

Andrzej F. ADAMCZYK

Zbigniew WILK

Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej AGH

Kazimierz BELOWSKI

Leszek WĄTOR

KWK Silesia

ANALIZA DZIAŁANIA ZBIORNIKA ZABEZPIECZAJĄCEGO ZŁOŻE BOROWINY
UZDROWISKA GOCZAŁKOWICE PRZED INFILTRACJĄ SŁONYCH WÓD
Z OSADNIKA KWK SILESIA

Streszczenie. Zbiornik wód solankowych Rontok Duży, do którego jest odprowadzana woda z kopalni węgla Silesia, stanowi źródło zagrożenia dla złoża borowiny "Rudołtowice" wykorzystywanej przez Uzdrowisko Goczałkowice. W 1984 r. podjęto działania mające na celu wyeliminowanie tego zagrożenia. Polegały one na przedzieleniu zbiornika solanki groblą i po uprzednim usunięciu solanki, wprowadzeniu do części bliższej złoża borowiny, wód słodkich. Przeprowadzone przez autorów w 1984 r. badania modelowe, wykazały skuteczność takiego zabezpieczenia. Zbiornik wody słodkiej funkcjonuje od sierpnia 1985 r. Stwierdzono wyraźne zmniejszenie się zawartości jonu chlorkowego w wodzie z piezometrów położonych między zbiornikiem a Wisłą, a także w bezpośrednim sąsiedztwie zbiornika od strony złoża borowiny. W artykule przedstawiono przebieg i zasięg tych zmian. W części badanego obszaru wypieranie chlorków z warstwy wodonośnej przebiega wolniej niż to wynikało z badań modelowych. Autorzy podjęli próbę wyjaśnienia tej rozbieżności. Wskazano także na możliwość przyspieszenia oczyszczania warstwy wodonośnej przez dodatkowy sztuczny drenaż w rejonie zbiornika Rontok Mały.

Idea wyeliminowania groźby zniszczenia złoża borowiny eksploatowanego dla potrzeb Uzdrowiska Goczałkowice w rezultacie infiltracji, do podłoża słonych wód pompowanych z KWK Silesia i gromadzonych przejściowo w zbiorniku powierzchniowym "Rontok Duży", narodziła się niemal równocześnie z pierwszymi ostrzeżeniami przed takim zagrożeniem. Proponowano następujące sposoby zabezpieczenia złoża borowiny:

- wykonanie między zachodnim brzegiem zbiornika a złożem borowiny bariery studni represyjnych,
- wykonanie bariery studni depresyjnych,
- budowa ekranu wodoszczelnego pomiędzy złożem a zbiornikiem,

- budowa nowego zbiornika na obszarze górniczym kopalni, na prawym brzegu Wisły,
- przerzut wód słonych poza obszar górniczy kopalni do zbiornika Bojszowy.

Żadne z proponowanych rozwiązań nie zostało przez kopalnię zrealizowane. Zdecydowały o tym, w przypadku wszystkich wymienionych koncepcji, wysokie koszty oraz dodatkowo w przypadku niektórych z nich duże trudności techniczne w ich realizacji. Nie było także pewności, co do skuteczności ich działania.

W pierwszych latach działalności zbiornika, tj. do 1982 r. przy utrzymaniu od początku niskiej rzędnej piętrzenia solanki, nie obserwowano zasolenia wód podziemnych w obszarze między zbiornikiem, a złożem. Jego pierwsze objawy pojawiły się w 1983 r., a szczególnie na początku 1984 r. stwierdzono znaczne poszerzenie się obszaru objętego zasoleniem. Było to wynikiem naturalnego obniżenia się zwierciadła wód podziemnych i przesunięciu "granicy zasilania" w zbiorniku ku północy [2]. Granica wód umiarkowanie zasolonych przebiegała w 1984 r. około 100 m od granicy złoża; zaś wód silnie zasolonych 150 m od granicy złoża. Obserwowane zbliżanie się wód zasolonych do złoża borowiny skłoniło służbę geologiczną KWK Silesia do podjęcia działań zabezpieczających.

