

## SKAŻENIE WÓD DOŁOWYCH KOPALNI POMORZANY ZWIĄZKAMI LIGNOSULFONOWYMI

UKD 556.388:551.761:622.51:622.344.1'272(438.232 kop. Pomorzany):676.1.82.006.3 Klucze

Jednym z wielu problemów hydrogeologicznych olkuskiego górnictwa rud cynkowo-olowiowych jest zagrożenie jakości wód kopalnianych przez związki lignosulfonowe zrzucane od ponad pięćdziesięciu lat w piaski Pustyni Błędowskiej przez Fabrykę Papieru i Celulozy w Kluczach. Bezpośrednio po uruchomieniu w tym zakładzie produkcji celulozy metodą siarczanową wystąpił problem odprowadzania ścieków, których głównym składnikiem są związki lignosulfonowe. Lokalizacja fabryki na terenie Pustyni Błędowskiej nasunęła myśl wykorzystania jej obszaru jako odbiornika ścieków. Po wybudowaniu estakady, od 1930 r. odprowadzono za jej pośrednictwem ścieki z oddziału celulozowni na teren pustyni. Łącznie w latach 1930–1977 odprowadzono ponad 200 tys. t związków lignosulfonowych.

Te płynne odpady poprodukcyjne przemieszczały się grawitacyjnie przez strefę aeracji do czwartorzędowej warstwy wodonośnej. W rejonie odprowadzania ścieków zostały skażone wody czwartorzędowe. Naturalny przepływ wód w utworach czwartorzędowych odbywał się w kierunku Białej Przemszy. Nastąpiło więc skażenie wód czwartorzędowych na obszarze od miejsca zrzutu zanieczyszczeń na pustynię aż do Białej Przemszy, a także wód w rzece, drenującej czwartorzędowy poziom wodonośny.

Przemieszczanie się skażonych wód czwartorzędowych w kierunku południowym spowodowało również niebezpieczeństwo skażenia wód w utworach triasu. Miejsce zrzutu ścieków oraz jego bezpośrednie sąsiedztwo znajduje się na obszarze, w którym utwory czwartorzędu są oddzielone od węglanowych wodonośnych utworów triasu ilastymi osadami kajpru (ryc. 1). Natomiast w rejonie, do którego przemieściły się wody skażone, pokrywa utworów kajpru jest nieciągła (okna erozyjne). Umożliwia to bezpośredni kontakt wód piętra triasowego i czwartorzędowego (13, 12).

Pierwotnie w warunkach nie zaburzonych działalnością kopalni, okna erozyjne stanowiły strefę rozładowania ciśnienia wód w utworach triasu i przez nie następowało zasilanie czwartorzędowego poziomu wodonośnego. Fakt ten nie wykluczał możliwości skażenia wód triasowych, gdyż gęstość ścieków zawierających związki lignosulfonowe jest większa od gęstości wody i mogą one grawitacyjnie przemieszczać się w dół. W warunkach naturalnych drenaż triasowego piętra wodonośnego odbywał się głównie za pośrednictwem cieków powierzchniowych, źródeł i wspomnianych wyżej okien erozyjnych, przez które wodonośne utwory triasu kontaktują się z utworami czwartorzędu (12). W tej sytuacji odbiorcą skażonych wód czwartorzędowych, jak i też przypuszczalnie skażonych wód triasowych, była Biała Przemsza. Drenujący wpływ kopalń Bolesław i Olkusz w niewielkim stopniu zmienił kierunki przepływu wód podziemnych w północnej części rejonu olkuskiego (6, 2) i nie zagroził skażeniem wód kopalnianych związkami lignosulfonowymi.

Dopiero z chwilą przejścia wyrobisk kopalni Pomorzany za uskok Pomorzan (koniec 1973 r.) rozpoczął się intensyw-

