

Krzysztof Brudnik*, Jerzy Przybyło*, Bogumiła Winid**

ZMIENNOŚĆ WYDAJNOŚCI I CHEMIZMU WYCIEKU WIII-9 JAKO ELEMENT OCENY ZAGROŻENIA WODNEGO W KOPALNI SOLI „WIELICZKA”***

1. WSTĘP

Dopływ wód infiltracyjnych z rejonu otaczającego złoża Wieliczka do kopalni w zdecydowanej większości przypadków jest związany z działaniami technicznymi, eksploatacją kopaliny, robotami górniczymi. Pojawianie się w wody w kopalni soli, co zawsze niesie ze sobą zagrożenie rozługowania złoża, często było skutkiem błędów w sztuce górniczej. Zapobiegając zwiększeniu dopływów do kopalni prowadzi się, jeżeli jest to możliwe, uszczelnienia istniejących dróg dopływu. Przykładem takich działań naprawczych może być likwidacja otworów wykonanych z powierzchni do złoża, które były wykorzystywane w różnych celach, np. przy podsadzaniu likwidowanych wyrobisk czy do podziemnego składowania żużla z kotłowni kopalnianej.

2. LOKALIZACJA WYCIEKU WIII-9 I DZIAŁANIA TECHNICZNE W TYM REJONIE ZŁOŻA

Jednym z podstawowych zagadnień procesu zabezpieczania Kopalni Soli Wieliczka jest likwidacja wyrobisk poprzez ich podsadzanie. W historii kopalni miał miejsce epizod wykorzystania jako podsadzki materiałów odpadowych z kopalnianej kotłowni.

Po zajęciu Wieliczki przez Niemców okupacyjny zarząd kopalni od maja 1940 wprowadził podsadzanie wybranych wyrobisk przy pomocy piasku oraz popiołu z kotłowni. Popiół przewożono z kotłowni specjalnie na ten cel wybudowanym torem. Piasek zwożono z odkrywki Psia Górka kolejką linową poprowadzoną do szybu Górsko. Przewożenie popiołu i żużla do szybu Kinga okazało się niedogodne, zatem w 1943 roku przystąpiono do

* Kopalnia Soli „Wieliczka”

** Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH, Kraków

*** Praca wykonana w ramach badań statutowych Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH

głębieńia otworu podsadzkowego przy kotłowni, który wykończono i oddano do użytku w roku 1944. Otwór sięgał do głębokości międzypoziomu Kazanów, 103 m p.p.t. W rejonie wylotu otworu w wyrobiskach międzypoziomu i niżej leżącego poziomu III wykonano zbiornik zsypany („bunkier popiołowy” – rys. 1).



Rys. 1. Fragment bunkra popiołowego (fot. J. Przybyło)

Po ponownym uruchomieniu kopalni w 1945 roku po przerwie wywołanej działaniami wojennymi otwór podsadzkowy „popiołowy” zrekonstruowano. Wymieniono w nim przetartą kolumnę rur. Rozpoczęto ponowne podsadzanie wyrobisk kopalni opuszczając otworem „popiołowym” cały materiał odpadowy z kotłowni. Odwiercono także dwa kolejne, sąsiednie otwory podsadzkowe (data ich powstania jest nieznana, dokumenty z 1948 roku [3] traktują o jednym otworze, zatem musiały one powstać później). Pogarszający się stan szybu Górsko i kolejki linowej z piaskowni Psia Górka spowodował wstrzymanie podsadzania piaskiem, w związku z czym popiół i żużel z kopalnianej kotłowni stały się pod koniec lat 40. jedynym materiałem podsadzkowym stosowanym w kopalni Wieliczka.

Dane techniczne otworu podsadzkowego „popiołowego” wg [3] były następujące: głębokość otworu 103 m (międzypoziom Kazanów), zarurowanie:

- rury 18” do głębokości 3,19 m,
- rury 16” do głębokości 69,90 m,
- rury 14” do głębokości 103 m.

W rurach 14” od głębokości 55 m do spodu otworu znajdowały się rury 12”, w nich z kolei znajdowała się kolumna robocza, początkowo na odcinku 2,87 m 11”, na dalszym odcinku 10,5”.

W profilu litologicznym otworów, na podstawie materiałów archiwalnych, występują:

- 0÷12 m p.p.t. – utwory czwartorzędowe wykształcone w postaci glin pylastych z wkładkami pyłu, rumoszu piaskowców, lokalnie żwirów;
- 12÷30 m p.p.t. – iłowce ze skupieniami gipsów otuliny iłowo gipsowej;
- 30÷90 m p.p.t. – utwory złoża bryłowego w postaci iłowców marglistych, zubrów solnych z bryłami soli zielonej;
- 90÷104 m p.p.t. – ponownie iłowce ze skupieniami gipsów otuliny iłowo gipsowej.