Konieczność stworzenia odpowiedniego zabezpieczenia wynikała także z następujących powodów:

- systematycznego wzrostu mineralizacji wód dołowych zrzuconych do zbiornika Rontok Duży. W latach 1977-84 średnia mineralizacja wód dołowych wzrosła z $41,5 \text{ g/dm}^3$ do $53,8 \text{ g/dm}^3$,
- pooksploatacyjnego osiadania terenu w rejonie złoża borowiny i związanej z tym konieczności drenażu wód występujących nad borowiną, co sprzyjało przemieszczaniu się słonych wód w kierunku złoża,
- braku perspektyw przywrócenia zbiornikowi Rontok Duży funkcji zbiornika retencyjno-dozującego,
- perspektywy przerzutu po 1990 r. słonych wód dołowych kopalni do zbiornika Bojszowy, co uzasadniało stopniowe zmniejszenie powierzchni zbiornika wypełnionej wodami słonymi, a tym samym stopniowe oczyszczanie wód podziemnych.

Uwzględniając warunki hydrogeologiczne w rejonie zbiornika, morfologię jego dna oraz przebieg linii brzegowej, zaproponowano utworzenie w zachodniej jego części, zbiornika wypełnionego wodą słodką, tzw. zbiornika buforowego. W tym celu należało przedzielić zbiornik Rontok Duży groblą o przebiegu mniej więcej N-S, usunąć z zachodniej części solankę i w jej miejsce wprowadzić wody słodkie.

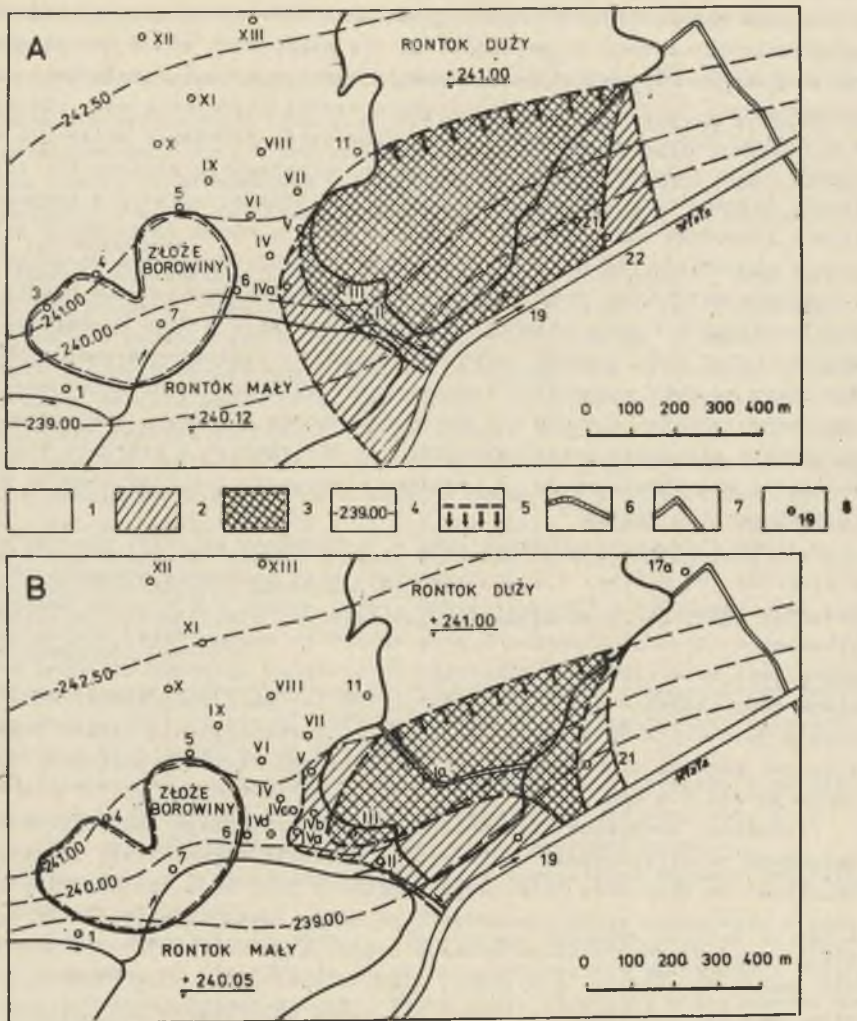
Prace projektowe zostały poprzedzone hydrogeologicznymi badaniami modelowymi wykonanymi przy współudziale autorów [1]. Wykonano je na siatkowym analizatorze pola AP-600 w sześciu wariantach, w których symulowano różne rzędne piętrzenia wód słodkich i słonych. W jednym z warunków, symulowano

