

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2026-2030
Rok akademicki 2029/2030

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Trwałość, degradacja i recykling materiałów w energetyce
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Kierunek studiów	Zarządzanie, materiały i technologie w energetyce
Poziom studiów	studia I stopnia
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	IV rok, 7 semestr
Rodzaj przedmiotu	kierunkowy
Język wykładowy	język polski
Koordinator	dr hab. prof UR Małgorzata Pociask-Biały
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr hab. prof UR Małgorzata Pociask-Biały

* -opcjonalnie, zgodnie z ustaleniami w Jednostce

1.1. Formy zajęć dydaktycznych, wymiar godzin i punktów ECTS

Semestr (nr)	Wykł.	Ćw.	Konw.	Lab.	Sem.	ZP	Prakt.	Inne (jakie?)	Liczba pkt. ECTS
7	15					15			3

1.2. Sposób realizacji zajęć

- zajęcia w formie tradycyjnej
- zajęcia realizowane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość

1.3 Forma zaliczenia przedmiotu (z toku) (egzamin, zaliczenie z oceną, zaliczenie bez oceny)

Wykład – egzamin

Zajęcia projektowe – zaliczenie z oceną

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Student powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu:

- fizyki ogólnej, w szczególności w zakresie podstaw termodynamiki i mechaniki,

- podstaw materiałoznawstwa i budowy materii,
- podstaw chemii materiałów w zakresie niezbędnym do zrozumienia procesów degradacji,
- umiejętność posługiwania się podstawową terminologią techniczną i naukową.

3. CELE, EFEKTY UCZENIA SIĘ, TREŚCI PROGRAMOWE I STOSOWANE METODY DYDAKTYCZNE

3.1 Cele przedmiotu

C ₁	Zapoznanie studentów z mechanizmami trwałości i degradacji materiałów stosowanych w systemach energetycznych w całym cyklu ich życia.
C ₂	Przedstawienie metod ograniczania degradacji materiałów oraz podstawowych zasad recyklingu materiałów w energetyce konwencjonalnej i odnawialnej.
C ₃	Wykształcenie umiejętności analizy problemów związanych z trwałością, degradacją i recyklingiem materiałów w zastosowaniach energetycznych.
C ₄	Ukształtowanie świadomości środowiskowej i odpowiedzialności społecznej w zakresie doboru, eksploatacji i recyklingu materiałów w sektorze energetycznym.

3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych ¹
EK_01	Student posiada zaawansowaną wiedzę z zakresu elektrotechniki i elektroniki w kontekście trwałości, niezawodności i degradacji elementów oraz układów elektroenergetycznych i elektronicznych, a także zna procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych.	K_W04
EK_02	Student zna metody i techniki wytwarzania oraz obróbki materiałów stosowanych w energetyce oraz rozumie ich wpływ na trwałość, odporność degradacyjną i możliwość recyklingu materiałów.	K_W06
EK_03	Student zna metody analizy właściwości i jakości materiałów, w tym właściwości fizycznych, mechanicznych, elektrycznych i eksploatacyjnych, stosowane w ocenie stopnia zużycia i degradacji materiałów energetycznych.	K_W07
EK_04	Student zna zagadnienia związane z oddziaływaniem energetyki na środowisko, w tym procesy degradacji materiałów, zasady poprawnej eksploatacji oraz możliwości ponownego wykorzystania i recyklingu materiałów w systemach energetycznych, w tym OZE.	K_W10
EK_05	Student potrafi analizować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy techniczne związane z trwałością, degradacją i eksploatacją materiałów oraz urządzeń stosowanych w energetyce.	K_U01
EK_06	Student potrafi posługiwać się specjalistyczną terminologią naukową i techniczną z zakresu inżynierii materiałowej i	K_U06

¹ W przypadku ścieżki kształcenia prowadzącej do uzyskania kwalifikacji nauczycielskich uwzględnić również efekty uczenia się ze standardów kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela.

