



Warunki wodne w górotworze pomiędzy zlikwidowanym szybem Regis a czynnym szybem Sutoris w Bochni

Water conditions in the rock mass between the closed Regis shaft and the active Sutoris shaft in Bochnia

Andrzej Bezkorowajny¹, Wojciech Cholewa

¹ A&B Flint, ul. Głowackiego 18a, 32-800 Brzesko, abflint@poczta.onet.pl

STRESZCZENIE

W Kopalni Soli „Bochnia” zjawiska hydrogeologiczne na różnych poziomach kopalni obserwowane są od wielu lat. Wśród tych obserwacji szczególną rolę odgrywają obserwacje na poziomie Danielowiec pomiędzy szybem Sutoris i zlikwidowanym szybem Regis. W ostatnich latach wykonano z powierzchni terenu roboty geologiczne w rejonie szybów Sutoris i Regis, które pozwoliły na lepsze rozpoznanie warunków gruntowo – wodnych w utworach czwartorzędowych zalegających nad złożem soli. Przeprowadzone obserwacje i badania przyczyniły się do uściślenia informacji o warunkach krążenia wód w górotworze. W artykule przedstawiono uwarunkowania geologiczne i górnicze infiltracji wód z poziomu czwartorzędowego do złoża soli.

Słowa kluczowe: Kopalnia Soli „Bochnia”, mioceńskie złoża soli, krążenie wód podziemnych, solanki.

ABSTRACT

The hydrogeological phenomena have been observed for many years on different levels of the ‘Bochnia’ Salt Mine. The major focus is aimed at Danielowiec level - the area between the Sutoris and the shutdown Regis shafts. The recently handled mine workings and geological drillings, carried out from the surface level over the Sutoris and Regis shafts area, helped to explore the groundwater conditions in quaternary layers that cover the salt deposit. The observations and studies that were conducted helped to specify the data concerning the conditions of water circulation in orogene. The paper covers

the geological and mining conditions concerning water infiltration from the Quaternary level towards the salt deposit.

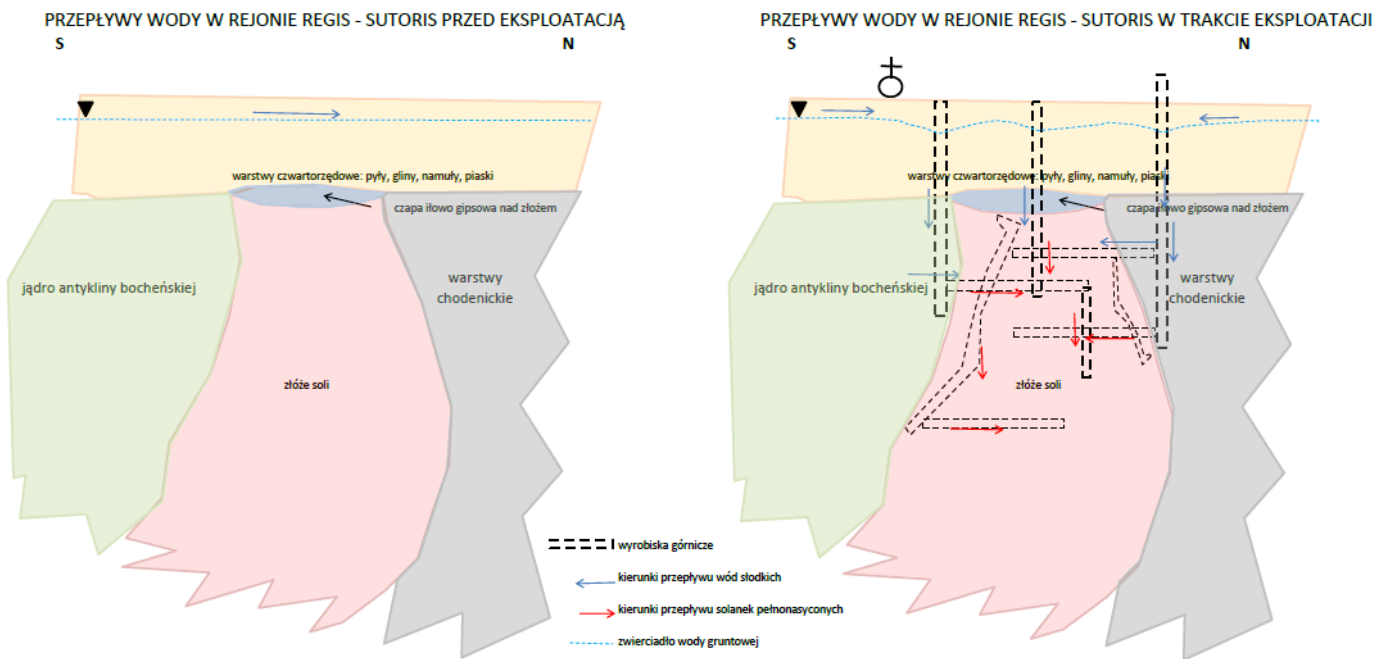
Key words: The Salt Mine “Bochnia”, the Miocene Salt Deposits, underground water flows, brines.