także obniżanie się zwierciadła wody w rejonie złoża borowiny związane z drenażem wymuszonym, na skutek osiadania powierzchni terenu. Badania uwzględniające proces przemieszczania się zasolonych wód w dolnym poziomie wodonośnym [2], wykazały skuteczność proponowanego rozwiązania zabezpieczającego. Na ich podstawie ustalono rzędną piętrzenia wody słodkiej w zbiorniku buforowym na 242,0 m npm. Korzystne działanie zbiornika buforowego miało polegać przede wszystkim na zmniejszeniu powierzchni infiltracji solanki oraz przesunięciu strefy infiltracji solanki z zachodniej części zbiornika mniej więcej ku jego środkowi. Miało to zapewnić przesunięcie się strefy wód zasolonych o około 200–300 m od złoża borowiny w kierunku wschodnim. Proponowane i symulowane na modelu rozwiązanie ustalało maksymalną rzędną piętrzenia solanki na 241,5 m npm. W praktyce zbiornik miał nadal pełnić tylko rolę osadnika zawiesiny mechanicznej i nie można mu było przywrócić funkcji zbiornika retencyjno-dozującego. Utworzenie zbiornika miało być zatem działaniem doraźnym, zmniejszającym do minimum możliwość przemieszczania się wód słonych w kierunku złoża borowiny. Nie rozwiązywało to problemu sterowania zrzutami słonych wód kopalnianych do Wisły.

W okresie wrzesień–grudzień 1984 r. wybudowano ze skały płonnej groblę o długości 400 m (rys. 1). Jej szerokość przy podstawie wyniosła 15 m, zaś przy koronie 6 m. Rzędna korony grobli wynosi 242,5 m npm. Ponadto wybudowano rurociąg z pompowni przy zbiorniku Rontok Mały, którym dostarczana jest woda słodka do zbiornika buforowego. Zbiornik buforowy, napełniono wodą słodką w sierpniu 1985 r. i od tej pory zwierciadło wody utrzymywane jest w nim na rzędnej 242,0 m npm. Równocześnie w części zbiornika z wodami słonymi utrzymywana jest nieco niższa rzędna piętrzenia, bo od 240,7 do 241,0 m npm.

Skuteczne, korzystne działanie zbiornika buforowego zależy przede wszystkim od utrzymywania w nim wody o możliwie najmniejszej zawartości chlorków. Do zbiornika buforowego pompowana jest woda ze zbiornika Rontok Mały o stosunkowo stałej zawartości chlorków, wynoszącej około 70 mg/dm^3 . Analizy wód ze zbiornika buforowego wykazują koncentracje chlorków średnio dwukrotnie wyższe, a w zimie, kiedy uzupełnianie wody słodkiej w zbiorniku jest mniej intensywne, zawartość jonów chlorkowych podnosi się do około 400 mg/dm^3 . Może to być efektem przenikania solanki przez groblę w okresach niskich stanów wód słodkich, tj. zimą, a także wymywaniem soli chlorkowych ze skał płonnych, z których zbudowana jest grobla. Jak wiadomo [4] skały te są nasycone roztworem porowym o wysokiej mineralizacji i zawartości chlorków.