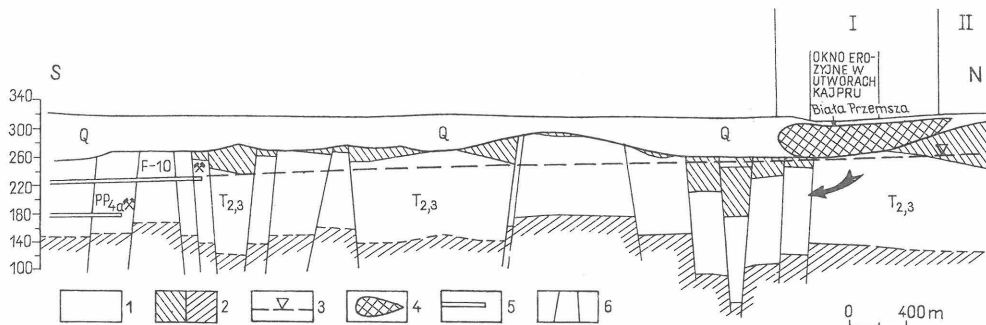
ny drenaż triasowego poziomu wodonośnego (11). Uległy wówczas zmianie warunki krążenia i wymiany wód w całym olkuskim rejonie kopalnictwa rud. Dotyczy to zwłaszcza północnej i zachodniej części rejonu, gdzie oprócz wzrostu gradientów hydraulicznych nastąpiło odwrócenie kierunku przepływu wody od Białej Przemszy do systemu odwadniania kopalni Pomorzany (ryc. 2). Już w kwietniu 1974 r. w piezometrze zainstalowanym w utworach triasowych zlokalizowanym w pobliżu udokumentowanego obszaru skażonego stwierdzono spadek ciśnienia piezometrycznego wynoszący ponad 3 m. W stosunkowo krótkim czasie dotychczasowe strefy rozładowania ciśnienia i ascencji naporowych wód triasowych zmieniły się w strefę zasilania piętra triasowego wodami z utworów czwartorzędowych. Zjawisko takie wystąpiło również w tej części obszaru skażenia wód czwartorzędowych, gdzie istnieje okno erozyjne. Tym samym nastąpiła wybitna intensyfikacja procesu skażenia wód triasowych. Pod wpływem gradientu hydraulicznego wytworzonego sztucznie przez Kopalnię Pomorzany, wody skażone zaczęły przemieszczać się w szczelinowo-krasowym poziomie wodonośnym w kierunku jej wyrobisk. W czerwcu 1976 r. pojawiły się już w niektórych wypływach i wyciekach kopalnianych.

### PRZEBIEG BADAŃ NAD PROBLEMEM ODPADÓW POPRODUKCYJNYCH FCIp W KLUCZACH

Pierwsze badania nad skażeniem wód czwartorzędowych związkami lignosulfonowymi podjęto w 1965 r. na zlecenie CUGW przez Instytut Gospodarki Wodnej w Katowicach przy współdziałaniu Przedsiębiorstwa Geologicznego w Krakowie. Wynikiem przeprowadzonych prac geologicznych i badań hydrochemicznych na obszarze skażonym była dokumentacja pt. „Ocena stężenia i rozmieszczenia zanieczyszczeń ługami posulfitowymi Pustyni Błędowskiej” sporządzona w 1967 r. Określono w niej przestrzenny rozkład zanieczyszczeń w obrębie czwartorzędowej warstwy wodonośnej oraz scharakteryzowano tendencję ich przemieszczania w obrębie tej warstwy. Zwrócono także uwagę na możliwość skażenia wód triasowych.

„Bipromet” (3) przedstawił pracę studialną pt. „Analiza możliwości rozdziału wód dołowych kopalni Pomorzany na brudne i czyste”. Zakładała ona, że skażone wody pojawiają się najwcześniej w przekopach połowych 5 i 6. W związku z tym zaproponowano dwa sposoby niezależnego odprowadzenia wód czystych i zanieczyszczonych. Problem ten nie był jednak przedmiotem dalszych prac. Rzeczywisty przebieg skażenia nie potwierdził założeń przyjętych w wymienionych badaniach.

W okresie pięciolecia 1971–1975 zespół pracowników GIG, kierowany przez mgr inż. A. Stachurę, prowadził na zlecenie ZBiPM „Cuprum” we Wrocławiu, prace dotyczące hydrogeologii rejonu olkuskiego, ze szczególnym uwzględnieniem zanieczyszczenia środowiska związkami

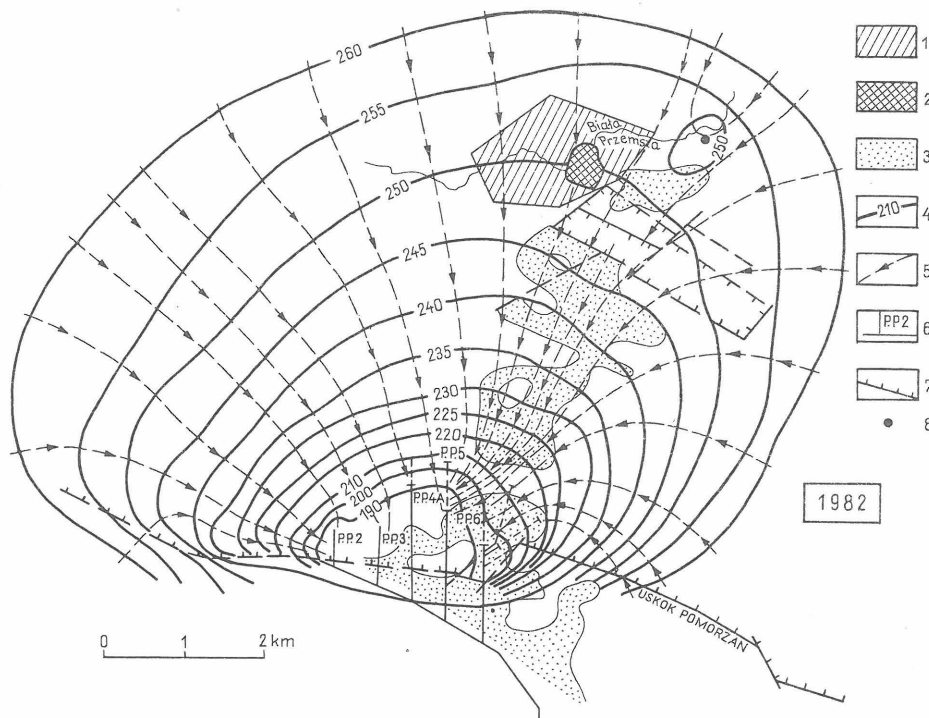


Ryc. 1. Schematyczny przekrój hydrogeologiczny ilustrujący przebieg skażenia wód triasowych

