

Katarzyna BOJARSKA, Zbigniew BZOWSKI
Zakład Monitoringu Środowiska
Główny Instytut Górnictwa w Katowicach

WYNIKI BADAŃ WYCIĄGÓW WODNYCH ODPADÓW WYDOBYWCZYCH Z KOPALŃ WĘGLA GÓRNOŚLĄSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO W ASPEKCIE WPŁYWU NA ŚRODOWISKO

Streszczenie. W pracy zaprezentowano wyniki badań odpadów wydobywczych z kopalń węgla Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Badania obejmowały podstawowy skład chemiczny oraz pH i stężenia składników podstawowych wyciągów wodnych. Na podstawie otrzymanych wyników scharakteryzowano właściwości badanych odpadów wydobywczych, z uwzględnieniem wpływu na środowisko.

LEACHING TEST RESULTS OF MINING WASTES FROM UPPER SILESIA COAL BASIN MINES IN ASPECT OF INFLUENCE ON THE ENVIRONMENT

Summary. Test results of mine wastes from Upper Silesia Coal Basin mines are presented in the paper. Concentration of main compounds, pH value as well as concentration of main constituents in leaching extracts has been established. On the base of received results the properties of tested mine wastes were characterized taking into account their influence on the environment.

1. Wstęp

Wykorzystanie karbońskich odpadów wydobywczych wytwarzanych przez kopalnie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego jest problemem nierozzerwalnie związanym z wydobyciem i wzbogacaniem węgla kamiennego. Podstawowy zakres możliwości prowadzenia odzysku tych odpadów dla ich wykorzystania wynika z Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 21 marca 2006 r., w sprawie odzysku lub unieszkodliwiania odpadów poza instalacjami i urządzeniami (Dz.U. Nr 49, poz. 356). Zgodnie z tym Rozporządzeniem wykorzystanie odpadów wydobywczych na powierzchni ziemi dotyczy różnych odmian niwelacji, likwidacji i rekultywacji zapadlisk poeksploatacyjnych, niecek osiadań i wyrobisk kopalni pospolitych, budowy obwałowań lokalnych rzek i budowli hydrotechnicznych, budowy dróg terenowych, obiektów rekreacyjnych oraz kształtowania krajobrazu starych składowisk formowanych bezładnie [2, 6, 11]. W aplikacjach tych, dla

bezpieczeństwa ekologicznego, konieczna jest ocena wpływu na środowisko wykorzystywanych odpadów wydobywczych uzyskana na podstawie wyników badań właściwości fizykochemicznych. Wyciąg wodny z odpadów jest jedną z metod określenia ilości zanieczyszczeń uruchamianych do środowiska i jest preferowany w krajach Unii Europejskiej przy opracowaniach, dotyczących ocen ekologicznych [10, 12].

2. Odpady wydobywcze z kopalń węgla

Zgodnie z Ustawą o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. (Dz.U. Nr 62, poz. 628 z późniejszymi zmianami) karbońskie skały płonne, usuwane na etapie przygotowania złoża oraz wraz z wydobyciem węgla kamiennego, stanowią odpady zaklasyfikowane do grupy **01** – Odpady powstające przy poszukiwaniu, wydobywaniu, fizycznej i chemicznej przeróbce rud oraz innych kopalnin. Obecnie odpady pochodzące z poszukiwania, rozpoznania, wydobywania, przeróbki, magazynowania kopalnin ze złóż, zgodnie z Ustawą o odpadach wydobywczych z dnia 10 lipca 2008 r. (Dz.U. Nr 138, poz. 865) są nazywane odpadami wydobywczymi. Do odpadów wydobywczych z kopalń węgla kamiennego najczęściej są zaliczane:

- odpady pochodzące z prac udostępniających złoża węgla kamiennego o kodzie **01 01 02** – Odpady z wydobywania kopalnin innych niż rudy metali,
- odpady przeróbcze:
 - o kodzie **01 04 12** – Odpady powstające przy płukaniu i oczyszczaniu kopalnin,
 - o kodzie **01 04 81** – Odpady z flotacyjnego wzbogacania węgla.

