

Ludwik SEWERYN, Jacek SZCZEPIŃSKI

Poltegor-Projekt, sp. z o.o., Wrocław

Zbigniew KOZŁOWSKI,

Politechnika Wrocławska

ZABEZPIECZENIE ŚRODOWISKA WODNEGO W REJONIE BOT KWB BEŁCHATÓW S.A. PRZED WPŁYWEM WYSADU SOLNEGO „DĘBINA”

Streszczenie. W artykule opisano naturalne warunki występowania wysadu solnego „Dębina” oraz wynikające zagrożenia dla środowiska wodnego, na skutek eksploatacji w jego sąsiedztwie złoża węgla brunatnego Bełchatów. Przedstawiono sposób zabezpieczenia oraz zasady działania bariery ochronnej wokół wysadu solnego oraz informacje na temat przebiegu jej dotychczasowej eksploatacji.

WATER ENVIRONMENT PROTECTION IN THE BOT BEŁCHATÓW LIGNITE MINE AREA AGAINST DĘBINA SALT DIAPIR

Summary. In the paper natural conditions of Dębina salt diapir occurrence and consequent hazards for water environment, due to mining operations at Bełchatów and Szczerców open pits located in its vicinity was discussed. The protective measures were presented as well as the principles of the protection well barrier operation around Dębina salt diapir, and up to date effects of the protective barrier. Well protective barrier concept actualization was discussed, relating to required depression and prognostic inflow into “new” protective barrier.

1. Naturalne warunki występowania wysadu solnego „Dębina”

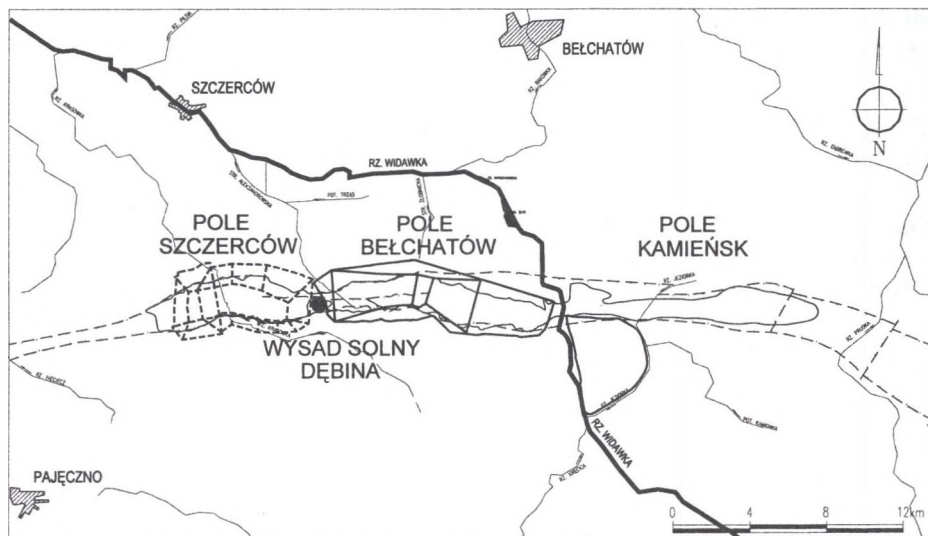
Złoże węgla brunatnego Bełchatów posiada kształt o biegu równoleżnikowym. Jego łączna długość wynosi około 38 km, a szerokość 1,5 – 2 km. Zalega w rowie tektonicznym Kleszczowa, którego średnia głębokość wynosi około 400 m. Naturalnymi granicami podziału złoża jest wysad solny „Dębina” występujący pomiędzy Polem Szczerców a Polem Bełchatów oraz uskok Widawki rozdzielający Pola Bełchatów i Kamieńsk (rys. 1.1).

W budowie geologicznej rejonu złoża biorą udział utwory cechsztyńskie, jurajskie, kredowe, trzeciorzędowe i czwartorzędowe. We wszystkich wymienionych formacjach występują wody podziemne, które generalnie, dzięki powszechnie występującym kontaktom hydraulicznym, tworzą wspólny poziom wodonośny. Ograniczenia przepływów wód podziemnych mają charakter lokalny.

Wysad solny Dębina stanowi lokalne wyniesienie permskiego złoża soli, które stwierdzono na głębokości około 2700 m. Na strukturę wysadu składają się:

- ciało solne,
- czapa anhydrytowo-gipsowa,
- utwory brekcji.