1 – warstwy przepuszczalne, 2 – warstwy nieprzepuszczalne, 3 – zwierciadło wody w triasie, 4 – kontur skażeń w obrębie czwartorzędu, 5 – zarys wyrobisk, 6 – uskoki. I – obszar związkami lignosulfonowymi, II – rejon zrzutu odpadów

Fig. 1. Sketch hydrogeological section showing spread of pollution of Triassic waters

1 – permeable beds, 2 – impermeable beds, 3 – water table in Triassic, 4 – contour of pollution within Quaternary, 5 – outlines of mining works, 6 – faults. I – area affected by pollution with lignosulphamate compounds. II – region of waste disposal



Ryc. 2. Progностyczny rozkład pola hydrodynamicznego w utworach triasu w rejonie olkuskim (stan na 30 VI 1982)

1 – udokumentowany obszar skażenia wód czwartorzędowych, 2 – strefa wnikania związków lignosulfonowych do wodonośnego piętra triasowego, 3 – zgeneralizowany zasięg stref kontaktu hydraulicznego typu erozyjnego między czwartorzędowym i triasowym piętrzem wodonośnym, 4 – hydroizohipsy piętra triasowego, 5 – linie prądu, 6 – zarys głównych wyrobisk z podaną numeracją przekopów, 7 – uskoki, 8 – ujęcie FCiP Klucze

Fig. 2. Forecasted distribution of hydrodynamic field in Triassic rocks in the Olkusz region (for June 30, 1982)

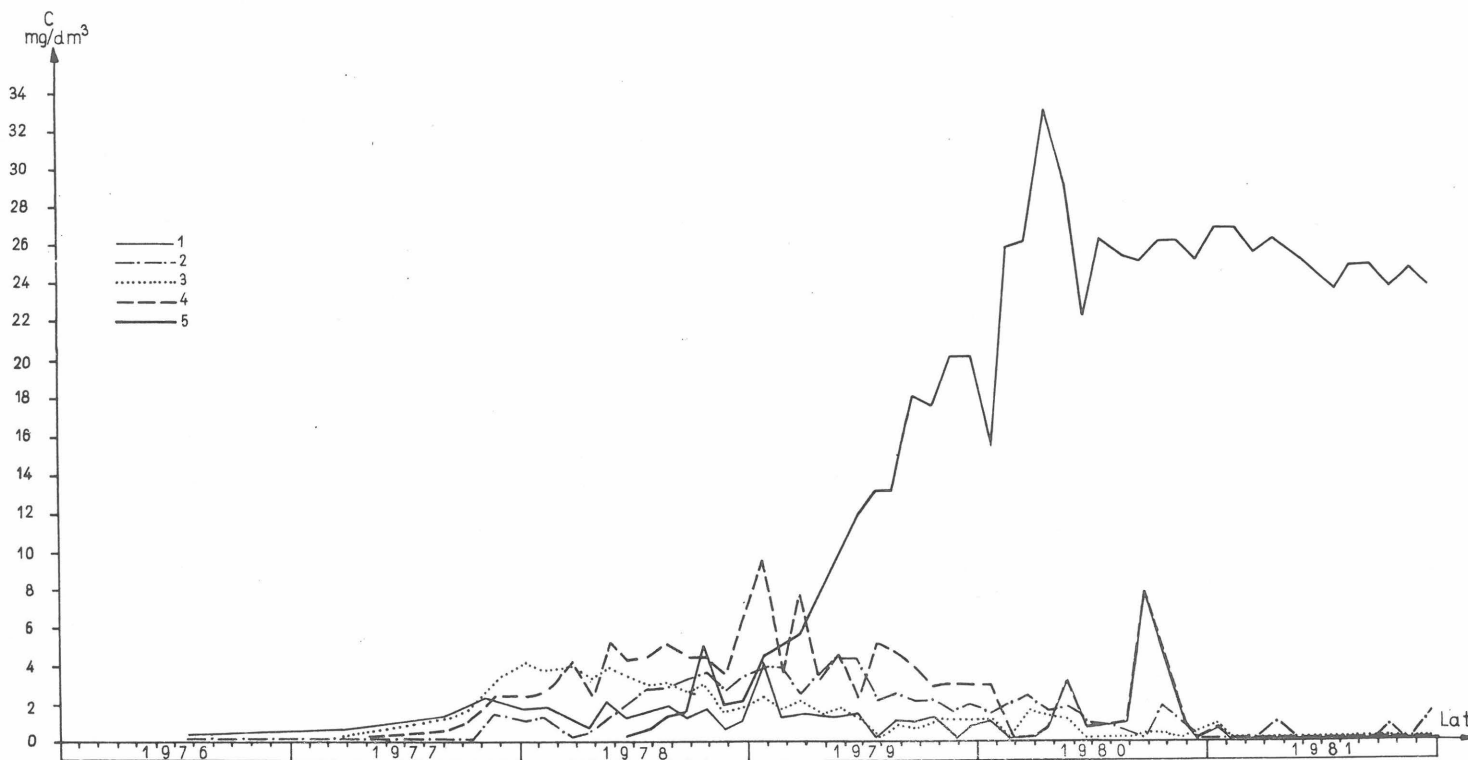
1 – demonstrated area of pollution of Quaternary waters, 2 – zone of leak of lignosulphamate compounds into Triassic aquifer stage, 3 – generalized extent of hydraulic contact zone of erosional type of Quaternary and Triassic aquifer stages, 4 – hydroisohypses of Triassic stage, 5 – current lines, 6 – outline of major mining works and gallery numbers, 7 – faults, 8 – water intake of the FCiP Klucze plant

