

Adam BROMOWICZ \*\*  
Jan KUCHARZ\*\*  
Józef PARCHANOWICZ\*  
Marcin SZPAK\*

## **KOMORA „MICHAŁ-SAUROU” – STAN OBECNY I KONCEPCJA JEJ ZABEZPIECZENIA**

Komora Michał – Saurau należy do jednych z największych komór w kopalni Soli Wieliczka. Zlokalizowana jest na poz. III kopalni i stanowi podziemny obiekt Muzeum Żup Krakowskich. Jest często wykorzystywana jako element scenografii spektakli teatralnych, filmów, prezentacji, itp. Komora ta jest jednym z ostatnich wyrobisk eksploatacyjnych, w których sól pozyskiwano tradycyjną ręczną techniką urabiania, stosowaną w kopalni przez setki lat. Wraz z upływem czasu w komorze pojawiały się lokalnie symptomy wzmożonego ciśnienia górotworu. Zakres destrukcji, w aspekcie wieloletniego utrzymania dobrego stanu komory, stanowił podstawę do podjęcia decyzji o dodatkowym zabezpieczeniu komory, z uwzględnieniem Zaleceń Konserwatorskich Małopolskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Krakowie, m.in. zachowania dotychczasowego wystroju komory, jej walorów zabytkowych oraz widokowych. W artykule zaprezentowano koncepcję dodatkowego wzmocnienia obudowy w oparciu o rozpoznany stan techniczny komory i uwarunkowania geologiczno-górniczne w jej sąsiedztwie.

### **1. Wprowadzenie**

Komora Michał – Saurau należy do jednych z największych, a jednocześnie najwyższych komór, udostępnionych dla ruchu turystycznego w wielickiej kopalni. Jest często wykorzystywana jako element scenografii spektakli teatralnych, filmów, prezentacji itp.

Komora zlokalizowana jest na poz. III kopalni i stanowi podziemny obiekt Muzeum Żup Krakowskich. Powstała w wyniku eksploatacji bryły soli zielonej, którą rozpoczęto na początku lat 20 XIX w. Komora ta jest jednym z ostatnich wyrobisk eksploatacyjnych, w których sól pozyskiwano tradycyjną ręczną techniką urabiania, stosowaną w kopalni przez setki lat. Ogromne rozmiary pięknej komory oraz fakt, że łączy dwa poziomy kopalni spowodowały, że włączono ją do ówczesnej trasy turystycznej już w 1877 roku, która w obrębie komory wiodła schodami z poz. II niższego na poz. III.

\* KGHM CUPRUM Centrum badawczo-rozwojowe, Sp z o.o.

\*\* Kopalnia Soli „WIELICZKA” S.A.

Dolna część komory została wyeksploatowana metodą ręczną – klinową. Wyrobisko połączone jest z górną partią komory szybikiem pionowym, a następnie połączeniem schodowym na poziom III. Na poziomie III znajduje się główne wejście do komory od poprzeczni Kaniów, natomiast na poziomie II niższym część stropowa komory ma połączenie z poprzeczną Rarańcza.

Komorę można podzielić na dwie części połączone ze sobą przewężeniem. Główne wejście do komory znajduje się obecnie na poziomie III. Przejście przez komorę rozpoczyna się od poprzeczni Kaniów, poprzez pierwszą (północno-zachodnią) część komory zwaną pierwotnie komorą „Michał”, a następnie po przewężeniu do drugiej (południowo-zachodniej) części komory zwanej komorą „Saurau”. Aktualnie cały kompleks większego wyrobiska komorowego nazywany jest komorą Saurau.

