



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu  
Recykling [S1ZiIP2>REC]

### Przedmiot

Kierunek studiów  
Zarządzanie i inżynieria produkcji

Rok/Semestr  
2/4

Studia w zakresie (specjalność)  
–

Profil studiów  
ogólnoakademicki

Poziom studiów  
pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu  
polski

Forma studiów  
stacjonarne

Wymagalność  
obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład  
15

Laboratorium  
15

Inne  
0

Ćwiczenia  
0

Projekty/seminaria  
0

### Liczba punktów ECTS

2,00

### Koordynatorzy

prof. dr hab. inż. Dorota Czarnecka-Komorowska  
dorota.czarnecka-komorowska@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Student powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu materiałoznawstwa, chemii ogólnej i procesów przetwarzania materiałów (metalowych i polimerowych) oraz metod ich badań.

### Cel przedmiotu

Poznanie podstawowych zagadnień związanych z organizacją procesów technologicznych recyklingu i utylizacji odpadów tworzyw sztucznych i metali oraz ich znaczenia dla zrównoważonego rozwoju cywilizacyjnego.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

Student identyfikuje podstawowe pojęcia i definicje działania logistyczne i techniczne dotyczące procesów przetwarzania odpadów (gromadzenie, segregacja, transport itp.). Student potrafi wskazać ekologiczne aspekty recyklingu tworzyw (metali i ich stopów, tworzyw sztucznych itp.).

Umiejętności:

Student potrafi zidentyfikować i sklasyfikować odpad (szczególnie niebezpieczny) oraz wybrać

najbardziej odpowiedni sposób jego utylizacji. Potrafi zaprojektować działania związane z racjonalną gospodarką odpadami. Potrafi oszacować poziom odzysku w recyklingu odpadów poprodukcyjnych.

Kompetencje społeczne:

Student rozumie znaczenie związków między surowcami, procesami produkcyjnymi, odpadami i środowiskiem. Student rozumie konieczność ochrony zasobów naturalnych i środowiska.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład: Zaliczenie pisemne przeprowadzane na koniec semestru (20 pytań, zaliczenie w przypadku uzyskania, min. 50,1% poprawnych odpowiedzi).

Przyporządkowanie ocen do przedziałów procentowych wyników: <90-100> bardzo dobry; <80-90> dobry plus; <70-80> dobry; <60-70> dostateczny plus; <50-60> dostateczny; <0-50> niedostateczny.

Laboratorium: Obecność na wszystkich zajęciach. Pozytywna ocena za sprawozdanie i odpowiedzi pisemne udzielone na pytania osoby prowadzącej zajęcia.

### Treści programowe

Wykład: Światowe zużycie materiałów i energii. Zasoby surowców odnawialnych i nieodnawialnych. Prawno-administracyjne uwarunkowania gospodarki odpadami w Polsce i Unii Europejskiej. Definicje i klasyfikacja odpadów (odpady poprodukcyjne i poużytkowe). Ekologiczne aspekty recyklingu materiałów polimerowych i metalowych w gospodarce obiegu zamkniętego (GOZ). Organizacyjne przygotowanie odpadów do procesów przetwarzania (zbiórka, segregacja, separacja, rozdrabnianie, itd.). Przebieg procesów wtórnego przetwarzania i ich efekty. Techniki recyklingu metali, tworzyw sztucznych, gumy, kompozytów polimerowych, poparte przykładami. Ocena jakości wtórnych materiałów polimerowych (cechy reologiczne, cechy granulometryczne/wielkość frakcji, wskaźnik jednorodności, średnia wielkość ziarna, gęstość nasypowa).

Laboratorium: Systemy klasyfikacji i segregacji odpadów polimerowych i metalowych oraz ich stopów. Przetapianie złomu metalowego. Ocena cech granulometrycznych i reologicznych (przetwórczych) wtórnych tworzyw sztucznych.

### Tematyka zajęć

Wykład Recykling tworzyw sztucznych (7,5 godz.):

1. Charakterystyka tworzyw sztucznych w aspekcie recyklingu.
2. Gospodarka cyrkularna tworzyw sztucznych.
3. Analiza procesów odzysku i recyklingu tworzyw polimerowych (recykling chemiczny, mechaniczny, odzysk energetyczny).
4. Technik sortowania i separacji materiałów polimerowych.
5. Przykładowe maszyny i linie do recyklingu mechanicznego odpadów z tworzyw sztucznych.
6. Przemysłowe technologie poprawy jakości regeneratów.

