

Kajetan d’OBYRN^{* **},
Marcin SZPAK^{***}

KONIECZNOŚĆ PONAWIANIA PRAC ZABEZPIECZAJĄCYCH NA PRZYKŁADZIE KOMORY SAURAU W KOPALNI SOLI „WIELICZKA”

Przedstawiono charakterystykę historyczno-konserwatorską komory Saurau, zlokalizowanej na poziomie III Kopalni Soli „Wieliczka”. Przedstawiono również uwarunkowania górnicze i geologiczne rejonu jej zalegania. Opisano sposób zabezpieczenia komory wykonanego w latach 80. XX wieku, wyniki pomiarów stanu komory, inwentaryzację stanu obecnego i wskazano zmiany, które zaistniały w komorze od czasu jej zabezpieczenia. Scharakteryzowano zaprojektowane obecnie metody zabezpieczenia górniczego komory oraz technologii prowadzenia robót zabezpieczających.

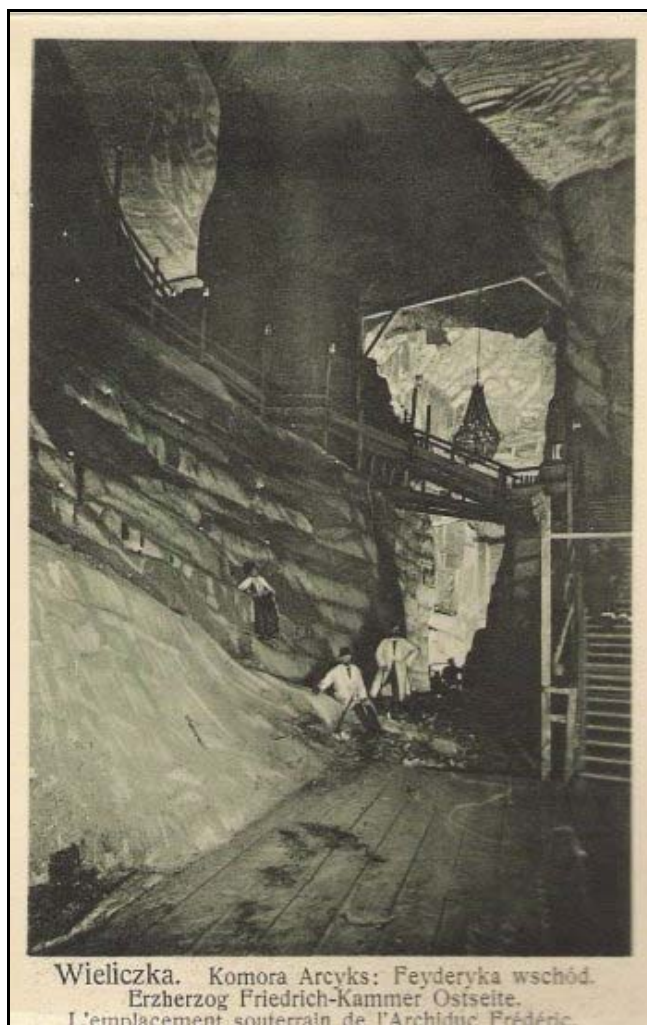
1. Wprowadzenie

Komora Saurau należy do jednych z najokazalszych obiektów podziemnych w wielickiej kopalni i została włączona do podziemnej trasy turystycznej już na początku XX w. Zlokalizowana jest na poz. III kopalni, należy do jednych z największych, a jednocześnie najwyższych komór, udostępnionych dla ruchu turystycznego. 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. Poza imponującymi walorami estetycznymi komora Saurau stanowi również przykład celowości prowadzenia cyklicznego monitoringu górniczego stanu technicznego zabezpieczonych komór poeksploatacyjnych w obliczu zmian uwarunkowań geomechanicznych i intensywności procesów deformacyjnych w ich otoczeniu. Po kilkunastu latach od jej udostępnienia dla ruchu turystycznego (rys. 1), w 1930 roku, z uwagi na pogorszony stan techniczny komorę wyłączono z trasy turystycznej.