3. Materiał badawczy i metody badań

W latach 2004-09 oraz 2011-12 w Zakładzie Monitoringu Środowiska Głównego Instytutu Górniczego w Katowicach przeprowadzono wiele badań, mających na celu określenie właściwości karbońskich odpadów wydobywczych (kiedyś górniczych) w aspekcie ich zagospodarowania. Zebrane wyniki badań oraz informacje pozwoliły na realizację niniejszej pracy na podstawie 50 próbek odpadów wydobywczych z 20 kopalń węgla kamiennego, zlokalizowanych w czterech rejonach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (tab. 1). Przyjęta w pracy rejonizacja wynika z ogólnej budowy geologicznej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego [9].

Tabela 1

Kopalnie i Zakłady Górnicze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, z których
pochodziły badane odpady wydobywcze

Górnośląskie Zagłębie Węglowe			
Rejon centralny	Rejon wschodni	Rejon bytomski	Rejon rybnicko-wodzisławski
Kopalnie i Zakłady Górnicze			
Bielszowice	Brzeszcze	Bobrek-Centrum	Chwałowice
Bolesław Śmiały	Janina	Piekary	Jankowice
Budrys	Piast		Rydułtowy
Halemba	Silesia		
Murcki	Ziemowit		
Pokój			
Polska-Wirek			
Szczygłowice			
Wieczorek			
Wujek			

Badania wykonano w Laboratorium Analiz Odpadów Stałych Zakładu Monitoringu Środowiska Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach. Badania obejmowały: oznaczenie składu chemicznego i zawartości węgla oraz pH i stężenia składników podstawowych w wyciągu wodnym z odpadów.

Podstawowy skład chemiczny w badanych odpadach oznaczono metodą fluorescencyjnej spektrometrii rentgenowskiej z dyspersją długości fali (XRF). Oznaczenia wykonano na podstawie opracowanych procedur badawczych [1, 3, 4]. Zawartości węgla oznaczono metodą wysokotemperaturowego spalania z detekcją w podczerwieni (IR).

Badania wymywalności wykonano zgodnie z metodyką opracowaną z wykorzystaniem normy PN-EN 12457-4:2006. Wyciągi wodne z badanych odpadów przygotowano w proporcji 1:10 (odpad : woda). W wyciągach wodnych wykonano następujące oznaczenia:

- pH metodą potencjometryczną (PN-90/C-04540.01),
- sód i potas metodą fotometryczną (PN-ISO 9964-3:1994),
- chlorki metodą miareczkową (PN-ISO 9297:1994),
- siarczany metodą wagową (PN-ISO 9280:2002).

4. Wyniki badań odpadów wydobywczych

Badane odpady wydobywcze z kopalń węgla kamiennego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego pod względem petrograficznym reprezentowały mieszaninę skał ilastych (iłowców, łupków ilastych i mułowców) z piaskowcami. W niektórych odpadach spotykano: zlepieńce, żwirowce, syderyty, syderyty ilaste, tufity i tonsztajny.

4.1. Skład chemiczny

Skład chemiczny odpadów wydobywczych wynika bezpośrednio z udziałów ilościowych kwarcu, skaleni i minerałów ilastych w tych odpadach. Jednym ze wskaźników oceniających „ilastość” odpadów wydobywczych jest stosunek zawartości glinu w przeliczeniu na Al_2O_3 do krzemionki (SiO_2). Tak wyliczony stosunek odzwierciedla ilości podstawowych minerałów: kwarcu, kaolinitu, illitu oraz skaleni bez uwzględniania i konieczności badania różnych odmianach petrograficznych skał składających się na te odpady. Wartość $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ dla illitu ($\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$) wynosi 0,852; dla kaolinitu ($\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$) – 0,849; dla K-skaleń ($\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$) – 0,283; a dla kwarcu (99,5% SiO_2) – 0,005. Natomiast wieloskładnikowe mieszaniny tych minerałów charakteryzują się następującymi wartościami wskaźnika $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$:

- trójskładnikowe w proporcji 1:1:1, kwarc + kaolinit + illit – 0,407,
kwarc + kaolinit + K-skaleń – 0,274,
- trójskładnikowe w proporcji 2:1:1, kwarc + kaolinit + illit – 0,268,
- czteroskładnikowe w proporcji 1:1:1:1, kwarc + kaolinit + illit + K-skaleń – 0,376.

Badane karbońskie odpady wydobywcze charakteryzują się wartościami wskaźnika $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ w szerokim zakresie od 0,232 do 0,459 (tab. 2). Wykazują więc charakter pomiędzy nieco bardziej kwarcową mieszaniną kwarc + kaolinit + illit w proporcji 2:1:1 a bardziej ilastą taką mieszaniną w proporcji 1:1:1. Wyliczona wartość średnia dla wszystkich badanych odpadów wydobywczych (0,364) oraz średnie dla rejonu centralnego i rybnicko-wodzisławskiego są zbliżone mieszaniny kwarc + kaolinit + illit + K-skaleń w proporcji 1:1:1:1.

Tabela 2

Średnie i ekstremalne wyniki badań chemicznych właściwości odpadów wydobywczych kopalń poszczególnych rejonów Górnośląskiego Zagłębia Węglowego

GZW	Wyniki badań	Al ₂ O ₃ /SiO ₂	K ₂ O	C _{org}
Rejon centralny n = 23	średnio	0,363	2,85	9,82
	minimum	0,232	2,23	1,55
	maksimum	0,457	3,89	21,58
	odchylenie std.	0,061	0,39	4,96
Rejon wschodni n = 14	średnio	0,381	2,78	8,85
	minimum	0,160	2,01	1,09
	maksimum	0,459	4,18	21,63
	odchylenie std.	0,072	0,62	5,47
Rejon bytomski n = 8	średnio	0,337	2,64	7,05
	minimum	0,241	1,88	1,62
	maksimum	0,382	3,34	14,29
	odchylenie std.	0,046	0,52	4,08
Rejon rybnicko-wodzisławski n = 5	średnio	0,368	3,01	12,30
	minimum	0,307	2,71	7,66
	maksimum	0,403	3,44	18,24
	odchylenie std.	0,043	0,28	4,22
Razem badane części GZW n = 50	średnio	0,364	2,81	9,35
	minimum	0,160	1,88	1,09
	maksimum	0,459	4,18	21,63
	odchylenie std.	0,061	0,48	4,97

W ocenie odpadów wydobywczych dla ich bezpiecznego dla środowiska wykorzystania w procesie odzysku R14, między innymi do niwelacji i wypełniania terenów niekorzystnie przekształconych działalnością górnictwem, bardzo ważnym parametrem jest zawartość substancji organicznej (węglu), a w przypadku rekultywacji – zawartość potasu. W badanych odpadach wydobywczych średnia zawartość węgla wynosi 9,35%, a wartość maksymalna to 21.63% (tab. 2), co wskazuje, że wykorzystanie tych odpadów do niwelacji i wypełniania terenów niekorzystnie przekształconych działalnością górnictwem wymaga zachowania prewencji pożarowej. Konieczne jest ich zagęszczanie w miejscach aplikacji, a ze względu na zmienność zawartości substancji organicznej wskazane jest prowadzenie monitoringu jej ilości w systemie wyprzedzającym zagospodarowanie.

Całkowite zawartości potasu w badanych odpadach wydobywczych są znaczne (średnio 2,81% K₂O w przedziale zawartości 1,88-4,18% K₂O). Po wykorzystaniu do rekultywacji, na etapie wietrzenia, nastąpi uruchamianie potasu, przez co wzrośnie jego dostępność dla roślin. Obserwacje terenów rekultywowanych biologicznie z wykorzystaniem karbońskich

skał płonnych w rejonie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego wskazują, że wprowadzane rośliny wykorzystują dostępne ilości potasu i nie cierpią na jego niedobór [4, 5, 13].

4.2. Skład wyciągów wodnych

Badania wyciągów wodnych z odpadów wydobywczych z kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego podjęto w celu przeprowadzenia oceny możliwości odmywania składników łatwo rozpuszczalnych w wodzie. Oznaczono pH wyciągów wodnych oraz stężenia składników podstawowych: sodu, potasu, chlorków i siarczanów.

Ocena ilości wymywanych składników decyduje o możliwościach wykorzystania odpadów na powierzchni ziemi, z uwzględnieniem warunku bezpieczeństwa ekologicznego dla jakości wód powierzchniowych i podziemnych. Wynika to z wcześniej stwierdzonego zanieczyszczenia chlorkami i siarczanami wód powierzchniowych w rejonach składowisk odpadów górniczych [9, 14].

