

ZBIGNIEW BZOWSKI, ANDRZEJ DAWIDOWSKI*

**MONITORING WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNEGO
ODPADÓW WYDOBYWCZYCH POCHODZĄCYCH
Z KOPALNI WĘGLA KAMIENNEGO LW „BOGDANKA”**

Streszczenie

W pracy przedstawiono charakterystykę fizykochemiczną odpadów wydobywanych z kopalni węgla kamiennego LW „Bogdanka”. Zaprezentowano wyniki prowadzonego od 1996 roku monitoringu składu chemicznego, zawartości zanieczyszczeń metalami oraz stężeń naturalnych radionuklidów. Stwierdzono, że monitorowane właściwości fizykochemiczne tych odpadów pozwalają na ich wykorzystanie jako materiału mineralnego na powierzchni ziemi w szeroko rozumianych pracach niwelacyjnych, także do prewencyjnej na terenach osiadań.

Słowa kluczowe: odpady wydobywcze, monitoring, skład fizykochemiczny

WSTĘP

Kopalnia węgla kamiennego Lubelski Węgiel „Bogdanka” prowadzi wydobycie surowca w lubelskiej niecce węglowej nazywanej również Lubelskim Zagłębem Węglowym [Porzycki 1976]. Teren górniczy Kopalni położony jest na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim stanowiącym część Polesia Lubelskiego, w Centralnym Rejonie Węglowym Lubelskiego Zagłębienia Węglowego, ok. 10 km na wschód od miasta Łęczna w obrębie gmin: Cyców, Ludwin, Łęczna i Puchaczów. Eksploatacja węgla kamiennego prowadzona jest od 1982 roku w trzech rejonach eksploatacyjnych zaliczonych do centralnej części niecki lubelskiej: Bogdanki, Nadrybia i Stefanowa [Raport 2008].

Nieckę lubelską wypełniają karbońskie skały osadowe od wizenu po westwał, które sedymentowały bez przerw, ale w zmiennych warunkach, od dominacji facji morskiej w wizenie do przewagi facji lądowej w westwale. Miąższość całego profilu karbonu ocenia się na ok. 3500 m, a skały cechuje cykliczność typowa dla zagłębi węglowych, ale z przewagą mułowców i ilowców nad piaskowcami. W cyklicznych formacjach skał ilastych zarówno paralicznych

* Zakład Monitoringu Środowiska, Główny Instytut Górnictwa, Katowice

(wizen), mieszanych (namur) jak i limnicznych (westwał) występują pokłady węgla kamiennego o zróżnicowanych miąższościach [Porzycki 1976, Stupnicka 1997]. Pokłady węgla kamiennego warstw lubelskich stratygraficznie zaliczone do westwału są podstawą eksploatacji tego surowca w kopalni LW „Bogdanka”.

W związku z wydobywaniem i wzbogacaniem węgla kamiennego Zakład Górniczy LW „Bogdanka” jest wytwórcą odpadów wydobywczych i posiada obiekt ich unieszkodliwiania. Zgodnie z Ustawą z dnia 10 lipca 2008 roku, o odpadach wydobywczych (Dz. U. Nr 138, poz. 865 z późniejszymi zmianami) wytwórca ma obowiązek prowadzenia monitoringu odpadów.

METODY BADAŃ

Monitoring składu chemicznego odpadów wydobywczych przeprowadzono z wykorzystaniem metody spektrometrii fluorescencji rentgenowskiej (XRF). Oznaczenia wykonano w oparciu o opracowane procedury i przygotowane własne wzorce materiałów mineralnych w Laboratorium Analiz Odpadów Stałych Zakładu Monitoringu Środowiska Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach [Bojarska i Bzowski 1997, Bzowski i Bojarska 2002, Bzowski i Zawiślak 2000]. Laboratorium Analiz Odpadów Stałych oraz Zakład Monitoringu Środowiska GIG posiada kompetencje do przeprowadzenia badań i spełnia wymagania normy PN-EN ISO/IEC 17025:2005 (PCA Nr AB 145).