lingosulfonowymi i sposobów ochrony przed dalszym jego rozprzestrzenianiem się. W sprawozdaniu z 1972 r., przedstawiono opracowany na podstawie wcześniejszych badań (7) schemat technologii wykonania ekranu izolującego i bariery studzien między obszarem skażonym a wyrobiskami górnictwami. Ponadto przedstawiono sposób wyprzedzającego drenażu górotworu, zabezpieczający znaczną część wód kopalnianych przed skażeniem. Koncepcje te nie zapewniały, przy bardzo wysokich kosztach, pełnego zabezpieczenia i selekcji wód dopływających do kopalni.

W opracowaniu powyższym zwrócono także uwagę na wiele niekorzystnych, a nawet szkodliwych zjawisk,

jakie mogą zaistnieć w kopalni w wyniku skażenia wód dołowych. Należą do nich: niezdatność wody do spożycia, zanieczyszczenie atmosfery kopalnianej, wzrost własności korozyjnych wody, rozwój pewnych odmian grzybów. Potwierdzono to w toku badań prowadzonych przez „Hydrokop” w Krakowie (1972). Stwierdzono że ługi dostające się do wyrobisk kopalni mogą wywierać szkodliwy wpływ na maszyny, obudowę stalową i betonową, jak również toksyczny wpływ na organizm ludzki.

W kolejnym opracowaniu GIG (9) określono przewidywany przebieg skażenia wód dołowych kopalni Pomorzany.



Ryc. 3. Wykresy zmian koncentracji związków lignosulfonowych w wybranych (największych) wypływach w wyrobiskach kopalni Pomorzany

1 – przodek przekopu polowego 3; 2 – przodek przekopu polowego 4A; 3 – przodek przekopu polowego 2; 4 – dowerżnia 31; 5 – chodniki F-10

Fig. 3. Changes in concentration of lignosulphamate compounds in selected (the largest) outflows in mining works of the Pomorzany mine

Face of cross-heading: 1–3, 2 – 4A, 3 – 2; 4 – dip heading 31, 5 – galleries F-10

Według autorów tej pracy front wód skażonych osiągnąć miał wyrobiska kopalniane około 1989 r., a więc 13 lat później niż to nastąpiło w rzeczywistości. Spodziewając się dopływu wód skażonych do wyrobisk kopalni Pomorzany, jej służba hydrogeologiczna rozpoczęła systematyczne pobieranie próbek wód na oznaczenie zawartości związków lignosulfonowych, ze wszystkich większych wypływów i wycieków dołowych. Są one prowadzone w dalszym ciągu, a wyniki badań chemicznych tych wód stały się podstawą niniejszej publikacji, jak i też wcześniej wykonanych przy współudziale autorów prac (14,1) oraz dwóch opracowań wykonanych pod kierunkiem mgr W. Prussaka w ZBiPM „Cuprum” (4, 5). Wymienione prace, oprócz rejestracji skażenia wód dołowych, przedstawiały również prognozy jego przebiegu w czasie. Ponadto w opracowaniach „Cuprum” przedstawiono przestrzenny rozkład skażeń w obrębie triasowego poziomu wodonośnego na podstawie badań wód pobranych z piezometrów.

#### PRZEBIEG PROCESU SKAŻENIA WÓD KOPALNIANYCH

Pierwsze ślady obecności związków lignosulfonowych w wodach kopalnianych stwierdzono w czerwcu 1976 r. Najwcześniej natomiast, oznaczalną za pomocą stosowanej metody, ilość lignosulfonianów stwierdzono 9 VII 1976 r. w wodach dopływających do przekopów polowych 3 i 4 (odpowiednio 0,15 mg/dm<sup>3</sup> i 0,14 mg/dm<sup>3</sup>). W okresie późniejszym, aż do października 1977 r., w wodach tych rejonów oznaczano jedynie śladowe ilości związków lignosulfonowych.