„Bunkier popiołowy” przylega do końcowego odcinka poprzeczni Koerber na poziomie III. Końcowa partia poprzeczni Koerber oraz znaczna część chodnika dojściowego do wylotów bunkra popiołowego znajduje się w obrębie utworów przylegających do północnej granicy złoża. W poprzeczni w rejonie „bunkra” występuje dopływ zarejestrowany jako wyciek WIII-9.

Zjawisko wodne obejmuje wycieki kropłowe z trzech wylotów bunkra popiołowego, połączonego otworami zsyłowymi z powierzchnią, a także dopływ pochodzący przypuszczalnie od spagu. Wyciek jest rejestrowany od 1969 roku, choć prawdopodobnie zaistniał już w momencie wykonania otworów zsyłowych. Dopływ pochodzi prawdopodobnie z wodonośnych warstw nadkładu złoża, a także utworów przylegających do północnej granicy złoża. W rejonie wylotów z bunkra popiołowego solanka wypełniała zagłębienia w spagu chodnika i gromadziła się w wykonanym do celów odwodnienia rzapiu. W 1985 roku wykonano przebudowę poprzeczni Koerber i Chodnika Popiołowego, której wynikiem było ujęcie dopływu. Od tego czasu solanka (o różnym stopniu nasycenia) zbiera się w dwóch rzapiach (WIII-9/1) i (WIII-9/2).

W 1987 roku dokonano likwidacji otworów zsyłowych. Otwory 1 i 2 zostały przewidziane. Otwór nr 3 nie został przewiercony ze względu na zagwożdżenie go przedmiotami metalowymi od głębokości 12 m. Po próbie szczelności przeprowadzonej w połączonych otworach 1 i 3 uszczelniono wylot otworu 1 i zatłoczono mleczko cementowe do wysokości 7–8 m w otworach 1 i 3.

Likwidacja otworów wpłynęła na zmniejszenie wycieków kropłowych obserwowanych przy wylotach tych otworów z około 500 do 40 kropli na minutę [4].

Obecnie planowane jest doszczelnienie otworów „popiołowych” (oznaczonych symbolami X-1, X-2, X-3). Ma to polegać na uszczelnieniu strefy przyotworowej górotworu na odcinku od powierzchni do stropu utworów trzeciorzędowych poprzez: odwiercenie wokół każdego z nich dwóch pierścieni składających się z ośmiu otworów o głębokości 14 m każdy, wykonaniu iniekcji zaczynami doszczelniającymi i przykryciu otworów na głębokości do 1,5 m p.p.t. płytą betonową [2].

3. WYDAJNOŚĆ I CHEMIZM WYCIEKU WIII-9

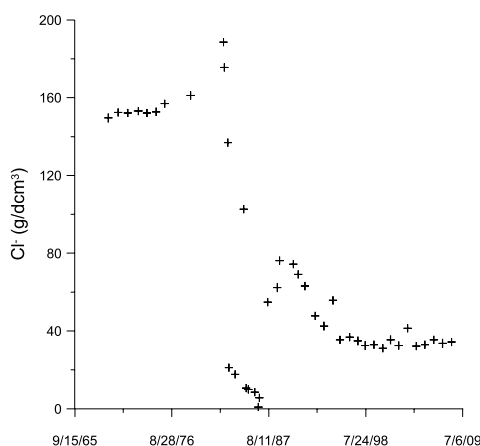
Obecnie solanka wycieku WIII-9 gromadzi się w dwóch rzapiach. W rzapiu zlokalizowanym bliżej wylotu bunkra popiołowego WIII-9/1 (rys. 2) dopływ w ilości około 0,02 l/min charakteryzuje się zawartością jonów Cl^- ok. 35g/l, w drugim oznaczonym WIII-9/2 zbiera się solanka o nasyceniu ok. 186 g/l. jonu Cl^- (stan równowagi z halitem) w ilości 0,08 l/min (Bilans wycieków kopalnianych). Według badań izotopowych (oznaczenia δO^{18} , δD i wartość trytu) [6] woda określana jest jako współczesna silnie odparowana).



