

Jan Macuda*, Bogumiła Winid*

OCENA ZMIAN JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH W OBRĘBIE WYSADU SOLNEGO „DĘBINA”**

1. WPROWADZENIE

Złoże węgla brunatnego Bełchatów występuje w głębokim rowie tektonicznym o przebiegu W-E zwanym rowem Kleszczowa. Złoże podzielone jest na dwa pola: Bełchatów i Szczerców, które rozdziela wysad solny „Dębina” najdalej wysunięty na południe diapir w polskiej części basenu cechsztyńskiego [1]. Wypiętrzenie soli ma formę pnia o przekroju elipsy i wymiarach 400 na 600 m. Złoże soli występujące na głębokości 2700 m p.p.t. zostało wypiętrzone do głębokości 170 m p.p.t. W górnej części wysadu występuje strefa brekcji marglisto-ilastej i mułowcowej, której miąższość dochodzi do 60 m, niżej przechodząca w serię anhydrytowo-gipsową o miąższości od 25 do 70 m. Na powierzchniach bocznych wysadu miąższość tych stref zmniejsza się nawet to kilku m [14]. W rejonie wysadu w strefie przypowierzchniowej do głębokości 70 m występują utwory czwartorzędowe, głównie piaski i żwiry. Poniżej zalegają piaski drobnoziarniste i pylaste (trzeciorzęd) i utwory kredowo-jurajskie (spękane wapienie i margle a lokalnie także piaskowce kredowe). W wyniku przebijania się struktury solnej ku powierzchni nastąpiło strzaskanie osadów mezozoicznych i powstanie uskoków radialnych. Rów Kleszczowa jest asymetryczny. W jego południowym skrzydle utwory mezozoiczne występują znacznie płycej niż w jego skrzydle północnym. Wszystko to sprawia, że warunki hydrogeologiczne w rejonie wysadu solnego „Dębina” są skomplikowane. Występują tu cztery kompleksy wodonośne [2,12]. Przeciętna wartość współczynnika filtracji piasków i żwirów czwartorzędowych wynosi około $2,3 \times 10^{-4}$ m/s [5, 8]. Trzeciorzędowy kompleks wodonośny składa się z trzech poziomów: nadwęglowego, węglowego i podwęglowego. Łączna miąższość tego kompleksu wynosi od 90 do 400 m. Warstwy wodonośne stanowią około 50% jego profilu, a ich współczynniki filtracji wynoszą od $1,2 \times 10^{-5}$ do $3,5 \times 10^{-5}$ m/s [8]. Miąższość utworów kredowych w analizowanym rejonie jest zmienna. Na SE od wysadu „Dębina” utwory te nie występują, a na pozostałym obszarze ich miąższość ulega istotnym zmianom i dochodzi do

* Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH, Kraków

** Praca wykonana w ramach badań własnych WWiG AGH

2. PORÓWNANIE CHEMIZMU WÓD POBRANYCH Z NOWO WYKONANYCH STUDNI Z DANymi ARCHIWALNYMI I INNYMI WODAMI CHLORKOWYMI

Skład chemiczny wód podziemnych z rejonu złoża węgla brunatnego Bełchatów był analizowany zarówno na podstawie wyników analiz wód pobranych ze studni odwodnieniowych, jak i piezometrów [2, 3, 7]. Przedmiotem oceny była przede wszystkim zawartość jonów chlorkowych [13, 14]. Budowa „nowej” bariery odwodnieniowej miała na celu podobnie jak w przypadku „starej” przeciwdziałanie przepływowi wód wokół wysadu i ewentualnie przez jego czapę [6]. Analiza chemizmu wód ze studni „nowej” bariery jest elementem oceny aktualnej sytuacji hydrogeologicznej wokół wysadu.

Przedmiotem badań był chemizm wód eksploatowanych trzema studniami „nowej” bariery odwadniającej, zlokalizowanych w różnych jej miejscach. Były to studnie: 38SD na SE od wysadu, 44SD (na południe od wysadu) oraz 57SD na północ od wysadu. Między studniami południowej części bariery odwodnieniowej, a wysadem solnym znajduje się uskoki.