* Politechnika Krakowska

** Kopalnia Soli „Wieliczka” S.A.

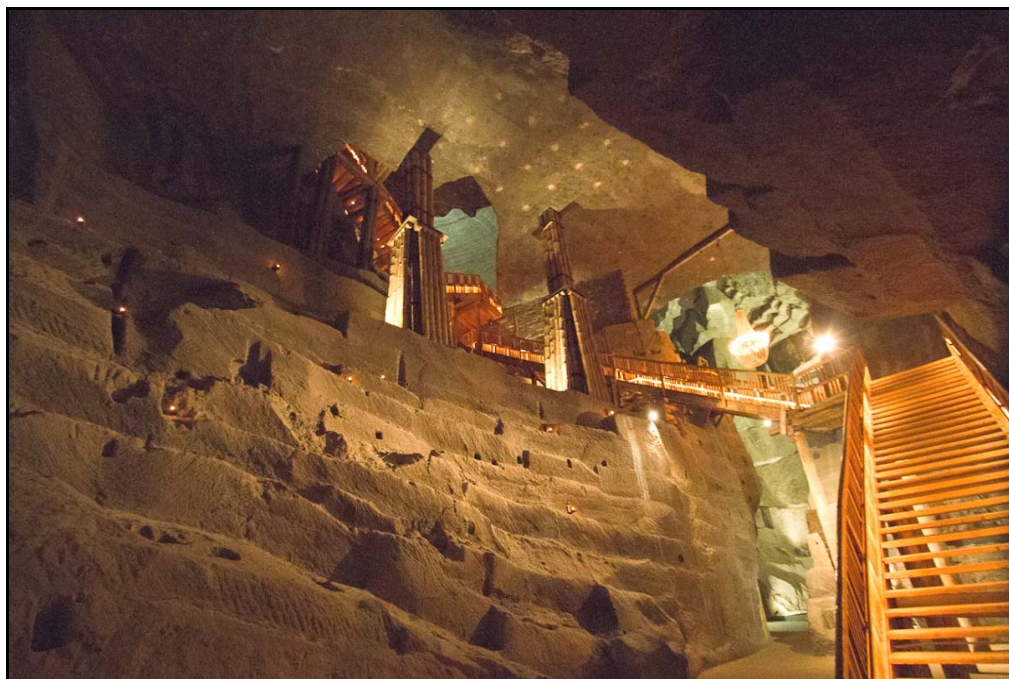
*** KGHM CUPRUM sp. z o.o. – Centrum Badawczo-Rozwojowe we Wrocławiu



Rys. 1. Komora Arcyksięcia Fryderyka, obecnie komora Saurau (http://www.malopolanin..., 2013)

Fig. 1. Archduke Frideric Chamber, currently Saurau Chamber (http://www.malopolanin..., 2013)

W latach 60. XX w. po 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 wielickiej technikę kotwienia do zabezpieczenia wyrobisk zabytkowych. Torkretem zamaskowano rozległe miejsca rozpięcia siatki trałowej w rejonach odpadnięcia solnej łuski ochronnej. Wymienione prace zabezpieczające ukończono w 1989 roku i komorę oddano do użytku dla potrzeb ruchu turystycznego (rys. 2).



Rys. 2. Widok na komorę Saurau z poziomu III (fot. M. Szpak)

Fig. 2. Saurau Chamber view from III-level perspective (photo M. Szpak)

2. Uwarunkowania historyczno-konserwatorskie rejonu lokalizacji komory Saurau na poziomie III Kopalni Soli „Wieliczka”

Wraz z upływem czasu w komorze pojawiały się lokalnie symptomy wzmożonego ciśnienia górotworu. W ostatnich latach, w oparciu o wyniki prowadzonych pomiarów i bieżącej oceny stanu technicznego komory Saurau stwierdzono, iż zakres destrukcji, w aspekcie wieloletniego utrzymania użytecznego stanu komory, powinien stanowić podstawę do podjęcia decyzji o dodatkowym zabezpieczeniu komory. Na podstawie przygotowanej koncepcji tego zabezpieczenia i projektu technicznego aktualnie w komorze tej prowadzone są dodatkowe roboty zabezpieczające.

