

CHARAKTERYSTYKA ŚCIEKÓW ODPROWADZANYCH Z KOPALNI RUD MIEDZI

Gospodarka zasobami wodnymi obszaru miedziowego jest jednym z ważniejszych czynników, które mogą zdecydować o rozwoju zagłębia miedziowego. Obecnie obserwuje się wyraźny deficyt wód powierzchniowych i podziemnych na obszarach w bezpośrednim sąsiedztwie szybów wydobywczych [4]. Z tych względów — zarówno władze administracyjne jak i specjaliści z zakresu ochrony środowiska — dążą do maksymalnego ograniczenia poboru wód do celów technologicznych oraz zmniejszenia ładunków odprowadzanych zanieczyszczeń.

Głównym zanieczyszczeniem ścieków zagłębia miedziowego są zawiesiny oraz metale ciężkie, które wprowadzane do rzek, mogą być kumulowane w organizmach zwierzęcych i roślinnych lub przenoszone na duże odległości, bądź też — jako zawiesina — odkładać się w osadach dennych [5, 6, 7].

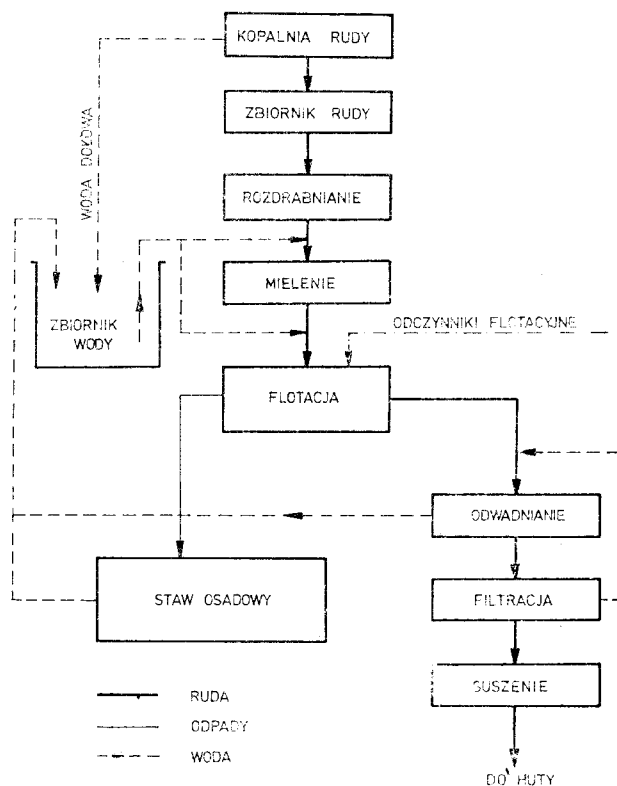
Biorąc pod uwagę dynamikę wzrostu wydobywania rud miedzi oraz znając niebezpieczeństwo, jakie zaistniałoby po przekroczeniu dopuszczalnych stężeń metali ciężkich w wodach powierzchniowych, rozpoczęto na szeroką skalę badania możliwości ograniczenia zrzuwu zanieczyszczeń poprzez zmiany technologii, wprowadzanie zamkniętych obiegu wodnych w niektórych wydziałach oraz przez stosowanie bardziej efektywnych sposobów oczyszczania ścieków [1, 2, 3].

Pierwszym etapem szeroko zakrojonego planu ochrony wód było określenie jednostkowych wskaźników zanieczyszczenia surowych ścieków, odprowadzanych z poszczególnych kopalni rud miedzi [4]. Jednostkowy wskaźnik zanieczyszczenia jest parametrem umownym, wyrażającym tę wielkość ładunku zanieczyszczeń (powstających w procesie produkcji oraz w wykonywaniu czynności towarzyszących produkcji), która przypada na jedną jednostkę produkcji podstawowej lub na jedną osobę zatrudnioną w zakładzie. Wskaźnik jednostkowy jest wielkością charakterystyczną dla danego zakładu. Na podstawie znajomości jednostkowych wskaźników z zakładu o tym samym rodzaju oraz podobnej technologii produkcji można obliczyć średnie wskaźniki jednostkowe, które charakteryzują daną dziedzinę produkcji.

