

mgr inż. Halina Florczyk
inż. Janusz Wójcik

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

OCENA WPLYWU ZANIECZYSZCZEŃ ODPROWADZANYCH Z ELEKTROWNI „TURÓW” NA JAKOŚĆ WÓD RZEKI MIEDZIANKI

Proces wytwarzania energii elektrycznej na bazie węgla brunatnego jest związany z poborem znacznych ilości wody i zrzutem ścieków poprodukcyjnych. Aktualna produkcja Elektrowni TURÓW opiera się na pracy 10 bloków energetycznych o łącznej mocy 2000 MW.

W ogólnym bilansie ilościowo-jakościowym odprowadzanych ścieków, najpoważniejszą pozycję stanowią ścieki ogólnoprzemysłowe (ponad 50% ogólnej ilości powstających ścieków), zawierające duże ilości zawieszin oraz oleje i tłuszcze, a następnie ścieki z hydraulicznego awaryjnego odzulfania, ścieki chemiczne ze stacji demineralizacji wody kotłowej oraz zaolejone ścieki z terenów mazutowni zewnętrznej. Jednostkowy odpływ ścieków w zależności od okresu produkcyjnego zmienia się od 0,58 do 0,70 m³/MWh [3,10].

W okresie dokonywanej oceny, ścieki przemysłowe podlegały wstępnemu oczyszczaniu w następujących urządzeniach:

- odłuszczaczych zlokalizowanych przy mazutowni, na terenie gospodarki olejowej i w kanałach energetycznych,
- neutralizatorze ścieków chemicznych, powstających podczas trawienia bloków energetycznych,
- zbiorniku ziemnym, służącym do wyrównania składu ścieków chemicznych, oraz
- stawie osadowym ścieków ogólnoprzemysłowych i hydraulicznego odzulfania.

Ścieki sanitarne, z miejsc ich powstawania były odprowadzane do przeciążonej mechaniczno-biologicznej oczyszczalni, składającej się z komory krat, osadnika Imhoffa, złożeń zraszanych, osadnika wtórnego i poletek do suszenia osadów.

Ścieki deszczowe z terenu Elektrowni są odprowadzane bezpośrednio do odbiornika bez oczyszczania. Głównym odbiornikiem ścieków odprowadzanych z Elektrowni TURÓW jest odcinek rzeki Miedzianki, uchodzącej do rzeki Nisy Kłodzkiej.

Zużyte wody poprodukcyjne wpływające z Elektrowni TURÓW wprowadzane są do rzeki Miedzianki w kilku punktach dopływają z wodami Rybiego Potoku a bezpośrednio w trzech punktach

zlokalizowanych wzdłuż biegu rzeki (rys. 1). Stan jakości wód rzeki Miedzianki, na odcinku powyżej zrzutu ścieków z Elektrowni TURÓW, kształtuje się pod wpływem zanieczyszczeń, odprowadzanych w górnym biegu rzeki z terenu m. Bogatynia oraz z zakładów przemysłowych, zlokalizowanych na jego terenie, z których do głównych źródeł zanieczyszczeń zalicza się Zakłady Przemysłu Bawełnianego oraz Bogatyńskie Zakłady Winiarskie. Zanieczyszczenia odprowadzane w tym rejonie prawie w całości wyczerpują zdolność chłonną wód rzeki Miedzianki.

Wody rzeki Miedzianki przyjmują ponadto zanieczyszczenia odprowadzane z osiedla Turów oraz części wód dołowych z kopalni Węgla Brunatnego TURÓW [16].

Zakres i metodyka pracy

Oceny wpływu Elektrowni TURÓW na stan zanieczyszczenia wód rzeki Miedzianki, dokonano na podstawie wyników badań jakości wód tej rzeki w przekroju powyżej ujścia Rybiego Potoku oraz w oparciu o znajomość ładunków zanieczyszczeń odprowadzanych z Elektrowni, które zostały określone metodą bezpośrednich pomiarów i badań [3, 9, 10].