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. Swoją nazwę zawdzięcza Franciszkowi von Saurau, który w latach 1823–1832 sprawował obowiązki premiera i ministra spraw wewnętrznych Austrii. W pierwszym okresie eksploatacji powstała komora określana dzisiaj mianem „Saurau Dolny”. Z niej prowadzono chodniki rozpoznawcze w kierunku centralnej części bryły, a urobek opuszczano do komory Saurau Dolny i poprzeczną Lichtenfels II kierowano do szybika Aleksandrowice (Jodłowski i in., 2010).

Górna partia bryły komory Saurau udostępniona została, na początku lat 20. XIX w. na poziomie II_n poprzeczną Rarańcza – drażoną 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.

W kolejnych latach 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 wcinkę 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 w komorze prowadzono ruch turystyczny.

W okresie międzywojennym komora nosiła imię generała Józefa Hallera na pamiątkę jego pobytu w kopalni w dniu 2 lipca 1919 roku (Jodłowski i in., 2010).

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 prostopadłościenne bloki soli. W komorze stosowano obie znane odmiany tej techniki, mianowicie odpajano od ścian bloki „stożące”, 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.

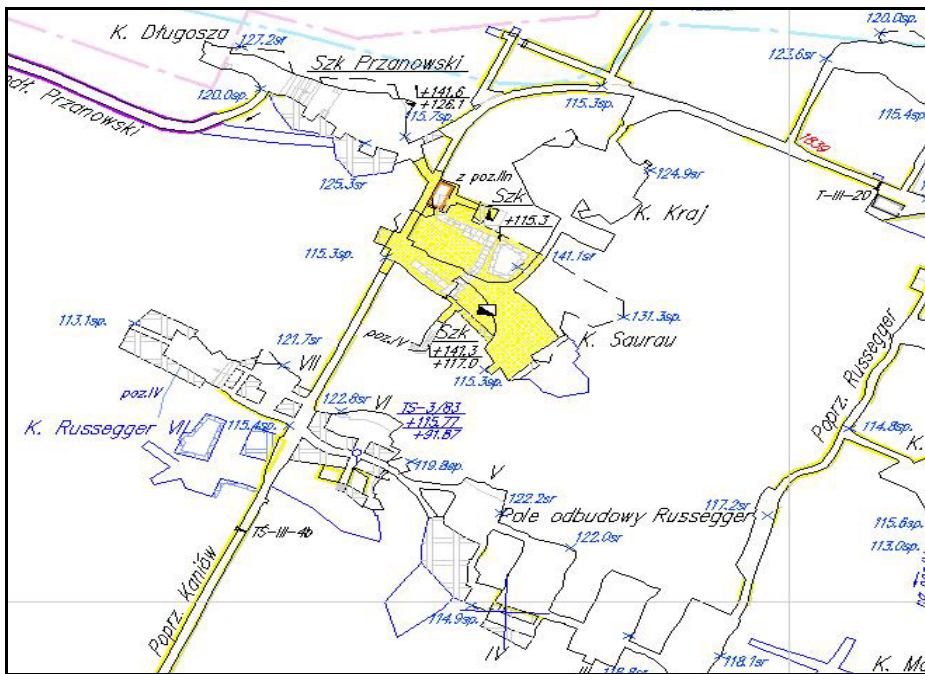
3. Warunki geologiczno-górnice w rejonie komory

Komora Saurau została wykonana w złożu bryłowym, w bardzo dużej bryle soli zielonej typowej. Dłuższa oś bryły ma długość około 55 m. Bryła w przekroju pionowym SW–NE ma kształt wydłużonej soczewki pochylonej w kierunku północnym pod kątem około 45°. Jest zlokalizowana w stosunkowo skomplikowanym układzie wyrobisk (rys. 3). Łączy poziom II_n, na którego wysokości znajdują się partie stropowe komory poprzez wyrobiska poziomu III z międzypoziosem Lichtenfels, poniżej którego zale-

gają spągowe części wyrobiska. Komora zlokalizowana jest pomiędzy poz. IIa a III (Parchanowicz i in., 2010).