4.2.1. pH i stężenia składników

Z przeprowadzonych badań wyciągów wodnych z odpadów wydobywczych z kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego wynika, że pH wahało się od 7,26 do 9,24 (średnia 8,28), stężenie sodu od 17,1 do 435 mg/dm³ (średnia 66,6 mg/dm³), stężenie potasu od 1,2 do 13,4 mg/dm³ (średnia 3,5 mg/dm³), a stężenie siarczanów od poniżej 10 do 52,7 mg/dm³ (średnia 13,7 mg/dm³), (tab. 3).

Wyciągi wodne z odpadów pochodzących z kopalń trzech rejonów GZW: centralnego, wschodniego i bytomskiego wykazywały pH w szerokich przedziałach wartości podobnych do wcześniej wymienionego (tab. 3). Natomiast wyciągi wodne z odpadów wydobywczych pochodzących z kopalń rejonu rybnicko-wodzisławskiego charakteryzowały się bardziej zasadowym odczynem i wartościami pH w przedziale 8,35-9,06 (średnio 8,74), (tab. 3). Największymi stężeniami sodu i potasu charakteryzowały się wyciągi wodne z odpadów rejonu wschodniego (średnia 99,6 mg Na⁺/dm³ oraz 4,9 mg K⁺/dm³). Najmniejsze stężenia sodu wykazywały wyciągi wodne z odpadów rejonu bytomskiego (średnia 38 mg Na⁺/dm³), a najmniejsze stężenia potasu wyciągi wodne z odpadów rejonu rybnicko-wodzisławskiego (średnia 1,2 mg K⁺/dm³), (tab. 3).

Tabela 3

Średnie i ekstremalne wyniki badań pH i składu wyciągów wodnych z odpadów wydobywczych kopalń poszczególnych rejonów Górnośląskiego Zagłębia Węglowego

GZW	Wyniki badań	pH	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
			mg/dm ³			
Rejon centralny n = 23	średnio	8,27	56,0	2,8	62,3	9,8
	minimum	7,26	17,1	1,2	4,2	< 10,0
	maksimum	9,15	161,0	5,5	255,9	32,5
	odchylenie std.	0,50	29,0	1,0	51,8	-
Rejon wschodni n = 14	średnio	8,11	99,6	4,9	134,7	25,5
	minimum	7,36	44,0	2,4	19,5	< 10,0
	maksimum	9,24	435,0	13,4	867,0	52,7
	odchylenie std.	0,68	99,1	2,7	214,5	-
Rejon bytomski n = 8	średnio	8,28	38,0	3,8	24,9	6,3
	minimum	7,32	20,0	1,3	4,2	< 10,0
	maksimum	8,92	63,0	6,1	72,2	25,9
	odchylenie std.	0,54	16,9	1,7	25,7	-
Rejon rybnicko-wodzisławski n = 5	średnio	8,74	69,0	2,4	68,6	11,2
	minimum	8,35	23,4	1,2	12,0	< 10,0
	maksimum	9,06	102,0	4,2	110,2	14,8
	odchylenie std.	0,26	33,3	1,4	39,8	-
Razem badane części GZW n = 50	średnio	8,28	66,6	3,5	77,1	13,7
	minimum	7,26	17,1	1,2	4,2	< 10,0
	maksimum	9,24	435,0	13,4	867,0	52,7
	odchylenie std.	0,56	60,1	2,0	123,0	-

W przypadku wykorzystania odpadów na powierzchni ziemi wyniki badań wyciągów wodnych należy porównać do wartości dopuszczalnych zawartych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r., w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. Nr 137, poz. 984 z późniejszymi zmianami). Wartości dopuszczalne dla niektórych składników w ściekach przedstawiają się następująco:

- ⇒ pH 6,5 – 9,0
- ⇒ chlorki 1000 mg Cl/dm³
- ⇒ siarczany 500 mg SO₄/dm³
- ⇒ sól 800 mg Na/dm³
- ⇒ potas 80 mg K/dm³

W porównaniu do wyżej zaprezentowanych wartości stężeń dopuszczalnych w ściekach odprowadzanych do wód i do ziemi, stężenia oznaczonych składników w wyciągach wodnych z badanych odpadów wydobywczych kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego są znacznie niższe (tab. 3).

