

Małgorzata SOWA

ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZENIA ORAZ SPOSOBY OCHRONY WÓD TRIASOWYCH W REJONIE OLKUSKIM

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki badań, na podstawie których ustalono źródła zanieczyszczenia wód triasowych rejonu olkuskiego i stopień ich ujemnego oddziaływania na zmianę chemizmu wód podziemnych. Podano również metody przywrócenia dobrej jakości wodom omawianego zbiornika oraz określono czas, po upływie którego wody te będą odpowiadały wymogom stawianym wodzie pitnej.

Do źródeł zanieczyszczenia zaliczono infiltrujące do wód triasowych ścieki przemysłowe ($13,9 \text{ m}^3/\text{min}$), zanieczyszczone ściekami wody Białej Przemszy (ok. $15 \text{ m}^3/\text{min}$) oraz osady poflotacyjne i związki lignosulfonowe zakumulowane w skałach czwartorzędowych i triasowych w obszarze Pustyni Będowskiej.

Infiltracja ścieków i zanieczyszczonych opadów atmosferycznych zachodzi poprzez okna hydrogeologiczne w kajprze.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że uszczelnienie miejsc zrzutu ścieków pozwoli w krótkim czasie wyeliminować z wód triasowych podwyższone zawartości metali ciężkich oraz żelaza, co znacznie poprawi jakość tych wód oraz umożliwi szersze ich wykorzystanie dla celów pitnych.

1. Wstęp

Rejon olkuski należy do północno-wschodniej części monokliny śląsko-krakowskiej; pod względem hydrograficznym jest to obszar leżący w dorzeczu Białej Przemszy oraz jej dopływów (rys. 1).

Zasoby dynamiczne wód triasowych wynoszą ok. $335 \text{ m}^3/\text{min}$. Wody te stanowią główne źródło zaopatrzenia w wodę pitną ludności wschodniej części województwa katowickiego, między innymi miast: Olkusz, Jaworzno, Sosnowiec, Będzin i Dąbrowa Górnicza. Wody zbiornika triasowego drenowane są przez kopalnie rud cynku i ołowiu: "Olkusz", "Bolesław" i "Pomorzany" ($259 \text{ m}^3/\text{min}$.) oraz studnie głębinowe (ok. $75 \text{ m}^3/\text{min}$).

Wody triasowe rejonu olkuskiego w miarę rozwoju przemysłu na tym terenie są systematycznie zanieczyszczane przez ścieki przemysłowe: papiernicze, hutnicze i z zakładów przerobczych rud cynkowo-olowiowych. Zanieczyszczenie następuje w wyniku infiltracji ścieków w obszarach, w których wodonośne warstwy czwartorzędowe kontaktują się bezpośrednio z wodonośnymi utworami triasu, czyli w miejscach, w których izolacyjne osady kajpru zostały wyerodowane, tworząc tzw. "okna hydrogeologiczne" (rys. 1).

Wody triasowe rejonu olkuskiego w warunkach naturalnego układu hydrogeologicznego, jak wykazały badania hydrochemiczne przeprowadzone w latach 1959-1969, a zawarte w dokumentacjach hydrogeologicznych, pod względem składu chemicznego odpowiadały wodom pitnym. Zawartość metali ciężkich w tych wodach wynosiła: Zn do 0,19 mg/dm³, Pb do 0,10 mg/dm³, a kadm występował w ilościach śladowych.

Obecnie wody triasowe są w znacznym stopniu zanieczyszczone, a głównymi składnikami zanieczyszczeń są: cynk, ołów, kadm, żelazo i związki lignosulfonowe. Zawartość tych pierwiastków w latach 1981-1984 wynosiła: Zn od 0,32 do 7,85 mg/dm³, Pb od 0,04 do 1,69 mg/dm³, Cd od 0,001 do 0,12 mg/dm³, Fe od 0,05 do 13,3 mg/dm³, a związków lignosulfonowych od ilości śladowych do 35,0 mg/dm³.

