

Jerzy FREUDENHEIM, Tomasz MIGDAS

Kopalnia Soli „Bochnia”, Bochnia

## Restrukturyzacja Kopalni Soli „Bochnia”

Bochnia jest jednym z najstarszych miast w Małopolsce. Jej rodowód miejski sięga połowy XIII w. Pierwsza wzmianka o przedlokacyjnej osadzie pod nazwą Bochnia pochodzi z roku 1198. Znajduje się w dokumencie patriarchy jerozolimskiego Monachusa, który potwierdził, że rycerz Mikora Gryfita darował w latach ok. 1163–1175 „sól z Bochni” klasztorowi Bożogrobców z Miechowa. Była to jeszcze sól warzona, uzyskiwana z eksploatacji tzw. studni solankowych przez odparowanie solanki w warzelniach. Bagniste, porośnięte sitowiem tereny, skupiska moczarów i bagien, poprzegradzane kępami drzew stwarzały wrażenie niedostępnych. W miejscach tych gromadziły się słone wody, które szybko znalazły zastosowanie. W miarę wykorzystywania, coraz częściej zaczynało ich brakować. To właśnie one były główną przyczyną osiedlania się człowieka na terenie dzisiejszej Bochni. Sól była przedmiotem kupieckich transakcji. Zapotrzebowanie na nią nieustannie wzrastało. Prowadziło to do znacznego obniżania się wód gruntowych, a zarazem konieczności ciągłego pogłębiania studni solankowych. Prawdopodobnie w ten sposób Wierzbęta Gryfita – prepozyt klasztoru benedyktynek w podkrakowskich Staniątkach dokonał w 1248 roku odkrycia soli kamiennej. Jest to pierwsze tego typu odkrycie na ziemiach polskich. Musiało upłynąć jeszcze kilkadziesiąt lat, zanim sól kamienną znaleziono w Wieliczce.

W wyniku 750-letniej działalności kopalni powstało 16 poziomów eksploatacyjnych oraz kilkaset kilometrów górniczych chodników i komór. Najstarsze z nich zostały wpisane na listę zabytków byłego województwa tarnowskiego, a 26 września 2000 r. kopalnia, decyzją Prezydenta Rzeczypospolitej, uzyskała status pomnika historii. Przechodząc różne koleje losu (od intensywnego rozwoju, poprzez okresy trudne do w miarę stabilnego funkcjonowania) dotrwała aż do dzisiaj. Eksploatację soli zakończono jednak w roku 1990 ze względu na wyczerpanie się złoża. W związku z tym Kopalnia Soli „Bochnia” została postawiona decyzją Ministra Przemysłu w stan częściowej likwidacji.

Likwidacja prowadzona jest dwuetapowo. Etap pierwszy polega na podsadzeniu najniższych poziomów kopalni (XVI–X), drugi na przebudowie i utrzymaniu wyrobisk jej zabytkowej części. Poziom XVI, w czasie okresu produkcyjnego kopalni, stanowił zbiornik solanki. Po jego zakończeniu uległ samolikwidacji przez podsadzenie częściami nierozpuszczalnymi zawartymi w solance. Poziomy XV i XIV likwidowane były w większości podsadzką suchą, a częściowo hydrauliczną. Materiał podsadzkowy stanowił zarówno urobek solno-iloowy, jak i piasek. Podsadzka sucha „dostarczana była” do rejonów likwidowanych poprzez otwory wiertnicze wykonywane z poziomów bezpośrednio wyższych. Podsadzka sucha rozprowadzana była w wyrobiskach poeksploatacyjnych przy użyciu kołowrotów zgarniakowych. Likwidację pozostałych poziomów (XII–X) podzielono na cztery fazy:

- likwidacja wyrobisk poziomu X wschód,
- likwidacja wyrobisk poziomu XII zachód,
- likwidacja wyrobisk poziomu XI,
- likwidacja wyrobisk poziomu X zachód.

