

FIȘA DISCIPLINEI

Tehnologii de valorificare și reciclare a deșeurilor metalice feroase și neferoase

Anul universitar 2026-2027

1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI
1.2. Facultatea	ȘTIINȚA ȘI INGINERIA MEDIULUI
1.3. Departamentul	Ingineria mediului
1.4. Domeniul de studii	Ingineria mediului
1.5. Ciclul de studii	master
1.6. Programul de studii / Calificarea	Ingineria valorificării deșeurilor / Inginer de mediu
1.7. Forma de învățământ	ZI

2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	Tehnologii de valorificare și reciclare a deșeurilor metalice feroase și neferoase			Codul disciplinei	NMR3412
2.2. Titularul activităților de curs	Lect.dr. ing. Oana-Cristina Modoi				
2.3. Titularul activităților de seminar	Lect.dr. ing. Oana-Cristina Modoi				
2.4. Anul de studiu	2	2.5. Semestrul	II	2.6. Tipul de evaluare	Examen
2.7. Regimul disciplinei	Obligativu	2.8. Tipul disciplinei		Disciplină fundamentală (DF)	

3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1. Număr de ore pe săptămână	4	din care: 3.2. curs	2	3.3. seminar/ laborator/ proiect	2
3.4. Total ore fizice din planul de învățământ	56	din care: 3.5. curs	28	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp pentru studiul individual (SI) și activități de autoinstruire (AI)					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe (AI)					20
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					12
Pregătire seminar/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri (mai mare sau egal cu nr. total ore prevăzut în calendarul disciplinei pentru temele de control)					25
Tutoriat (consiliere profesională)					4
Alte activități [de ex.: comunicare bidirecțională cu titularul de disciplină / tutorele]					4
3.7. Total ore studiu individual (SI) și activități de autoinstruire (AI)				65	
3.8. Examinări				4	
3.9. Total ore pe semestru				125	
3.10. Numărul de credite				5	

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1. de curriculum	
4.2. de competențe	

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului	

6.1. Competențele dobândite în urma absolvirii programului de studii (se preiau din planul de învățământ)¹

Competențe profesionale	
Codul competenței	Competență
CP1	Elaborează proceduri de management al deșeurilor
CP7	Concepe programe de reciclare
CP9	Inspectează proceduri și tehnologii de reciclare
Competențe transversale	
Codul competenței	Competență
CT1	Planifică și organizează
CT2	Soluționează probleme
CT3	Comunica

6.2. Rezultatele învățării specifice programului de studii (se preiau din planul de învățământ)²

Rezultatele învățării vizate prin disciplină		
Codul competenței	Cunoștințe și înțelegere (Knowledge and understanding)	Abilități academice specifice (Specific academic skills)
CP1&CP7	1. Studentul/absolventul proiectează, dimensionează și optimizează sisteme și proceduri de management al deșeurilor, utilizând instrumente tehnice moderne și indicatori de performanță	1. Studentul/absolventul își asumă responsabilitatea pentru implementarea și îmbunătățirea sistemelor de gestionare a deșeurilor în contexte organizaționale complexe, manifestând autonomie profesională.
CP9	1. Studentul/absolventul planifică, monitorizează și optimizează fluxurile de colectare și transport al deșeurilor și materialelor reciclabile, utilizând instrumente digitale.	1. Studentul/absolventul coordonează activități operaționale și ia decizii autonome pentru creșterea eficienței sistemelor de colectare.

