

KRYSTYNA GRABOWSKA, MAŁGORZATA SOWA  
*Katedra Geologii Stosowanej, Politechnika Śląska, Gliwice*

## SKŁADOWISKA ODPADÓW POGÓRNICZYCH JAKO ŹRÓDŁO ZANIECZYSZCZENIA CHLORKAMI I SIARCZANAMI REJONU SKŁADOWANIA

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono problematykę związaną z zagospodarowaniem i deponowaniem odpadów pochodzących z górnictwa węgla kamiennego i ich wpływu na wzrost stężeń  $\text{Cl}^-$  i  $\text{SO}_4^{2-}$ , w rejonie składowania. Wykonano badania rozpuszczalności odpadów w warunkach laboratoryjnych oraz określono wzrost stężeń ww. składników w wodach powierzchniowych w rejonie składowania.

## MINE WASTE DUMPS AS A SOURCE OF CONTAMINATION OF THE NEIGHBORING AREA BY CHLORIDE AND SULPHATE IONS

**Summary.** In the paper problems concerning management and deposition of wastes from coal-mining as well as their influence on the increase of  $\text{Cl}^-$  and  $\text{SO}_4^{2-}$  concentration in the area of their deposition have been described. Solubility of wastes under laboratory conditions has been established and the increase of the concentration of aforementioned components in surface water in the area of waste deposition has been found.

### 1. Wstęp

Ilość wytwarzanych odpadów w wyniku eksploatacji i przeróbki węgla kamiennego wynosi w ostatnich latach 28-29% wielkości wydobycia, co stanowi rocznie około 50 mln ton i utrzymuje się mniej więcej na tym samym poziomie [2]. Spełniając warunki ochrony środowiska i postępując zgodnie z przepisami krajowymi (Ustawa o odpadach DzU Nr 96, poz. 592) oraz Strategią Unii Europejskiej, należy dążyć do zminimalizowania ilości powstających odpadów, następnie gospodarczo je wykorzystywać, a dopiero po wyczerpaniu tych możliwości dopuścić do składowania na specjalnie przygotowanych miejscach. Podstawowym kierunkiem zagospodarowania odpadów (około 45%) jest wykorzystanie ich do niwelacji terenu i robót inżynierskich [5]. Perspektywnym kierunkiem zagospodarowania odpadów jest ich deponowanie w wyrobiskach górniczych, pod warunkiem spełnienia wymogów ochrony środowiska i uwarunkowań technologicznych. Znacząca ilość, około 36 %, co stanowi około 20 mln ton, lokowana jest na składowiskach.

Bilans odpadów górnictwa za rok 1997 przedstawia tabela 1 [2]. Odpady pogórnictwa zawierają w swoim składzie rozpuszczalne sole w ilości około 0,3% ich masy, w tym głównie chlorki i siarczany. Preferowane sposoby ich utylizacji, a także składowanie odpadów na powierzchni, stwarza możliwości ługowania ich przez wody powierzchniowe i podziemne.

Tabela 1  
Bilans odpadów górnictwa i przerobczych z kopalń węgla kamiennego za rok 1997  
(w tonach)

Lp.	Nazwa Spółki	Ilość odpadów w roku	Ilość odpadów zagospodar.		Ilość odpadów ulokowana na składowisk.	
				%		%
1	Bytomska Spółka Węglowa	2 363 988	2 363 904	-100	84	-0
2	Rudzka Spółka Węglowa	4 525 308	1 668 564	36,9	2 856 744	63,1
3	Gliwicka Spółka Węglowa	11 704 880	5 868 796	50,1	5 836 084	49,9
4	Katowicki Holding Węglowy	6 337 524	4 939 680	77,9	1 397 844	22,1
5	Nadwiślańska Spółka Węglowa	6 035 760	3 686 796	61,1	2 348 964	38,9
6	Rybnicka Spółka Węglowa	7 795 356	7 385 892	94,7	409 464	5,3
7	Jastrzębska Spółka Węglowa	10 112 220	4 428 186	43,8	5 684 040	56,2
8	Kopalnie samodzielne	4 751 443	3 802 198	80,0	949 245	20,0
Razem :		53 626 479	34 144 010	63,7	19 482 469	36,3

W celu określenia sposobu i ilości ługowania  $\text{Cl}^-$  i  $\text{SO}_4^{2-}$  z odpadów, dla próbek pobranych z wybranych kopalń określono ich skład chemiczny oraz rozpuszczalność w wodzie. Ponadto określono ich ilość w wodach powierzchniowych kontaktujących się z odpadami, tj. w zbiornikach tworzących się na składowiskach, w ich pobliżu, w rowie opaskowym wokół składowiska, a także w ciekach przepływających w pobliżu deponowania odpadów. W wodach tych zaznaczył się znaczny wzrost stężenia chlorków i siarczanów.

