

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	Zarządzanie zrównoważoną produkcją w obiegu zamkniętym
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Sustainable closed cycle production management
KOD PRZEDMIOTU	WM IIZP oIS D1 25/26
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	5

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
5	15	0	0	15	0	15

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie studentów z zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ) w kontekście produkcji przemysłowej ze szczególnym uwzględnieniem recyklingu poszczególnych grup materiałowych, a także różnych metod wytwarzania.

Cel 2 Umiejętność scharakteryzowania możliwości minimalizacji odpadów, efektywnego wykorzystania zasobów

oraz nowoczesnych narzędzi komputerowych wspierających analizę procesów recyklingu i ponownego wykorzystania surowców.

Cel 3 Zdolność podejmowania świadomych decyzji dotyczących zrównoważonego rozwoju w produkcji przemysłowej.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Umiejętność charakteryzowania odpowiednich grup materiałowych.

2 Znajomość technik wytwarzania.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Student identyfikuje zasady gospodarki o obiegu zamkniętym oraz określa ich znaczenie dla zrównoważonego rozwoju.

EK2 Wiedza Student opisuje procesy recyklingu metali, polimerów i materiałów ceramicznych.

EK3 Wiedza Student charakteryzuje znaczenie technik wytwarzania oraz obróbki ze szczególnym uwzględnieniem procesów skrawania w kontekście generowania odpadów i możliwości ich ponownego wykorzystania.

EK4 Wiedza Student charakteryzuje metody oceny cyklu życia produktów (LCA) oraz narzędzia wspomagające analizę środowiskową.

EK5 Umiejętności Student analizuje przepływ materiałów w cyklu życia produktu, opierając się na wiedzy dotyczącej procesów starzenia oraz wytrzymałości materiałów.

EK6 Umiejętności Student stosuje narzędzia komputerowe do modelowania procesów recyklingu.

EK7 Umiejętności Student identyfikuje kluczowe parametry wpływające na efektywność recyklingu oraz przeprowadza ich optymalizację.

EK8 Umiejętności Student projektuje strategię produkcji z minimalnym wpływem na środowisko.

EK9 Kompetencje społeczne Student wykazuje świadomość potrzeby wprowadzania zrównoważonego rozwoju i odpowiedzialnego gospodarowania zasobami.

EK10 Kompetencje społeczne Student współpracuje w zespole nad interdyscyplinarnym projektem związanym z gospodarką o obiegu zamkniętym.

EK11 Kompetencje społeczne Student inicjuje działania proekologiczne i promuje ideę recyklingu oraz gospodarki w obiegu zamkniętym w kontekście społecznym i przemysłowym.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

SEMINARIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
S1	Analiza cyklu życia produktu (LCA) w praktyce. Studia przypadków wdrożenia GOZ w przemyśle. Opracowanie wdrożenia strategii LCA w firmie.	4
S2	Przygotowanie i prezentacja prac zaliczeniowych.	11

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Wprowadzenie do gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ).	2
W2	Modele biznesowe w obiegu zamkniętym.	2
W3	Innowacyjne technologie wspierające GOZ.	2
W4	Surowce wtórne i recykling. Logistyka zwrotna i zarządzanie odpadami.	4
W5	Energooszczędność i odnawialne źródła energii w obiegu zamkniętym. Ocena możliwości minimalizacji odpadów i emisji CO ₂ w procesach produkcyjnych.	4
W6	Przyszłość gospodarki o obiegu zamkniętym wyzwania i innowacje.	1

LABORATORIUM KOMPUTEROWE		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
K1	Ocena starzenia materiałów i ich wpływu na jakość produktu.	2
K2	Modelowanie i analiza przepływów materiałowych i odpadów w recyklingu za pomocą macierzy przejścia w programie komputerowym.	4
K3	Ocena i optymalizacja śladu węglowego i energetycznego procesów produkcyjnych.	4
K4	Tworzenie oraz symulacja modeli GOZ surowców w przedsiębiorstwach.	5

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Laboratorium komputerowe

N3 Seminarium

N4 Dyskusja i praca w grupach

N5 Analiza studiów przypadku

N6 Konsultacje

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	45
Konsultacje przedmiotowe	0
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	5
Opracowanie wyników	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	15
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	75
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	3.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium, Test (Pytania otwarte lub zamknięte)

F2 Sprawozdanie z laboratorium

F3 Projekt komputerowy

F4 Prezentacja projektu na seminarium

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących.

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Pozytywne zaliczenie poszczególnych kolokwiów.

W2 Poprawne wykonanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.

W3 Poprawne wykonanie projektu komputerowego.

W4 Prezentacja projektu na seminarium.

