

Arkadiusz BAUREK, Michał GWOŹDZIEWICZ
*Główny Instytut Górnictwa, Zakład Monitoringu Środowiska
40-166 Katowice, Plac Gwarków 1*

MIGRACJA CHROMU W WODACH PODZIEMNYCH WĘGLANOWEJ SERII TRIASU REJONU UJĘCIA „DOBRA” W JAWORZNIE

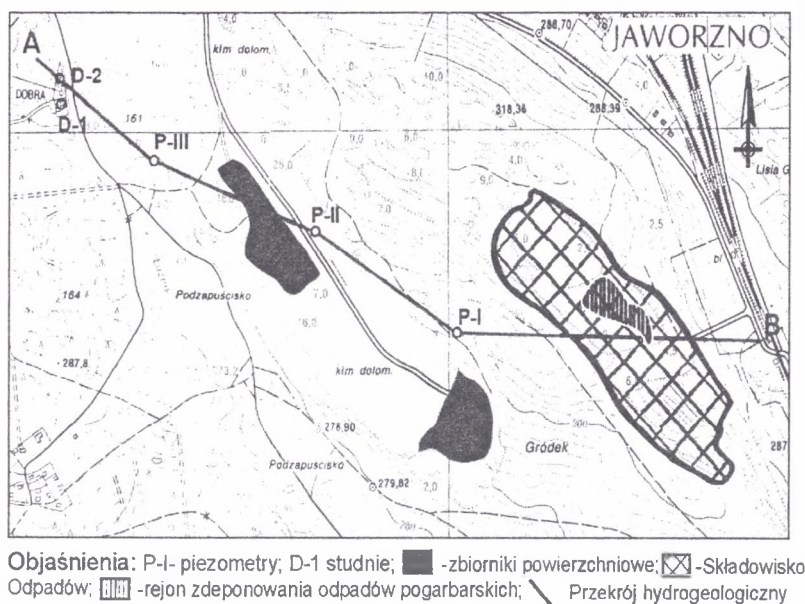
Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki badań zawartości chromu zebrane podczas prowadzonego monitoringu wód podziemnych i powierzchniowych w rejonie składowiska odpadów komunalnych w Jaworznie. Zawartości chromu w poszczególnych punktach monitoringu powiązано z danymi sozologicznymi, budową geologiczną badanego rejonu oraz parametrami hydrogeologicznymi skał wodonośnych triasu. Wyniki badań potwierdziły wpływ składowania w przeszłości odpadów pogarbarskich zawierających chrom na jakość wód ujęcia „Dobra” w Jaworznie. Na podstawie wyników prowadzonego monitoringu określono sposób migracji chromu w poziomie wodonośnym serii węglanowej triasu rejonu ujęcia „Dobra” oraz zagrożenia z tym związane.

CHROMIUM MIGRATION IN UNDERGROUND WATER OF TRIASSIC CARBONATE MASSIF OF WATER INTAKE "DOBRA" IN JAWORZNO REGION

Summary. The results of chromium concentration collected during underground and surface water monitoring in the region of municipal waste dump in Jaworzno are presented in the paper. The chromium concentration in the individual monitoring points were correlated with the environmental scientific data, geological structure of the research region and with hydrogeological parameters of water-bearing Triassic rocks. The results confirmed that chromium-containing wastes from leather manufacture that were stored in the past have the negative influence on the intake "Dobra" in Jaworzno water quality. The way of chromium migration in aquiferous layer of Triassic carbonate massif of water intake "Dobra" was determined on the base of results coming from conducted monitoring.

1. Wstęp

Monitoring jakości wód podziemnych serii węglanowej triasu w rejonie składowiska odpadów komunalnych w Jaworznie prowadzony jest nieprzerwanie od czerwca 2000 roku do chwili obecnej. Próbkę wód podziemnych pobierane są z trzech piezometrów wykonanych w celu monitorowania wpływu składowiska odpadów komunalnych na ujęcie wody podziemnej „Dobra” w Jaworznie. Prowadzone badania obejmują wiele parametrów fizykochemicznych, w tym także stężenia chromu. Występowanie chromu w wodach podziemnych związane jest prawdopodobnie ze składowaniem na wymienionym składowisku w latach 1993–1994 odpadów pogarbarskich. Stężenie chromu w wodach podziemnych badanego obszaru jest szczególnie istotne dla bezpiecznego funkcjonowania ujęcia wód podziemnych „Dobra” (studnie D-1 i D-2) zlokalizowanego w odległości 1100 m od składowiska (rys. 1).