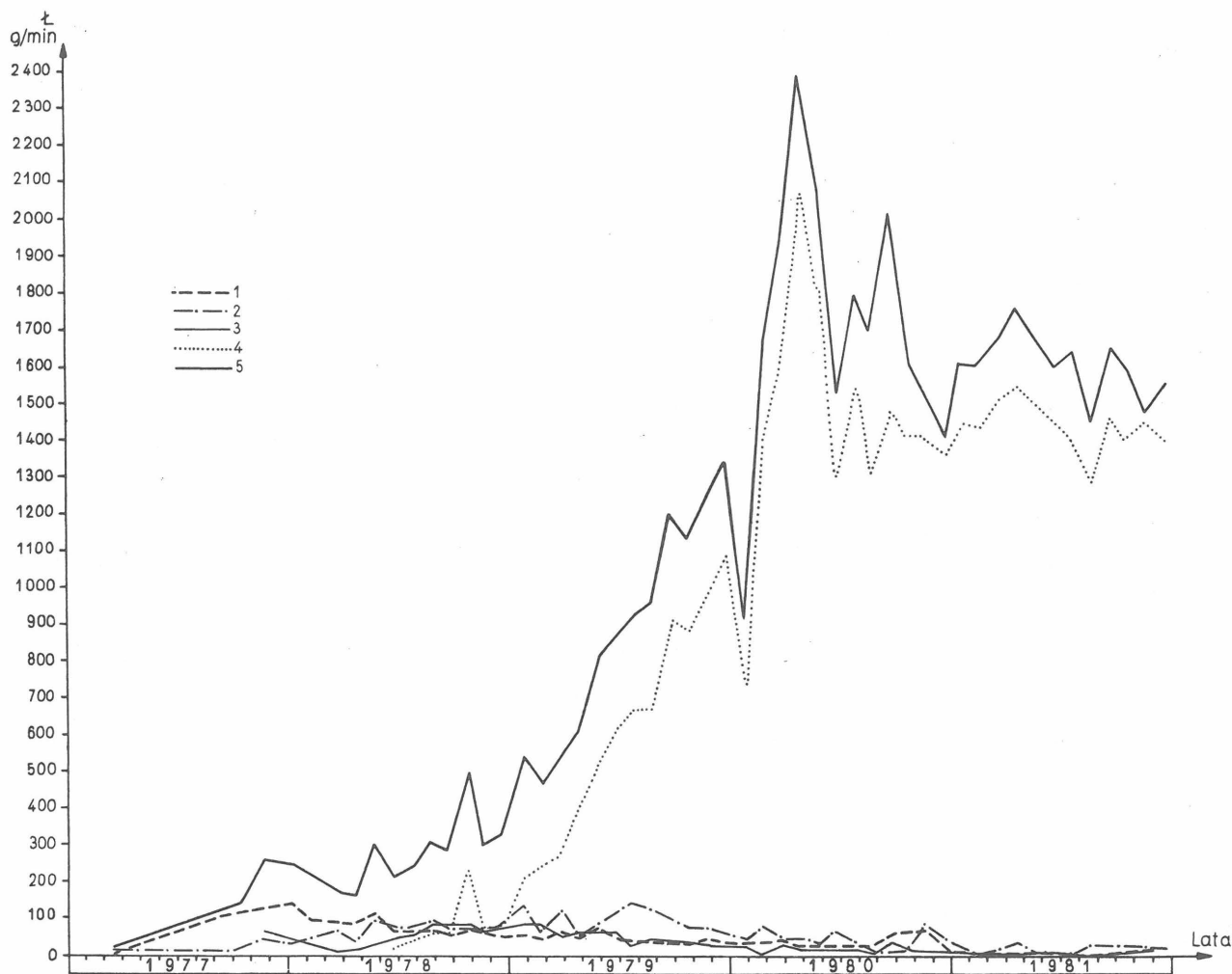
W wodach dopływających do wyrobisk w rejonie przekopów polowych 2,5 i 6 w okresie od momentu pojawienia się pierwszych śladów związków lignosulfonowych do

marca 1977 r. koncentracje ich jedynie sporadycznie przekraczały 0,1 mg/dm<sup>3</sup>. Dopiero od 23 III 77 r., w wodach przekopu polowego 2 oraz dowerżni 21 obserwuje się stały wzrost zawartości zanieczyszczeń. We wrześniu 1977 roku ich koncentracja przekroczyła 1,0 mg/dm<sup>3</sup> we wszystkich opróbowanych wypływach w tej części kopalni, przy czym obserwowano dalszy jej wzrost w miarę upływu czasu (ryc. 3). Tendencja ta utrzymuje się do stycznia 1978 r., kiedy to stwierdzono maksymalną w rejonie przekopu polowego 2 koncentracje związków lignosulfonowych, wynoszącą 4,0 mg/dm<sup>3</sup>. Od tego czasu zaznacza się powolny spadek ich koncentracji (ryc. 3).

Od września 1977 r. obserwuje się systematyczny wzrost zawartości zanieczyszczeń w wodach dopływających do rejonu przekopu polowego 3. Jest on w tym przypadku znacznie szybszy i trwa dłużej, bo do stycznia 1979 r. kiedy to osiąga maksymalną wartość 9,2 mg/dm<sup>3</sup> (ryc. 3). Spadek koncentracji zanieczyszczeń jest w tym przypadku znacznie wolniejszy niż obserwowany w rejonie przekopu polowego 2.