Najbardziej zanieczyszczone wody ujmowane są w rejonie szybu "Mieczysław" i zawierają one: Zn od 12,6 do 602,0 mg/dm³, Pb od 0,18 do 4,24 mg/dm³ i Cd od 0,36 do 1,11 mg/dm³. Znacznie zanieczyszczone wody ujmowane są również w rejonie kop. "Bolesław" i kop. "Pomorzany", a stosunkowo najlepszej jakości wody ujmowane są w kop. "Olkusz".

Obecnie tylko 35% zasobów dynamicznych wód triasowych może być wykorzystywanych dla celów pitnych, a pozostała ilość ze względu na znaczne zanieczyszczenie odprowadzana jest do Białej Przemszy i jej dopływów, co z kolei powoduje znaczne pogorszenie jakości wód cieków powierzchniowych.

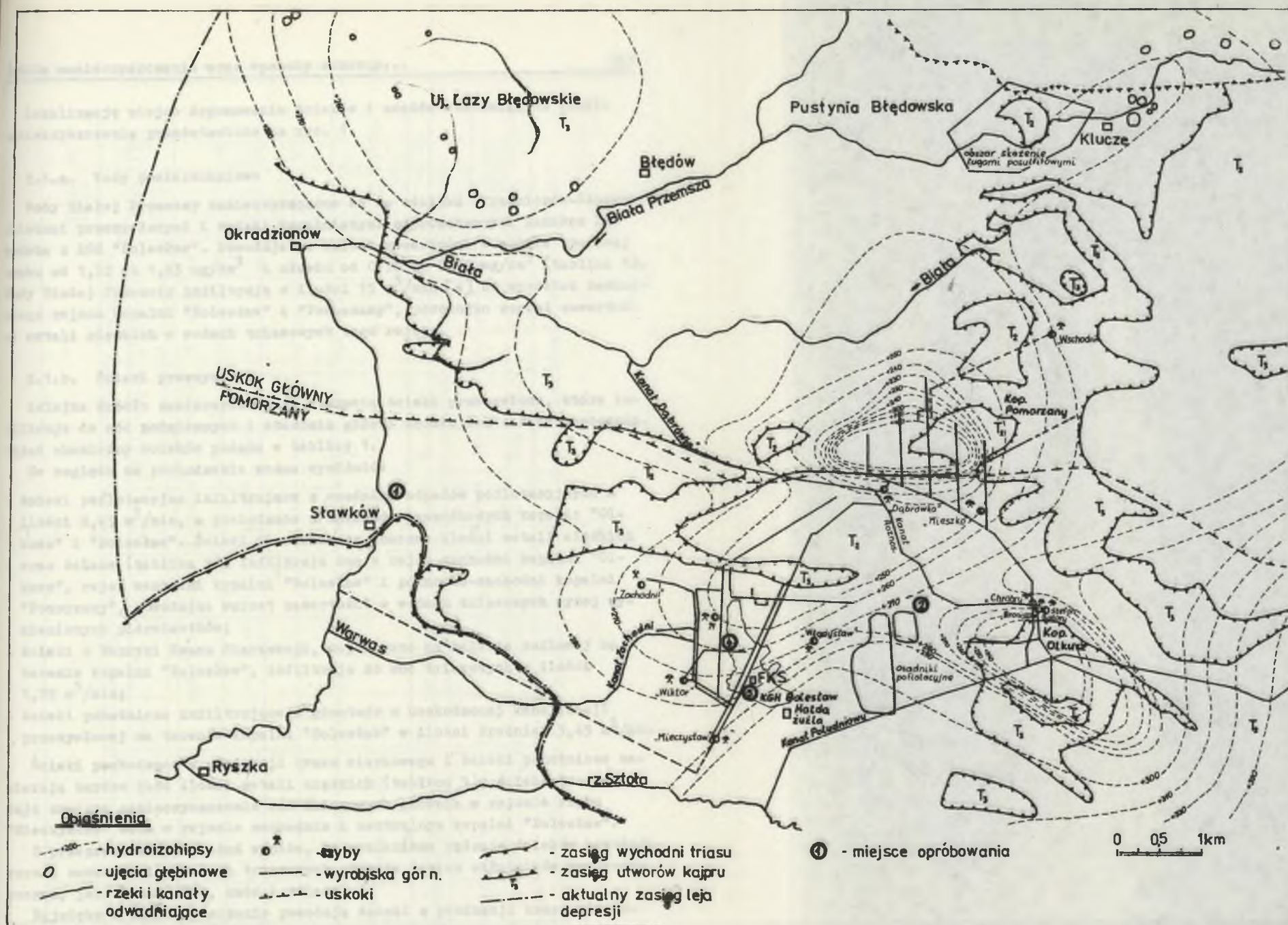
Ze względu na znaczny deficyt wody pitnej w GOP należy podjąć działania mające na celu ochronę tych wód przed dalszym zanieczyszczeniem oraz przywrócenie dobrej jakości wodom omawianego zbiornika poprzez uszczelnienie miejsc, w których następuje infiltracja ścieków oraz oczyszczanie ww. ścieków.

W niniejszym artykule przedstawiono wyniki prac badawczych [1.2] wykonanych w Zakładzie Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej Instytutu Geologii Stosowanej Politechniki Śląskiej w celu określenia źródeł zanieczyszczenia wód triasowych rejonu olkuskiego oraz podania metod eliminacji ich wpływu na dalsze zanieczyszczenie tych wód.

2. Źródła zanieczyszczenia

Źródła zanieczyszczenia wód triasowych w rejonie olkuskim podzielono na trzy grupy:

- 1a) zanieczyszczone ściekami wody cieków powierzchniowych,
- 1b) ścieki przemysłowe,
- 2) osady poflotacyjne,
- 3) związki lignosulfonowe zakumulowane w piaskach czwartorzędowych i skałach triasowych, a pochodzące z infiltracji ługów posulfitowych na Pustyni Błędowskiej.



Rys. 1. Mapa hydrogeologiczna regionu olkuskiego
 Fig. 1. Hydrogeological map of the Olkusz region

Lokalizację miejsc deponowania ścieków i osadów stanowiących źródła zanieczyszczenia przedstawiono na rys. 1.

2.1.a. Wody powierzchniowe

Wody Białej Przemszy zanieczyszczone są na odcinku Okradzionów-Sławków ściekami przemysłowymi i wodami kopalnianymi odprowadzanymi Kanałem Dąbrówka z KGH "Bolesław". Powoduje to wzrost zawartości w wodzie rzecznej cynku od 1,32 do 1,83 mg/dm³ i ołowiu od 0,56 do 0,72 mg/dm³ (tablica 1). Wody Białej Przemszy infiltrują w ilości 15 m³/min [4] do wyrobisk zachodniego rejonu kopalni "Bolesław" i "Pomorzany", powodując wzrost zawartości metali ciężkich w wodach triasowych tego rejonu.

2.1.b. Ścieki przemysłowe

Kolejne źródło zanieczyszczenia stanowią ścieki przemysłowe, które infiltrują do wód podziemnych i stanowią główne źródło ich zanieczyszczenia. Skład chemiczny ścieków podano w tablicy 1.

Ze względu na pochodzenie można wyróżnić:

- ścieki poflotacyjne infiltrujące z osadnika odpadów poflotacyjnych w ilości 8,65 m³/min, a pochodzące z zakładów przerobczych kopalni: "Olkusz" i "Bolesław". Ścieki te zawierają znaczne ilości metali ciężkich oraz żelaza (tablica 1). Infiltrują one w rejon zachodni kopalni "Olkusz", rejon wschodni kopalni "Bolesław" i północno-zachodni kopalni "Pomorzany", powodując wzrost zawartości w wodach triasowych wyżej wymienionych pierwiastków;
- ścieki z Fabryki Kwasu Siarkowego, deponowane na hałdzie żuźlowej na terenie kopalni "Bolesław", infiltrują do wód triasowych w ilości 1,75 m³/min;
- ścieki pohnutnicze infiltrujące w górotwór z uszkodzonej kanalizacji przemysłowej na terenie kopalni "Bolesław" w ilości średniej 3,45 m³/min

Ścieki pochodzące z produkcji kwasu siarkowego i ścieki pohnutnicze zawierają bardzo duże ilości metali ciężkich (tablica 1); ścieki te powodują znaczne zanieczyszczenie wód triasowych głównie w rejonie szybu "Mieczysław" oraz w rejonie wschodnim i centralnym kopalni "Bolesław".

Z przeprowadzonych badań wynika, że wymienione rodzaje ścieków powodują wzrost zawartości w wodach triasowych głównie takich składników zanieczyszczenia, jak: cynk, ołów, kadm i żelazo.

Największe zanieczyszczenie powodują ścieki z produkcji kwasu siarkowego i ścieki pohnutnicze, stanowiące 18% wszystkich infiltrujących ścieków (tablica 1). Zawartość metali ciężkich pochodzących z ww. ścieków wynosi: 99,6% Zn, 98,5% Pb i 99,6% Cd (tablica 2).

Tablica 2

Wzrost zanieczyszczenia wód triasowych na skutek infiltracji ścieków przemysłowych

Wzrost zawartości składnika o wodach triasowych Rodzaj ścieków	ciężci rozpuszczone		SO ₄		Zn		Pb		Cd		Fe		rejon infiltracji
	mg/dm ³	%	mg/dm ³	%	mg/dm ³	%	mg/dm ³	%	mg/dm ³	%	mg/dm ³	%	
1. Wody z rzeki Białej Przemyskiej	33,7	2,5	10,5	1,3	0,11	0,2	0,05	0,9	-	-	-	-	rejon zachodni kop. "Pomorzan" i "Bolesław"
2. Ścieki poftotacyjne	65,5	4,9	40,8	5,2	0,08	0,15	0,04	0,7	0,006	0,4	0,35	9,3	rejon zachodni kop. "Olkasz" wsch. kop. "Bolesław" i pło.-kach kopalni "Pomorzan"
3. Ścieki z produkcji kwasu siarkowego	745,8	55,6	453,7	57,6	35,7	67,35	4,50	78,2	1,14	77,2	1,60	42,2	rejon szybu "Jęczysław" oraz cen-tralny i wschodni kopalni "Bolesław"
4. Ścieki pobitnicze	496,5	37,0	282,7	35,9	17,1	32,3	1,16	20,2	0,33	22,4	1,84	48,5	
5. R a z e m	1341,5	100	787,7	100	53,0	100	5,75	100	1,48	100	3,8	100	

Stożenie wzrostu poszczególnych składników zanieczyszczeń w wodach triasowych w wyniku infiltracji ścieków obliczono za pomocą wzoru:

$$a = \frac{Q_{inf} \cdot a_1}{Q_c}, \quad (1)$$

gdzie:

- a - stopień wzrostu mineralizacji wód triasowych (mg/dm^3),
- Q_{inf} - ilość ścieków infiltrujących w górotwór (m^3/min),
- a_1 - zawartość danego składnika zanieczyszczeń w ściekach (mg/dm^3),
- Q_c - ilość zasobów dynamicznych wód triasowych (m^3/min).

Wyniki obliczeń zestawiono w tablicy 2.

2.2. Osady poflotacyjne

Do drugiej grupy źródeł zanieczyszczeń wód triasowych należą osady poflotacyjne zdeponowane w osadnikach poflotacyjnych (rys. 1). Osady te zawierają znaczne ilości metali ciężkich, w tym cynku od 0,91 do 1,2%, ołowiu od 0,31 do 0,45%, kadmu od 0,005 do 0,007% oraz znaczne ilości żelaza od 7,27 do 9,07%. Na podstawie badań laboratoryjnych [2] określono, że osady te zawierają 1,3% części rozpuszczalnych. Rocznie w osadnikach deponuje się $2 \cdot 10^6$ t tych osadów; zawierają one $26 \cdot 10^3$ t składników rozpuszczalnych, które ługowane przez opady atmosferyczne zanieczyszczają wody podziemne.

Obliczono na podstawie badań laboratoryjnych, że z rocznej masy osadów poflotacyjnych może ulec wyługowaniu 500 t żelaza, 200 t cynku, 20 t ołowiu, 2,4 t kadmu i 1,9 t miedzi.

Czas t_2 ługowania związków rozpuszczalnych z odpadów poflotacyjnych w warunkach naturalnych obliczono za pomocą wzoru:

$$t_2 = t_1 \cdot C \cdot \frac{M_0}{Q_w}, \quad (2)$$

gdzie:

- t_1 - czas ługowania części rozpuszczalnych z odpadów w warunkach laboratoryjnych (doba),
- C - stała wyrażająca stosunek objętości wody do masy próbki w badaniach laboratoryjnych,
- M_0 - sucha masa odpadów poflotacyjnych składowanych w osadnikach (t),
- Q_w - roczna objętość opadów atmosferycznych infiltrujących przez składowisko (m^3):

$$Q_w = F \cdot W \cdot \alpha, \quad (3)$$

gdzie:

- F - powierzchnia składowiska odpadów, (m^2),
- W - roczna wysokość opadów atmosferycznych, (m),
- α - współczynnik infiltracji.

Proces ługowania wszystkich części rozpuszczalnych z osadów poflotacyjnych będzie trwał ok. 30 lat od chwili zakończenia składowania, jednakże już po upływie ok. 2 lat przyrost zawartości poszczególnych wskaźników zanieczyszczenia w wodach triasowych jest niewielki i nie będzie miał wpływu na znaczne pogarszanie się jakości wód podziemnych. W początkowym okresie (do 2 lat) utrzymuje się jednak znaczne zanieczyszczenie wód triasowych przez osady poflotacyjne przejawiające się podwyższoną zawartością żelaza (do $4,0 \text{ mg/dm}^3$), cynku (do $0,93 \text{ mg/dm}^3$), ołowiu (do $0,17 \text{ mg/dm}^3$) i kadmu (do $0,012 \text{ mg/dm}^3$).

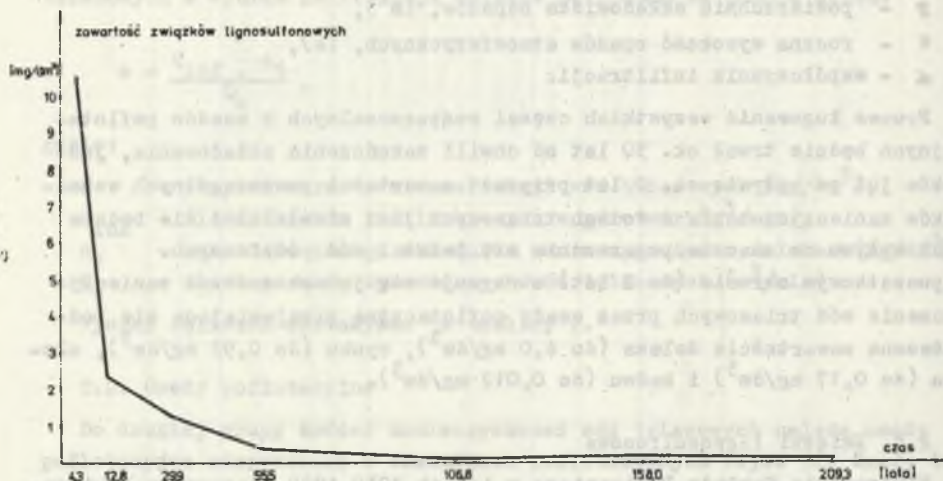
2.3. Związki lignosulfonowe

Kluczewskie Zakłady Papiernicze w latach 1930-1980 deponowały ługi posulfitowe na Pustyni Błędowskiej; zawierały one ok. 200 tys. ton związków lignosulfonowych.

Ługi posulfitowe są to jedne z najbardziej stężonych ścieków przemysłowych, a powstają przy produkcji celulozy z drewna metodą siarczynową. Spośród substancji organicznych przeważających w tych ściekach dominujące miejsce zajmuje lignina w postaci złożonej mieszaniny kwasów lignosulfonowych i ich soli, które ogólnie nazwano związkami lignosulfonowymi. Związki te zostały zakumulowane przez skały czwartorzędowe i triasowe. Ługowane przez opady atmosferyczne powodują znaczne zanieczyszczenia wód triasowych ujmowanych w kopalni "Pomorzany".

Przeprowadzone badania wykazały, że po zaprzestaniu składowania w obrębie obszaru skażenia (rys. 1) piaski czwartorzędowe zawierały jeszcze $6.188,7 \text{ t}$ związków lignosulfonowych, a skały triasowe $32,04 \cdot 10^3 \text{ t}$ tych związków [2].

Na podstawie wyników badań laboratoryjnych ługowania tych związków z próbek skał pobranych w miejscu skażenia określono przebieg tego procesu według wzoru (2); uwzględniając naturalne warunki ich ługowania przez opady atmosferyczne obliczono czas, w którym związki te będą zanieczyszczały wody triasowe. Prognozowane zawartości związków lignosulfonowych w wodach kopalni "Pomorzany" w poszczególnych latach przedstawiono na rys. 2. Jak wynika z badań i obliczeń, okres zanieczyszczenia wód ujmowanych w kopalni "Pomorzany" będzie wynosił ok. 30 lat, a po tym czasie średnia zawartość związków lignosulfonowych w tych wodach nie będzie przekraczała $1,2 \text{ mg/dm}^3$, czyli zanieczyszczenie będzie niewielkie. Ponieważ jednak związki lignosulfonowe ulegają biochemicznemu rozkładowi [5], można przypuszczać, że proces zanieczyszczenia wód triasowych tymi związkami będzie krótszy, niż wykazały badania laboratoryjne.



Rys. 2. Wykres prognozowanych zawartości związków lignosulfonowych w wodach triasowych w poszczególnych latach

Fig. 2. Chart of the prognosticated contents of lignosulfonate compounds over the particular years

3. Sposoby ochrony wód przed zanieczyszczeniem

Znaczną poprawę jakości wód triasowych w rejonie olkuskim można uzyskać poprzez podjęcie działań mających na celu ograniczenie infiltracji ścieków z przedstawionych źródeł zanieczyszczenia. Spowoduje to znaczny spadek zawartości w wodach triasowych przede wszystkim cynku, ołowiu, żelaza i kadmu, stanowiących główne składniki zanieczyszczenia tych wód.

Rozwiązanie to można uzyskać poprzez:

- uszczelnienie osadników wód poflotacyjnych z Kombinatu Górniczo-Hutniczego "Bolesław",
- uszczelnienie koryta rzeki Białej Przemszy na odcinku Okradzionów-Sławków,
- uporządkowanie gospodarki wodno-ściekowej na terenie Kombinatu Górniczo-Hutniczego "Bolesław", ze szczególnym uwzględnieniem uszczelnienia lub przebudowy sieci kanalizacji przemysłowej,
- zaprzestanie odprowadzania ścieków z Fabryki Kwasu Siarkowego na hałdę żużlową, a przeprowadzenie ich neutralizacji w szczelnych zbiornikach,

- poddawanie procesowi oczyszczania ścieków pohnucicznych oraz powstających przy produkcji kwasu siarkowego i ścieków poflotacyjnych w celu usunięcia z nich metali ciężkich oraz siarczanów.

4. Wnioski

1. Do zbiornika wód triasowych infiltrują zanieczyszczone ściekami wody Białej Przemyszy (ok. $15 \text{ m}^3/\text{min}$), ścieki przemysłowe (ok. $13,9 \text{ m}^3/\text{min}$) oraz wody opadowe łągujące metale ciężkie z osadów poflotacyjnych i związki lignosulfonowe ze skał czwartorzędowych i triasowych.

2. Głównymi składnikami zanieczyszczeń wyżej wymienionych ścieków są: Zn, Pb, Cd, Fe oraz związki lignosulfonowe.

3. Infiltracja wód powierzchniowych i ścieków zachodzi przez okna hydrogeologiczne w kajprze, to jest w miejscach, w których ze względu na erozję izolujących osadów kajpru wody czwartorzędowe kontaktują się z wodami triasowymi.

4. Okres zanieczyszczenia wód triasowych przez osady poflotacyjne wynosi 2 lata, a związkami lignosulfonowymi ok. 30 lat.

5. Istnieje możliwość przywrócenia dobrej jakości wodom triasowym rejonu olkuskiego poprzez ograniczenie infiltracji ścieków przemysłowych.