Rys. 1. Mapa sytuacyjna terenu prowadzonego monitoringu wód podziemnych w rejonie ujęcia „Dobra” w Jaworznie

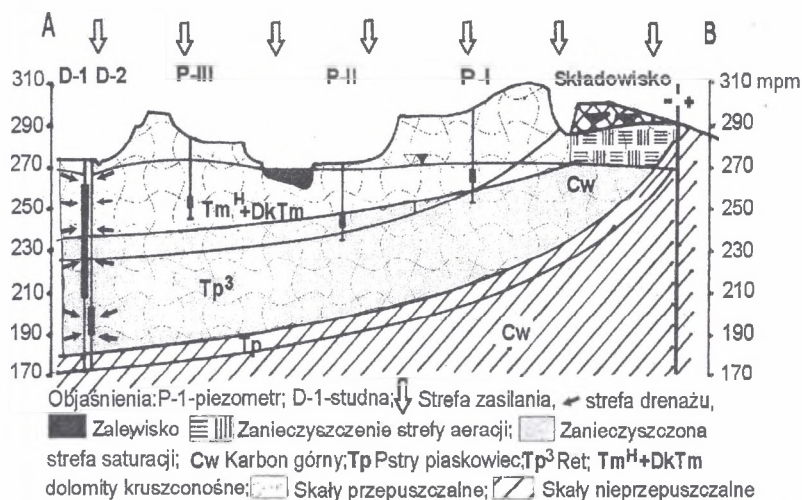
Fig. 1. Situation map of the region of underground water monitoring in the water intake „Dobra” in Jaworzno

2. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne

Obszar objęty monitoringiem wód podziemnych, pod względem administracyjnym, zlokalizowany jest w północno-wschodniej części Jaworzna (w dzielnicy Pieczyska). Pod względem hydrologicznym leży on w strefie wododziałowej potoku Łużnik i ciekę Kozi Bród, będących prawobrzeżnymi dopływami Białej Przemszy.

Badany rejon położony jest w zasięgu występowania triasowych utworów monokliny śląsko–krakowskiej w północnej części niecki wilkoszyńskiej reprezentującej fałdowo–blokowy typ tektoniki [4]. W profilu geologicznym badanego obszaru występują utwory karbonu, triasu i czwartorzędu. Utwory karbonu wykształcone są jako kompleks skał detrytycznych krakowskiej serii piaskowcowej o miąższości około 300 m. Skały karbońskie nie tworzą wychodni na omawianym obszarze.

Osady triasu dolnego, zalegające niezgodnie na utworach karbonu, wykształcone są w postaci ilów i piasków dolnego i środkowego pstręgo piaskowca (miąższości 5 – 10 m) oraz margli i dolomitów retu (miąższości 35 – 45 m). Powyżej występują utwory zaliczane do dolnego i środkowego wapienia muszlowego. Są one reprezentowane przez wapienie, margle i dolomity warstw górażdżańskich, terebratulowych i karchowickich oraz dolomity diploporowe [2]. Miąższość wymienionych osadów wapienia muszlowego jest największa w rejonie ujęcia „Dobra”, gdzie wynosi około 50 m. Na wschód od ujęcia, w kierunku składowiska odpadów komunalnych miąższość osadów triasu maleje (rys. 2).



Rys. 2. Przekrój hydrogeologiczny z przedstawionym kierunkiem migracji zanieczyszczeń od składowiska odpadów komunalnych do ujęcia wód pitnych „Dobra”

Fig. 2. Geological intersection with the presented direction of pollutants migration from the communal dump to the drinking water intake „Dobra”

Opisane skały węglanowe wapienia muszlowego i retu tworzą wyraźną kulminację terenu pomiędzy ujęciem „Dobra” i składowiskiem odpadów. W tym rejonie funkcjonowała w przeszłości odkrywkowa kopalnia dolomitu „Gródek”.

Występowanie osadów czwartorzędowych w rejonie ujęcia „Dobra” ograniczone jest do wklęsłych form terenu. Są to holocenijskie mułki, piaski i żwiry wypełniające dolinę potoku Łuznik. Miąższość osadów czwartorzędowych na omawianym obszarze nie przekracza 10 m.