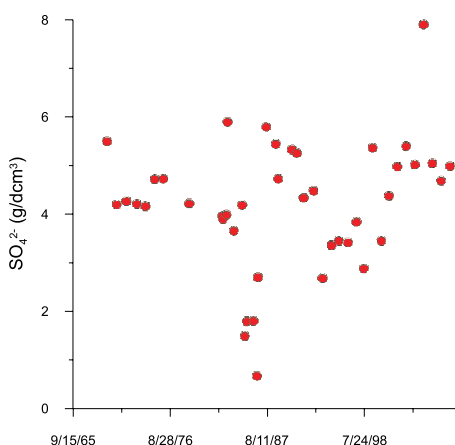
Rys. 2. Rząpie WIII-9/1 (fot. J. Przybyło)

Zmiany wydajność wycieku oraz zawartości jonów siarczanowych i chlorkowych oraz wartości wskaźnika siarczanowości przedstawiono na rysunkach 3–8. Obserwuje się spadek zawartości jonów Cl^- (rys. 3), współczynnik korelacji liniowej wynosi $R = -0,70$. Należy jednak zaznaczyć, że do roku 1986 to jest do czasu przebudowy chodnika oraz wykonania ujęcia tego wycieku (dwa rząpia) do badań pobierano solankę stagnującą w chodniku czyli bardziej nasyconą NaCl . Po roku 1987 (22 dane) występuje też spadek zasolenia dopływu i ma on łagodny przebieg, ale zależność potwierdzona jest wartościami współczynników korelacji liniowej Pearsona $R = -0,81$ i korelacji nieparametrycznej współczynnik Spermana $R = -0,81$. Dla tego mniejszego przedziału czasowego obserwuje się też wzrost wartości wskaźnika siarczanowości (rys. 5) potwierdzony istotną wartością współczynnika korelacji liniowej $R = 0,79$ i korelacji nieparametrycznej $R = 0,80$. Zachodzące zależności można interpretować jako wynik postępującego rozługowania złoża solnego. Należy zaznaczyć, że wzrost wartości wskaźnika siarczanowości przy braku określonych tendencji zmian zawartości jonów siarczanowych w badanym przedziale czasowym (rys. 4) świadczy, że o zmianach wartości wskaźnika decyduje malejąca zawartość jonów chlorkowych. Może to wskazywać, że stan rozługowania otuliny złoża utrzymuje się na podobnym poziomie w całym okresie badawczym. Według modelowania geochemicznego wyciek WIII-9/1 osiągnął stan bliski nasycenia minerałami siarczanowymi (gipsem i anhydrytem) [5]. Z powodu niewystarczającej liczby danych nie można nic wnioskować o procesach zachodzących podczas dopływu do rząpia 2 (WIII-9/2). Wydajność ujęcia analizowana w całym bada-

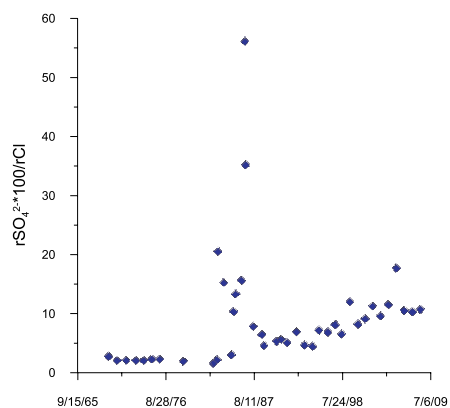
nym przedziale czasowym zmniejszyła się (rys. 6), współczynnik korelacji liniowej $R = -0,66$. Ale zmiany wydajności po roku 1987 (likwidacji otworów zsykowych) mają charakter nieregularnych wahań. Należy zaznaczyć, że ostatnie dane wydajności dopływu $-0,1$ l/min są kilkukrotnie mniejsze od wielkości obserwowanych w latach sześćdziesiątych ok. $0,6$ l/min. Zmniejszoną wydajność obserwuje się od czasów likwidacji otworów zsykowych. Z przebiegu wykresów obrazujących zmiany wydajności dopływów WIII-9/1 i WIII-9/2 (rys. 6 i 7) w okresie od 1994 r. (od kiedy prowadzi się obserwacje na podstawie dokładnych badań wodowskazowych można zaobserwować powiązanie ilości dopływów do obu rzepi (zależność odwrotnie proporcjonalną). Otrzymane wartości współczynników korelacji Pearsona $R = -0,31$, i Spearmana $R = -0,20$ choć istotne statystycznie świadczą, że zależność ta nie jest silna. Może to świadczyć, że istnieje powiązanie między tymi dopływami ale jednoznaczne określenie drogi krążenia wód w tym rejonie może być trudne.