W drugiej połowie lat 70. XIX w. zaistniała konieczność kompleksowego zabezpieczenia tego wyrobiska. Jako obudowę podstawową zabezpieczenia komory zastosowano kotwy, po raz pierwszy na taka skalę w wielkiej kopalni. Były to głównie kotwy szkłoepoksydowe oraz stalowe, wklejane na całej długości z zastosowaniem klei syntetycznych. Ponadto torkretem zabezpieczono miejsca wychodni skał płonnych i rozwarstwienia skorupy solnej, stanowiącej do tej pory naturalną, podstawową obudowę komory. Wzmocniono również istniejący filar wykonując w jego fragmencie rdzeń betonowy obudowany murem z kostki solnej i stojakami drewnianymi. W części komory zabudowano wiązki stojaków drewnianych spięte obejmami, celem ograniczenia jej zaciskania. Wraz z upływem czasu w komorze pojawiały się lokalnie symptomy wzmożonego ciśnienia górotworu. Zakres destrukcji, w aspekcie wieloletniego utrzymania dobrego stanu komory, stanowił podstawę do podjęcia decyzji o dodatkowym zabezpieczeniu komory, z uwzględnieniem Zaleceń Konserwatorskich Małopolskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Krakowie, m.in. zachowania dotychczasowego wystroju komory, jej walorów zabytkowych oraz widokowych.

## 2. Rys historyczny i walory zabytkowe

Swoją nazwę komora zawdzięcza Franciszkowi von Saurau, który w okresie 1823–1832 r. sprawował obowiązki ówczesnego premiera i ministra spraw wewnętrznych Austrii. Eksploatację w komorze rozpoczęto na początku lat 20. XIX w., w dolnej partii bryły złożowej. W pierwszym okresie eksploatacji powstała komora określana dzisiaj mianem „Saurau Dolny”. Z niej prowadzono chodniki rozpoznawcze w kierunku centralnej części bryły.

Początkowo urobek opuszczano do komory Saurau Dolny i poprzeczną Lichtenfels II kierowano do szybika Aleksandrowice. Zbudowany wówczas wydajniejszy kierat nad tym szybikiem, transportował sól na poziom I, skąd kierowany był do szybu Daniłowicza.

Górna partia bryły komory Saurau udostępniona została na początku lat 20. XIX w. na poziomie II n poprzeczną Rarańcza, drążoną od szybika Aleksandrowice. W części tej, w 1833 roku zaprojektowano wykonanie komory kieratowej i wybicie szybika Saurau do centralnej, eksploatowanej już części bryły. Położenie komory kieratowej zaplanowano tak, by maszyna mogła obsługiwać projektowany szybik Saurau i istniejący już wówczas

szybik Kraj, prowadzący do komory Kraj zlokalizowanej między poziomem III a międzypoziosem Lichtenfels.

Po zrealizowaniu tego przedsięwzięcia zintensyfikowano eksploatację w komorze Saurau, a produkowane w niej bałwany soli i powstająca w trakcie ich wycinania sól beczkowa wciągane były na poziom II n i kierowane do szybika Antonia, obsługiwanego wówczas tym samym kieratem co szybik Aleksandrowice. Uprościło to i znacznie skróciło odstawę urobku solnego z komory. Zasadnicza część prac eksploatacyjnych ukończona została około 1870 roku.

W 1914 roku wykonano chodnikową wcinę rozpoznawczą o długości około 2 m, we wschodniej części ociosu południowego. Celem jej było zbadanie grubości solnej łuski ochronnej w tym rejonie, zapewne z myślą o pozyskaniu z niej soli w trudnych warunkach początku I wojny, kiedy dotkliwie brakowało górników do pracy na dole. Poza wykonaniem dwóch zabiorów eksploatacyjnych, szerszych prac wybierkowych ówczesną techniką wrębu ręcznego i strzelania nie podjęto. Od pierwszych lat powojennych prowadzono w niej ruch turystyczny.

W okresie międzywojennym komora nosiła imię generała Józefa Hallera na pamiątkę jego pobytu w kopalni w dniu 2 lipca 1919 roku.