W ujęciu hydrogeologicznym badany obszar znajduje się w regionie śląsko-krakowskim i subregionie triasu śląskiego [3]. Korzystne parametry hydrogeologiczne skał zbiornikowych rejonu ujęcia „Dobra” w Jaworznie, jak i całego kompleksu węglanowego triasu na obszarze niecki wilkoszyńskiej i niecki chrzanowskiej zdecydowały o wydzieleniu na tym obszarze Głównego Zbiornika Wód Podziemnych Chrzanów (T 5).

Czwartorzędowe piętro wodonośne na badanym obszarze związane jest z występowaniem holocenijskich i plejstoceńskich osadów wypełniających dolinę Białej Przemszy na północnym wschodzie oraz dolinę potoku Łuznik w zachodniej części. Zasilanie tego piętra odbywa się w wyniku infiltracji opadów atmosferycznych. Poziomy wodonośny czwartorzędowy mają lokalne znaczenie i ujmowane są tylko studniami gospodarskimi.

W profilu hydrogeologicznym piętra wodonośnego triasu, rejonu ujęcia „Dobra”, występują poziomy wodonośne:

- wapienia muszlowego (trias środkowy),
- retu (trias dolny).

Poziomy wodonośny wapienia muszlowego i retu, zbudowane z dolomitów i wapieni, mają charakter szczelinowo-krasowo-porowy. Wymienione poziomy pierwotnie rozdzielone były marglistymi utworami warstw gogolińskich. Jednak w wyniku dolomityzacji, jak również zdyslokowania utwory te zatraciły własności izolujące. W związku z powyższym poziom wapienia muszlowego i retu określany jest jako jeden kompleks wodonośny, zwany kompleksem wodonośnym serii węglanowej triasu. Poziom wodonośny

serii węglanowej triasu w rejonie ujęcia zasilany jest na wychodniach, gdzie następuje bezpośrednia infiltracja opadów atmosferycznych w spękane skały węglanowe oraz poprzez zawadnione osady czwartorzędowe. W profilu hydrogeologicznym ujęcia „Dobra” poziomy wodonośne wapienia muszlowego i retu występują w więzi hydraulicznej. Studnia D-1 eksploatuje łącznie wymienione poziomy (poniżej 11,6 m otwór nierurowany), drenując jednak głównie utwory wapienia muszlowego. Studnia D-2 z filtrem zabudowanym na głębokości od 71,0 do 88,0 m drenuje przede wszystkim wodonośne utwory retu (rys.2). Triasowe skały wodonośne w rejonie badań charakteryzują się korzystnymi parametrami hydrogeologicznymi wyrażonymi współczynnikami filtracji od $1,17 \times 10^{-4}$ m/s do $3,07 \times 10^{-5}$ m/s. Podatność poziomu wodonośnego serii węglanowej triasu badanego obszaru na degradację jest znaczna. Brak osadów izolujących w stropie oraz krótkie czasy pionowego przesiąkania (kilka miesięcy do 2 lat) sprawiają, że rejon ujęcia „Dobra” należy uznać za bardzo mocno zagrożony [3].

3. Metodyka i zakres badań

Badania składu chemicznego wód podziemnych w ramach prowadzonego monitoringu składowiska odpadów komunalnych wykonywane są z częstotliwością miesięczną.

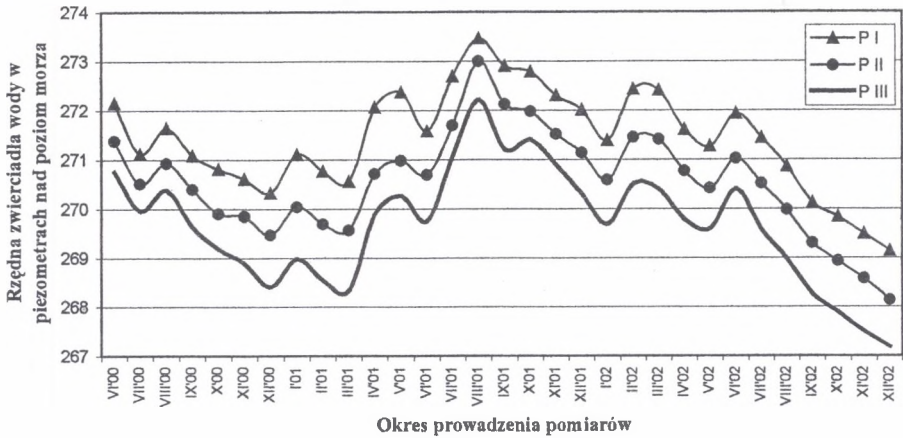
Szeroki zakres analiz fizykochemicznych pobieranych próbek wód obejmuje również badania stężeń następujących metali ciężkich: chromu, cynku, kadmu, miedzi, niklu, ołowiu i rtęci. Stężenia wymienionych metali w analizowanych próbkach wód podziemnych oznaczane są przy użyciu atomowego spektrometru emisyjnego ze wzbudzeniem plazmowym ICP-AES [1].