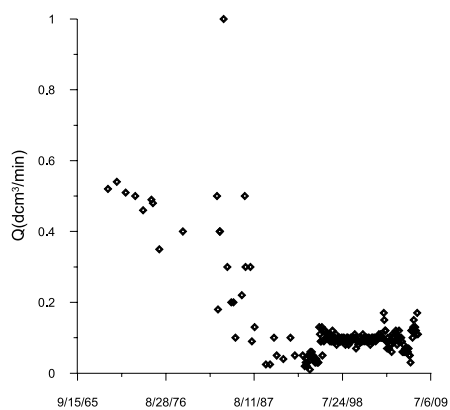
Rys. 3. Zawartość Cl^- w latach 1965–2008



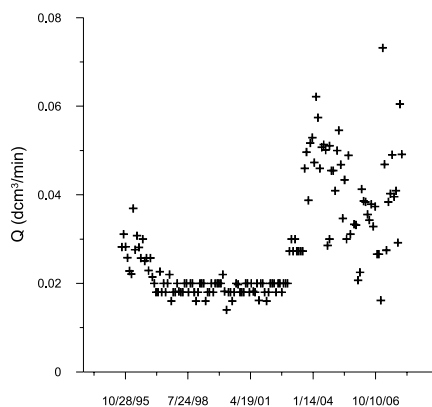
Rys. 4. Zawartość SO_4^{2-} w latach 1965–2008



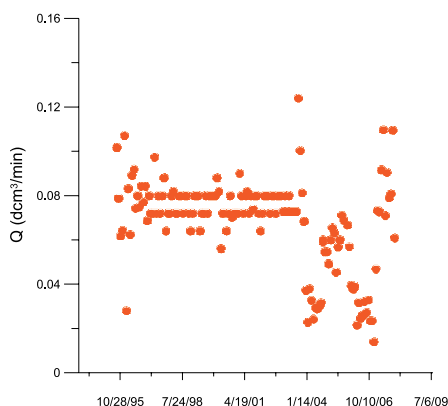
Rys. 5. Wartość wskaźnika siarczanowości w latach 1965–2008



Rys. 6. Wydajność WIII-9 w latach 1965–2007



Rys. 7. Wydajność WIII-9/1 w latach 1994–2007



Rys. 8. Wydajność WIII-9/2 w latach 1994–2007

4. PODSUMOWANIE

1. Sytuacja hydrogeologiczna w rejonie wycieku WIII-9 to przykład kontaktu hydraulicznego powstałego na skutek przewiercenia nadkładu złoża. Zawartości siarczanów badane w okresie ostatnich 40 lat w wycieku WIII-9 świadczą, że dopływająca woda ługowała minerały otuliny gipsowo – ilowej osiągając stan bliski nasycenia minerałami siarczanowymi.
2. Podjęte w latach osiemdziesiątych działania, które doprowadziły do ujęcia wycieku oraz likwidacja otworów zsympowych wpłynęły na zmniejszenie wydajności i ograniczenie penetracji wyrobisk kopalnianych przez wodę o niepełnym zasoleniu.
3. Większa wydajność solanki nasyconej niż nienasyconej świadczy, że nie udało się całkowicie wyeliminować procesu rozpuszczania halitu przez dopływ współczesnej wody infiltracyjnej.
4. Podjęcie działań mających na celu uszczelnienie drogi dopływu przez powtórную likwidację otworów zsympowych prawdopodobnie pozwoliłoby wyeliminować kontakt hydrauliczny, a co za tym idzie zmniejszyć zagrożenia wodne w tym rejonie kopalni.

LITERATURA

- [1] Bilans Wycieków Kopalnianych za rok 2008. Arch. Dz. Geol. KS „Wieliczka”
- [2] Gonet A. Stryczek S. Winid B.: *Projekt techniczny likwidacji otworów podszkorych odwierconych z powierzchni do wyrobisk Kopalni soli „Wieliczka*. Arch. Dz. Geol. KS „Wieliczka”
- [3] Materiały Archiwalne Działu Geologicznego KS Wieliczka, 1948
- [4] Rejestr wycieków kopalnianych 1982–2008, Arch. Dz. Geol. KS „Wieliczka”
- [5] Winid B.: *Wycieki solanek związane ze złożami soli kamiennej i znaczenie analizy ich parametrów w obserwacji warunków hydrogeologicznych na przykładzie Kopalni Soli Wieliczka*. Wydział WNiG AGH, 2003 (praca doktorska)
- [6] Zuber A., Duliński M.: *Badania izotopowe wód kopalnianych Wieliczki wykonane w latach 1973–2004: rezultaty i ich wyniki interpretacja*. Praca niepublikowana, 2004