Monitoring zawartości naturalnych radionuklidów w odpadach wydobywczych prowadzono metodą wysokorozdzielczej spektrometrii promieniowania gama, a pomiary wykonano w Laboratorium Radiometrii (obecnie Śląskie Centrum Radiometrii Środowiskowej) Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach.

Autorzy tego opracowania składają serdeczne podziękowania za okazaną pomoc w jego realizacji mgr inż. Laurencji Łyszczarz Kierownikowi Działu Ochrony Środowiska LW „Bogdanka” S.A. oraz mgr inż. Janowi Zawiślakowi Prezesowi „Pomiar-GIG” Sp. z o.o. w Lublinie.

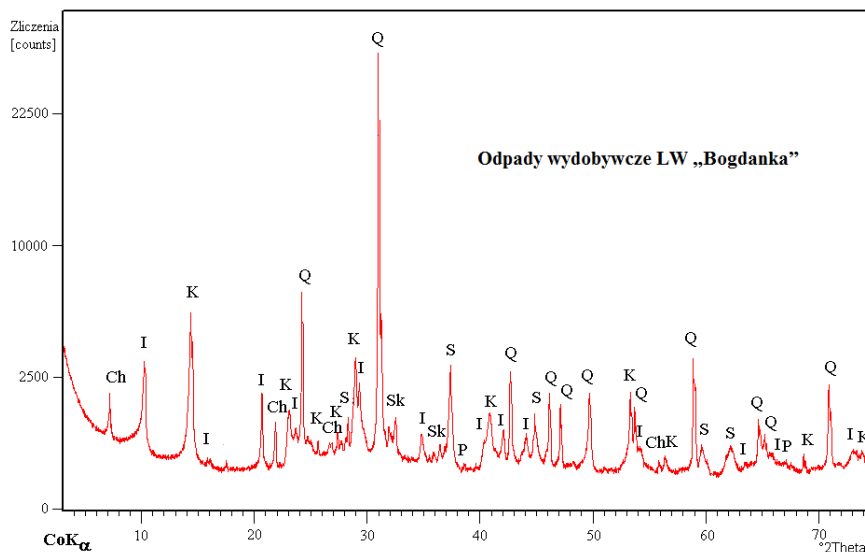
OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ODPADÓW WYDOBYWCZYCH LW „BOGDANKA”

Odpady wydobywcze z kopani LW „Bogdanka” to skały płonne stanowiące fragmenty skał stropowych, spągowych i przerostów pokładów węgla warstw lubelskich. W stropie i przerostach tych pokładów występują najczęściej osady iłowcowe ze skamielinami roślin i iłowce środowiska jeziornego, a spąg pokładów stanowią gleby stigmariowe zawierające również syderyty ilaste i oolity syderytowe [Cichoń 1977, Kozłowski 1984].

Pod względem mineralogicznym odpady wydobywcze z kopalni węgla kamiennego LW „Bogdanka” składają się przede wszystkim z minerałów ilastych i kwarcu. W 2012 roku w odpadach wydobywczych stwierdzono obecność faz krystalicznych takich jak:

- kwarc: SiO_2
- skalenie potasowe $\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$ (ortoklaz, mikroklin),
- illit $(\text{K}, \text{H}_3\text{O}^+)\text{Al}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$
- kaolinit $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$
- chloryty: klinochlor $(\text{Mg}_5\text{Al})[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_8$ lub/i klinochlor żelazisty $(\text{Mg}, \text{Fe})_5\text{Al}[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_8$
- syderyt FeCO_3
- piryt FeS_2

Graficzny obraz składu mineralnego badanych odpadów wydobywczych w 2012 roku prezentuje dyfraktogram na rysunku 1. Skład mineralny tych odpadów wydobywczych uzupełnia substancja bezpostaciowa w postaci węgla kamiennego, o czym świadczy podniesione tło dyfraktogramu (rys. 1).