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 poziomie 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 m³, wysokość około 30 m. Długość komory przy spągu na poziomie III wynosi około 56 m. Parametry te wynikają z kształtu pierwotnej bryły solnej, w której komora ta została wykonana. Nachylenie bryły solnej miało kierunek ku NE, a tym samym jej ociosy (południowy i północny) są odchylone w tym kierunku o kąt około 45–50°.



Rys. 3. Lokalizacja komory Saurau na tle wyrobisk poziomu III (materiały KS „Wieliczka”, 2010)

Fig. 3. Saurau Chamber location on III mine level (Wieliczka Salt Mine, 2010).

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 wielokryształicznej. 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. Skały płonne złoża bryłowego są wykształcone w typowy sposób, jako zubry solne.

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 (Parchanowicz J. i in., 2010, 2011).

4. Opis wykonanych prac zabezpieczających w komorze Saurau

W 1877 roku Komora Saurau włączona została do trasy turystycznej. Nastąpiło to wkrótce po zakończeniu prac wydobywczych. Zwiedzający przechodzili zejściem schodowym z poziomu II_n na poziom III. Występujące zagrożenie związane z pogarszającym się stanem technicznym komory spowodowało jej zamknięcie około 1930 roku. W latach 60. XX w., po przejęciu wyrobiska przez Muzeum Żup Krakowskich i wykonaniu niezbędnych prac zabezpieczających i adaptacyjnych, komora ponownie oddana została do zwiedzania. W drugiej połowie lat siedemdziesiątych pojawiły się poważne objawy zagrożenia zawałowego w komorze, które wymagały kompleksowego zabezpieczenia tego wyrobiska (Jodłowski, 2010; Parchanowicz i in., 2011).

Zasadnicze zabezpieczenie komory z wykorzystaniem kotew i betonu natryskowego wykonano pod koniec lat siedemdziesiątych. Do zabezpieczenia komory wykorzystano kotwy epoksydowe o długości do 10 m, wklejane w górotworze w rozstawie od 1,0×1,0 m do 1,5×1,5 m, za pomocą żywic według receptury wykonawcy. W miejscach wychodni skał płonnych, po zabudowie kotew, rozpinano siatkę nylonową (rybacką) i natryskiwano beton z pomostów roboczych. W ten sposób zabezpieczono około 30–40% powierzchni calizny stropu i połączonych płaszczyzn ociosowych w komorze.

W komorze Saurau po raz pierwszy w kopalni wielickiej zastosowano technikę kotwienia do konserwatorskiego zabezpieczenia wyrobisk zabytkowych. Roboty te wykonane zostały z bardzo dużą starannością i dbałością o estetykę wyrobiska. Dla każdej partii otworów do kotwienia wykonywane było wiercenie badawcze z profilowaniem na podstawie którego podejmowano decyzję o długości kotew. Starannie maskowano miejsca wlotów kotew. Analogicznie zamaskowano torkretem rozległe miejsca rozpięcia siatki trałowej w rejonach odpadnięcia solnej łuski ochronnej.

W rejonie centralnej części komory, na caliznie solnej, wykonano filar podpierający strop o przekroju zbliżonym do prostokątnego. Jego cały rdzeń wykonano z betonu, a ściany obudowano murem z kostki solnej (rys. 4). Od jego północnej strony wykona-

no podmurowanie pod dwie wiązki stojaków podpierających strop i posadowionych na postumentach z kostki solnej.

Na przełomie lat 1989/1990, w części stropowej północno-zachodniego rejonu komory odtworzona została obudowa typu podporowo-koszykowego z wiązek stojaków drewnianych. W stropowej części ociosu północnego zabudowany został kaszt pełny w miejscu północnego szybika stropowego. W okresie tym zabudowano również w północno-zachodniej części komory dwie, wysokie wiązki drewnianych stojaków i zabudowano kolejne kotwy szkłoepoksydowe w tym rejonie. Komorę oddano do ruchu turystycznego w dniu 24.11.1989 r.



