

## OGRANICZENIE ZAGROŻENIA WODNEGO W ZACHODNIEJ CZĘŚCI KOPALNI SOLI „WIELICZKA” METODĄ TAMOWANIA DOPŁYWÓW

### Application of inflow damming method to reduce water threats in the western part of “Wieliczka” Salt Mine

Kajetan d’OBYRN<sup>1,2</sup> & Jadwiga STECKA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Kopalnia Soli „Wieliczka” SA; Park Kingi 1, 32-020 Wieliczka;  
e-mail: stecka@kopalnia.pl*

<sup>2</sup>*Politechnika Krakowska; ul. Warszawska 24, 31-115 Kraków;  
e-mail: dobyrn@pk.edu.pl*

**Treść:** Jedną z metod stosowanych przy likwidacji zagrożenia wodnego w kopalniach soli jest metoda tamowania dopływów. Warunkiem osiągnięcia sukcesu jest dobre rozpoznanie geologiczne i mała perforacja górotworu wyrobiskami górniczymi w rejonie wypływu. Przykładem skutecznego zamknięcia dopływu wód do wyrobisk górniczych jest opanowanie awarii wodnej w zachodnim krańcu Kopalni Soli „Wieliczka” w 1959 r., kiedy to w trakcie wykonywania otworu badawczego 6-67 w kierunku północnym nastąpiło wdarcie się wód do kopalni. Wypływ zamknięty został za pomocą zespołu tam wodnych. W publikacji omówiono warunki geologiczno-górnice w zachodnich końcówkach poziomu V i VI, przebieg akcji ratowniczej, budowę zespołu tam wodnych oraz kształtowanie się ciśnienia na tamach

**Słowa kluczowe:** miocen, złoża soli kamiennej Wieliczka, zagrożenie wodne, tamy wodne

**Abstract:** One of the methods applied to eliminate water hazards in salt mines is to dam water inflow. Proper geological survey and small orogen perforation by the mining excavations in the outflow region are essential in order to succeed. An example of an effective closure of water inflow into mining excavations is the successful handling of an emergency on the western border of the “Wieliczka” Salt Mine in 1959 when water irrupted into the mine while conducting research bore 6-67 towards the West. The outflow was closed with the system of water dams. This paper presents geological and mining conditions in the western borders of levels 5 and 6, rescue work process, construction of the water dams system and also pressure development on dams.

**Key words:** Miocene, Wieliczka rock salt deposit, water hazard, water dams

## WSTĘP

Zagrożenie wodne oraz metody jego zwalczania w kopalniach soli muszą być rozpatrywane inaczej niż w górnictwie pozostałych surowców mineralnych. Wynika to z łatwości rozpuszczania w wodzie minerałów solnych. Nawet przysłowiowa kropla wody w kopalni soli może mieć katastrofalne skutki dla jej istnienia.

W historii górnictwa solnego w Polsce znane są przypadki wdarcia się wód do kopalni, w konsekwencji czego doszło do ich zatopienia. W 1907 r. całkowicie zatopione zostały dwie kopalnie w Inowrocławiu, w 1911 r. został zatopiony szyb Wapno I w Wapnie, a w 1977 r. doszło do zatopienia kopalni soli w Wapnie (Lisiecki 2007).

Kopalnie te eksploatowały cechsztyńskie złoża typu wysadowego, w otoczeniu których występują formacje skalne silnie wodonośne, znajdujące się z reguły pod pełnym ciśnieniem hydrostatycznym.

W Polsce występujące w zapadlisku przedkarpackim złoża solne należące do formacji mioceńskiej są mniej zagrożone zatopieniem niż złoża cechsztyńskie centralnej Polski. Wynika to z ich specyficznej budowy geologicznej, występujących w ich otoczeniu nieprzepuszczalnych ilów oraz stosunkowo płytkiego zalegania, przez co ciśnienie hydrostatyczne wód dopływających do kopalń jest mniejsze (Tarczyński & Batko 1961).

Mimo to i w tych kopalniach dochodziło w przeszłości do wdarcia się wód, co mogło się skończyć katastrofalnymi skutkami. Do takich katastrof zaliczyć należy wdarcie się wód w Kopalni Soli „Wieliczka” w latach 1868–1879 do poprzeczni Kłoski na poziomie V i do poprzeczni Colloredo na poziomie IV (Wójcik 1992), do podłużni Kosocice z otworu wiertniczego nr 6-67 w 1959 r. (Sękiewicz & Markowski 1963), do komory Z-32 w 1966 r. komory Fornalska 2 w roku 1972 oraz do poprzeczni Mina w 1992 r. (*Rejestr wycieków kopalnianych 1969–2010*).

Wielowiekowe doświadczenia górników w walce z zagrożeniem wodnym w kopalniach soli doprowadziły do wypracowania metod jego zwalczania.

Podstawową zasadą bezpieczeństwa jest niedopuszczenie do powstania połączeń hydraulicznych w skałach solnych pomiędzy otaczającym złożę górotworem a podziemnymi wyrobiskami. Wszelkie prace wiertnicze i górnicze należy prowadzić z wielką ostrożnością i pod rygorami określonymi w przepisach górniczych prowadzenia robót w warunkach zagrożenia wodnego. Podstawowym zaś warunkiem prawidłowego kierowania robotami górniczymi i wiertniczymi jest bardzo dobra znajomość zarówno budowy geologicznej złoża, jak i jego otoczenia. W przeszłości jednak roboty górnicze często prowadzone były w sposób w niewystarczającym stopniu uwzględniający zagrożenie wodne. Wyrobiska chodnikowe nie zawsze były poprzedzane wierceniami badawczymi, a sprzęt wiertniczy rzadko był wyposażony w urządzenia umożliwiające skuteczne zamknięcie dopływu nawierconych wód.

Jedną z metod stosowanych przy likwidacji zagrożenia wodnego jest tamowanie dopływów. Aby jednak można było ją zastosować, muszą zaistnieć korzystne warunki, takie jak: dobre rozpoznanie górotwóru w rejonie wypływu oraz mała perforacja górotwóru wyrobiskami górniczymi w tym rejonie.

Za przykład błędów w sztuce górniczej, które doprowadziły do wdarcia się wód do kopalni, ale także istnienia korzystnych warunków geologiczno-górnictwowych do budowy tam wodnych, może służyć awaria wodna w zachodnim krańcu Kopalni Soli „Wieliczka”.

## BUDOWA GEOLOGICZNA

Złoże soli kamiennej Wieliczka, będące częścią miocenijskiej formacji solonośnej ciągnie się równoleżnikowo wąskim pasem o szerokości 1 km i długości około 10 km w kierunku W-E, wzdłuż północnego brzegu Karpat. Robotami górniczymi związanymi z wydobywaniem soli kamiennej objęty został środkowy odcinek złoża o długości około 5.5 km. Na zachód od tego obszaru znajduje się otworowa Kopalnia Solanki „Barycz” (kopalnie oddziela filar graniczny), zaś dwukilometrowy odcinek wschodni złoża to nieeksploatowane dotychczas tzw. złoża Sułkowa. Złoże uformowane zostało w wyniku ruchów górotwórczych Karpat w postaci dwóch kontrastowo różniących się części: złoża pokładowego w części dolnej i złoża bryłowego w górnej części (Fig. 1).

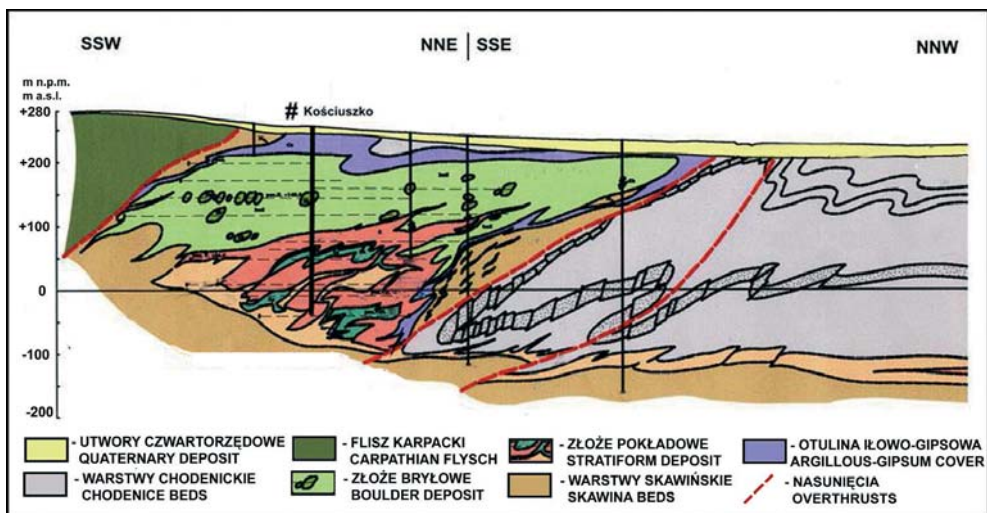


Fig. 1. Przekrój przez złożo solne „Wieliczka” w rejonie szybu Kościuszko (wg Bukowskiego w: Szybist 1994)

Fig. 1. Cross-section of the “Wieliczka” salt deposit in Kościuszko shaft area (according to Bukowski in: Szybist 1994)

Złoże bryłowe charakteryzuje się dużym przemieszaniem skał. W przeważającej części składa się z osadów ilasto-marglistych zawierających kryształy halitu, określanymi jako zuber, w których tkwią różnej wielkości bryły soli. W obrębie zuberów oprócz brył soli występują także egzotyki innych skał – okruchy piaskowców, pakiety ciemnoszarych iłowców i margli popielato-szarych oraz pstrych iłowców fliszowych.

W złożu pokładowym, pomimo zaburzeń tektonicznych zachowana została ciągłość stratygraficzna warstw. Budują go zróżnicowane petrologicznie sole pokładowe poprzedzielane przerostami skał płonnych typu iłowców anhydrytowych.

Złoże bryłowe położone w górnej części złoża stanowi wyższą jednostkę allochtonną w stosunku do niżej leżącego złoża pokładowego. Obie jednostki (górną i dolną)

zostały z kolei nasunięte na paraautochtoniczną serię ewaporatów (Poborski & Skoczylas-Ciszewska 1963).

Głębokim podłożem dla serii solnej są wapienie górnej jury, na nich spoczywają podsolne warstwy skawińskie. Północną granicę złoża i fragmentarycznie nadkład budują warstwy chodenickie, a południową granicę złoża wyznacza czoło nasunięcia fliszu karpackiego.

Od południa, północy i stropu złoże solne otoczone jest otuliną iłowo-gipsową zbudowaną w przeważającej części z iłowców marglistych z wtrąceniami gipsów. Obecne są tu też soczewki warstw skawińskich oraz bloki piaskowców warstw chodenickich (Fig. 1).

W przestrzennym obrazie budowy geologicznej wielickiego złoża wyróżnia się (Szybist 1994, Garlicki & Szybist 1995) trzy odmienne style, tj. baryczański, wielicki oraz sułkowski. Najbardziej znany i charakterystyczny jest styl wielicki występujący w centralnej części złoża. Złoże pokładowe uformowane tu zostało w wyraźne łuski sięgające daleko ku północy i wciskające się w utwory złoża bryłowego. Tektoniczne ruchy górotwórcze Karpat oraz wydzwignięcie całego kompleksu pod utwory czwartorzędu pozwoliły na osiągnięcie przez tą część złoża znacznych miąższości. Otulina gipsowo-iłowa rozwinięta jest na dużą skalę, a utwory fliszu cofają się na południe.

W kierunku wschodnim obserwuje się stopniowe przechodzenie złoża w styl sułkowski. Generalnie złoże zalega coraz głębiej i pochylone jest ku północy z jednoczesnym zanurzaniem jego powierzchni w kierunku wschodnim. Seria solna wykazuje mniejsze zaangażowanie tektoniczne, miąższość złoża maleje, a górna część bryłowa występuje w przewadze nad częścią dolną, pokładową. Zmniejsza się również miąższość czapy gipsowo-iłowej, a utwory fliszowe cofają się jeszcze dalej na południe.