Na podstawie analiz chemicznych próbek wód pobranych z w/w studni „nowej” bariery odwodnieniowej policzono wzajemne proporcje między głównymi jonami – wskaźniki hydrochemiczne. Porównano je z wartościami wskaźników hydrochemicznych określonych na podstawie archiwalnych analiz wód z rejonu wysadu „Dębina” i odkrywki [7] poziomu jury górnej oraz wszystkich poziomów łącznie. Wartości proporcji między jonami badanych wód były porównywane do wskaźników hydrochemicznych dla wód chlorkowych, których mineralizacja jest niewątpliwie związana z ługowaniem złoża soli kamiennej. Są to wody infiltracyjne ujmowane na terenie Kopalni Soli „Wieliczka” o mineralizacji od 3700 do 9991 mg/dm³ [11]. Wartości wskaźników hydrochemicznych obliczone na podstawie aktualnych wyników analiz i na podstawie analiz archiwalnych zostały przedstawione w tabeli 1.

Celem przeprowadzonego porównania było określenie pochodzenia wody ujmowanej studniami nowo wykonanej bariery odwodnieniowej, a tym samym uzyskanie informacji odnośnie stref jej dopływu i ustalenie czy eksploatowana woda pochodzi ze wszystkich kompleksów wodonośnych występujących w rejonie wysadu solnego „Dębina” czy też z głębiej zalegających pieter.

Wskaźniki hydrochemiczne wód ze studni 38SD i 44SD mają podobne wartości jak wody z rejonu odkrywki i wysadu „Dębina”. Natomiast woda ze studni 57SD różni się od wód ze studni 38SD i 44SD oraz analiz archiwalnych zarówno mineralizacją, typem jak i wartościami wskaźników hydrochemicznych. Wartość wskaźnika sodowo-chlorkowego świadczy niewątpliwie o bliskim sąsiedztwie wysadu solnego (mineralizacji wywołanej ługowaniem halitu), natomiast wartości wskaźnika $r \frac{\text{HCO}_3^-}{\text{Cl}^-}$ wodorowęglanowo-chlorkowe o dalszej drodze dopływu wody w stosunku do dwóch pozostałych studni [10]. Niskie wartości wskaźników siarczanowości w porównaniu do pozostałych wód przedstawionych w tabeli 1 mogą świadczyć o utrudnionym kontakcie ze strefą wymiany wody albo o dopływie z pominięciem strefy siarczanowej czyli na przykład zasilaniem z poziomów niższych.

Tabela 1

Wartości wskaźników hydrochemicznych dla wód odkrywki Bełchatów, rejonu wysadu solnego „Dębina” i wycieków Kopalni Soli Wieliczka

Charakterystyka chemiczna wody	Odkrywka Bełchatów*			Wysad solny „Dębina”**
	Wszystkie łącz.	Jg N sys. odw.	J _d Ant/ Łękińska.	Wszystkie łącz.
Typ wody	HCO ₃ -Ca-Na	HCO ₃ -Ca	HCO ₃ -Ca	HCO ₃ -Cl-SO ₄ -Ca-Na
Mineralizacja (mg/dm ³)	425	432	547	456
Wsk. hydrochemiczny				
$r \frac{Na^+}{Cl^-}$	2,5	0,72	1,86	1,61
$r \frac{HCO_3^-}{Cl^-}$	6,59	9,26	1,38	2,27
$r \frac{Cl^-}{aniony}$	0,11	0,08	0,38	0,24
$r \frac{Ca^{2+}}{(SO_4^{2-} + HCO_3^-)}$	0,83	0,86	0,62	0,71
$r \frac{Ca^{2+}}{Mg^{2+}}$	4,73	4,98	3,53	3,31
$r \frac{Na^+}{K^+}$	11,57	5,95	20,72	27,21
$r \frac{SO_4^{2-} \times 100}{Cl^-}$	133,57	196,84	26,80	97,80
$r \frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{Na^+}$	3,19	16,14	0,70	1,87
$r \frac{Ca^{2+}}{Ca^{2+} + SO_4^{2-}}$	8,58	9,02	7,22	7,26
$r \frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{SO_4^{2-}}$	5,96	5,90	4,92	3,07
$r \frac{Ca^{2+}}{Ca^{2+} + HCO_3^-}$	0,50	0,51	0,42	0,50
$r \frac{Ca^{2+}}{SO_4^{2-}}$	4,92	4,91	3,84	2,36
$r \frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{Na^+ + K^+}$	2,93	13,82	0,67	1,80

* według [7], ** według [15], *** według [11]

Tabela 1 cd.