W planie poziomym wysad przypomina nieregularną elipsę o wydłużonej osi na kierunku N-S i wymiarach 500×650 m, z przesuniętym punktem „kulminacji” zwierciadła solnego, nawierconego na głębokości 170 m. W przekroju pionowym wysad ma kształt pnia wznoszącego się od N, W i E pod kątem od 70° do 85°.



Rys. 1.1. Mapa rejonu Bělchatowa

Fig. 1.1. Map of the Bělchatów Mine region

Wysad solny przykryty jest czapą anhydrytowo-gipsową o miąższości od 25 do 70 m; na skłonach miąższość czapy zredukowana jest do około 10 m. Zewnętrzną część wysadu tworzy strefa brekcji, zbudowana z rozkruszonych i przemieszanych skał jurajskich, kredowych

i utworów trzeciorzędowych o maksymalnej miąższości około 60 m, lecz znacznie zredukowanej nawet do kilku metrów na stromych ścianach wysadu (rys. 1.2).

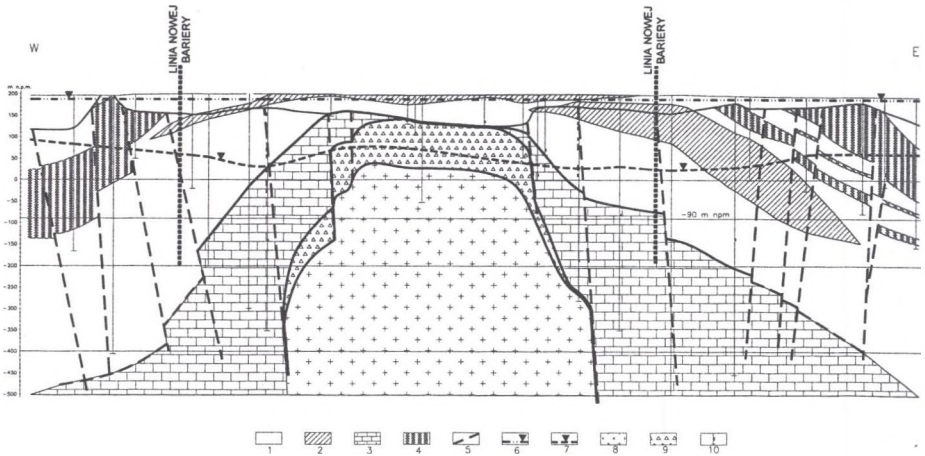
W otoczeniu wysadu występują stromo przemieszczone ku górze utwory jurajsko-kredowe i węglonośne osady trzeciorzędowe. W rejonie wysadu występują trzy podstawowe kompleksy wodonośne:

- czwartorzędowy w utworach piaszczysto-żwirowych o miąższości około 70 m, gdzie wartości współczynnika filtracji k wynoszą od około 2 do 20 m/d,
- trzeciorzędowy w piaskach drobnych i pylistych o współczynniku filtracji rzędu 2 m/d, ze zwierciadłem subartezyjskim,
- kredowo-jurajski występujący w szczelinach głównie wapieni i margli charakteryzujących się współczynnikiem filtracji rzędu 3 – 14 m/d, subartezyjski.

Wody występujące w warunkach naturalnych w otoczeniu wysadu były przeważnie słodkie, głównie dwujonowe typu $\text{HCO}_3\text{-Ca}$, o odczynie słabo zasadowym. Zawartość substancji rozpuszczonych najczęściej mieściła się w granicach od 200 do 300 mg/dm^3 . Zawartość chlorków wynosiła przeważnie poniżej 20 mg Cl/dm^3 , a sporadycznie do około 200 mg Cl/dm^3 ; siarczanów od 10 do 20 $\text{mg SO}_4/\text{dm}^3$, a maksymalnie do około 50 $\text{mg SO}_4/\text{dm}^3$. Wraz z głębokością następował wzrost zawartości substancji rozpuszczonych, która dla najwyższego kompleksu czwartorzędowego wynosiła średnio 210 mg/dm^3 , dla niżej leżącego trzeciorzędowego – średnio 260 mg/dm^3 , a dla najniższego kompleksu kredowego – średnio 380 mg/dm^3 .

Stwierdzono ponadto istnienie szeregu anomalii, szczególnie w obrębie utworów trzeciorzędowych i mezozoicznych, kontaktujących się ze strukturą wysadu, gdzie zawartość substancji rozpuszczonych wahała się od 1500 do 4900 mg/dm^3 , a zawartość chlorków od 470 do 820 mg Cl/dm^3 .

