

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Inżynieria i Zarządzanie Produkcją

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: IIZP

Stopień studiów: I

Specjalności: Zrównoważona i inteligentna produkcja

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Emisyjność i energochłonność procesów
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Emission and energy intensity of processes
KOD PRZEDMIOTU	WM IIZP oIS D3 25/26
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	5.00
SEMESTRY	7

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
7	15	0	15	15	15	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zdobyć wiedzy teoretycznej i praktycznej z zakresu emisyjności i energochłonności procesów technologicznych, w tym identyfikacji źródeł emisji, analizy energochłonności oraz metod ograniczania wpływu procesów na środowisko.

Cel 2 Uzyskanie umiejętności oceny efektywności energetycznej, projektowania procesów niskoemisyjnych oraz wdrażania rozwiązań zgodnych z zasadami zrównoważonego rozwoju i polityką klimatyczno-energetyczną.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Znajomość podstaw matematyki. Umiejętność korzystania z arkusza kalkulacyjnego. Znajomość typowych procesów obróbki części maszyn.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Student charakteryzuje źródła zużycia energii i emisji zanieczyszczeń z procesów obróbkowych. Charakteryzuje systemy odzyskiwania energii stosowane w procesach obróbkowych.

EK2 Wiedza Student charakteryzuje metody analizy i optymalizacji energochłonności i emisyjności procesów obróbkowych.

EK3 Umiejętności Student konfiguruje aparaturę pomiarową służącą do oceny energochłonności procesów obróbkowych. Przeprowadza pomiary rzeczywistego zużycia energii w trakcie realizacji procesów technologicznych, a następnie analizuje pozyskane dane.

EK4 Umiejętności Student wykorzystuje nowoczesne techniki obliczeniowe w celu modelowania i optymalizacji emisyjności i energochłonności procesów. Dobiera odpowiednie narzędzia analityczne umożliwiające modelowanie oraz ocenę efektywności energetycznej procesu.

EK5 Umiejętności Student opracowuje rozwiązanie problemu dotyczącego analizy wpływu realizowanego procesu obróbkowego na jego energochłonność oraz emisyjność. Identyfikuje zmienne technologiczne mające istotny wpływ na zużycie energii oraz emisję zanieczyszczeń.

EK6 Kompetencje społeczne Student organizuje oraz przestrzega zasad współpracy w zespole jako jego członek lub lider oraz omawia i prezentuje efekty pracy zespołu.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
K1	Wprowadzenie. Metodyka obliczania emisji CO ₂ i emisji zanieczyszczeń oraz zużycia energii dla różnych procesów obróbkowych.	2
K2	Wykorzystanie metod statystycznych do analizy wpływu parametrów skrawania oraz kinematyki procesu na jego energochłonność. Optymalizacja parametrów procesów w celu redukcji śladu węglowego, zmniejszenia emisji zanieczyszczeń oraz zużycia energii.	6
K3	Wykorzystanie technik uczenia maszynowego w celu redukcji emisji zanieczyszczeń oraz zużycia energii.	4
K4	Zastosowanie algorytmów Monte Carlo w procesach optymalizacji zużycia energii.	3

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Wprowadzenie do zajęć. Omówienie tematyki projektów. Podział na grupy projektowe.	1
P2	Analiza przez grupy projektowe przydzielonych zagadnień z zakresu: Oceny i analizy ryzyka przekroczenia norm emisji. Implementacji systemów monitoringu zużycia energii. Analizy i optymalizacji procesów pod kątem energochłonności. Zastosowania AI w redukcji zużycia energii. Analizy możliwości wykorzystania energii odnawialnej. Perspektyw rozwoju technik energooszczędnych. Obróbki półfabrykatów wytwarzanych technikami przyrostowymi. Zastosowania systemów odzysku ciepła i energii z procesów obróbkowych.	10
P3	Prezentacja końcowa i zaliczenie projektów	4

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Wprowadzenie do emisyjności i energochłonności w obróbce. Definicje, znaczenie w przemyśle. Normy i regulacje dotyczące efektywności energetycznej.	2
W2	Wpływ procesów obróbkowych na środowisko. Źródła zużycia energii w procesach obróbkowych. Główne komponenty zużywające energię (napędy, chłodzenie, systemy sterowania). Techniki konstruowania obrabiarek energooszczędnych.	3
W3	Analiza energochłonności i emisyjności różnych technik obróbki.	2
W4	Emisja zanieczyszczeń w procesach obróbki. Źródła emisji CO ₂ , NO _x i pyłów. Skutki środowiskowe i metody redukcji emisji.	1
W5	Optymalizacja procesów wytwarzania pod kątem efektywności energetycznej Strategie redukcji zużycia energii (dobór parametrów, strategii obróbki). Zastosowanie AI w optymalizacji emisyjności i zużycia energii.	2
W6	Nowoczesne technologie i trendy w obróbce energooszczędnej. Technologie minimalnego smarowania (MQL). Obróbka szybkościowa.	3
W7	Systemy odzysku ciepła i energii.	2