Rys 1. Dyfraktogram odpadów wydobywczych pobranych w kwietniu 2012 roku z kopalni LW „Bogdanka”; objaśnienia: Ch – chloryt, I – illit, K – kaolinit, P – piryt, S – syderyt, Sk – skalenie, Q – kwarc

Fig. 1. Diffractogram of the mine wastes obtained in April 2012 from the coal mine LW “Bogdanka”; Description: Ch – chlorite, I – illite, K – kaolinite, P – pyrite, S – siderite, Sk – feldspars, Q – quartz

MONITORING SKŁADU FIZYKOCHEMICZNEGO ODPADÓW WYDOBYWCZYCH Z LW „BOGDANKA”

Monitoring składu mineralnego i chemicznego odpadów wydobywczych pochodzących z kopalni węgla kamiennego Lubelski Węgiel „Bogdanka” prowadzony jest od wielu lat, a obecnie prezentowane wyniki badań posłużyły między innymi dla opracowań dotyczących możliwości wykorzystania odpadów [Bzowski i in. 2007, Bzowski i Zawiślak 2000, Bzowski i Zawiślak 2010, Gazda 2005, Łyszczarz 1998, Program 2011, Raport 2008, Stopa i in. 2008] oraz innych opracowań o charakterze naukowym [Bzowski i Zawiślak 2010, Gwoździejewicz 2012].

PODSTAWOWY SKŁAD CHEMICZNY

W monitorowanych odpadach wydobywczych pochodzących z kopalni Lubelski Węgiel „Bogdanka” zawartości krzemionki wahały się od 40,96 do 57,92%, Al_2O_3 w przedziale zawartości 18,41 – 25,42% oraz K_2O 1,90 – 2,80% (tab. 1). Ilości tych składników chemicznych uzależnione są od zawartości w składzie mineralnym monitorowanych odpadów podstawowych składników mineralnych: kwarcu, kaolinitu, illitu i skalenia oraz węgla kamiennego. Ten ostatni składnik w składzie chemicznym odzwierciedlają straty prażenia udokumentowane w przedziale od 13,28 do 22,80% (tab. 1).

Monitorowany w latach 1996-2012 podstawowy skład chemiczny odpadów wydobywczych z kopalni Lubelski Węgiel „Bogdanka” nie wykazuje znaczących różnic w porównaniu do wcześniejszych wyników badań skał przylegających do pokładów węgla w Lubelskim Zagłębiu Węglowym (tab. 1).

Zmienność podstawowych składników chemicznych w badanych odpadach wydobywczych, takich jak krzemionka i Al_2O_3 jest najmniejsza (8,8 i 8,5%). Również małe zmienności wykazują potas, tytan i starty prażenia. Zmienność składu chemicznego odpadów wydobywczych w przedziale 25-30% wykazują żelazo, magnez i sól. Natomiast największą zmiennością charakteryzują się wapń i siarka (tab. 1). Wynika to z występowania we fragmentach (nielicznych) ilastych odpadów wydobywczych małych ilości węglanów w postaci dolomitu lub/i kalcytu, a w przypadku siarki jest to związane z nieregularną inkrustacją pirytem głównie łupków ilastych i ilowców.

Innym sposobem oceny zmienności składu chemicznego monitorowanych odpadów wydobywczych z LW „Bogdanka” może być zestawienie wyliczonych parametrów typowych dla oceny skał ilastych taki jak stosunek Al_2O_3 do SiO_2 oraz sumy sodu i potasu do Al_2O_3 . Wymienione parametry dla monitorowanych odpadów wydobywczych oraz ich zmienność względem wyliczonych wartości średnich prezentuje tabela 2.

