

WSTĘPNE ROZPOZNANIE HAŁDY W WAŁBRZYCHU W REJONIE KOPALNI VICTORIA

PRELIMINARY RECONNAISSANCE OF THE HEAP IN WAŁBRZYCH IN THE AREA OF VICTORIA MINE

Amelia Zielińska, Kamil Piróg - „Poltegor-Institut” Instytut Górnictwa Odkrywkowego, Wrocław

W artykule przedstawiono działania „Poltegor-Institut” w ramach projektu MINRESCUE „Od odpadów wydobywczych po cenne zasoby: nowe koncepcje gospodarki o obiegu zamkniętym”. Przeprowadzono wstępne rozpoznanie hałdy zlokalizowanej w Wałbrzychu polegające na wykonaniu odwiertów, pobraniu próbek, a następnie poddaniu ich wstępnym analizom składu jakościowo-ilościowego.

Słowa kluczowe: odpady wydobywcze, recykling, EDX

The paper presents the activities of „Poltegor-Institut” realized within „From Mining Waste to Valuable Resource: New concepts of the Circular Economy” MINRESCUE. A preliminary reconnaissance of the heap located in Wałbrzych was carried out, consisting in drilling boreholes, taking samples and then subjecting them to preliminary analyzes of their qualitative and quantitative composition.

Keywords: coal mining waste, recykling, EDX

Wstęp

Polska jest obecnie jednym z dwóch krajów Unii Europejskiej wydobywających węgiel kamienny. Odpowiada za 96 % wydobywanego w UE węgla kamiennego, za pozostałą część - Czechy [1]. Złóża węgla kamiennego w Polsce występują w rejonie trzech zagłębi węglowych: Dolnośląskiego, Górnośląskiego i Lubelskiego. W ostatnich latach zlikwidowano szereg kopalń w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym (GZW), a w roku 2000 roku zakończono wydobywanie węgla kamiennego w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym.

Według stanu na koniec 2010 r. wydobywanie węgla kamiennego prowadzono w 47. złożach w GZW i w jednym złożu w Lubelskim Zagłębiu Węglowym (Kopalnia Bogdan-ka). W 2010 r. wydobyto 69,19 mln ton węgla kamiennego (GUS, 2011 r.). Z kolei już w 2019 r., polskie kopalnie wydobyły o 7,6 mln ton węgla mniej. Wprawdzie z roku na rok wydobywanie węgla kamiennego w Polsce spada, jednak ilość odpadów geomateriałów pozostaje niezagospodarowana. Źródłem powstawania odpadów jest nie tylko wydobywanie, ale i przeróbka węgla [2]. W związku z tym przemysł węglowy zarówno w Polsce jak i w Europie stoi przed wyzwaniami związanymi z zarządzaniem, recyklingiem i upcyklingiem geomateriałów odpadowych. Dlatego podejmowane są nowe działania dotyczące racjonalnego wykorzystania i zagospodarowania odpadów powydobywczych. Zagadnienia te są

