

<b>KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA</b>		
Nazwa modułu/przedmiotu <b>Inżynieria ochrony atmosfery</b>		Kod <b>1010101241010131348</b>
Kierunek studiów <b>Inżynieria środowiska I stopień</b>	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) <b>(brak)</b>	Rok / Semestr <b>2 / 4</b>
Ścieżka obieralności/specjalność <b>-</b>	Przedmiot oferowany w języku: <b>polski</b>	Kurs (obligatoryjny/obieralny) <b>obligatoryjny</b>
Stopień studiów: <b>I stopień</b>	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) <b>stacjonarna</b>	
Godziny Wykłady: <b>20</b> Ćwiczenia: <b>-</b> Laboratoria: <b>15</b> Projekty/seminaria: <b>15</b>		Liczba punktów <b>5</b>
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) <b>(brak)</b>		(ogólnouczelniany, z innego kierunku) <b>(brak)</b>
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki <b>nauki techniczne</b>		Podział ECTS (liczba i %) <b>5 100%</b>
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b>		
dr hab. inż. Marek Juszczyk email: marek.juszczyk@put.poznan.pl tel. 61 6653494 Budownictwa i Inżynierii Środowiska ul. Piotrowo 5, 60-965 Poznań		dr hab. inż. Zbigniew Bagiński email: zbigniew.bagiński@put.poznan.pl tel. 61 6652524 Budownictwa i Inżynierii Środowiska ul. Piotrowo 5, 60-965 Poznań
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1	<b>Wiedza:</b>	Podstawowe procesy i reakcje chemiczne. Przepływy płynu ściśliwego i nieściśliwego w przewodach i kanałach otwartych. Siły masowe, siły tarcia. Siły międzycząsteczkowe. Podstawy procesów adsorpcji i absorpcji. Równanie stanu gazu. I i II zasada termodynamiki.
2	<b>Umiejętności:</b>	Pomiary temperatury, ciśnienia, przepływu gazu. Rozwiązywanie prostych zadań z mechaniki płynów (gazu) i termodynamiki.
3	<b>Kompetencje społeczne</b>	Umiejętność pracy w zespole. Świadomość konieczności ciągłego uzupełniania wiedzy i umiejętności.
<b>Cel przedmiotu:</b>		
-Przekazanie podstawowej wiedzy i umiejętności w zakresie ograniczania powstawania oraz emisji zanieczyszczeń powietrza z procesów technologicznych; znajomość podstaw procesów rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń emitowanych z wysokich i niskich źródeł; przedstawienie podstawowych metod pomiarowych emisji zanieczyszczeń oraz obliczeniowych - oceny poziomu stężeń zanieczyszczeń w powietrzu.		
<b>Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia</b>		
<b>Wiedza:</b>		
1. Student ma wiedzę w zakresie nowoczesnego podejścia do zagadnień ochrony powietrza - [K_W01, K_W05, K_W08] 2. Student i rozumie mechanizm powstawania zanieczyszczeń powietrza w procesach spalania paliw - [K_W04, K_W07] 3. Student zna i rozumie podstawowe technologie, pierwotne i wtórne, redukcji pyłowych i gazowych zanieczyszczeń powietrza - [K_W06, K_W07] 4. Student zna zasady projektowania układu redukcji zanieczyszczeń powietrza dla wybranych technologii - [K_W06, K_W07] 5. Student ma wiedzę w zakresie opisu wyniesienia i dyspersji zanieczyszczeń powietrza w zależności od warunków technicznych emisji oraz warunków topograficznych i meteorologicznych - [K_W07] 6. Student ma wiedzę w zakresie referencyjnego modelu matematycznego dyspersji zanieczyszczeń w powietrzu atmosferycznym - [K_W07] 7. Student ma rozeznanie w aktualnym ustawodawstwie polskim i UE w zakresie standardów emisyjnych i imisyjnych - [K_W08]		
<b>Umiejętności:</b>		

