

MARIUSZ CZOP*, JACEK MOTYKA**, MAREK SZUWARZYŃSKI***

Zagrożenie jakości wód podziemnych w zbiorniku GZWP 452 (Chrzanów) odciekami ze składowiska odpadów „Górka” w Trzebini

Słowa kluczowe

Ogniska zanieczyszczeń wód podziemnych, odpady przemysłowe, składowiska, główne zbiorniki wód podziemnych (GZWP), rejon trzebińsko-chrzanowski

Streszczenie

W pracy przedstawiono analizę wpływu składowiska odpadów ZSO „Górka” na jakość wód podziemnych w jego otoczeniu. Silnie zasadowe odcieki powstające wskutek ługowania masy składowanych odpadów przemieszczają się w środowisku wodnym wykorzystując naturalne systemy spękań i szczelin oraz sieć starych wyrobisk górniczych. Proces ten prowadzi do zanieczyszczenia wód podziemnych jurajskiego i triasowego piętra wodonośnego. Dalszy postęp migracji zanieczyszczeń stanowi potencjalne zagrożenie dla jakości wód podziemnych w obrębie GZWP 452–Chrzanów.

Wprowadzenie

Węglanowe utwory triasowe w rejonie trzebińsko-chrzanowskim są zasobnym zbiornikiem wód podziemnych o bardzo dobrej jakości. Walory te były podstawą wydzielenia w ich obrębie Głównego Zbiornika Wód Podziemnych (GZWP 452–Chrzanów). Wody podziemne występujące we wspomnianym zbiorniku są narażone na wiele zagrożeń związanych z działalnością antropogeniczną, rejon trzebińsko-chrzanowski jest bowiem bardzo silnie zindustrializowany.

* Mgr. inż., ** Prof. dr. hab. inż., Katedra Górnictwa Odkrywkowego, Wydział Górniczy AGH, Kraków; e-mail: mariucz@uci.agh.edu.pl; motyka@uci.agh.edu.pl

*** Mgr. inż., Przedsiębiorstwo Wielobranżowe GEO-INŻ. s.c., Trzebinia; e-mail: mszuwarzynski@trzebinia.com.pl

Liczne zakłady przemysłowe oddziałują na wszystkie komponenty środowiska naturalnego, lecz ich wpływ na wody podziemne jest jednym z groźniejszych w skutkach. Skomplikowana budowa geologiczna obszaru oraz silne zuskokowanie i spękanie skał podłoża umożliwiają migrację zanieczyszczeń z obiektów powierzchniowych do wód podziemnych zgromadzonych w obrębie GZWP 452–Chrzanów.

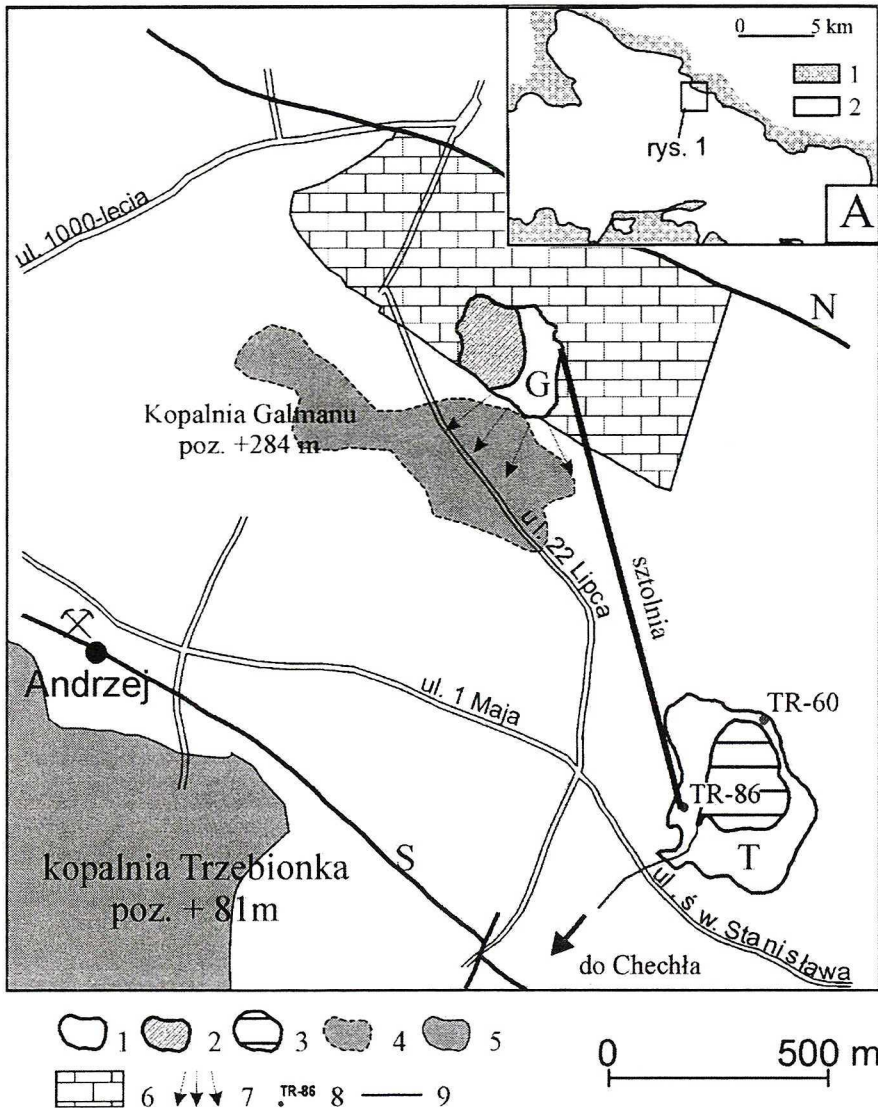
W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań zmierzających do określenia stopnia niekorzystnego wpływu składowiska odpadów Zakładu Surowców Ogniotrwałych „Górka” na wody podziemne triasowego piętra wodonośnego. Obiekt ten zlokalizowany jest w nieczynnym kamieniołomie po eksploatacji marglistych wapieni górnej jury, położonym w strefie uskokowej Trzebinia-Będzin, w brzeżnej części GZWP 452–Chrzanów. Bezpośrednie otoczenie wyrobiska stanowią utwory górnej jury oraz na odcinku około 100 m po stronie południowej — dolomity triasowe, w których prowadzono eksploatację złóż rud cynku i ołowiu (rys. 1).