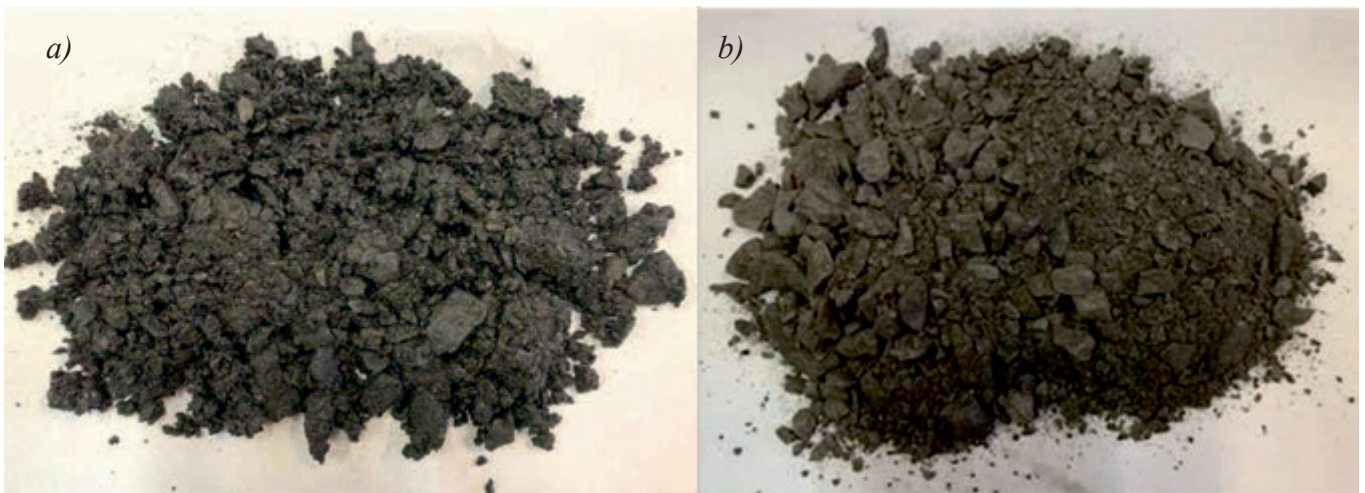
poruszane i rozwiązywane m.in. w projektach badawczych. Jednym z nich jest, realizowany w „Poltegor-Institut”, projekt międzynarodowy MINRESCUE „Od odpadów wydobywczych po cenne zasoby: nowe koncepcje gospodarki o obiegu zamkniętym” [3]. Głównym celem projektu jest wykorzystanie geomateriałów odpadowych pochodzących z górnictwa węglowego (CMWG - Coal Mining Waste Geomaterials) jako składników do produkcji materiałów budowlanych. W ten sposób projekt MINRESCUE przyczynia się do promowania, jak i realizacji założeń gospodarki o obiegu zamkniętym. Działania „Poltegor-Institut” w MINRESCUE są ukierunkowane na rozpoznanie hałdy, zlokalizowanej w Wałbrzychu przy Kopalni Victoria. Polegają one na wykonaniu odwiertów i poboru materiału, a następnie przeprowadzeniu analiz składu ilościowo-jakościowego oraz określeniu zawartości materii organicznej.

Działania „Poltegor-Institut” w projekcie MINRESCUE

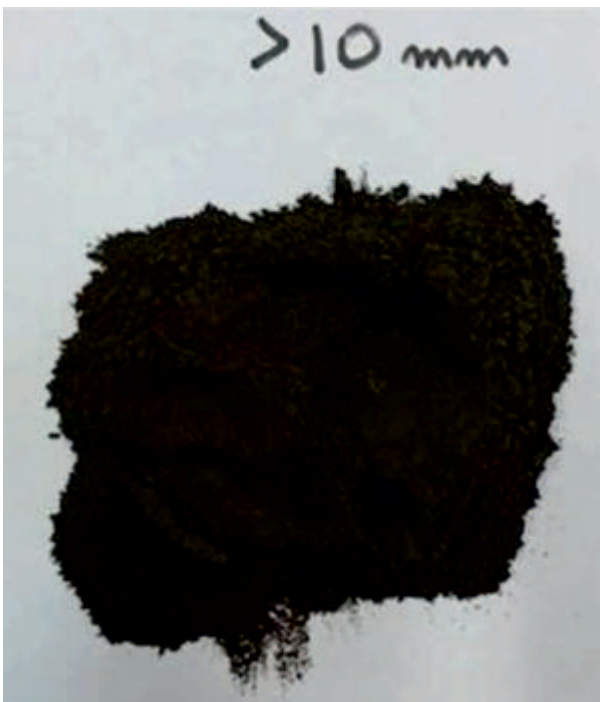
Pobrano próbki z hałdy zlokalizowanej w Wałbrzychu z punktów, których współrzędne wyznaczono za pomocą GPS. Probki oznaczono numeracją 1-12, z czego dziewięć próbek pobrano z głębokości w przedziale od 0 do 5 m przy użyciu zestawu ręcznego do wierceń geotechnicznych oraz trzy próbki pobrano powierzchniowo. Punkty i głębokości poboru próbek oraz współrzędne zawarto w tabeli 1, a przykładowe zdjęcie próbki przedstawiono na fotografii (fot. 1a). Na podstawie ma-