Zachodnią część złoża reprezentuje styl charakterystyczny dla złoża Barycz. W górnej części serii solnej występują szczątkowe łuski, dolna część natomiast jest mniej zaburzona. W obrębie tego obszaru praktycznie nie występują utwory złoża bryłowego, a otulina gipsowo-iłowa rozwinięta jest w niewielkim stopniu. Wzdłuż płaszczyzn nasunięcia w obrębie warstw chodenickich wciskają się warstwy skawińskie oraz flisz.

## WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

Zagrożenie wodne kopalni związane jest przede wszystkim z utworami budującymi północne przedpole złoża oraz część nadkładu, czyli z warstwami chodenickimi (formacja z Machowa). Dopływy wód z warstw chodenickich stanowią około 85% całości dopływu do kopalni (Fig. 2). Przy północnej granicy złoża występowały dotychczas wszystkie znacznych rozmiarów zjawiska wdarcia się wody do kopalni. Utwory czwartorzędowe, nietworzące jednolitego poziomu wodonośnego, nie stanowią dla kopalni zagrożenia. Z czwartorzędu pochodzi około 2% dopływu wód do wyrobisk kopalni (Fig. 2). Są to głównie wycieki w szybach oraz wycieki będące wynikiem dawnych zapadlisk dopowierzchniowych komór. Warstwy podsolne – skawińskie (formacja ze Skawiny) są generalnie słabo zawodnione i z ich strony do kopalni dopływa tylko około 5% wód pozazłożowych (Fig. 2).

Flisz karpacki występujący na południe od granicy złoża nie jest zawodniony (Fig. 2).

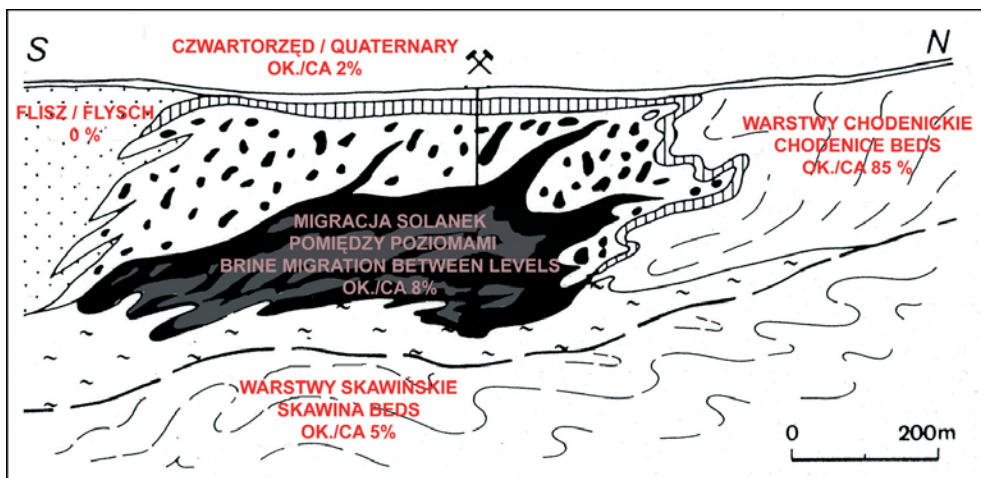


Fig. 2. Schemat dopływu wód do wyrobisk kopalni

Fig. 2. Mine water inflow diagram

### POWSTANIE WYCIEKU

Omawiany fragment złoża rozcięty został tylko kilkoma wyrobiskami chodnikowymi na dwóch poziomach kopalnianych, tj. V oraz VI (Fig. 3).

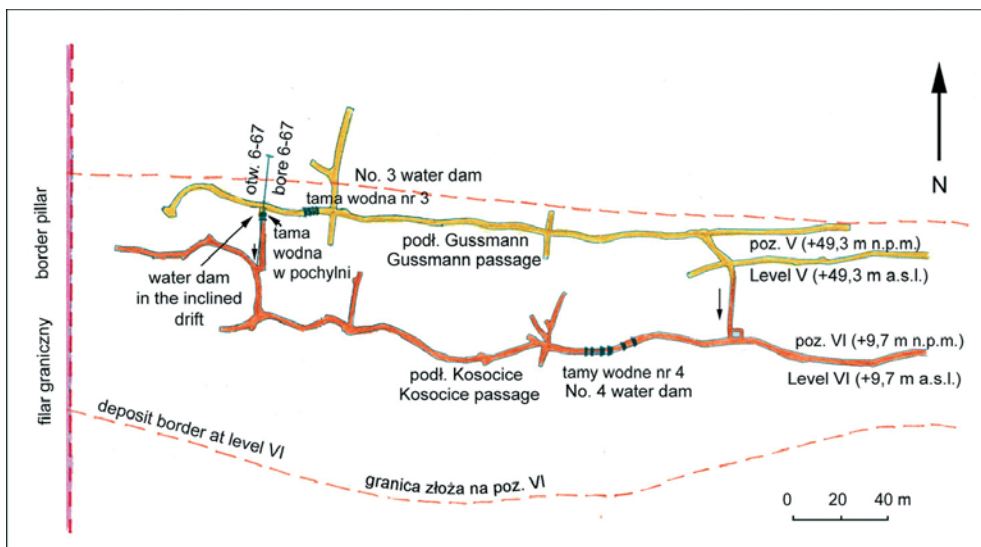


Fig. 3. Lokalizacja tam wodnych nr 3 i nr 4 w zachodniej części Kopalni Soli „Wieliczka”

Fig. 3. Location of water dams no. 3 and 4 in the western section of the “Wieliczka” Salt Mine

Poziomy te występują na głębokościach: około + 49.3 m n.p.m. (poziom V) oraz około + 9.7 m n.p.m. (poziom VI). Ich zachodnie krańce znajdują się w odległości 15 m (poziom VI) i 35 m (poziom V) od filara granicznego, który oddziela kopalnię otworową „Barycz” od kopalni podziemnej „Wieliczka”.