Budowa zbiornika buforowego spowodowała zmianę warunków hydrodynamicznych i hydrochemicznych w zachodniej części zbiornika Rontok Duży i jego otoczeniu. Utrzymywana w zbiorniku buforowym rzędna wody słodkiej jest nieco wyższa od rzędnych wód podziemnych występujących w podłożu zbiornika (rys. 1). Zmieniają się one bowiem od 241,0 do 239,0 m npm. Teoretycz-



Rys. 1. Mapa hydrogeologiczna rejonu zbiornika Rontok Duży według stanów na 1984 r. (A) i 1987 r. (B)

1 - obszar występowania wód niezasolonych, 2 - obszar występowania wód umiarkowanie zasolonych, 3 - obszar występowania wód silnie zasolonych, 4 - hydroizohipsy, 5 - granica zasilania, 6 - grobla oddzielająca zbiornik buforowy od zbiornika wody słonej, 7 - rurociąg doprowadzający słone wody kopalniane, 8 - piezometry

Fig. 1. Hydrogeologic maps of the vicinity of the Rontok Duży salt water reservoir for the years 1984 (A) and 1987 (B)

1 - area of occurrence of fresh water, 2 - area of occurrence of medium salty water, 3 - area of occurrence of strong salty water, 4 - equipotential lines, 5 - boundary of groundwater recharge, 6 - dam separating salt water reservoir from the fresh water one (buffer reservoir), 7 - pipe line transporting brines from the coal mine Silesia

nie więc na całym obszarze zbiornika w zależności od przepuszczalności dna i brzegów, powinna następować infiltracja wód słodkich do warstwy wodonośnej. Jak wykazują pomiary zwierciadła w otworach piezometrycznych infiltracja wód słodkich spowodowała niewielkie zmiany poziomu wód gruntowych. Zmiany te są dostrzegalne jedynie w piezometrach II, III i V (rys. 2).

Po utworzeniu zbiornika buforowego, powierzchnia infiltracji solanki do podłoża zmniejszyła się o około 45%.

Porównanie map zasięgu zasolenia wody gruntowej z lat 1984 i 1987 (rys. 1), a także analiza zawartości chlorków w wodzie pochodzącej z piezometrów położonych w obrębie stref wód umiarkowanie i silnie zasolonych (rys. 2), wskazuje na wyraźne korzystne oddziaływanie zbiornika buforowego.

Infiltrująca zeń woda słodka spowodowała w krótkim czasie 1-2 miesięcy (rys. 2) wyparcie wód słonych z obszaru między zbiornikiem, a Wisłą (rejon piezometrów 19 i II). Zawartość jonów chlorkowych w wodzie z tych piezometrów zmniejszyła się z około 5000-10000 mg/dm³ do kilkuset mg/dm³.

Strefa wód silnie zasolonych w rejonie między zbiornikiem, a złożem borowiny ma kształt "jęzora" wydłużonego w kierunku zachodnim. Jej północna granica przemieszcza się wolno w kierunku zbiornika Rontok Mały, tj. w kierunku spływu wód podziemnych. Prędkość tę można ocenić na około 0,1 m/dobę. Świadczą o tym m.in. wyniki badań w piezometrze IVb, w którym zawartość chlorków w ciągu 8 miesięcy spadła z ponad 3000 mg/dm³ do 300 mg/dm³.