4.2.2. Chlorki w ujęciu rejonizacji wydobycia węgla

Średnia wartość stężenia chlorków w wyciągach wodnych badanych 50 próbek odpadów wydobywczych z kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego wyniosła 77,1 mg/dm³ (tab. 3). W ujęciu poszczególnych rejonów Górnośląskiego Zagłębia Węglowego najmniejsze stężenia chlorków w wyciągach wodnych stwierdzono w odpadach regionu bytomskiego, średnie stężenie chlorków 24,9 mg/dm³. Natomiast największymi stężeniami chlorków charakteryzowały się odpady regionu wschodniego, średnia wartość stężenia chlorków wynosiła 134,7 mg/dm³ (tab. 3).

Stężenia chlorków w wyciągach wodnych z badanych odpadów są miernikiem ich zasolenia. Łatwo rozpuszczalne w wodzie sole chlorkowe pod względem niekorzystnego oddziaływania na środowisko (rośliny i wody) można uszeregować następująco:



Szkodliwe dla roślin stężenia chlorków w glebach, w zależności od stopnia wytrzymałości roślin na zasolenie, kształtują się od 0,02 do 0,07% [13]. Ponieważ chlorki są dobrze rozpuszczalne w wodzie, podane wartości w przeliczeniu na stężenia w wyciągach wodnych wynoszą od 20 do 70 mg/dm³. W związku z tym stężenia chlorków w wyciągach wodnych z badanych odpadów wydobywczych poniżej 20 mg/dm³ uznać należy za nieszkodliwe dla roślin wprowadzanych w ramach rekultywacji. Natomiast stężenia chlorków powyżej 70 mg/dm³ w wyciągach z odpadów wydobywczych mogą niekorzystnie wpływać na wzrost roślin i prowadzić do zanieczyszczenia wód powierzchniowych, a w bardzo niekorzystnych warunkach hydrogeologicznych również wód podziemnych.

W tabeli 4 zestawiono kopalnie, z których pochodziły odpady wydobywcze charakteryzujące się małymi zawartościami chlorków (poniżej 20 mg Cl⁻/dm³ w wyciągach wodnych) oraz kopalnie wytwarzające odpady o dużym zasoleniu (powyżej 70 mg Cl⁻/dm³ w wyciągu wodnym).

Tabela 4

Najmniejsze i największe stężenia chlorków w odpadach wydobywczych kopalń
Górnośląskiego Zagłębia Węglowego

Kopalnia	pH	Cl ⁻	Kopalnia	pH	Cl ⁻
		mg/dm ³			mg/dm ³
Rejon centralny GZW			Rejon centralny GZW		
Pokój	7,26	8,2	Bielszowice	8,30	72,0
Polska-Wirek	8,55	4,2		7,73	85,3
Rejon bytomski GZW			Budryk	8,24	84,6
Bobrek-Centrum	8,30	4,2		7,98	111,3
	7,64	15,1	Szczygłowice	8,25	110,6
	8,69	10,2		8,07	255,9
	8,50	10,5	Wujek	8,93	75,8
	8,41	4,2		8,49	94,1
Piekary	8,51	18,8	Rejon wschodni GZW		
			Brzeszcze	9,11	86,0
				8,95	78,6
			Piast	7,77	97,2
				7,98	133,0
				7,68	133,6
				7,36	154,8
				7,55	867,0
Rejon bytomski GZW			Rejon bytomski GZW		
			Piekary	7,32	72,2
Rejon rybnicko-wodzisławski GZW			Rejon rybnicko-wodzisławski GZW		
			Chwałowice	8,35	102,5
				8,69	110,2