7. Rezultatele învățării specifice disciplinei

Cunoștințe și înțelegere (Knowledge and understanding)
1. Studentul/absolventul explică și corelează concepte, teorii și metode avansate privind managementul integrat al deșeurilor, tehnologiile de tratare, valorificare și depozitare, precum și principiile economiei circulare
2. Studentul/absolventul planifică, monitorizează și optimizează fluxurile de colectare și transport al deșeurilor și materialelor reciclabile, utilizând instrumente digitale.
Abilități academice specifice (Specific academic skills)
1. Studentul/absolventul își asumă responsabilitatea pentru implementarea și îmbunătățirea sistemelor de gestionare a deșeurilor în contexte organizaționale complexe, manifestând autonomie profesională.
2. Studentul/absolventul coordonează activități operaționale și ia decizii autonome pentru creșterea eficienței sistemelor de colectare

¹ Se vor prelua din Planul de învățământ al programului de studii acele competențe profesionale și/sau transversale la dezvoltarea cărora contribuie disciplina pentru care se elaborează fișa disciplinei. Pentru fiecare competență se va prelua întregul enunț, inclusiv codul competenței, cu formularea care apare în planul de învățământ, fără modificări. Dacă nu se preia nici o competență din oricare din cele două categorii, se șterge linia din tabel aferentă acelei categorii.

² Se menționează rezultatele învățării specifice programului de studiu la dezvoltarea cărora contribuie disciplina pentru care se elaborează fișa. Enunțurile, preluate fără modificări din Planul de învățământ în funcție de tipul disciplinei (DF/DS/DC) se trec în dreptul competenței asociate.

8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare - învățare	Observații ³
Noțiuni introductive privind deșeurile metalice: proveniență, clasificare, management, legislație.	Prezentare Discuții interactive Observații	
Extracția, procesarea și reciclarea metalelor feroase	Prezentare Discuții interactive Observații	
Extracția, procesarea și reciclarea metalelor neferoase: aluminiul	Prezentare Discuții interactive Observații	
Extracția, procesarea și reciclarea metalelor neferoase: cupru	Prezentare Discuții interactive Observații	
Extracția, procesarea și reciclarea metalelor neferoase: zinc, plumb, cadmiu	Prezentare Discuții interactive Observații	
Extracția, procesarea și reciclarea metalelor neferoase: metale alcalino-pământoase (litiul)	Prezentare Discuții interactive Observații	
Extracția, procesarea și reciclarea metalelor neferoase: alte metale. Materii prime critice	Prezentare Discuții interactive Observații	
Mineritul urban (urban mining): reciclarea metalelor provenite din deșeurile solide urbane	Prezentare Discuții interactive Observații	
Recuperarea metalelor din deșeuri electrice și electronice	Prezentare Discuții interactive Observații	
Recuperarea metalelor din baterii și autovehicule scoase din uz	Prezentare Discuții interactive Observații	

Bibliografie

1. Antonopoulos I., Canfora P., Gaudillat P., Dri M., Eder P., *Best Environmental Management Practice in the Fabricated Metal Products manufacturing sector*, EUR 30025 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-14299-7, doi:10.2760/894966, JRC119281
2. Aydın, S., Güneysu, S., Ciner, M.N. *et al.* The effect of volume reduction methods on beverage packaging waste recycling in the deposit return system. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* **22**, 13135–13154 (2025). <https://doi.org/10.1007/s13762-025-06476-4>
3. J. Bachér, J. Laatikainen-Luntama, L. Rintala, M. Horttanainen, 2025, The distribution of valuable metals in gasification of metal-containing residues from mechanical recycling of end-of-life vehicles and electronic waste, *Journal of Environmental Management*, ISSN 0301-4797, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.123526>.
4. Konstantin Born, Mehmet Metehan Ciftci, 2024, The limitations of end-of-life copper recycling and its implications for the circular economy of metals, *Resources, Conservation and Recycling*, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107318>.
5. Clare Broadbent, 2016, Steel's recyclability: demonstrating the benefits of recycling steel to achieve a circular economy, *Int J Life Cycle Assess* (2016) 21:1658–1665, DOI 10.1007/s11367-016-1081-1.
6. Chacana-Olivares, J., Peceño, B., Grageda, M. *et al.* Lithium-ion battery recycling: a perspective on key challenges and opportunities. *npj Mater. Sustain.* **3**, 38 (2025). <https://doi.org/10.1038/s44296-025-00083-7>
7. An Thinh Nguyen & Luc Hens (Ed.), 2023, *Global Changes and Sustainable Development in Asian Emerging Market Economies: Volume 2*, Proceedings of EDESUS 2023, Springer, International Conference on "Global Changes and Sustainable Development in Asian Emerging Market Economies", edesus, edesus2023, EDESUS, Hanoi Vietnam, 2023 09 09–2023 09 11, ISBN 978-3-031-68841-6 ISBN 978-3-031-68842-3 (eBook), <https://doi.org/10.1007/978-3-031-68842-3>, 657 p.