4. Omówienie wyników badań

Na obserwowaną jakość wód podziemnych omawianego rejonu wpływ ma nie tylko obecne składowanie odpadów komunalnych w wyrobisku kopalni dolomitu, ale głównie działania związane z nielegalnym składowaniem odpadów niebezpiecznych (np. odpadów pogarbarskich) prowadzonym w przeszłości. Zdeponowanie w latach dziewięćdziesiątych odpadów zawierających znaczne koncentracje chromu doprowadziło do zanieczyszczenia strefy aeracji pod wysypiskiem oraz przedostania się chromu do wód podziemnych w rejonie ujęcia „Dobra”. Wartości stężeń chromu w badanych próbkach wód wahały się w zakresie od ilości charakterystycznych dla tła geochemicznego ($< 0,005$ mg/dm³) do stężeń w granicach $0,04$ mg/dm³. Zawartości tego pierwiastka powyżej $0,01$ mg/dm³ występują stale w piezometrze P-II oraz studni D-2 ujęcia „Dobra”. Nie obserwuje się natomiast jonów chromu w wodach piezometrów P-I i P-III oraz zbiornikach wód powierzchniowych (zalanych wyrobiskach poeksploatacyjnych). Występowanie chromu tylko w dwóch punktach monitoringu (P-II i D-2) oraz brak tego składnika w pozostałych, jak również wahania jego zawartości w czasie prowadzonego monitoringu są spowodowane licznymi czynnikami.

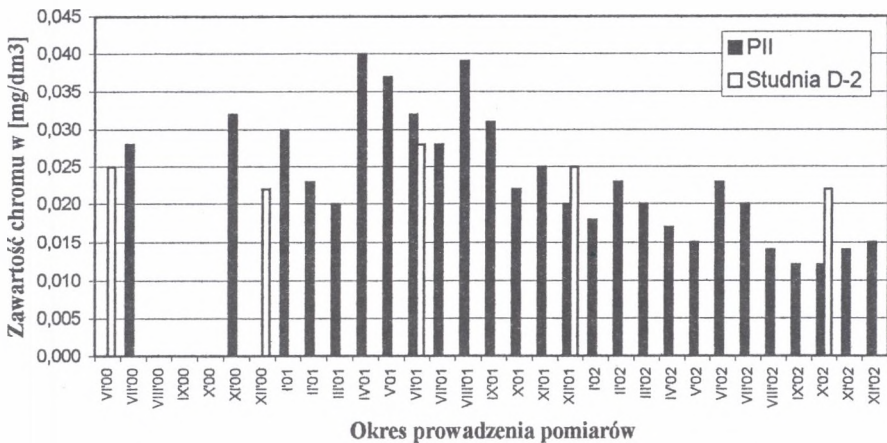
W wodzie piezometru P-II średnioroczne stężenie chromu spadło od początku monitoringu (w czasie 30 miesięcy) o 31%, ale dalej pozostaje na poziomie powyżej $0,01$ mg/dm³. Tendencję spadkową stężenia chromu zaobserwowano również w studni D-2 ujęcia wody „Dobra”. Stężenie chromu w roku 2000 obserwowano na poziomie ok. $0,028$ mg/dm³, natomiast już w 2002 stężenie to nie przekraczało wartości $0,025$ mg/dm³ (rys. 4). Wyraźnie zaobserwowano również występowanie korelacji między sezonowymi zmianami zwierciadła wód podziemnych a stężeniami chromu w badanych próbkach wód, co również prezentują rysunki 3 i 4. Na przedstawionych rysunkach obniżenie zwierciadła wód podziemnych odpowiada niższym zawartościom chromu i odpowiednio – odbudowa zwierciadła wód podziemnych jest skorelowana z wyższymi stężeniami chromu. Obserwowane zjawisko wiązać prawdopodobnie należy z mniej lub bardziej intensywnym

przezywaniem silnie zanieczyszczonej strefy aeracji bezpośrednio pod składowiskiem wynikającym ze znacznych wahań rzędnej zwierciadła wód podziemnych tego rejonu.