Wysad solny „Dębina”*	Studnie „nowej” bariery wysadu solneg „Dębina” **			Kopalnia Soli Wieliczka***		
	38SD	44SD	57SD	1	2	3
HCO ₃ -Cl-Na- Ca	HCO ₃ -Ca	HCO ₃ -Ca-Na	Cl-Na	Cl-HCO ₃ - Na	Cl-SO ₄ ⁻ Ca-Na	Cl-Na SO ₄ ⁻ Ca
555	266	273	6567	3717	5470	9991
1,49	1,51	2,75	1,00	1,41	0,39	1,38
1,56	10,61	10,23	0,03	0,31	0,05	0,10
0,32	0,08	0,08	0,94	0,01	2,84	0,02
0,27	0,76	0,79	1,10	0,03	1,67	0,57
1,37	3,73	5,68	3,95	0,71	8,68	21,17
13,61	19,49	29,25	344,40	436,36	72,72	563,0
56,03	67,81	93,28	2,92	13,16	48,43	57,46
0,67	27,29	19,48	1,48	0,02	2,55	0,29
4,01	7,67	7,58	17,63	0,08	0,65	0,40
1,78	16,05	11,14	2,93	0,22	2,07	0,70
0,27	0,45	0,46	0,67	0,04	0,94	0,80
1,03	12,68	9,48	2,34	0,09	1,85	0,67
0,62	6,86	3,65	0,08	0,02	2,51	0,29

O braku wpływu procesu rozpuszczania minerałów siarczanowych na chemizm wód wszystkich ujęć mogą świadczyć wartości wskaźnika węglanowo-siarczanowego. Dla wód, których mineralizacja spowodowana jest rozpuszczaniem gipsu, wartość ta powinna wynosić ok. 1 [10]. Można zauważyć jednak podobieństwo w rzędzie wartości tego wskaźnika dla wody ze studni 57SD i wody o podobnej mineralizacji z Wieliczki, która jest innego typu, ale niewątpliwie biorąc pod uwagę rejon występowania wycieku przez strefę siarczanową przepływa. Wartości wskaźników $r \frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}}$ i $r \frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}{\text{SO}_4^{2-}}$ świadczą o braku procesu rozpuszczania siarczanów i pochodzeniu wapnia z innych procesów [4], może być to wymiana jonowa (choć nie przemawia za tym wartość wskaźnika $r \frac{\text{Na}^+}{\text{Cl}^-}$). Najbardziej prawdopodobny wydaje się proces wietrzenia kalcytu (wartości wskaźnika $r \frac{\text{Ca}^{2+}}{\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^-}$).

3. PODSUMOWANIE

Na podstawie przeanalizowanych danych i porównania ilorazów jonowych w wodach pochodzących z rejonu wysadu solnego „Dębina” z innymi wodami tego rejonu i wodami o podobnej mineralizacji będącej wynikiem rozpuszczania soli kamiennej trudno jest jednoznacznie ocenić sytuację hydrogeologiczną wokół wysadu solnego. Wody występujące w południowym rejonie są wodami o niskiej mineralizacji i typie wodorowęglanowym charakterystycznym dla występujących w rejonie złoża kompleksów wodonośnych. Wody dopływające do wysadu od strony północnej mają mineralizację spowodowaną najprawdopodobniej ługowaniem soli kamiennej o czym świadczą wartości przeanalizowanych wskaźników hydrochemicznych. W przypadku wody ze studni 57SD można sądzić, że dopływ pochodzi raczej z głębszej strefy w stosunku do studni okalających wysad od południa. Nie można pominąć faktu, że budowa studni bariery odwadniającej umożliwiająca dopływ wody z całej miąższości strefy wodonośnej ułatwia mieszanie wód z różnych kompleksów wodonośnych co dodatkowo uniemożliwia jednoznaczne określenie jej pochodzenia. Dla dokładnego ustalenia stref dopływu wód, zwłaszcza do studni „nowej” bariery odwadniającej niezbędne jest wykonanie badań Production Log oraz pobranie reprezentatywnych próbek eksploatowanej wody.