Poziom wody w piętrze wodonośnym jurajskim został obniżony w wyniku drenażu związanego z eksploatacją kamieniołomu, co ujawniło się między innymi przez zanik niewielkich źródełek i osuszenie podmokłych terenów wokół kamieniołomu. Przed zasypaniem odpadami, w spągu wyrobiska w zachodniej jego części znajdowało się niewielkie źródło szczelinowe o ustabilizowanej wydajności około 60 l/min. (86 m³/dobe). Woda wypływająca ze źródła gromadziła się w zagłębieniach na dnie kamieniołomu, a jej nadmiar przepływał przez sztolnię ku południowi, do kamieniołomu miejskiego w Trzebini, a następnie do Chechła.

W połowie lat siedemdziesiątych w kamieniołomie rozpoczęto depozycję odpadów produkcyjnych pochodzących z ZSO „Górka”. Podstawowy składnik stanowiły pozostałości po próbach wytwarzania tlenku glinu z surowców nieboksytowych metodą zasadowo-spiekową, w postaci granulatu o uziarnieniu 5 mm zawierającego około 10–15 % węgla sodu. Łącznie po wypełnieniu północno-zachodniej części wyrobiska zgromadzono w nim kilkaset tysięcy ton odpadów (Motyka, Szuwarzyński 1998).

Głównym zagrożeniem dla środowiska wodnego ze strony składowiska „Górka” są silnie zmineralizowane odcieki, powstające w wyniku ługowania zgromadzonych odpadów przez infiltrujące wody opadowe oraz wody pochodzące ze źródła w spągu kamieniołomu. Zanieczyszczone wody były pierwotnie kierowane starą sztolnią transportową do położonego w odległości około kilometra na południe kamieniołomu „miejskiego” w Trzebini, skąd zrzucono je do cieków powierzchniowych. Na początku lat dziewięćdziesiątych sztolnię przegradzono tamą pełną, a dla utrzymania stałej wysokości spiętrzenia, wody napływające w ilości około 124 m³/d przepompowywano do oczyszczalni w Chrzanowie. Szkody w infrastrukturze tego zakładu, takie jak korozja betonu w kolektorze doprowadzającym odcieki, wytrącanie się w przewodach osadu węglanowo-siarczanowego, uszkodzenie części biologicznej, przesądziły o zaprzestaniu oczyszczania i wstrzymaniu pompowania wody. W konsekwencji w kamieniołomie z odpadami powstał zbiornik odcieków o objętości około 600 tys. m³. Poziom wody ustabilizował się w nim na wysokości +355 m n.p.m., około 20 m powyżej dna wyrobiska (Motyka, Szuwarzyński 1998).