W przekopie polowym 4A wzrost stężenia związków lignosulfonowych notuje się później niż w wymienionych rejonach, bo od listopada 1977 r. Maksymalna koncentracja wynosiła w tym przypadku 4,2 mg/dm<sup>3</sup> (czerwiec–lipiec 1979 r.) (ryc. 3). Od tego czasu zaznacza się powolny spadek koncentracji zanieczyszczeń w wodach dopływających do tego rejonu kopalni.

W styczniu 1978 r. w wyrobiskach drążonych na poziomie +240 m (około 60 m poniżej poziomu głównych wyrobisk korytarzowych kopalni) tj. chodnikach F-10 (wentylacyjnym i wodnym) zanotowano śladowe ilości lignosulfonianów. W miarę postępu przodków tych wyrobisk w kierunku północnym, tj. w kierunku źródła skażenia, stężenie zanieczyszczeń w dopływających do nich wo-



Ryc. 4. Wykresy zmian ładunku związków lignosulfonowych dopływających do poszczególnych rejonów kopalni Pomorzany

1 – przekop połowy 2; 2 – przekop połowy 3; 3 – przekop połowy 4A; 4 – chodniki F-10; 5 – łącznie dla całej kopalni

Fig. 4. Changes in load of lignosulphamate compounds reaching individual parts of the Pomorzany mine

Cross-headings: 1 – 2, 2 – 3, 3 – 4A; 4 – galleries F-10, 5 – sum for the whole mine

dach zaczęło systematycznie wzrastać. W kwietniu 1980 r. osiągnęło ono maksymalną wartość 32,6 mg/dm<sup>3</sup>. Od tego czasu zaznacza się jego stabilizacja na poziomie 22–26 mg/dm<sup>3</sup>.

Wody dołowe w rejonach przekopów połowych 5 i 6 w zasadzie są wolne od zanieczyszczeń. Opróbowywane równoległe z pozostałymi wykazywały śladowe ich ilości. Jedynie sporadycznie notowano oznaczalne zawartości związków lignosulfonowych, dochodzące do 1,0 mg/dm<sup>3</sup>.

Z powyższych danych wynika, że najwcześniej zostały zanieczyszczone wody w rejonach przekopów połowych 2 i 3. Później, znacznie większe koncentracje zanieczyszczeń niż początkowe w przekopach 2 i 3 stwierdzono w rejonie przekopu połowego 4A. Natomiast zdecydowanie najbardziej zanieczyszczone są wody dopływające do chodników F-10. Skazanie ich nastąpiło najpóźniej, ale i też trwa ono najdłużej. Pod koniec 1981 r. koncentracja zanieczyszczeń w wodach tych chodników ustabilizowała się na poziomie około 24 mg/dm<sup>3</sup>.

Równoległe z poborem i analizami próbek wód na zawartość związków lignosulfonowych były prowadzone obserwacje wielkości wydatku opróbowywanych wpływów i wód zbiorczych. Pozwoliło to obliczyć ładunek zanieczyszczeń dopływający do kopalni w jednostce czasu.

Jest on sumą iloczynów koncentracji lignosulfonianów i wydatków opróbowywanych wpływów. Sumaryczny ładunek zanieczyszczeń dopływający do kopalni w latach 1977–1978 nie przekraczał 500 g/min i wykazywał słabą tendencję wzrostu (ryc. 4). Dopiero od początku 1979 r. obserwujemy szybki wzrost sumarycznego ładunku zanieczyszczeń. Tendencja taka utrzymuje się do kwietnia 1980 r., kiedy to osiąga on maksymalną wartość 2395 g/min (ryc. 4). Po okresie spadku (około 3 miesiące), od mniej więcej III kwartału 1980 r. wielkość ładunku związków lignosulfonowych nie wykazuje żadnych wyraźnych tendencji i oscyluje wokół wartości 1500–1600 g/min. Wielkość ładunku zanieczyszczeń dopływającego z wodami do kopalni wzrasta w latach 1977–1978, podobnie jak wielkość koncentracji zanieczyszczeń. Wynika to z faktu pewnej stabilizacji dopływów wód do wyrobisk kopalnianych jaka nastąpiła w tym okresie. Początkowo więc przeważająca część ładunku zanieczyszczeń dopływała do rejonów przekopów połowych 2 i 3 (ryc. 4). Od połowy 1978 r. zaczął wzrastać udział wód zanieczyszczonych z rejonu przekopu połowego 4A, zaś od końca tego roku z rejonu chodników F-10. Równocześnie zaznaczył się spadek, zarówno samej wielkości ładunku, jak i też udziału w sumarycznym ładunku zanieczyszczeń wód z rejonów przekopów

polowych 2, 3 i 4 (ryc. 4). Udział wód skażonych z rejonu chodników F-10 wynosi od ponad roku przeszło 90% ogólnego ładunku zanieczyszczeń dopływających do kopalni. Koncentracja zanieczyszczeń i ich ładunek w wodach tej części kopalni zdecydowanie przewyższają obserwowane w innych jej rejonach (ryc. 3, 4).