Tab. 1. Punkty poboru próbek wraz ze współrzędnymi
 Tab. 1. Sampling points with coordinates

Nr punktu	Współrzędne układ 92'	Głębokość punktu poboru
PKT 1	X: 325321.661 Y: 307206.438 Z: 464.604	5,0 m
PKT 2	X: 325402.382 Y: 307137.405 Z: 480.862	4,0 m
PKT 3	X: 325278.127 Y: 307171.015 Z: 452.874	Powierzchniowo
PKT 4	X: 325256.806 Y: 307207.439 Z: 452.878	Powierzchniowo
PKT 5	X: 325243.549 Y: 307229.030 Z: 454.873	Powierzchniowo



Fot. 1. a) surowy, mokry materiał; b) sucha próbka
 Fot. 1. a) raw wet material; b) dry sample



Fot. 2. Frakcja nadziarnowa
 Fot. 2. Oversize fraction

kroskopowych oględzin prób stwierdzono, że dominującym składnikiem są okruchy łupków ilastych.

Próbki suszono na powietrzu przez kilka dni w celu usunięcia wilgoci (fot. 1 b). Gdy wilgotność próbek wyniosła poniżej 5% (próbki powietrznie-suche) wówczas ważono je, po czym przesiewano przez sito o średnicy $\varnothing 10$ mm. Frakcję nadsitową $> \varnothing 10$ mm poszczególnych próbek ważono i na tej podstawie wyznaczono ich procentową zawartość w masie danej próbki (tab. 1). Probki, których zawartość frakcji wyniosła poniżej 5% tj. PKT: 2, 3, 4, 5 pominięto w obliczeniach, ze względu na nieznaczący udział w całkowitej masie materiału. W ten sposób uzyskano procentowy rozkład wielkości ziaren o średnicy powyżej $\varnothing 10$ mm dla poszczególnych próbek.

Strata prażenia

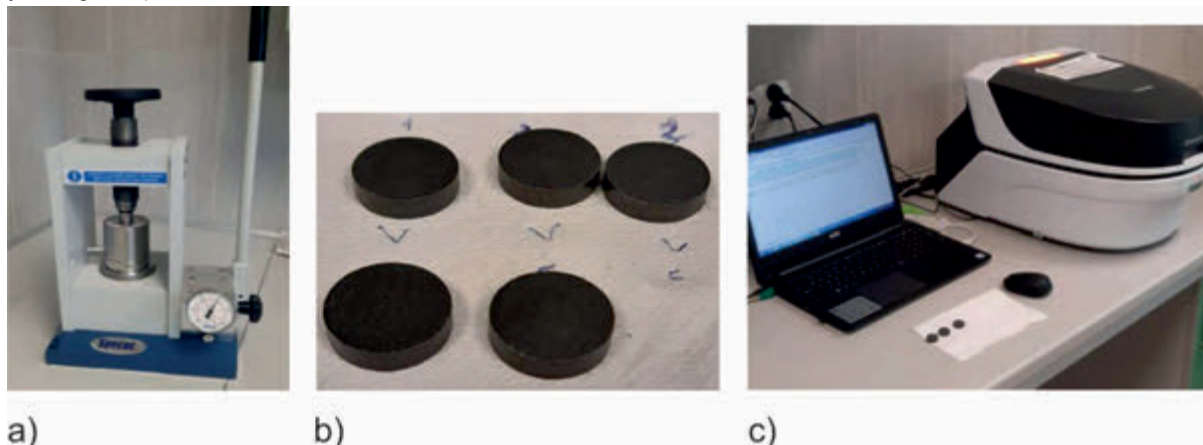
Otrzymaną frakcję o średnicy $> \varnothing 10$ mm (fot. 2) poddano prażeniu (ang. *LOI - Loss on ignition*). Metoda straty masy przy prażeniu, to procedura polegająca na rozkładzie termicznym substancji organicznej w piecu elektrycznym. Zawartość części organicznych oblicza się przez porównanie masy próbki wysuszonej do stałej masy przed jej spalaniem i po jej spalaniu (prażeniu).