³ De exemplu aspecte organizatorice, recomandări pentru studenți, aspecte specifice legate de curs/seminar cum ar fi invitarea unor practicieni în domeniu etc.

8. Harald Desing, Marinella Passarella, Romain G. Billy, Alexander Griebler, Moritz Langhorst, Stefan Pogatscher, Dierk Raabe, Kirsten Remmen, Sebastian Samberger, Hauke Schlesier, Daniel B. Müller, Michael Tost, 2026, Climate stability hinges on energy-material feedback dynamics: Aluminum perspectives, *Resources, Conservation and Recycling*, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2026.108911>.
9. Elizabeth Leese, Jelle Verdonck, Simo P. Porras, Jaakko Airaksinen, Radu C. Duca, Karen S. Galea, Lode Godderis, Beata Janasik, Selma Mahiout, Carla Martins, Inese Mārtiņšone, Maria Mirela Ani, An van Nieuwenhuysse, Paul T.J. Scheepers, Maria João Silva, Susana Viegas, Tiina Santonen, 2025, HBM4EU e-waste study – Occupational exposure assessment to chromium, cadmium, mercury and lead during e-waste recycling, *Environmental Research*, ISSN 0013-9351, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.121892>.
11. Passarini, F. Ciacci, L. Nuss, P., Manfredi, S., 2018, Material Flow Analysis of Aluminium, Copper, and Iron in the EU-28, Joint Research Centre, <https://ec.europa.eu/jrc>, JRC111643 EUR 29220, ISBN 978-92-79-85744-7, ISSN 1831-9424, doi:10.2760/1079
12. Fabrice Mathieux et al., 2017, Critical raw materials and the circular economy, *Background report*, JRC108710, EUR 28832, ISBN 978-92-79-74282-8, ISSN 1831-9424, doi:10.2760/378123
13. Yadav, D. K., Kumar, P., Singh, P., & Vallerio, D. A. (Eds.). (2021). **Hazardous waste management: An overview of advanced and cost-effective solutions**. Elsevier, ISBN: 978-0-12-824344-2
14. Dupont, R. Ryan; Ganesan, Kumar; Theodore, Louis Publisher, 2017, Pollution Prevention: Sustainability, Industrial Ecology and Green Engineering, Second Edition: CRC Press, Year: 2017 ISBN: 978-1-4987-4954-1
15. Modoi, O.-C.; Mihai, F.-C. E-Waste and End-of-Life Vehicles Management and Circular Economy Initiatives in Romania. *Energies* **2022**, *15*, 1120. <https://doi.org/10.3390/en15031120>
16. Ernst Worrell & Markus A. Reuter (Ed.), 2014, Handbook of recycling : state-of-the-art for practitioners, analysts, and scientists, Elsevier, ISBN: 978-0-12-396459-5, 555 p.
17. Koinig G, Kuhn N, Fink T, Lorber B, Radmann Y, Martinelli W, Tischberger-Aldrian A. Deep learning approaches for classification of copper-containing metal scrap in recycling processes. *Waste Manag.* 2024 Dec 15;190:520-530. doi: 10.1016/j.wasman.2024.10.022. Epub 2024 Oct 24. PMID: 39454556.
18. Schäfer, M., Faltings, U. & Glaser, B. Machine learning approach for predicting tramp elements in the basic oxygen furnace based on the compiled steel scrap mix. *Sci Rep* **15**, 2430 (2025). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-86406-z>.
19. Quan, Y., Dunn, M., Montana, G. et al. Computer Vision-Based Aluminum Scrap Grade Classification and Detection for Upcycling. *J. Sustain. Metall.* **11**, 2954–2964 (2025). <https://doi.org/10.1007/s40831-025-01172-6>.