Występujące tu warstwy chodenickie wraz z kompleksami piaszczystymi zaklinowane są pomiędzy serią solną paraautochtonu a nadległą serią solną jednostki allochtonicznej. Złoże solne wyklinowuje się w kierunku zachodnim.

Wyrobiska poziomu V i VI wychodząc z jednostki allochtonicznej, biegną przez wcisnięte tu pod i nad złoże utworów warstw skawińskich przemieszanych z fliszem, zaś zachodnie końcówki tych wyrobisk wykonano już w utworach solnych paraautochtonu (Fig. 4).

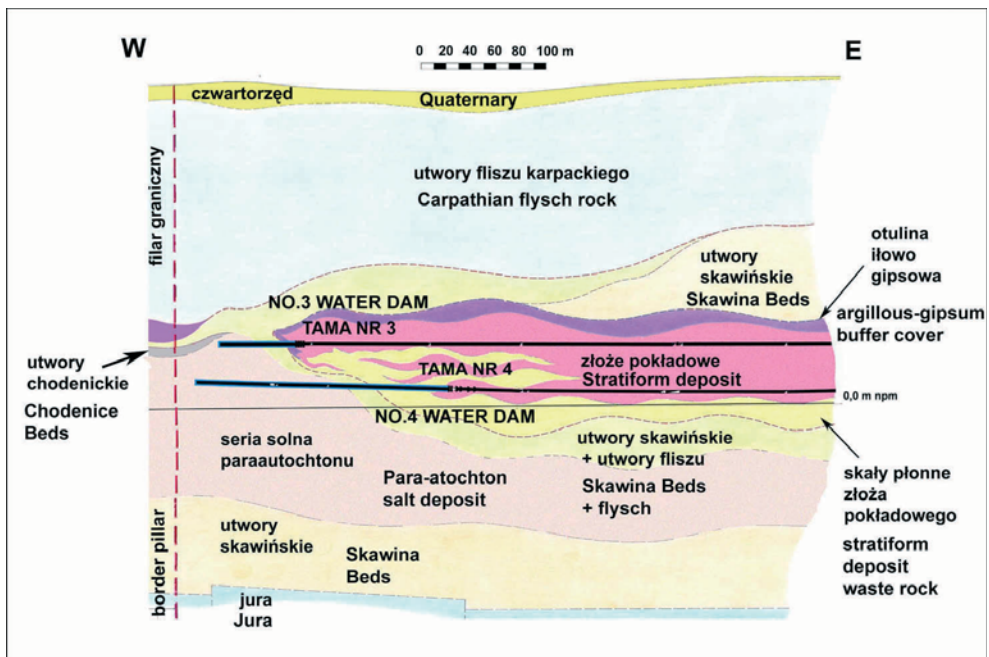


Fig. 4. Wycinek przekroju geologicznego w najbliższym otoczeniu zachodnich końcówek podłużni Gussmann i Kosocice (wg Szybista, w: Gonet 2010 – uproszczony przez autorów)

Fig. 4. Fragment of the geological section in the closest surroundings of the western borders of Gussmann and Kosocice corridors (according to Szybist, in: Gonet 2010 – simplified by the authors)

W celu rozpoznania północnej granicy w tej części złoży, w czerwcu 1959 r. w zachodniej końcówce poziomu VI, rozpoczęto wiercenie poziomego otworu badawczego 6-67 w kierunku północnym. Rurę obsadową zacementowano w bardzo słabej mechanicznie skale – ilowcu z kryształkami halitu zwanej zubrem solnym. 13 sierpnia 1959 r. na głębokości 47 m nawiercono warstwę silnie wodonośną, w rezultacie czego nastąpiło wdarcie się wód do kopalni.

Wielkość dopływu zmieniała się w sposób charakterystyczny w następujących okresach (Poborski 1960):

- 13.08.–28.08.1959 wielkość dopływu wynosząca początkowo kilkanaście metrów sześciennych na godzinę, wzrosła gwałtownie w dniu 27.08.1959 do około 60 m<sup>3</sup>/h. Wypływająca solanka była mętna i niosła ziarna piasku.
- 29.08.–31.08.1959 nastąpił gwałtowny spadek wielkości dopływu do ok. 12 m<sup>3</sup>/h przy jednoczesnym zanikaniu jej zmętnienia. Spadek wielkości dopływu prawdopodobnie spowodowany został głównie zamulaniem się dróg przepływu oraz częściowym zdrenowaniem zbiornika, co miało mniejsze znaczenie.
- 01.09. – 06.09.1959 w dalszym ciągu następował spadek, ale już powolniejszy, wielkości dopływu do około 9–10 m<sup>3</sup>/h. Był to prawdopodobnie objaw dalszego zamulania się dróg dopływu oraz rezultat powolnego obniżania się poziomu wody w zbiorniku.
- 07.09.–08.10.1959 to okres stabilizacji wielkości dopływu, który utrzymywał się na poziomie 9.5 m<sup>3</sup>/h. Ten dłuższy okres równowagi hydraulicznej może świadczyć o dużych rozmiarach zbiornika zasilającego.
- 09.10.1959–03.04.1960 to kolejny okres powolnego spadku wielkości dopływu do wartości 4.7 m<sup>3</sup>/h. Można go tłumaczyć z jednej strony postępującym drenowaniem zbiornika, z drugiej – prowadzonymi równocześnie pracami zmierzającymi do ograniczenia dopływu.

Zawartość NaCl (mierzona solomierzem) w dopływającej do podłżni Kosocice solance zmieniała się w niewielkim zakresie. Wahała się w granicach od 200–230 g/dm<sup>3</sup> w sierpniu 1959 r. do 290 g/dm<sup>3</sup> w grudniu 1959 r. (Sękiewicz & Markowski 1963).

Dopływająca poprzez otwór 6-67 solanka pochodziła z piaszczystych utworów warstw chodenickich, które przylegają do złoża solnego od strony północnej na całej jego rozciągłości. Występowanie piaszczystych utworów warstw chodenickich w omawianym fragmencie złoża potwierdziły otwory hydrogeologiczne H-1 i H-13 (por. Fig. 9). W profilu geologicznym otworu H-1, usytuowanym ok. 100 m na N od wierconego w podłżni Kosocice otworu 6-67, utwory chodenickie występują w przedziale głębokości 145.0–216 m p.p.t. (Kram & Kram 1972), a w otworze H-13 znajdującym się ok. 100 m na NW od otworu 6-67 występują w przedziale głębokości 200.5–228.1 m p.p.t. (Haładus & Pach 2008).

## TAMOWANIE WYCIEKU

Zaraz po zaistnieniu wycieku przystąpiono do prac zabezpieczających, które zmierzały do ograniczenia dopływu, a zatem zmniejszenia zagrożenia wodnego w tej części kopalni. W pierwszej kolejności dopływ próbowano zamknąć za pomocą zasuwu zabudowanej na rurze obsadowej. Próba jednak się nie powiodła z uwagi na nieszczelności zasuwu oraz obecność słabego górotworu, w którym zabudowana została rura obsadowa. Wzrastające ciśnienie spowodowało wyrwanie calizny skalnej wokół otworu i wypływ cieczy obok rury obsadowej. W tej sytuacji zdecydowano o budowie tamy wodnej w chodniku. Podstawą takiej decyzji były sprzyjające warunki górnicze, tj. mała perforacja górotworu w tym rejonie kopalni spowodowana faktem, iż nigdy nie prowadzono eksploatacji tej partii złoża.

Ponieważ w bezpośrednim sąsiedztwie otworu 6-67 znajdowała się pochylnia łącząca poziomy V i VI, konieczne było postawienie dwóch tam: na poziomie VI i w pochylni tuż poniżej poziomu V (Fig. 3).

W pierwszej fazie budowy tam wodnych, tj. od sierpnia 1959 r. do kwietnia 1960 r., wybudowano na poziomie VI tamę składającą się z przytarka iłowego spiętrzającego, jednego segmentu iłowego, jednego murowego i trzech segmentów betonowych o łącznej grubości 13 m. W tym samym czasie wybudowano tamę w pochylni pomiędzy poziomami V i VI składającą się z segmentu iłowego i kilku segmentów betonowych o łącznej grubości 9.4 m. Dobudowa kolejnych segmentów betonowych na poziomie VI oraz w pochylni pomiędzy poziomami V i VI spowodowana była brakiem szczelności i występowaniem przecieków przez tamę. Ostatecznie udało się uzyskać szczelność tam, która utrzymywała się tylko do lutego 1963 r. na tamie nr 4 (poziom VI) oraz do maja 1963 r. na tamie w pochylni V-VI. Po tym okresie nastąpił gwałtowny wzrost przecieków przez tamy – do kilku litrów na minutę. Wykonane w 1963 r. zabiegi uszczelniające nie przyniosły pozytywnego rezultatu, dlatego zdecydowano o budowie tamy wodnej na poziomie V w podłużni Gussmann oraz dobudowaniu do tamy nr 4 kolejnych segmentów. W drugiej fazie budowy tam wodnych, tj. od kwietnia do listopada 1963 r. wybudowano na poziomie V tamę składającą się z trzech segmentów, kłocowego, iłowego i betonowego o łącznej grubości 6 m oraz dobudowano do tamy nr 4 kolejne cztery segmenty betonowe o łącznej grubości 6 m, a we wrześniu 1978 r. jeszcze jeden segment betonowy o grubości 2 m.

Pomimo dobudowywania kolejnych segmentów praktycznie nigdy nie udało się utrzymać szczelności tam przez dłuższy okres, stąd poddawane one były kilkakrotnie doszczelniającym zabiegom cementacyjnym.

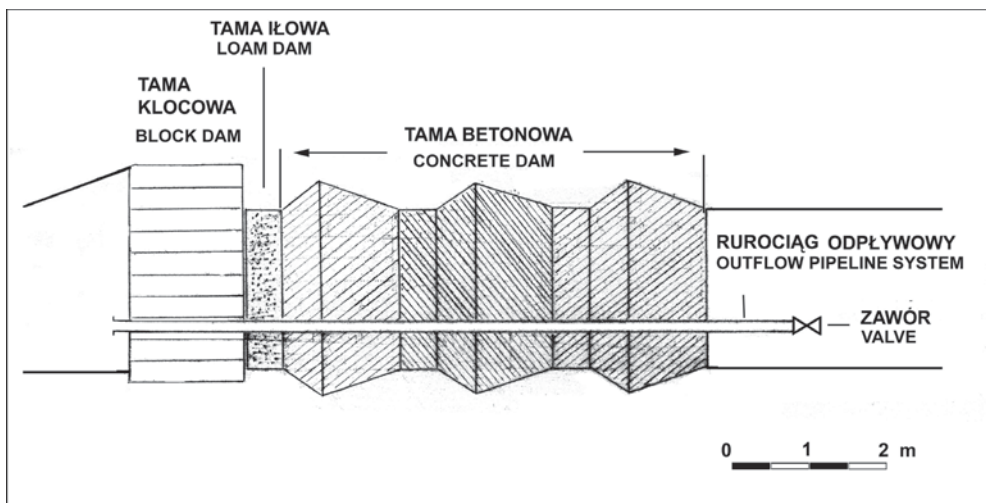


Fig. 5. Przekrój pionowy przez tamę wodną kłocowo-iłowo-betonową w chodniku Gussmann (poz. V)

Fig. 5. Vertical plane of the block-clay-concrete water dam in the Gussmann gallery (level V)



Ostatecznie wypływ zamknięty został za pomocą tam wodnych:

- tamy iłowo-murowo-betonowej (nr 4) zabudowanej w podłużni Kosocice na poz. VI o łącznej grubości 21 m (Fig. 5);
- tamy iłowo-betonowej wybudowanej w pochylni pomiędzy poziomami V i VI o łącznej grubości 9,4 m;
- tamy kłocowo-iłowo-betonowej (nr 3) zabudowanej w podłużni Gussmann na poziomie V o łącznej grubości 6 m (Fig. 6).