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Wprowadzenie do zajęć. Zasady BHP podczas używania aparatury badawczo pomiarowej.	2

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L2	Pomiary i analiza oporów skrawania podczas obróbki frezarskiej. Analiza wpływu przekroju warstwy skrawanej i kinematyki procesu na zużycie energii i emisję CO ₂ .	2
L3	Pomiary i analiza oporów skrawania podczas obróbki tokarskiej. Analiza wpływu przekroju warstwy skrawanej, geometrii ostrza i kinematyki procesu na zużycie energii i emisję CO ₂ .	2
L4	Energochłonność procesów przecinania elektroerozyjnego. Wpływ parametrów procesu na zużycie energii, wydajność obróbki i jakość powierzchni.	2
L5	Obróbka materiałów w stanie utwardzonym. Nowoczesne materiały narzędziowe stosowane w obróbce skrawaniem materiałów w stanie utwardzonym. Emisyjność i energochłonność a technologia obróbki materiałów w stanie utwardzonym.	2
L6	Ocena energooszczędności obrabiarek do skrawania. Pomiary zużycia energii w trakcie obróbki i na biegu jałowym. Analiza wpływu parametrów obróbki i smarowania strefy skrawania na zużycie energii i emisję zanieczyszczeń.	3
L7	Emisja zanieczyszczeń i energochłonność procesów przecinania plazmowego.	2

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Prezentacja multimedialna

N3 Ćwiczenia laboratoryjne

N4 Ćwiczenia projektowe

N5 Konsultacje

N6 Praca w grupach

N7 E-learning

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	3
Egzaminy i zaliczenia w sesji	0
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	20
Opracowanie wyników	32
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	125
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	5.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Test lub Kolokwium

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F3 Projekt zespołowy

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.

NA OCENĘ 5.0	Student wymienia i charakteryzuje źródła zużycia energii i emisji zanieczyszczeń z procesów obróbkowych. Charakteryzuje systemy odzyskiwania energii stosowane w procesach obróbkowych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Charakteryzuje metody analizy i optymalizacji energochłonności i emisyjności procesów obróbkowych, w tym techniki DOE, wykorzystanie AI oraz algorytmów optymalizacyjnych
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi dobrać odpowiednie czujniki pomiarowe oraz zestawić tor badawczo pomiarowy służący do oceny energochłonności procesów obróbkowych. Dokonuje akwizycji oraz analizy danych z pomiarów.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student dobiera odpowiednią technikę obliczeniową służącą do modelowania i optymalizacji emisyjności i energochłonności procesów. Wykonuje ocenę efektywności energetycznej procesu.
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.

NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student identyfikuje źródła zużycia energii oraz emisji zanieczyszczeń, a następnie opracowuje koncepcje oraz wytyczne rozwiązania dotyczącego redukcji wpływu realizowanego procesu obróbkowego na energochłonność oraz emisyjność.
EFEKT KSZTAŁCENIA 6	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90 % punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student przestrzega zasad współpracy w zespole, pełniąc role zarówno jego członka, jak i lidera. Efektywnie komunikuje się z innymi członkami zespołu, dzieli się zadaniami oraz wspiera współpracowników. Prezentuje efekty pracy swojego zespołu.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	M1_W04	Cel 1 Cel 2	P1 P2 P3 W1 W2 W3 W4 W6 W7 L2 L3 L5 L7	N1 N2 N3 N4 N5 N7	F1 F2 F3 P1
EK2	M1_W04	Cel 1 Cel 2	K1 K2 K3 K4 P1 P3 W1 W3 W5 W6 L1 L2 L3 L4 L6	N1 N2 N3 N4 N5 N7	F1 F2 F3 P1

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK3	M1_U02	Cel 1 Cel 2	K1 K2 K3 K4 W2 W3 W4 W5 W6 W7 L1 L2 L3 L4 L5 L6 L7	N1 N2 N3 N5	F1 F2 P1
EK4	M1_U02	Cel 1 Cel 2	K1 K2 K3 K4 P2 W3 W6 L2 L3 L6	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 P1
EK5	M1_U02	Cel 1 Cel 2	K1 K2 K3 K4 P1 P2 P3 W2 W4 W6 W7	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F2 F3 P1
EK6	M1_K03	Cel 1 Cel 2	P2 P3	N4 N6	F3 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Dobrzański Leszek** — *Efektywność energetyczna w przemyśle*, Warszawa, 2016, Wydawnictwo Naukowe PWN
- [2] | **Szafran Henryk** — *Modelowanie i optymalizacja zużycia energii w procesach technologicznych*, Gliwice, 2015, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej
- [3] | **obotka Ryszard, Pluciennik-Koropczuk Teresa** — *Emisja zanieczyszczeń przemysłowych do powietrza*, Wrocław, 2014, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **Górski Jerzy** — *Zarządzanie środowiskowe w przedsiębiorstwie*, Warszawa, 2011, Difin

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Andrzej Matras (kontakt: andrzej.matras@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)