Rys. 3. Wahania rzędnych poziomu zwierciadła wód podziemnych w monitorowanych piezometrach w czasie prowadzonego monitoringu

Fig. 3. Fluctuation of underground waters level in monitored piezometers in the period of the performed monitoring

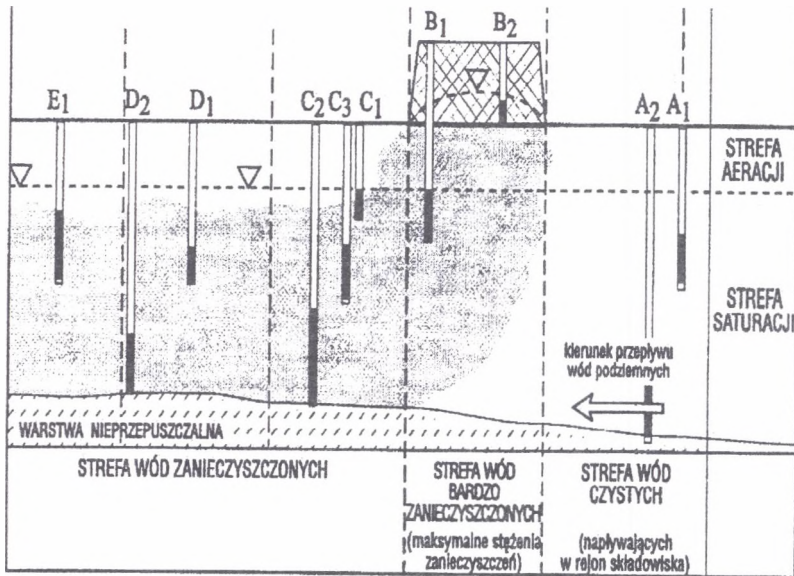


Rys. 4. Zawartości chromu w próbkach wód pobranych z piezometru P-II i studni D-2 w czasie prowadzonego monitoringu

Fig. 4. Chromium contents in water samples taken from the piezometr P-II and the well D-2 in the period of the performed monitoring

Dla jakości uzyskiwanych wyników duże znaczenie ma również sposób wykonania sieci monitoringu lokalnego. Analiza budowy geologicznej i sytuacji hydrogeologicznej tego rejonu pozwoliła określić drogę przepływu zanieczyszczonych wód podziemnych, co przedstawione jest na rysunku 2. Zanieczyszczone odciekami wody migrują w spągowej części przedstawionej synklinalnej struktury hydrogeologicznej od składowiska w kierunku ujęcia wód pitnych. Nawet długotrwałe przepompowywanie piezometrów P-I i P-III nie doprowadziło do uzyskania zanieczyszczonych próbek wód z głębszych partii zbiornika wód

podziemnych (ze skał wodonośnych retu). Koncepcje migracji zanieczyszczeń głównie w skałach wodonośnych retu potwierdza także fakt występowania podwyższonych zawartości chromu w studni D-2 ujęcia „Dobra” zafiltrowanej w dolomitach retu. Studnia D-1 drenująca głównie skały wapienia muszlowego wykazuje znacznie niższe zawartości chromu. W celu prawidłowego funkcjonowania systemu monitorowania wód podziemnych wymagane byłoby przedłużenie piezometrów P-I i P-III o ok. 20 metrów lub posadowienie nowych, głębszych obok istniejących. Takie rozwiązanie umożliwiłoby monitorowanie głębszego, bardziej zanieczyszczonego interwału wodonośca triasowego. Prawidłowe rozmieszczenie piezometrów i głębokość ich zafiltrowania dla takiego ogniska zanieczyszczenia wód podziemnych, jak składowisko w Jaworznie, przedstawia modelowy schemat monitoringu wód podziemnych prezentowany na rysunku poniżej (rys.5) [5].