Wody występujące w brekcji stanowiącej zewnętrzną część struktury wysadu posiadają zróżnicowany skład chemiczny typu $\text{Cl-SO}_4\text{-Na}$ i Cl-Na (słone i solanki). Zawartość substancji rozpuszczonych waha się od 1610 do 54800 mg/dm^3 , a zawartość chlorków od 39 do 32300 mg Cl/dm^3 [4].



Rys. 1.2. Przekrój W-E przez wysad solny Dębina

Objaśnienia: 1 – utwory porowate, przepuszczalne, 2 – utwory nieprzepuszczalne i słabo przepuszczalne, 3 – utwory szczelinowo - krasowe, 4 – węgiel brunatny, 5 – uskoki, 6 – pierwotne zwierciadło wód podziemnych, 7 – obniżone zwierciadło wody - stan obecny, 8 – wysad solny, 9 – czapa wysadu solnego, 10 – piezometry i otwory badawcze

Fig. 1.2. W-E cross section through Dębina salt diapir

2. Zagrożenia dla środowiska naturalnego

W warunkach naturalnych wysad solny pozostawał w równowadze hydrochemicznej ze słodkimi wodami podziemnymi występującymi w jego otoczeniu. Na skutek zbliżania się do wysadu systemu odwadniania Pola Bełchatów (od wschodu), a w późniejszym okresie także systemu odwadniania Pola Szczerców (od zachodu) powstaje zagrożenie, iż wzrost spadków hydraulicznych w rejonie wysadu spowoduje proces jego rozmywania i przepływ zasolonych wód podziemnych od strony wysadu do urządzeń odwadniania w głębszym odkrywek. W konsekwencji doprowadziłoby to do zasolenia cieków powierzchniowych i generalnie pogorszenia czystości rzek odbierających wody kopalniane. Orientacyjnie ilość soli wypłukanych z wysadu solnego mogłaby wynieść około 1080 tys. Mg. Przewidywana mineralizacja ogólna w rzece Widawce mogłaby wzrosnąć o około 300%, a mineralizacja chlorkowa o ponad 1600 %. Graniczna wartość spadku hydraulicznego, przy którym może się rozpocząć proces rozmywania struktury wysadu, wynosi $I = 0,004$.

Rozmywanie wysadu prowadzi także do osiadania terenu, a w tym do wytworzenia kawern w górotworze oraz zapadlisk terenu.

Maksymalne obniżenie zwierciadła wód podziemnych na Polu Bełchatów w 2017 r. oraz na Polu Szczerców około 2038 r. spowoduje, że w sąsiedztwie wysadu solnego depresja będzie wynosić ok. 300 m. Taka depresja spowodowałaby wielokrotne przekroczenie bezpiecznego spadku hydraulicznego i intensyfikację przepływu podziemnego w strefie wysadu.

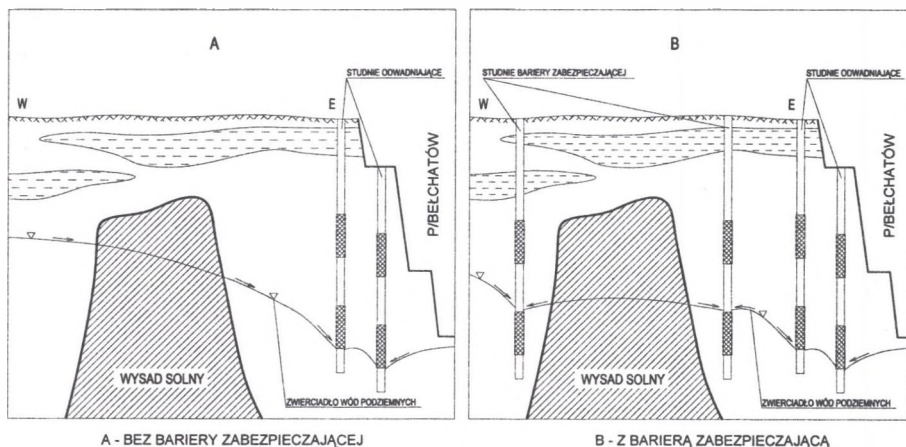
3. Wybór zabezpieczenia środowiska wodnego przed wpływem wysadu solnego

W celu wyboru właściwego rozwiązania zabezpieczającego środowisko wodne przed wpływem wysadu solnego we wstępnej fazie rozważań analizowano różne sposoby wyeliminowania lub ograniczenia przepływu wód podziemnych przez wysad, a mianowicie:

- pionowe okalające ekrany szczelne wykonane różnymi metodami,
- uszczelnienie samej osłony ciała solnego, czyli czapy gipsowo-iłowej,
- barierę studni depresyjnych,
- barierę studni represyjnych,
- eksploatację soli do głębokości strefy hydraulicznie aktywnej.