Na początku roku 2000 doszło do przelania się wody przez koronę kamieniołomu — nastąpiło to w jego części południowej, a strumień odcieków (ok. 20 l/min) przepływał wprost do starych zrobów porudnych. Ponieważ sytuację tę oceniono jako zagrożenie bezpieczeństwa



Rys. 1. Szkic hydrogeologiczny opisywanego obszaru

1 — kamieniołomy: G — Górka, T — micjski w Trzebieńce; 2 — składowisko odpadów przemysłowych; 3 — akwen wody czystej, tzw. Balaton; 4 — stare zroby porudne; 5 — zroby kopalni Trzebieńka; 6 — prawdopodobny obszar zasilania strumienia przepływającego odpady (płat utworów jurajskich wypełniających rów tektoniczny w strefie Trzebieńca-Będzin); 7 — potencjalne kierunki przenikania skażeń na kontakcie akwenu zawierającego odcieki z calizną triasową; 8 — miejsca poboru próbek wody; 9 — uskoki ograniczające strefę Trzebieńca-Będzin: N — północny, oddzielający utwory mezozoiczne od paleozoiku, S — południowy, oddzielający strukturę uskokoowo-zrębową od synkliny chrzanowskiej.

A — szkic geologiczny GZWP Chrzanów (bez utworów młodszych od środkowego triasu): 1 — wychodnie utworów paleozoicznych, 2 — zasięg utworów triasu dolnego i środkowego triasu odpowiadający rozprzestrzenieniu GZWP; obszar przedstawiony na rys. 1 zaznaczono prostokątem

Fig. 1. Hydrogeological scheme of the Gorka dump vicinity

stwa powszechnego (odpływająca ciecz charakteryzowała się silną zasadowością), awaryjnie obniżono poziom wody zrzucając jej „nadmiar” do zlewni Chechła. W celu uniknięcia powtórzenia tego typu sytuacji, wykonano stały przelew poprzez rów i otwór wiertniczy do sztolni, a stamtąd do Chechła. W ostatnich miesiącach (układ ten działa od ok. 10 miesięcy) wielkość odpływu oceniana jest na 20—40 l/min.

Silnie zmineralizowane odcieki zgromadzone w kamieniołomie oddziałują degradująco na jakość wód podziemnych w swoim otoczeniu. Niekorzystne warunki geologiczne, położenie wyrobiska w strefie kontaktu tektonicznego utworów jurajskich i triasowych, umożliwiają migrację zanieczyszczeń w kierunku GZWP 452—Chrzanów. Należy zwrócić także uwagę, że sztolnia łącząca wspomniane kamieniołomy przecina wiele uskoków, a w części swej długości przechodzi przez utwory triasowe.

Praca niniejsza jest próbą podsumowania obserwacji realizowanych od połowy lat dziewięćdziesiątych, których zadaniem jest śledzenie niekorzystnego wpływu składowiska odpadów ZSO „Górka” na wody podziemne użytkowych pięt wodonosnych w rejonie trzebińsko-chrzanowskim. Nowe dane hydrogeochemiczne potwierdzają hipotezę o możliwości degradacji jakości wód w obrębie utworów jurajskich i triasowych, przedstawioną w pierwszym sprawozdaniu ze wspomnianych powyżej badań (Motyka, Szuwarzyński 1998).

1. Zanieczyszczenie wód podziemnych użytkowych pięt wodonosnych przez odcieki ze składowiska „Górka”

Mechanizm zanieczyszczenia wód podziemnych jurajskiego i triasowego piętra wodonosnego związany jest ściśle z przenikaniem odcieków zgromadzonych w zbiorniku przy składowisku do warstw wodonosnych w jego podłożu. Skomplikowana budowa geologiczna, położenie kamieniołomu w strefie kontaktowej jury i triasu oraz obecność sztolni i wyrobisk dawnej kopalni „Trzebionka—Górka” stanowi układ warunków sprzyjających migracji zanieczyszczeń w kierunku GZWP 452—Chrzanów (rys. 1). W dalszej części pracy zostaną przedstawione przesłanki, które mogą potwierdzić tę hipotezę.

1.1. Skład chemiczny odcieków

Informacje dotyczące składu chemicznego wód odciekowych zgromadzonych w zbiorniku przy składowisku odpadów pochodzą z ich opróbowania w październiku 1997 roku (Motyka, Szuwarzyński 1998). Ekstremalnie wysokie pH odcieków mieści się w przedziale 10,93—13,40 (Koszela i in. 1992; Motyka, Szuwarzyński 1998). Pod względem typu hydrochemicznego, wody te można zaliczyć do sodowo-wodorowęglanowych (Na-HCO_3), przy czym wspomniane składniki dominują odpowiednio wśród kationów i anionów, stanowiąc po ponad 80% ich sum wyrażonych w miligramorównoważnikach. Z innych makroskładników znaczenie mają jeszcze tylko siarczan, występujący w stężeniu 360,3 mg/l. Należy zwrócić uwagę, że w wodach odciekowych pojawiają się tylko nieznaczne ilości wapnia i magnezu, w granicach 1,5—3,5 mg/l. Nad składnikami tymi dominuje potas, który występuje w ilości około 30 mg/l (Motyka, Szuwarzyński 1998).