Rys. 4. Filar i wiązka stojaków drewnianych w środkowej części komory Saurau (Adam Maj 2010)
Fig. 4. The central pillar and wooden column in the middle of the Saurau chamber (Adam Maj, 2010).

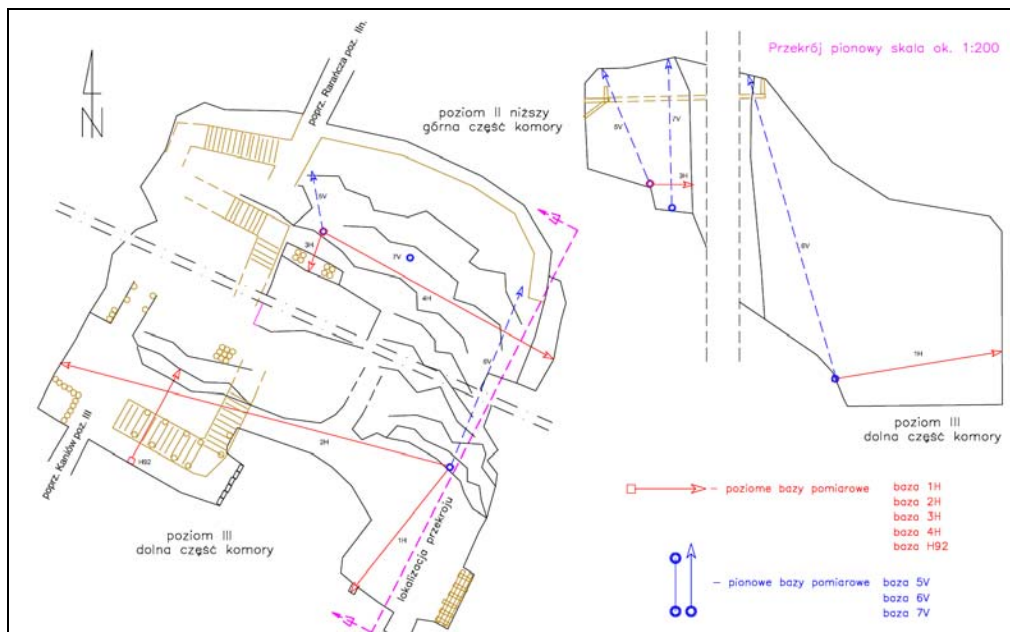
5. Wyniki pomiarów i zaistniałe zmiany w stanie komory

W komorze Saurau prowadzone są cyklicznie, różne pomiary służące do oceny stanu górotworu, w celu monitoringu jej stanu technicznego.

W rejonie lokalizacji komory, na powierzchni terenu zabudowano dwa repery pomiarowe (o numerach 1174 i S-50), w celu prowadzenia obserwacji deformacji powierzchniowych nad przedmiotowym wyrobiskiem. Wyniki dotychczas zrealizowanych pomiarów wykazują osiadanie powierzchni nad komorą z prędkością średnioroczną w przedziale od 6,3 mm/rok do 7,0 mm/rok (Parchanowicz i in., 2010).

W komorze prowadzone są pomiary przemieszczeń konturów wyrobiska z wykorzystaniem precyzyjnych pomiarów tachimetrycznych (rys. 5). Wyniki przeprowadzonych pomiarów w 2010 roku wykazały, iż we wschodniej i zachodniej części komory przemieszczenia punktów stropowych są porównywalne z pomiarami z lat ubiegłych

i dynamika tych przemieszczeń wynosi do -7 mm/rok przy średniorocznym poziomie od -6 do -7 mm. Podobnie prowadzone pomiary konwergencji pionowej utrzymują się na corocznym poziomie blisko -2 mm. Na podstawie pomiarów konwergencji komory Saurau wykonanych w 2005 r. przez OBR „Chemkop” Kraków dokonano porównania wyników z obu okresów. W 2005 r. stwierdzono niski poziom szybkości odkształceń pionowych i poziomych rzędu $-0,2$ mm/rok i stosunkowo stabilne wyniki pomiarów dla tego procesu.