	energetyki w opisie procesów degradacji, diagnostyki i recyklingu materiałów.	
EK_07	Student potrafi ocenić zagrożenia związane z degradacją materiałów i eksploatacją urządzeń energetycznych oraz stosuje zasady bezpieczeństwa, ergonomii i higieny pracy, a także normy i standardy techniczne.	K_U13
EK_08	Student jest świadomy potrzeby ciągłego podnoszenia kompetencji zawodowych w zakresie trwałości, degradacji i recyklingu materiałów energetycznych oraz planuje własne uczenie się przez całe życie.	K_U16
EK_09	Student rozumie konsekwencje wprowadzania nowych technologii i materiałów w energetyce, w tym skutki środowiskowe i społeczne, oraz jest świadomy odpowiedzialności za podejmowane decyzje inżynierskie.	K_K03

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Znaczenie trwałości materiałów w energetyce. Pojęcie trwałości materiałów i elementów konstrukcyjnych. Znaczenie niezawodności i długookresowej eksploatacji w systemach energetycznych. Wpływ trwałości materiałów na bezpieczeństwo energetyczne, koszty eksploatacji oraz oddziaływanie na środowisko.
Podstawy fizyczne i chemiczne procesów degradacji materiałów. Mechanizmy degradacji materiałów: zmiany strukturalne, procesy fizyczne i chemiczne zachodzące podczas eksploatacji. Rola temperatury, obciążeń mechanicznych i środowiska pracy w inicjowaniu degradacji. Degradacja mechaniczna i cieplna materiałów. Zmęczenie materiałów, pełzanie, pękanie cieplne i termiczne starzenie materiałów. Degradacja materiałów pracujących w warunkach wysokiej temperatury i długotrwałych obciążeń.
Korozja materiałów w energetyce. Rodzaje korozji (chemiczna, elektrochemiczna, wysokotemperaturowa). Korozja w instalacjach energetycznych. Metody ochrony antykorozyjnej i ich wpływ na trwałość urządzeń energetycznych.
Degradacja materiałów w energetyce odnawialnej. Specyfika degradacji materiałów w systemach OZE. Starzenie materiałów w instalacjach fotowoltaicznych, wiatrowych i magazynach energii. Wpływ warunków atmosferycznych i środowiskowych na trwałość materiałów.
Diagnostyka stanu materiałów i ocena trwałości. Metody oceny stanu materiałów i elementów energetycznych. Badania nieniszczące, monitoring stanu technicznego, prognozowanie trwałości i czasu bezpiecznej eksploatacji.
Recykling materiałów w energetyce. Podstawy recyklingu materiałów metalicznych, polimerowych i kompozytowych. Recykling materiałów stosowanych w energetyce konwencjonalnej i odnawialnej. Ograniczenia technologiczne i środowiskowe recyklingu. Gospodarka o obiegu zamkniętym i zrównoważony rozwój. Cykl życia materiału (LCA). Gospodarka o obiegu zamkniętym w energetyce. Znaczenie projektowania materiałowego pod kątem trwałości, możliwości ponownego wykorzystania i recyklingu.