Mineralizacja odcieków nie jest zbyt wysoka i wynosi około 1600 mg/l. Obserwuje się jednakże wysokie zawartości metali ciężkich: glinu, arsenu, wanadu, chromu i molibdenu. Pierwiastki te występują w stężeniu znacznie przekraczającym naturalny poziom dla niezanieczyszczonych wód podziemnych, a także normatyw dla wód pitnych. Stężenia większości z wymienionych składników mają wartości na poziomie rzędu dziesiątych części miligramu w litrze. W związku z prowadzonymi w ZSO „Górka” próbami otrzymywania związków glinu, stężenie tego pierwiastka jest w odciekach największe spośród mikroelementów i wynosi kilka mg/l (Motyka, Szuwarzyński 1998).

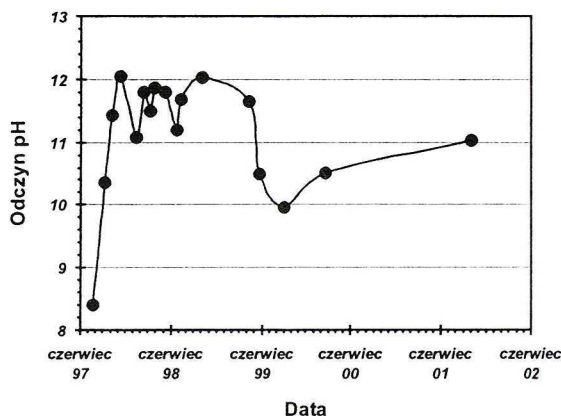
1.2. Migracja zanieczyszczeń ze składowiska odpadów ZSO „Górka” w obrębie jurajskiego piętra wodonośnego

Strumień zanieczyszczeń ze zbiornika przy składowisku „Górka” przemieszcza się w obrębie jurajskiego piętra wodonośnego wykorzystując naturalny system spękań i uskoków, a także położone w pobliżu wyrobiska górnicze starej kopalni rud cynku i ołowiu.

Najlepiej rozpoznane są warunki migracji odcieków w obrębie sztolni transportowej w kierunku kamieniołomu „miejskiego” w Trzebinii. W sierpniu 1997 r, po okresie intensywnych opadów z wylotu wspomnianego wyrobiska zaczęła wypływać silnie zmineralizowana woda o składzie chemicznym zbliżonym do odcieków ze składowiska „Górka”. Wydajność wycieku wykazuje dużą zależność od opadów atmosferycznych, zmieniając się w granicach 5–15 l/min (Motyka, Szuwarzyński 1998).

Wyciek ten, oznaczony symbolem TR86, począwszy od 1997 roku jest opróbowywany średnio co kilka miesięcy. Jego związek genetyczny z odciekami ze składowiska „Górka” potwierdza wysoka wartość odczynu pH, który w okresie ostatnich trzech lat najczęściej wahał się w przedziale 10–12 (rys. 2).

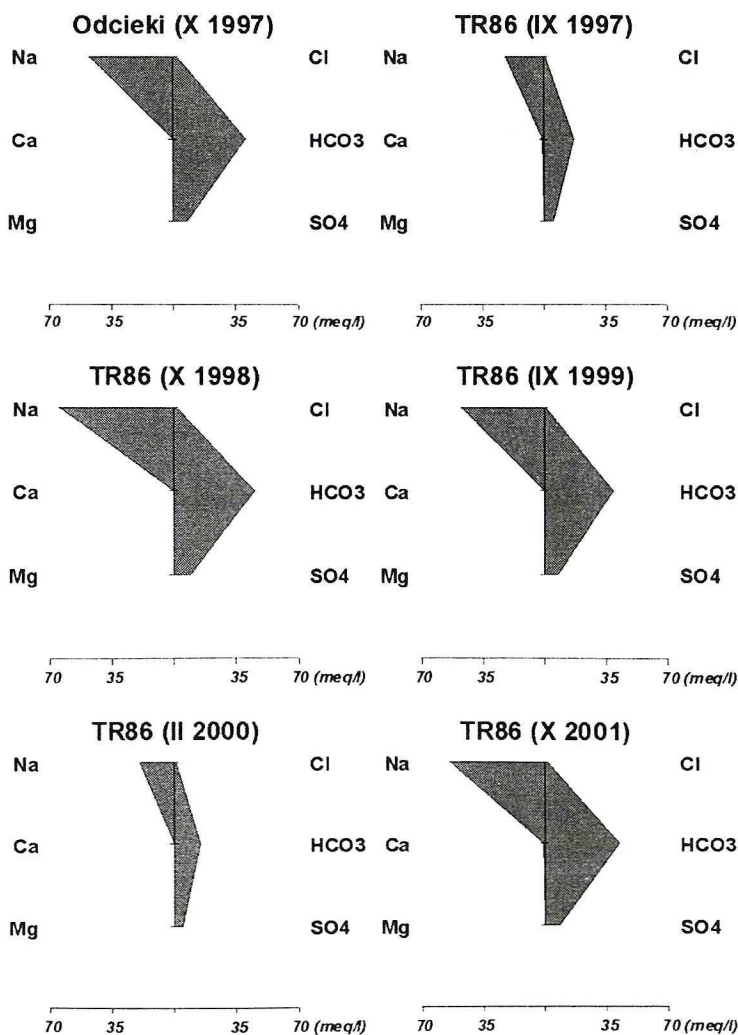
Skład chemiczny wód wycieku TR86 nie odbiega zasadniczo od zanotowanego dla próbki pobranej bezpośrednio ze zbiornika przy składowisku odpadów. Wcześniej wspomniano, że