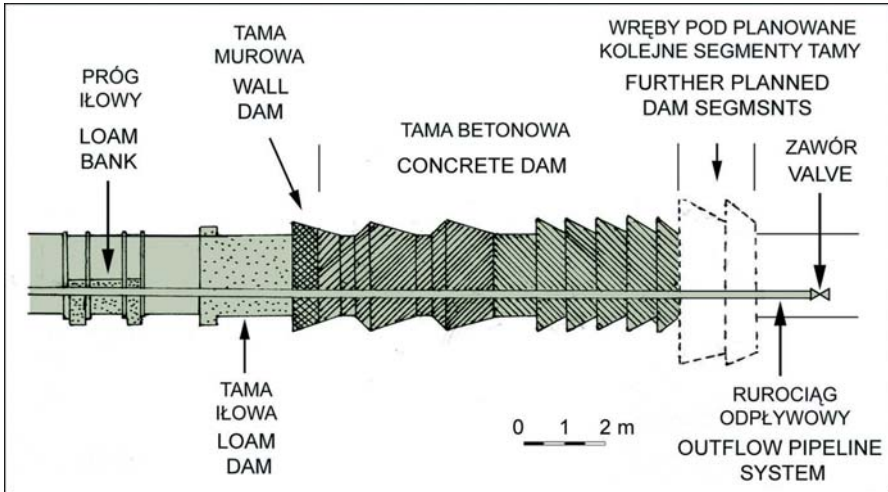


Fig. 6. Przekrój pionowy przez tamę wodną iłowo-murowo-betonową w chodniku Kosocice (poz. VI)

Fig. 6. Vertical plane of the clay-wall-concrete water dam in Kosocice gallery (level 6)

## KONTROLA CIŚNIENIA WODY ZA TAMAMI

W tamach nr 3 na poziomie V i nr 4 na poziomie VI zabudowane zostały rurociągi z zaworami i manometrami do kontroli ciśnienia solanki za tamami (Sękiewicz & Markowski 1963).

Ciśnienie na tamach do listopada 1961 r. powoli wzrastało od 0.20 MPa do 0.25 MPa na tamie nr 3 i od 0.61 MPa do 0.82 MPa na tamie nr 4, po czym zaczęło gwałtownie rosnąć, osiągając maksymalne wartości 2.11 MPa (tama nr 3) i 2.57 MPa (tama nr 4) w styczniu 1963 r., następnie malało do wartości 0.42 MPa (tama nr 3) i 0.51 MPa (tama nr 4) w sierpniu 1963 r. Po tym czasie nastąpił gwałtowny wzrost przecieków przez tamy, co wiązało się z wykonywaniem wielokrotnych zabiegów cementacyjnych. Ten okres odzwierciedla się gwałtownymi spadkami i wzrostami ciśnienia na tamach. Dopiero po ostatecznej zabudowie tamy w podłużni Gussmann na poziomie V w listopadzie 1963 r. ciśnienie na tamach po kilku wahaniciach w zakresie 0.69–1.76 MPa (tama nr 3) i 1.12–2.40 MPa (tama nr 4) osiągnęło maksymalne wartości 2.07 MPa (tama nr 3) i 2.46 MPa (tama nr 4) we wrześniu i październiku 1964 r.

Dalej następuje okres powolnego, systematycznego spadku ciśnienia do wartości 0.42 MPa na tamie nr 3 i 0.80 MPa na tamie nr 4 obecnie (*Książki kontroli tam wodnych 1965–2010*). Powolny, systematyczny spadek ciśnienia na obu tamach można tłumaczyć drenowaniem dużych rozmiarów zbiornika, co powoduje powolne obniżanie się w nim zwierciadła wody (Fig. 7).

Uwidocznione na wykresach niewielkie wahnięcia ciśnienia na tamach spowodowane były występowaniem niewielkich przecieków na tamie nr 4, przecieków na zaworach rurociągu odpływowego zza tamy nr 3 oraz wymianami uszkodzonych manometrów (*Książki kontroli tam wodnych 1965–2010*).

## WPLYW NOWYCH WYCIEKÓW NA CIŚNIENIE ZA TAMAMI

Pojawienie się w kopalni w następnych latach katastrofalnych wypływów, których źródłem są również utwory piaszczyste zalegające w obrębie utworów chodenickich, w sposób zróżnicowany wpłynęło na zachowanie się ciśnienia za tamami na poziomach V i VI.

Do tych katastrof zalicza się:

- wypływ w komorze Z-32, pomiędzy poziomami V i VI w roku 1966,
- wypływ w komorze Fornalska 2 na poziomie VII w 1972 r.,
- wypływ w poprzeczni Mina na poziomie IV w 1992 r.

Z wykresu zmian wielkości ciśnień za tamami nr 3 i nr 4 (Fig. 7) wynika, że jedynie wypływ w komorze Fornalska 2 przez pierwsze trzy lata trwania zaznaczył się szybszym spadkiem ciśnień na obu tamach, natomiast pojawienie się wypływów w komorze Z-32 i w poprzeczni Mina oraz zamknięcie dopływu do poprzeczni Mina pozostały bez wpływu na zmianę wartości ciśnienia na obu tamach. Oznacza to, że w warstwach chodenickich istnieje wiele podsystemów wodnych, pomiędzy którymi połączenia hydrauliczne są bardzo utrudnione bądź systemy te są wyraźnie wzajemnie odseparowane (Zuber & Duliński 2004).