20. Santhana Krishnan, Nor Syahidah Zulkapli, Hesam Kamyab, Shazwin Mat Taib, Mohd Fadhil Bin Md Din, Zaiton Abd Majid, Sumate Chairapat, Iwao Kenzo, Yo Ichikawa, Mohd Nasrullah, Shreeshivadasan Chelliapan, Norzilla Othman, 2021, Current technologies for recovery of metals from industrial wastes: An overview, *Environmental Technology & Innovation*, Vol. 22, 2021, 101525, ISSN 2352-1864, <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101525>
21. Gondia Sokhna Seck, Emmanuel Hache, Clément Bonnet, Marine Simoën, Samuel Carcanague, 2020, Copper at the crossroads: Assessment of the interactions between low-carbon energy transition and supply limitations, *Resources, Conservation and Recycling*, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105072>.
22. Seif, R., Salem, F.Z. & Allam, N.K. E-waste recycled materials as efficient catalysts for renewable energy technologies and better environmental sustainability. *Environ Dev Sustain* **26**, 5473–5508 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10668-023-02925-7>.
23. Bharat Singh Chahar, V. Singh, K. Mondal, 2026, Novel recycling of secondary Zn dross into multiple products, like sacrificial Zn anode, ZnSO₄, Zn coated steel rebar and Zn coated graphite rod, *Separation and Purification Technology*, ISSN 1383-5866, <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2026.137044>.
24. Lois Miraux, Tanguy Manescau, Vincent Bos, 2026, Probabilistic modeling of European Li-ion battery production and recycling, *Resources, Conservation and Recycling*, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2026.108817>.
25. Jiajia Suo, Bowen Yang, Sonja Prideaux, Henrik Pettersson, Lars Kloo, 2025, From lead–acid batteries to perovskite solar cells – efficient recycling of Pb-containing materials, *Electronic supplementary information (ESI) available*. See DOI: <https://doi.org/10.1039/d4su00470a>, *RSC Sustainability*, ISSN 2753-8125.
26. Marta Gabriele, Maikel Rosabal, Miguel Montoro Girona, Patrice Blaney, Guillaume Grosbois, 2025, Mining and e-waste recycling influence the spatial distribution of technology-critical elements, but not rare earth elements, in boreal lakes, *Science of The Total Environment*, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.180916>.
27. Wu, H., Cheng, J., Zhong, H. et al. Recent progress in iron and steel industry decarbonization strategies: industrial advancements and challenges. *Environ Sci Pollut Res* **32**, 4445–4471 (2025). <https://doi.org/10.1007/s11356-025-36038-7>.
28. Takashi Nakamura, Kohmei Halada, 2015, *Urban Mining Systems*, Springer Briefs in Applied Sciences and Technology, ISSN 2191-5318 (electronic) ISBN 978-4-431-55074-7 ISBN 978-4-431-55075-4 (eBook).
29. Yang, S., Wang, Y., Pan, H. et al. Lithium extraction from low-quality brines. *Nature* **636**, 309–321 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41586-024-08117-1>.