Rys. 2. Zmiany odczynu pH w wycieku TR86 u wylotu sztolni transportowej w kamieniołomie „miejskim”

Fig. 2. Changes of the pH values in the samples of water from inflow TR86

wyciek ze sztolni jest ściśle związany z ilością opadów atmosferycznych. Przejawia się to zmianami w przewodnictwie elektrolitycznym właściwym wody ze wspomnianego wycieku, które w latach 1997—2001 wahało się w dosyć szerokim przedziale: od 748 do 4970 $\mu\text{S}/\text{cm}$, przy średniej 3128 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Okresowo odcieki ze składowiska „Górka” mogły zostać rozcieńczone większą ilością infiltrujących wód opadowych, co prowadziło do zmniejszenia mineralizacji wycieku ze sztolni w kamieniołomie „miejskim” w Trzebini. W takim przypadku zachowany został jednakże stały stosunek podstawowych makroskładników, co jest doskonale widoczne na poniżej zamieszczonych diagramie (rys. 3).



Rys. 3. Diagramy Stiffa dla próbki odcieków ze składowiska „Górka” oraz wycieku u wylotu sztolni w kamieniołomie „miejskim” w Trzebini (TR86)

Fig. 3. Stiff's diagrams for Gorka dump leachates and water samples from inflow TR86

Związek wód wpływających ze sztolni transportowej oraz odcieków ze zbiornika przy składowisku odpadów „Górka” potwierdzają dodatkowo wyniki analiz chemicznych zawartości wybranych pierwiastków śladowych. Należy zwrócić uwagę, że składniki te występują na bardzo wysokim poziomie, znacznie przekraczającym wartości charakterystyczne dla czystych niezanieczyszczonych wód podziemnych (tab. 1).

TABELA 1

Stężenie wybranych pierwiastków śladowych w wodach wycieku TR86 (w mg/l)

TABLE 1

Concentrations of the microelements in the samples of water from inflow TR86 (in mg/l)

Pierwiastek	Al	As	Cr	Mo	P	V
Liczba danych	17	15	15	16	11	15
Minimum	0,06	0,214	0,018	0,039	0,100	0,010
Maksimum	16,208	1,021	0,883	0,655	1,458	0,991
Średnia	5,186	0,539	0,240	0,230	0,413	0,467
Odchylenie standardowe	4,036	0,225	0,216	0,132	0,417	0,242
Dolny kwartył	2,23	0,371	0,105	0,168	0,140	0,361
Mediana	5,772	0,465	0,196	0,214	0,285	0,444
Górny kwartył	7,172	0,713	0,299	0,248	0,440	0,636
Normatyw dla wód pitnych	0,2 ¹	0,01 ¹	0,05 ¹	0,07 ²	1,1 ¹	—

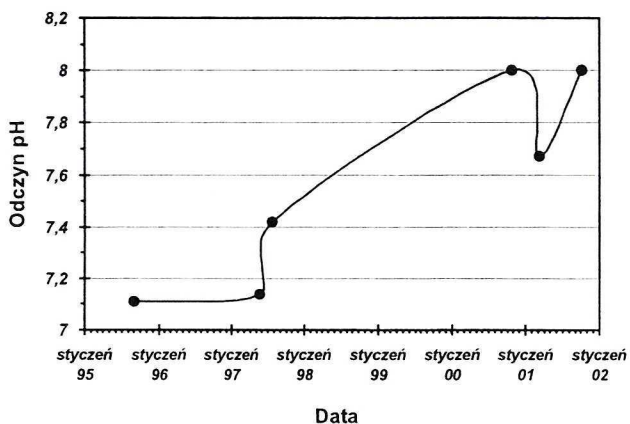
¹ Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 4 września 2000 r. w sprawie warunków, jakim powinna odpowiadać woda do picia i na potrzeby gospodarcze, woda w kąpieliskach oraz zasad sprawowania kontroli jakości wody przez organy Inspekcji Sanitarnej.

² WHO, 1993 — Standards for drinking-water quality.

Udowodniono zatem, że wyciek w kamieniołomie „miejskim” w Trzebini (TR86) jest stale zasilany przez strumień odcieków ze składowiska odpadów „Górka”. Przedostają się one do sztolni wykorzystując nieszczelności w obrębie tamy, a także naturalne spękania górotworu oraz wyrobiska kopalni „Trzebionka–Górka”. Przepływ zanieczyszczonych wód sztolnią stwarza bezpośrednie zagrożenie dla jakości wód podziemnych jurajskiego piętra wodonośnego. Odcieki mogą bowiem systemem szczelin migrować w obrębie skał jurajskich doprowadzając do skażenia tych wód pierwiastkami śladowymi.

Potwierdzeniem powyższej hipotezy są zmiany składu chemicznego wód pochodzących z wpływającego z wapieni jurajskich źródła położonego w kamieniołomie „miejskim” (tzw. Balaton), oznaczonego symbolem TR60. Skład chemiczny wycieku jest śledzony na bieżąco począwszy od września 1995 roku i w trakcie tych obserwacji uchwycona została zmiana wartości niektórych wskaźników fizykochemicznych. Najwyraźniej zaznaczył się wzrost ich

odczynu pH. W okresie poprzedzającym pojawienie się wycieku ze sztolni transportowej (TR86) wody ze źródła w kamieniołomie „miejskim” można było zaliczyć do obojętnych, o pH w granicach 7,1—7,2. Począwszy od lipca 1997 roku występuje trend zmiany odczynu na bardziej zasadowy, o wartości pH = 8 (rys. 4). Zmiany te należy wiązać z wpływem silnie zasadowych odcieków ze składowiska „Górka” migrujących w obrębie utworów jurajskich. Zwiększone zasilanie warstwy wodonośnej po okresie silnych opadów atmosferycznych latem 1997 roku doprowadziło, zgodnie z tłokowym modelem przepływu wody, do zwiększenia zasięgu zanieczyszczonych wód.

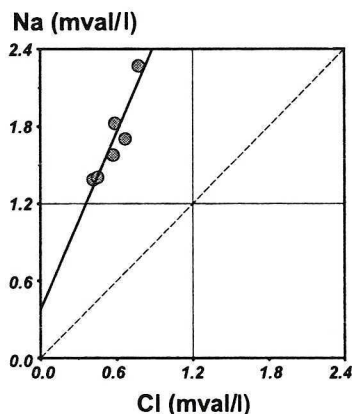


Rys. 4. Zmiany odczynu pH w wodach źródła w kamieniołomie „miejskim” (TR60)

Fig. 4. Changes of the pH values in the sample of water from “Miejski” quarry spring (inflow TR 60)

Dodatkowo należy zwrócić uwagę, że wody ze źródła TR60 mają stosunkowo wysoką zawartość sodu, w przedziale 31,91—52,23 mg/l (średnia arytmetyczna = 38,985 mg/l, odchylenie standardowe = 7,57 mg/l). Przedstawione wartości znacznie przekraczają poziom naturalnego tła hydrogeochemicznego wód podziemnych występujących w obrębie węglanowych skał jurajskich. Sód występuje najczęściej w wodach tego piętra w stężeniu rzędu kilku—kilkunastu mg/l, przykładowo w Jurajskich Dolinkach Krakowskich na poziomie 2,2—6,1 mg/l natomiast w południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej w ilości 1,9—19,2 mg/l (Rózkowski 1996).

Wpływ odcieków ze składowiska „Górka” na skład chemiczny wód w punkcie TR60 potwierdza także przewaga sodu nad chlorkami (obydwa składniki wyrażone w miligramorównoważnikach). W typowych warunkach bowiem ich ilość jest do siebie bardzo zbliżona lub też dominuje drugi ze wspomnianych makroskładników, co jest związane ściśle z faktem powszechności występowania w przyrodzie ich łatwo rozpuszczalnego związku — chlorku sodu. Woda ze źródła TR60 zawiera natomiast średnio 1,7 mval/l sodu i prawie trzykrotnie mniej chlorków, tj. 0,57 mval/l (rys. 5). Wydaje się wielce prawdopodobne że, nadmiar sodu rzędu 1 mval/l pochodzi z zanieczyszczonych odcieków ze składowiska „Górka”, które zawierają ten składnik na poziomie średnio 747,7 mg/l, tj. 32,5 mval/l.