B. Problematyka ćwiczeń, konwersatoriów, laboratoriów, zajęć praktycznych

Treści merytoryczne
Wpływ warunków eksploatacji na trwałość materiałów. Analiza wpływu temperatury, obciążeń mechanicznych i środowiska pracy na trwałość materiałów. Interpretacja danych eksploatacyjnych i katalogowych materiałów energetycznych.
Badanie i analiza procesów korozyjnych. Identyfikacja mechanizmów korozji w materiałach energetycznych. Analiza skutków korozji dla trwałości elementów instalacji energetycznych. Ocena skuteczności wybranych metod ochrony antykorozyjnej.
Degradacja mechaniczna i cieplna materiałów. Analiza zjawisk zmęzeniowych, pełzania i starzenia cieplnego. Studium przypadków degradacji elementów pracujących w warunkach długotrwałego obciążenia i wysokiej temperatury.
Degradacja materiałów w energetyce odnawialnej Analiza procesów starzenia materiałów stosowanych w fotowoltaice, energetyce wiatrowej i magazynach energii. Ocena wpływu czynników atmosferycznych na trwałość materiałów OZE.
Diagnostyka stanu materiałów i ocena trwałości. Podstawy diagnostyki materiałowej. Analiza wyników badań nieniszczących i danych monitoringowych. Prognozowanie trwałości i czasu bezpiecznej eksploatacji elementów energetycznych.
Recykling materiałów energetycznych – analiza technologiczna. Analiza procesów recyklingu materiałów metalicznych, polimerowych i kompozytowych stosowanych w energetyce. Ocena ograniczeń technologicznych i środowiskowych recyklingu. Trwałość i recykling w cyklu życia materiału w oparciu o wybrany przykład. Zintegrowana analiza cyklu życia wybranego materiału energetycznego (LCA). Ocena trwałości, możliwości ponownego wykorzystania i recyklingu. Dyskusja wyników i podsumowanie laboratorium. Praca zbiorowa w grupie laboratoryjnej.

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład problemowy, wykład z prezentacją multimedialną, metody kształcenia na odległość
Laboratorium: wykonywanie doświadczeń, projektowanie doświadczeń, gry dydaktyczne

Wykład: wykład problemowy, wykład z prezentacją multimedialną, metody kształcenia na odległość

Ć
w
i
c
z
e
n
i
a
:
a
n
a
l
i
z
a
t

e
k
s
t
ó
w
z
d
y
s
k
u
s
j
ą
,
m
e
t
o
d
a
p
r
o
j
e
k
t
ó
w
(
p
r
o
j
e
k
t
b
a
d
a
w
c
z
y
,
w
d
r
o
ż
e
n
i
o
w
y

,
p
r
a
k
t
y
c
z
n
y
)

,
p
r
a
c
a
w

g
r
u
p
a
c
h
(
r
o
z
w
i
q
z
y
w
a
n
i
e
z
a
d
a
ń

,
d
y
s
k
u
s
j
a
)

,
g
r

y
d
y
d
a
k
t
y
c
z
n
e
,
m
e
t
o
d
y
k
s
z
t
a
t
c
e
n
i
a
n
a
o
d
l
e
g
t
o
ś
ć

Laboratorium: wykonywanie doświadczeń, projektowanie doświadczeń

4. METODY I KRYTERIA OCENY

4.1 Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Symbol efektu	Metody oceny efektów uczenia się (np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć)	Forma zajęć dydaktycznych (w, ćw, ...)
EK_01, EK_02	kolokwium, egzamin	w, lab
EK_03	sprawozdanie kolokwium	lab
EK_04	kolokwium, egzamin	w, lab
EK_05, EK_06	sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	w, lab
EK_07	obserwacja w trakcie zajęć, kolokwium	lab

EK_o8	obserwacja w trakcie zajęć	w
EK_og	egzamin, obserwacja w trakcie zajęć	w, Lab

