

**Referat wygłoszony na posiedzeniu Komisji Nauk Geologicznych PAN
Oddział w Krakowie w dniu 12 listopada 2020 r.**

Dr hab. inż. Alicja KICIŃSKA, prof. AGH
Katedra Ochrony Środowiska
Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska,
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie,
kicinska@agh.edu.pl
ORCID: 0000-0003-2725-7319

**Ryzyko środowiskowe związane ze składowaniem
odpadów metalurgicznych**

Environmental risk related to the storage of metallurgical waste

Odpady metalurgiczne wykazują zmienne właściwości fizyczne oraz zróżnicowany, a czasami dość skomplikowany i trudny do określenia skład chemiczny. Przyczyną tego stanu rzeczy jest sposób pozyskania surowca przeróbczego, jego geologiczne pochodzenie oraz technologie, jakie zostały zastosowane w procesach produkcyjnych, często udoskonalane poprzez wprowadzanie coraz to nowych ulepszcaczy, katalizatorów i substancji zmieniających właściwości finalnego produktu. Powszechnie znanym przykładem odpadów metalurgicznych są żużle – uboczny produkt powstały w procesach hutniczych metali, zawierającym zanieczyszczenia i pozostałości rud, topniki i tlenki metali (w tym metali ciężkich), jak również niedopalone fragmenty węgla, koksu czy innego użytego paliwa.

Najbardziej pożądanym sposobem zagospodarowania odpadów, zarówno z ekonomicznego punktu widzenia, jak i środowiskowego, jest ich ponowne wykorzystanie, poprzez zawrócenie do zamkniętego obiegu technologicznego lub skierowanie do innego procesu produkcyjnego, jako tzw. surowce wtórne. Żużle mogą być wykorzystywane jako dodatek w produkcji ceramiki budowlanej, betonów zbrojonych lub jako kruszywo drogowe stosowane do budowy nasypów drogowych. Jednakże, aby to było możliwe, w świetle przepisów prawa UE muszą spełniać szereg wymagań (m.in.: PN-EN 15167-1:2007, PN-EN 206-1:2003, PN-EN 13242+A1:2010), ale przede wszystkim powinny być bezpieczne dla środowiska glebowego, wodnego oraz dla organizmów żywych, zwłaszcza dla ludzi (Kabata-Pendias & Pendias 1999). Ocenę prawdopodobieństwa wystąpienia negatywnych skutków u organizmów żywych wskutek oddziaływania jednego bądź

wielu czynników stresogennych przeprowadza się w procesie oceny ryzyka środowiskowego (Håkanson 1980, Kicińska 2019). Ocena ta może być przeprowadzona różnymi metodami: statystycznymi, eksperckimi (opierającymi się na wiedzy i doświadczeniu osoby jej dokonującej), bądź na podstawie analityki chemicznej, która jest co prawda drogą i czasochłonną metodą ale pokazuje rzeczywiste zagrożenie, jakie stanowi dany materiał dla środowiska i pozwala w sposób wymierny rozpoznać jego fizyczne i chemiczne właściwości.

W referacie przedstawiono wyniki analiz, jakie wykonano na świeżych i zleżałych próbkach żużli poprodukcyjnych z końcowego procesu rafinacji ołowiu (Kicińska 2020). Określono parametry takie jak wilgotność naturalna i gęstość nasypowa. W wyciągach wodnych żużli zmierzono pH, a także zbadano zawartość siarczanów, chlorków i wybranych metali ciężkich (tj. Cd, Cu, Fe, Mn, Zn, Pb). Za pomocą biotestów określono toksyczność, jaką wykazywał odpad w stosunku do organizmów żywych. Na podstawie uzyskanych wyników wyliczono indywidualne wskaźniki zanieczyszczenia (*Individual Contamination Factor ICF*), jak również mobilność metali, za pomocą wskaźnika mobilności (*Mobility Factor MF*).

Analiza materiału badawczego pozwoliła stwierdzić, iż koncentracje metali ciężkich w poszczególnych partiach żużli mogą być niezwykle zróżnicowane i uwarunkowane zmiennym składem chemicznym i mineralogicznym koncentratów stanowiących surowce pierwotne przetwarzane w hucie. Uzyskane wyniki analiz odniesiono również do obowiązującego prawodawstwa i na ich podstawie zaklasyfikowano żużel jako odpad niebezpieczny. Wykazano że materiał ten stanowi istotne źródło łatwo wymywanych pierwiastków (tj. Cd, Zn i Pb), przez co wykorzystanie gospodarcze żużli może okazać się szkodliwe dla środowiska.

W wykonanej ocenie ryzyka środowiskowego związanego ze składowaniem żużli, zwrócono szczególną uwagę na ważny aspekt środowiskowy, jakim jest właściwe zabezpieczenie składowisk i hałd, na których żużel jest deponowany, z uwagi na możliwość wymywania znacznych ilości metali, jak również siarczanów i chlorków.

Niewątpliwie składowanie żużli na składowiskach odpadów może stanowić swoiste źródło antropogeniczne pierwiastków możliwe do wykorzystania w przyszłości. Jednak obecnie materiał ten wymaga należytego zabezpieczenia, a jego składowiska monitorowania.

Praca została sfinansowana w ramach subwencji wydziałowej WGGIOŚ, AGH nr 16.16.140.315

Literatura:

Håkanson, L. 1980. An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach. *Water Res.*, 14, 975–1001.

Kabata-Pendias A., Pendias H. 1999. *Biogeochemistry of trace elements*. PWN, Warsaw

Kicińska A. 2019. Environmental risk related to presence and mobility of As, Cd and Tl in soils in the vicinity of a metallurgical plant – Long-term observations. *Chemosphere*, 236, art. No. 124308,

doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.07.039

Kicińska A. 2020. Physical and chemical characteristics of slag produced during Pb refining and the environmental risk associated with the storage of slag. *Environmental Geochemistry and Health*, doi:10.1007/s10653-020-00738-5

PN-EN 15167-1:2007, Mielony granulowany żużel wielkopiecowy do stosowania w betonie, zaprawie i zaczynie. Część 2: Ocena zgodności.

PN-EN 206-1:2003, Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.

PN-EN 13242+A1:2010 Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym.