

MAGDA HUDAK\*, ŁUKASZ SZMAJ\*\*

## ANALIZA PORÓWNAWCZA ZAGROŻENIA WODNEGO W WYBRANYCH KOPALNIACH SOLI

### *Streszczenie*

*Przemysł górniczy jest niewątpliwie jedną z ważniejszych gałęzi przemysłu. Bez możliwości wydobywania oraz przetwarzania surowców mineralnych rozwój technologiczny nie byłby możliwy. Kopalnie soli na przełomie wieków miały wielki wpływ na rozkwit państwa Polskiego. Doskonałym przykładem mogą być królewskie żupy krakowskie, które generowały znaczny przychód do państwa dawnego państwa Polskiego. Wody nieustannie dopływają do górotworu infiltrując podczas opadów lub przedostając się ze zbiorników nadziemnych. W trakcie prowadzenia robót górniczych wody dopływające do wyrobisk stwarzają ogromne zagrożenie dla stateczności wyrobiska. Ruch zakładu górniczego zostaje zagrożony przez możliwość zalania chodników eksploatacyjnych. Dlatego też do prawidłowego działania zakładu górniczego niezbędne jest ujęcie dopływających wód i odprowadzenie ich poza teren prac. Zagrożenie wodne kopalni można zaliczyć do naturalnego zagrożenia, które może wystąpić w zakładzie wydobywczym. Przez wodne zagrożenie w kontekście czynnika zagrażającego kopalni rozumiemy wdarcie wody, solanki, ługów bądź mieszaniny wody z luźnym materiałem do eksploatowanego wyrobiska, co stwarza zagrożenie dla życia ludzi tam pracujących oraz dla działania tego zakładu. W niniejszym artykule przeanalizowano zagrożenie wodne w wybranych kopalniach soli.*

Słowa kluczowe: zagrożenie wodne, kopalnie soli

### WSTĘP

Przemysł górniczy niewątpliwie jest jedną z ważniejszych gałęzi przemysłu. Bez możliwości wydobywania oraz przetwarzania surowców mineralnych rozwój technologiczny nie byłby możliwy. Kopalnie soli na przełomie wieków

---

\* Uniwersytet Zielonogórski, Instytut Inżynierii Środowiska, Zakład Hydrologii i Geologii Stosowanej

\*\* Uniwersytet Zielonogórski, student studiów magisterskich

miały wielki wpływ na rozkwit państwa Polskiego. Doskonałym przykładem mogą być królewskie żupy krakowskie, które generowały znaczny przychód dochodu dawnego państwa Polskiego.

Aby można było wykorzystać sól należy najpierw ją wydobyć ze złoża i poddać różnym procesom, które mają za zadanie oczyszczenie jej ze zbędnych domieszek. W tym celu wykonuje się odpowiednią infrastrukturę techniczną. Niedługo złoża było drążone jedynie mechanicznie, za pomocą różnego rodzaju narzędzi. Wraz z rozwojem technologii górniczej doskonalono metody urabiania soli. Stosowano, między innymi materiały wybuchowe, które pozwalały na szybkie pozyskiwanie urobku. Jednakże znacznie bardziej efektywna była metoda ługowania złoża za pomocą wody. Powstałą solankę wypompowywano rurociągami, gdzie dalej była transportowana do zakładów przetwórczych. Jednakże ten sposób pozyskiwania soli jest znacznie bardziej niebezpieczny niż inne metody. Doprowadza do powstania pustych komór, które mogą ulec zawaleniu. Również niekontrolowane wypłukanie soli może doprowadzić do przerwania złoża i odsłonięcia utworów przepuszczalnych, które mogą być przyczyną wdarć wód gruntowych. Mogą one nawet zniszczyć całą kopalnię. Taka sytuacja miała miejsce w kopalni soli w Wapnie.

### ZAGROŻENIA WODNE KOPALNI GŁĘBINOWYCH

Woda jest nieodłącznym elementem środowiska naturalnego. W trakcie prowadzenia robót górniczych wody dopływające do wyrobisk stwarzają ogromne zagrożenie dla stateczności wyrobiska. Ruch zakładu górniczego zostaje zagrożony przez możliwość zalania chodników eksploatacyjnych. Dlatego też do prawidłowego działania zakładu górniczego niezbędne jest ujęcie dopływających wód i odprowadzenie ich poza teren prac.

Zagrożenie wodne kopalni można zaliczyć do naturalnego zagrożenia, które może wystąpić w zakładzie wydobywczym. Przez wodne zagrożenie w kontekście czynnika zagrażającego kopalni rozumiemy wdarcie wody, solanki, ługów bądź mieszaniny wody z luźnym materiałem do eksploatowanego wyrobiska, co stwarza zagrożenie dla życia ludzi tam pracujących oraz dla działania tego zakładu. Wszelkie prace górnicze należy prowadzić w sposób zapewniający bezpieczeństwo ludziom oraz zakładowi. Wdarcie wody do kopalni następuje w różnym czasie, miejscu i warunkach geologiczno-górniczych. Bardzo ciężko jest przewidzieć to negatywne zdarzenie. Niebezpieczeństwo wodne jest wynikiem eksploatacji górniczej, którą prowadzi się w okolicy występowania źródeł wody. Duże znaczenie ma sposób prowadzenia prac wydobywczych [Rogoż i in. 2004].

### ŹRÓDŁA ZAGROZEŃ WODNYCH

Rozpatrując możliwe drogi dostania się wody do kopalń głębinowych możemy podzielić je na dwa źródła. Do pierwszego - możemy zaliczyć wszelkie wody powierzchniowe, np. potoki, rzeki, jeziora, stawy, osadniki zalewowe, zalewiska bezodpływowe. Natomiast do drugiej grupy zaliczamy zbiorniki znajdujące się pod powierzchnią ziemi. Są to zbiorniki wodne występujące w warstwach wodonośnych skał zwięzłych, takich jak wapień, dolomity i piaskowce, jak i skał sypkich – piaski, żwiry, pyły, wody występujące w starych wyrobiskach, szczelinach stref tektonicznych, jak i otworach wiertniczych [Matysik, 2002]. Niewątpliwie wielkie zbiorniki wodne stanowią ogromne zagrożenie dla kopalni, jednakże małe zbiorniki posiadające określoną ilość wody, która może dostać się do wyrobiska w krótkim czasie, stwarza równie wielkie niebezpieczeństwo. Niewielkie zbiorniki wodne są wyjątkowo niebezpieczne dla kopalń, których przekrój jest niewielki, a wody dostające się do wyrobiska nie mogą odpłynąć grawitacyjnie. Wystąpienie wypływu wód w trakcie przebijania się przez warstwy upadowe jest bardzo niebezpieczne. Taka sytuacja stwarza duże zagrożenie dla załogi prowadzącej prace na froncie eksploatacyjnym ze względu na trudności z wycofaniem się w bezpieczne rejony. Zagrożenie jest dodatkowo potęgowane, gdy woda wpływająca do kopalni znajduje się pod ciśnieniem, co doprowadza do wiania się dużej ilości wody w krótkim okresie czasu.

Podczas prac, wody zalegające w górotworze po naruszeniu granicy bezpieczeństwa, mogą się wlać niekontrolowanie do wyrobiska. Zjawisko to charakteryzuje się swoją krótkotrwałością. Jednakże przebicie określonych utworów niesie za sobą wlanie się różnej ilości wody. Przy przebicciu uskoków wodonośnych możliwe jest wlanie się do 20 m<sup>3</sup>/min, przy udrożnieniu utworów krasowych do 100 m<sup>3</sup>/min. Nie tylko poziomy eksploatacyjne borykają się z problemami wodnymi. Również szyby, które leżą w utworach wodonośnych narażone są na wdarcie wód podziemnych. Zagrożenie zależne jest przede wszystkim od czynników takich jak:

- stan zużycia obudowy ochronnej szybu,
- rodzaj i wysokości występowania warstwy wodonośnej,
- skład granulometryczny warstw oraz ilości zgromadzonej wody wewnątrz warstwy,
- grubość i zasięg warstwy zawodnionej.

Wody powierzchniowe, w niewątpliwym sposób, wpływają na zawodnienie kopalń podziemnych. Ich oddziaływanie uzależnione jest od [Sztelak, 1991]:

- systemu, w jakim przebiega eksploatacja złoża,
- głębokości zalegania warstw eksploatowanych,
- grubości warstw eksploatowanych,
- rodzaju wyrobiska,

- właściwości warstw skalnych leżących między dnem zbiornika na powierzchni ziemi lub cieką wodnego, a stropem eksploatowanego złoża,
- pojemności objętościowej wodnego zbiornika powierzchniowego lub ilości wody, jaką niesie rzeka,
- sposobu przedostawania się wody ze zbiornika nadziemnego do górotworu,
- miąższości warstwy izolującej zbiornik wodny.

Dzięki szczegółowemu rozpoznaniu wyżej wymienionych czynników możliwe jest stwierdzenie, czy wody będą migrować w kierunku pustek poeksploatacyjnych. Szczególnie ważne jest rozpoznanie, czy pod rezerwuarem wodnym warstwy skał zalegających stanowią barierę nie przepuszczalną dla wód czy też nie. W sytuacji, gdy warstwy charakteryzują się małą przepuszczalnością wodną i biorąc pod uwagę czynniki techniczne, takie jak sposób prowadzenie eksploatacji oraz grubość i głębokość usadowienia złoża możliwe jest określenie czy kopalnia jest bezpieczna pod względem dopływu wód. W sytuacji, gdy warstwy izolujące zbiornik lub ciek nie są nieprzepuszczalne możliwe jest określenie sposobu, w jaki woda będzie dostawać się do górotworu i podjęcie odpowiednich działań zapobiegawczych. Woda łatwo migruje przez utwory charakteryzujące się dużą porowatością i rozdrobnieniem. Do takich materiałów możemy zaliczyć piasek, żwiry, porowaty piaskowiec itd. Woda może migrować również poprzez mikroszczeliny, spękania skał, a w sytuacji, gdy poziom zalegania złoża jest płytki może migrować prze powstałe w strefie zawału mikroszczeliny.

Procesy skałotwórcze doprowadziły do powstania wielu rodzajów skał, które, budują geosferę. Różnią się one pomiędzy sobą nie tylko wyglądem, lecz również wieloma innymi właściwościami. Jedną z nich jest zdolność zgromadzenia wody oraz przepuszczania jej. W tym miejscu należy rozgraniczyć istniejące skały na skały wodonośne oraz nie wodonośne.

Skały niewodonośne charakteryzują się litą strukturą, zdolnościami pochłaniania pewnej ilości wody, a po nasyceniu swoją nieprzepuszczalnością. Z punktu widzenia bezpieczeństwa hydrologicznego kopalń, stanowią one naturalne bariery zabezpieczające [Sztelak, 1991].

Skały wodonośne, niewątpliwie ze względu na swoje właściwości, stwarzają wielki problem kopalniom głębinowym. Do tej grupy możemy zaliczyć utwory, takie jak wapień, piaskowce, gipsy, piaski, żwiry, dolomity itd. Woda zostaje zgromadzona w ich porach, szczelinach i próżniach krasowych. Porowatość wyróżnia przede wszystkim utwory osadowe skał piroklastycznych i okrucowych. Mają one postać rozdrobnionej ziarnistej obtoczonej lub nieobtoczonej frakcji. Natomiast szczeliny i kras występują w skałach zwięzłych. Skały, takie jak gipsy, anhydryt, dolomit, wapień pochłaniają duże ilości wody ze względu na występowanie próżni krasowych. Pracujący górotwór nieustannie jest poddawany różnym procesom geologicznym. Występujące w nim zjawiska doprowadzają do powstania szczelin, uskoków tektonicznych, komór powstałych pod wpływem czynników krasowych, szczelin i pustek zawałowych

powstałych przez prowadzenie robót górniczych. Wszystkie te zjawiska magazynują duże ilości wody.

Poziomy wodonośne, powstałe z wyżej wymienionych skał, stanowią swoiste rezerwuary wód podziemnych. Rozpatrując je pod kątem górnictwa możemy zaklasyfikować je do trzech grup poziomów wodonośnych: poziomów nadkładowych, międzypokładowych, spągowych.