Jednostkowe wskaźniki stanowią podstawę zarówno prognozowania wzrostu ładunków zanieczyszczeń w okresie perspektywicznym jak i prawidłowości projektowania oczyszczalni ścieków. W odniesieniu do zakładów przemysłowych bardzo istotnym czynnikiem, decydującym o wiarygodności

obliczonych wskaźników, jest znajomość specyfiki każdego z badanych zakładów.

Kopalnie rud miedzi stosują jednakową technologię przeróbki miedzi, a różnice w schematach polegają na różnorodności wydziałów towarzyszących oraz standardzie wyposażenia obiektów socjalnych. Schemat ideowy kopalni przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Schemat ideowy kopalni rudy miedzi.

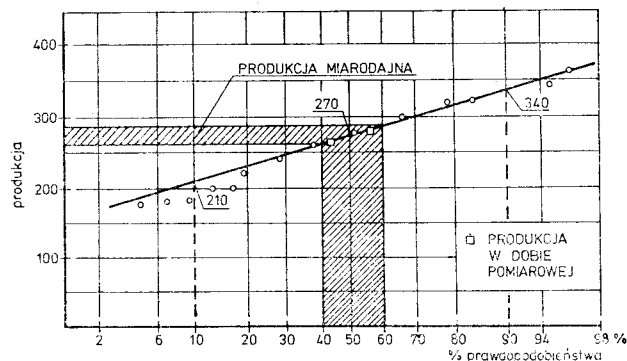
W skład każdej z kopalni wchodzi szyb wydobywczy rudy oraz szyb główny. Wydobytą rudę transportuje się do szybów głównych, gdzie poddaje się ją mechanicznej przeróbce oraz wzbogacaniu w procesie flotacji, produktem końcowym jest koncentrat miedziowy, a odpadem — odpływ z maszyn flotacyjnych, tzw. odpady flotacyjne kierowane do stawów osadowych (rys. 1). Wody dołowe, odpompowywane z szybów, kieruje się do uzupełnienia obiegu flotacyjnego, natomiast nadmiar wód dołowych odprowadza się do stawów osadowych.

Metodyka badań

Badania, zmierzające do określenia jednostkowych wskaźników zanieczyszczenia, obejmowały dwa zadania: szczegółowe rozpoznanie produkcji oraz pomiary ilości i składu ścieków. Rozpoznanie produkcji dotyczyło przede wszystkim:

- charakteru i dobowej wielkości produkcji z okresu ostatniego roku
- zatrudnienia
- analizy dobowego zużycia wody pitnej i przemysłowej.

Zmienność wartości dobowych każdego z trzech wymienionych wskaźników poddawano analizie prawdopodobieństwa, z której wyznaczano prawdopodobną średnią (50%) i wielkość tę przyjmowano jako charakterystyczną (rys. 2).



Rys. 2. Zakres zmian dobowej produkcji.

Pomiary ilości i analizy składu ścieków wykonywano co godzinę. Analizy obejmowały pełny zakres oznaczeń fizykochemicznych. Na podstawie wyników analiz oraz pomiarów ilości ścieków obliczono godzinowe ładunki zanieczyszczeń dla każdego ze wskaźników. Suma ładunków godzinowych dawała ładunek dobowy, stanowiący podstawę obliczenia jednostkowych wskaźników. Dobę pomiarową wybierano losowo. W czasie pomiarów notowano:

- wielkość produkcji oraz uwagi o prawidłowości przebiegu procesów technologicznych każdego z wydziałów
- zużycie wody pitnej i przemysłowej
- liczbę zatrudnionych.

Gdy każdy z tych czynników był prawidłowy, tzn. bezawaryjna produkcja, liczba zatrudnionych, wielkość produkcji, zużycie wody w granicach 40—60% prawdopodobieństwa (rys. 2) — dobę uznawano za właściwą, a uzyskane wyniki za charakterystyczne. Dobowe badania wykonywano trzykrotnie.