BUDOWA GEOLOGICZNA I HYDROGEOLOGIA

Podłoże w centrum Bochni w rejonie szybów Regis i Sutoris budują utwory czwartorzędowe leżące niezgodnie na prawie pionowo zalegających utworach miocenu allochtonicznego. Jest to równoleżnikowa struktura, którą budują skały jądra i północnego skrzydła antykliny Bochni. Utwory mioceńskie budują ropy, łowce, gipsy, anhydryty, rzadziej piaski i piaskowce. Budowę geologiczną i krążenie wód w górotworze przed i w trakcie eksploatacji Kopalni przedstawiono schematycznie na ryc.1.

Warstwy czwartorzędowe tworzą pyły, gliny pylaste, namuły z torfami i piaski. Utwory te są zawodnione i przybierają często formę kurzawek. Wodę w warstwach czwartorzędowych w pobliżu szybów Regis i Sutoris stwierdzono w następujących miejscach: studnia przy kościele Św. Mikołaja, otwory geotechniczne na plantach, w okolicy Rynku, placu Okulickiego, ul Trudnej. Przykładowe miejsca natrafienia na wody czwartorzędowe przedstawiono na ryc.2. Część otworów wiercona była w piwnicach budynków.

Miażdżość czwartorzędu jest zróżnicowana i waha się w tym rejonie od 10 do 20 m. We wszystkich otworach i sondach wykonywanych w tym rejonie stwierdzono dopływy wód gruntowych często o charakterze kurzawkowym.



Ryc. 1. Krążenie wody w górotworze przed i w trakcie eksploatacji złoża Bochnia
 Fig. 1. Water circulation in the rock mass before and during the exploitation of the Bochnia deposit



Ryc. 2. Przykładowe otwory badawcze stwierdzające wody czwartorzędowe
 Fig. 2. Example boreholes with confirmed water from Quaternary

DZIAŁALNOŚĆ GÓRNICZA

Początki eksploatacji soli w Bochni sięgają połowy XII wieku. Najstarszym szybem jest istniejący do dziś Szyb Sutoris. Zgłębiano go we wschodniej części złoża ponieważ w dolinie Babicy istniały wschodnie złoża solnego i na powierzchnię wypływały słone źródła. Od tego szybu rozpoczęto eksploatację soli kamiennej. W tym rejonie Bochni istniało więcej szybów: Floris, Gazaris, Regis, Finder, Boner i Wielki. Były one rozmieszczone na kierunku E–W, czyli wzdłuż rozciągłości złoża. Oprócz wymienionych, drążono wiele innych szybów na S i N w poszukiwaniu dalszych części złoża, lecz nie natrafiwszy na sól likwidowano je często w sposób nieodpowiedni stwarzając tym samym zagrożenia wodne dla późniejszych podziemnych wyrobisk. Nieodpowiednio zlikwidowany szyb stanowi potencjalną drogę infiltracji wód słodkich z powierzchni terenu i utworów czwartorzędowych do złoża solnego. Najpełniejszy obraz geologiczny został przedstawiony przez profesora Józefa Poborskiego (Poborski, 1952), prowadzącego liczne i dokładne prace geologiczne, których uwieńczeniem była książka pt. „Złoże solne Bochni na tle geologicznym okolicy”. Ostatnie kilkadziesiąt lat to proces stopniowego kończenia eksploatacji i przekształcania kopalni w obiekt turystyczny – uzdrowiskowy wraz z likwidacją części nie zabytkowych kopalni wraz z udostępnianiem nowych atrakcji dla turystów i kuracjuszy. Kopalnia podziemna działa nieprzerwanie od XIII wieku. Pod ziemią zachowało się wiele zabytków i świadectw minionej działalności górniczej, które powinny być chronione i zachowane dla przyszłych pokoleń.