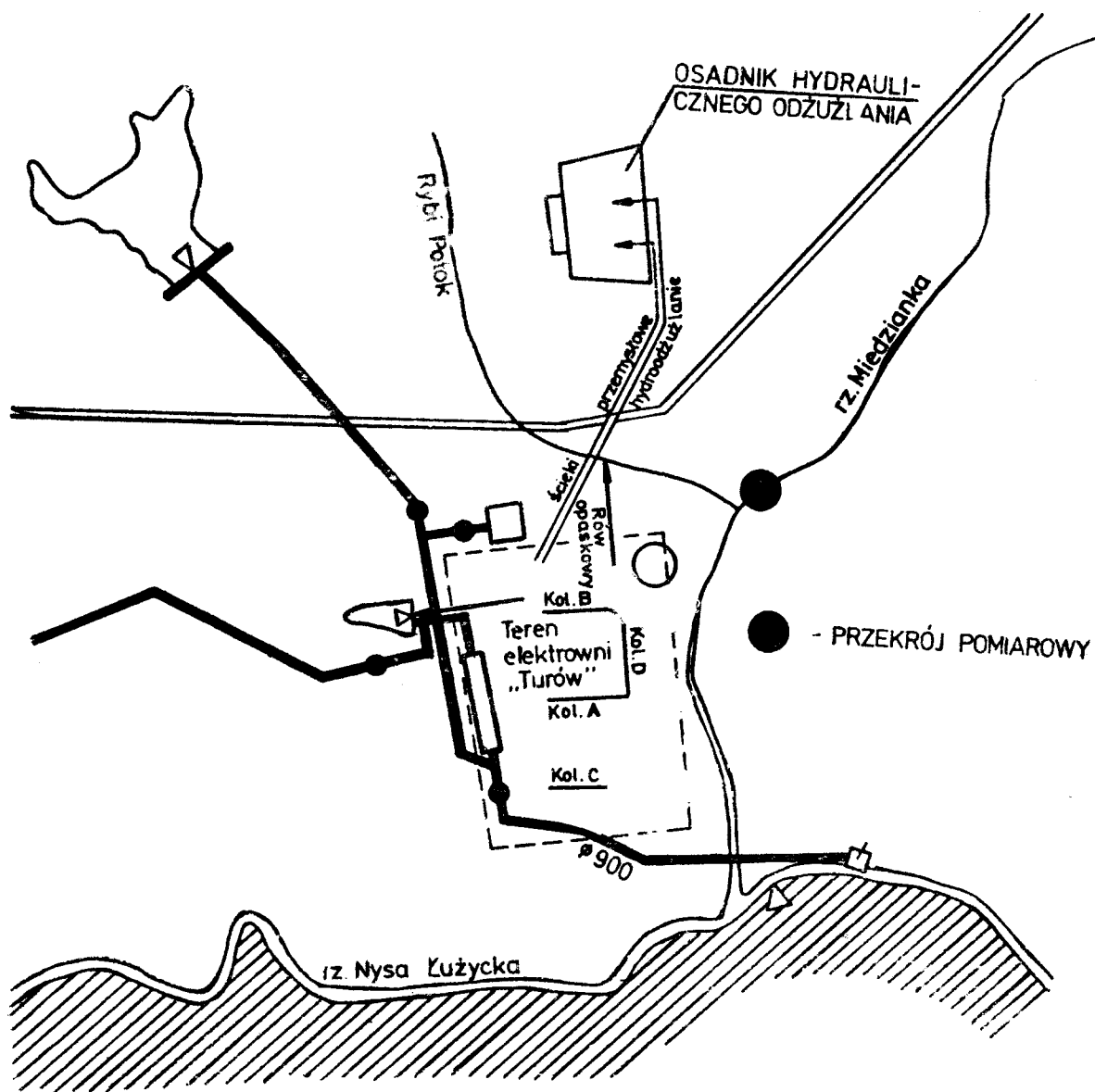
W przekroju badań, powyżej ujścia Rybiego Potoku przepływy charakterystyczne Miedzianki kształtują się następująco:

$$\dot{S}_{NQ} \text{ — } 0,14 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\dot{S}_Q \text{ — } 0,62 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\dot{S}_{WQ} \text{ — } 9,32 \text{ m}^3/\text{s}$$

Stan jakości wód rzeki Miedzianki powyżej zrzutu ścieków z Elektrowni TURÓW określono na podstawie wyników bezpośrednich badań przeprowadzonych w okresie od 1.10.75 r. do 18. 08. 76 r. W okresie badawczym starano się zachować częstotliwość pomiarów 1—3 razy w miesiącu. Zgromadzony materiał badawczy z tego okresu obejmuje 22 analizy o następującym zakresie oznaczanych wskaźników: temperatura wody, zapach, mętność, utlenialność, ChZT, BZT₅, tlen rozpuszczony, chlorki, siarczany, azot amonowy, azot azo-



Rys. 1 Plan sytuacyjny rejonu Elektrowni „TURÓW”.

tanowy, detergenty, fosforany, związki rozpuszczone, zawiesiny, żelazo, mangan, miedź, cynk, ołów, nikiel oraz zasadowość, kwasowość i twardość ogólna.

Badania przeprowadzono przy przepływach w zakresie od 0,19 do 5,30 m³/s i temperaturze wody zmieniającej się od 0,8 do 20,2°C. Stan jakości wód w obserwowanym zakresie przepływów, oceniano opierając się na wartościach stężeń odnie-

sionych do przepływów charakterystycznych oraz na podstawie częstości występowania stężeń badanych wskaźników zanieczyszczenia.

Do wyznaczenia wartości miarodajnych wskaźników zanieczyszczenia została przyjęta metoda IGW [5], według której za miarodajne stężenie wskaźnika zanieczyszczenia przyjmowano wartość wyśredkowaną z zależności pomiędzy stężeniem wskaźników zanieczyszczenia i natężeniem prze-

plywu w odniesieniu do przepływu ŚNQ. Na podstawie uzyskanych zależności, wyznaczono także stężenia odpowiadające ŚQ i ŚWQ.

Przy ustaleniu tych zależności stosowano trzy typy równań regresji:

$$y = \frac{a}{x} + b$$

$$y = \frac{a}{x}$$

oraz

$$y = b \cdot e^{ax} \text{ stosowane w obliczeniach w postaci} \\ \ln y = \ln b + ax$$

w których:

x — natężenie przepływu w m³/s

y — stężenie w g/m³

Obliczenia równań regresji, współczynników korelacji oraz stężeń, odpowiadających przepływowi charakterystycznym, wykonano przy zastosowaniu ramowego programu na maszynie cyfrową „Odra” 1325, napisanego w języku ALGOL, opracowanego przez Centrum Obliczeniowe Politechniki Wrocławskiej [4].