W celu właściwego rozpoznania zagrożenia, jakie mogą nieść poziomy wodonośne dla kopalni, niezbędne jest poznanie czynników charakteryzujących te warstwy. Należą do nich:

- miąższość drążonego pokładu oraz sposób eksploatacji,
- typ i wielkość dopływu wód do warstw wodonośnych,
- zmineralizowanie oraz chemizm wód znajdujących się w poziomie wodonośnym,
- współczynnik infiltracji oraz hydrogeologiczny układ warstw wodonośnych,

### RODZAJE ZAGROZEŃ WODNYCH

Kopalnie podziemne borykają się z dopływem wód. Wody te stwarzają zagrożenia, które możemy podzielić na dwie grupy zagrożeń. Pierwsza grupa zagrożeń wodnego, to zagrożenia bezpośrednie. Natomiast druga grupa – to zagrożenia pośrednie. Podział ten jest prowadzony na zasadzie analizy dróg dostawiania się wody z podziemnych poziomów wodonośnych oraz ze zbiorników powierzchniowych. Bezpośrednie zagrożenia wodne występują wówczas, gdy podczas prac następuje nagłe wdarcie wody do wyrobiska. Taka sytuacja jest bardzo niebezpieczna ze względu na brak możliwości przewidzenia tego zajścia. Wody te mogą pochodzić:

- ze szczelin uskokowych,
- z zalegającej wody w warstwach, które podlegają eksploatacji, lub w warstwach towarzyszących eksploatowanemu złożu,
- ze źródeł powierzchniowych w obrębie leja depresyjnego,
- z pobliskiego poziomu wodonośnego, lub wód pochodzenia nadziemnego w sytuacji, gdy warstwy izolujące zostaną zniszczone pod wpływem pracy górotworu lub przez wysokie ciśnienie hydrostatyczne wody.

Do pośrednich zagrożeń wodnych możemy zaliczyć sytuację, gdy woda dopływająca do kopalni pochodzi z warstw leżących powyżej lub poniżej eksploatowanego złoża. Woda może dostawać się poprzez:

- otwory badawcze, które podlegały likwidacji; w celu zamknięcia odwiertu używa się mieszanki cementowej; jednakże czop może ulec zniszczeniu poprzez niszczeniowskie działanie wód podziemnych;
- zniszczoną obudowę szybów, która została uszkodzona przez korozyjne działanie wód, jak również przez zmiany ciśnienia górotworu; również

w tym przypadku różnice temperatur powietrza działają niszcząco na obudowę;

- stare wyrobiska, które po wyeksploatowaniu zostały porzucone, a które kontaktują się ze zbiornikami wód nadziemnych.

#### KLASYFIKACJA ZAGROŻENIA WODNEGO KOPALNI GŁĘBINOWYCH

Aby można było dokładnie określić stopień zagrożenia wodnego kopalń wielu badaczy formułowało swoje własne klasyfikacje. Obecnie Polski ustawodawca ustanowił trzy stopnie zagrożenia wodnego dla kopalń.

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 14 czerwca 2002 r. w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych (Dz.U. 2002 Nr 94 poz. 841) ustala trzy stopnie zagrożenia wodnego w podziemnych zakładach górniczych wydobywających sól:

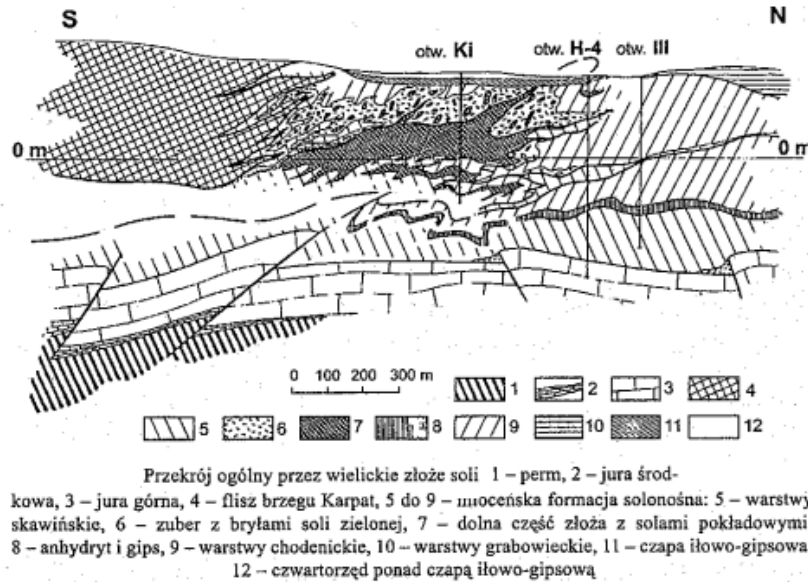
- do **pierwszego stopnia zagrożenia wodnego** zalicza się złoża lub ich części, jeżeli istnieje warstwa izolująca między złożem a występującymi w jego otoczeniu zbiornikami wodnymi lub poziomami wodonośnymi, uniemożliwiająca przepływ wód do wyrobisk,
- do **drugiego stopnia zagrożenia wodnego** zalicza się złoża lub ich części, jeżeli;
  - istnieje warstwa izolująca między złożem, a występującymi w jego otoczeniu zbiornikami wodnymi lub poziomami wodonośnymi,
  - w złożu występują naturalne zbiorniki cieczy, a dopływ z nich do wyrobisk jest malejący.
- do **trzeciego stopnia zagrożenia wodnego** zalicza się złoża lub ich części, jeżeli;
  - brak jest warstwy izolującej między złożem a występującymi w jego otoczeniu zbiornikami wodnymi i poziomami wodonośnymi,
  - seria utworów izolujących nie stanowi wystarczającego zabezpieczenia ze względu na naruszenie jej robotami górniczymi.