Rys. 5. Bazy pomiarowe do przemieszczeń konturów komory Saurau (materiały KS „Wieliczka”, 2012)
Fig. 5. Polygons for contour displacement measurements in Saurau Chamber (Wieliczka Salt Mine, 2012)

Na podstawie pomiarów konwergencji wyrobisk górniczych w strefie ochrony konserwatorskiej (2010 r., OBR „Chemkop” Kraków) wskazano, iż szybkość przemieszczeń w komorze Saurau wynosi od $-0,9$ do $-3,5$ mm/rok i są to wyniki porównywalne z poprzednim cyklem pomiarowym. Ponadto wykazano niski poziom dynamiki odkształceń pionowych i poziomych. Ponadto, od 1997 r. w komorze Saurau prowadzone są pomiary rozwarstwień skał stropowych na dwóch stanowiskach pomiarowych.

Należy stwierdzić, iż w ostatnim dziesięcioleciu wyniki prowadzonych pomiarów były generalnie stosunkowo stabilne i nie wykazywały zmian o istotnej intensywności.

W 2010 r. dla komory Saurau przeprowadzono analizę geomechaniczną z wykorzystaniem metody numerycznej MES, uwzględniając przy tym rozmieszczenie wyrobisk sąsiadujących i ich stan techniczny (Parchanowicz J. i inni, 2010). Wskazała ona, iż przyczyną występujących w komorze Saurau deformacji nieciągłych (szczelin, spękań, rozwarstwień) jest naturalny proces deformacyjny zachodzący w górotworze otaczają-

cym komorę, powodujący niszczenie wycienionego płaszcza solnego oraz zaciskania filarów. Szczególnie duży wpływ na przebieg tego procesu ma niepodsadzona niżejleżała komora Saurau Dolny. Wszystkie kategorie uzyskanych wyników obliczeń numerycznych wskazują na niewielki wpływ sąsiadujących komór na poziom stateczności komory Saurau, co należy przypisać głównie ich bocznej lokalizacji, która nie wytworzyła międzykomorowych półek skalnych zazwyczaj wzajemnie osłabiających piętrowo usytuowane komory. Korzystna pod tym względem konfiguracja przestrzenna zespołu komory ma również znaczenie dla niskiego zagrożenia powierzchni z jego strony.

6. Projektowane metody zabezpieczenia komory oraz technologii prowadzenia robót górniczych

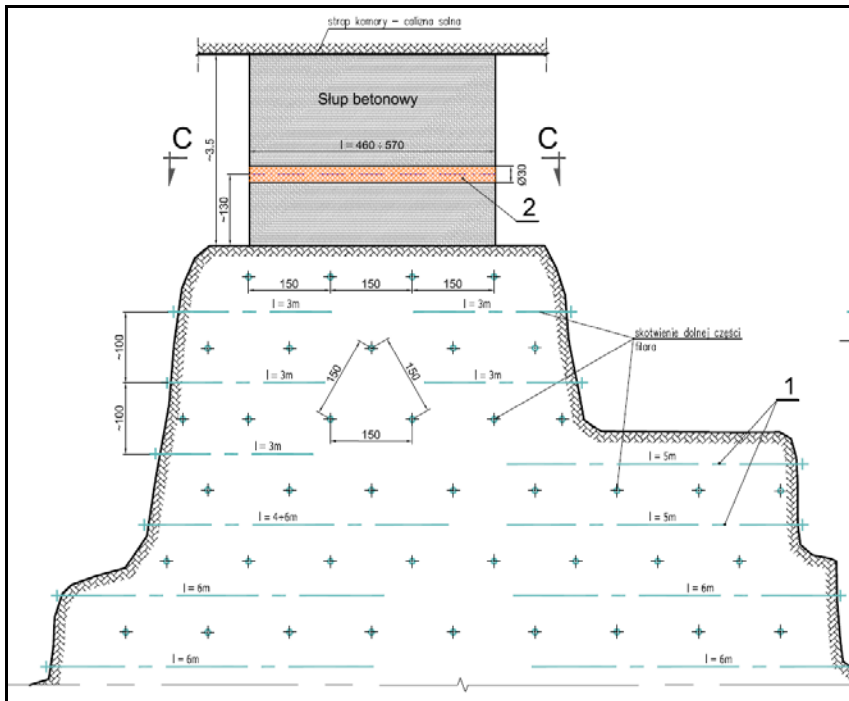
W oparciu o wyniki przeprowadzonej inwentaryzacji i kontroli stanu technicznego komory oraz jej obudowy, w celu poprawy bezpieczeństwa jej użytkowania, zasadne było wykonanie dodatkowych robót zabezpieczających. W oparciu o przeprowadzoną analizę geomechaniczną oraz wytyczne zawarte w projekcie koncepcyjnym, w tym opinię Małopolskiego Wojewódzkiego Konserwatora zabytków w Krakowie, zakres projektowanych, głównych prac zabezpieczających scharakteryzowano poniżej (Parchanowicz J. i in., 2011, 2012).