Przyjęty czterofazowy sposób likwidacji wyrobisk górniczych w Kopalni Soli „Bochnia” podyktowany został następującymi względami:

- kierunkiem likwidacji wyrobisk,
- koniecznością przeniesienia wyrobisk funkcyjnych z poziomów przeznaczonych do likwidacji na poziomy VIII i IX jako poziomy podstawowe w docelowym modelu funkcjonowania Kopalni Soli „Bochnia”,
- możliwością doprowadzenia energii do robót górniczych związanych z likwidacją,
- istniejącym układem wyrobisk oraz połączeń międzypoziomowych,
- możliwością przewietrzania wyrobisk będących w likwidacji.

Materiałem podsadzkowym w procesie likwidacji poziomu X wschód był urobek solny pochodzący z przebudowy poziomu VIII Podmoście. W pozostałych przypadkach materiałem podsadzkowym był piasek. Piasek podsadzkowy gromadzony jest na powierzchni, w rejonie otworu TP-1, którym transportuje się go do podsadzkowni na poziomie IV August. W tym miejscu przygotowywana jest podsadzka hydrauliczna wykorzystywana we wszystkich etapach likwidacji kopalni. Transport mieszaniny podsadzkowej prowadzony jest rurociągami podsadzkowymi z wykorzystaniem otworów podsadzkowych, łączących poszczególne poziomy kopalni z podsadzonymi rejonami. Obieg solanki odbywa się w układzie zamkniętym z wykorzystaniem otworów drenażowych i lokalnych rzępi. Solanka ze zbiornika (osadnika) pompowana jest przy użyciu pomp OS-150 zabudowanych w pompowni połowej na poziomie IX/X do podsadzkowni podziemnej na poziomie IV August. W procesie podsadzania wyrobisk najniższych poziomów kopalni wykorzystywano również urobek solno-iłowy pochodzący z przebudowy wyrobisk poziomów mających stanowić ostatecznie lokalizację wyrobisk funkcyjnych docelowego modelu kopalni (komorę pomp, zbiornik solanki, rozdzielnię WN, ładownię akumulatorów lokomotyw kopalnianych). W tym przypadku urobek wykorzystywany do podsadzania musiał zostać rozdrobniony w komorze kruszenia, która zlokalizowana była na poziomie VIII Podmoście. Następnie opuszczany był otworem szeroko dymensyjnym na poziom X do punktu załadowczego wozów kopalnianych. Z punktu załadowczego transportowany był do punktów wysypowych przy otworach podsadzkowych. Każdy taki otwór, stanowiący lokalną podsadzkownię, posiadał następujące uzbrojenie:

- wywrot boczny wozów o napędzie hydraulicznym,
- lej zmywczy o pojemności ok. 3 m<sup>3</sup>, służący do wytwarzania mieszaniny podsadzkowej,
- monitor doprowadzający solankę do spłukiwania materiału podsadzkowego.

W rejonie każdego otworu podsadzkowego wykonany musiał być tor boczny służący do zgromadzenia większej ilości wozów z materiałem podsadzkowym. Cykl podsadzania określony został na 6,0 m, co stanowiło długość jednego odcinka rury podsadzkowej. Dla lepszego rozprowadzenia materiału podsadzkowego w podsadzonym rejonie oraz łatwości demontażu i obsługi, końcowy odcinek instalacji podsadzkowej stanowił zbrojony wąż gumowy o średnicy rurociągu podsadzkowego, tj. 150 mm. W miarę postępu prac likwidacyjnych instalacja podsadzkowa była sukcesywnie skracana, co było gwarancją jej niezawodnego działania. Całkowita długość instalacji podsadzkowej w każdej fazie likwidacji wynosiła od 300–1500 m, w zależności od usytuowania lokalnej podsadzkowni (słupa grawitacji), ewentualnie od zastosowania na trasie instalacji podsadzkowej dodatkowych pomp wspomagających

przepływ mieszaniny. Czas trwania jednego cyklu podsadzania wynosił 2 godz., po czym następowało płukanie instalacji podsadzkowej trwające ok. 0,5 godz. W ciągu zmiany wykonywano więc dwa cykle, a pozostały czas przeznaczony był na skracanie instalacji o 6,0 m i budowę nowej tamy podsadzkowej.