Tab. 1. Skład chemiczny skał karbońskich przyległych do pokładów węgla w Lubelskim Zagłębiu Węglowym, odpadów przerobczych z tych skał (Kozłowski 1984) raz odpadów wydobywczych z kopalni LW „Bogdanka”

Tab. 1. Chemical compositions of the Carboniferous in contact with coal streams in the Lublin Coal Basin, recovery wastes from the rocks and the mine wastes from the coal mine LW “Bogdanka”

Składnik Component	Według Kozłowskiego [1984] According to Kozłowski [1984]				Monitoring w latach 1996-2012 Monitoring in 1996-2012		
	Skały powęglowe Carbon rocks		Odpady przerobcze Recovery wastes		Odpady wydobywcze n=12 Mine wastes n=12		
	zakres range	średnio average	zakres range	średnio average	zakres range	średnio average	zmiennosc variability
	%						
SiO ₂	32,32–66,07	47,28	42,15–58,87	52,4	40,96–57,92	47,78	8,8
TiO ₂	0,78–1,15	0,95	0,96–1,17	1,0	0,87–1,17	1,04	10,6
Al ₂ O ₃	14,90–23,48	20,48	17,49–22,74	20,7	18,41–25,42	22,10	8,5
Fe ₂ O ₃	1,65–16,19	5,50	2,70–7,67	4,6	3,14–7,66	5,00	26,6
CaO	0,20–2,08	0,93	0,76–2,12	1,3	0,12–1,84	0,71	87,3
MgO	0,58–2,45	1,47	0,42–1,72	1,2	0,76–1,92	1,22	28,7
Na ₂ O	0,20–0,69	0,32	0,27–0,34	0,3	0,17–0,43	0,30	30,0
K ₂ O	1,69–2,73	2,23	2,02–2,43	2,3	1,90–2,80	2,28	12,7
CO ₂	0,28–8,37	1,99	0,51–2,46	1,5	–	–	–
SO ₃	–	–	–	–	0,03–0,94	0,35	74,3
P ₂ O ₅	–	–	–	–	0,07–0,34	0,21	47,6
S _{total}	0,08–0,48	0,25	0,19–0,70	0,4	–	–	–
C _{org.}	0,52–26,35	7,24	2,40–5,28	5,8	–	–	–
H ₂ O ⁻	1,93–3,45	2,03	1,68–3,37	2,3	–	–	–
H ₂ O ⁺	4,20–9,54	6,28	5,19–8,90	6,7	–	–	–
Straty prażenia Roasting loses	7,01–40,93	17,97	12,85–26,36	16,8	13,28–22,80	18,48	15,5

Z zestawienia w tabeli 2 wynika, że zmienność wyliczonych parametrów jest bardzo mała i nie przekracza 30%, a w 19 przypadkach na 24 badania nie przekracza 15%. Potwierdza to wcześniej opisaną małą zmienność podstawowych składników chemicznych badanych w latach 1996-2012 odpadów wydobywczych z LW „Bogdanka”.

Tab. 2. Wyliczone parametry składu chemicznego odpadów wydobywczych z kopalni LW „Bogdanka” oraz ich zmienność względem wartości średnich
 Tab. 2. Calculated parameters of the chemical composition of the mine wastes from the coal mine LW “Bogdanka” and their variability around average values.

Lata Years	Al ₂ O ₃ : SiO ₂		Na ₂ O+K ₂ O : Al ₂ O ₃	
	wartość value	zmienność w % variability in %	wartość value	zmienność w % variability in %
1996	0,55	19,6	0,114	2,6
1998	0,46	0,0	0,119	1,7
2000	0,46	0,0	0,132	12,8
2002	0,54	17,4	0,106	9,4
2004	0,44	4,3	0,140	19,7
2006	0,34	26,1	0,117	0,0
2007	0,40	13,0	0,105	10,3
2008	0,45	2,2	0,094	19,7
2009	0,46	0,0	0,126	7,7
2010	0,49	6,5	0,102	12,8
2011	0,51	10,9	0,116	9,4
2012	0,45	2,2	0,130	11,1
Średnio Average	0,46	-	0,117	-

ZANIECZYSZCZENIE METALAMI

Charakterystykę wyników monitoringu całkowitej zawartości zanieczyszczeń metalami w odpadach wydobywczych z kopalni LW „Bogdanka”, w ujęciu środowiskowym, wykonać można na podstawie określonej dopuszczalnej ich zawartości według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002r., w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz. U. Nr 165, poz.1359). W cytowanym Rozporządzeniu określa się standardy jakości gleby lub ziemi z uwzględnieniem ich funkcji aktualnej i planowanej dla następujących grup rodzajów gruntów.