Na podstawie obliczeń, przeprowadzonych dla podstawowych wskaźników zanieczyszczenia, w układy punktów przedstawiające zależność pomiędzy stężeniem a przepływem, wpisywano krzywe charakteryzujące się najwyższymi współczynnikami korelacji i odzwierciedlające najlepiej rozkład punktów graficznej zależności.

Stan jakości wód w obserwowanym zakresie przepływów, oceniono, również opierając się na częstości występowania stężeń badanych wskaźników zanieczyszczenia. Częstość występowania danych wartości stężeń wraz z niższymi, wyrażoną w procentach, ustalono na podstawie wykresów prawdopodobieństwa, które konstruowano w oparciu

o wzór: $\frac{m}{n+1} \cdot 100$. We wzorze tym m oznacza

liczbę porządkową wartości wskaźnika w uporządkowanym szeregu według wartości wzrastających, n — ogólną liczbę obserwacji w zbiorze [2, 8]. W przypadku tlenu rozpuszczonego postępowano odmiennie, porządkując obserwacje także w szeregu wartości malejących, co było konieczne ze względu na normowane wartości ograniczające najniższą dopuszczalną zawartość. Częstość wyrażoną w procentach przyjmowano za przybliżone prawdopodobieństwo występowania wartości danego stężenia wraz z niższymi (lub wyższymi).

Ocenę jakości wód rzeki Miedzianki, oparto na wielkościach wskaźników zanieczyszczenia, odpowiadających 90% prawdopodobieństwa ich występowania wraz z wartościami niższymi (lub wyższymi) i odniesionych do obowiązujących klas czystości wód powierzchniowych. Podstawę oceny stanowiły wielkości dopuszczalnych zanieczyszczeń śródlądowych wód powierzchniowych, określone Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 29 listopada 1975 r. [7].

Ocena wpływu zanieczyszczeń odprowadzanych z Elektrowni TURÓW na jakość wód odbiornika

Z dokonanej oceny jakości wód oraz porównania jej z dopuszczalnymi normami wynika, że aktualnie wody rzeki Miedzianki w przekroju powyżej zrzutu ścieków z Elektrowni TURÓW prowadzą wody nie odpowiadające normatywom. W odniesieniu do wartości miarodajnych stężeń, stwierdza się przekroczenie dopuszczalnych norm dla BZT₅ w zakresie przepływów średnich niskich, utlenialności i zawiesin w pełnym analizowanym zakresie przepływów od ŚQ do ŚWQ. Ogólną ocenę potwierdzają również wartości stężeń wskaźników zanieczyszczenia, odpowiadające 90% prawdopodobieństwa, przedstawione na rys. 2—2a.