Jak wspomniano, szczególnie w pierwszym etapie likwidacji kopalni, jako materiału podsadzkowego używano również urobku solno-iłowego pochodzącego z przebudowy wyrobisk przeznaczonych do utrzymania. Ze względu na warunki górniczo-geologiczne (występujące zawilgocenie skał) w niektórych rejonach kopalni część urobku solnego nie nadawała się do kruszenia. Kruszenie również nie było możliwe w przypadku urobku zawierającego drewno ze starej obudowy. W takich przypadkach przewidziano metodę podsadzania „na sucho”. Sposób ten wykorzystywany był również w przypadkach awarii rurociągu podsadzkowego. Gwarantowało to ciągłość procesu podsadzania, ale wymagało jednocześnie wykonania odpowiedniego zakresu robót przygotowawczych polegających na:

- przygotowaniu stanowiska wiertniczego dla odwiercenia dodatkowych otworów zsypanych,
- odwierceniu ww. otworów,
- wykonaniu leja zsypanego dla urobku,
- zabudowie wyrotu bocznego o napędzie hydraulicznym,
- wykonaniu drugiego toru w rejonie otworu zsypanego,
- wykonaniu obrywki skał w miejscach przeznaczonych do podsadzania „na sucho”,
- wykonaniu sygnalizacji optyczno-akustycznej na pomostach nadawczym i odbiorczym.

Urobek solny w miejscach przeznaczonych do podsadzenia „na sucho” rozprowadzany był przy użyciu kołowrotu zgarniakowego. Po podsadzeniu miejsc do tego przeznaczonych zainstalowane maszyny i urządzenia były demontowane i transportowane w inne miejsca. Poza przedstawionym powyżej zakresem robót niezbędne było również wykonanie całego zakresu prac elektroenergetycznych i teletechnicznych. W niektórych przypadkach wiązało się to z:

- projektem rozbudowy, a potem rozbudową istniejących rozdzielnic prądu,
- zabudową nowych rozdzielnic w miejscach, w których dotychczas nie miały zastosowania,
- rozbudową istniejącej sieci teletechnicznej.

Przedstawiony powyżej zakres robót podsadzkowych konieczny był między innymi ze względu na:

- naruszenie półek ochronnych w byłych komorach eksploatacyjnych w wyniku ługowania soli wodą,
- przelugowania warstw solnych stanowiących ociosy komór eksploatacyjnych,
- utratę stateczności wyrobisk,
- wystąpienie zagrożenia zawałowego zagrażającego górnej części kopalni, a także powierzchni terenu (miastu).

Dobiegający w bieżącym roku proces częściowej likwidacji kopalni nie gwarantuje w pełni bezpiecznego funkcjonowania i stateczności wyrobisk nie objętych koniecznością ich podsadzenia, uznanych jako zabytkowe i wymagające ochrony i zabezpieczenia, a zwłaszcza nie zabezpiecza kopalni przed zagrożeniem wodnym. Złoże solne na obszarze Bochni zalega płytko pod pokrywą przepuszczalnych, zawodnionych utworów czwartorzędowych. Infiltracja w głąb złoża solnego wód czwartorzędowych powoduje w niekontrolowany sposób degradację górotworu, a w konsekwencji stanowi olbrzymie zagrożenie dla obiektów i wyrobisk znajdujących się w zabytkowej, chronionej części kopalni oraz dla powierzchni terenu i obiektów

budowlanych znajdujących się w strefie zabudowy miejskiej. Zagrożenie to wiąże się bezpośrednio ze źle zlikwidowanymi starymi szybami górniczymi, a także z wyrobiskami korytarzowymi, mającymi kontakt z warstwami zawadzionymi. W celu ochrony przed zagrożeniem wodnym należy:

- doszczelnić źle zlikwidowane szyby,
- wypełnić szczeliny krasowe w rejonie utrzymywanych wyrobisk górniczych,
- uszczelnić strefę spękań wokół starych szybów,
- ujmować wody dopływające do poziomu Danielowiec.