W związku z wprowadzeniem powyższych unormowań porównania ilości zanieczyszczeń metalami oznaczonych w monitorowanych odpadach wydobywczych z kopalni LW „Bogdanka” dokonać należy do wartości dopuszczalnych w glebach terenów, na których odpady zostaną wykorzystane. Zawartości tych zanieczyszczeń w monitorowanych odpadach wydobywczych są małe (tab. 3), a ponadto w tym przypadku zanieczyszczenia wynikają z naturalnych zawartości nie związanych z antropogenicznym zanieczyszczeniem odpadów.

Tab. 3. Monitoringu zawartości zanieczyszczeń metalami w odpadach wydobywczych z kopalni LW „Bogdanka” w mg/kg s.m. (ppm)

Tab. 3. Abundances of the contamination by metals in the mine wastes from the coal mine LW “Bogdanka” in mg/kg of dry matter (ppm)

Oznaczenie Element	Rok / Year											
	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
As	no	< 6	< 6	8	< 2	< 2	< 2	< 2	11	< 2	5	7
Ba	270	678	623	457	762	502	686	367	731	411	410	250
Cd	< 3	< 3	< 3	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Co	10	10	13	27	23	46	32	11	24	20	< 3	147
Cr	60	132	97	112	81	77	66	68	93	51	95	137
Cu	42	96	37	59	20	< 2	13	34	42	95	60	65
Hg	no	no	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Mo	< 4	< 4	< 4	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Ni	24	87	22	65	30	< 2	4	36	43	36	56	52
Pb	8	31	25	26	71	31	33	27	67	22	26	29
Sn	< 4	< 4	< 4	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Zn	186	86	96	93	138	89	98	80	161	138	81	137

no – nie oznaczono, not determined.

W takim przypadku zastosowanie ma § 1. ust. 4 - Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002r., w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi, który mówi: „Jeśli przekroczenie wartości dopuszczalnej stężenia substancji w badanej glebie lub ziemi wynika z naturalnie wysokiej jej zawartości w środowisku, uważa się, że przekroczenie dopuszczalnej wartości stężeń w glebie lub ziemi nie nastąpiło”. W związku z tym uznać należy, że w przypadku monitorowanych odpadów wydobywczych z kopalni LW „Bogdanka”, nie występują ponadnormatywne zanieczyszczenia metalami w odniesieniu do gruntów na terenach B i C, do których zalicza się grunty rolne i leśne, zadrzewione i zakrzewione, nieużytki, zabudowane i/lub zurbanizowane (B) oraz grunty na terenach przemysłowych, kopalnianych i komunikacyjnych (C).

STĘŻENIA NATURALNYCH RADIONUKLIDÓW

Prowadzony w latach 1996-2012 monitoring radionuklidów w odpadach wydobywczych z kopalni LW „Bogdanka” wykazał bardzo niskie stężenia, radionuklidów ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{224}Ra i ^{40}K (tab. 4). Wyliczone wartości współczynników f_1 i f_2 zgodne z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 2 stycznia 2007r., w sprawie wymagań dotyczących zawartości naturalnych izotopów promieniotwórczych potasu K-40, radu Ra-226 i toru Th-228 w surowcach i

materiałach stosowanych w budynkach przeznaczonych na pobyt ludzi i inwentarza żywego, a także w odpadach przemysłowych stosowanych w budownictwie, oraz kontroli zawartości tych izotopów (Dz. U. Nr 4, poz. 29) są w każdym przypadku znacznie niższe od wartości wskaźników aktywności $f_1 = 1$ i $f_2 = 200$.

Tab. 4. Monitoringu stężeń radionuklidów w odpadach wydobywczych z kopalni LW „Bogdanka”

Tab. 4. Concentrations of radionuclides in the mine wastes from the coal mine LW „Bogdanka”

Data pomiaru Date of analysis	Stężenia radionuklidów w Bq/kg Concentrations of radionuclides in Bq/kg			
	²²⁴ Ra	²²⁶ Ra	²²⁸ Ra	⁴⁰ K
luty/February 1996	73±7	65±6	72±5	616±93
czerwiec/June 1998	67±4	67±4	73±3	570±44
luty/February 2000	78±7	75±7	80±4	735±70
czerwiec/June 2002	71±3	63±3	71±2	576±18
maj/May 2004	75±4	66±5	75±3	629±29
maj/May 2006	57,0±5,6	53,8±8,8	64,7±3,4	487±42
październik/October 2007	82,9±7,7	68,7±5,2	88,6±5,4	596±63
maj/May 2008	74,4±1,9	58,6±1,7	79,4±1,4	499±17
maj/May 2009	75,1±3,5	66,3±3,2	80,8±3,0	529±23
kwiecień/April 2010	83,0±14	69,7±7,3	88,0±13	573±99
kwiecień/April 2011	66,3±5,9	61,5±3,6	72,8±6,2	610±56
kwiecień/April 2012	71,2±2,5	57,5±1,1	70,5±1,7	496±14

PODSUMOWANIE

Zaprezentowane wyniki prowadzonego w latach 1996-2012 monitoringu składu chemicznego odpadów wydobywczych pochodzących z kopalni węgla kamiennego LW „Bogdanka” wskazują, że skład ten nie odbiega od wcześniej rozpoznanego chemizmu skał przywęglowych Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Skład chemiczny odpadów kształtowany przez ich skład mineralny wykazuje małą zmienność, a szczególnie małą w odniesieniu do składników podstawowych takich jak SiO₂, Al₂O₃ i K₂O.

Całkowite zawartości zanieczyszczeń metalami w monitorowanych odpadach wydobywczych z kopalni LW „Bogdanka” są niższe od wartości dopuszczalnych w glebach i gruntach terenów zaliczanych do grup B i C określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002r., w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz. U. Nr 165, poz. 1359). Ponieważ niskie są również stężenia radionuklidów promieniotwórczych

w tych odpadach, które nie stanowią zagrożenia dla środowiska naturalnego, możliwe jest wielokierunkowe wykorzystanie monitorowanych odpadów.

Wyniki monitoringu składu chemicznego odpadów wydobywczych z kopalni LW „Bogdanka” potwierdzają możliwości [Bzowski i in. 2010] długotrwałego ich bezpiecznego dla środowiska wykorzystania na powierzchni ziemi jako materiału mineralnego w szeroko rozumianych pracach niwelacyjnych oraz niwelacji prewencyjnej na terenach osiadań.