30. Bressanelli, Gianmarco; Sacconi, Nicola; Pigosso, Daniela C. A.; Perona, Marco, 2020, Circular Economy in the WEEE industry: a systematic literature review and a research agenda, *Sustainable Production and Consumption*, 23, 174-188. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.05.007>.
31. European Commission, 2020, Joint Research Centre (authors by alphabetical order: Bobba, S., Carrara, S., Huisman, J. (co-lead), Mathieux, F., Pavel, C. (co-lead)) - Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU - A Foresight Study, ISBN 978-92-76-15337-5 doi: 10.2873/865242 ET-04-20-034-EN-C
32. Comisia Europeană, Comunicare a Comisiei către Parlamentul European, Consiliu, Comitetul Economic și Social European și Comitetul Regiunilor - Reziliența materiilor prime critice: trasarea unui model pentru îmbunătățirea securității și a durabilității, Bruxelles, 3.9.2020 COM (2020) 474 final.
33. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Ferrous Metals Processing Industry, Final Draft (October 2021)
34. European Commission – DG Environment A.2.; *Service contract supporting the Evaluation of the Directive 2000/53/EC on end-of-life vehicles* under framework contract No. ENV.F.1.FRA/2014/0063, Final report, Rotterdam, August 2020.

8.2 Seminar / laborator	Metode de predare - învățare	Observații
Proprietățile metalelor. Importanța cunoașterii proprietăților metalelor pentru procesele de extracție, prelucrare, reciclare a metalelor.	expunerea, problematizare, exerciții, studii de caz	
Extracție, prelucrare și reciclare a mineralelor metalice. Tehnologii noi.	expunerea, problematizare, exerciții, studii de caz	
Monitorizarea emisiilor de la cuptoarele tip furnal utilizate pentru obținerea oțelului din materii prime și deșeuri feroase	expunerea, problematizare, exerciții, studii de caz	
Închiderea ciclului: soluții pentru reciclarea fierului și oțelului. Importanța reciclării fierului și oțelului.	expunerea, problematizare, exerciții, studii de caz	
Aluminiul. Importanța reciclării. Simularea unui ciclu LCA pentru reciclarea Al.	expunerea, problematizare, exerciții, studii de caz	
Reciclarea metalelor neferoase. Surse, consum energetic, reducerea consumului de resurse naturale: Cuprul.	expunerea, problematizare, exerciții, studii de caz	
Reciclarea metalelor neferoase. Surse, consum energetic, reducerea consumului de resurse naturale: Zn, Pb, alte metale.	expunerea, problematizarea, exerciții, studii de caz, metode combinate	
Deșeuri de metale din procesele de acoperiri metalice. Nămoluri uzate cu conținut de metale grele. Procedee electrolitice	expunerea, problematizarea, exerciții, studii de caz, metode combinate	
Extragerea metalelor sub formă de urme din deșeuri industriale cu ajutorul unor procedee electrolitice. Materii prime critice	expunerea, problematizare, exerciții, studii de caz	
Reciclarea metalelor feroase și neferoase din deșeuri electrice și electronice	expunerea, problematizare, exerciții, studii de caz	
Reciclarea metalelor feroase și neferoase din autovehicule scoase din uz	expunerea, problematizare, exerciții, studii de caz	

Bibliografie

1. Nunez, P., Jones, S. Cradle to gate: life cycle impact of primary aluminium production. *Int J Life Cycle Assess* 21, 1594–1604 (2016). <https://doi.org/10.1007/s11367-015-1003-7>.
2. Yong Geng, Joseph Sarkis & Raimund Bleischwitz, 2023, How to build a circular economy for rare-earth elements - Rare-earth elements can be extracted from electronic waste, Comment in Springer Nature, *Nature* 619, 248-251 (2023), doi: <https://doi.org/10.1038/d41586-023-02153-z>.