Do obecnej chwili wykonano już pewien zakres robót związanych z likwidacją wyrobisk we wschodniej części kopalni na poziomie Danielowiec. Dotyczy to między innymi udostępnienia i częściowej likwidacji następujących stref zagrożenia wodnego:

- rejon szybu Sutoris-Nadwielki,
- rejon szybu Gazaris,
- rejon szybu Floris,
- rejon poprzecznika Baum.

W obecnym czasie prowadzi się prace związane z iniekcją źle zlikwidowanego szybu Regis. W wyniku powyższych prac udało się ograniczyć dopływ wody do kopalni o około 30% i wynosi on obecnie 10 m<sup>3</sup> na dobę. Efektem powyższych prac powinno być:

- powstrzymanie geomechanicznej degradacji górotworu,
- nie dopuszczenie do powstania zjawisk krasowych,
- nie dopuszczenie do sytuacji, w której zajdzie konieczność zrzutu zasolonych wód do rzeki Raby,
- zmniejszenie tempa konwergencji wyrobisk górniczych,
- ochrona wyrobisk zabytkowej części kopalni przed katastrofą górniczą oraz zurbanizowanej powierzchni terenu nad kopalnią.

W ramach II etapu likwidacji (a w zasadzie restrukturyzacji) kopalni wykonano następujące roboty górnicze:

- adaptację wyrobisk byłego składu MW na komorę turystyczno-sanatoryjną,
- przebudowę stajni,
- udostępnienie komór Kristian na międzypoziomie Dobosz i przebudowę szybika Spalony dla celów turystycznych,
- przebudowę podłuzni poziomu III Wernier na odcinku od szybu Sutoris do Schodów Regis stanowiących dzisiaj połączenie komunikacyjne z poziomem IV August,
- przebudowę torowiska w podłuzni poziomu IV August na odcinku ok. 1100 m (roboty w trakcie),
- przebudowę poprzecznika Manna z komorą Manna (roboty w trakcie).

### **Adaptacja wyrobisk byłego składu materiałów wybuchowych**

W powyższym celu wykonano następujący zakres robót górniczych:

- wyprofilowanie stropu i ociosów wyrobisk korytarzowych,
- powiększenie gabarytów poprzecznych, przybierkę stropu i ociosów istniejących komór,
- przybierkę wypiętrzonego spągu.

Przybierkę calizny solnej prowadzono przy użyciu młotków pneumatycznych typu MP-7, MP-9.

Dla ułatwienia przybierki ociosów w trakcie poszerzania wyrobisk komorowych wykonywano wręby pionowe i poziome w caliźnie ociosu metodą wiertniczą polegającą na wierceniu otworów wiertniczych poziomych zazębiających się i tworzących szczelinę w płaszczynach pionowych i poziomych przybieranego ociosu. Urobek pochodzący z przybierki wykorzystany został jako materiał podsadzkowy do podsadzania pustek poeksploatacyjnych poziomów VIII Podmoście i IX Gołuchowski.

### **Przebudowa stajni**

Wyrobisko to stanowi jeden z elementów istniejącej trasy turystycznej. Przed udostępnieniem go zwiedzającym wykonano następujący zakres robót górniczych:

- obrywkę skał stropowych,
- zabezpieczenie ociosów stojakami (drewnem kantowym),
- wykonanie drewnianej podłogi.