Wstępna analiza hydrogeologicznych i technicznych warunków realizacji poszczególnych sposobów dała wskazania do szczegółowego rozpracowania jedynie pionowego ekranu szczelnego, wykonanego metodą iniekcyjną i bariery studni depresyjnych. Wariant ekranu iniekcyjnego odrzucono ze względu na to, że byłby to eksperyment na niespotykanych głębokościach, z czym związany jest duży stopień ryzyka niedostatecznej skuteczności. Ponadto argumentem przeciw temu rozwiązaniu były koszty eksploatacji ekranu, większe około 3-krotnie od kosztów budowy i eksploatacji bariery zabezpieczającej. Natomiast za najkorzystniejszy uznano wariant z zastosowaniem pierścieniowej bariery studni depresyjnych, spełniających rolę ekranu hydraulicznego (rys. 3.1) [2].

Zadaniem działania bariery jest wytworzenie takiego układu hydrodynamicznego, w którym depresja pomiędzy studniami jest nieco większa od wpływu odwadniania odkrywki. W powstałym układzie hydrodynamicznym czyste wody dopływające do bariery spoza pierścienia, wody zmineralizowane występujące w obrębie wysadu, a także wody znajdujące się pomiędzy wysadem i barierą ujęte są studniami bariery i odprowadzone na zewnątrz.



Rys. 3.1. Schemat przepływu wód podziemnych przez wysad solny „Dębina”

Fig. 3.1. Scheme of ground water flow through Dębina salt diapir

4. Założenia projektowe odwadniania Pola Bełchatów i Pola Szczerców

Zgodnie z dotychczasowymi założeniami, praca systemu odwadniania na Polu Bełchatów przewidziana jest do 2017 roku, natomiast na Polu Szczerców do 2032 roku. Obie daty związane są z zakończeniem eksploatacji węgla w obu odkrywkach.

Maksymalne obniżenia zwierciadła wody na Polu Bełchatów i na Polu Szczerców związane są z zakładaną maksymalną rzędną dna obu tych odkrywek i wyniosą na Polu Bełchatów –111 m npm., a na Polu Szczerców – 101 m npm.

Po zakończeniu eksploatacji nastąpi okres wypłykania wyrobisk poeksploatacyjnych mający na celu przystosowanie wyrobisk końcowych do funkcji zbiornika wodnego. Będzie on trwał:

- na Polu Bełchatów w okresie 2018 – 2025,
- na Polu Szczerców w okresie 2038 – 2050.

Po 2017 roku na Polu Bełchatów oraz po 2038 roku na Polu Szczerców, aż do 2050 roku, tj. do rozpoczęcia napełniania zbiorników wodą, systemy odwadniania obydwu pól muszą funkcjonować w ograniczonym stopniu dla utrzymania stabilności nie napełnionych wodą zbiorników.

5. Dotychczasowa realizacja bariery ochronnej wysadu solnego „Dębina”

Bariera wysadu solnego rozpoczęła pracę w październiku 1992 roku. Przewidywano, że praca zbudowanej wówczas bariery zakończy się w latach 2002 – 2004, kiedy to planowana była przebudowa „starego” układu bariery. Dla tego okresu czasu dopasowane zostały głębokości 39 studni „starej” bariery, wynoszące średnio od 200 – 250 m.

W okresie od 1993 do 2001 roku roczne przyrosty depresji na barierze wynosiły 10 – 15 m, przy dopływach od 13,9 do 12,0 m³/min, pochodzących głównie z kenozoicznego poziomu wodonośnego (rys. 5.1). W latach 2002 – 2003 dopływ wód do bariery wysadu obniżył się do około 8 – 9 m³/min, co spowodowane zostało mniejszymi od zakładanego obniżeniem zwierciadła wody na barierze. Maksymalny poziom jonów Cl w rowie zbiorczym odprowadzającym wody z bariery wsadu w latach 2002 – 2003 kształtował się na poziomie od 280 do 310 mg/l. Poziom SO₄ w trakcie tego okresu wahał się od 22 do 82 mg/l.