LITERATURA

- [1] Sztelak J. i in.: Koncepcją ochrony wód w rejonie olkuskim. Politechnika Śląska, Gliwice 1982 (nie publikowana).
- [2] Sowa M.: Rodzaje zanieczyszczeń wód triasowych rejonu olkuskiego oraz prognozy w zakresie przywrócenia pierwotnej jakości tych wód. Praca doktorska. Politechnika Śląska, Gliwice 1984.
- [3] Wilk Z., Motyka J.: Kontakty między poziomami wodonośnymi w olkuskim rejonie kopalnictwa rud. Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego 47, s. 116-143, 1977.
- [4] Prussak E., Prussak W.: Zmiany elementów bilansu wodnego zlewni Białej Przemyszy pod wpływem kopalni "Pomorzany", ZBiPM "Cuprum", Wrocław 1982 (nie publikowana).
- [5] Zieliński J. i in.: Przemiany biochemiczne kwasów lignosulfonowych magazynowanych w piaskach Pustyni Będowskiej. Politechnika Śląska, Gliwice 1978 (nie publikowana).

Recenzent: Doc dr hab. inż. Jan Borowski

Wpłynęło do Redakcji w lutym 1986 r.

ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ А ТАКЖЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ТРИАСОВЫХ ВОД В РАЙОНЕ ОЛЬКУША

Р е з ю м е

В статье представлены результаты исследований, на основании которых установлены источники загрязнения триасовых вод в районе Олькуша а также степень их отрицательного влияния на изменение химического состава подземных вод. Дан метод восстановления хорошего качества воды оговариваемого резервуара а также определено время, после которого вода будет пригодна для питья.

К источникам загрязнения включена инфильтрация в триасовые воды промышленных сбросов $13,9 \text{ м}^3/\text{мин}$, загрязнённые воды реки Бела Пшемша ок. $15 \text{ м}^3/\text{мин}$ а также по-богащающие осадки и лигносульфановые осадки накопившиеся в скалах четвертичного периода и триасовых на территории Блжидовской Пустыни.

Инфильтрация сбросов и загрязнённых атмосферных осадков происходит через гидрогеологические окна в кайпере. На основании произведенных исследований показано, что уплотнение мкст сброса загрязнений даст возможность в короткий срок исключить из триасовых вод повышенный состав тяжёлых металлов и железа.

SOURCES OF POLLUTION AND METHODS OF PROTECTING TRIASSIC WATERS IN THE OLKUSZ REGION

S u m m a r y

In the paper are presented some test results on the basis of which the sources of pollution of Triassic waters of the Olkusz region and the degree of their negative influence on the change of the chemism of underground waters have been determined. Also the methods of restoring good quality to the waters of the basin discussed have been given, as well as the time after the passing of which the waters will meet the requirements for drinking water.

The sources of pollution include industrial wastes ($13,9 \text{ м}^3/\text{мин}$) infiltrating the Triassic waters, which are polluted by the sewage water of Biała Przeszła (about $15 \text{ м}^3/\text{мин}$), as well as post-flotation sediment and lignosulfonate compounds accumulated in Quaternary and Triassic rocks in the area of Pustynia Błędowska.

The infiltration of sewage and polluted precipitations takes place through hydrogeological openings in Keuper series.

On the basis of the conducted research it has been found that the sealing of the places of sewage throw will soon permit to eliminate from the Triassic waters the increased contents of heavy metals and iron which will sig-

nificantly improve the quality of these waters and will make possible their wider utilization for drinking purposes.

WYKAZ LITERATURY

ANALIZA WODOWYCH CIŁY WYKAZAŁA W ZAKŁADACH PRZEMYSŁOWYCH WILKOWO

Wskazano, że w wodach powierzchniowych występuje on w ilościach... (The text is extremely faint and largely illegible, appearing to be a list of references or a detailed report on water quality analysis in industrial plants.)

1. Woda

Woda powierzchniowa występuje w ilościach... (This section discusses the characteristics and quality of surface water, mentioning various parameters and their significance for industrial and domestic use.)

Wskazano, że w wodach powierzchniowych występuje on w ilościach... (This section continues the analysis, possibly discussing specific contaminants or the results of laboratory tests.)