Dzięki prawidłowemu zaklasyfikowaniu kopalni do odpowiedniej kategorii możliwe jest dobranie technologii górniczej tak, aby zminimalizować zagrożenie wodne zakładu, a co za tym idzie nie dopuścić do sytuacji, w której katastrofa górnicza miałaby negatywne oddziaływanie na tereny położone na powierzchni terenu.

### ZAGROŻENIE WODNE W WYBRANYCH KOPALNIACH SOLI

**Kopalnia w Wieliczce** – złoża soli Wieliczki leży w skałach nieprzepuszczalnych, jednakże w trakcie drażenia górotworu zdarzały się wdarcia wód do wyrobiska. Pojawienie się wód w kopalni można podzielić na wdarcia zwykłe i awaryjne. W celu klasyfikacji do odpowiedniej grupy weryfikuje się wydajność wycieku wody, trwałość, miejsce, z którego wypływa woda oraz ich długość. Bardzo często obserwuje się pojawienie wody w bezpośrednim sąsiedztwie północnej granicy złoża. Dzieje się to wówczas, gdy dochodzi do przejścia przez granicę złoża i dotarcie do warstw wodonośnych, które otaczają wyrobisko. Wydajność zwykłych wycieków jest dość zróżnicowana. Przeważają wycieki, które charakteryzują się wydajności zasilania rzędu  $1 \text{ dm}^3/\text{min}$  i stanowią większość wszystkich wycieków. Pojawiają się na ociosach lub stropie wyrobiska. Przybierają postać wkropleń oraz zawilgocenia powierzchni. Wycieki, których wydajność dochodzi do poziomu przekraczającego  $1 \text{ dm}^3/\text{min}$  pojawiają się rzadko. Wycieki zwykłe w bardzo niewielkim stopniu wpływają na ogólną ilość wody dopływającej do wyrobiska. W ogólnym bilansie prym wiodą awaryjne wdarcia wód, których dopływ jest niekontrolowany i w niewielkim przedziale czasu do kopalni dostają się duże ilości wody. Przy jednym z awaryjnych wdarć wody w poprzeczni Kłowski dopływ chwilowy wynosił od 30 do  $120 \text{ m}^3/\text{min}$  [Wilk, 2004]. Przekrój geologiczny przez złoża wielickie przedstawia rys. 1. W trakcie eksploatacji złoża soli doszło do wielu wdarć wody, które zagroziły istnieniu zakładu górniczego. Ostatnie poważne wdarcie miało miejsce w 1992 w poprzeczni Mina, na poziomie IV. Poziom ten znajduje się na 175 metrze głębokości względem szybu Kinga. Poprzeczni ta przecina złoża i była drażona w centralnej części złoża bryłkowego, w kierunku północnym. Drażenie zostało zakończone 20 metrów poza granicę złoża. Spowodowało to przerwanie warstwy zabezpieczającej złoża. Doprowadziło to do odsłonięcia warstw chodenickich. Przerwano piaskowce, które toczyły pewną ilość wody. Już w 1935 roku nastąpiło wtargnięcie wód, które charakteryzowały się mineralizacją wynoszącą  $240 \text{ g}/\text{dm}^3$ . Natężenie wody wynosiło wówczas od 60 do  $120 \text{ dm}^3/\text{h}$ . Wnioskuje się, że woda, która krążyła w warstwach chodenickich miała kontakt ze złożem solnym i nasycała się halitem. Ługowała złoża, co doprowadziło do powstania niebezpiecznych kawern w okolicy złoża. W późniejszych latach dopływy wody charakteryzowały się zwiększoną mineralizacją, która sięgnęła, aż  $300 \text{ mg}/\text{dm}^3$ . W 1991 roku wprowadzono program górniczy, który miał zabezpieczyć kopalnię niebezpieczeństwem wodnym. W 1992 roku nastąpiło wzmożone wdarcie wody do kopalni. Natężenie wody wyniosło od 200 do  $300 \text{ dm}^3/\text{min}$ . Kopalnia została postawiona w stan akcji ratunkowej. Zastosowano wiele metod ratunkowych, począwszy od wykonania tam izolujących po uszczelnienie górotworu. Ostatecznie kryzys zażegnano stosując specjalną metodę uszczelniającą z zastosowaniem syntetycznych żywic. Dopływ solanki do