<p>1. Student potrafi przedstawić miejsce i znaczenie działań technicznych w obszarze ochrony powietrza - [K_U01, K_U03, K_U04, K_U10]</p> <p>2. Potrafi obliczyć unos i emisję zanieczyszczeń powietrza z podstawowych procesów technologicznych - [K_U11, K_U14]</p> <p>3. Potrafi opracować projekt układu odpylania i odsiarczania spalin dla źródeł o średniej mocy - [K_U12, K_U13, K_U14]</p> <p>4. Potrafi wykonać analizę ilościową pyłu - [K_U08]</p> <p>5. Potrafi pomierzyć stężenia zanieczyszczeń pyłowych i gazowych w przewodach - [K_U08, K_U09]</p> <p>6. Potrafi określić wpływ czynników topograficznych i meteorologicznych na wyniesienie i rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń powietrza zarówno z wysokich jak i niskich źródeł zanieczyszczeń - [K_U11]</p>
<p><b>Kompetencje społeczne:</b></p> <p>1. Student uświadamia sobie, że ochrona powietrza atmosferycznego jest zagadnieniem złożonym, którego skuteczne rozwiązywanie wymaga współpracy specjalistów z różnych dziedzin - [K_K02, K_K05, K_K07]</p> <p>2. Student dostrzega konieczność systematycznego pogłębiania i rozszerzania swoich kompetencji - [K_K01]</p> <p>3. Student uczy się pracy zespołowej - [K_K03]</p>

<b>Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia</b>
<p>-Wykład: egzamin pisemny [K_W01, K_W05, K_W08, K_W04, K_W07, K_W06,] czas trwania 70 min. ; ewentualna indywidualna dyskusja po ogłoszeniu wyników pracy pisemnej; ocena prac pisemnych w oparciu o uzyskane punkty z poszczególnych zadań; premiowana aktywność na wykładach; uwzględnienie ocen z ćwiczeń w końcowej ocenie. zaliczenie od 50%</p> <p>-Ćwiczenia projektowe: bieżąca kontrola realizacji projektu w trakcie ćwiczeń i konsultacji; zaliczenie projektu w oparciu o pisemną obronę wykonanej pracy. Weryfikacja efektów: [K_U01, K_U03, K_U04, , K_U10, K_U11, K_U12, K_U13, K_U14,]</p> <p>Zaliczenie ustne: na podstawie projektu, student odpowiada na pytania związane z projektem, skala 1-10, zaliczenie od 5pkt.</p> <p>-Ćwiczenia laboratoryjne: kolokwium przed cyklem ćwiczeń (45 minut); kontrola w trakcie realizacji; sprawozdanie z ćwiczeń; dyskusja w trakcie zaliczania ćwiczeń. Sprawdzanie efektów: K_U08, K_U09, K_U11 Warunkiem przystąpienia do ćwiczeń jest otrzymanie 50% punktów z kolokwium. Warunkiem zaliczenia jest poprawne wykonanie wszystkich przewidzianych programem ćwiczeń. Ocena stanowi średnią ważoną oceny z kolokwium (waga- 60%) oraz ze sprawozdań powstających po ćwiczeniu (waga 40%). Próg zaliczeniowy to 50%</p>
<b>Treści programowe</b>
<p>-Model systemu ochrony powietrza atmosferycznego. Podstawowe pojęcia (np. emisja, stężenie, unos, skuteczność oczyszczania gazów odlotowych) , rozwiązywanie prostych zadań z wykorzystaniem tych pojęć i różnych jednostek (np. ppm, g/m<sup>3</sup>). Źródła zanieczyszczeń powietrza naturalne i antropogeniczne - krótka charakterystyka. Warunki i mechanizm powstawania zanieczyszczeń powietrza: SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, WWA, JWA, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O w procesach spalania paliw w źródłach stacjonarnych i mobilnych; pierwotne technologie redukcji zanieczyszczeń. Obliczanie unosu (emisji) SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O w wyniku spalania paliw . Korozja siarkowa niskotemperaturowa. Odsiarczanie spalin w oparciu o technologie alkaliczne (głównie wapniowe): suche, półsuche i mokre; zasady działania, schematy, zakresy zastosowań , obliczenia bilansowe. Redukcja zanieczyszczeń pyłowych: podstawy technik odpylania (systematyka