Od roku 2004 funkcję istniejącej bariery zaczęły przejmować studnie „nowej” bariery wysadu o głębokości 380 – 400 m. Według dotychczasowych założeń podstawowy zakres studni „nowej” bariery, którego zakończenie przewiduje się w 2007 r., stanowić będzie około 31 studni. Ponadto w ramach „nowej” bariery wykonane zostaną 32 otwory rozpoznawcze i 30 otworów obserwacyjnych. Eksploatacja studni „nowej” bariery pozwoli na zwiększenie depresji wokół wysadu Dębina, do zakładanych –110 m npm.

W początkowym okresie pracy nowej bariery wysadu, nastąpił zwiększony dopływ wód podziemnych do studni bariery, który na koniec 2005 roku wzrósł do blisko 35 m³/min. Powodem wzrostu dopływu jest drenowanie przez studnie „nowej” bariery wód pochodzących z mezozoicznego skrasowiałego poziomu wodonośnego w południowej części bariery. Stężenie chlorków w wodach odprowadzanych ze studni bariery na koniec 2005 roku wynosiło 374.9 mg/l, a stężenie siarczanów 42.5 mg/l (11.2005).

Bariera wysadu pracować będzie do końca eksploatacji złoża, tj. do 2038 roku, oraz w okresie wypłykania zbiorników poeksploatacyjnych Pól Bełchatów i Szczerców, tj. do 2052 roku. W czasie napełniania tych zbiorników wodą funkcja bariery będzie polegać na utrzymaniu i korygowaniu tempa odbudowy zwierciadła wody głównie od strony południowej oraz północnej.

starej bariery, a głębokość studni wynosi obecnie do 400 m. Początek pełnej eksploatacji nowej bariery przewiduje się w 2006 lub 2007 roku.

Przewidywane spompowanie wód z walca górotworu znajdującego się w obrębie bariery ochronnej wskazuje na potrzebę dokładnego monitorowania osiadań i stateczności rejonu struktury wysadu.

W związku z przewidywanym wzrostem mineralizacji pompowanych wód z bariery uzasadnione byłoby stosowanie materiałów odpornych na korozję w konstrukcjach studziennych, monitoringowych i układach pompowych.

Literatura

1. Seweryn L. i in.: Sposób zabezpieczenia wód podziemnych przed ujemnym wpływem przepływu wody przez źródło zanieczyszczeń. Patent 273440 dokonany 29.06.1988 r. udzielony decyzją Urzędu Patentowego RP w dn. 28.10.1991 r.
2. Seweryn L.: Ochrona wód kopalnianych przed ujemnym wpływem wysadu solnego „Dębina”. Materiały I Międzynarodowego Kongresu Górnictwa Węgla Brunatnego, Wrocław 2000, 217 – 224.
3. Seweryn L., Wojtkowiak B.: Zagrożenia jakości i ochrona wód w rejonie Kopalni Bełchatów. Materiały Sympozjum „Współczesne Problemy Hydrogeologii”, Kraków-Krynica 1995, 193 – 200.
4. Kompleksowa dokumentacja geologiczna złoża węgla brunatnego Bełchatów – Pole Bełchatów. Praca zbiorowa Wrocław, PG 1983 (nie publikowana).
5. Uściślona prognoza wpływu wysadu solnego Dębina na jakość wód kopalnianych i koncepcja układu bariery zabezpieczającej. Opracowanie zbiorowe, Poltegor-Projekt, Wrocław 1990 (nie publikowana).
6. Koncepcja nowej bariery ochronnej wysadu solnego Dębina wraz z uwarunkowaniami eksploatacyjnymi. Oprac. zbiorowe. Poltegor-Projekt sp. z o.o., Wrocław 2002 (nie publikowana).

Abstract

In the paper natural conditions of Dębina salt diapir occurrence and consequent hazards for water environment, due to mining operations at Bełchatów and Szczerców open pits located in its vicinity was discussed. In the second chapter of the paper present hazards for water environment, this can occur in case of mining approaching to salt diapir. It will be subsidence of ground surface caused by drainage of salt diapir and increased amount of sewage entering rivers. Predicted amount of salt leaching out from salt diapir is about 1080 000 Mg. Predicted general mineralization in river Widawka can increase about 300% and chloride mineralization can increase about 1600 %. Next chapter presents selection of method of water environment protection, following methods have been considered: vertical encircle tight barrier, sealing of shield of salt body, barrier of depression wells, barrier of repression wells and salt exploitation to a depth of zone of hydrological activity.

The protective measures were presented as well as the principles of the protection well barrier operation around Dębina salt diapir, and up to date effects of the protective barrier. Well protective barrier concept actualization was discussed, relating to required depression and prognostic inflow into "new" protective barrier.