Rys. 5. Porównanie ilości sodu i chlorków w wodach wypływających ze źródła „Balaton” (TR60)

Fig. 5. Comparison of sodium and chlorides amounts in the water samples from “Miejski” quarry spring (inflow TR 60)

Migrując w obrębie jurajskiego piętra wodonośnego odcieki mogą prowadzić do pogorszenia jakości wód podziemnych. Zmiana ta jest niewielka pod względem większości makroskładników, lecz znacznie poważniejsza w skutkach w przypadku mikroelementów. Niewielka domieszka tych szkodliwych pierwiastków może spowodować skażenie wód podziemnych i uniemożliwić ich wykorzystanie, szczególnie w charakterze wody pitnej. Metale obecne w odciekach ze składowiska „Górka” przemieszczają się w warstwie wodonośnej z prędkością znacznie mniejszą niż sól, co związane jest z opóźnieniem ich migracji na skutek dyfuzji do porów w obrębie matrycy skalnej oraz sorpcją na powierzchni minerałów ilastych. Problem z ich wysokim stężeniem w środowisku wodnym w otoczeniu składowiska będzie najprawdopodobniej narastał w przyszłości. Niepokojące są jednakże incydentalne przypadki wykrywania w próbkach z wycieku TR60 stosunkowo znacznych ilości glinu — 0,44 mg/l w dniu 26.10.2000 i fosforu (0,19 mg/l w dniu 20.05.1997 oraz 0,31 mg/l — dnia 26.10.2000).

1.3. Migracja zanieczyszczeń ze składowiska odpadów ZSO „Górka” w obrębie triasowego piętra wodonośnego

Fakt przemieszczania się zanieczyszczeń ze zbiornika przy składowisku odpadów ZSO „Górka” stwarza potencjalne zagrożenie dla jakości wód podziemnych w obrębie GZWP 452–Chrzanów. Wspomniano już wcześniej o skomplikowanej budowie geologicznej rozpatrywanego obszaru, która może umożliwić przemieszczanie się odcieków na znaczne odległości od ich ogniska. Obecnie trudno wskazać na jednoznaczne dowody świadczące o wpływie składowiska „Górka” na chemizm wód triasowego piętra wodonośnego. Właściwości fizykochemiczne pierwiastków śladowych oraz wykształcenie litologiczne skał węglanowych warunkują bowiem opóźnienie tempa ich migracji na skutek sorpcji i dyfuzji do przestrzeni porowej matrycy skalnej.

Zjawisko to ma dominujące znaczenie dla przemieszczania się zanieczyszczeń, a szczególnie metali w obrębie warstwy wodonośnej zbudowanej ze spękanych i zeszcelinowanych węglanowych skał triasowych. Wody podziemne przepływają w tego typu ośrodku ze względnie

dużymi prędkościami wykorzystując systemy spękań i szczelin, których objętość jednostkowa w węglanowych skałach triasowych rejonu trzebińsko-chrzanowskim wynosi około 0,55% (Motyka, Szuwarzyński 1996). Jednocześnie należy zwrócić uwagę, że skały budujące warstwę wodonośną wykazują znaczącą porowatość, rzędu 3% dla wapieni i około 7,7% w przypadku dolomitów. Stosując zależność podaną przez Zuberę i Małoszewskiego (1985), współczynnik opóźnienia migracji zanieczyszczeń — R_p , z tytułu ich dyfuzji do matrycy węglanowych skał triasowych w regionie śląsko-krakowskim wynosi dla wapieni 6,6 dla dolomitów zaś 32 (Motyka, Czop, Szuwarzyński 2001).

Wydaje się zatem, że proces migracji zanieczyszczeń jest bardzo wolny, lecz możliwe jest także jego znaczne przyspieszenie poprzez system podziemnych wyrobisk kopalni galmanu „Trzebionka–Górka”, które następnie łączą się z wyrobiskami czynnej kopalni „Trzebionka” w rejonie szybu Andrzej. System ten stanowi ważny element drenażu utworów triasowych w tym rejonie, odbierając dopływ wód podziemnych w ilości 1,8—2,5 m³/min (Motyka, Szuwarzyński 1998). Przenikanie odcieków do położonych w bliskim sąsiedztwie wyrobisk pogórnich jest stosunkowo łatwe, podobnie jak na początku 2000 roku, kiedy to przelały się one ponad koroną kamieniołomu „Górka”. Bezpośrednim skutkiem tego wydarzenia było stwierdzenie w próbcie wód dopływających do szybu Andrzej relatywnie wysokich stężeń glinu. Pierwiastek ten został wykryty w największej ilości około 0,195 mg/l w sierpniu 2000 roku, a także pojawił się na dwukrotnie mniejszym poziomie w styczniu 2001 roku, należy zwrócić uwagę, że odnotowane wartości są nieco niższe od normatywu dla wód pitnych. Efekt oddziaływania wód odciekowych jest jednakże stosunkowo duży, zważywszy na fakt, że ich strumień stanowił jedynie około 0,8—1,1% całkowitego dopływu do szybu Andrzej.

Inne próbki wody z tego rejonu pobrane w późniejszym okresie zawierały tylko śladowe ilości tego metalu. Fakt ten można wiązać z kolei z wykonaniem systemu odprowadzania nadmiaru wód ze zbiornika odcieków przy składowisku odpadów ZSO „Górka” i zahamowaniem ich napływu do starych zrobów.

