



# Recycling

## Course description sheet

### Basic information

<b>Field of study</b> Ecodesign and Digital Transformation of Material Technologies		<b>Didactic cycle</b> 2026/2027	
<b>Major</b> -		<b>Course code</b> NEDCS.li10.15153.26	
<b>Organisational unit</b> Faculty of Non-Ferrous Metals		<b>Lecture languages</b> Polish	
<b>Study level</b> First-cycle (engineer) programme		<b>Mandatoriness</b> Obligatory	
<b>Form of study</b> Full-time studies		<b>Block</b> Core Modules	
<b>Profile</b> General academic		<b>Course related to scientific research</b> Yes	
<b>Course coordinator</b>	Piotr Palimąka		
<b>Lecturer</b>	Piotr Palimąka		
<b>Period</b> Semester 5	<b>Method of verification of the learning outcomes</b> Exam	<b>Number of ECTS credits</b> 4	
	<b>Activities and hours</b> Lectures: 15 Laboratory classes: 30		

### Goals

C1	Zapoznanie studentów z nowoczesnymi technologiami recyklingowymi
C2	Przekazanie wiedzy z zakresu zaawansowanych metod separacji materiałów niemetalicznych i metalicznych
C3	Uświadomienie słuchaczom zalet i korzyści związanych z recyklingiem metali w aspekcie ograniczenia wydobycia rud, ochrony środowiska naturalnego i zmniejszenia energochłonności produkcyjnej metali

## Course's learning outcomes

Code	Outcomes in terms of	Learning outcomes prescribed to a field of study	Methods of verification
<b>Knowledge - Student knows and understands:</b>			
W1	Rodzaje, definicje i zasady recyklingu surowców wtórnych metalicznych i niemetalicznych	EDC1A_W02, EDC1A_W03	Examination
W2	Nowoczesne technologie recyklingowe prowadzące do odzysku metali i materiałów niemetalicznych z surowców wtórnych	EDC1A_W02, EDC1A_W03	Examination
W3	Zalety i korzyści wynikające z zastosowania technologii i procesów recyklingu	EDC1A_W02, EDC1A_W03	Examination
<b>Skills - Student can:</b>			
U1	Wskazać właściwe procesy prowadzące do ekstrakcji metali z surowców wtórnych	EDC1A_U02	Test, Examination
U2	Zakwalifikować materiał odpadowy do odpowiedniej grupy materiałowej	EDC1A_U02	Test, Examination
U3	Wytypować odpowiednie metody badawcze i pomiarowe umożliwiające klasyfikację odpadu, oraz określenie jego podatności do recyklingu	EDC1A_U02	Test, Examination, Report
<b>Social competences - Student is ready to:</b>			
K1	Samodzielnego przeprowadzenia eksperymentów laboratoryjnych mających na celu separację określonych związków lub metali.	EDC1A_K02	Report

### Program content ensuring the achievement of the learning outcomes prescribed to the module

Przedmiot obejmuje podstawową terminologię, pojęcia i definicje stosowane w recyklingu materiałowym, energetycznym, chemicznym i organicznym. W czasie zajęć omawiane są aspekty ekologiczny i ekonomiczny w procesach odzysku i recyklingu materiałów metalicznych i niemetalicznych. Szczególna uwaga zwracana jest na nowoczesne technologie prowadzące do odzysku metali nieżelaznych z surowców wtórnych.

### Student workload

Activity form	Average amount of hours* needed to complete each activity form
Lectures	15
Laboratory classes	30
Contact hours	5
Preparation for classes	20
Realization of independently performed tasks	25
Examination or final test/colloquium	2

Preparation of project, presentation, essay, report	20
<b>Student workload</b>	<b>Hours</b> 117
<b>Workload involving teacher</b>	<b>Hours</b> 45