Konieczne jest wzmocnienie istniejących w komorze 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. Filar centralny zostanie upodatniony i wzmocniony obudową kotwową. Upodatnienie zostanie wykonane na wysokości jego betonowej części w postaci warstwy okrągłaków o średnicy \varnothing 25 cm ułożonych na styk w uprzednio wykonanych otworach (rys. 6). Rozpoczęcie wierceń otworów poziomych w filarze rozpoczęte będzie w centralnej części. Po wykonaniu ww. robót należy odtworzyć mury solne wokół filara betonowego i ich obudowę drewnianą.

Pozostałe filary w komorze zostaną wzmocnione obudową kotwową oraz poprzez iniekcję szczelin spoiwem mineralnym.

Strop wyrobiska w południowej części komory zostanie wzmocniony obudową kotwową, szkłoepoksydową o długości 11,5 m i średnicy \varnothing 27 mm, po uprzedniej obrywce istniejącego torkretu, który miał na celu osłonięcie wychodni skał płonnych, (uległ on lokalnym odspojeniom od calizny stropu). Zabudowę ww. kotew projektuje się w siatce 1,0×1,0 m \pm 0,2 m, uzależnionej od konfiguracji powierzchni stropu komory. W miejscach wychodni skał płonnych projektowana jest zabudowa siatki ochronnej mocowanej ww. kotwami. Kotwy będą utwierdzone w górotworze spoiwem mineralnym typu Wieliczka I lub klejem KL, przy czym wybór rodzaju spoiwa uzależniony jest od stanu górotworu w miejscu kotwienia (jego spękania i zawodnienia). Generalnie

spoiwo Wieliczka I należy używać w miejscach bardziej naruszonych procesem deformacyjnym górotworu i nie zawodnionych, a klej KL w miejscach mniej zdeformowanych, ale bardziej zawodnionych.



Rys.6. Zabezpieczenie filara centralnego przez upodatnienie słupa betonowego wkładką drewnianą oraz kotwienie podstawy (Parchanowicz i in., 2012)
 Fig. 6. Reinforcement of the central pillar with wooden layer and rockbolting its lower part (Parchanowicz et al., 2012)

Ociosy komory Saurau będą kotwione kotwami o długościach 6 i 8 m, zabudowanych w siatce 1,0–1,5×1,0–1,5 m, utwierdzanych w górotworze spoiwem mineralnym. Wzmocnienia wymagają dwie wiązki stojaków przy północno-wschodnim ociosie filara centralnego. Konieczna jest również przebudowa wyboczonych filarów drewnianych (pylonów) zlokalizowanych w środkowo-zachodniej części komory. Projektuje się pylony jako wiązki stojaków (kwadraciaków o długości boku 25 cm) przedłużanych, łączonych na wycięciach poliuretanowym klejem do drewna i gwoździami. Zaprojektowano łączenie stojaków wzdużnicami, aby pylony charakteryzowały się największą wytrzymałością wybozeniową.

Prace zabezpieczające w komorze Saurau należy prowadzić z uwzględnieniem odpowiedniej kolejności robót. Po zabezpieczeniu stropu obudową kotwową, projektuje się wzmocnienie wszystkich filarów obudową kotwową, a następnie przystąpienie do

upodatnienia filara centralnego poprzez wykonanie w nim szczeliny dylatacyjnej przebiegającej przez rdzeń betonowy. W ostatniej fazie prowadzone będzie kotwienie ociosów oraz przebudowa drewnianych podpór filara i słupów (pylonów).