W5 Ocena końcowa ustalana jest jako 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 charakteryzuje zasady gospodarki o obiegu zamkniętym, interpretuje ich znaczenie w różnych sektorach przemysłu oraz potrafi przedstawić praktyczne zastosowania tych zasad w kontekście zrównoważonego rozwoju.
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	Student szczegółowo opisuje procesy recyklingu oraz ich rodzaje dla poszczególnych grup materiałowych: metali, polimerów oraz ceramiki, wskazując różnice technologiczne oraz możliwości ich ponownego wykorzystania w konkretnych branżach.
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 kompleksowo analizuje wpływ obróbki skrawaniem na generowanie odpadów, potrafi wskazać i porównać rozwiązania minimalizujące ilość odpadów oraz zaprojektować strategie ich odzysku.
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 charakteryzuje metody LCA, potrafi je zastosować w analizie rzeczywistych przypadków przemysłowych i zinterpretować wyniki w kontekście optymalizacji środowiskowej.
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 precyzyjnie analizuje przepływ materiałów w cyklu życia produktu, uwzględniając pełen bilans materiałowo-energetyczny oraz identyfikując krytyczne punkty wpływające na efektywność recyklingu. Charakteryzuje proces starzenia oraz podstawowe parametry wpływające na wytrzymałość materiałów.
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 biegle wykorzystuje narzędzia komputerowe do tworzenia modeli procesów recyklingu, potrafi modyfikować parametry wejściowe i analizować ich wpływ na wydajność systemu.
EFEKT KSZTAŁCENIA 7	
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 samodzielnie identyfikuje i analizuje kluczowe parametry wpływające na efektywność recyklingu, przeprowadza optymalizację procesów z wykorzystaniem dostępnych danych oraz formułuje wnioski niezbędne do wprowadzenia korzystnych zmian środowiskowych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 8	
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 projektuje kompleksowe strategie zrównoważonej produkcji, uwzględniające aspekty środowiskowe, ekonomiczne i społeczne, proponując innowacyjne rozwiązania zmniejszające negatywny wpływ na środowisko.
EFEKT KSZTAŁCENIA 9	
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 wykazuje się wysoką świadomością ekologiczną, aktywnie inicjuje działania promujące zrównoważony rozwój i potrafi uzasadnić potrzebę ich wdrażania w działalności przemysłowej i społecznej.
EFEKT KSZTAŁCENIA 10	
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 efektywnie pracuje w zespole interdyscyplinarnym, dzieląc się wiedzą, inicjując wspólne działania projektowe oraz skutecznie rozwiązując problemy związane z obiegiem zamkniętym w produkcji.
EFEKT KSZTAŁCENIA 11	
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 poprawnie charakteryzuje ideę recyklingu i gospodarki cyrkularnej, analizuje potrzeby społeczne lub edukacyjne i potrafi argumentować potrzebę zmian systemowych w kontekście środowiskowym.

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 M1_W06	Cel 1 Cel 3	S1 W1 W2 W3 W6 K2 K4	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4
EK2	M1_W03 M1_W04	Cel 1 Cel 2 Cel 3	W4 W5 K1 K2	N1 N2	F1 F2 F3
EK3	M1_W03 M1_W04 M1_W06	Cel 1 Cel 2	S1 W4 W5 K1 K2	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F4
EK4	M1_W01	Cel 2 Cel 3	S1 W4 W5 K1 K2	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4
EK5	M1_W02 M1_W03 M1_U02 M1_U04 M1_U05 M1_U06 M1_U07	Cel 2	S1 S2 W4 K1 K2 K4	N2 N3 N5	F1 F2 F3 F4
EK6	M1_W01 M1_U02 M1_U04 M1_U05 M1_U06 M1_U07	Cel 1 Cel 2	W4 K1 K2 K3	N1 N6	F2 F3

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK7	M1_W02 M1_U02 M1_U04 M1_U05 M1_U06 M1_U07 M1_K03	Cel 1 Cel 2 Cel 3	S2 W4 W5 K1 K2 K3	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4
EK8	M1_W03 M1_W04 M1_W08 M1_W15 M1_U02 M1_U03 M1_U04 M1_U05 M1_U06 M1_U07 M1_U09 M1_U18	Cel 2 Cel 3	S2 W2 W3 W4 W5 K1 K2 K3 K4	N1 N2 N3 N4	F2 F3 F4
EK9	M1_W04 M1_K02	Cel 1 Cel 2 Cel 3	S2 K4	N2 N3 N4 N6	F1 F2 F4
EK10	M1_W04 M1_K02	Cel 1 Cel 2 Cel 3	S2 K4	N2 N3 N4 N6	F2 F3 F4
EK11	M1_K02 M1_K04	Cel 2 Cel 3	S2 W6	N3 N5 N6	F4

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **M. Zarte, A. Pechmann, and I. L. Nunes** — *Problems, Needs, and Challenges of a Sustainability-Based Production Planning*, , 2022, Sustain
- [2] | **J. Sarkis and Q. Zhu** — *Environmental sustainability and production: taking the road less travelled*, , 2018, International Journal of Production Research
- [3] | **M. S. Khaled, I. A. Shaban, A. Karam, M. Hussain, I. Zahran, and M. Hussein** — *An Analysis of Research Trends in the Sustainability of Production Planning*, , 2022, Energies
- [4] | **D. Tilman, K. G. Cassman, P. A. Matson, R. Naylor, and S. Polasky** — *Agricultural sustainability and intensive production practices*, , 2002, Nature

- [5] | **R. Burritt and S. Schaltegger** — *Accounting towards sustainability in production and supply chains*, , 2014, Br. Account. Rev.
- [6] | **A. Matras and W. Zebala** — *Optimization of cutting data and tool inclination angles during hard milling with CBN tools, based on force predictions and surface roughness measurements*, , 2020, Materials (Basel)

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Anna Gawel (kontakt: anna.gawel@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)