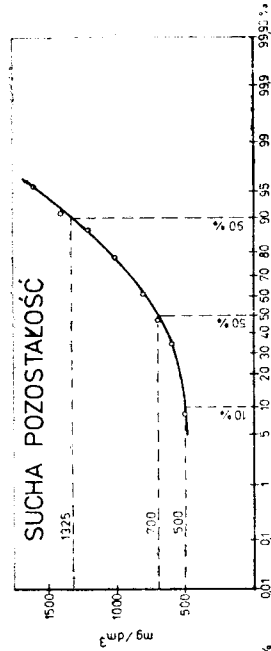
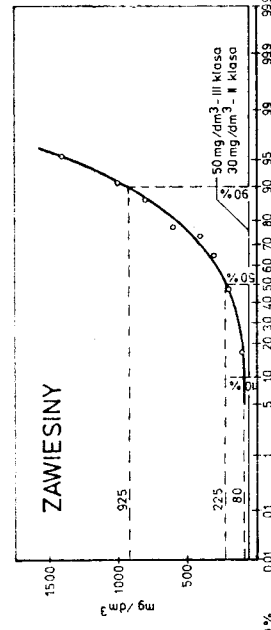
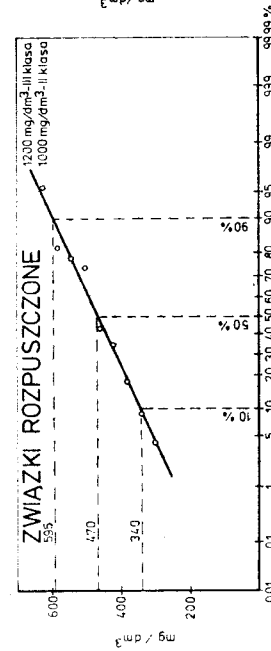
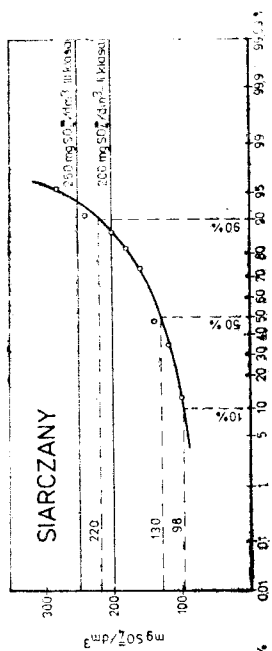
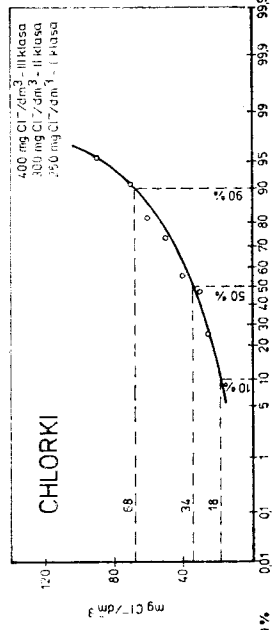
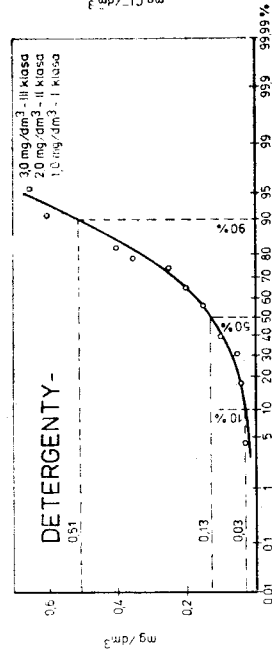
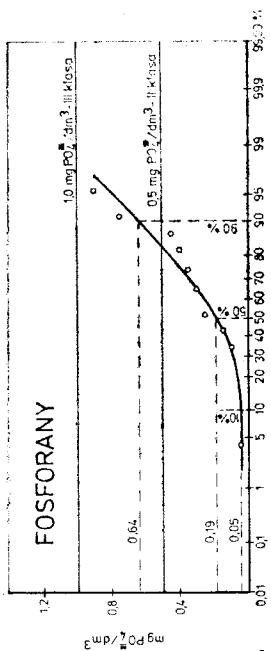
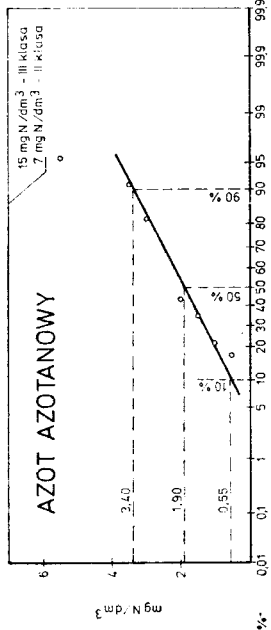
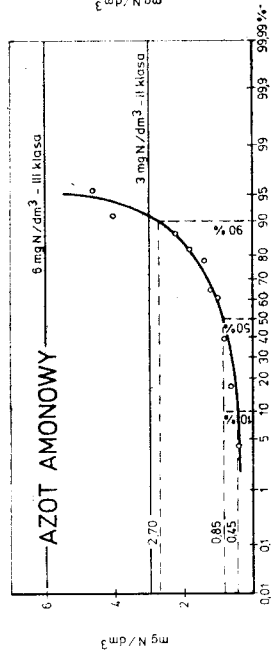
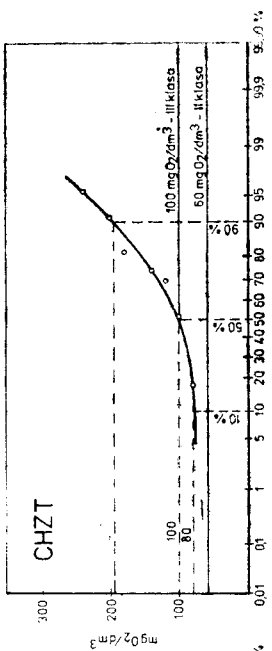
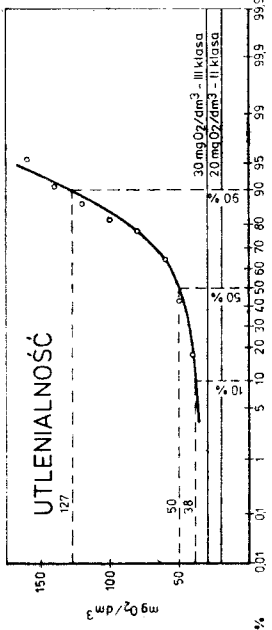
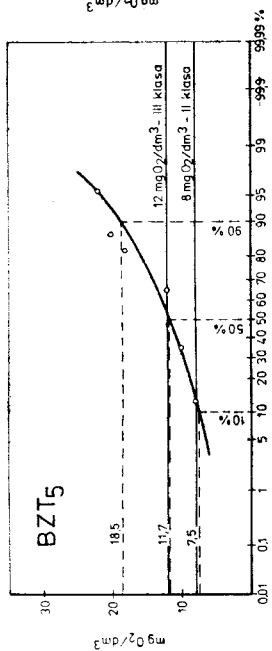
Zgodnie z założeniami perspektywicznego planu gospodarki wodnej na wodach granicznych z NRD do roku 1980 w zakresie utrzymania wymaganej czystości wód w Nysie Łużyckiej [1], wody rzeki Miedzianki powinny spełniać wymogi wód klasy II. Przeprowadzone porównanie wielkości miarodajnych stężeń wskaźników zanieczyszczenia (odniesionych do przepływu ŚNQ), z obowiązującymi normami dla wód klasy II wykazuje, że wody rzeki Miedzianki posiadają jeszcze zdolność chłonną wyłącznie w odniesieniu do takich wskaźników jak: azot amonowy, azot azotanowy, fosforany, detergenty, chlorki, siarczany (za wyjątkiem zrzutów awaryjnych w górnym biegu rzeki), związki rozpuszczone oraz metale ciężkie (za wyjątkiem cynku).

