

**KATARZYNA SZOPKA, ADAM BOGDA,  
ANNA KARCZEWSKA, BERNARD GAŁKA,  
MARTA WOJTKOWIAK, DANIEL PRUCHNIEWICZ\***

## **WŁAŚCIWOŚCI ODPADÓW NA HAŁDACH GÓRNICZYCH WĘGLA KAMIENNEGO W NOWEJ RUDZIE W ASPEKCIE ICH BIOLOGICZNEJ REKULTYWACJI**

### *Streszczenie*

*Badano właściwości nieprzepalonego materiału odpadowego na hałdzie KWK Piast w Nowej Rudzie. Materiał wykazywał zbliżone właściwości w różnych częściach hałdy. Charakteryzował się dużą szkieletowością, znacznym udziałem węgla i obojętnym lub alkalicznym odczynem. Zasolenie mieściło się w klasie 0. Zawartości Pb, Zn i Cu były niskie. Nie stwierdzono istnienia czynników niekorzystnych dla rekultywacji.*

Słowa kluczowe: hałdy, węgiel kamienny, rekultywacja, gleba

### **Wstęp**

Eksploatację węgla w Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym zakończono na przełomie XX i XXI w., między innymi ze względów ekonomicznych oraz geologicznych [Karczevska 2008]. Zagłębie obejmowało dwa rejonów górniczych: Wałbrzych i Kamienna Góra. W rejonach tych pozostały zwały odpadów górniczych, głównie o stożkowym, groblowym lub nieregularnym kształcie i o stromych skarpach. Zwały takie są trudne do rekultywacji. Skalę płonną tworzą łupki ilaste i ilowce, mułowce, piaskowce oraz domieszki węgla. Ważnym składnikiem jest piryt  $\text{FeS}_2$ , którego utlenianie prowadzi zazwyczaj do zakwaszenia i zasolenia odpadów oraz zainicjowania aktywności termicznej. Hałdy mogą pozostawać aktywne termicznie przez wiele miesięcy [Lottermoser 2003].

Rekultywację zwałów nie przepalonych podejmuje się po częściowym rozładowaniu powierzchniowej warstwy materiału, po upływie kilku miesięcy lub lat od uformowania hałdy. W tym czasie odczyn materiału zwykle zmienia się od

---

\* Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska

obojętne w kwaśny, a następnie ulega powolnej neutralizacji. Zasolenie wzrasta, a następnie zmniejsza się wskutek ługowania rozpuszczalnych soli. Rekultywacja biologiczna hałd jest najłatwiejsza, jeśli skała płonna pokryta zostanie warstwą gruntu potencjalnie produktywnego. Jednak wobec braku takiego materiału, można zastosować metodę nasadzeń w dołki lub sadzić drzewa bezpośrednio w grunt, zgodnie z modelem PAN [Strzyszc 1989]. Czynnikiem ograniczającym wzrost roślin może być niedostateczna zasobność gruntu w składniki pokarmowe, w tym w przyswajalny azot.

Celem niniejszej pracy było określenie właściwości materiału zdeponowanego na jednej z hałd rejonu noworudzkiego, hałdzie zlikwidowanej KWK Piast.

### Obiekt badań

Hałda Piast, o powierzchni 14 ha i wysokości 60-110 m, charakteryzuje się nieregularnym kształtem, dużym nachyleniem skarp: 35-45° (fot. 1) oraz aktywnością termiczną, która przejawiała się trwającymi wiele lat intensywnymi procesami termicznymi, zakończonymi w roku 2006, dzięki zastosowaniu prac wygaszających [Poniński 2006, Drenda i in. 2007]. W latach 90. w dolnej części zwału oraz na fragmentach skarp prowadzono zabiegi rekultywacyjne, jednak kompleksową rekultywację można było projektować dopiero po zlikwidowaniu termicznej aktywności hałdy [Błaszke i in. 2002, Poniński 2006]. Lokalnie, w drodze samoistnej sukcesji stwierdzono wkraczanie na powierzchnię hałdy roślin, zwłaszcza roślin zielnych, takich jak starzec lepki, przymiotno kanadyjskie, podbiał pospolity i trzcinnik piaskowy, a także brzozy brodawkowatej. Na większości powierzchni wierzchowiny praktycznie brak roślinności (fot. 2).