kopalni doprowadził do powstania rozległej niecki osiadania, której pojemność wyniosła 34 tys. m<sup>3</sup>, a teren obniżył się o 2,5 m.

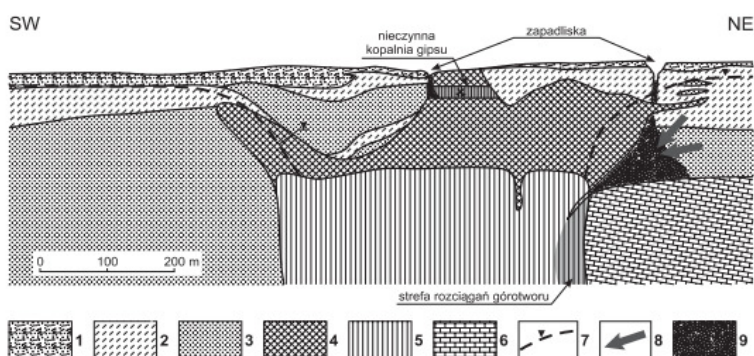


Rys. 1. Przekrój geologiczny przez złożo soli w Wieliczce [Poborski, 1965]  
Fig. 1. Geological cross-section in the Wieliczka salt deposits [Poborski, 1965]

**Kopalnia w Wapnie** – kopalnia w Wapnie pracowała w szczególnych warunkach hydrologicznych. Powodowane one były wodami znajdującymi się wokół wyrobiska oraz wodami, które znajdowały się w czapie gipsowej. Przekrój geologiczny przez złożo solne Wapna przedstawia rys. 2. W roku 1976 dopływ wód z różnych źródeł nie przekraczał 5 dm<sup>3</sup>/min, jednakże podjęto odpowiednie kroki w celu ratowania kopalni. Chcąc uszczelnić górotwór wtłaczano środek uszczelniający. Podjęte działania w celu ratowania kopalni były niewystarczające. W ciągu dwóch dni dopływ wody wyniósł 0,5 m<sup>3</sup>/min, co doprowadziło do natychmiastowego zamknięcia kopalni. W trakcie kilku dni doszło do gwałtownego wdarcia wody, której ilość wyniosła ok 30 tys. m<sup>3</sup> w ciągu 15 minut. Wdarcie wody było bezpośrednią przyczyną zniszczenia kopalni w Wapnie. W celu zabezpieczenia terenu, przed pojawianiem się nadmiernej ilości zapadlisk oraz niecek osiadania, postanowiono wtłoczyć w górotwór dodatkową ilość wody. Wykonano odpowiedni otwór, którym wtłoczono z jeziora Czeszewskiego ok 3,15 mln m<sup>3</sup> wody. Dla porównania, w trakcie awarii wdarło się około 4,25 mln m<sup>3</sup> wody. Szacunki przeprowadzone przez zespół Ślizowskiego i Kortasa, mówią o ilości 5,9 mln m<sup>3</sup>, która dostała się do kopalni, a 1,5 mln m<sup>3</sup> wypełniła pustki