Próbki frakcji naważono, do uprzednio wyprażonych i zważonych do stałej masy tygli. Przygotowano trzy tygle dla

Tab. 2. Wyniki analizy sitowej próbek pobranych z hałdy w Wałbrzychu
 Tab. 2. Results of the sieve analysis of samples taken from the heap in Wałbrzych

Nr frakcji	Oznaczenie punktu poboru	Masa próbki [kg]	Masa frakcji > Ø 10 mm [kg]	% zaw. > Ø 10 mm
1	0 – 2 (PKT 2) 1,0 - 2,0	2,456	0,273	11,12
2	0 – 1 (PKT 1) 4,0 - 5,0	3,774	0,366	9,69
3	0 – 1 (PKT 1) 3,0 - 4,0	5,564	0,558	10,03
4	0 – 1 (PKT 1) 2,0 - 3,0	5,608	0,531	9,47
5 *	0 – 2 (PKT 2) 0,0 - 1,0	2,493	0,103	4,12
6	0 – 2 (PKT 2) 2,0 - 3,0	3,335	0,296	8,86
7	0 – 2 (PKT 2) 0,0 - 1,0	6,664	1,002	15,03
8 *	PKT 4	5,750	0,131	2,27
9	0 – 1 (PKT 1) 1,0 - 2,0	4,628	0,377	8,15
10	0 – 2 (PKT 2) 3,0 - 4,0	2,522	0,364	14,42
11 *	PKT 3	3,721	0,011	0,29
12 *	PKT 5	4,356	0,001	0,02
Σ		50,871	4,011	7,88
Z wyłączeniem < 5%		34,551	3,765	10,90

*Fracje < 5% pominięto w obliczeniach



Fot. 3. a) prasa hydrauliczna; b) pastylki do analizy EDX; c) spektrometr EDX-7000
 Fot. 3. a) hydraulic press; b) EDX analysis pellets; c) EDX-7000 spectrometer

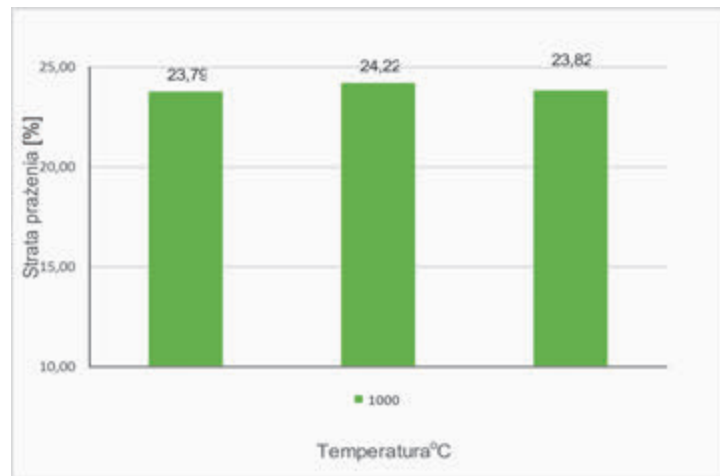
temperatury prażenia 1000°C, a do każdego tygla naważono na wadze analitycznej po 3 g materiału. Procedura prażenia próbek polegała na uprzednim wysuszeniu próbki przez godzinę w temperaturze 105-110°C. Następnie tygły umieszczone w piecu elektrycznym, prażono przez 4 godziny w wyznaczonej temperaturze, po czym studzono w eksykatorze. Wyprażony materiał wraz z tygłem ważono. Procedurę prażenia i ważenia powtarzano aż do uzyskania stałej masy. Wyniki umieszczono na rysunku 1.

Analiza EDX

Kolejnym etapem podjętym w ramach działań w projekcie MINRESCUE było przeprowadzenie analizy składu jakości-

wo-ilościowego na spektrometrze fluorescencji rentgenowskiej (model EDX-7000, firmy Schimandzu). W tym celu wykonano pastylki. Do wykonania pastylek odważono $2,25 \text{ g} \pm 0,1 \text{ g}$ materiału. Następnie dodano $0,75 \text{ g} \pm 0,1 \text{ g}$ substancji wiążącej w postaci kwasu borowego. W moździerzu porcelanowym umieszczono naważone składniki, które ucierano przez około 1 minutę do uzyskania homogenicznej mieszaniny. Utarty materiał umieszczano w manualnej prasie hydraulicznej (model: AtlasTM Manual 15Ton) firmy Specac. Prasowanie odbywało się przez 2 minuty z naciskiem 15 ton.