3. Alexandre Charpentier Poncelet, Christoph Helbig, Philippe Loubet, Antoine Beylot, Stéphanie Muller, et al.. Losses and lifetimes of metals in the economy. *Nature Sustainability*, 2022, 5, pp.717-726. 10.1038/s41893-022-00895-8. hal-03702553.
4. Dareen Dardor, Daniel Flórez-Orrego, Meire Ellen Ribeiro Domingos, Reginald Germanier, Manuele Margni, François Maréchal, 2025, Towards carbon-negative primary aluminium production: Integrating biomass resources and renewable electricity, *Journal of Cleaner Production*, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.146994>.
5. Aylin Nur Erkmén, Roland Ulber, Thomas Jüstel, Mirjam Altendorfer, 2025, Towards sustainable recycling of critical metals from e-waste: Bioleaching and phytomining, *Resources, Conservation and Recycling*, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.108057>
6. Kanchana RK, Dilrukshi, Ilaria R. Merutka, Melissa Chernick, Stephanie Rohrbach, Remy Babich, Niroshan Withanage, Pani W. Fernando, Nishad Jayasundara, 2024, Determining bad actors: A linear mixed effects model approach to elucidate behavioral toxicity of metal mixtures in drinking water, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, ISSN 0147-6513, <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.117296>
7. Jin, H., Lu, J., Xing, S. et al. Quantifying industrial ecological transformation of the iron and steel industrial symbiosis network with exergy metabolism. *Clean Techn Environ Policy* **27**, 4457–4470 (2025). <https://doi.org/10.1007/s10098-025-03136-6>.
8. Magalini, F., & Huisman, J. (2018). *WEEE Recycling Economics - The shortcomings of the current business model*. United Nations University, UNU-ViE SCYCLE.
9. Modoi, OC, Mihai, FC, 2022, E-Waste and End-of-Life Vehicles Management and Circular Economy Initiatives in Romania, DOI 10.3390/en15031120, WOS:000756224600001.
10. Piotr Nowakowski, Mariusz Wala, 2024, Electric waste collection vehicles in Poland: A challenge or burden for local communities?, *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, ISSN 2352-5541, <https://doi.org/10.1016/j.scp.2024.101452>.
11. Pérez Horno, B., Feldmann, A. & Samuelsson, P. Mapping the dynamics shaping the future of steel recycling. *Discov Sustain* **6**, 808 (2025). <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01750-4>
12. K. Schoch, M. Bickel, C. Liedtke, F. Hemmert, 2025, Circular economy from scratch: A novel project-based learning method to increase motivation in metal recycling among industrial design students, *MethodsX*, ISSN 2215-0161, <https://doi.org/10.1016/j.mex.2024.103137>
13. Ankur Srivastava, Arunabh Meshram, 2026, Waste-to-hydrogen production: Recycling aluminium dross in alkali solutions, *Next Energy*, ISSN 2949-821X, <https://doi.org/10.1016/j.nxener.2025.100498>.
14. Pietro Cattaneo, Lorenzo De Vita, Camilla Zanoni, Davide Ruzza, Mariacristina Colantuono, Diana Di Cintio, Carmen Cavallo, Mark Copley, Eliana Quartarone, 2026, How research & innovation ramp up Li-ion Battery recycling, *Journal of Power Sources Advances*, ISSN 2666-2485, <https://doi.org/10.1016/j.powera.2025.100198>.
15. Zhang, J., Hu, G. & Mu, X. Environmental benefits assessment of closed-loop recycling for power batteries: a focus on cathode material recycling. *Clean Techn Environ Policy* **28**, 68 (2026). <https://doi.org/10.1007/s10098-026-03428-5>.
16. Haiwei Zhou, Yuyao Yang, Wen Li, Jon McKechnie, Sebastian Thiede, Peng Wang, 2024, EU's recycled content targets of lithium-ion batteries are likely to compromise critical metal circularity, *One Earth*, ISSN 2590-3322, <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2024.06.017>.
17. Shivendra Sinha, R. Choudhari, D. Mishra, S. Shekhar, A. Agrawal, K.K. Sahu, 2026, Valorisation of waste galvanizing dross: Emphasis on recovery of zinc with zero effluent strategy, *Journal of Environmental Management*, ISSN 0301-4797, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109985>.
18. Zhongfu Cheng, Muxing Guo, Bart Blanpain, Annelies Malfliet, 2024, Clean recycling of Zn-bearing slags by a plasma fuming process, *Chemical Engineering Journal*, ISSN 1385-8947, <https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.152838>.
19. Xiaobo Min, Xin Wang, Yun Li, Qingyu Huang, Jiawei Lu, Yunyan Wang, Cong Peng, Zongliang Zhang, Yong Ke, 2025, Efficient recovery of Zn, Pb and Cu from High-Zinc melts by CO-blowing bath reduction, *Chemical Engineering Journal*, ISSN 1385-8947, <https://doi.org/10.1016/j.cej.2025.163731>.
20. Seyeon Cho, Junkee Kim, Se Yong Park, Hae-Seok Lee, Suhwan Kim, and Jongsung Park, 2025, High-Efficiency Silver Recovery from End-of-Life Photovoltaic Modules via Hydrodynamically Optimized Electrowinning, *ACS Omega* 2025, 10 (38), 44270-44279, DOI: 10.1021/acsomega.5c05897.
21. Modrzynski, C., Blaesing, L., Hippmann, S., Bertau, M., Bloh, J.Z. and Weidlich, C. (2021), Electrochemical Recycling of Photovoltaic Modules to Recover Metals and Silicon Wafers. *Chemie Ingenieur Technik*, 93: 1851-1858. <https://doi.org/10.1002/cite.202100105>.
22. Sanaz Amirmokhtar Radi, Sajjad Shokouhyar, 2021, Toward consumer perception of cellphones sustainability: A social media analytics, *Sustainable Production and Consumption*, ISSN 2352-5509, <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.08.012>.

23. . G.D. Corder, A. Golev, D. Giurco, 2015, "Wealth from metal waste": Translating global knowledge on industrial ecology to metals recycling in Australia, Minerals Engineering, ISSN 0892-6875, <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2014.11.004>.
24. Patrick Kangas, Gary E. Seibel, 2018, An industrial ecology teaching exercise on cycling e-waste, Ecological Modelling, ISSN 0304-3800, <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2017.12.008>.
25. M. Al-Mutair, R. Kumar, B. A. Al-Mur, O. A. Mohamed, M. A. Barakat, 2024, An overview of metals extraction and recovery from industrial wastewater sludge, *Can. J. Chem. Eng.* 2024, 102(8), 2892, <https://doi.org/10.1002/cjce.25230>.
26. Wold Economic Forum, Mining & Metals in a Sustainable World 2050, Industry agenda, 2015, Prepared in collaboration with The Boston Consulting Group.
27. Mohammed Zari, Richard Smith, Charles Wright, Rebecca Ferrari, 2022, Health and environmental impact assessment of landfill mining activities: A case study in Norfolk, UK, *Heliyon*, Vol 8, Issue 11, 2022, ISSN 2405-8440, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11594>.

9. Evaluare

Tip activitate	9.1 Criterii de evaluare ⁴	9.2 Metode de evaluare ⁵	9.3 Pondere din nota finală
9.4 Curs	Nivelul de înțelegere a conceptelor	Examen scris	50%
	Capacitatea de analiză		
	Integrarea cadrului legislativ		
	Calitatea argumentării		
9.5 Seminar/laborator	Aplicarea cunoștințelor în contexte practice	Studii de caz	30%
	Calitatea argumentării	Activitate la seminar	20 %
9.6 Standard minim de promovare			
<ul style="list-style-type: none"> - obținerea unei note minime de 5 la fiecare componentă majoră (examen / proiect); - respectarea cerințelor minime de participare la activitățile didactice. 			

10. Etichete ODD (Obiective de Dezvoltare Durabilă / Sustainable Development Goals)⁶

		Eticheta generală pentru Dezvoltare durabilă						

Data completării:

Semnătura titularului de curs

Semnătura titularului de seminar

...

Lect.dr. Cristina Modoi

Lect.dr. Cristina Modoi

⁴ Criteriile de evaluare trebuie să reflecte direct rezultatele învățării vizate la nivel de program de studii, respectiv la nivel de disciplină. Mai concret, se evaluează achizițiile de învățare menționate în rezultatele anticipate ale învățării.

⁵ Se recomandă stabilirea atât a metodelor de evaluare finală, cât și a strategiei de evaluare pe parcurs.

⁶ Selectați o singură etichetă, cea care, în conformitate cu [Procedura de aplicare a etichetelor ODD în procesul academic](#), se potrivește cel mai bine disciplinei. Dacă disciplina tratează tema dezvoltării durabile la modul general (de ex. prin prezentarea/introducerea cadrului general al dezvoltării durabile etc.) atunci se poate alocă eticheta generală de Dezvoltare Durabilă. Dacă niciuna dintre etichete nu descrie disciplina, selectați ultima opțiune: „Nu se aplică nici o etichetă”.

Data avizării în departament:

...

Semnătura directorului de departament

.....