## PODSUMOWANIE

Nierównoczesne pojawienie się wód skażonych w poszczególnych wyrobiskach kopalni, zwłaszcza fakt, że najwcześniej pojawiły się one w wyrobiskach najbardziej oddalonych od źródła skażenia, (zachodnia część kopalni) oraz charakter zmian koncentracji lignosulfonianów w czasie jest sprawą trudną do wyjaśnienia. Nakłada się tu bowiem prawdopodobnie kilka różnych przyczyn. Najważniejsze z nich to:

1) pierwotny (przed przejściem wyrobiskami za uskok Pomorzany) przestrzenny rozkład koncentracji związków lignosulfonowych w górotworze. Mogły one w rejonie okna erozyjnego grawitacyjnie się przemieszczać do wód triasowych i spowodować ich skażenie;

2) rozkład ciśnienia wód w triasie w okresie objętych obserwacjami, wskazujący na uprzywilejowany kierunek spływu wód do kopalni w rejonach przekopów polowych 2 i 3. Dopiero wykonanie chodników F-10 zmieniło ten kierunek;

3) istnienie uprzywilejowanych dróg przepływu wód w górotworze szczelinowo-krasowym. Problem ten nie został jeszcze w pełni wyjaśniony, zwłaszcza relacje między głównymi kierunkami tektonicznymi, a głównymi kierunkami, wzdłuż których rozwijają się formy krasowe.

Pojawienie się w kopalni wód skażonych spowodowało wiele niekorzystnych zjawisk, z których najważniejsze to:

– około 60% wód dopływających do kopalni Pomorzany jest skażona w stopniu uniemożliwiającym ich przydatność do celów konsumpcyjnych. Jest to o tyle istotne, iż ze spodziewanymi dużymi dopływami wód do tej kopalni (ok. 200 m<sup>3</sup>/min) wiązano wielkie nadzieje na ich wykorzystanie do celów pitnych;

– w wodach skażonych pojawiły się różne bakterie, a produkty ich metabolizmu są prawdopodobnie szkodliwe dla zdrowia ludzkiego;

– procesy przemian chemicznych i biochemicznych związków lignosulfonowych powodują generowanie się między innymi metanu w ilościach powodujących zagrożenie metanowe w wyrobiskach kopalni;

– rozwijające się w wodach zanieczyszczonych różne grzyby powodują zarastanie koszy ssawnych pomp głównego odwodnienia kopalni.

Podsumowując całość rozważań nad skażeniem wód kopalni Pomorzany można stwierdzić że:

1. Wzrost koncentracji zanieczyszczeń i ich ładunku w wodach dopływających do kopalni trwał około 4 lata i zakończył się w III kwartale 1980 r. Wielkość ładunku oscyluje obecnie wokół wartości około 1600 g/min., zaś maksymalna koncentracja zanieczyszczeń waha się w granicach 24–26 mg/dm<sup>3</sup>.

2. Dotychczasowy przebieg skażenia wód kopalnianych wskazuje na to, że strumień wód najbardziej skażonych jest stosunkowo wąski. Świadczy o tym fakt, że aktualnie około 90% (grudzień 1981) ładunku lignosulfonianów dopływa do chodników F-10, wysuniętych najdalej w kierunku źródła skażenia. Odległości między przekopami kopalni Pomorzany wynoszą około 400 m. Zakładając że środek strumienia najbardziej skażonych wód przypada w osi chodników F-10, można przypuszczać iż jego szerokość nie prze-

kracza 800 m. Obserwacje z sąsiednich wyrobisk wskazują, że prawdopodobnie wynosi ona około 400 m.

3. Niezależnie od uwag przedstawionych wcześniej autorzy uważają, że anizotropowy, pod względem hydrogeologicznym, charakter górotworu (kanały krasowe, strefy uskokowe, szczeliny) tylko w niewielkim stopniu wpłynął na uzyskany obraz przebiegu skażenia. Wody skażone dopływają do kopalni najkrótszą drogą i stosunkowo wąskim strumieniem.