LITERATURA

1. BOJARSKA K., BZOWSKI Z., 1997. Monitoring analysis of major and trace elements in hard coal waste by XRF and ICP methods. In Proc.6th Symp. „Mine Planning & Equipment Selection”, Ostrava, Czech Rep., 835-838.
2. BZOWSKI Z., BOJARSKA K., 2002. Monitoring and evaluation of physical and chemical properties of carboniferous coal wastes from mine „Bogdanka” (Poland). In Proc. 11th Symp. „Mine Planning & Equipment Selection”, Praha, Czech Rep., 197-200.
3. BZOWSKI Z., SZYDEŁ R., ZARĘBSKI K., ZAWIŚLAK J., 2010. Wytyczne dotyczące wykorzystania odpadów wydobywczych z kopalni LW „Bogdanka” do niwelacji i rekultywacji niecek osiadań poeksploatacyjnych. Wyd. Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie.
4. BZOWSKI Z., ZAWIŚLAK J., 2000. Ocena wykorzystania karbońskich skał płonnych kopalni „Bogdanka” SA do rekultywacji bezglebowej. Wiadom. Górnicze nr 12, 541-552.
5. BZOWSKI Z., ZAWIŚLAK J., 2005. Aspekt środowiskowy wietrzenia karbońskich odpadów górniczych wykorzystywanych do rekultywacji terenów pogórniczych w rejonie Bogdanki. Mat. „Warsztaty Górnicze 2005” Kazimierz D; Wyd. PAN Kraków; 25-39 oraz w: Miesięcznik WUG nr 6, 12-14.
6. BZOWSKI Z., ZAWIŚLAK J., GWOŹDZIEWICZ M., 2010.: Wykorzystanie odpadów wydobywczych dla realizowania zadań wynikających z planów zagospodarowania terenów przekształconych działalnością górniczą. Konf. „EKO-Forum” Lublin, CD.241-278.
7. CICHONŃ G., 1977. Charakterystyka mineralogiczno-petrograniczna karbońskich gleb stigmariowych z Dorohuczy. Zesz.Nauk. AGH Geologia t.3, z.3.
8. GAZDA L., 2005. Zmienność właściwości fizyko-chemicznych skał przywęglowych z KWK Bogdanka w aspekcie ich technologicznego i przyrodniczego wykorzystania. Mat. Symp. „Warsztaty Górnicze 2005” Kazimierz D. Wyd. PAN Kraków; 72-80.

9. GWOŹDZIEWICZ M., 2012. Wpływ wietrzenia na migrację zanieczyszczeń w strefie areacji składowiska odpadów górniczych Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Rozprawa doktorska, GIG Katowice.
10. KOZŁOWSKI S. (red.), 1984. Surowce mineralne środkowowschodniej Polski. Praca zbiorowa. Wyd. Geol. Warszawa.
11. ŁYSZCZARZ L., 1998. Wykorzystanie odpadów powęglowych powęglowych w aspekcie działalności górniczej na Lubelszczyźnie. W: „Gospodarka odpadami”, Wyd. Ekoinżynieria Lublin, 249-255.
12. Program gospodarowania odpadami wydobywczymi dla Spółki Lubelski Węgiel „Bogdanka” S.A. w Bogdanie opracowany przez firmę Pomiar – GIG Przedstawiciela Głównego Instytutu Górnictwa Sp. z o.o. w Lublinie. 2011 (niepublikowane).
13. PORZYCKI J., 1976. Budowa geologiczna Centralnego Okręgu Węglowego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Przegląd Geologiczny nr 7.
14. Raport o oddziaływaniu na środowisko eksploatacji węgla kamiennego przez Lubelski Węgiel „Bogdanka” S.A. w Obszarze Górniczym „Puchaczów V”, POMIAR-GIG, Lublin 2008 (niepublikowane).
15. STOPA Z., ŁYSZCZARZ L., KAMIŃSKA-WAWRYSZUK M., 2008. Możliwości zagospodarowania odpadów górniczych z kopalni Lubelski Węgiel „Bogdanka” S.A. Miesięcznik WUG nr 11, 16-22.
16. STUPNICKA E., 1997. Geologia regionalna Polski. Wyd. UW, Warszawa.

MONITORING OF THE PHYSICOCHEMICAL COMPOSITION OF THE MINE WASTES FROM THE LW “BOGDANKA” HARD COAL MINE

S u m m a r y

In the paper the physicochemical characterization of the mine wastes from the LW “Bogdanka” hard coal mine is presented. Results of the monitoring, carried out since 1996, cover the chemical composition, abundances of contaminations by metals as well as the concentration of natural radionuclides. It was determined that the monitored physicochemical parameters of the wastes allow their utilization as a mineral material for a vast majority of leveling works, including the prevention against mining subsidence.

Key words: mine wastes, monitoring, physicochemical composition