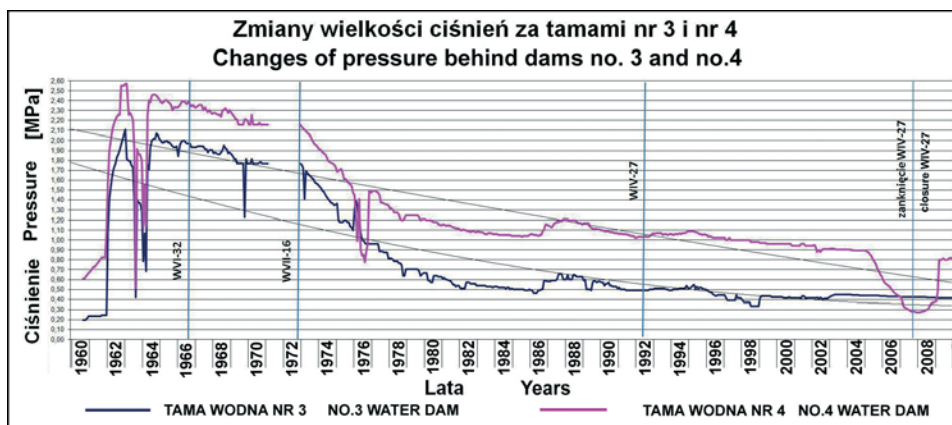


Fig. 7. Zmiany wielkości ciśnień za tamami nr 3 i nr 4

Fig. 7. Pressure changes beyond dams no. 3 and 4

## PLANOWANE PRACE ZABEZPIEZAJĄCE

Zespół tam wodnych na poziomach V i VI w zachodniej części kopalni można by uznać za skuteczne zamknięcie dopływu do kopalni, gdyby nie problem zabudowanych w nich rurociągów kontrolnych podatnych na korozję. Najlepszym obecnie rozwiązaniem wydaje się być szczelna ich likwidacja połączona z likwidacją części podłużni Kosocice i Gussmann, a kontrola ciśnienia za tamami powinna być prowadzona z powierzchni za pomocą otworu piezometrycznego (Fig. 8, 9).

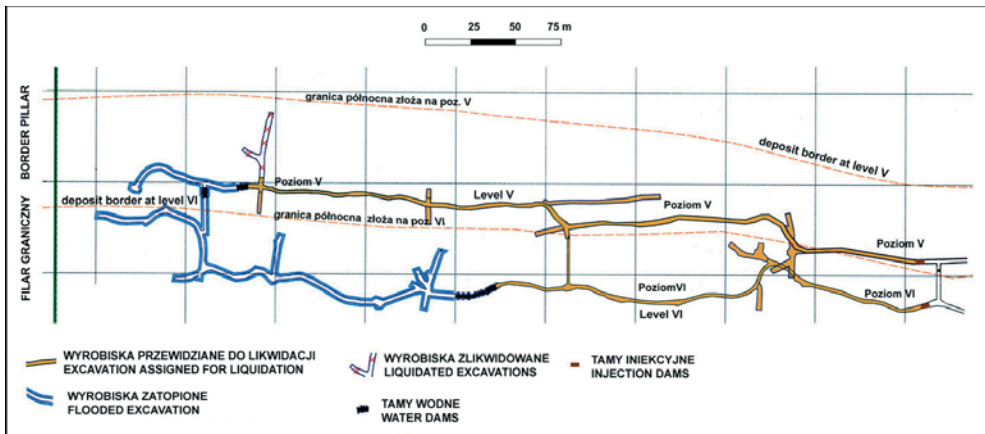


Fig. 8. Wycinek mapy poziomów V i VI

Fig. 8. Fragment of levels 5 and 6 map

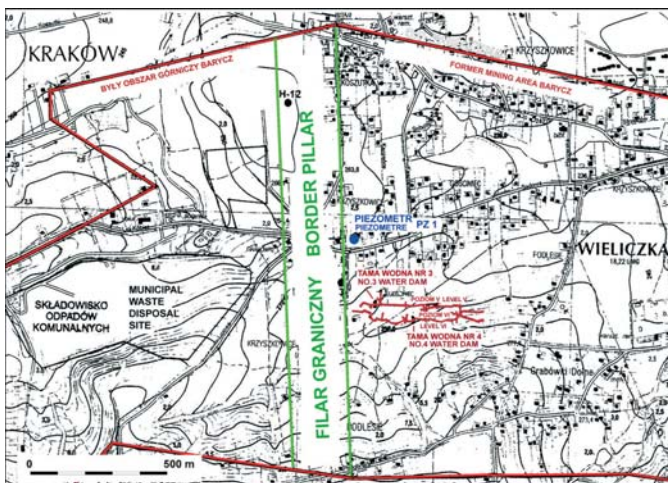


Fig. 9. Mapa przeglądowa rejonu filara granicznego Wieliczka – Barycz

Fig. 9. Review map of the Wieliczka – Barycz border pillar region

Kopalnia Soli „Wieliczka” obecnie jest w trakcie przygotowywania się do szczelnej likwidacji zachodnich końcówek podłżni Gussmann na poziomie VI oraz podłżni Kosocice na poziomie V na podstawie projektu technicznego wykonanego przez Fundację Wiertnictwo-Nafta-Gaz, Nauka i Tradycje (Gonet 2010).

Całość robót związanych z likwidacją zachodnich końcówek podłżni Gussmann i Kosocice obejmuje trzy zasadnicze etapy:

1. Odwiercenie na północnym przedpolu likwidowanych końcówek podłżni otworu piezometrycznego PZ-1, który będzie służył do monitorowania położenia zwierciadła wody podziemnej oraz ewentualnych zmian jej zasolenia (Fig. 9).
2. Likwidacja rurociągów wychodzących zza tamy wodnej nr 3 i nr 4, polegająca na zatłoczeniu zaczynu uszczelniającego, który wypełni rurociągi i bezpośrednio otoczenie zalanych za tamami wyrobisk.
3. Szczelna likwidacja zachodnich końcówek podłżni Gussman i Kosocice – łącznie wypełnienie ok. 3700 m<sup>3</sup> pustek (Fig. 8).