W rejonie centralnym w 8 wyciągach wodnych z 23 przebadanych próbek stwierdzono stężenie chlorków większe od 70 mg/dm³ (tab. 4), a dla dwóch próbek stężenie chlorków nie przekroczyło 20 mg/dm³. W rejonie wschodnim brak odpadów charakteryzujących się stężeniami poniżej 20 mg Cl⁻/dm³, natomiast aż dla 7 próbek na 14 (50%) stężenia przyjmowały wartość ponad 70 mg Cl⁻/dm³. Największą wartość chlorków stwierdzono w odpadach z kopalni Piast – 867,0 mg/l (tab.4). Dla sześciu z ośmiu próbek odpadów rejonu bytomskiego w wyciągach wodnych stwierdzono małe, poniżej 20 mg/dm³ stężenie chlorków. W rejonie rybnicko-wodzisławskim średnie stężenie chlorków dla pięciu przebadanych próbek wyniosło 68,6 mg/dm³ (tab. 3), w tym dla dwóch próbek z kopalni Chwałowice stężenia chlorków przyjmowały wartość powyżej 100 mg/dm³ (tab. 4).

5. Podsumowanie

Przeprowadzone badania karbońskich odpadów wydobywczych kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego wykazały, że mają one glinokrzemianowy charakter i pod względem mineralogicznym są zbliżone do mieszaniny kwarc + kaolinit + illit + K-skaleń w proporcji 1:1:1:1. W odpadach tych stwierdzono obecność substancji organicznej (węgla) w ilościach wskazujących na konieczność prowadzenia monitoringu jej zawartości oraz zagęszczania dla zachowania prewencji pożarowej w przypadku aplikacji w środowisku.

Analiza wyciągów wodnych badanych odpadów wykazała, że oznaczone jony podstawowe (sód, potas, chlorki, siarczany) wymywają się w ilościach znacznie mniejszych niż wartości dopuszczalne dla ścieków wprowadzanych do wód lub do ziemi zawarte w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. (Dz.U. Nr 137, poz. 984 z późniejszymi zmianami). Niektóre odpady wydobywcze w przypadku wykorzystania ich w środowisku mogą jednak, ze względu na zawartość chlorków, niekorzystnie wpływać na wzrost roślin oraz prowadzić do zanieczyszczenia wód powierzchniowych, a nawet wód podziemnych.

Z analizy otrzymanych wyników stężeń chlorków w wyciągach wodnych z odpadów wydobywczych kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego można wnioskować, że odpady z kopalń rejonu bytomskiego ze względu na zawartość chlorków mogą być wykorzystywane do rekultywacji i szeroko rozumianej niwelacji terenów. Natomiast odpady z kopalń: Szczygłowice, Piast i Chwałowice charakteryzują się dużymi zawartościami chlorków, których stężenia w wyciągach wodnych przekraczają 100 mg/dm^3 . W związku z tym wykorzystanie odpadów wydobywczych z tych kopalń, szczególnie do rekultywacji biologicznej, powinno zostać ograniczone. W przypadku wykorzystania tych odpadów do niwelacji i wypełniania terenów niekorzystnie przekształconych działalnością górnictwem jest konieczny monitoring zawartości chlorków oraz ocena ich potencjalnego wpływu na środowisko. W przypadku takiej aplikacji jest wskazane ograniczenie możliwości uwalniania chlorków w wodzie poprzez prewencyjne zagęszczanie.