w czapie gipsowej. Wynikiem wdarcia się wody do kopalni były dramatyczne zmiany na powierzchni terenu. Spowodowane to było zjawiskiem sufozji oraz podziemnej erozji, która doprowadziła do zniszczenia kawern krasowych. Powstały liczne zapadliska, spękania, szczeliny oraz deformacje nieciągłe. Powstanie deformacji doprowadziło do zniszczenia terenu oraz kilku budynków usytuowanych w nieckach osiadania. Przeprowadzono akcję ratowniczą w miejscu pojawiania się niecki osiadania. Uszkodzeniu uległo wiele budynków, z czego 47 budowli przeznaczono do wyburzenia. Zniszczona również została linia kolejowa na długości około 300 m. Ostateczna niecka osiadania terenu miała pojemność około 353 tys. m<sup>3</sup>, a jej obniżenie sięgnęło 10 m.



1 – czwartorzędowe piaski i gliny zwalowe; 2 – neogeńskie ropy poznańskie; 3 – piaski neogeńskie; 4 – czapa gipsowa; 5 – złożo soli; 6 – kredowe skały wężyste; 7 – zwierciadło wody piętra neogeńskiego; 8 – kierunek wtargnięcia wód; 9 – przemieszczony materiał skalny

Rys. 2. Przekrój przez złożo solne Wapna wraz z zaznaczonym miejscem wtargnięcia wód [Ślizowski, Kortas 1981]

Fig. 2. Cross section of salt deposits in Lime along with the selected location of water intrusion [Ślizowski, Kortas 1981]

#### PODSUMOWANIE

- Odwadnianie kopalń soli uzależnione jest od dopływu wód do kopalni. W przypadku kopalń I stopnia zagrożenia wodnego wód, które pojawiają się w kopalni jest nie wiele i z łatwością można je zagospodarować. W przypadku kopalń mieszanych klas zagrożenia, odwodnienie wpływa na środowiska w sposób bezpośredni oraz pośredni. Kopalnia Wieliczka posiadając stary system oczyszczania wód wprowadzała ładunki soli do środowiska oraz zanieczyszczała otoczenie poprzez spalanie dużych ilości węgla. Po modernizacji oddziaływanie zostało zredukowane do minimum.

- W dużym stopniu, na pojawianie się wody w kopalniach soli, ma wpływ metoda pozyskiwania surowca ze złoża. W przypadku nie właściwie prowadzonych prac może dojść do przzerwania zabezpieczeń, które skutkują wdarciem wody, np. kopalnia soli w Wapnie.

#### LITERATURA

1. WILK Z. (red.): *Hydrogeologia polskich złóż kopalni i problemy wodne górnictwa*. T. 3, Wydawnictwo AGH, Kraków, 2004
2. SZTELAK J.: *Hydrogeologia górnicza i sposoby zwalczania zagrożeń wodnych*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 1998
3. MATYSIK A.: *Odwadnianie kopalń podziemnych*. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne. Nauka i Technika Górnicza, Kraków, 2002
4. ROGOŹ M.: *Hydrogeologia kopalniana z podstawami hydrogeologii ogólnej*. Główny Instytut Górnictwa, Katowice, 2004

### COMPARATIVE ANALYSIS OF WATER HAZARDS IN SELECTED SALT MINES

#### *S u m m a r y*

*Mining industry is undoubtedly one of the most important industries. Without the possibility of mining and mineral processing technological developments would not be possible. Salt mines at the turn of the century had a great influence on the flowering of Polish state. An excellent example may be the royal county of Cracow, which generate significant revenue income of the former Polish state. Wastewater flows of water are constantly infiltrating into the ground during rain or splashed with aboveground tanks. In the course of mining water inflow to the workings pose a huge threat to the stability of the excavation. Motion of the mine is threatened by the possibility of flooding sidewalks supplies. Therefore, for proper operation of the mine is necessary to approach the influent water and drain them out of the work. The threat of the mine water may be classified as a natural hazard that can occur in the plant extraction. By the water hazard in the context of the mine risk factor mean intrusion of water, brine, lye water or a mixture of loose material into the excavation operated, which poses a threat to the lives of people working there and for the operation of this plant. This article examines the threat of water in certain salt mines.*

Key words: threat to water, salt mines