*Fot. 1. Widok ogólny hałdy Piast od strony północno-zachodniej*  
*Phot. 1. General view to the Piast heaps from the north-west*



*Fot. 2. Wierzchowina hałdy*  
*Phot. 2. Plateau of the heap*



Fot. 3. Przepalony i nieprzepalony materiał zgromadzony na hałdzie (fot. A. Karczewska)  
Phot. 3. Blown and raw material gathered on the heap (photo A. Karczewska)

### Metodyka badań

Próbki pobrano w 7 punktach zlokalizowanych w różnych częściach hałdy: cztery – w obrębie rozległych wypłaszczeń w dolnej i środkowej części zwału, w znacznej mierze zadrzewionych, z dominującym udziałem brzozy brodawkowatej; oraz trzy – na wierzcholinie, lokalnie tylko pokrytej roślinnością zielną wkraczającą w drogę sukcesji naturalnej. We wszystkich punktach pobrano próbki z warstwy powierzchniowej (0-10 cm) tworzącej się gleby, a w 2 punktach – dodatkowo także z warstwy głębszej: 30-40 cm. Punkty pobrania próbek dobrano tak, aby reprezentowały materiał skały płonnej nie przepalanej (gdyż taki materiał dominuje na powierzchni hałdy), choć lokalnie na powierzchni występuje też materiał przepalony (fot. 3).

W pobranych próbkach oznaczono skład granulometryczny – metodą areometryczno-sitową, gęstość właściwą – metodą piknometryczną oraz podstawowe właściwości chemiczne i fizykochemiczne, w tym: zawartość węgla organicznego metodą Tiurina, odczyn w 1M KCl, kwasowość hydrolityczną, wymienne kationy zasadowe – zmodyfikowaną metodą Pallmanna (w octanie amonu) oraz zasolenie – metodą konduktometryczną. Nie oznaczano azotu

ogólnego i stosunku C:N, gdyż w przypadku hałd górniczych ten parametr nie jest dobrym wskaźnikiem dostępności azotu. Materiał nieprzepalonych hałd zawiera zwykle znaczne ilości azotu, głównie w formie heterocyklicznej, niedostępnej dla roślin i mikroorganizmów [Strzyszc 1989, Maciejewska-Kuriata 2005]. Oznaczono natomiast całkowite zawartości pierwiastków metalicznych: Pb, Zn i Cu, metodą AAS po mineralizacji próbek w wodzie królewskiej.

### Wyniki badań i dyskusja

Materiał hałd nie wykazywał znaczniejszego zróżnicowania między dolną i wierzchowinową częścią zwału. Nie stwierdzono też większych różnic we właściwościach materiału między warstwą powierzchniową (0-10 cm) a warstwą głębszą (30-40 cm). Wszystkie próbki wykazywały dużą szkieletowość, a udział frakcji > 2 mm był w granicach 25-59 % (tab. 1). Należy jednak podkreślić, że oznaczenie składu granulometrycznego w próbkach materiału hałd pogórnich nastęrcza pewnych trudności, nie tylko ze względu na niską odporność mechaniczną okruców i ich rozpadanie się podczas analizy, ale także – ze względu na różną od typowych minerałów skał glebotwórczych gęstość właściwą (tabela 1) i konieczność modyfikacji czasu odczytów w metodzie sedymentacyjnej [Maciejewska-Kuriata 2005]. W częściach ziemistych dominowała frakcja piasku (0,05-2 mm), a udział frakcji ilastej mieścił się w przedziale 4-10 %.