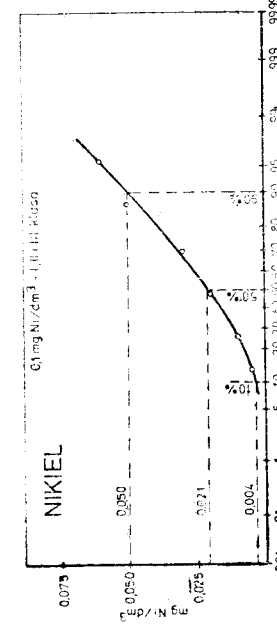
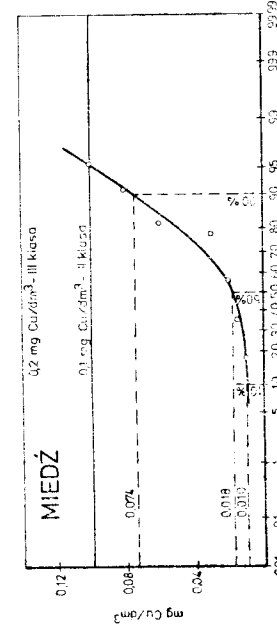
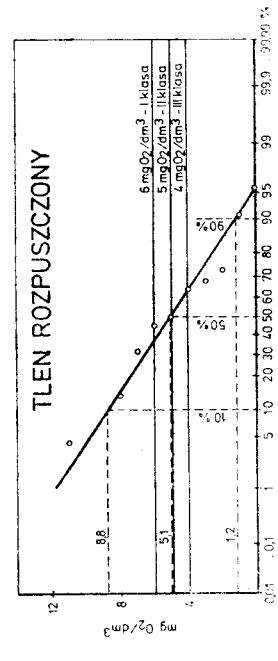
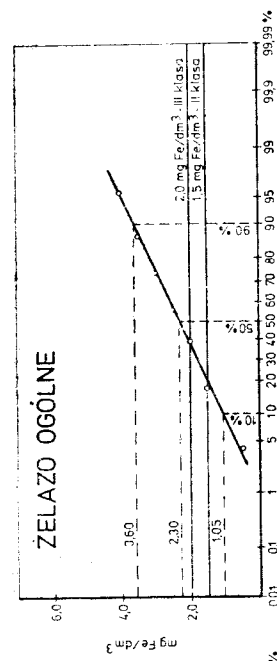
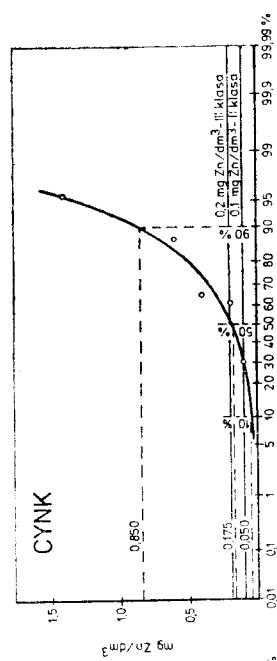
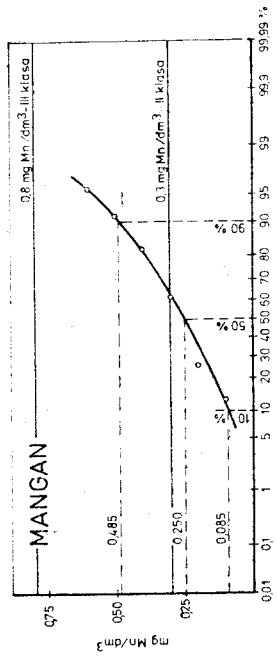
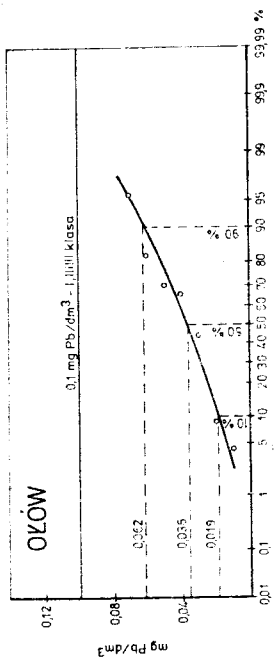
Wpływ zanieczyszczeń, odprowadzanych przez Elektrownię TURÓW na stan zanieczyszczenia wód rzeki Miedzianki w odniesieniu do średnich ładunków zanieczyszczeń, ustalonych dla okresu letniego i zimowego przedstawiono w tablicach 1 i 2.

Z dokonanej oceny wyrażonej przyrostem lub obniżeniem wartości wskaźników zanieczyszczenia wynika że w okresie letnim ścieki Elektrowni TURÓW oddziałują rozcieńczająco na wielkości BZT₅, utlenialności, ChZT, azotu amonowego, chlorków, zawiesin i miedzi, powodują nieznaczny wzrost zawartości cynku, ołowiu, niklu ale nie wpływają na przekroczenia wartości dopuszczalnej dla wód klasy II. W przypadku żelaza ogólnego i manganu wywołują nieznaczny wzrost przy przepływie ŚNQ — nie dający przekroczenia wartości dopuszczalnej, natomiast przy przepływach wyższych, ścieki z Elektrowni TURÓW oddziałują rozcieńczająco.