LITERATURA

- [1] Haluszczak A.: *Cenozoic dynamics of the Debina Salt Dome, Kleszczów Graben, inferred from structural features of the Tertiary-Quaternary cover*. Annales Societatis Geologorum Poloniae, vol. 74, 2004, 311–318
- [2] Motyka J., Czop M., Jończyk I., Jończyk M., Martyniak R.: *Skład chemiczny wód podziemnych w rejonie wysadu solnego „Dębina”*. Materiały XIII Konferencji Współczesne Problemy Hydrogeologii Krynica – Kraków, 2007, 779–787
- [3] Motyka J., Czop M., Jończyk I., Jończyk M., Martyniak R.: *Model hydrogeologiczny rejonu wysadu solnego „Dębina”*. Materiały XIII Konferencji Współczesne Problemy Hydrogeologii Krynica – Kraków, 2007, 823–830

- [4] Razowska L.: *Wskaźniki hydrochemiczne – mało przydatne czy niedoceniane*. Współczesne problemy hydrogeologii, t. IX, Warszawa–Kielce 15–17 września 1999, PIG Warszawa, 1999, 307–313
- [5] Sawicki J.: *Złoże i kopalnia Bełchatów*. [w:] Wilk Z. (red.), *Hydrogeologia polskich złóż kopalin i problemy wodne górnictwa*, Kraków, Wyd. AGH 2003, 536–570
- [6] Seweryn L., Górski G., Szczepanik P., Szczepiński J.: *Ochrona środowiska wodnego w rejonie kopalni Bełchatów przed wpływem wysadu solnego „Dębina” w aspekcie przyszłej eksploatacji złoża*. Materiały sympozjum „Zagrożenia naturalne w górnictwie”, 2004, 269–276
- [7] Siciński W., Kuszneruk J.: *Chemizm wód podziemnych w rejonie Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów po 20 latach eksploatacji kopalni metodą odkrywkową*. Przegląd Geologiczny, vol. 45 (5), 1997, 518–522
- [8] Szczepiński J.: *Predictive modeling of offfilling with water the Bełchatów Lignite Mine final excavations*. [w:] Rózkowski A., Rogoż M. (eds.) – *Mine water and the environment 7th Intern. Mine Water Assoc. Congress*, Ustroń, Poland, 2000, 311–341
- [9] Szczepiński i inni: *Koncepcja nowej bariery ochronnej wysadu solnego Dębina wraz z uwarunkowaniami eksploatacyjnymi Poltegor-Projekt Sp z o.o.* 2002, (niepublik.)
- [10] Vengosh A., Rosenthal E.: *Saline groundwater in Israel: its bearing on the water crisis in the country*. *Journal of Hydrology*, 156, 1994, 389–430
- [11] 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)
- [12] Zawisza L., Macuda J.: *Groundwater hazard related with lignite production in the area of saline diapir “Dębina” in the Lignite Opencast Bełchatów*. *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 16, no. 3B, 2007, 525–529
- [13] Zdechlik R., Kania J.: *Tło hydrogeochemiczne i rozkład stężeń jonów wskaźnikowych w rejonie złoża Bełchatów*. *Współczesne problemy hydrogeologii*, t. XI cz. 2, 2003, 327–334
- [14] Żak S., Sobociński C.: *Zawartość jonów chlorkowych w wodach podziemnych w rejonie wysadu solnego „Dębina”*. *Górnictwo Odkrywkowe*, 4, 2002, 19–23
- [15] *Materiały Archiwalne KWB „Bełchatów” SA*, 2007