- W 1981 r. zabytkowe wyrobiska zostały wpisane do rejestru zabytków. Jednocześnie podjęto prace przy przekształcaniu kopalni w obiekt turystyczno-leczniczy.
- 1990 skreślenie zasobów – ocenia się że na przestrzeni 8 wieków wyeksploatowano 60% zasobów geologicznych.
- W 2000 roku bocheńska kopalnia rozporządzeniem Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej została uznana za **pomnik historii**.
- **Kopalnia Soli Bochnia została wpisana na listę światowego dziedzictwa kulturalnego i naturalnego UNESCO w dniu 23 czerwca 2013 roku.**

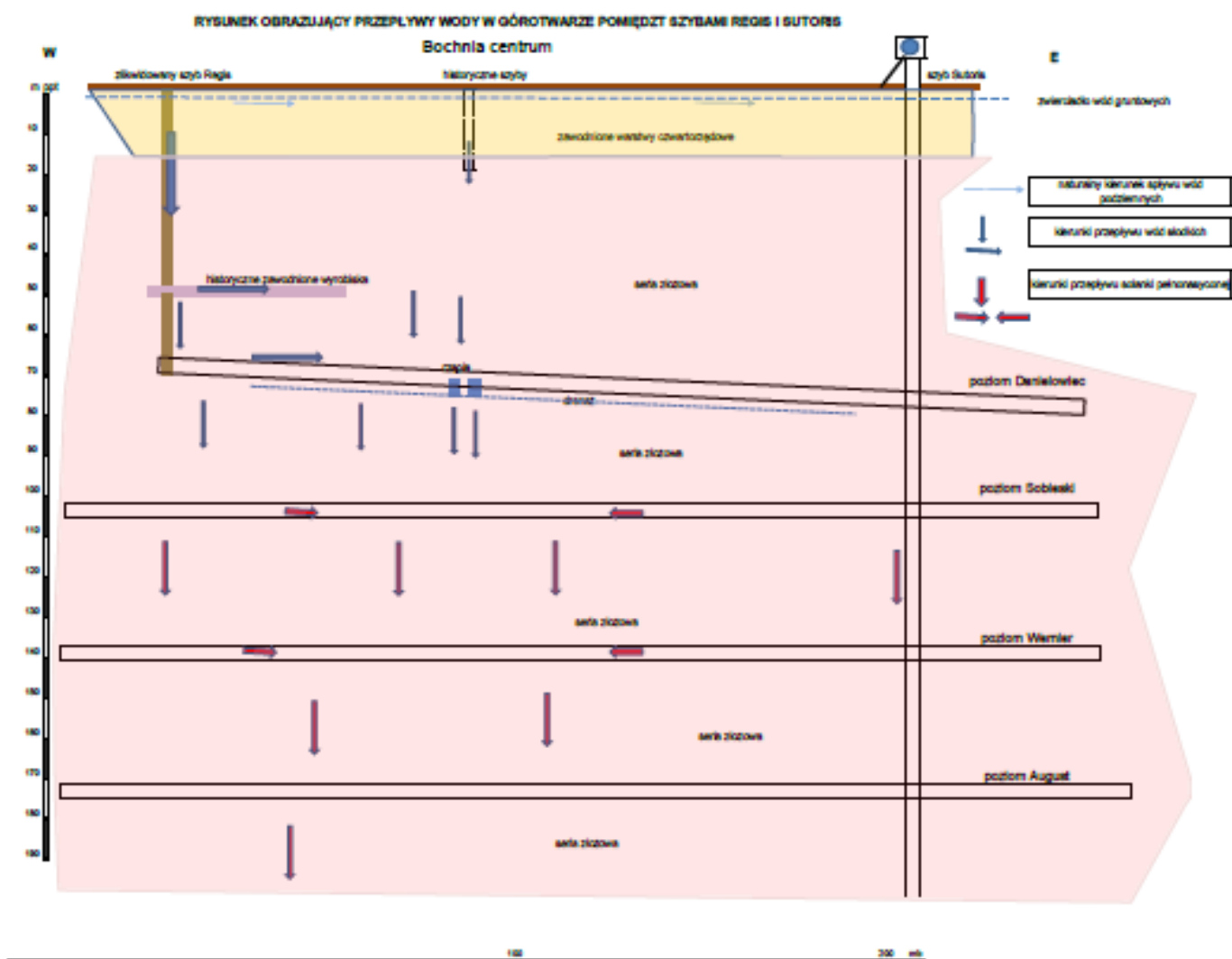
KRAŻENIE WÓD PODZIEMNYCH W ZMIENIONYM ANTROPOGENICZNIE GÓROTWORZE

Przed rozpoczęciem eksploatacji górniczej spływ wód gruntowych w omawianym rejonie w warstwach czwartorzędowych był uwarunkowany morfologią i budową geologiczną. Generalnie wody gruntowe przepływały w czwartorzędzie po stropie miocenu z południa na północ lub w kierunku bazy drenażowej (potoki Babica, Storynka). W wodach czwartorzędowych rozpuszczana była sól ze stropu północnego skrzydła antykliny bocheńskiej i tworzyła się czapa

iłowo-gipsowa. Po wykonaniu szeregu szybów wody czwartorzędowe (słodkie) migrowały w głąb górotworu wyrobiskami górniczymi nasycając się stopniowo chlorkiem sodu do uzyskania nasycenia powyżej 300 g/dm³ NaCl. Niekontrolowane przenikanie wód słodkich w głąb kopalni powodowało degradację górotworu, dlatego też górnicy starali się ujmować wody słodkie jak najbliższej granicy złoża. Zapobiegało to powstawaniu niekontrolowanych pustek. Zlokalizowany ok 70 m poniżej powierzchni terenu poziom Danielowiec jest obecnie najwyższym dostępnym poziomem kopalni. Do tego poziomu w rejonie szybów Regis i Sutoris dopływa zdecydowana większość wód poza złożowych. Ocenia się, że dopływ w tym rejonie stanowi 60–70% całego dopływu do kopalni. Są to wody czwartorzędowe o mineralizacji poniżej 1g/dm³. Na poziomie Danielowiec wody mają mineralizację od kilku do kilkunastu g/dm³. Na poziomach poniżej Danielowca wody