Wzrost wielkości zanieczyszczenia stwierdzono w stosunku do zawartości azotu azotanowego, fosforanów, detergentów oraz zawartości siarczanów. W okresie letnim ładunki tych wskaźników nie powodują jednak przekroczenia wartości dopuszczalnych dla wód klasy II.

Podobnie w okresie zimowym, ścieki Elektrowni TURÓW oddziałują obniżająco na wielkości wskaźników: BZT₅, utlenialności, ChZT i amoniaku; nie mają istotnego wpływu na zawartość detergentów, chlorków oraz metali ciężkich, wpływają natomiast zasadniczo na wzrost zawartości siar-





Rys. 2—2a Wykresy prawdopodobieństwa występowania danych wartości wskaźników zanieczyszczenia wraz z niższymi (lub wyższymi) w wodach rzeki Mie-dzianki w przekroju powyżej zrzutu ścieków Elektro wni „TUROW”.

WPLYW ZANIECZYSZCZENIA ODPROWADZANYCH PRZEZ ELEKTROWNIĘ „TUROW” NA STAN ZANIECZYSZCZENIA WOD RZEKI MIEDZIANKI W OKRESIE LETNIM

Lp.	Wskaźniki zanieczyszczenia	Ilość substancji (g/s)	Wielkość średni-wskaźnikowa zanieczyszczenia wód rzeki Miedziarki (3)			Wielkość ładunków zanieczyszczenia przewodzonych z wodami rzeki Miedziarki poniżej Elektrowni przy przepływach charakterystycznych			Wielkość średni-wskaźnikowa zanieczyszczenia wód rzeki Miedziarki poniżej przelotu socków z Elektrowni przy przepływach charakterystycznych			Ocena wpływu zanieczyszczeń odprowadzanych z Elektrowni na jakość wód rzeki Miedziarki					
			\bar{I} (g/s)	\bar{S} (g/dm ³)	\bar{S}_Q (g/dm ³)	\bar{I}_1 (g/s)	\bar{S}_1 (g/dm ³)	\bar{S}_{Q1} (g/dm ³)	\bar{I}_2 (g/s)	\bar{S}_2 (g/dm ³)	\bar{S}_{Q2} (g/dm ³)	\bar{I}_3 (g/s)	\bar{S}_3 (g/dm ³)	\bar{S}_{Q3} (g/dm ³)	ΔS	ΔS_Q	
			\bar{I} (g/s)	\bar{S} (g/dm ³)	\bar{S}_Q (g/dm ³)	\bar{I}_1 (g/s)	\bar{S}_1 (g/dm ³)	\bar{S}_{Q1} (g/dm ³)	\bar{I}_2 (g/s)	\bar{S}_2 (g/dm ³)	\bar{S}_{Q2} (g/dm ³)	\bar{I}_3 (g/s)	\bar{S}_3 (g/dm ³)	\bar{S}_{Q3} (g/dm ³)	ΔS	ΔS_Q	
1	BZL5	1,39	12,4	11,7	4,3	1,7	7,2	40,1	3,1	8,6	41,5	6,9	9,2	9,2	4,3	- 2,5	0
2	Utlenialność	5,2	53,0	56,1	156,0	7,4	34,8	1453,9	12,6	40,0	1459,1	28,0	43,0	43,0	151,5	- 23,1	- 4,5
3	Cr2P	17,1	100,4	106,1	289,0	14,1	63,8	2693,5	31,2	82,9	2710,6	69,3	89,1	89,1	281,5	- 31,1	- 7,5
4	Azot amonowy	0,106	1,06	0,99	0,31	0,15	0,61	2,89	0,256	0,716	2,996	0,57	0,77	0,77	0,31	- 0,49	0
5	Azot azotanowy	1,392	0,55	2,30	2,82	0,077	1,43	26,28	1,469	2,822	27,672	3,26	3,03	3,03	2,87	+ 2,71	+ 0,05
6	Fosforany	0,096	0,19	0,18	0,045	0,027	0,11	0,42	0,123	0,206	0,516	0,27	0,22	0,22	0,054	+ 0,08	+ 0,009
7	Dezergenty	0,082	0,23	0,17	0,16	0,032	0,10	1,49	0,114	0,182	1,572	0,25	0,20	0,20	0,16	+ 0,02	0
8	Chlorki	11	39	36	12	5	22	112	15,6	32,6	122,6	35	35	35	13	- 4	+ 1
9	Siaraczany	53	140	138	107	20	85	997	72,6	138,6	1049,6	161	149	149	109	+ 21	+ 2
10	Związki rozpuszczone	143	485	458	165	0,8	284	1538	211	427	1681	469	459	459	175	- 16	+ 10
11	Zawiesiny	44	161	200	9670	23	124	90124	67	168	90168	149	181	181	9363	- 12	- 307
12	Miedź	0,004	0,021	0,020	0,011	0,0029	0,0124	0,1025	0,0069	0,0164	0,1065	0,015	0,018	0,018	0,011	- 0,006	0
13	Cynk	0,041	0,018	0,019	0,528	0,0025	0,0118	4,9210	0,0435	0,0528	4,9620	0,097	0,057	0,057	0,515	+ 0,079	- 0,013
14	Ołów	0,013	0,032	0,034	0,076	0,0045	0,0211	0,7083	0,0175	0,0341	0,7213	0,039	0,037	0,037	0,075	+ 0,007	- 0,001
15	Nikiel	0,005	0,015	0,018	0,234	0,0021	0,0112	2,1809	0,0071	0,0162	2,1859	0,016	0,017	0,017	0,227	+ 0,001	- 0,007
16	Żelazo ogólnie	0,475	1,15	2,60	3,00	0,161	1,612	27,960	0,636	2,067	26,435	1,41	2,24	2,24	2,95	+ 0,26	- 0,05
17	Mangan	0,035	0,043	0,320	0,460	0,0060	0,1980	3,7280	0,101	0,293	3,523	0,224	0,315	0,315	0,397	+ 0,161	- 0,005