pyłów, własności fizyczne pyłów), odpylacze cyklonowe, tkaninowe, elektrostatyczne; zakresy i zasady działania, schematy, Redukcja zanieczyszczeń gazowych (technologie wtórne): podstawy teoretyczne technologii opartych na adsorpcji, absorpcji, spalaniu (w tym katalitycznym); biodegradacji zanieczyszczeń; zakresy zastosowań. Projektowanie koncepcji redukcji zanieczyszczeń (pyłowych i gazowych) optymalnej dla wskazanego procesu. Emitory, techniczne warunki emisji, wyniesienie zanieczyszczeń. Wpływ warunków meteorologicznych i topograficznych na wyniesienie zanieczyszczeń i ich rozprzestrzenianie. Kierunek i prędkość wiatru, pionowy gradient prędkości wiatru. Klasy stabilności (równowagi) atmosfery, wpływ klasy stabilności na warunki dyspersji zanieczyszczeń powietrza. Podstawy dyspersji zanieczyszczeń w atmosferze ?aż wg modeli gaussowskich (modele Sutttona i Pasquilla) - zależności funkcyjne; pojęcia: szorstkości terenu, współczynników dyfuzji, depozycji suchej i mokrej Cień aerodynamiczny, emitory niskie, emisja niska, obciążenie emisją (podstawy). Ustawodawstwo polskie i unijne w zakresie standardów emisyjnych i imisyjnych</p> <p>Tematy ćwiczeń projektowych: Projekty realizowane są w zespołach 2-osobowych Projekt suchej lub półsuchej technologii odsiarczania spalin, wraz z układem odpylania dla kotła opalanego węglem.</p>

<p>Tematy ćwiczeń laboratoryjnych:                  ćwiczenia laboratoryjne realizowane są w zespołach 4-5 osobowych</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pomiar stężenia O<sub>2</sub>, CO i CO<sub>2</sub> w powietrzu wewnętrznym i zewnętrznym.</li> <li>2. Pomiar emisji spalin w kotle na biomasę. Określenie klasy kotła.</li> <li>3. Wizualizacja rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w tunelu aerodynamicznym.</li> <li>4. Badanie skuteczności odpylaczy grawitacyjnych i odśrodkowych.</li> <li>5. Oznaczanie bezwzględnej gęstości pyłu.</li> <li>6. Oznaczanie wagowego składu ziarnowego pyłu za pomocą pipety sedymentacyjnej.</li> <li>7. Porównanie wybranych właściwości fizycznych adsorbentu (sorbentu).</li> </ol> <p>Metody kształcenia:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wykład</li> </ol> <p>W zależności od tematyki wykład prowadzony jest jako informacyjny z prezentacją multimedialną, jako wykład problemowy lub konwersatoryjny,                  Osiągane efekty: K_W01, K_W05, K_W08, K_W04, K_W07, K_W06, K_K02, K_K05, K_K07,</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Ćwiczenia projektowe</li> </ol> <p>Polegają na wykonywaniu w małych grupach projektów praktycznych wraz z dyskusją analizy przypadków. Wykład konwersatoryjny.                  Osiągane efekty: K_U01, K_U03, K_U04, , K_U10, K_U11, K_U12, K_U13, K_U14, K_K02, K_K05, K_K07, K_K01,</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Ćwiczenia laboratoryjne</li> </ol> <p>? Metoda eksperymentu- studenci samodzielnie, na podstawie udostępnionych materiałów przeprowadzają badanie i obserwują przebieg analizowanego zjawiska, stawiają hipotezy oraz analizują związki przyczynowo- skutkowe w celu lepszego zrozumienia.                  Osiągany efekt: K_U08, K_U09, K_U11, K_K02, K_K05, K_K07, K_K01,</p>	