te charakteryzują się nasyceniem powyżej 300 g/dm³ samego chlorku sodu NaCl. Jest to niekorzystne zjawisko powodujące degradację górotworu. Pozostałe wody prawdopodobnie infiltrują w głąb górotworu poza wyrobiskami poziomu Danielowiec poprzez sieć szczelin powstałych jako deformacje poeksploatacyjne lub wzdłuż zlikwidowanych szybów i otworów z powierzchni terenu. Przepływy wód w rejonie Sutoris–Regis przedstawiono na schemacie (Ryc. 3). Szacowany roczny dopływ wód czwartorzędowych w ten rejon poziomu Danielowiec wynosi nawet 3000 m³. Dopływ ten jest zmienny, zależny od warunków atmosferycznych jak i działalności ludzi (awarie rurociągów, prace budowlane). Prowadzone na przełomie wieków prace zabezpieczające ograniczyły dopływ do poziomu Danielowiec, jednakże trudno jest powiedzieć w jakim stopniu. Nie udało się również zlikwidować migracji na niższe poziomy kopalni. Migrowanie takich wód w głąb kopalni prowadzi do niekontrolowanego wyflukiwania górotworu solnego, w wyniku czego będą się tworzyć szczeliny i kawerny, które z pewnością będą miały negatywny wpływ na zachowanie górotworu w rejonie centrum historycznego Bochni. Może to skutkować powstaniem szkód górniczych, czyli nadmiernym osiadaniem powierzchni. W tym przypadku groźnych jest kilka aspektów, wpływających na to, że nie ma możliwości kontroli kawern powstałych w wyniku wylugowania górotworu solnego:

- nie będą znane dokładne rozmiary pustek
- nie będzie znane usytuowanie ich w górotworze
- nie będzie do nich dróg szybkiego dojścia w celu likwidacji

Wiedząc, że solanka nasycona ma ok 320 g/dm³ czyli 320 kg/m³ i że gęstość soli kamiennej wynosi ok. 2,1–2,2 g/cm³ łatwo można policzyć rozmiary niekontrolowanych pustek. Podsumowując – każdy m³ wody czwartorzędowej nie uchwycony na poziomie Danielowiec generuje wyflukanie kawerny o objętości 0,14m³ w głębi górotworu solnego. Mnożąc tą wielkość razy roczny dopływ otrzymamy wielkość



Ryc. 3. Schemat krążenia wody w rejonie szybów Regis i Sutoris w Bochni.