Tab. 1. Skład granulometryczny i wybrane właściwości fizyczne materiału (wartości *średnie* i zakresy)

Tab. 1. Mechanical composition and chosen physical properties of material (mean values and ranges)

Lokalizacja	Głębokość, cm	N	Corg., %	Udział frakcji granulometr., %			Gęstość właściwa, g/cm <sup>3</sup>	
				Cz. szkielet. > 2 mm	W częściach ziemistych, %			
				2-0,05 mm	0,05-0,002 mm	<0,002 mm		
Dolna i środkowa część zwału	0-10	4	<u>5,4</u> 0,84-10,1	<u>42</u> 25-59	<u>77</u> 69-81	<u>15</u> 12-23	<u>8</u> 7-9	<u>2,52</u> 2,06-2,76
	30-40	1	11,0	43	74	19	7	2,35
Wierzchowina	0-10	3	<u>12,4</u> 12,1-12,6	<u>39</u> 36-42	<u>75</u> 72-79	<u>17</u> 15-19	<u>8</u> 5-10	<u>2,15</u> 2,13-2,18
	30-40	1	10,1	35	77	19	4	2,17

N – liczba próbek; N - number of samples

Badany materiał zawierał znaczne ilości węgla – powyżej 10% (tylko w jednej próbce: 0,84%). Nie jest to jednak węgiel próchnicy powstałej w bieżących

procesach humifikacji, a resztkowy węgiel ze złoża, tworzący silnie skondensowane połączenia organiczne. Przy tej zawartości Corg., pojemność sorpcyjną (T: 4,2-13,0 cmol(+)/kg) należy uznać za średnio wysoką (tab. 2). W kompleksie sorpcyjnym badanych utworów dominowały kationy zasadowe (V: 64-94%), a odczyn materiału był obojętny lub alkaliczny (pH: 6,43-7,95). Wprawdzie materiał skały płonnej górnictwa węgla może charakteryzować się skrajnie różnym odczynem [Karczewska 2008, Strzyszc 1989], to jednak najczęściej odczyn materiału nieprzepsalonego jest kwaśny wskutek utleniania piritu.

Dość nietypowe, wysokie wartości pH w badanym materiale można wiązać ze znacznie większym zasoleniem, jednak ani skład kompleksu sorpcyjnego (tab. 2), ani zawartość rozpuszczalnych soli: 405-1510 mg/kg (tab. 3) nie wykraczały poza zakresy typowe dlawał słabo zasolonych, a zasolenie mieściło się w klasie 0 wg FAO, zatem nie powinno powodować negatywnych reakcji roślin, albo (przy wartościach >600 mg/kg) może nieznacznie tylko wpływać na wzrost roślin najbardziej wrażliwych [Karczewska 2008].

Tab. 2. Właściwości fizykochemiczne ziemistych części materiału (wartości średnie i zakresy)

Tab. 2. Physicochemical properties of the material's fine parts (mean values and ranges)

Lokalizacja	Głębokość, cm	Kh	Ca	K	Mg	Na	T	V
		cmol(+) / kg						
Dolna i środkowa część zwał	0-10	<u>0,8</u> 0,8	<u>2,9</u> 1,7-7,1	<u>0,4</u> 0,2-0,6	<u>4,5</u> 1,0-6,7	<u>0,4</u> 0,2-0,8	<u>9,6</u> 8,6-10,7	<u>90</u> 89-92
	30-40	0,8	2,5	0,3	0,3	0,3	4,2	81
Wierzchowi na	0-10	<u>1,8</u> 0,8-4,0	<u>5,7</u> 2,0-8,2	<u>0,3</u> 0,1-0,5	<u>4,1</u> 3,0-5,0	<u>0,4</u> 0,2-0,5	<u>12,4</u> 11,7-13,0	<u>83</u> 65-94
	30-40	0,8	2,8	0,3	5,5	0,2	10,1	88

Tab. 3. Zasolenie oraz zawartość wybranych metali ciężkich w ziemistych części materiału (wartości średnie i zakresy)

Tab. 3 Salinity and the content of selected heavy metals in the material's fine parts (mean values and ranges)