W południowo-wschodniej części stajni (nad stropem) usytuowana była komora służąca do lokowania końskiego nawozu. W komorze tej dokonano obrywki skał stropowych i ociosowych oraz umieszczono ekspozycję obrazującą sposób urabiania złoża w poprzednich wiekach. Dla udostępnienia stajni niezbędna była również przebudowa dwóch chodników dojściowych. Wyrobiska te wykonane zostały w obudowie drewnianej na zamek niemiecki, z zabezpieczeniem ociosów połowicami.

### **Udostępnienie komór Kristian i przebudowa szybika Spalony**

Zespół powstałych w tym rejonie wyrobisk założony został w solach południowych, które zapadają tu prawie pionowo. Wysokie, strzeliste i wąskie komory zyskały w nazewnictwie bocheńskim miano podziemnych katedr. Ich niepowtarzalny urok oraz konieczność uchronienia przed degradacją sprawiły, iż zdecydowano o włączeniu ich do powiększanej ciągle trasy turystycznej.

W celu udostępnienia komór Kristian niezbędne było dokonanie obrywki skał stropowych i ociosowych. Ze względu na strzelisty charakter komór górne ich partie zabezpieczono obudową kotwową i siatką trałową. Z uwagi na konieczność przewietrzania (uzyskania opływowego prądu powietrza) konieczna była również przebudowa istniejącego w tym rejonie szybika. Przedział drabinowy w tym wyrobisku należało zastąpić przedziałem schodowym, w celu umożliwienia korzystania z niego turystom. Przed przebudową w tarczy szybika znajdowały się dwa przedziały: drabinowy i wentylacyjny. Pomosty spoczynkowe zabudowane były w odległościach nieprzekraczających 4,0 m. Pomiędzy nimi znajdowały się dźwigary pośrednie, do których mocowane było przepierzenie zabudowane na pełno. Przystępując do zabudowy przedziału schodowego w szybiku, wyodrębniono w konstrukcji jego obudowy trzy części:

- górną – głowicę wraz z wyjściem schodowym na wyższy poziom (między poziom Dobosz),
- środkową – przedział schodowy zabudowany w szybiku,
- dolną – wlot wraz z zabudową wieńcową pełną i przedziałem schodowym.

Zakres robót w górnej części szybika sprowadzał się do przybierki skał stropowych i ociosowych głowicy do wysokości 2,2 m oraz zabudowy biegu schodowego, pełnego w wyrobisku pochyłym łączącym szybik z poziomem wyższym. Roboty w środkowej części szybika

polegały na wykonaniu przybierki skał ociosowych w celu uzyskania wymiarów  $2,2 \times 2,4$  m. W następnej kolejności w szybiku zabudowany został przedział schodowy. Część dolna szybika obejmuje odcinek 4,0 mb licząc od spągu chodnika dojściowego. Ze względu na warunki górniczo-geologiczne odcinek ten został wykonany w obudowie wieńcowej pełnej.

W celu połączenia szybika (dolnej jego części) z podłużnią poziomą August wykonano przebudowę chodnika dojściowego. Wyrobisko to zostało wykonane w obudowie drewnianej na zamek niemiecki z zabezpieczeniem ociosów połowicami.

### **Przebudowa poziomu III Wernier**

Roboty eksploatacyjne na poziomie Wernier prowadzono w początkowych latach XIX wieku. Przedmiotem eksploatacji były grube pasy soli w kompleksie soli północnych.

W okresie przebudowy (rok 2001) podłużnia tego poziomu była w 80% niedrożna. Przebudowa polegała na jej wiernym odtworzeniu wg stanu z okresu drążenia wyrobiska. W wyniku działań górotworu duża część wyrobiska uległa deformacjom polegającym na wyciśnięciu spągu i spękaniu oraz zwietrzeniu skał ociosowych. Przywrócenie jej pierwotnych gabarytów wymagało wyrabowania zniszczonych elementów obudowy drewnianej, przybierki stropu i ociosów oraz zabudowania nowej obudowy na zasadach rekonstrukcji wyrobiska. Do zabudowy stosowano następujące rodzaje obudowy górniczej:

- drzewianą pełnodrzewną na zamek niemiecki,
- drewnianą na zamek niemiecki – odrzwia pojedyncze,
- drewnianą na zamek niemiecki – odrzwia podwójne,
- organową (zabezpieczenie ociosu stojakami),
- drewnianą ze stropnicami posadowionymi na kaszcie.