WPLYW ZANIECZYSZCZENIA PRZEZ ELEKTROWNIĘ „TURÓW” NA STAN ZANIECZYSZCZENIA WÓD RZEKI MIEDZIANKI W OKRESIE ZIMOWYM

Lp.	Wskazniki zanieczyszczenia	Iz (g/s)	Wielkości steżeń wskaźników zanieczyszczenia wód zanieczyszczenia wód rzeki Miedziarki przy przepływach w okresie zimowym		Wielkości ładunków zanieczyszczenia wód zanieczyszczenia wód rzeki Miedziarki powyżej Elektrowni przy przepływach w okresie zimowym		Wielkości ładunków zanieczyszczenia wód zanieczyszczenia wód rzeki Miedziarki powyżej Elektrowni przy przepływach w okresie zimowym		Wielkości steżeń wskaźników zanieczyszczenia wód zanieczyszczenia wód rzeki Miedziarki powyżej Elektrowni przy przepływach w okresie zimowym		Ocena wpływu zanieczyszczeń odprawianych z Elektrowni na jakość wód rzeki Miedziarki			
			S (SNQ) g/dm ³	Iz (SQ) g/s	S (SNQ) g/dm ³	Iz (SQ) g/s	Iz (SNQ) g/s	Iz (SQ) g/s	S (SNQ) g/dm ³	S (SNQ) g/dm ³	S (SNQ) g/dm ³	S (SNQ) g/dm ³	Δ S przy	
														SNQ=0,74
1	EZT ₅	0,97	12,4	11,7	4,3	40,1	2,67	8,17	41,07	6,7	9,3	4,3	- 2,4	0
2	Utlonialność	11,65	53,0	56,1	156,0	1453,9	19,05	46,45	1465,55	47,6	52,8	153,0	- 3,3	- 3,0
3	Cr ₂ O ₃	21,92	100,4	106,1	289,0	2693,5	36,02	87,72	2715,42	90,0	99,7	283,4	- 10,4	- 5,6
4	Azot amonowy	0,118	1,06	0,99	0,31	2,89	0,268	0,728	3,008	0,67	0,83	0,31	- 0,39	0
5	Azot azotanowy	3,848	0,55	2,30	2,82	26,28	3,925	5,278	30,128	9,81	6,00	3,14	+ 9,26	+ 0,32
6	Fosforany	0,073	0,19	0,18	0,045	0,42	0,100	0,183	0,493	0,25	0,21	0,051	+ 0,06	+ 0,03
7	Detergenty	0,045	0,23	0,17	0,16	1,49	0,077	0,145	1,535	0,19	0,16	0,16	- 0,04	- 0,01
8	Chlorki	11,59	59	36	12	112	16	33	123	40	37	13	+ 1	+ 1
9	Siarczany	85,94	140	138	107	997	106	172	1083	265	195	113	+ 125	+ 6
10	Związki rozpuszczone	235	485	458	165	1538	303	519	1773	737	590	185	+ 272	+ 20
11	Zawiesiny	65	161	200	9670	90124	88	189	90189	220	215	9414	+ 59	- 256
12	Miech	0,013	0,021	0,020	0,011	0,0029	0,0159	0,0254	0,1155	0,040	0,029	0,012	+ 0,019	+ 0,001
13	Cynk	0,015	0,018	0,019	0,528	4,9210	0,0475	0,0368	4,9360	0,044	0,030	0,515	+ 0,026	- 0,013
14	Ołów	0,017	0,032	0,034	0,076	0,0211	0,0215	0,0381	0,7253	0,054	0,043	0,076	+ 0,022	0
15	Nikiel	0,011	0,015	0,018	0,234	2,1809	0,0131	0,0222	2,1919	0,033	0,025	0,229	+ 0,018	- 0,005
16	Zelazo ogólnie	0,613	1,15	2,60	3,00	27,960	0,774	2,225	23,573	1,93	2,53	2,98	+ 0,78	- 0,02
17	Mangan	0,041	0,043	0,320	0,40	0,1980	0,047	0,239	3,926	0,117	0,271	0,110	+ 0,074	+ 0,010

czanów, która przekracza o 65 mg $\text{SO}_4^-/\text{dm}^3$ wartość dopuszczalną dla klasy II; zwiększają zawartość związków rozpuszczonych do poziomu znacznie niższego od górnej granicy dopuszczalnej oraz zwiększają ilość zawiesin, która w całym zakresie przepływów znacznie przekracza dopuszczalne normatywy.