Komora Saurau jest jednym z ostatnich wyrobisk eksploatacyjnych, w których sól pozyskiwano tradycyjną ręczną techniką urabiania, stosowaną od początku istnienia kopalni. Polegała ona na wykonaniu wrębów przy użyciu kilofów, które przygotowywały do odrywania klinami żelaznymi prostopadłościennie bloki soli. W komorze stosowano obie znane odmiany tej techniki, mianowicie odspajano od ścian bloki „stojące”, tzw. „kłapcie” lub od spągu, tzw. „ławy”. Z nich formowano kilofami bryły w kształcie walca o różnej wadze (od 300 kg do ponad 2 ton), tj. bałwany solne. Na stropie i ociosach komory zachowały się bardzo czytelne negatywy odbitych ław i kłapci oraz wyraźne ślady zarysów pracy kilfów podczas ręcznego wykonywania wrębów.

W 1930 roku, z uwagi na pogorszenie stanu technicznego, komorę wyłączono z trasy turystycznej. W latach 60. XX w., po przejęciu wyrobiska przez Muzeum Żup Krakowskich i wykonaniu niezbędnych prac zabezpieczających i adaptacyjnych, ponownie włączona została ona do zwiedzania. Jednak już w drugiej połowie lat 70. pojawiły się bardzo poważne zagrożenia, które wymagały kompleksowego zabezpieczenia wyrobiska. To w nim zastosowano po raz pierwszy w kopalni wielkiej technikę kotwienia do konserwatorskiego zabezpieczenia wyrobisk zabytkowych. Torkretem zamaskowano rozległe miejsca rozpięcia siatki trałowej w rejonach odpadnięcia solnej łuski ochronnej. Te prace zabezpieczające ukończono w 1989 roku i komorę oddano do użytku dla potrzeb ruchu turystycznego.

### 3. Uwarunkowania geologiczne

Komora Saurau została wykonana w złożu bryłowym, w bardzo dużej bryle soli zielonej typowej. Dłuższa oś ma długość około 55 m. Bryła w przekroju pionowym w cięciu SW–NE ma kształt wydłużonej soczewki pochylonej w kierunku północnym pod kątem około 45°. W przekroju poziomym dłuższa oś bryły rozciąga się na kierunku NW–SE.

Bryła komory Saurau leży w części złoża, w której obserwowana jest znaczna koncentracja brył soli zielonej o zróżnicowanej wielkości, rozmieszczonych w skałach płonnych typu zubrów solnych. Bezpośrednio do niej przylegają mniejsze bryły soli zielonej typowej oraz soli zielonej wielkokrystalicznej. Na północ od komory Saurau zlokalizowana jest bryła soli zielonej komory Kraj, natomiast na północny zachód od niej znajduje się prawdopodobnie największa, według obecnego rozpoznania górotworu, bryła soli zielonej, która rozciąga się od poziomu I, gdzie wyeksploatowano w niej niewielką komorę do międzypoziomu Lichtenfels.

Analizowana partia złoża bryłowego zalega pod północną łuską złoża pokładowego, wykształconą w tym rejonie w postaci pokładów soli spizowych, które eksploatowano zespołem komór Russeger.

W latach osiemdziesiątych podczas kompleksowej restauracji komory dokonano profilowania wybranych otworów kotwowych. Otworami tymi rozpoznano górotwór w najbliższym otoczeniu komory i stwierdzono obecność w górotworze wielu mniejszych brył soli zielonej.

Skały płonne złoża bryłowego są wykształcone w typowy sposób jako zubry solne. Nie obserwuje się w nich większych bloków rozsypliwych, zlustrowanych iłowców marglistych.

#### 4. Warunki górnicze w rejonie

Komora Saurau jest zlokalizowana w stosunkowo skomplikowanym układzie wyrobisk (rys. 1). Łączy poziom II<sub>n</sub> na którego wysokości znajdują się partie stropowe komory poprzez wyrobiska poziomu III z międzypoziomem Lichtenfels, poniżej którego zalegają spagowe części wyrobiska. Komora zlokalizowana pomiędzy poz. II<sub>n</sub> a III.

Dolna część komory, którą powinno się traktować jako oddzielne wyrobisko, zlokalizowana jest na międzypoziomie Lichtenfels. Zostało ono wykonane metodą eksploatacji ręcznej klinowej. Wyrobisko połączone jest z górną partią szybikiem pionowym, a następnie połączeniem schodowym na poziom III.