Lokalizacja	Głębokość, cm	pH KCl	Zasolenie, mg KCl/kg	Całkowita zawartość metali, mg/kg		
				Pb	Zn	Cu
Dolna i środkowa część zwał	0-10	<u>7,72</u> 7,45-7,95	<u>421</u> 405-459	<u>26,6</u> 16,9-47,0	<u>40,3</u> 24,4-61,6	<u>23,5</u> 8,9-48,6
	30-40	7,45	459	29,1	36,4	16,6
Wierzchowi na	0-10	<u>7,32</u> 6,43-7,90	<u>1060</u> 430-1510	<u>40,2</u> 23,6-49,5	<u>77,3</u> 50,5-115	<u>44,7</u> 25,4-58,5
	30-40	7,70	405	30,0	70,3	34,9



Całkowite zawartości analizowanych metali ciężkich: Pb, Zn i Cu pozostawały w granicach wartości niskich – i nie tylko nie przekraczały wartości określonych jako standardy jakości gleb i ziem dla terenów przemysłowych, czy terenów leśnych, ale pozostawały w zakresie zawartości typowych dla gleb niezanieczyszczonych [Karczevska 2008].

### Wnioski

Przeprowadzone badania właściwości materiału odpadów górniczych na hałdzie Piast nie wskazują na istnienie czynników niekorzystnych dla rekultywacji. Niewątpliwie duża szkieletowość utworów i ich właściwości fizyczne mogą stwarzać pewne problemy, jednak nie stwierdzono aby skład chemiczny materiału hałd stanowił ograniczenie dla procesu rekultywacji, zatem po zastosowaniu nawożenia mineralnego proces ten powinien przynieść pożądane efekty.

### Literatura

1. BLASZKE J., BELO H., LEGUTO J., NOWAK T., NOWAK-LENARTOWSKA A., PONIŃSKI J.: *Dokumentacja rekultywacji zwalów Piast i Szupiec*. Maszynopis. Spółka Restrukturyzacji Kopalń w Katowicach. 2002
2. DRENDA J., RÓŻAŃSKI Z., SŁOTA K., WRONA P.: *Zagrożenia pożarowe na zwalówiskach odpadów powęglowych*. *Górnictwo i Geoinżynieria*, R.31, 3/1, 149-157, 2007
3. KARCZEWSKA A.: *Ochrona gleb i rekultywacja terenów zdegradowanych*. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu 2008
4. LOTTERMOSER B.: *Mine wastes. Characterization, treatment and environmental impacts*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg 2003
5. MACIEJEWSKA-KURIATA A. 2005: *Zmiany właściwości gruntów na zwalówiskach górnictwa węgla kamiennego rejonu walbrzyskiego w procesie ich rekultywacji*. Praca doktorska. AR we Wrocławiu (maszynopis)
6. PONIŃSKI J.: *Projekt techniczny rekultywacji zwalów 6/4 na polu Piast w Nowej Rudzie*. Maszynopis. Spółka Restrukturyzacji Kopalń w Katowicach, Oddział w Nowej Rudzie. 2006
7. STRZYSZCZ Z.: *Ocena przydatności odpadów górniczych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego do rekultywacji biologicznej*. *Arch. Ochrony Środ.* 1-2, 91-123, 1989

---

**PROPERTIES OF WASTE ROCK DEPOSITED ON MINE  
SPOILS OF HARD COAL MINES IN NOWA RUDA WITH THE  
PERSPECTIVE OF THEIR BIOLOGICAL RECLAMATION**

*S u m m a r y*

*Examined were the properties of unburned waste rock on the mine spoil of the coal mine Piast in Nowa Ruda. Waste material was relatively homogeneous in various parts of the spoil. It contained high amounts of skeleton and residual coal, and its pH was neutral or alkaline. The salinity was in the class 0, and Pb, Zn, and Cu concentrations were low. Those properties should not negatively affect the process of reclamation.*

Key words: mine spoils, hard coal, reclamation, soil