Z powyższej oceny można wnioskować, że ścieki odprowadzane z Elektrowni TURÓW wymagają aktualnie ograniczenia ilości zawiesin oraz zawartości siarczanów.

Podsumowanie

Z przedstawionej wyżej charakterystyki stanu zanieczyszczenia wód rzeki Miedzianki oraz z analizy wpływu zanieczyszczeń wprowadzanych przez Elektrownię TURÓW na stan jakości wód tej rzeki wynikają następujące wnioski:

— Rzeka Miedzianka, przyjmująca zanieczyszczenia odprowadzane w rejonie m. Bogatyni, w przekroju powyżej zrzutu ścieków odprowadzanych z Elektrowni TURÓW posiada wyczerpaną aktualnie zdolność chłonną w zakresie obciążenia jej wód związkami organicznymi, zawiesiną oraz okresowo w odniesieniu do siarczanów.

— Biorąc pod uwagę charakter odbiornika, rodzaj oraz lokalizację źródeł zanieczyszczenia na odcinku powyżej Elektrowni TURÓW, wydaje się słusznym przyjęcie założenia, że rzeka Miedzianka może być brana pod uwagę jako odbiornik ścieków dla elektrowni, wyłącznie przy zachowaniu składu wód ściekowych na poziomie normatywów odpowiadających wodom II klasy czystości.

— W świetle przeprowadzonych badań nad bilansem ilości ścieków i ich składu [3, 10] oraz w oparciu o analizę stopnia oddziaływania wód ściekowych na jakość wód odbiornika należy uznać, że wskaźnikiem decydującym o stopniu oczyszczania ścieków odprowadzanych z Elektrowni TURÓW jest ilość odprowadzanych zawiesin z ograniczeniem których łączy się znaczne obniżenie pozostałych wskaźników jak: utleniałość, ChZT, metale ciężkie i inne [9].

— Technologia oczyszczania ścieków powinna uwzględnić usunięcie olejów i tłuszczów, do

poziomu gwarantującego wykrywanie ich ekstraktem eterowym w ilościach niższych od 15 mg/dm³.

Ustalenie niezbędnego stopnia oczyszczania ścieków z Elektrowni TURÓW należy rozpatrywać wariantowo, tj.: biorąc pod uwagę jako odbiornik rzekę Miedziankę lub rzekę Nysę Łużycką, która w dotychczasowych programach ochrony wód tego rejonu [1, 6] jest rozpatrywana jako odbiornik ścieków dla tego obiektu.

LITERATURA

1. H. BLEZEL, E. RZEWUSKA: Perspektywiczny plan gospodarki wodnej na wodach granicznych z NRD do roku 1980 w zakresie utrzymania wymaganej czystości wód w Nysie Łużyckiej i Odrze, od ujścia Nysy Łużyckiej do morza oraz na obszarze wód zalewu szczecińskiego. IMGW — Wrocław, 1973, maszynopis.
2. W. W. ECKENFELDER, D. J. O'CONNOR: Biological Waste Treatment, Pergamon Press, London, 1964, 299.
3. H. FLORCZYK, WŁ. TYRALSKI, M. RECZUCH: Badania analityczne i technologiczne ścieków z Elektrowni Turów — Bilans ilości ścieków i wielkości ładunków zanieczyszczeń dla okresu produkcji letniej oraz określenie efektu pracy istniejących urządzeń do oczyszczania ścieków. IMGW — Wrocław, 1975, maszynopis.
4. M. KAMIŃSKA: Program ogólny STEŻENIA. Raport do zlecenia nr CO/1172/IMGW/cz. 1 Centrum Obliczeniowe Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 1974.
5. H. MAŃCZAK: Zastosowanie metody statystycznej do oceny stopnia zanieczyszczenia wód rzecznych na podstawie wyników periodycznych badań wody w przekroju pomiarowo-kontrolnym. Prace Instytutu Gospodarki Wodnej, 1963, tom II, zeszyt 2.
6. PRACA ZBIOROWA: Plan perspektywiczny gospodarki wodnej górnej części zlewni Nysy Łużyckiej — Aktualizacja. CBSiPBW „Hydroprojekt” Wrocław, 1966, maszynopis.
7. ROZPORZĄDZENIE RADY MINISTRÓW z dn. 29 listopada 1975 r. w sprawie klasyfikacji wód, warunków, jakim powinny odpowiadać ścieki oraz kar pieniężnych za naruszenie tych warunków (Dz. U. nr 41, poz. 214).
8. C. P. STRAUB: Statistical Evaluation of Packing House, Waste Data. Engineering Bulletin, Proceedings of the Eight Industrial Waste Conference, 1954, 38, 1, 222—239.
9. R. TWAROWSKI, W. ZALEWSKI, WŁ. TYRALSKI: Badania technologiczne nad sposobem oczyszczania ścieków z Elektrowni TURÓW. IMGW — Wrocław, 1977, maszynopis.
10. WŁ. TYRALSKI: Badania analityczne i technologiczne ścieków z Elektrowni TURÓW — Bilans ilości ścieków i wielkości ładunków zanieczyszczeń dla okresu produkcji zimowej IMGW — Wrocław, 1976, maszynopis.