W wyniku realizacji planowanych robót ograniczona zostanie do minimum możliwość przedostania się solanki z komór kopalni otworowej „Zarycz”, przez istniejący filar graniczny pomiędzy kopalniami „Barycz” – „Wieliczka” i ewentualnego zatopienia wyrobisk podziemnej zabytkowej Kopalni Soli „Wieliczka” w jej zachodniej części. Ograniczona zostanie też możliwość rozłgowania górotworu przy istniejących tamach i powstania katastralnego dopływu do czynnych wyrobisk kopalni.

## PODSUMOWANIE

Problem zwalczania zagrożenia wodnego w kopalniach soli należy do zagadnień dla nich najważniejszych. Każdorazowe wdarcie się wód do podziemnych wyrobisk może przesądzić o dalszym istnieniu kopalni. Doświadczenia zdobyte przez lata przez pracowników Kopalni Soli „Wieliczka” w walce z zagrożeniem wodnym pozwoliły w latach 60. XX wieku z sukcesem opanować nagłe wdarcie się wody do zachodnich końcówek poziomów V i VI. Dopływ został zamknięty za pomocą zabudowanych tu wielosegmentowych tam wodnych. Zatomowanie wód było możliwe dzięki dogodnym warunkom geologicznym oraz małej perforacji górotworu wyrobiskami górniczymi w rejonie dopływu.

Słabym ogniwem, po kilkudziesięciu latach obserwacji, okazały się zabudowane w tamach rurociągi pozwalające na kontrolę ciśnienia za tamami, niestety podatne na korozję.

Obecnie rozpoczęto prace związane z likwidacją rurociągów wychodzących zza tam połączone ze szczelną likwidacją części podłżni Kosocice i Gussmann. Monitoring ciśnienia za tamami prowadzony będzie z powierzchni za pomocą odwierconego na przedpolu zachodnich końcówek poziomów V i VI otworu piezometrycznego.

## LITERATURA

- Garlicki A. & Szybist A. 1995. Ogólne założenia dla zabezpieczenia kopalni soli Wieliczka oraz nowy obraz geologiczny złoża wielickiego. *Likwidacja zagrożenia wodnego dla zabezpieczenia kopalni soli Wieliczka. Materiały z III spotkania PSGS, Wieliczka 18–19.09.1995.*

- Gonet A., 2010. *Projekt techniczny likwidacji zachodnich końcówek podłużni Gussman na poziomie V i podłużni Kosocice na poziomie VI w Kopalni Soli „Wieliczka”*. Archiwum Działu Geologicznego Kopalni Soli Wieliczka.
- Haładus W. & Pach A., 2008. *Dokumentacja geologiczna rozpoznająca warunki hydrogeologiczne w filarze ochronnym pomiędzy kopalnią otworową „Barycz” a kopalnią podziemną „Wieliczka”*. Archiwum Działu Geologicznego Kopalni Soli Wieliczka.
- Kram W. & Kram S., 1972. *Dokumentacja hydrogeologiczna obszaru na północ od zachodniej części złoża soli w Wieliczce*. Archiwum Działu Geologicznego Kopalni Soli Wieliczka.
- Książki kontroli tam wodnych 1965–2010*. Archiwum Działu Geologicznego Kopalni Soli Wieliczka.
- Lisiecki M., 2007. *30-lecie katastrofy Kopalni Soli w Wapnie*. [on-line:] <http://marcusl.prv.pl/30leciekatastrofy>
- Poborski J., 1959. *Orzeczenie w sprawie zagrożenia wodnego kopalni w Wieliczce, w związku z wdarciem się wody w zachodnim końcu kopalni na poziomie VI, w sierpniu 1959 r.* Archiwum Działu Geologicznego Kopalni Soli Wieliczka.
- Poborski J. & Skoczylas-Ciszewska K., 1963. O miocenie w strefie nasunięcia karpackiego w okolicy Wieliczki i Bochni. *Rocznik PTG*, 33, 3.
- Rejestr wycieków kopalnianych 1969–2010*. Archiwum Działu Geologicznego Kopalni Soli Wieliczka.
- Sękiewicz J. & Markowski I., 1963. *Historia wdarcia się wody w zachodnim krańcu kopalni na poz. VI w sierpniu 1959 r. przez otwór badawczy 6-67, akcji awaryjnej i budowy tam wodnych*. Archiwum Działu Geologicznego Kopalni Soli Wieliczka.
- Szybist A., 1994. *Aktualizacja obrazu budowy geologicznej złoża*. W: *Zadanie 2(1) PBZ 066-01*, Archiwum Działu Geologicznego Kopalni Soli Wieliczka.
- Tarczyński R. & Batko A., 1961. *Zagrożenie wodne Kopalni Soli Wieliczka*. Archiwum Działu Geologicznego Kopalni Soli Wieliczka.
- Wójcik J., 1992. *Opis katastrofального wycieku Kloski – Colorado w Kopalni Soli Wieliczka*. Archiwum Działu Geologicznego Kopalni Soli Wieliczka.
- Zuber A. & Duliński M., 2004. *Badania izotopowe wód kopalnianych Wieliczki wykonane w latach 1973–2004: rezultaty i ich interpretacja*. Archiwum Działu Geologicznego Kopalni Soli Wieliczka.

## Summary

Dealing with the threat of flooding is one of the most important issues concerning salt mines. Every water irruption into underground excavations may be a threat to the further existence of the mine. Experience gained by several generations of the Wieliczka Salt Mine employees in eliminating water treat contributed to the successful handling of sudden water irruption into the western borders of levels 5 and 6 in the sixties of the 20th century (Fig. 3). The inflow was closed by building up multi-segment water dams. Favorable geological

---

conditions as well as small perforation of the orogen with mining excavations in the inflow area created a possibility to dam waters. Years of observations revealed that pipelines built in damps and controlling the pressure beyond the dams, is the weakest link due to its susceptibility to corrosion. At present work has begun to eliminate pipelines which extend beyond the dams and the parts of Kosocice and Gussmann corridors. Pressure behind the dams will be monitored from the surface with the use of a piezometric bore drilled on the forefield of the western borders of levels 5 and 6.