<p><b>Literatura podstawowa:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 7. Juszczak M. 2016. Źródło ciepła małej mocy zasilane biomasą. Efektywność energetyczno-ekologiczna dla wybranych paliw, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, seria Rozprawy nr 533, 2016</li> <li>2. Warych Jerzy.: Oczyszczanie przemysłowych gazów odlotowych, WNT, 2000</li> <li>3. Kowalewicz A.: Podstawy procesów spalania WNT, 1996</li> <li>4. Juda J., S. Chróściel : Ochrona powietrza atmosferycznego; WNT, 1974</li> <li>5. Zwoździak J.; Zwoździak A., Szczurek A., Meteorologia w ochronie atmosfery, Wyd. Politechniki Wrocławskiej, 1998</li> <li>6. agieński Z., Wpływ struktury zużycia energii na jakość powietrza w aglomeracji miejskiej w klimacie umiarkowanym, Politechnika Poznańska, seria rozprawy , Nr 440, 2010</li> <li>7. odpowiednie Rozporządzenia Ministra Środowiska oraz Dyrektywy UE</li> </ol>	
<p><b>Literatura uzupełniająca:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kośmider J., Mazur-Chrzanowska B., Odory, PWN, Warszawa 2002</li> <li>2. Tomeczek J., Gradoń B., Rozpondek M., Redukcja emisji zanieczyszczeń z procesów konwersji paliw i odpadów, Wyd. Politechniki Śląskiej, 2009</li> <li>3. Zieliński S. : Skażenie chemiczne w środowisku ; Wyd. Politechniki Wrocławskiej; 2000</li> <li>4. Alloway B.J., D.C. Ayres: Chemiczne podstawy zanieczyszczenia środowiska; PWN Warszawa 1999</li> <li>5. Bagieński Z.: System ochrony powietrza , cz.1. PFP , Poznań 2003</li> <li>6. Markiewicz M., Podstawy modelowania rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w powietrzu atmosferycznym, Wyd. Politechniki Warszawskiej, 2004</li> <li>7. Bagieński Z.: Analiza dyfuzji w strefie cienia aerodynamicznego gazu emitowanego z niskiego źródła punktowego ? badania modelowe, [w] Aktualne problemy w ochronie powietrza atmosferycznego, praca zbiorowa red. A. Musialik-Piotrowska, J. Rutkowski; Politechnika Wroclawska 2008, 23-28.</li> <li>8. Bagieński Z.: Emisja ze źródeł stacjonarnego spalania jako wyznacznik energetycznego wskaźnika jakości powietrza, [w] Współczesne osiągnięcia w ochronie powietrza atmosferycznego, praca zbiorowa red. A. Musialik-Piotrowska, J. Rutkowski; Politechnika Wroclawska 2010, 21-30.</li> <li>9. Juszczak M., K. Pałaszyńska, K. Rolirad. M. Janicki, E. Szczechowiak. ?Próba zastosowania w peletach z agrobiomasy dodatków podwyższających temperaturę topnienia popiołu w celu uniknięcia tworzenia się żużla w palenisku.?2017. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja, T. 48, nr 8, 320-326</li> <li>10. 5. Juszczak M., K. Pałaszyńska, E. Szczechowiak. 2016. ?Problemy ze spalaniem agrobiomasy w kotłach grzewczych przeznaczonych do spalania peletów drzewnych?. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja, T. 47, nr 6, 215-223</li> </ol>	
<p><b>Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta</b></p>	
<p><b>Czynność</b></p>	<p><b>Czas (godz.)</b></p>

**Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska**

1. Udział w wykładach (godziny kontaktowe)	20
2. Udział w ćwiczeniach projektowych (godziny kontaktowe i praktyczne)	15
3. Realizacja projektów (w domu) (godziny praktyczne i praca samodzielna)	25
4. Udział w ćwiczeniach laboratoryjnych (godziny kontaktowe i praktyczne)	15
5. Przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych	15
6. Konsultacje (godziny kontaktowe)	2
7. Przygotowanie do zaliczenia projektów i laboratoriów (praca samodzielna)	15
8. Przygotowanie do egzaminu i egzamin (praca samodzielna)	20
<b>Obciążenie pracą studenta</b>	
<b>forma aktywności</b>	<b>godzin</b>
<b>ECTS</b>	
Łączny nakład pracy	127
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	52
Zajęcia o charakterze praktycznym	75