Fig. 3. Diagram of water circulation in the area of Regis and Sutoris shafts in Bochnia

ok. 400 m³ która jest zwiokrotniana co roku. Wody czwartorzędowe są zasilane wodami opadowymi z powierzchni, przy obecnych suchych latach w rejonie szybu Regis nie stwierdzono obniżenia poziomu wód gruntowych (w otworach w rejonie plant wody czwartorzędowe stabilizowały się na poziomie powierzchni terenu) co powoduje, że ilość wody mogącej przedostawać się do kopalni nie powinna ulegać zmianie. W przypadku zwiększenia ilości opadów jak i awarii ciągów kanalizacyjnych zwiększy się skala dopływów wód czwartorzędowych do Kopalni, a to może skutkować znacznie większymi niekontrolowanymi procesami ługowania górotworu solnego pod historycznym centrum miasta Bochni.

PODSUMOWANIE

W kopalniach soli zasadą jest ujmowanie wycieków jak najbliżej miejsca infiltracji wód do złoża soli (granicy złoża) jednak bez drążenia specjalnych wyrobisk w celu ujęcia wycieku. Dopuszczenie do ługowania złoża przez słodkie wody infiltracyjne w sposób niekontrolowany, prowadzi

do powstawania pustek w górotworze, co zagraża stabilności geomechanicznej wyrobisk oraz do systematycznego powiększania dopływu grożąc katastrofą wodną czyli wdarcie się wód do kopalni. Obie te skrajne sytuacje mogłyby spowodować znaczne zniszczenia w substancji zabytkowej kopalni. Stąd tak ważne jest monitorowanie i systematyczne ujmowanie wycieków w kopalniach soli oraz niedopuszczenie do infiltracji wód w głąb złoża. Wody przenikające z czwartorzędu do kopalni, powinny być ujmowane jak najbliżej miejsca ich dopływu czyli w tym przypadku na poziomie Danielowiec. Należy ograniczać możliwość migracji tych wód w głąb kopalni i czynić starania całkowitego ich ujęcia na poziomie Danielowiec.

SUMMARY

As a principle, leaks are contained in salt mines as close to the place of water infiltration into the salt deposit as possible, or on the deposit's boundary; however, without cutting special workings to contain such leaks. Once fresh water is allowed

to leach the salt deposit in an uncontrolled manner, voids are developing within the salt rock mass and those threaten the geomechanical stability of the excavations, with constant expansion of influx, leading to catastrophic inflows or encroachment of water into the salt mine. Such extreme situations can cause considerable damages in landmark salt mine's facilities. For that reason, it is important to monitor and regularly plug leaks in the salt mine, preventing water infiltration deep into the salt deposits. Quaternary waters penetrating the salt mine should be contained close to the leak site, or at the Danielowiec Level in the case of the "Wieliczka" Salt Mine. Water migration should be limited and plugging methods should be applied to keep water at the Danielowiec Level.

LITERATURA

- Garlicki A., Maciejewski A., 1998. *Naturalne zagrożenia w kopalniach soli. Materiały z IV konferencji PSGS pt. Polskie górnictwo solne u progu XXI wieku, Ślesin k. Konina, 16-18.10.1997r.* Wydawnictwo własne PSGS, s. 7–12. Kraków.
- Kortas G., Maj A., 2014. Okoliczności i skutki katastrofalnego wdarcia wód do kopalni soli w Wapnie. Uwagi do wydarzeń z sierpnia 1977 r. *Przegląd Solny* 10: 101–106,
- Poborski J., 1952. Złoże solne Bochni na tle geologicznym okolicy – *Biuletyn Państw. Inst. Geol.*, 78: 1–160.
- Poborski J., Naturalne warunki rozbudowy kopalni soli w Bochni. *Kwart. Hist. Kult. Mat.*, seria D., 1: 209–282
- D'Obyrn K., Stecka J., 2011. Ograniczenie zagrożenia wodnego w zachodniej części kopalni soli „Wieliczka” metodą tamowania dopływów. *Geologia*, 37 (2): 269–282.