Na poziomie III znajduje się główne wejście do komory od poprzeczni Kaniów. Na poziomie II niższym część stropowa komory ma połączenie z poprzeczną Rarańcza.

Kubatura komory wynosi około 18 000 m<sup>3</sup>, wysokość komory z poz. (II<sub>n</sub>–II<sub>w</sub>) wynosi około 30 m. Długość komory: przy spagu na poziomie III wynosi około 56 m, a na poziomie II niższym około 46 m. Szerokość komory: na poziomie III w części zachodniej około 7 m, w części wschodniej około 16 m, na poziomie II niższym od 10 do 19 m (w części wschodniej). Parametry te wynikają z kształtu pierwotnej bryły solnej w której komora ta została wykonana. Nachylenie bryły solnej miało kierunek na północny wschód, a tym samym jej ociosy (południowy i północny) są odchylone w tym kierunku o kąt 45÷50°.

#### 5. Ocena stanu technicznego komory

Zasadnicze zabezpieczenie komory z wykorzystaniem kotew i betonu natryskowego wykonano pod koniec lat siedemdziesiątych. W ten sposób zabezpieczono 30÷40% po-





Strop komory w części północno-zachodniej stanowi calizna solna zabezpieczona obudową kotwową. Jego stan ocenia się jako dobry.

Na poziomie poprzeczni Rarańcza, w rejonie drewnianej antresoli, widoczny jest chodnik kieratowy prowadzący dawniej do urządzenia wyciągowego, obsługującego transport szybikiem pionowym. W chodniku pozostawiono pozostałości drewnianej konstrukcji podparcia, zaciśniętej w wyniku konwergencji przystropowej części chodnika kieratowego.

W rejonie centralnej części komory znajduje się filar centralny podpierający strop o przekroju zbliżonym do prostokątnego. Jego rdzeń jest betonowy a ściany obudowane murem z kostki solnej i stojakami w rozstawie około 1,5 m (rys. 2). Filar ten posadowiony jest na caliznie solnej. W części przyspągowej tej calizny widoczne są rozwarstwienia. Od strony północnej filara wykonane jest podmurowanie przylegają do niego dwie wiązki stojaków podpierających strop i posadowionych na postumentach z kostki solnej. Stojaki te są zaciskane co uwidocznione jest w postaci pionowych spękań. Jedna z wiązek, w dolnej części spoczywająca na podmurowaniu, odchyliła się, a postumenty są rozgniatane.

W pobliżu centralnej części komory, przy ociosie południowo-zachodnim zlokalizowany jest szybik stropowy. Wysokość między dolną półką szybika, a zabezpieczonym przez odeskowanie wlotem górnym, wynosi około 24 m. Z szybika stropowego, umiejscowionego przy ociosie południowo-zachodnim, wykonana jest atrapa zjazdu pionowego górników wielickich na linie. Stan calizny ociosów szybika jest generalnie dobry. Ociosy w górnej części szybika zabezpieczone zostały obudową natryskową, kotwami epoksydowymi i siatką nylonową. Miejscami obudowa ta uległa zniszczeniu (odspojeniu od calizny, spękaniu). Między innymi z tego powodu część południowo-wschodnia komory jest wygradzona od ruchu turystycznego.

Na połączonym stropoociosie w południowo-wschodniej części komory Saurau widaczniają się warstwy wrębowe po urabianiu w komorze solnych bloków. W niektórych miejscach, szczególnie przy narożach powstałych po wybieraniu prostopadłościennych bloków, widoczne są odsłonięcia utworów płonnych złoża solnego – zubry i iłowce. Odsłonięcia skał płonnych mają silną tendencję do wietrzenia i dalszego odpadania. Stąd też w miejscach tych do zabezpieczenia stropoociosu zastosowany był beton natryskowy (torkret). Obserwacje prowadzone w komorze w ostatnich latach wskazują, iż torkret ten lokalnie się odspaja i odpada od calizny.