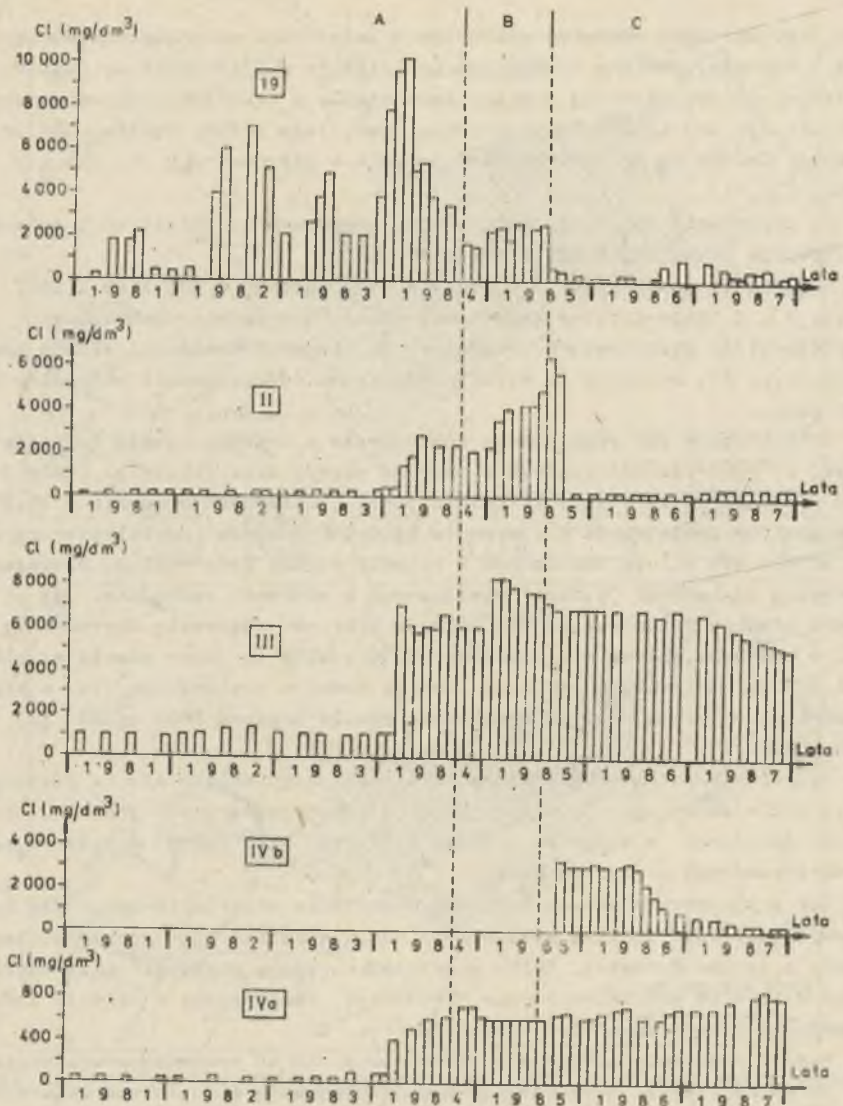
Północna granica strefy wód silnie zasolonych zbliża się do piezometru III, gdzie obserwuje się bardzo powolny spadek zawartości jonów chlorkowych. Zawartość ta wynosiła w końcu 1987 roku 5200 mg/dm³ i była najwyższą z obserwowanych w rejonie badań.

Jak z powyższych danych wynika w rezultacie utworzenia zbiornika buforowego następuje ogólnie wysładzanie wód w obszarze między zbiornikiem a Wisłą i złożem borowiny. Tylko w przypadku rejonu piezometru IVa usytuowanego w strefie wód umiarkowanie zasolonych, obserwujemy w okresie badań niewielki wzrost zawartości chlorków (rys. 2).

Wyniki obserwacji odbiegają jednak lokalnie od prognozowanego przebiegu zmian zasolenia. Równocześnie bowiem obserwuje się, że pod zbiornikiem buforowym w dalszym ciągu utrzymuje się strefa wód silnie zasolonych.

Elektrooporowe badania geofizyczne [5], a także wyniki analiz chemicznych wód z otworów K-1, K-2, K-3 oraz z piezometru Ia zlokalizowanych na grobli oddzielającej zbiornik buforowy od zbiornika solanki, wskazują na występowanie pod groblą zasolonych wód podziemnych o zawartości chlorków 900-2100 mg/dm³.