W przypadku prowadzenia wyrobiska w skałach zwięzłych odstąpiono od stosowania obudowy.

Urobek pochodzący z ww. robót transportowany był otworem wiertniczym  $\phi$  500 mm na poziom August, a następnie, jako materiał podsadzkowy został użyty do podsadzki hydraulicznej i transportowany był do likwidowanych wyrobisk poziomów VIII Podmoście i IX Gołuchowski.

### **Przebudowa torowiska w podłużni poziomu IV August**

Eksploatacja złoża solnego na tym poziomie prowadzona była od XV–XIX wieku. W tym czasie oraz w okresach późniejszych podłużnia była kilkakrotnie przebudowywana. Ostatnia przebudowa miała miejsce w drugiej połowie lat 80. Obecnie w związku z zamiarem uruchomienia transportu osobowego pomiędzy szybami Campi i Sutoris zaplanowano następujący zakres robót górniczych (ok. 1100 mb):

- demontaż istniejącego torowiska z szyn S-18,
- wykonanie pobierki spągu,
- zabudowę toru ostatecznego z szyn S-24,
- przebudowę 80 m wyrobiska w obudowie drewnianej na zamek niemiecki,
- wykonanie wzdłuż torowiska ciągu komunikacyjnego o nawierzchni z płytek chodnikowych.

Urobek pochodzący z przebudowy wyrobiska w postaci podsadzki hydraulicznej lokowany jest w wyrobiskach poeksploatacyjnych poziomów Podmoście i Gołuchowski.

### **Przebudowa poprzecznika Manna i komory Manna**

Poprzecznik Manna i komora Manna stanowią kolejne miejsca w naszej kopalni o cennych wartościach historycznych i szczególnych efektach widokowych. W tych XVIII wiecznych wyrobiskach zachowały się ślady po ręcznym zawrębieniu, a południowa część poprzecznika przechodzi przez silnie sprasowaną podsadzkę wypełniającą wcześniejsze komory. W komorze Manna zachowały się ślady odbijanych kłapci (bloków solnych).

Roboty górnicze prowadzone w ww. wyrobiskach polegają na: pracach zabezpieczających i konserwatorskich, których celem jest zachowanie w możliwie nienaruszonym stanie historycznego charakteru wyrobisk,

- odtworzeniu pierwotnego przekroju wyrobisk,
- odsłonięciu i wyeksponowaniu bogatej geologii bocheńskiego złoża,
- udostępnieniu jedynej w złożu bocheńskim komory wybudowanej w jego części mającej charakter bryłowy.

W trakcie przebudowy stosowane będą następujące rodzaje obudowy:

- odrzwia drewniane otwarte na zamek niemiecki – odrzwia podwójne,
- zabezpieczenie stropu stropnicami posadowionymi w gniazdach,
- zabezpieczenia ociosów stojakami (obudowa organowa).

Urobek pochodzący z przebudowy transportowany jest otworem wiertniczym na poziom Podmoście, a następnie lokowany jest w wyrobiskach poeksploatacyjnych poziomu Gołuchowski.

Od roku 2004 kopalnia przygotowuje się do zabezpieczenia i częściowej likwidacji wyrobisk od poziomu I Danielowiec do poziomu IX Gołuchowski, zlokalizowanych w zabytkowej części kopalni, leżących na wschód od szybu Sutoris. Konieczność wykonania tych prac podyktowana jest zabezpieczeniem powierzchni (zabudowa miasta), jak również ochroną wyrobisk czynnych, zabytkowej części kopalni (istniejącej trasy turystycznej).