## 6. Koncepcja zabezpieczenia

W oparciu o wyniki przeprowadzonej inwentaryzacji i kontroli stanu technicznego komory oraz jej obudowy, w celu poprawy bezpieczeństwa jej użytkowania, uważa się za zasadne wykonanie dodatkowych robót zabezpieczających. Przede wszystkim powinny one skoncentrować się na wzmocnieniu filarów: między poprzeczną Rarańcza, a komorą kieratową, filara podstropowego w rejonie filara centralnego i samego filara centralnego, filara ociosowego przy ociosie południowym (rejon szybika z atrapą zjazdu górników) oraz filarów drewnianych. Wzmocnienie filarów może być prowadzone poprzez ich



Rys. 2. Centralny filar i wiązka stojaków drewnianych w środkowej części komory Michał-Saurau (foto A. Maj, 2011)

Fig. 2. Central pillar and wood support in “Saurau” Chamber (photo A. Maj, 2011)

kotwienie kotwami szkło epoksydowymi i wypełnienie (iniekcję) istniejących szczelin spoiwem mineralnym.

W przypadku filarów drewnianych projektuje się ich całkowitą przebudowę z wykorzystaniem dotychczasowych ich elementów.

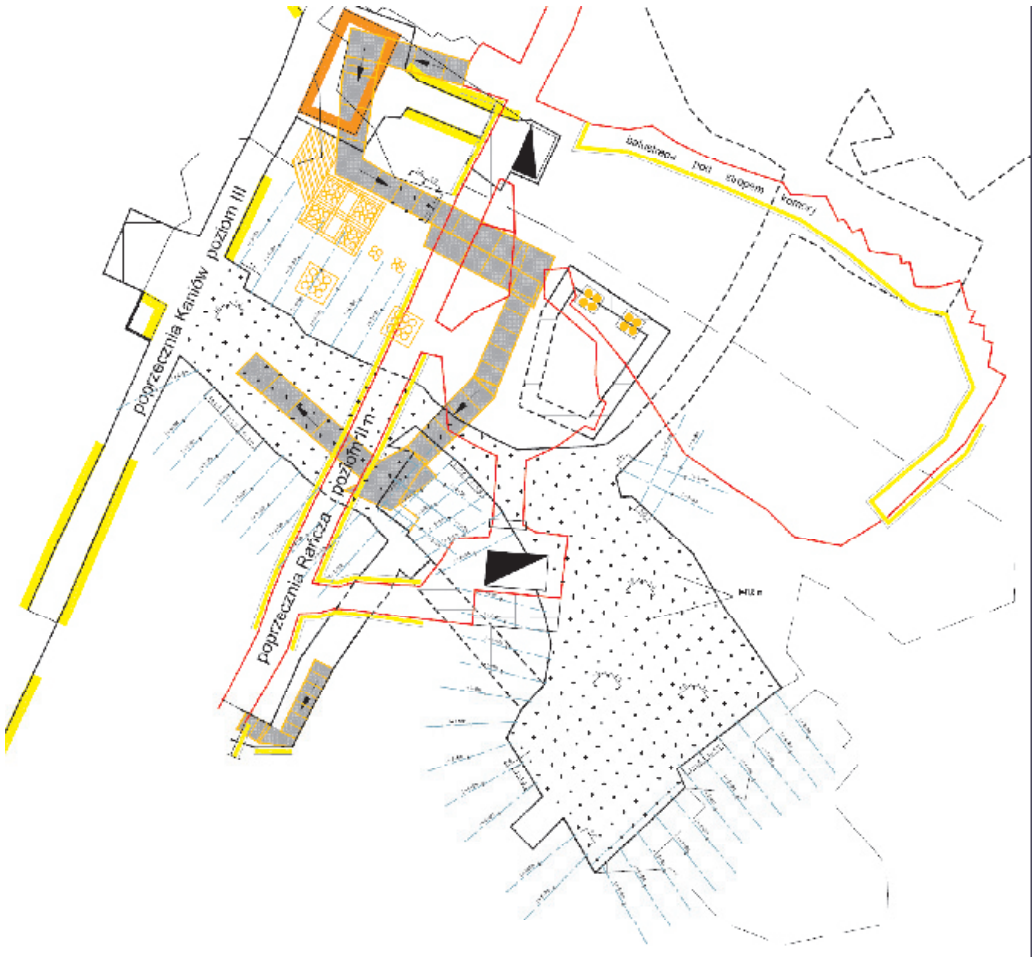
Dodatkowo, ze względu na naciskanie warstw stropowych górotworu na filar centralny, objawiające się rozwarstwieniem się calizny solnej podstropowej i przyspagowej i powstawanie szczelin konieczne jest jego upodatnienie. Przesztywniony filar centralny z rdzeniem betonowym należy upodatnić przez wykonanie w jego rdzeniu betonowym szczeliny dylatacyjnej (wiercenie otworów o średnicy 30 cm na całą szerokość i zabudowanie w niej drewnianych okrągłaków o średnicy 25 cm). W części dolnej filara, którą stanowi calizna solna, planuje się dodatkowe wzmocnienie poprzez jej skotwienie kotwami szkłoepoksydowymi o długości od 3 do 6 m. Wiązki stojaków zabudowane po stronie północnej filara centralnego zostaną również wzmocnione. Po zakończeniu tych robót w obrębie filara zaleca się odtworzenie dotychczasowego wystroju filara za pomocą murków z kostki solnej.