W prognozach zakładano, że słone wody w podłożu zbiornika zostaną wyparte przez infiltrujące wody słodkie. Usunięcie chlorków z warstwy wodonośnej miało nastąpić na drodze "wypierania tłokowego" [3]. Przy takim



Rys. 2. Wykresy zmian zawartości jonu chlorkowego w próbkach wód pobranych z piezometrów w rejonie zbiornika Rontok Duży

A - okres przed wybudowaniem zbiornika buforowego, B - okres napełniania zbiornika buforowego wodą słodką, C - okres działania zbiornika buforowego

Fig. 2. Changes in chloride ion content in groundwater samples taken from the observation wells in the vicinity of the Rontok Duży salt water reservoir

A - period before the buffer reservoir was created, B - period of filling the buffer reservoir with fresh water, C - period of operation of the buffer water reservoir

założeniu wypieranie chlorków powinno nastąpić z prędkością równą rzeczywistej prędkości przemieszczania się wód podziemnych w warstwie wodonośnej. Współczynniki filtracji głównego czwartorzędowego poziomu wodonośnego zawarte są w granicach od 10 do 50 m/dobę. Spadki hydrauliczne w obszarze objętym badaniami mieszczą się w przedziale od 0,002 do 0,007. Przy założeniu średniej porowatości utworów piaszczysto-zwirowych równej 20% otrzymujemy rzeczywistą prędkość przepływu wody podziemnej w granicach od 0,1 do 1,75 m/dobę. W obszarze między zbiornikiem, a złożem borowiny wynosi ona 0,4 m/dobę.

Uwzględniając, że zbiornik buforowy działa nieprzerwanie ponad 800 dni, powinno nastąpić usunięcie wód zasolonych z obszaru o szerokości około 350 m licząc od "linii zasilania" wód podziemnych wodą tego zbiornika. Zgodnie z prognozą powinno nastąpić już całkowite usunięcie wód podziemnych wodą tego zbiornika. Zgodnie z prognozą powinno nastąpić już całkowite usunięcie wód zasolonych z warstwy wodonośnej praktycznie aż do Wisły. Jak widać na rys. 1 zjawiska takiego nie obserwujemy. Tak więc mimo niewątpliwie korzystnego oddziaływania zbiornika buforowego, odsalanie przebiega wolniej niż zakładano. Przyczynę takiego stanu rzeczy autorzy są skłonni upatrywać w następujących zjawiskach:

- średnia rzeczywista prędkość przepływu wód podziemnych może być niższa niż zakładano; przebieg odsalania wskazywałby na to, że ma ona wartość około 0,1 m/dobę,
- wypieranie wód słonych z głównej czwartorzędowej warstwy wodonośnej nie ma charakteru wypierania tłokowego w całym jej przekroju; z analizy warunków hydrogeologicznych wynika, że może być ono intensywniejsze w górnej jej części,
- na skutek różnic gęstości wody słone przemieszczają się ku spągowi warstwy wodonośnej, który tworzą nieprzepuszczalne utwory miocenu. Ich strop jest nachylony w kierunku zachodnim, tj. złoża borowiny; "warstwa" wód słonych spoczywająca na stropie miocenu stwarza wynikający z jej gęstości, gradient, którego kierunek jest ogólnie prostopadły do gradientu wód podziemnych. Dlatego też wody zasolone mogą być wypierane z warstwy wodonośnej wolniej niż przepływają przez nią wody niezasolone.

Dla przyspieszenia procesu usuwania chlorków z głównej czwartorzędowej warstwy wodonośnej autorzy proponują wykonanie między zbiornikiem buforowym, a zbiornikiem Rontok Mały w zagłębieniu terenu studni kopanej. Miała by ona lokalnie pobierać wodę z utworów czwartorzędu, w korzystny sposób modyfikować układ pola hydrodynamicznego i w efekcie wspomagać działanie zbiornika buforowego.