## LITERATURA

1. Chawiński S. – Przebieg skażenia wód kopalni Pomorzany związkami lignosulfonowymi. Praca dyplomowa. Arch. IHIGI AGH 1979.
2. Haładus A., Motyka J., Szczepański A., Wilk Z. – Prognozowanie metodą modelowania analogowego dopływów wody do kopalń pracujących w skałach szczelinowo-krasowych. Roczn. Pol. Tow. Geol. 1978 z. 3–4.
3. Norwicz Z., Markiewka B. – Analiza możliwości rozdziału wód dołowych kopalni Pomorzany na brudne i czyste (maszynopis). Arch. ZGH „Bolesław” Bukowno 1971.
4. Prussak W. – Prognoza wpływu rzeki Białej Przemszy na zawodnienie górotworu oraz rozpoznanie skażenia górotworu związkami lignosulfonowymi w rejonie olkuskim (maszynopis). Arch. ZBiPM „Cuprum” Wrocław 1978.
5. Prussak W. – Wstępna prognoza rozwoju skażenia wód rejonu olkuskiego lignosulfonianami (maszynopis). Ibidem.
6. Różkowski A., Rudzińska T. – Wpływ działalności człowieka na zmianę układu ciśnień hydrostatycznych poziomu wapienia muszlowego obszaru śląsko-krakowskiego. Biul. Geol. Wydz. Geol. UW 1977 t. 21.
7. Stachura A. z zespołem – Określenie wpływu robót górniczych na stosunki wodne rejonu Olkusza oraz opracowanie metod ochrony przed sulfidami (maszynopis). Arch. GIG Katowice 1971.
8. Stachura A. z zespołem – Prognoza zawodnienia kopalni Pomorzany wraz z ustaleniem wpływu ługów posulfidowych na wody kopalniane i opracowanie koncepcji zabezpieczenia przed skażeniem (maszynopis). Arch. GIG Katowice 1972.
9. Stachura A. z zespołem – Ustalenie zasięgu wpływu projektowanych wyrobisk górniczych na drenaż nadkładu i obliczenie zmian wydatków ujęć wód podziemnych oraz ustalenie prędkości migracji wód skażonych ługami posulfidowymi w kierunku tych wyrobisk (maszynopis). Arch. GIG Katowice 1975.
10. Stępniewski A., Zimny W., Chruścicki M., Somner J. – Ocena stężenia i rozmieszczenia zanieczyszczeń ługami posulfidowymi Pustyni Błędowskiej (maszynopis). Arch. KG „Południe” Katowice 1967.
11. Wilk Z., Adamczyk A.F., Biernacki J., Motyka J. – Wykształcenie strefy uskoku Pomorzany i jego hydrogeologiczna charakterystyka. Roczn. Pol. Tow. Geol. 1977 z. 3.
12. Wilk Z., Motyka J. – Kontakty między poziomami wodonośnymi w olkuskim rejonie kopalnictwa rud. Roczn. Pol. Tow. Geol. 1977 z. 1.
13. Wilk Z., Zimny W. – Problematyka hydrogeologiczna związana z rozwojem górnictwa w rejonie olkuskim. Zesz. Nauk. AGH 1973 nr 361. Geologia z. 17.



14. Wilk Z. z zespołem — Określenie prawidłowości geologiczno-górnicych, rządzących czasowym i przestrzennym zróżnicowaniem koncentracji metali ciężkich w wodach kopalnianych oraz prognoza jakości wód, jako podstawa projektów technologicznych ich uzdatniania (maszynopis). Arch. IHiGI AGH Kraków 1978.
15. Zakład Doświadczalny „Hydrokop” — Toksyczność i korozyjność lignosulfonianów z Fabryki Celulozy i Papieru w Kluczach (maszynopis). Arch. ZGH „Bolesław” Bukowno 1973.

#### S U M M A R Y

Liquid waste from the FCiP factory at Klucze, disposed into sands of the Pustynia Błędowska desert in the last 50 years, began to pollute Quaternary waters in result of gravitational seeping. Natural flow of these waters resulted in spreading of the pollution from waste disposal site to the major stream draining this region, the Biała Przemśka River. In the neighbourhood of the stream, there is situated an erosional window in impermeable Keuper cover. Through that window, polluting matter began to seep into Triassic waters aquifer under conditions of disturbances related to water drainage in mines. Polluted waters appeared for the first time in the middle of 1976 and the next four years witnessed increase in both concentration and total charge of the pollution. The pollution is at present stabilized at the level of about 1600 g/min and the maximum concentration equals 24–26 mg/dm<sup>3</sup>. It results in a number of disadvantageous phenomena, the most important of

which include: impossibility to use about 60% of water inflowing to the Pomorzany mine for drinking purposes, appearance of methane in the mine due to chemical and biochemical transformations of lignosulphamate compounds, and development of some varieties of fungi.

#### Р Е З Ю М Е

Складирование от свыше 50 лет в песках Блендовской пустыни жидких производственных отходов бумажно-целлюлёзного завода в Ключах, вследствие гравитационного перемещения вниз, загрязнили четвертичные воды. Вместе с естественным течением этих вод произошло загрязнение района с места складирования к главному дренирующему водотоку этого района — реке Бяла Пшемша. Вблизи неё находится эрозионное окно в непроницаемом покрове кайпра, при посредствии которого произошло загрязнение триасовых вод. Загрязненные воды появились в выработках в половине 1976 г. С того времени, в течении около 4 лет, увеличивались как концентрации загрязнений, так и их общее количество. В настоящее время они стабилизировались на уровне около 1600 г/мин, а максимальные концентрации загрязнений — на уровне 24–26 мг/дм<sup>3</sup>. Загрязнение шахтных вод вызвало ряд отрицательных явлений, таких как: непригодность для питьевых целей около 60% вод доплывающих в шахту Поможаны, появление метана — в связи с химическими и биохимическими преобразованиями лигносульфоньянов, развитие некоторых видов грибов.