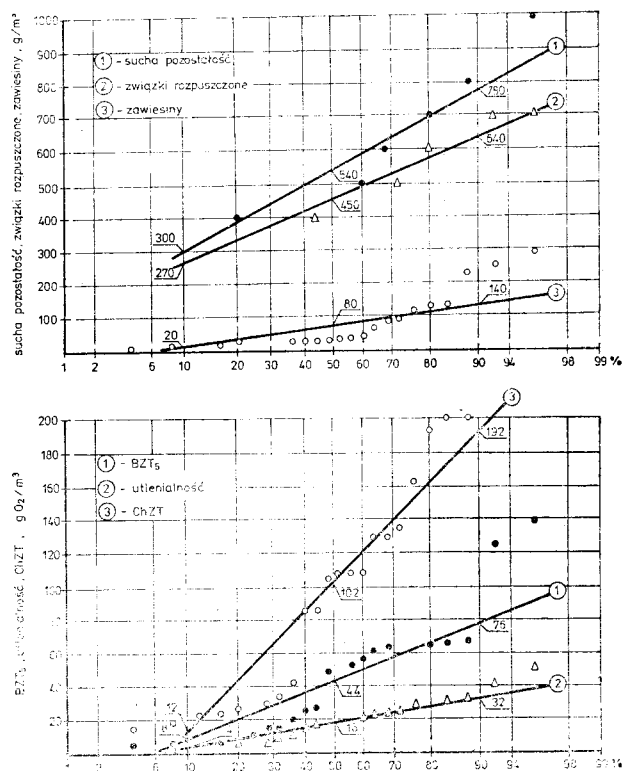
Wyniki badań

Rodzaje ścieków oraz sposoby ich odprowadzania w każdej z kopalń są podobne, różnią się jednak w poszczególnych szybach. Ogólnie można wyróżnić następujące grupy:

- ścieki bytowo-gospodarcze
- ścieki przemysłowe
- odpady flotacyjne
- wody dołowe.

Ścieki bytowo-gospodarcze, zarówno ilość jak i skład ścieków ulegają dość znacznym

wahaniom (rys. 3). Ogólnie jednak należy podkreślić, że są to ścieki o niskim ładunku związków organicznych. Wyższe zanieczyszczenia obserwuje się w szybach, które posiadają wydział wzbogacania rudy (szyby główne). Zestawienie stężeń charakterystycznych podaje tab. 1. Z przytoczonych średnich stężeń widać wyraźnie, że metale ciężkie są istotnym zanieczyszczeniem ścieków bytowo-gospodarczych. Wyniki pomiarów oraz badania składu ścieków i warunków ich powstawania pozwoliły na ustalenie jednostkowych wskaźników zanieczyszczenia ścieków bytowo-gospodarczych (tabela 2). Z analizy przedstawionych wielkości wyraźnie widać różnice w każdej z kopalń. Jest to wynikiem różnego standardu wyposażenia socjalnego kopalń. Obiekty kopalń II i III — jako nowowyprowadzone — posiadają lepiej wyposażone zaplecze socjalne (stołówki, bufety — łazienki) oraz laboratoria chemiczne.



Rys. 3. Zakres zmian stężeń podstawowych wskaźników zanieczyszczenia ścieków bytowo-gospodarczych, (Kop. II, Szyb A).

Ścieki przemysłowe — to wody chłodnicze, ścieki z wydziału ładowania lamp górniczych, mycia samochodów (samochodowy transport rudy), z warsztatów mechanicznych. Ścieki tej grupy są nieznacznie zanieczyszczone i jedynie ilości metali ciężkich oraz zawiesin decydują o konieczności oczyszczania tej grupy ścieków. Średnie stężenia podstawowych wskaźników zanieczyszczenia podaje tabela 3 i rysunek 4. Jednostkowe wskaźniki zanieczyszczenia ścieków przemysłowych, obliczone w odniesieniu do jednej tony wydobytej rudy, zestawiono w tabeli 4. Duża zmienność wskaźników jest uwarunkowana różnorodnością wydziałów towarzyszących. Jako przykład można podać, że w szybach A kopalni I znajduje się baza samochodowa, co uwiadcza się dużym zużyciem wody.

Tabela 1.

Zestawienie średnich stężeń ścieków bytowo-gospodarczych odprowadzanych z kopalń miedzi.

Lp.	Wskaźnik	Jednostka	Kopalnia I			Kopalnia II			Kopalnia III		Kopalnia IV
			A	B	C	A	B	C	C	B	C
1	Odczyn	pH	7,8	7,5	8,1	7,4	8,2	7,5	7,9	7,6	8,0
2	BZT ₅	g O ₂ /m ³	45	16,0	60	44	80	34	18	22	85
3	Utlenialność	g O ₂ /m ³	20	9,0	36	18	30	20	22	11	60
4	ChZT	g O ₂ /m ³	130	40	210	102	150	75	45	32	200
5	Zawiesiny	g/m ³	60	45	90	80	80	50	17	12	150
6	Detergenty	g/m ³	1,5	2,0	1,5	n.o.	5,0	4,0	0,2	1,5	2,1
7	Miedź	g Cu/m ³	0,1	0,2	0,5	0,5	0,4	0,6	0,3	0,1	0,6
8	Cynk	g Zn/m ³	0,4	0,2	0,6	0,2	0,4	0,3	0,5	0,7	0,4
9	Ołów	g Pb/m ³	-	0,1	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2
10	Nikiel	g Ni/m ³	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,04	0,1	0,2

Tabela 2.

Zestawienie jednostkowych wskaźników zanieczyszczenia ścieków bytowo-gospodarczych.

Lp.	Wskaźnik	Jednostka	Ładunki jednostkowe odprowadzane z kopalń									Średnia ładunku
			Kopalnia I			Kopalnia II			Kopalnia III		Kopalnia IV	
			A	B	C	A	B	C	C	B	C	
1	Ilość ścieków	l/1 zatrud.	72	328	90	553	223	1018	863	436	167	404
2	BZT ₅	g/1 zatrud.	3,0	10	8	24	39	34	34	7	40	25
3	Utlenialność	g/1 zatrud.	1,4	4	6	8	29	19	24	8	16	13
4	ChZT	g/1 zatrud.	9	14	19	54	103	94,0	61	16	35	51
5	Zawiesiny	g/1 zatrud.	5	18	13	44	37	38,0	107	6	28	32
6	Detergenty	g/1 zatrud.	0,12	0,61	0,15	1,8	1,5	4,2	6,2	0,059	0,35	1,65
7	Miedź	g/1 zatrud.	0,007	0,08	0,04	0,24	0,05	0,6	0,07	0,167	0,08	0,15
8	Cynk	g/1 zatrud.	0,023	0,06	0,05	0,12	0,07	0,3	0,53	0,2	0,06	0,16
9	Ołów	g/1 zatrud.	-	0,05	0,03	0,12	0,03	0,3	0,23	0,11	0,003	0,11
10	Nikiel	g/1 zatrud.	0,007	0,07	0,02	0,46	0,03	0,12	0,06	0,025	0,032	0,09

Odpady flotacyjne są odprowadzane do stawów osadowych, skąd sklarowane wody nadosadowe zawraca się do flotacji i stanowią one zamknięty obieg wód technologicznych. Z tego względu nie podaje się jednostkowych wskaźników. Skład tych wód (wg przepisów PRL) przekracza normy dopuszczalne dla wód III klasy czystości. Dotyczy to zasolenia oraz zawartości metali ciężkich (tabela 5).

Wody dołowe kopalń są zagospodarowywane w zależności od fizykochemicznych charakterystyk składu i praktycznie nie odprowadza się ich do rzek. Skład wód dołowych podano w tabeli 5. Ogólnie można stwierdzić, że wody dołowe charakteryzują się bardzo silnym zasoleniem, dużą ilością zawieszin oraz znacznym zanieczyszczeniem związkami organicznymi. W każdej z kopalń skład wód dołowych jest inny. Z uwagi na dużą zmien-

Tabela 3.

Zestawienie średnich stężeń ścieków przemysłowych.

Lp.	Wskaźnik	Jednostka	Kopalnia I		Kopalnia II			Kopalnia III		Kopalnia IV
			A	C	A	B	C	C	B	C
1	Odczyn	pH	8,0	8,15	7,8	7,8	7,4	9,0	8,0	8,7
2	BZT ₅	g O ₂ /m ³	5	6,0	8	6,7	19	23	4,0	29
3	Utlenialność	g O ₂ /m ³	10	8,0	3,5	4,1	27	24	3,5	9
4	ChZT	g O ₂ /m ³	15	28,0	9,5	27	82	36	12	58
5	Zawiesiny	g/m ³	110	45	100	38	116	60	30	40
6	Detergenty	g/m ³	0,2	0,6	0,1	0,10	8,0	0,05	0,03	0,09
7	Miedź	g Cu/m ³	0,1	1,5	0,30	0,1	5,0	0,3	0,02	1,0
8	Cynk	g Zn/m ³	0,4	0,3	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2
9	Ołów	g Pb/m ³	-	0,6	0,2	0,1	0,1	0,2	0,16	0,4
10	Nikiel	g Ni/m ³	0,1	0,1	0,15	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3

Tabela 4.

Zestawienie jednostkowych wskaźników zanieczyszczenia ścieków przemysłowych odprowadzanych z kopalń miedzi.

Lp.	Wskaźnik	Jednostka	Ładunki jednostkowe odprowadzane z kopalń						Średni wskaźnik
			Kopalnia I		Kopalnia II			Kopalnia IV	
			A	C	A	B	C	C	
1	Ilość ścieków	m ³ /t	0,94	0,21	0,43	0,16	0,43	0,45	0,44
2	BZT ₅	g/t	9	4	4,0	0,6	11	13	0,5
3	Utlenialność	g/t	5	4	2,3	1,0	18	4	5
4	ChZT	g/t	13	20	10,0	4	25	24	15,22
5	Zawiesiny	g/t	110	65	36	5	66	157	73,14
6	Detergenty	g/t	0,22	0,12	0,06	0,01	3,4	0,04	0,76
7	Miedź	g/t	0,08	0,40	0,2	0,01	3,19	0,44	0,72
8	Cynk	g/t	0,02	2,5	0,06	0,22	0,17	0,10	0,51
9	Ołów	g/t	0,05	0,08	0,09	0,02	0,26	0,15	0,10
10	Nikiel	g/t	0,12	0,09	0,06	0,21	0,06	0,11	0,11

ność warunków hydrogeologicznych, decydujących o ilościach i składzie wód dołowych, określenie jednostkowych wskaźników zanieczyszczenia wód dołowych nie jest możliwe.

Wnioski

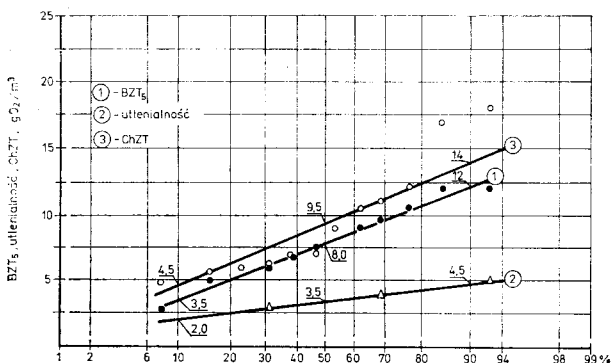
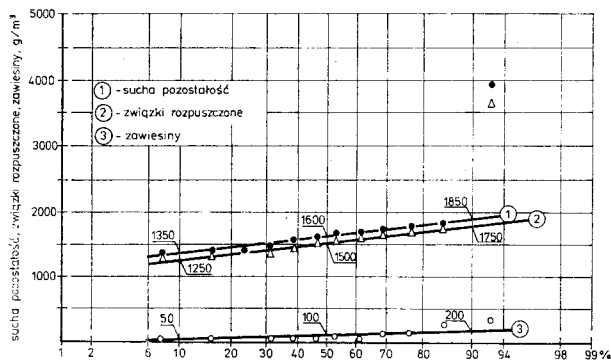
1. Głównymi grupami zanieczyszczeń z kopalń rud miedzi są ścieki bytowo-gospodarcze, przemysłowe, wody dołowe oraz odpływy ze stawów osadowych (odwadnianie odpadów flotacyjnych).

2. Najważniejszymi zanieczyszczeniami zadanych ścieków są: metale ciężkie oraz zawiesiny, natomiast w wodach dołowych i odpadach flotacyjnych — dodatkowo chlorki i siarczany.

3. Jednostkowe wskaźniki zanieczyszczeń organicznych w ściekach bytowo-gospodarczych różnią się w zależności od standardu wyposażenia obiektów socjalnych poszczególnych szybów. Ogólnie są one prawie dwukrotnie niższe od wartości charakteryzujących ścieki miejskie.

Charakterystyka składu wód dołowych i nadosadowych
/ ze stawów osadowych /

Lp.	Wskaźnik g/m ³	Wody dołowe			Odpływy ze stawów osadowych	
		Kopalnia I	Kopalnia II	Kopalnia IV	Staw I	Staw II
1	Odczyn pH	8,5	7,2	8,0	8,4	7,5
2	BZT ₅	50	10 - 35	8,0	5,0	5,5
3	Utlenialność	20	8 - 30	3,0	3,0	12,0
4	ChZT	200	100 - 200	50,0	50,0	63,0
5	Zawiesiny	1500	100 - 2000	57,0	35,0	30,0
6	Miedź	n.o.	n.o.	0,19	0,20	0,037
7	Cynk	n.o.	n.o.	0,16	0,07	0,060
8	Ołów	n.o.	n.o.	0,16	0,22	0,136
9	Nikiel	n.o.	n.o.	0,07	0,25	0,043
10	Chlorki	750	5 - 40	15,0	73,0	2900
11	Siarczany	1750	1 - 3	75,0	585,0	2014

g — kg/m³

Rys. 4. Zakres zmian stężeń podstawowych wskaźników zanieczyszczenia ścieków przemysłowych (Kop. II, Szyb A).

4. Jednostkowe wskaźniki zanieczyszczenia ścieków przemysłowych różnią się znacznie w każdym z szybów, co jest uwarunkowane lokalizacją obiektów towarzyszących (bazy transportowe, laboratoria centralne, zakłady doświadczalne).

LITERATURA

1. Application of New Concepts of Physical — Chemical Wastewater Treatment 1972. The Intern. Conf. Sponsored by Int. Conf. on Wat. Poll. Research Vanderbilt University. Nashville Tennessee.
2. P. F. ATKINS: Sources and Effects of Industrial Wastes. Biological Treatment Technology. 1970. U. S. Dep. of the Interior F.W.P. C.A. Training Program.
3. F. N. KITRELL: A Practical Guide to Water Quality Studies of Streams. 1969. U.S. Dep. of the Interior F.W.P. C.A. CWR — 5.
4. R. A. KOROL, C. ŁOJEWSKA, A. PONIKOWSKI: Ogólna koncepcja ochrony wód powierzchniowych na obszarze LGOM. 1974. Maszynopis. CUPRUM lub Biblioteka IMGW we Wrocławiu.
5. A. R. KOROL, J. A. OLESZKIEWICZ: Wpływ metali ciężkich na środowisko wodne. Maszynopis. Praca przygotowana do druku.
6. A. R. KOROL, W. ZALEWSKI: Zawartość metali ciężkich jako czynnik decydujący o przydatności wód do potrzeb rolnictwa i hodowli. Materiały Konferencji Naukowej Melioracji i Użytków Zielonych. 1975.
7. Proposed Toxic Pollutant Effluent Standards. U.S. E.P.A. Water Programs. 1973. Vol. 38. no. 247.