\* hour means 45 minutes

### Program content

No.	Program content	Course's learning outcomes	Activities
1.	<p>1. Podstawowe pojęcia i definicje w recyklingu, rodzaje recyklingu i ich omówienie</p> <p>2. Aspekt ekologiczny i ekonomiczny w procesach recyklingu</p> <p>3. Metody wstępnego przygotowania surowców wtórnych do procesów recyklingu</p> <p>4. Metody rozdziału materiałów metalicznych i niemetalicznych</p> <p>5. Urządzenia stosowane w recyklingu i zasady ich działania</p> <p>6. Recykling ołowiu ze zużytych akumulatorów samochodowych - technologia, przykłady procesów przemysłowych, zagospodarowanie produktów recyklingu.</p> <p>7. Recykling pyłów stalowniczych - technologie piro i hydrometalurgiczne</p> <p>8. Recykling miedzi i stopów na bazie miedzi - rodzaje złomów miedzi, możliwości jej powtórnego przetwarzania w istniejących agregatach hutniczych w ciągach technologicznych otrzymywania miedzi</p> <p>9. Recykling aluminium i jego stopów - urządzenia do topienia złomów aluminium, problemy z topieniem złomów aluminium, zagospodarowanie produktów topienia (metal surowego i powstających w czasie topienia zgarów), odzysk metalu z wielomateriałowych opakowań typu TETRAPACK - możliwości zastosowania i zagospodarowania produktów, odzysk aluminium z puszek po napojach, wpływ soli na topienie i koalescencję aluminium</p> <p>10. Recykling metali szlachetnych (Au, Ag, Pt)</p> <p>11. Bezpieczeństwo i ochrona środowiska w procesach recyklingu.</p>	W1, W2, W3	Lectures

No.	Program content	Course's learning outcomes	Activities
2.	<p>1. Wpływ soli na topienie i koalescencję cienkościennych złomów aluminiowych (puszki, folie, blachy) - odzysk aluminium z wybranej grupy materiału odpadowego, ocena wpływu soli pokryciowych na wydajność topienia i koalescencję aluminium, analiza jakościowa i ilościowa uzyskanego metalu przy pomocy analizatora fluorescencji rentgenowskiej (EDXRF), eksperymenty realizowane w wysokotemperaturowym, komorowym piecu ogrzewanym elementami SiC</p> <p>2. Recykling srebra ze stopów Ag-Cu (roztwarzanie materiału wyjściowego z użyciem mineralizatora mikrofalowego, oznaczenie zawartości srebra w próbce z wykorzystaniem analizatora EDXRF, separacja srebra od miedzi z roztworu wodnego powstałego przez roztwarzanie złomu jubilerskiego w kwasie azotowym, strącanie chlorku srebra, pirometalurgiczny wytop srebra metalicznego w wysokotemperaturowym piecu ogrzewanym elementami SiC, ocena jakości srebra za pomocą analizatora fluorescencji rentgenowskiej (EDXRF)</p> <p>3. Recykling cynku z pyłów stalowniczych metodami hydro i/lub pirometalurgicznymi (odzysk cynku metalicznego w procesach ługowania i elektrolizy lub wysokotemperaturowej redukcji tlenku cynku zawartego w pyłach stalowniczych, jego wtórnego utleniania, ługowania i elektrolizy, ocena jakościowa osadu katodowego za pomocą analizy EDXRF)</p> <p>4. Recykling ołowiu ze złomu akumulatorów samochodowych (redukcyjny, wysokotemperaturowy wytop ołowiu ze szlamu pochodzącego z rozbiórki kwasowych akumulatorów ołowiowych, realizowany w wysokotemperaturowym piecu ogrzewanym elementami SiC, analiza składu chemicznego uzyskanego metalu za pomocą analizatora EDXRF)</p> <p>5. Odzysk aluminium z wielomateriałowych, aseptycznych opakowań typu TETRAPACK (separacja elementów strukturalnych opakowań, wytop aluminium pod warstwą soli pokryciowych bez oraz z etapem oczyszczania termicznego folii, określenie uzysku wytopu, analiza składu chemicznego przy wykorzystaniu analizatora EDXRF)</p>	W2, U1, U2, U3, K1	Lectures, Laboratory classes

### Extended information/Additional elements

#### Teaching methods and techniques :

Lectures, Discussion, Flipped classroom, Demonstration

Activities	Methods of verification	Credit conditions
Lectures	Examination	Warunkiem zaliczenia egzaminu jest udzielenie poprawnych odpowiedzi na co najmniej 50% pytań.

Activities	Methods of verification	Credit conditions
Lab. classes	Test, Report	Warunkiem zaliczenia ćwiczeń laboratoryjnych jest poprawne wykonanie sprawozdania oraz zaliczenie kolokwium na ocenę pozytywną (co najmniej 3.0)

### Method of determining the final grade

Ocena końcowa (OK) wyliczana jest z następującego wzoru:  $OK=0.65*ocena\ z\ wykładów+0.35*ocena\ z\ ćwiczeń$ .