Następnie przygotowaną pastylkę umieszczano w komorze pomiarowej spektrometru i analizowano przez 10 minut metodą dedykowaną dla tego rodzaju materiałów. Uzyskany skład tlenkowy odpadowego geomateriału przedstawiono w tabeli 3.



Rys. 1. Wyniki strat prażenia w temperaturze 1000°C
Fig. 1. Loss on ignition results at 1000°C

Podsumowanie i wnioski

Analiza fluorescencji rentgenowskiej (EDX) wskazała, iż odpad powydobywczy pobrany z hałdy w Wałbrzychu nie zawiera pierwiastków toksycznych w postaci ołowiu, kadmu, rtęci w związku z tym, materiał ten może być stosowany do produkcji mieszanek betonowych. Strata prażenia dla frakcji > Ø 10 mm wyniosła 23,9 %. Ubytek masy był spowodowany rozpadem materii organicznej w postaci węgla organicznego, minerałów ilastych, węglanów i siarczków [4]. W ten sposób otrzymany materiał, poddany analizie granulometrycznej, a także wstępnym analizom chemicznym, został przekazany do ośrodków badawczych partnerów projektu z Wielkiej Brytanii, Włoch i Francji.

Kolejnym etapem działań „Poltegor-Institut” w projekcie MINRESCUE będzie scharakteryzowanie geomateriałów odpadowych pod kątem właściwości mechanicznych, a także kontynuowanie badań chemicznych o określonym składzie ziarnowym oraz wykonanie analizy sitowej, w celu uzyskania określonych frakcji odpadu (0-4 mm; 4-10 mm; 10 - 20 mm, a także > Ø 20 mm, > Ø 6,3 mm oraz < Ø 6,3 mm), a następnie przekazanie materiału do partnerów projektu.

Projekt finansowany ze środków Funduszu Badawczego Węgla i Stali (Umowa nr 899518 - MINRESCUE

This project has received funding from the Research Fund for Coal and Steel under grant agreement No 899518 - MINRESCUE

Praca naukowa opublikowana w ramach projektu międzynarodowego współfinansowanego ze środków programu Ministra

Tab. 3. Skład jakościowo-ilościowy frakcji >10 mm przed wyprażeniem
Tab. 3. Qualitative and quantitative composition of the > 10 mm fraction before ignition

Związek	Frakcja >10 mm (%)
SiO ₂	40,28
Al ₂ O ₃	19,73
Fe ₂ O ₃	6,45
K ₂ O	4,37
Na ₂ O	-
MgO	1,54
CaO	1,26
P ₂ O ₅	0,033
SO ₃	0,91
TiO ₂	1,26
Cr ₂ O ₃	0,02
MnO	0,09
Ba	-
SrO	0,02
Others	0,011
LOI	23,9

Nauki i Szkolnictwa Wyższego pn. „PMW” w latach 2020-2023; umowa nr 5153/FBWiS/2020/2

Research published in frame of an international projekt co-finances by the program of the Minister of Science and Higher Education entitled „PMW” in 2020-2023; contract No. 5153/FBWiS/2012/2

Literatura

- [1] <https://www.energetyka24.com/wegiel-kamienny-w-ue-wydobywaja-juz-tylko-dwa-panstwa>
- [2] http://geoportal.pgi.gov.pl/odpady/wytwarzanie/zrodla_wytwarzania
- [3] Rogosz B., Resak M., Szczepiński J., Bajcar A., Projekt badawczy „Od odpadów wydobywczych po cenne zasoby: nowe koncepcje gospodarki o obiegu zamkniętym (MINRESCUE), *Górnictwo Odkrywkowe* nr 5, 2020, s. 23-27
- [4] Łądkiewicz K., Wszędyrówny-Naśt M., Jaśkiewicz K., *Porównanie różnych metod oznaczania zawartości substancji organicznej*, *Przegląd Naukowy - Inżynieria i Kształtowanie Środowiska* 26 (1), 2017, s. 99-107