Przedstawiony przypadek potwierdza możliwość zanieczyszczenia wód piętra triasowego przez silnie zmineralizowane odcieki przepływające systemem wyrobisk górniczych.

Podsumowanie

Składowisko odpadów ZSO „Górka” jest obiektem, który wywiera degradujący wpływ na jakość wód podziemnych w swoim otoczeniu. Odcieki występujące w zbiorniku w starym kamieniołomie przemieszczają się w środowisku wód podziemnych wykorzystując systemy spękań i szczelin, wyrobiska górnicze kopalni „Trzebionka–Górka” oraz sztolnię transportową.

Zanieczyszczone wody wypływają w kamieniołomie „miejskim” z wylotu sztolni transportowej, powodując skażenie wód powierzchniowych. Charakteryzują się one bowiem ekstremalnie wysokim odczynem pH, w granicach 11—12, zawierają ponadto znaczne ilości pierwiastków śladowych (Al, As, Cr, Mo, P, V). Odcieki oddziałują także na chemizm wód podziemnych w utworach jurajskich, co przejawia się zwiększeniem odczynu pH i podwyższoną zawartością sodu w wodach wypływających ze źródła w kamieniołomie „miejskim” (TR60). Skomplikowana budowa geologiczna otoczenia kamieniołomu i duże zagęszczenie starych wyrobisk górniczych

umożliwiają migrację zanieczyszczeń w obrębie utworów triasowych w kierunku GZWP 452–Chrzanów. W wyniku przelania się odcieków przez koronę kamieniołomu przedostały się one do starych zrobów i przemieściły w kierunku położonego na terenie czynnej kopalni „Trzebieńka” szybu Andrzej. Pomimo niewielkiego natężenia dopływu strumienia zanieczyszczeń, ich wpływ uwidocznił się poprzez okresowe zwiększenie zawartości glinu w wodach z utworów triasowych, drenowanych przez system wyrobisk skupionych wokół szybu Andrzej.

Pracę zrealizowano w ramach badań statutowych w Katedrze Górnictwa Odkrywkowego Wydziału Górniczego AGH, nr 11.11.100.270.

LITERATURA

- Koszela J., Kryza J., Sebastian M., 1992 — Zagrożenie środowiska wodnego w rejonie Trzebini–Górki. [W:] *Problemy hydrogeologiczne południowo-zachodniej Polski*, s. 201–208.
- Maloszcwski P., Zuber A., 1985 — On the theory of tracer experiments in fissured rocks with a porous matrix. *J. Hydrol.* 79, p. 333–358.
- Motyka J., Szuwarzyński M., 1996 — Elements of the hydraulic network in Triassic carbonate rocks in the Chrzanow area (S Poland). [In:] Rozkowski A., Kowalczyk A., Motyka J. and Rubin K. (eds.) *Karst — fractured aquifers — vulnerability and sustainability. Proc. of the Intern. Conf., Katowice–Ustron, Poland*, p. 150–161.
- Motyka J., Szuwarzyński M., 1998 — Wpływ składowiska odpadów przemysłowych z ZSO „Górka” w Trzebieńce na jakość wód podziemnych. [W:] *Hydrogeologia obszarów zurbanizowanych i uprzemysłowionych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice, s. 131–141.
- Motyka J., Czop M., Szuwarzyński M., 2001 — Hydrogeological significance of matrix porosity in Triassic carbonate rocks in Cracow-Silesian region. [In:] Mudry J., Zwahlen F., (eds.) — *Proc. of 7th Conference on Limestone Hydrology and Fissured Media, Besancon, 20–22 Sept. 2001*, p. 253–256.
- Rózkowski J., 1996 — Przeobrażenia składu chemicznego wód krasowych południowej części Wyżyny Krakowskiej (zlewnia Rudawy i Prądnika). *Prac Naukowe Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach nr 1586*, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice, pp. 108.

MARIUSZ CZOP, JACEK MOTYKA, MAREK SZUWARZYŃSKI

WATER QUALITY HAZARD IN THE MAIN GROUNDWATER BASIN (MGWB) 452 CHRZANÓW BY LEACHATE FROM INDUSTRIAL WASTE SITE TRZEBINIA-GÓRKA (CHRZANÓW AREA, SOUTH POLAND)

Key words

Groundwater pollution sources, industrial wastes, dumps, main groundwater basins (MGWB), Trzebieńka-Chrzanów region

Abstract

Analysis of the influence industrial waste site “Górka” on the groundwater quality in the disposal vicinity has been delineated. Pollutants from leaching of the industrial waste flow within natural joints and fissures and also artificial underground workings. Movement of the extremely alkaline solutes causes pollution of the groundwater in the Jurassic and Triassic aquifer. Progression of the leachate migration is potentially dangerous for water quality in Main Groundwater Basin (MGWB) 452 Chrzanów.