### Prerequisites and additional requirements

Wiedza z chemii, fizyki i matematyki w zakresie zrealizowanego programu studiów.

### Rules of participation in given classes, indicating whether student presence at the lecture is obligatory

Wykład: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego. Ćwiczenia laboratoryjne: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu - w czasie kolokwium.

### Literature

#### Obligatory

1. M.Kucharski: Recykling Metali

#### Optional

1. M.Ulewicz Procesy recyklingu i odzysku metali nieżelaznych i stali
2. M.Ulewicz, J. Siwka Procesy odzysku i recyklingu wybranych materiałów

### Scientific research and publications

#### Publications

1. Piotr PALIMAŁKA, Stanisław PIETRZYK, Michał STĘPIEŃ, Katarzyna Ciećko, Ilona NEJMAN, Zinc recovery from steelmaking dust by hydrometallurgical methods, *Metals*, 2018 vol. 8 iss. 7 art. no. 547, S. 1-13.
2. Piotr PALIMAŁKA, Stanisław PIETRZYK, Katarzyna Ciećko, Pyły stalownicze i ich zagospodarowanie w procesach, *Współczesne problemy z zakresu inżynierii środowiska oraz architektury*, Lublin, 2018. S. 141-153.
3. Stanisław PIETRZYK, Piotr PALIMAŁKA, Anđżelika BUKOWSKA, Powstawanie i charakterystyka zgarów pochodzących z topienia złomów aluminiowych, *Rozwój tworzyw inżynierskich i nauk o materiałach*, Lublin, 2017 S. 107-127.
4. Piotr PALIMAŁKA, Stanisław PIETRZYK, Michał STĘPIEŃ, Recycling of zinc from the steelmaking dust in the sintering process, *Energy Technology 2017 : carbon dioxide management and other technologies*, Springer, 2017 S. 181-189.
5. Piotr PALIMAŁKA, Stanisław PIETRZYK, Kamil Legomski, Anna KOŃKO, Ekstrakcja aluminium ze zgarów pochodzących z przetopu złomów, *Rudy i Metale Nieżelazne*, 2014 R. 59 nr 9, s. 453-458.
6. Stanisław PIETRZYK, Piotr PALIMAŁKA, Charakterystyka ilościowa złomu elektrycznych i elektronicznych urządzeń laboratoryjnych, *Rudy i Metale Nieżelazne*, 2013 R. 58 nr 6, s. 301-306.

## Learning outcomes prescribed to a field of study

Code	Content
EDC1A_K02	Rozumie znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz interdyscyplinarność problemów technicznych i potrafi dokonywać krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści oraz współdziałać w zespołach i korzystać z wiedzy eksperckiej
EDC1A_U02	Potrafi realizować krytyczną wielowariantową analizę rozwiązań inżynierskich w zakresie technicznym, ekonomicznym i środowiskowym oraz udoskonalać te rozwiązania poprzez innowacyjny, zrównoważony reengineering, bazujący na kreatywnym rozwiązywaniu złożonych i nietypowych problemów, przy wspomaganii specjalistycznych narzędzi softwareowych
EDC1A_W02	Posiada wiedzę z dziedziny nauk inżynieryjno-technicznych, szczególnie wiedzę z zakresu inżynierii materiałowej oraz ma poszerzoną wiedzę z zakresu projektowania na bazie nowoczesnych materiałów na podstawie metali nieżelaznych produktów o założonym zespole właściwości finalnych, przy równoczesnej minimalizacji konsumpcji surowców wraz z niezbędną wiedzą o recyklingu takich produktów. Zna inżynierskie metody badań procesów, materiałów i obiektów oraz problematykę kontroli i zarządzania jakością
EDC1A_W03	Zna i rozumie zjawiska techniczne, ekologiczne i ekonomiczne towarzyszące cyklowi życia produktów, urządzeń i instalacji technicznych. Zna i rozumie trendy rozwojowe oraz społeczne i środowiskowe skutki produkcji przemysłowej i zna mechanizmy minimalizacji negatywnych skutków tej produkcji