7. Podsumowanie

Komora Saurau jest jednym z największych wyrobisk komorowych w kopalni Wieliczka i od pierwszych lat po zakończeniu eksploatacji, na początku XX w., została udostępniona dla ruchu turystycznego. W przeciągu tego okresu, zmiany uwarunkowań geomechanicznych w otoczeniu komory przyczyniały się do lokalnego pogarszania się jej stanu technicznego. Prowadzona ocena stanu górotworu w otoczeniu przedmiotowej komory pozwalała na oszacowanie dynamiki postępujących zmian i ocenę jej stanu technicznego. Stanowiło to podstawę do podejmowania odpowiednich środków zaradczych w postaci stosowania najbardziej skutecznych i dostępnych zabezpieczeń górniczych. W ten sposób, na przestrzeni lat w komorze Saurau zastosowano dotychczas różne rodzaje obudów górniczych. Uwzględniając przy tym uwarunkowania geologiczne złoża wielickiego oraz charakterystykę parametrów fizyko-mechanicznych skał złożowych i otaczających należy stwierdzić, iż na przestrzeni wieków istnienia komór i dziesięcioleci ich funkcjonowania turystycznego, obudowa górnicza w tych wyrobiskach nie ma charakteru ostatecznego, w którym pełniłaby swoje funkcje jednakowo skutecznie.

Z tego też powodu zabezpieczenie wyrobisk górniczych, nie zwalnia z konieczności prowadzenia monitoringu ich stanu technicznego, w tym zastosowanej obudowy. Przebieg dotychczas prowadzonych robót zabezpieczających w komorze Saurau oraz okres jej funkcjonowania jest przykładem, że stosowane w wielickiej kopalni zabezpieczenia górnicze są co prawda długotrwałe, ale po pewnym czasie, różnym dla różnych wyrobisk, wymagają ponownych, kapitalnych remontów.

Literatura

- JODŁOWSKI A. *Informacje i dane historyczne dotyczące komory Michał-Saurau*. Muzeum Żup Krakowskich w Wieliczce. 2010.
- MAJ A., SZPAK M., *Dokumentacja fotograficzna komory Michał Saurau*. KGHM CUPRUM. Wrocław 2010, (praca niepublikowana).
- PARCHANOWICZ J. i in., *Analiza geomechaniczna wraz z ustaleniem sposobu zabezpieczenia komory Michał – Saurau, etapy I i II*. KGHM CUPRUM. Wrocław. 2010 (praca niepublikowana).
- PARCHANOWICZ J. i in., *Koncepcja i projekt techniczny zabezpieczenia komory Michał – Saurau*. KGHM CUPRUM. Wrocław. 2011 (praca niepublikowana).
- PARCHANOWICZ J. i in., *Koncepcja i projekt techniczny zabezpieczenia komory Michał – Saurau*. KGHM CUPRUM. Wrocław. 2012 (praca niepublikowana).
- <http://www.malopolanin.pl/> – *Wieliczka – jak wyglądała kopalnia 120 lat temu*. Prezentacja albumu fotograficznego krakowskiego fotografa Awita Szuberta z jego pobytu w kopalni w 1892 r.

NECESSITY OF REPEATING REINFORCEMENT WORKS IN HISTORICAL CHAMBERS PRESENTED ON THE EXAMPLE OF SAURAU CHAMBER IN WIELICZKA SALT MINE

The most important aim of the article is to stress the need to continue the process of technical assessment and reinforcement works in historical chambers in Wieliczka salt mine. In the article was presented the history of the Saurau chamber which is located on III level in mine and is one of the most interesting excavation in monumental mine. The mining and geological conditions in chamber region were described as well. In several crucial chapters were presented the history of reinforcement works in the chamber from the beginning of the XX century, the results of rock strata measurements and stability conditions in the longer period of time. Finally were described the most important technical solutions and technology which are proposed for reinforcement the Saurau chamber.