ochrony środowiska. Ocena działalności proekologicznej przedsiębiorstwa.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia relacji między produkcją i usługami a korzystaniem ze środowiska; posługiwania się zasadami zrównoważonego rozwoju w działalności zawodowej.

## **B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH**

### **1. Kształcenie w zakresie monitoringu środowiska**

*Treści kształcenia:* Podstawowe zasady i aktualne możliwości prowadzenia badań monitoringowych w środowisku wodnym. Rodzaje sieci monitoringowych – zakres i skala prowadzonych badań. Zasady tworzenia sieci i prowadzenia monitoringu środowiska wodnego. Interpretacja danych o położeniu zwierciadła wód podziemnych lub wielkości dopływu (przepływu). Interpretacja danych dotyczących składu chemicznego wód. Wykorzystanie danych monitoringowych dla poprawy i optymalizacji gospodarki wodnej. Monitoring powietrza – stacje pomiarowe, raporty o poziomie zanieczyszczeń. Metoda referencyjna obliczania rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w atmosferze. Teoria błędów pomiarowych, rodzaje błędów i sposoby ich obliczania. Analiza statystyczna monitoringowych danych

pomiarowych. Estymacja wyników pomiarów. Populacja generalna i próbna. Próbkę małą i dużą. Analiza korelacji i regresji. Weryfikacja hipotez statystycznych.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* wykonywania pomiarów i interpretacji danych monitoringowych; oceny stanu środowiska zewnętrznego.

## **2. Kształcenie w zakresie technologii proekologicznych**

*Treści kształcenia:* Uwarunkowania prawne stosowania najlepszych dostępnych technologii chroniących środowisko. Porównanie uciążliwości różnych gałęzi przemysłu dla głównych komponentów środowiska. Najlepsze dostępne technologie w energetyce cieplnej oparte na nieodnawialnych źródłach energii. Analiza różnych paliw i urządzeń do ich spalania pod kątem wpływu na środowisko. Stosowanie odnawialnych źródeł energii. Analiza najlepszych dostępnych technologii w wybranych gałęziach przemysłu – określanie ich wpływu na środowisko. Ocena wpływu na środowisko wybranych technologii pozyskiwania surowców naturalnych. Analiza efektów ciągnionych wynikających z działań proekologicznych realizowanych w zakładach przemysłowych. Dobór najlepszych technologii produkcji pod kątem wpływu na środowisko.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia negatywnego oddziaływania przemysłu na środowisko; doboru technologii minimalizujących antropopresję.

## **3. Kształcenie w zakresie alternatywnych źródeł energii**

*Treści kształcenia:* Klasyfikacja i ogólna charakterystyka źródeł energii – konwencjonalnej, odnawialnej i niekonwencjonalnej – pod kątem zasobów i oddziaływania na środowisko przyrodnicze. Korzyści ekologiczne i straty ekologiczne. Aspekty ekonomiczne wykorzystania alternatywnych źródeł energii. Koszty zewnętrzne. Internalizacja kosztów zewnętrznych. Bezpośrednie i pośrednie sposoby wykorzystania energii. Charakterystyka pierwotnych źródeł energii odnawialnej. Energia wody. Energia geotermalna. Pompy ciepła. Energia wiatru i techniki jej wykorzystania. Energia słoneczna i techniki jej wykorzystania. Energia biomasy. Wykorzystanie drewna, słomy, odchodów zwierzęcych. Wierzba energetyczna. Biopaliwa. Biogaz ze składowisk odpadów komunalnych. Niekonwencjonalne źródła energii. Wodór jako paliwo. Ogniwa paliwowe. Magazynowanie energii. Aspekty ekonomiczne wykorzystania alternatywnych źródeł energii.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia roli alternatywnych źródeł energii w rozwoju cywilizacji.

## **4. Kształcenie w zakresie automatyki, sterowania oraz eksploatacji urządzeń technicznych**

*Treści kształcenia:* Analiza sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości. Metody matematycznego opisu systemów dynamicznych stosowanych w automatyce. Identyfikacja obiektów regulacji i sterowania. Klasyfikacja układów automatyki – układy pomiarowe, regulacyjne i zabezpieczające stosowane w inżynierii środowiska. Zbieranie, przetwarzanie i przesyłanie danych pomiarowych. Standardowe algorytmy regulacji. Stabilność układów i metody oceny jakości regulacji. Urządzenia automatycznej regulacji: przetworniki pomiarowe, sterowniki cyfrowe, regulatory analogowe oraz urządzenia wykonawcze – rodzaje, właściwości statyczne i dynamiczne, funkcje. Zasady doboru urządzeń oraz ustawiania parametrów eksploatacyjnych. Sterowanie procesami złożonymi. Niestandardowe algorytmy regulacji specyficzne w inżynierii środowiska. Programowanie sterowników swobodnie programowalnych. Analiza niezawodności i awaryjności systemów z zastosowaniem statystyki.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* rozumienia zasad automatycznego sterowania procesami w zakresie inżynierii środowiska; stosowania prostych urządzeń sterujących i kontrolujących.

## **5. Kształcenie w zakresie technologii i organizacji robót instalacyjnych**

*Treści kształcenia:* Elementy i organizacja procesu inwestycyjnego. Racjonalizacja pracy. Uwarunkowania patentowe. Standaryzacja prac konstrukcyjnych. Dokumentacja inwestycji.

Proces produkcji i jego podział. Metody wykonywania prac. Budowa – projektowanie i realizacja. Przygotowanie i zagospodarowanie placu budowy. Przygotowanie i planowanie prac ziemnych. Mechanizacja prac ziemnych. Montaż przewodów i pojedynczych obiektów. Ocena kosztów inwestycyjnych. Kosztorysowanie.

*Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje:* korzystania z dokumentacji inwestycyjnej; rozumienia zasad organizacji robót instalacyjnych; sporządzania i oceny kosztorysów; kierowania pracami inwestycyjnymi.

#### **IV. INNE WYMAGANIA**

1. Powinny być realizowane wszystkie treści podstawowe oraz treści kierunkowe w trzech zakresach kształcenia – w minimalnym wymiarze 15 godzin każdy z wybranych zakresów.
2. Przynajmniej 50% zajęć powinno być przeznaczonych na seminaria, ćwiczenia audytoryjne, laboratoryjne lub projektowe.
3. Za przygotowanie pracy magisterskiej i przygotowanie do egzaminu dyplomowego student otrzymuje 20 punktów ECTS.