LITERATURA

- [1] Adamczyk A.F. z zespołem: Badania modelowe określające skuteczność projektowanego doraźnego zabezpieczenia przed filtracją wód słonych ze zbiornika solanki KWK Silesia w kierunku złoża borowiny. Maszynopis ZUT NOT Oddział w Krakowie, 1984.
- [2] Adamczyk A.F., Belowski K., Wątor L., Wilk Z.: Zagrożenia goczalkowskiego złoża borowiny słonymi wodami infiltrującymi z osadnika wód dołowych KWK Silesia. Zesz. Nauk. Pol. Śl., seria Górnictwo (w druku).
- [3] Kleczkowski A.S. i inni: Ochrona wód podziemnych. Wyd. I. Wyd. Geologiczne, Warszawa 1985.
- [4] Kwiatkowska E.: Strefowość hydrochemiczna w utworach karbonu KWK Silesia na podstawie badań roztworów porowych. Praca dyplomowa IHIGI AGH Kraków, 1986.
- [5] Szpura R., Wątor L.: Zastosowanie metod geoelektrycznych przy badaniu infiltracji solanki ze zbiornika dołowych wód słonych KWK Silesia w kierunku złoża borowiny "Rudoltowice". Materiały I Krajowej Konferencji Naukowo-Technicznej "Zastosowanie metod geofizycznych w górnictwie kopalni stałych". Tom II, Jaworzno, Wyd. AGH Kraków, 1985.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Józef Sztetek

Wpłynęło do redakcji w kwietniu 1988 r.

АНАЛИЗ ДЕЙСТВИЯ РЕЗЕРВУАРА ПРЕДОХРАНЯЮЩЕГО МЕСТОРОЖДЕНИЕ
ЛЕЧЕБНЫХ ГРЯЗЕЙ КУОРТА ГОЧАЛКОВИЦЕ ОТ ИНФИЛЬТРАЦИИ СОЛЕННЫХ ВОД
ИЗ ОТСТОЙНИКА КАМЕННОУГОЛЬНОЙ ШАХТЫ СИЛЕЗИЯ

Р е з ю м е

Резервуар рассольных вод Ронток Дужи, в который отводится вода из каменноугольной шахты "Силезия", представляет собой источник опасности для месторождения лечебных грязей "Рудолтовице" используемого курортом "Гочалковице".

В 1984 году были предприняты действия, имеющие своей целью устранение этой опасности. Они заключались в разделении резервуара рассольных вод дамбой и после предварительного устранения рассола, во вводе в ближайшую часть месторождения лечебных грязей, пресной воды.

Проведенные авторами в 1984 году модельные исследования показали эффективность подобного обеспечения. Резервуар пресной воды функционирует с августа 1985 года. Было установлено резкое уменьшение содержания хлористого иона в воде из пьезометров, расположенных между резервуаром и рекой Вислой, а также в непосредственном соседстве резервуара со стороны месторождения лечебных грязей.

В работе представляются ход и объем этих изменений. В части исследуемой области, вытеснение хлоридов из водоносного слоя, протекает более медленно, чем вытекало бы из модельных исследований.

Авторами статьи предпринимается попытки объяснить указанное расхождение. Показываются также возможность ускорения очистки водоносного слоя путем добавочного искусственного дренажа в районе резервуара Ронток Малы.

ANALYSIS OF THE OPERATION OF A BUFFER RESERVOIR PROTECTING
A BATH MUD DEPOSIT IN THE GOCZAŁKOWICE HEALTH RESORT AGAINST
INFILTRATION BY SALT WATERS FROM THE MINE WATER RESERVOIR OF
THE COAL MINE SILESIA

S u m m a r y

The reservoir Rontok Duży, into which the salt waters from the coal mine Silesia are discharged, creates a danger of pollution for the bath mud deposit "Rudołtowice" exploited by the health resort Goczałkowice. In the year 1984 protection measures were undertaken to eliminate this danger. They consisted in dividing the reservoir of salt water with a dike and after the removal of the brine - in the introduction of fresh water into that part of the reservoir which was closer to the bath mud deposit. Model investigations carried out by the authors in 1984 have proved the effectiveness of such protection. The fresh water reservoir (buffer reservoir) has been in operation since August 1985. It has been found that the content of chloride ion in waters from the observation wells situated between the reservoir and the Vistula River, as well as in a close vicinity of the reservoir on the side of the bath mud deposit - considerably decreased. The course and the extent of these changes are discussed in the paper. In part of the examined region the forcing out of chlorides from the aquifer proceeds more slowly than it might be concluded from model investigations. The authors have made an attempt to explain this divergence. They pointed also to the possibility of an acceleration of the process of purifying the aquifer by additional artificial drainage in the region of the reservoir Rontok Mały.