W części południowej komory projektuje się wzmocnienie stropu i ociosów obudową kotwową z kotew szkło epoksydowych o długości 6,0 do 11,8 m zabudowanych w siatce 1,0–1,5×1,0–1,5 m, utwierdzanych w górotworze spoiwem mineralnym (rys. 3). Przed kotwieniem należy wykonać obrywkę dotychczasowego torkretu, a w to miejsce zastosować do opinki siatkę ochronną z polipropylenu mocowaną tymi kotwami.

## 7. Podsumowanie

Komora Saurau, w publikowanych na początku XX w. przewodnikach określana jest mianem najwspanialszej komory trasy turystycznej.

Generalnie należy stwierdzić, że stan techniczny komory jest dość dobry. Nie mniej jednak lokalnie komora wymaga dodatkowego zabezpieczenia górniczego. Pełniejszą wiedzę o mechanizmie zmian zachodzących w otoczeniu komory tj. rozkładu naprężeń i przemieszczeń masywu geologicznego, a tym samym miejsc potencjalnych osłabień i wynikających stąd zagrożeń dla statyczności komory oraz wyrobisk ją otaczających będzie można poznać po przeprowadzeniu analizy numerycznej.



Rys.3. Koncepcja zabezpieczenia komory Saurau (Parchanowicz i in. 2011)

Fig. 3. Mining support concept in Saurau Chamber (Parchanowicz i in. 2011)



## Literatura

1. JODŁOWSKI A. i in., *Informacje i dane historyczne dotyczące komory Michał-Saurau*, Muzeum Żup Krakowskich w Wieliczce.
2. MAJ A., SZPAK M. *Dokumentacja fotograficzna komory Michał Saurau.*, KGHM CUPRUM Wrocław 2010, 2011 r.
3. PARCHANOWICZ i in., *Analiza geomechaniczna wraz z ustaleniem sposobu zabezpieczenia komory Michał-Saurau.* KGHM CUPRUM, Wrocław 2010 r.
4. *Projekt techniczny zabezpieczenia komory Michał-Saurau*, praca niepublikowana OBR CHEMKOP Kraków 1992 r.

### **“MICHAŁ-SAURAU” CHAMBER – CURRENT TECHNICAL CONDITIONS AND SUPPORT CONCEPT**

“Michał – Saurau” chamber is one of the biggest chambers in Wieliczka Salt Mine. It is often use in movie scenes, presentations, spectacles such as attractive place belongs to tourists route. During the time technical conditions has been going worse. That was the main reason to prepare conceptual study of support. In article was presented geological and mining conditions in chamber region, history of chamber and basic technical solutions proposed to rock support.