## 2. Skład chemiczny odpadów

Badaniom poddano odpady ze składowiska Kotłarnia, Wawel, Sośnica i Rymer [6]. Tabela 2 przedstawia ich skład chemiczny.

Tabela 2

## Skład chemiczny odpadów pogórnich z wybranych składowisk

Miejsce opróbowania Rodzaj oznaczenia	Składowiska			
	Kotłarnia	Kop. Wawel	Kop. Sośnica	Kop. Rymer
SiO <sub>2</sub>	47,70	44,89	33,43	34,65
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21,40	19,89	18,72	17,11
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,32	4,91	5,54	4,54
CaO	1,29	2,70	1,30	1,56
MgO	1,09	3,76	3,26	1,82
Na <sub>2</sub> O	0,23	0,54	0,27	0,52
K <sub>2</sub> O	2,32	0,44	0,06	1,85
SO <sub>3</sub>	0,80	1,30	0,70	1,20
S <sub>całk.</sub>	1,20	1,62	1,02	2,33
Str. prażenia	31,90	20,79	35,23	35,36

Skład chemiczny analizowanych odpadów pogórnich jest typowy dla łowców.

### 3. Rozpuszczalność odpadów w wodzie

Badania wykonano wg testu wymywalności, zgodnie z Zarządzeniem nr 78 Głównego Inspektora Ochrony Środowiska. Otrzymane wyniki zestawiono w tabeli 3.

Zawartość części rozpuszczalnych w badanych odpadach wynosi od 0,21% do 0,58%. Ługowaniu ulegają głównie chlorki w ilości od 44,5 mg/dm<sup>3</sup> do 170,1 mg/dm<sup>3</sup>, co stanowi 0,045 ÷ 0,17 % części rozpuszczalnych. Siarczany ługują się w ilości od 27,7 mg/dm<sup>3</sup> do 133,3 mg/dm<sup>3</sup>, co stanowi 0,028 ÷ 0,135 % składników rozpuszczalnych. W tabeli tej zestawiono ilości części rozpuszczalnych chlorków i siarczanów przeliczone jako % rocznej masy produkowanych odpadów. I tak w rocznej masie produkowanych odpadów znajduje się od 105 000 do 290 000 ton części rozpuszczalnych, w tym od 22 500 do 85 000 ton chlorków i od 22 500 do 67 500 ton siarczanów. Tak duże ilości rozpuszczalnych chlorków i siarczanów w odpadach stwarzają możliwości wzrostu stężenia tych składników w wodach kontaktujących się z odpadami.

Tabela 3

Wymywalność chlorków i siarczanów z odpadów, oznaczona wg testu wymywalności

Miejsce opróbowania	Składowiska											
	Kotłarnia			Kop. Wawel			Kop. Sośnica			Kop. Rymer		
Rodzaj oznaczenia												
PH	8,0			7,5			6,6			6,8		
	mg/dm <sup>3</sup>	%	t	mg/dm <sup>3</sup>	%	t	mg/dm <sup>3</sup>	%	t	mg/dm <sup>3</sup>	%	t
Mineralizacja ogólna	207,0	0,21	105 000	316,2	0,32	160 000	381,3	0,38	190 000	584,0	0,58	290 000
Cl <sup>-</sup>	81,8	0,083	41 500	44,5	0,045	22 500	170,1	0,17	85 000	95,9	0,096	48 000
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	27,7	0,028	22 500	133,3	0,135	67 500	70,1	0,07	35 000	74,9	0,074	37 000

#### 4. Zanieczyszczenie wód powierzchniowych w rejonie składowisk przez chlorki i siarczany

Opróbowano zbiorniki wód, które znajdują się na wybranych składowiskach - pp. 1 – 10:

składowisko Sośnica - zbiorniki  $z_1$ ,  $z_2$ ,  $z_3$  i  $z_4$ ,

składowisko Wawel - zbiorniki  $z_1$ ,  $z_2$ ,

składowisko Rymer - zbiorniki  $z_1$ ,  $z_2$ ,

rowy opaskowe składowiska Kotłarnia -  $r_1$ ,  $r_2$ .

Oprócz ww. zbiorników opróbowano cieki powierzchniowe z rejonu tych składowisk; są to pp. 11 ÷ 20. Dla tych próbek wód wykonano analizę chemiczną obejmującą: pH, mineralizację, zawartość chlorków i siarczanów. Wyniki podaje tabela 4.

Wody ze zbiorników znajdujących się na składowiskach wykazują wysoką mineralizację od  $2046,0 \text{ mg/dm}^3$  do  $42131,2 \text{ mg/dm}^3$ , w tym zawartość chlorków od  $230,7 \text{ mg/dm}^3$  do  $12425,0 \text{ mg/dm}^3$  i siarczanów od  $580,45 \text{ mg/dm}^3$  do  $8458,0 \text{ mg/dm}^3$ . Wszystkie te wielkości przekraczają, i to znacznie, dopuszczalne dla ścieków wskaźniki zanieczyszczeń wprowadzanych do wód i do ziemi z wyjątkiem zbiorników na składowisku Rymer i rowów opaskowych składowiska Kotłarnia, w których zawartość chlorków nie przekracza dopuszczalnych stężeń. Analizując zawartość chlorków i siarczanów w ciekach powierzchniowych w rejonie składowisk i za składowiskami, obserwujemy wzrost zarówno mineralizacji, jak i chlorków i siarczanów. Np. rzeka Kłodnica przed składowiskiem Sośnica: mineralizacja -  $3492 \text{ mg/dm}^3$ , chlorki -  $1775 \text{ mg/dm}^3$  i siarczany  $149 \text{ mg/dm}^3$ , a za składowiskiem: mineralizacja -  $5824 \text{ mg/dm}^3$ , chlorki -  $2911 \text{ mg/dm}^3$  i siarczany -  $203 \text{ mg/dm}^3$ . W wodach tych zostały przekroczone dopuszczalne wskaźniki zanieczyszczeń dla wód III kl. czystości, zarówno dla mineralizacji, jak i chlorków. Zawartość siarczanów przekracza dopuszczalne stężenia w wodach powierzchniowych bezpośrednio kontaktujących się z odpadami, tj. w potoku Krywałdzkim wypływającym spod składowiska Knurów oraz w zalewisku W-38, które częściowo zasypane zostało odpadami z kop. Szczygłowice [3].

Tabela 4

## Analiza chemiczna wód ze zbiorników i cieków powierzchniowych

Nr p.p.	Miejsce opróbowania		Odczyn pH	Mineralizacja mg/dm <sup>3</sup>	Chlorki mg/dm <sup>3</sup>	Siarczany mg/dm <sup>3</sup>
1.	Zbiorniki	z <sub>1</sub>	7,5	42131,2	12425,0	8458,0
2.	na składowisku	z <sub>2</sub>	7,8	16407,8	2733,5	4386,0
3.	Sośnica	z <sub>3</sub>	7,6	12801,6	6922,5	592,0
4.		z <sub>4</sub>	7,4	4755,6	369,5	2592,2
5.	Zbiorniki na składowisku	z <sub>1</sub>	7,2	5270,18	2632,04	609,36
6.	kop. Wawel	z <sub>2</sub>	7,2	4804,90	2406,90	580,45
7.	Zbiorniki na składowisku	z <sub>1</sub>	7,2	3196,75	230,70	1619,20
8.	Kop. Rymer	z <sub>2</sub>	7,1	3762,84	266,50	1850,10
9.	Rowy opaskowe	r <sub>1</sub>	6,0	2046,0	769,0	1210,7
10.	składowisko Kotlarnia	r <sub>2</sub>	7,7	8426,2	912,9	4805,0
11.	Staw obok składow. Sośnica		7,6	7844	1554	392
12.	Rzeka Kłodnica przed składowiskiem Sośnica		7,6	3492	1775	149
13.	Rzeka Kłodnica za składowiskiem Sośnica		7,4	5824	2911	203
14.	Potok Krywałdzki przy składowisku Knurów		7,7	7269	2602,2	1051,5
15.	Rów opaskowy składowiska Kotlarnia		6,1	8426	912,9	4805
16.	Potok Krywałdzki przed zalewiskiem W-38		6,8	2221	752,6	325,4
17.	Zalewisko W-38		7,0	4019	1505,2	2401,1
18.	Rzeka Kłodnica przed zalewiskiem W <sub>n</sub> – 35		7,1		646	192
19.	Rzeka Kłodnica za zalewiskiem W <sub>n</sub> – 35		7,2		1062	211
20.	Stawy w okolicy dróg leśnych Brynek		5,4		nie stw.	72,0
Dopuszczalne stężenia dla wód III kl. czystości			6 + 9	1200	400	250
Dopuszczalne dla ścieków odprowadzanych do wód i do ziemi			6,5 + 9	2000	1000	500

## 5. Stężenia chlorków i siarczanów jako jeden z czynników decydujących o zagospodarowaniu odpadów

Preferowane sposoby zagospodarowania odpadów, tj.:

- do robót inżynierskich i niwelacyjnych,
  - deponowanie na dole w kopalni,
  - składowanie na powierzchni połączone z rekultywacją,
- mogą być źródłem zanieczyszczeń środowiska.

Jak wykazały badania [3], odpady wykorzystane do niwelacji terenu i budowy nasypów powodują przekroczenie dopuszczalnych zawartości Cl<sup>-</sup> i w niektórych przypadkach SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> w wodach powierzchniowych kontaktujących się z nimi (zbiorniki W-38 i W<sub>n</sub>-35). W przypadku wykorzystania odpadów do budowy dróg, wpływ odpadów na

zmianę chemizmu wód jest niewielki, gdyż są deponowane w małych ilościach i na dużych powierzchniach. Utylizacja odpadów poprzez składowanie podziemne w kopalniach może wpływać na pogorszenie jakości wód kopalnianych, w przypadku gdy są to wody słodkie. Zaleca się więc deponowanie odpadów na niskich poziomach wydobywczych, gdzie zasolone wody nie będą zmieniać swej klasyfikacji.

Zasolenie obszarów deponowania odpadów może stanowić problem w przypadku rekultywacji składowisk. W pracach rekultywacyjnych grunty zawierające podwyższoną zawartość soli zalicza się do nieużytków, jeżeli dochodzi do zasolenia ograniczającego lub uniemożliwiającego wzrost roślinności [4]. W przypadku małych powierzchni składowania i niewielkiego zasolenia przypowierzchniowego może dojść do szybkiego wysłodzenia w wyniku przemywania wodami opadowymi. Centralne, duże składowiska stwarzają większą możliwość skażenia wód oraz gleb w pobliżu składowisk, dlatego należy je zabezpieczyć przed ujemnym wpływem na środowisko. Powinny być stale monitorowane i kontrolowane przez specjalistyczne służby ochrony środowiska.

## 6. Wnioski

1. Górnictwo węgla kamiennego rocznie wytwarza około 50 mln ton odpadów. Zawierają one od 0,21 do 0,58 % części rozpuszczalnych, głównie chlorków i siarczanów.
2. Części rozpuszczalne stanowią w rocznej produkcji od 105 000 do 290 000 ton, w tym chlorki stanowią od 22 500 do 85 000 ton, a siarczany od 22 500 do 67 500 ton.
3. Odpady ługowane przez opady atmosferyczne są źródłem zanieczyszczenia wód powierzchniowych występujących na składowiskach jak i w rejonach składowania.
4. Wybór sposobu zagospodarowania odpadów: do robót inżynierskich, niwelacyjnych, deponowanie na dole w kopalni oraz na powierzchni, powinien uwzględniać stałą kontrolę stężeń jonów  $\text{Cl}^-$  i  $\text{SO}_4^{2-}$  w środowisku ich deponowania.

## Literatura

1. Cempiel E., Grabowska K., Sowa M.: Wpływ składowiska odpadów KWK Sośnica na wody powierzchniowe i podziemne. *Prace Naukowe GIG*, 1998, s. Konferencje, nr 24.
2. Durczyński S.: Gospodarcze wykorzystanie mineralnych odpadów powęglowych z górnictwa węgla kamiennego. *Prace Naukowe GIG*, 1998, s. Konferencje, nr 24.
3. Grabowska K., Sowa M.: Ekologiczna ocena wykorzystania odpadów pogórnicznych z kopalń GSW S.A. dla celów inżynierji - rekultywacyjnych. *Zeszyty Naukowe Pol. Śl.*, 1999, s. Górnictwo, nr 241.
4. Gołda T.: Rekultywacja gruntów. *Skrypt Uczelniany AGH*, 1993, nr 1356.
5. Haber M.: Aktualne problemy i stan ekologii w górnictwie węgla kamiennego. *Prace Naukowe GIG*, 1998, s. Konferencje, nr 24.
6. Herczyk M.: Praca dyplomowa magisterska: Wpływ zwałowiska odpadów górniczych kopalni Rymer na wody podziemne i powierzchniowe w rejonie ich składowania. Katedra Geologii Stosowanej, Politechnika Śląska, Gliwice 1997.