BIBLIOGRAFIA

1. Bojarska K., Bzowski Z.: Monitoring analysis of major and trace elements in hard coal waste by XRF and ICP methods, In Proc.6th Symp. Mine Planning & Equipment Selection (MPES), Ostrava, Czechy, 1997, 835-838.
2. Bzowski Z.: Ocena wykorzystania odpadów górniczych ze składowiska w Piekarach Śląskich. Wiadomości Górnicze, 2008, nr 7-8, 479-484.
3. Bzowski Z., Bojarska K.: XRD-XRF-ICP-GC/MS Analytical system in ecochemical assessment for utilisation of carboniferous wastes from Silesian Coal Basin (Poland), In Proc.12th Symp. Mine Planning & Equipment Selection (MPES), Kalgoorie WA, Australia, 2003, 497-500.
4. Bzowski Z., Bojarska K.: Integrated instrumental analytical system in carboniferous waste rocks monitoring for the non-soil reclamation of coal mine waste dumps (Silesian Coal Basin in Poland), In Proc. 12th Symp. Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production (SWEMP), Prague, Czech Rep., 2010, 31-37.
5. Bzowski Z., Gwoździwicz M.: Utilization of clay minerals of carboniferous claystones for waste dumps reclamation, Scripta Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masaryk, Geology Brno, Czech Rep. 2000, vol. 28-29, 149-154.
6. Bzowski Z., Szydeł R., Zarębski K., Zawisłak J.: Wytyczne dotyczące wykorzystania odpadów wydobywczych z kopalni LW „Bogdanka” do niwelacji i rekultywacji niecek osiadań poeksploatacyjnych. Wyd. Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, 2010.
7. Dembowski Z.: Ogólne dane o Górnos Śląskim Zagłębiu Węglowym. Prace Instytutu Geologicznego 1972, tom LXI, 10-16.
8. Glinko H., Borycz J., Cichy T., Bizon K.: Wykorzystanie karbońskiej skały płonnej do kształtowania krajobrazu terenów zdegradowanych działalnością górniczą. Mat. III Konf. Ochrona środowiska na terenach górniczych, Ustroń 1998, 203-212.
9. Grabowska K., Sowa M.: Składowiska odpadów pogórniczych jako źródło zanieczyszczenia chlorkami i siarczanami rejonu składowania. Zesz. Nauk. Politechniki Śl., seria Górnictwo, z. 243, Gliwice 1999, s. 55-61.
10. Heasman L.: Leaching Testes to Assess the Environmental Impact of Waste, In Proc. 6th Landfill Symposium, Environmental Sanitary Engineering Centre, Cagliari Sardinia, Italy 1997, 293-298.
11. Milczyńska M.: Wykorzystanie odpadów górniczych kopalni „Makoszowy” do robót rekultywacyjnych i hydrotechnicznych. Wiadomości Górnicze, 1995, nr 6, 278-280.

12. Report: Characterisation of Wastes in Europe, State of the Art Report for Working Group 6 CEN/TC/292, STB/94/28, Bruksels, 1994.
13. Strzyszczyński Z.: Ocena przydatności odpadów górniczych Górnosląskiego Zagłębia Węglowego do rekultywacji biologicznej. *Archiwum Ochrony Środowiska*, 1989, nr 1-2, 91-123.
14. Twardowska I.: Mechanizm i dynamika ługowania odpadów karbońskich na zwałowiskach. *Prace i Studia IPIŚ PAN*, nr 25, Zabrze 1981.

Abstract

According to the Polish law there exist possibilities of the utilization of mine wastes in various engineering works. However, ecological safety requires the prior evaluation of the influence of the wastes on the environment in all reuse applications. The particularly important issues for this evaluation are concentrations of the organic matter and potassium as well as the results of the leaching tests.

Within the execution of this work 50 samples of coal wastes from 20 coal mines situated in four zones of the Upper Silesia Coal Basin were tested. All tests were performed in the Laboratory of Waste Analysis in the Department of Environmental Monitoring of the Central Mining Institute.

Concentrations of main compounds, pH values as well as concentrations of main constituents (sodium, potassium, chloride, sulfates) in the leaching extracts have been established in the collected wastes. From the petrographic point of view the tested wastes were mainly mixtures of clay rocks and sandstones. From the mineralogical point of view the wastes constituted mixtures of mostly quartz, kaolinite, illite, feldspar. The organic matter (organic carbon) was found in all tested wastes. The presence of carbon requires its concentration monitoring as well as the thickening for the fire prevention in the places of the utilization.

The leaching test results showed that sodium, potassium, chlorides, sulfates wash out in much less amounts than the limit values according to the Polish law. However, due to the chloride concentration, some of the coal wastes may have adverse effects on the plant growth and may cause the contamination of the ground and even the underground water.

Due to the low chloride concentration, the coal wastes from the Bytom region may be utilized in the reclamation and field leveling. On the other hand the wastes from the coal mines Szczygłowice, Piast and Chwałowice reveal the high concentration of chloride in the

leaching extracts (more than 100mg/dm^3). Therefore the utilization of these wastes should be limited to the biological reclamation. In case of the waste utilization in the leveling and ground filling, the monitoring of chloride as well as the evaluation of the influence on the environment have to be performed. It is also advisable to limit the chloride leaching by the preventive thickening in the places of the wastes utilization.