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

<p>Warunkiem zaliczenia wykładu jest obecność na zajęciach.</p> <p>Zaliczenie wykładu, laboratorium oraz zdanie egzaminu potwierdzi stopień osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów kształcenia. Weryfikacja osiąganych efektów kształcenia kontrolowana jest na bieżąco w trakcie realizacji zajęć.</p> <p>Wykład – aktywna dyskusja, egzamin pisemny.</p> <p>Studenci uczestniczący w zajęciach w trybie indywidualnej organizacji studiów ustalają harmonogram wykładu i laboratorium z prowadzącym.</p> <p>Przedmiot kończy się egzaminem pisemnym, mogą do niego przystąpić studenci, którzy zdobyli zaliczenie z laboratorium (pozytywne zaliczenie kolokwium ustnego i sprawozdań z wykonywanych ćwiczeń). Egzamin pisemny przeprowadzony zostanie w formie testu mieszanego: wyboru jednokrotnego i wielokrotnego, uzupełnień. Egzamin poprawkowy odbywać się będzie w formie pisemnej, komisyjny w formie ustnej.</p> <p>Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych pozwala na przystąpienie do zaliczenia wykładów. O ocenie pozytywnej z ćwiczeń laboratoryjnych decyduje liczba uzyskanych punktów (>50% maksymalnej liczby punktów) ze sprawozdania: dst 51-59%, dst plus 60-69%, db 70-79%, db plus 80-89%, bdb 90-100%.</p> <p>O ocenie pozytywnej z wykładów decyduje liczba uzyskanych punktów (>50% maksymalnej liczby punktów) z egzaminu: dst 51-59%, dst plus 60-69%, db 70-79%, db plus 80-89%, bdb 90-100%. Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest osiągnięcie wszystkich założonych efektów uczenia się.</p> <p>Środki dydaktyczne: wykład: wykład problemowy, prezentacja multimedialna, laboratorium: komputer, programy liczące Excel i Origin, analiza rezultatów pomiarów uzyskanych na aparatach znajdujących się w pracowniach centrum Dydaktyczno-Naukowym Mikroelektroniki i Nanotechnologii, publikacje portali internetowych firm produkujących specjalistyczną aparaturę naukowo-badawczą prezentujące dydaktyczne filmy nt. wybranych eksperymentów potwierdzających wybrane kluczowe dla trwałości, degradacji i recyklingu materiałów stosowanych w energetyce osiągnięcia, aparatura specjalistyczna dedykowana zagadnieniom objętym programem laboratorium dostępna w Kolegium Nauk Przyrodniczych UR.</p>
--

5. CAŁKOWITY NAKŁAD PRACY STUDENTA POTRZEBNY DO OSIĄGNIĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny z harmonogramu studiów	30
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	5
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	50

SUMA GODZIN	85
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	3

* Należy uwzględnić, że 1 pkt ECTS odpowiada 25-30 godzin całkowitego nakładu pracy studenta.

6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	Nie dotyczy
zasady i formy odbywania praktyk	Nie dotyczy

7. LITERATURA

Literatura podstawowa:

1. Jones, D. A., *Principles and Prevention of Corrosion*, 2nd ed. Prentice Hall, 1996.
2. Fontana, M. G., *Corrosion Engineering*, 3rd Edition, McGraw-Hill, New York, 1986
3. Batchelor A. W. Loh Nee Lam. , Margam Chandrasekaram, *Materials Degradation and Its Control by Surface Engineering*, Imperial Collage Press, London, 2011
4. Ginley, D. S., Cahen, D. (eds.), *Fundamentals of Materials for Energy and Environmental Sustainability*, Cambridge University Press, Cambridge, 2012

Literatura uzupełniająca:

5. Callister, W. D., Rethwisch, D. G., *Materials Science and Engineering, Introduction*, 10th Edition, John Wiley & Sons, Hoboken, 2018
6. Worrell, E., Reuter, M. A. (eds.), *Handbook of Recycling: State-of-the-art for Practitioners, Analysts, and Scientists*, Elsevier, Amsterdam, 2014,
7. "Life Cycle Assessment" in *ECT* 5th ed., Vol. 14, pp. 805–831, by Jeroen B. Guinée; published online: Mar. 18, 2005.
8. Guinée, J. B. (ed.), *Handbook on Life Cycle Assessment: Operational Guide to the ISO Standards*, Springer, Dordrecht, 2002,

Śledzenie artykułów w czasopismach naukowych: *Materials Today Energy* (Elsevier), *Corrosion Science* (Elsevier), *Energy* (Elsevier), *Journal of Cleaner Production* (Elsevier), *Renewable Energy* (Elsevier)

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej