

mgr inż. Andrzej Nalberczyński  
mgr inż. Adam Ponikowski

Zakład Badania Jakości Zasobów Wodnych  
Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej  
Oddział we Wrocławiu

## ZMIANY JAKOŚCI WÓD KACZAWY W OKRESIE LAT 1974–82

*Na podstawie badań z lat 1973/74 i 1981/82 wykonanych przez IMGW Oddział we Wrocławiu, przy zachowaniu tej samej lokalizacji punktów pomiarowo-kontrolnych, metodyki badawczej i analitycznej dokonano porównania zmian jakości wód rzeki Kaczawy w okresie lat 1974–82. Materiał badawczy stanowiący podstawę dokonanego porównania wzbogacono o wyniki badań Ośrodka Badań i Kontroli Środowiska w Legnicy.*

Kaczawa jest lewobrzeźnym dopływem Odry, II rzędu o długości 89 km i powierzchni zlewni 2252 km<sup>2</sup>. Do głównych jej dopływów w środkowym i dolnym biegu należą: Prusicki Potok — łączący się z Kaczawą w km 43+00, Nysa Szalona — w km 37+00, Czarna Woda — w km 23+00 oraz rzeka Wierzbiak, uchodząca w km 17+00. Wielkości przepływów wód Kaczawy na rozpatrywanym odcinku są rejestrowane w następujących profilach wodowskazowych:

Rzymówka w km 40+350 — o powierzchni zlewni 315 km<sup>2</sup>; Dunino w km 35+300 — o powierzchni zlewni 647 km<sup>2</sup> oraz Pątnów w km 19+500, obejmującym zlewnie o powierzchni 1793 km<sup>2</sup>.

Reprezentatywne wielkości przepływów ŚNQ, stanowiące poziom odniesienia dla obu okresów wynoszą w profilu wodowskazowym Rzymówka — 0,77 m<sup>3</sup>/s; w profilu wodowskazowym Dunino — 1,53 m<sup>3</sup>/s i w Pątnowie — 2,18 m<sup>3</sup>/s. Rok badawczy 1973/74 zaliczono do lat suchych, a notowany wówczas przebieg stanów wody w Kaczawie uznano za głęboką niżówkę, podczas której stany wody długotrwale utrzymywały się poniżej ŚNQ. Natomiast w latach 1981/82 stany wody układały się w strefie przepływów od średnich do wysokich, a przeprowadzonym badaniom towarzyszyły następujące zakresy wielkości przepływów w przekrojach wodowskazowych: Rzymówka 1,14—9,82 m<sup>3</sup>/s; Dunino 1,69—22,50 m<sup>3</sup>/s i Pątnów 2,58—215,0 m<sup>3</sup>/s.

Z porównania danych hydrologicznych dla obu okresów wynika, że lata 1973/74 stanowiły bardziej korzystny okres dla oceny wpływu punktowych źródeł zanieczyszczenia na stan jakości wód.

### Zakres i metodyka badań

Porównanie zmian jakości wód Kaczawy w okresie lat 1974–82 zostało dokonane następującymi metodami:

- metodą profilów hydrochemicznych [2] uznaną, jako aktualnie obowiązującą w kraju, metoda ta stanowiła podstawę klasyfikacji wód Kaczawy
- metoda określenia częstości występowania stężeń analizowanych wskaźników zanieczyszczenia [1].

Metoda profilów hydrochemicznych, umożliwiająca porównanie zmian jakości wód w różnych okresach i warunkach hydrologicznych wymaga spełnienia określonych kryteriów, polegających na przyjęciu wspólnego poziomu odniesienia, jaki stanowi jednakowa wartość przepływu ŚNQ dla rozpatrywanych okresów oraz na ustaleniu zależności pomiędzy analizowanymi wartościami wskaźników zanieczyszczenia, a natężeniem przepływu.

W celu spełnienia wymaganego kryterium do obliczeń wartości stężeń miarodajnych dla okresu lat 1981/82 wprowadzono przepływy ŚNQ, jakie zostały przyjęte do oceny jakości wód Kaczawy, przeprowadzonej w latach 1973/74. Obliczenia równań regresji, współczynników korelacji oraz wartości miarodajnych stężeń — odpowiadających przepływowi ŚNQ, wykonano przy zastosowaniu ramowego programu w języku ALGOL [3] w Centrum Obliczeniowym COBPGO „Poltegor” we Wrocławiu.

Dla pełniejszej oceny zmian poziomu zanieczyszczenia w obu okresach przeanalizowano częstość występowania stężeń badanych wskaźników wraz z niższymi (a tlenu rozpuszczonego i pH wraz z wyższymi) przyjmując za

przybliżone prawdopodobieństwo wartości według wzoru:

$$\% \text{ prawdopodobieństwa} = \frac{m}{n+1} \cdot 100$$

gdzie:

m — liczba porządkowa wartości wskaźnika w uporządkowanym zbiorze,  
n — liczebność zbioru

Oceny zmian poziomu zanieczyszczenia w omawianych okresach dokonano, przyjmując wartości stężeń dla 90% — prawdopodobieństwa. Wyznaczone wartości miarodajnych stężeń jak i wartości odpowiadające 90% prawdopodobieństwu występowania stanowiły podstawę do sporządzenia profilów hydrochemicznych, obrazujących zmiany wskaźników zanieczyszczenia wzdłuż biegu rzeki.

Profile hydrochemiczne, stanowiące podstawę klasyfikacji wód rzeki Kaczawy w oparciu o kryteria ich przydatności do różnych zastosowań gospodarczych przedstawiono tylko dla wybranych wskaźników zanieczyszczenia, natomiast pełen zakres badanych wskaźników w charakterystycznych przekrojach pomiarowo-kontrolnych — dla obu okresów badawczych podano w formie tabelarycznej, podobnie zestawiono wyniki szczegółowej klasyfikacji wód.

## Charakterystyka źródeł zanieczyszczenia

Kaczawa na całej długości swego biegu, jest odbiornikiem ścieków z miast, osiedli i z zakładów przemysłowych, położonych nad samą rzeką oraz nad jej dopływami — rys. 1.

W górnym biegu Kaczawy, stan gospodarki wodno-ściekowej, zlokalizowanych tam źródeł zanieczyszczenia w omawianym okresie nie uległ zmianie, a do rzeki poprzez osadniki gnilne odpływają ścieki z Wojcieszowa, Świerzawy, Zakładów Wapienniczych i Zakładów Mechaniczno-Elektronicznych „Polkat”. W rejonie miejscowości Nowy Kościół, aktualnie do Kaczawy odprowadzane są ścieki oczyszczone tylko mechanicznie z Zakładów Remontowo-Montażowych Przemysłu Metali Nieżelaznych, ponieważ zrezygnowano z eksploatacji, czynnych jeszcze w latach 1973/74 szybów górniczych, przez co wyeliminowano zrzut wód dołowych w ilości około 1000 m<sup>3</sup>/d.

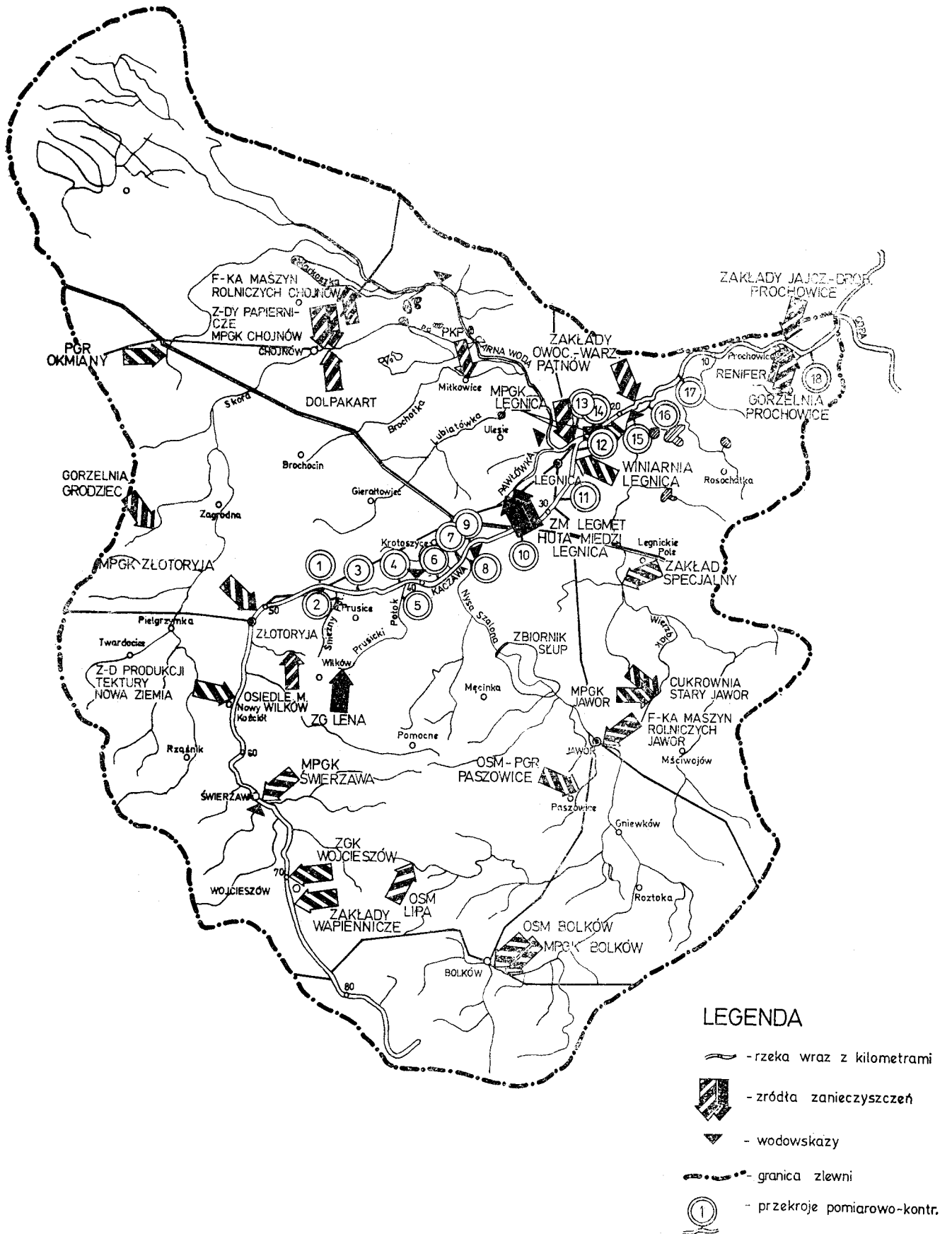
Największym źródłem zanieczyszczenia wód powyżej badanego odcinka rzeki jest Złotoryja wraz z zakładami przemysłowymi, w większości odprowadzającymi swoje ścieki do kanalizacji miejskiej, z wyjątkiem Przedsiębiorstwa Budownictwa Rolnego i Zakładu Wylęgu Drobiu, których ścieki w ilości około 110 m<sup>3</sup>/d trafiają bezpośrednio do Kaczawy. W porównaniu do poprzedniego okresu, w którym Okręgowa Spółdzielnia Mleczarska odprowadzała ścieki poprodukcyjne w ilości 100 m<sup>3</sup>/d bez oczyszczania, podobnie jak i bez oczyszczania odprowadzane były ścieki w ilości ok. 500 m<sup>3</sup>/d z Zakładów Wyrobów Filcowych, nastąpiło zmniejszenie ładunku zanieczyszczeń, w wyniku

podłączenia obu tych zakładów do kanalizacji miejskiej. Ze Złotoryi odprowadzane są do Kaczawy ścieki w ilości ok. 5000 m<sup>3</sup>/d — po oczyszczeniu mechaniczno-biologicznym.

Poniżej Złotoryi, istotnym źródłem zanieczyszczenia w latach ubiegłych były Zakłady Górnicze „Lena”, z których poprzez Śnieżny Potok do Kaczawy dopływały wody dołowe w ilości 11 500 m<sup>3</sup>/d. Zakłady te oraz zlokalizowane przy nich Zakłady Karne wprowadzały z wodami Prusickiego Potoku do Kaczawy ok. 800 m<sup>3</sup>/d ścieków bytowo-gospodarczych i przemysłowych, przepływających uprzednio przez wyeksploatowany staw osadowy. Od kilku lat nie prowadzi się już wydobywania rudy miedzi, zlikwidowano również Zakłady Karne, a w miejsce Zakładów Górniczych powstały Zakłady Urzędów Górniczych, odprowadzające do Prusickiego Potoku zaledwie 300 m<sup>3</sup>/d ścieków. W stosunku do lat 1973/74, zanieczyszczenia wprowadzane z wodami Nysy Szalonej, uległy również znacznemu obniżeniu w wyniku przerzutu ścieków z głównych źródeł zanieczyszczenia do rzeki Wierzbiak. Konieczność dokonania tego przerzutu została podyktowana budową zbiornika „Słup” na Nysie Szalonej. Obecnie do Wierzbiaka trafiają ścieki z oczyszczalni miejskiej w Jaworze, w ilości 7500 m<sup>3</sup>/d a w okresie kampanijnym również i ścieki z cukrowni „Jawor”. Największym jednak źródłem zanieczyszczenia, obciążającym nadmiernie wody Wierzbiaka stała się nowa oczyszczalnia ścieków w Legnicy, umożliwiającą aktualnie oczyszczanie ścieków tylko na urządzeniach mechanicznych, ponieważ część biologiczna znajduje się jeszcze w budowie.

Oczyszczone wstępnie ścieki wprowadzane są do niewielkiego potoku Kopanica — lewostronnego dopływu Wierzbiaka w ilości ok. 18000 m<sup>3</sup>/d zamieniając go, podobnie jak przyujściowy odcinek Wierzbiaka w otwarty kanał ściekowy. O wpływie nowej oczyszczalni legnickiej na stan zanieczyszczenia wód tego odcinka — zakwalifikowanego w minionych latach do wód klasy I, świadczą wyniki pomiarów i analiza próbek wody, wykonane przez ekipę IMGW w dniu 31.08.83 r. Przy stopniu rozcieńczenia 1:1,06 wartość BZT<sub>5</sub> w wodach Wierzbiaka, poniżej ujścia Kopanicy wzrosła z 11,5 do 77 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>, a zawartość tlenu rozpuszczonego spadła z 6,8 do 0,0 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>. O ile zakończenie budowy i przekazanie do eksploatacji komór osadu czynnego na oczyszczalni legnickiej, powinno w istotny sposób zmniejszyć stopień obciążenia wód Wierzbiaka związkami organicznymi, a w następstwie wpłynąć na poprawę jakości wód Kaczawy, to zadaniem znacznie trudniejszym będzie wyeliminowanie niekorzystnego wpływu Huty Miedzi „Legnica” na stan zanieczyszczenia wód. Bezpośrednim odbiornikiem ścieków z Huty Miedzi i z Zakładów Mechanicznych „Legmet” jest niewielki potok Pawłówka, stanowiący prawobrzeżny dopływ ujściowego odcinka Czarnej Wody.

Ścieki poprodukcyjne i bytowo-gospodarcze oraz wody deszczowe z Huty w ilości ok. 11000



Rys. 1 Lokalizacja głównych źródeł zanieczyszczenia wód Kaczawy i przekrojów badawczych

m<sup>3</sup>/d wprowadzane są do potoku dwiema kaskadami; korytem jednej z nich dopływa także nadmiar ścieków poprodukcyjnych i wód deszczowych z obiegu zamkniętego, Zakładów Mechanicznych „Legmet” w ilości ok. 800 m<sup>3</sup>/d. W porównaniu do 1974 r. zmalała ilość ścieków odprowadzanych z Huty o ok. 5000 m<sup>3</sup>/d, a z Zakładów Mechanicznych o ok. 1000 m<sup>3</sup>/d. Zmniejszenie ilości ścieków nastąpiło w wyniku zamknięcia niektórych obiegów wód chłodniczych i uszczelnieniu kanalizacji.

W celu porównania wielkości zanieczyszczeń, odprowadzanych z Huty Miedzi w analizowanych okresach, w pierwszej połowie 1982 r. przeprowadzono 4-krotne badania kontrolne w przekroju ujściowym Pawłówki do Czarnej Wody. Badania te wykazały, że przy porównywalnych wielkościach przepływu, w zakresie od 0,146 do 0,245 m<sup>3</sup>/s wartość rozpatrywanych wskaźników zanieczyszczenia nie wykazywały istotnych różnic poza fenolami, których stężenia wzrosły przeciętnie z poziomu 0,02 do 0,44 mg/dm<sup>3</sup>, co stanowi przeszło 20-krotny wzrost ładunku związków fenolowych.

W rejonie Legnicy — do Kaczawy wraz z wodami Czarnej Wody dopływają nie tylko zanieczyszczenia z Huty „Legnica”, ale również częściowo oczyszczone ścieki miejskie, pochodzące ze starej oczyszczalni; podłączono natomiast do kanalizacji miejskiej, odprowadzane w 1974 r. bezpośrednio do Kaczawy, ścieki z Winiarni i z Zakładów Owocowo-Warzywnych. Ostatnim źródłem zanieczyszczenia wód Kaczawy, przed jej ujściem do Odry są Prochowice, wraz ze zlokalizowanymi tam zakładami przemysłowymi. W latach 1981/82 odprowadzane do Kaczawy były ścieki z Prochowickich Zakładów Drobiarskich w ilości 2400 m<sup>3</sup>/d, z Dolnośląskich Zakładów Białoskórniczo-Ręka-

wicznich „Renifer” — 450 m<sup>3</sup>/d, z Gorzelni Rolniczej — 70 m<sup>3</sup>/d oraz z Zakładów Gospodarki Komunalnej — 60 m<sup>3</sup>/d.

W porównaniu do lat ubiegłych blisko 5-krotnie wzrosła ilość ścieków z Zakładów Drobiarskich, które w drugiej połowie lat 70 uruchomiły nową mechaniczno-biologiczną oczyszczalnię ścieków i tym samym jakość wód nie uległa pogorszeniu.

## Porównanie zmian jakości wód Kaczawy w okresie lat 1974–82

Porównanie zmian jakości wód Kaczawy w okresie lat 1973/74 i 1981/82, oparte na wartościach miarodajnych stężeń badanych wskaźników zanieczyszczenia i na częstotliwości ich występowania przedstawia się następująco:

W obu okresach na kontrolowanym odcinku powyżej Legnicy, rzeka Kaczawa prowadziła wody nieznacznie zanieczyszczone związkami organicznymi. Wartości wskaźników tlenowych — utlenialność, CZT i zawartość tlenu rozpuszczonego, odpowiadały normom dopuszczalnym dla wód klasy I, zaś wartości BZT<sub>5</sub> nieznacznie je przekraczały — tabela 1. Przekroczenia te występowały poniżej Złotorii a w latach 1973/74 również na odcinku 2,5 km poniżej ujścia Nysy Szalonej.

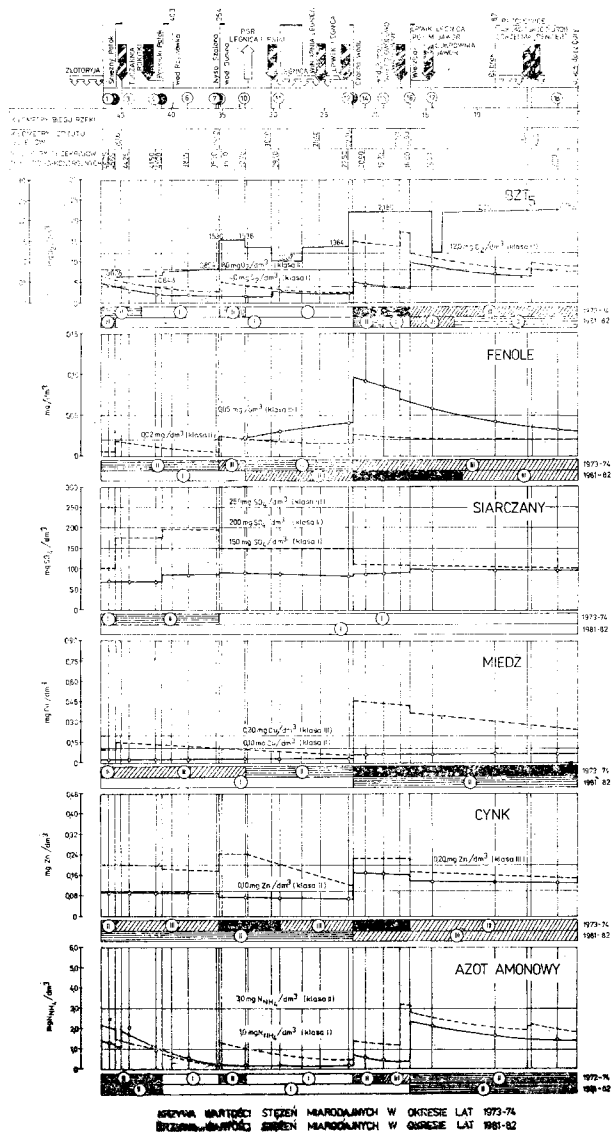
O stanie zanieczyszczenia wód Kaczawy związkami organicznymi poniżej Legnicy decydowały w okresie lat 1973/74 przede wszystkim wielkości ładunków zanieczyszczeń, wnoszone przez Czarną Wodę, natomiast obecnie, po uruchomieniu na nowej oczyszczalni miejskiej osadników wstępnych, zanieczyszczenia te wprowadzane są z wodami Wierzbiaka.

PORÓWNANIE STANU ZANIECZYSZCZENIA WÓD RZEKI KACZAWY W CHARAKTERYSTYCZNYCH PRZEKROJACH BADAWCZYCH W OKRESIE LAT 1974–82 W ODNIESIENIU DO PRZEPIYU MIARODAJNEGO

Tabela 1

Lp.	Wskaźnik zanieczyszczenia	Jednostka	1973/74								1981/82							
			Nr i nazwa przekroju								Nr i nazwa przekroju							
			1 Poniżej Złotorii	8 Ujście Nysy Szalonej	10 Powyżej ujęc wody dla Legnicy	13 Ujście Czarnej Wody	16 Ujście Wierzbiaka	18 Przekrój ujściowy	1 Poniżej Złotorii	8 Ujście Nysy Szalonej	10 Powyżej ujęc wody dla Legnicy	13 Ujście Czarnej Wody	16 Ujście Wierzbiaka	18 Przekrój ujściowy				
1	BZT <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	5,1	4,3	4,0	16,0	3,2	9,2	4,3	3,2	2,4	5,4	31,5	8,1				
2	Utlenialność	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	5,7	5,7	4,2	13,1	5,5	1,5	4,7	5,6	4,1	11,2	44,9	9,2				
3	CZT	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	27,0	21,3	17,5	36,2	24,4	26,5	26,6	13,0	12,6	28,4	114,2	26,8				
4	Tlen rozpuszczony	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	8,4	9,6	9,4	6,8	10,7	5,6	6,8	10,1	9,4	7,3	1,7	7,6				
5	Fenole	mg/dm <sup>3</sup>	0,014	0,024	0,022	0,019	0,014	0,022	n w	n w	0,02	0,199	0,057	0,032				
6	Chlorki	mg Cl/dm <sup>3</sup>	39	52	50	63	67	55	28	38	35	45	74	53				
7	Siarczany	mg SO <sub>4</sub> /dm <sup>3</sup>	94	96	141	105	106	104	62	95	86	89	148	95				
8	Substancje rozpuszczone	mg/dm <sup>3</sup>	292	460	468	343	579	496	396	540	480	368	628	473				
9	Zawiesiny	mg/dm <sup>3</sup>	13	24	24	42	48	24	11	30	23	32	71	27				
10	Miedź	mg Cu/dm <sup>3</sup>	0,077	0,050	0,045	0,627	0,041	0,283	0,01	0,025	0,01	0,214	0,4	0,051				
11	Cynk	mg Zn/dm <sup>3</sup>	0,076	0,061	0,251	0,270	0,050	0,140	0,095	0,067	0,071	0,53	0,03	0,131				
12	Ołów	mg Pb/dm <sup>3</sup>	0,036	0,044	0,082	0,078	0,040	0,080	0,036	0,026	0,025	0,055	0,060	0,043				
13	Nikiel	mg Ni/dm <sup>3</sup>	0,061	0,078	0,101	0,236	0,590	0,184	0,016	0,021	0,021	0,063	0,030	0,039				
14	Żelazo ogólne	mg Fe/dm <sup>3</sup>	0,34	0,53	0,41	1,46	0,15	1,04	0,41	0,35	0,36	2,38	0,95	1,41				
15	Azot amonowy	mg N NH <sub>4</sub> /dm	2,08	1,01	1,00	1,00	0,53	2,05	1,28	0,23	0,22	0,84	3,53	1,49				
16	Azot organiczny	mg N/dm <sup>3</sup>	1,45	1,24	0,95	3,03	0,96	1,97	1,50	0,88	0,80	1,76	2,66	1,15				
17	Azot azotanowy	mg N NO <sub>3</sub> /dm	1,35	1,97	2,37	1,39	1,34	1,33	1,20	2,24	1,25	1,79	2,68	2,00				

Analizując jakość wód Kaczawy, na podstawie zmian wartości wskaźników tlenowych wzdłuż biegu rzeki można stwierdzić, że w latach 1981-82 uległa ona pewnej poprawie, głównie w odniesieniu do Biochemicznego Zapotrzebowania Tlenu (BZT<sub>5</sub>) — rys. 2.



Rys. 2 Porównanie stanu zanieczyszczenia wód Kaczawy w okresie lat 1974—82, w odniesieniu do przepływu miarodajnego

Na podstawie wartości wskaźników tlenowych, odpowiadających 90% prawdopodobieństwu ich występowania na odcinku Kaczawy poniżej Legnicy, można stwierdzić, że w latach 1981/82 kształtowały się one na nieco niższym poziomie niż w latach ubiegłych, za wyjątkiem utleniałości — tabela 2.

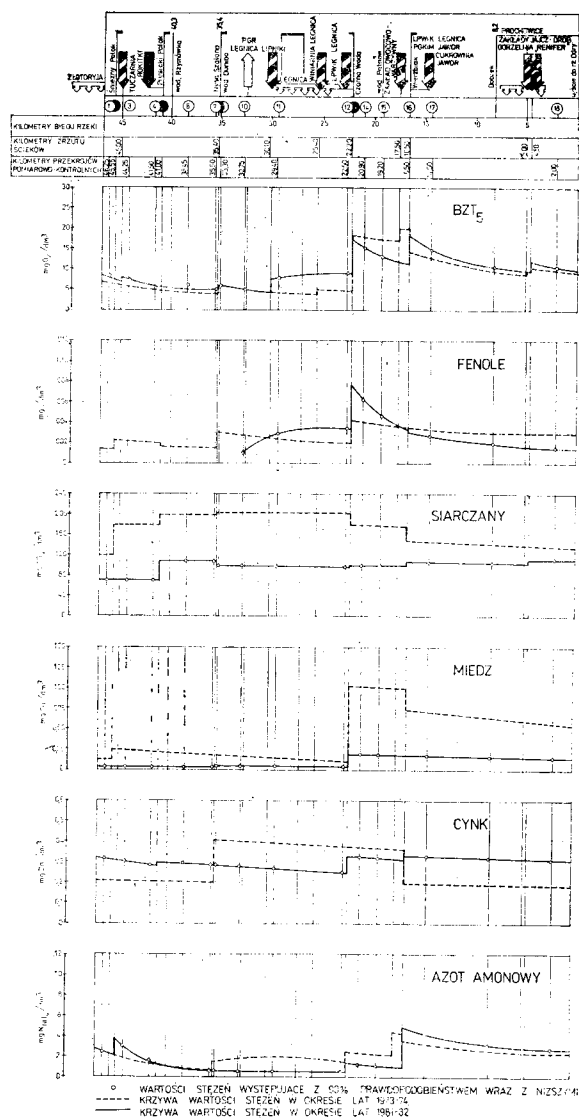
Z przebiegu krzywych wartości stężeń miarodajnych (rys. 2) wynika, że w okresie lat 1981/82 na odcinku o długości 13,9 km powyżej Legnicy nie wykryto fenoli, a wody Kaczawy odpowiadały normom ustalonym dla wód klasy I (w latach 1973/74 kl. II i III). Fenole pojawiły się w rejonie emisji do atmosfery zanieczyszczeń z Huty „Legnica” i spływając w formie zanieczyszczeń obszarowych, powodowały istotne zanieczyszczenie wód Ka-

czawy, ujmowanych dla potrzeb wodociagowych miasta.

W wyniku dopływu wód Czarnej Wody, niosących zanieczyszczenia z Huty „Legnica”, zawartość fenoli w wodach Kaczawy gwałtownie wzrasta do 0,095 mg/dm<sup>3</sup>, przekraczając obowiązujące normatywy dla wód powierzchniowych na odcinku około 11 km.

W porównaniu do lat 1973/74, wartości miarodajnych stężeń fenoli w latach 1981/82 kształtowały się na znacznie wyższym poziomie jak i stężenia tego wskaźnika, odpowiadające 90% prawdopodobieństwu, które w ostatnich latach wzrosły dwukrotnie — rys. 3.

Miarodajne stężenia chlorków i substancji rozpuszczonych dla omawianych okresów badawczych, nie przekraczały wartości dopuszczalnych dla wód klasy I. Najwyższe wartości tych wskaźników zmniejszyły się obecnie z 498 do 480 mg/dm<sup>3</sup> — w przypadku substancji rozpuszczonych i z 63 do 53 mg Cl/dm<sup>3</sup> — w przypadku chlorków [4].



Rys. 3 Porównanie stanu zanieczyszczenia wód Kaczawy w okresie lat 1974—82, oparte na częstości występowania stężeń wybranych wskaźników zanieczyszczenia

PORÓWNANIE STANU ZANIECZYSZCZENIA WÓD RZEKI KACZAWY W CHARAKTERYSTYCZNYCH PRZEKROJACH  
 BADAWCZYCH W OKRESIE LAT 1974—82  
 OPARTE NA CZĘSTOŚCI WYSTĘPOWANIA STĘŻEŃ WSKAŹNIKÓW ZANIECZYSZCZENIA

Lp.	Wskaźnik zanieczyszczenia	Jednostka	1973/74								1981/82							
			Nr i nazwa przekroju								Nr i nazwa przekroju							
			1 Poniżej Złotyri	8 Ujście Nysy Szalonej	10 Powyżej ujęć wody dla Legnicy	13 Ujście Czarnej Wody	16 Ujście Wierzbiana	18 Przekrój ujściowy	1 Poniżej Złotyri	8 Ujście Nysy Szalonej	10 Poniżej ujęć wody dla Legnicy	13 Ujście Czarnej Wody	16 Ujście Wierzbiana	18 Przekrój ujściowy				
1	BZT <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	7,7	7,0	5,0	18,5	10,0	11,0	6,6	7,0	5,0	17,0	60,1	10,5				
2	Utlenialność	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	9,0	9,0	7,5	16,2	14,2	14,5	11,3	9,0	6,6	20,2	20,8	16,5				
3	CZT	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	48	43	40	78	53	60	35	33	28	57	62	45				
4	Tlen rozpuszczony	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	7,6	8,0	8,0	4,0	4,0	4,0	7,7	2,0	7,5	4,8	2,0	4,5				
5	Fenole	mg/dm <sup>3</sup>	0,015	0,010	0,026	0,06	0,036	0,030	n w	n w	0,0095	0,098	0,010	0,0152				
6	Chlorki	mg Cl/dm <sup>3</sup>	60	61	58	80	65	63	34	41	39	50	55	68				
7	Siarczany	mg SO <sub>4</sub> /dm <sup>3</sup>	120	210	204	160	120	156	70	100	96	104	176	112				
8	Substancje rozpuszczone	mg/dm <sup>3</sup>	340	490	490	445	440	440	405	490	472	445	470	495				
9	Zawiesiny	mg/dm <sup>3</sup>	82	84	77	83	110	88	46	60	53	100	90	98				
10	Miedź	mg Cu/dm <sup>3</sup>	0,125	0,20	0,175	1,25	0,5	0,575	0,03	0,05	0,035	0,360	0,120	0,155				
11	Cynk	mg Zn/dm <sup>3</sup>	0,21	0,60	0,41	0,20	0,10	0,19	0,31	0,29	0,275	0,470	0,370	0,315				
12	Ołów	mg Pb/dm <sup>3</sup>	0,178	0,164	0,164	0,20	0,12	0,106	0,060	0,076	0,063	0,084	0,082	0,080				
13	Nikiel	mg Ni/dm <sup>3</sup>	0,095	0,25	0,155	0,33	0,28	0,26	0,049	0,04	0,042	0,08	0,07	0,06				
14	Żelazo ogólne	mg Fe/dm <sup>3</sup>	0,50	0,65	0,65	2,00	1,70	1,70	0,90	0,95	0,98	2,2	2,3	2,8				
15	Azot amonowy	mg N NH <sub>4</sub> /dm	2,55	3,00	1,95	2,00	1,85	2,45	2,55	0,63	0,71	1,52	14,5	2,70				
16	Azot organiczny	mg N/dm <sup>3</sup>	1,80	1,50	1,50	2,85	3,20	2,60	1,90	1,45	1,50	2,80	2,50	2,60				
17	Azot azotanowy	mg N NO <sub>3</sub> /dm	2,80	3,0	2,45	2,2	2,40	2,30	3,80	4,0	3,70	3,10	3,8	3,6				

Znacznie większy spadek ustalono dla siarczanów, których stężenie na odcinku od Śnieżnego Potoku do ujścia Nysy Szalonej obniżyło się z 188 do 100 mg SO<sub>4</sub>/dm<sup>3</sup>.

Z przebiegu krzywych (rys. 3) charakteryzujących częstość występowania wskaźników, określających stopień zasolenia oraz z analizy wyników przedstawionych w tabeli 2 wynika, że w stosunku do lat 1973/74 nastąpiło dwukrotne obniżenie zawartości siarczanów, natomiast stężenie substancji rozpuszczonych i chlorków pozostało na zbliżonym poziomie. Wody Kaczawy w latach 1973/74 prowadziły większe ilości zawiesin niż w latach 81/82, zwłaszcza w rejonie Legnicy i poniżej dopływu ścieków z Zakładów Warzywno-Owocowych w Pątnowie, gdzie występowało przekroczenie wartości dopuszczalnych dla wód klasy II. Aktualnie na żadnym z odcinków nie występują już wody klasy III (z uwagi na zawartość zawiesin), a największe ilości zawiesin — 27 mg/dm<sup>3</sup> stwierdzono poniżej Prochowic. Ilości zawiesin odpowiadające 90% prawdopodobieństwu występowania ulegały w obu okresach znacznym wahaniom.

Analizując przebieg zmian tego wskaźnika w wodach Kaczawy można stwierdzić, że w latach 1981/82 kształtował się on korzystniej, szczególnie na odcinku powyżej Legnicy i poniżej ujścia Wierzbiana. Porównanie stopnia zanieczyszczenia wód Kaczawy metalami ciężkimi, wykonane na podstawie analizy wartości stężeń miarodajnych wykazało, że w okresie badawczym 1981/82 zawartość metali ciężkich, za wyjątkiem żelaza ogólnego, uległa znacznemu obniżeniu i obecnie na żadnym odcinku rzeki nie przekracza obowiązującego normatywu dla wód powierzchniowych (tab. 1).

Zawartość miedzi, powyżej ujścia Czarnej Wody zmniejszyła się blisko 10-krotnie i odpowiada wymaganiom określonym dla wód klasy I. Poniżej tego dopływu, wnoszącego zanieczyszczenia z Huty Legnica, stężenie miedzi wzrasta do 0,056 mg Cu/dm<sup>3</sup> i utrzymuje się na zbliżonym poziomie aż do ujścia, co kwalifikuje wody na tym odcinku do klasy II, podczas gdy w ubiegłych latach, przy przepływie ŚNQ stężenie tego wskaźnika przekraczało 0,2 mg Cu/dm<sup>3</sup> (rys. 2).

Zbliżony przebieg wykazuje krzywa odzwierciedlająca zmiany miarodajnych stężeń cynku, które uległy znacznemu obniżeniu, szczególnie na odcinku powyżej ujścia Czarnej Wody. Pomimo kilkakrotnego zmniejszenia poziomu stężeń ołowiu i niklu, w obu rozpatrywanych okresach klasyfikacja wód Kaczawy, w odniesieniu do tych wskaźników nie uległa większym zmianom, za wyjątkiem wyeliminowania ponad normatywnego stężenia ołowiu, które w latach 1973/74 występowało na odcinku poniżej ujścia Czarnej Wody do ujścia Wierzbiana (tab. 1). Stężenie miarodajne żelaza ogólnego na odcinku powyżej Legnicy, dla obu okresów porównawczych pozostawało na tym samym poziomie. Poniżej Legnicy i na odcinku przyujściowym zawartość żelaza w latach 1981/82 była większa.

Częstotliwość występowania rozpatrywanych metali ciężkich potwierdza, że w latach 1981/82 charakterystyczne wartości ich stężeń uległy również znacznemu obniżeniu. Najwyższe stężenie miedzi jakie ustalono poniżej ujścia Czarnej Wody zmniejszyło się z 1,05 do 0,19 mg/dm<sup>3</sup>, ołowiu z 0,2 do 0,09 mg/dm<sup>3</sup>, a niklu z 0,27 do 0,074 mg/dm<sup>3</sup>. Także zawartość żelaza ogólnego uległa nieznacznemu obniżeniu

— z 2,7 do 2,4 mg/dm<sup>3</sup>. Wyjątek stanowiło stężenie cynku, które na odcinku powyżej Nysy Szalonej i poniżej Wierzbiaka kształtowało się w latach 1981/82 na poziomie wyższym o około 0,1 mg Zn/dm<sup>3</sup>.

Analizując zanieczyszczenie wód Kaczawy związkami azotowymi w latach 1973/74 nie stwierdzono przekroczenia wartości dopuszczalnych dla wód klasy II. W okresie lat 1981/82 nastąpiło niewielkie zmniejszenie zawartości azotu amonowego i azotu organicznego z równoczesnym wzrostem stężenia azotu azotanowego poniżej ujścia Wierzbiaka.

Ocena wyników, określających częstość występowania stężeń związków azotowych wykazała, że w porównaniu do lat 1973/74 najwyższa wartość stężenia azotu organicznego uległa zmniejszeniu z 4,5 do 2,5 mg N/dm<sup>3</sup>, a azotu azotanowego i azotu amonowego wzrosła odpowiednio: z 3,5 do 4,4 mg N<sub>NO<sub>3</sub></sub>/dm<sup>3</sup> i z 4,3 do 4,8 mg N<sub>NH<sub>4</sub></sub>/dm<sup>3</sup>.

Przedstawiona w tabeli 3 szczegółowa klasyfikacja wód Kaczawy dla obu okresów badawczych, odniesiona do przepływu ŚNQ stanowi odzwierciedlenie zmian w gospodarce wodno-ściekowej punktowych źródeł zanieczyszczeń, jakie zostały dokonane w minionym okresie. W porównaniu do 1973/74 wyraźnej poprawie uległa jakość wód Kaczawy, charakteryzowana wskaźnikami tlenowymi. Obecnie tylko odcinek o długości 4,3 km, poniżej ujścia Wierzbiaka kwalifikuje się do klasy III, podczas gdy w latach ubiegłych do tej samej klasy czystości wód zaliczano 35,70% długości badanego biegu Kaczawy, a na 5,3 km odcinku poniżej ujścia Czarnej Wody stwierdzono przekroczenie dopuszczalnej wartości BZT<sub>5</sub> dla wód klasy III. Obniżenie poziomu zanieczyszczenia wód Kaczawy powyżej Legnicy związkami organicznymi jest efektem bezpośrednich nakła-

dów inwestycyjnych, wydatkowanych na przerzut ścieków ze zlewni Nysy Szalonej do Wierzbiaka i budową nowych oczyszczalni ścieków dla Jawora i Legnicy.

Zaniechanie wydobywania rud miedzi w Zakładach Górniczych „Nowy Kościół” i „Lena” umożliwiło uzyskanie znacznej poprawy jakości wód Kaczawy, szczególnie w odniesieniu do zawartości metali ciężkich, które aktualnie nie decydują już o dyskwalifikacji tych wód dla potrzeb gospodarczych.

## Wnioski

Badania jakości wód Kaczawy przeprowadzone w latach 1973/74 i 1981/82 oraz dokonane porównanie i ocena zmian jakości tych wód pozwalają stwierdzić, że:

1. W porównaniu do lat 1973/74, jakość wód Kaczawy na badanym odcinku uległa wyraźnej poprawie, szczególnie powyżej Legnicy. Jest to wynikiem zaprzestania wydobywania i przeróbki rudy miedzi przez Zakłady Górnicze „Nowy Kościół” i „Lena” oraz przerzutu ścieków z Jawora w zlewni Nysy Szalonej do rzeki Wierzbiak. Dalszej poprawy jakości wód Kaczawy można oczekiwać po uruchomieniu urządzeń do biologicznego oczyszczania ścieków w nowej oczyszczalni w Legnicy.

2. Aktualnie największy problem w ochronie wód Kaczawy stanowi Huta Miedzi „Legnica”, wprowadzająca do wód powierzchniowych, w stosunku do lat ubiegłych, znacznie zwiększone ilości związków fenolowych oraz emitująca fenole również do atmosfery, które wpływają do Kaczawy w formie zanieczyszczeń obszarowych powyżej ujścia wody dla Legnicy. Prawidłowe rozwiązanie gospodarki wodno-

Tabela 3

SZCZEGÓŁOWA CHARAKTERYSTYKA STANU CZYSTOŚCI WÓD RZEKI KACZAWY OPARTA NA KRTERIUM ICH PRZYDATNOŚCI DO RÓŻNYCH ZASTOSOWAŃ GOSPODARCZYCH [4]

Lp.	Wskaźnik zanieczyszczenia	Długość odcinka przynależnego do danej klasy czystości wód w km							
		1973/74				1981/82			
		klasa I	klasa II	klasa III	wody nieodpowiadające normatywow	klasa I	klasa II	klasa III	wody nieodpowiadające normatywow
1	BZT <sub>5</sub>	18,55	5,90	16,50	5,30	26,05	15,90	4,30	—
2	Utlenialność	36,05	10,20	—	—	41,75	4,50	—	—
3	CZT	38,90	7,35	—	—	46,25	—	—	—
4	Tlen rozpuszczony	26,25	19,00	1,00	—	42,75	3,50	—	—
5	Fenole	—	21,90	24,35	—	13,50	—	21,95	10,80
6	Chlorki	46,25	—	—	—	46,25	—	—	—
7	Siarczany	36,10	10,15	—	—	46,25	—	—	—
8	Związki rozpuszczone	46,25	—	—	—	33,65	12,60	—	—
9	Zawiesiny	12,10	25,35	8,80	—	12,45	33,80	—	—
10	Miedź	—	10,90	13,50	21,85	24,05	22,20	—	—
11	Cynk	—	0,70	34,25	11,30	—	24,05	22,20	—
12	Olów	40,95	—	—	5,30	46,25	—	—	—
13	Nikiel	46,25	—	—	—	46,25	—	—	—
14	Żelazo ogólne	24,45	21,80	—	—	24,05	22,20	—	—
15	Azot amonowy	16,55	28,70	1,00	—	25,00	21,25	—	—
16	Azot organiczny	13,80	18,15	14,30	—	25,00	21,25	—	—
17	Azot azotanowy	37,50	8,75	—	—	20,80	25,45	—	—
<b>KLASYFIKACJA OGÓLNA</b>		—	0,70	17,70	27,85	—	13,50	21,95	10,80

-ściekowej i ochrona atmosfery przed emisją nadmiernych ilości zanieczyszczeń z Huty Miedzi powinna stać się pierwszoplanowym zadaniem w ochronie środowiska tego regionu.

#### LITERATURA

1. W. W. ECKENFELDER, D. J. O'CONNOR 1964: Biological Waste Treatment. Pergamon Press. London.
2. H. FLORCZYK, H. MAŃCZAK 1971: Zasady sporządzenia profili hydrochemicznych rzek i ich klasyfikacja. Gospodarka Wodna nr 10/11.
3. M. Kamińska 1974: Program ogólny — stężenia. Centrum Obliczeniowe Politechniki Wrocławskiej, maszynopis.
4. A. Nalberczyński 1983: Porównanie zmian jakości wód Odry i jej dopływów w rejonie LGOM w okresie lat 1974—82. IMGW O/Wrocław, maszynopis.