Rys. 5. Schemat prawidłowo wykonanej sieci monitoringu wód podziemnych pozwalającej w pełni monitorować zmiany chemizmu wód zachodzące w warstwie wodonośnej [5]

Fig. 5. The scheme of a properly performed network of underground waters monitoring which makes it possible to monitor underground waters chemical properties completely [5].

Na poprawę jakości wód podziemnych w rejonie składowiska odpadów komunalnych w Jaworznie ma także wpływ powolne, lecz sukcesywne zmniejszanie się ilości chromu w składowisku na skutek ługowania zanieczyszczeń z bryły składowiska. Postępująca rekultywacja składowiska powoduje poprawę jakości wód podziemnych rejonu badań [1].

5. Podsumowanie

Zadaniem badań prowadzonych przez Zakład Monitoringu Środowiska GIG jest rozpoznanie i kontrola wpływu składowiska odpadów komunalnych w Jaworznie na jakość wód podziemnych w północno-wschodniej części GZWP Chrzanów. Prowadzony monitoring potwierdził związek pomiędzy występowaniem chromu w studni D-2 ujęcia „Dobra”, a działalnością składowiska odpadów komunalnych. Uzyskane wyniki zawartości chromu w piezometrze P-II skorelowano z wahaniami triasowego poziomu zwierciadła wód

podziemnych i otrzymano wyraźną zależność tych elementów. W wyniku prowadzonych od 2000 roku badań zaobserwowano, że piezometry P-I i P-III nie ujmują wód podziemnych zanieczyszczonych chromem, natomiast składnik ten cyklicznie obserwuje się w piezometrze P-II i studni D-2. Wypracowany model migracji zanieczyszczeń na badanym obszarze wykazał, że sieć monitoringu nie w pełni odzwierciedla faktyczny przepływ zanieczyszczeń w wodonoścu triasowym. Badania chemizmu wód podziemnych omawianego rejonu wykazały, że zawartość chromu wykazuje tendencję spadkową. Poprawa jakości monitorowanych wód wiąże się z prowadzeniem przemysłowej gospodarki na składowisku oraz z zaawansowanym procesem jego rekultywacji.

LITERATURA

1. Bojarska K., Bzowski Z., Łabuz B.: Monitoring wód podziemnych w rejonie rekultywowanego składowiska odpadów komunalnych w Jaworznie. *Ekologia i Technika* Vol. X, nr 4, 113- 122, Bydgoszcz 2002.
2. Rózkowski A.: Szczelinowo-krasowe zbiorniki wód podziemnych Monokliny Śląsko-Krakowskiej i problemy ich ochrony. Wyd. SGGW-AR, Warszawa 1990.
3. Rózkowski A., Chmura A., Siemiński A.: Użytkowe wody podziemne Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i jego obrzeżenia. *Prace PIG CLIX*, Warszawa 1997.
4. Stupnicka E.: *Geologia regionalna Polski*. Wyd. UW, Warszawa 1997.
5. Szczepańska J., Kmieciak E.: Statystyczna kontrola jakości danych w monitoringu wód podziemnych. Wyd. AGH, Kraków 1998.

Recenzent: Dr hab. inż. Marek Pozzi
Profesor Politechniki Śląskiej

Abstract

The aim of examination performed by Department of Environmental Monitoring in Central Mining Institute is control of influence of municipal waste dump in Jaworzno on underground water quality of Triassic carbonate massif in the North–Southern part of GZWP Chrzanów. The performed monitoring confirmed correlation between chromium occurrence in the well P-2 of the water intake “Dobra” and municipal waste dump activity. The obtained results of chromium contents in the piezometer P-II were correlated with the fluctuation of underground waters mirror level and significant correlation between these two factors was found. The results of monitoring which has been performed since the year 2000 showed that there isn't any water contaminated by chromium in piezometers P-I and P-III but this elements can be found periodically in a piezometr P-II and a well D-2. The elaborated model of contaminants migration on the examined area showed that monitoring network doesn't fully reflect real contaminants migration in Triassic aquifers layer. Chemical examination of underground waters in this discuss area showed that chromium contents have decreasing tendency. The improvement of monitored waters quality is associated with reasonable management on the dump and with advanced process of its reclamation.