Wykład Recykling metali (7,5 godz.):

1. Definicje dotyczące odpadów i recyklingu metali.
2. Gospodarka odpadów metalowych i charakterystyka katalogu odpadów.
3. Przepływ odpadów metalowych w procesie wytwarzania części.
4. Metody zbiórki odpadów metalowych.
5. Metody przetwarzania odpadów metalowych (rozdrabnianie, klasyfikacja, sortowanie, zagęszczanie).
6. Recykling staliw i żeliw (klasyfikacja złomu stalowego i żeliwnego, proces wytwarzania stali ze złomu.)
7. Recykling aluminium i jego stopów (klasyfikacja stopów aluminium, sortowanie, termiczne usuwanie powłok lakierniczych, piece do topienia złomu drobnego i grubego, rafinacja, zintegrowany zakład topienia, recykling puszek, linia do topienia puszek).
8. Recykling miedzi i jego stopów (klasyfikacja stopów miedzi, materiały miedzionośne, przetwarzanie zużytego sprzętu elektronicznego i elektrycznego, recykling kabli).

Laboratoria Recykling tworzyw sztucznych (7,5 godz.):

1. Ocena cech granulometrycznych surowców wtórnych.
2. Ocena właściwości przetwórczych wytworów recyklingu mechanicznego.
3. Technologie identyfikacji tworzyw w aspekcie sortowania odpadów.
4. Separacja flotacyjna i elektrostatyczna zmieszanych tworzyw sztucznych.

Laboratoria Recykling metali (7,5 godz.):

1. Klasyfikacja złomu ze względu na wielkość, pochodzenie, skład chemiczny, itp.
2. Metody sortowania złomu stosowane w skupach surowców wtórnych metalowych.
3. Topienie złomu cienkościennego, rafinacja stopów aluminium.
4. Ocena jakości metalurgicznej próbek odlanych ze złomu aluminiowego.

## Metody dydaktyczne

Wykład: prezentacja multimedialna, prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy.  
Laboratorium: zajęcia praktyczne, wykonywanie eksperymentów, dyskusja, praca w zespole.

## Literatura

Podstawowa:

1. Czarnecka-Komorowska D., Przetwórstwo i recykling materiałów i kompozytów polimerowych w obiegu zamkniętym, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2023.
2. Tim A. Osswald Natalie Rudolph, Polymer Rheology Fundamentals and Applications, Hanser Publishers, Munich 2015. Book ISBN978-1-56990-517-3.
3. Mark E. Schlesinger, Aluminum Recycling, Second Edition, CRC Press 2013.
4. Bilitewski B. i inni, Podręcznik gospodarki odpadami, Wyd. Seidel-Przywecki W-wa 2003.
5. Kozłowski M., Plastics Recycling in Europe, Wyd. Politechniki Wrocławskiej 2006.
6. Wilczyński K. Reologia w przetwórstwie tworzyw sztucznych, Wyd. Naukowo-Techniczne, W-wa 2001.
7. Ulewicz M., Procesy odzysku i recyklingu metali nieżelaznych i stali, Wyd. Politechniki Częstochowskiej 2015. ISBN 978-83-7193-636-4.
8. Ulewicz M., Siwka J., Procesy odzysku i recyklingu wybranych materiałów, Wyd. Wydziału Inż. Proc., Mat. i Fizyki Stosowanej Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2010.

Uzupełniająca:

1. Hong Hocheng, Mital Chakankar, Umesh Jadhav, 1st Edition, Biohydrometallurgical Recycling of Metals from Industrial Wastes, CRC Press 2018.
2. Brandrup, J., Bittner, M., Menges, G., and Michaeli, W. (1996) Recycling and recovery of plastics, Carl Hanser Verlag, Germany.
3. Letcher T., Plastic Waste and Recycling: Environmental Impact, Societal Issues, Prevention, and Solutions, 1st Edition, Academic Press 2020.
4. Pascoe, R. D. (2000) Sorting of Waste Plastic for Recycling, Rapra Review Reports, 11, 4.
5. Oprzędkiewicz J., Technologie i systemy recyklingu samochodów, WNT Warszawa 2003
6. Praca zbiorowa pod red. Jerzego J. Sobczaka, Odlewnictwo Współczesne. Poradnik Odlewnika, Wyd. Stowarzyszenia Technicznego Odlewników Polskich, Tom 1. Materiały, Kraków 2013. ISBN: 878-83-904306-9-0

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	50	2,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	30	1,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	20	1,00