

PIOTR URBAŃSKI
ARTUR GAWLIK

Produkcja soli kamiennej w O/ZG „Polkowice-Sieroszowice” – studium przypadku

Pierwsze prace związane z rozpoznaniem złoża solnego w O/ZG „Polkowice-Sieroszowice” miały miejsce w 1991 r. Rozpoczęto wówczas drążenie szeregu wyrobisk udostępniających złożu solne z poziomu złoża rud miedzi. W chwili obecnej łączna długość wyrobisk górniczych w złożu soli wynosi około 40 km. Należy zaznaczyć, że w zależności od rodzaju wyrobiska ich kubatura jest różna, co wynika z gabarytów poszczególnych wyrobisk. Łączną kubaturę wyrobisk wykonanych w złożu solnym szacuje się na około 2,5 mln m³.

W obszarze górniczym Sieroszowice sól występuje na głębokości 950 m p.p.t. W listopadzie 2013 r. kopalnia uzyskała koncesję na wydobywanie soli kamiennej ze złoża „Bądzów” (50 lat). Część robót górniczych w złożu solnym prowadzona jest systemem komorowym, mechanicznie, z wykorzystaniem kombajnów górniczych. Stosowana technologia urabiania złoża narzuca sposób wykonywania wyrobisk. Wyrobiska te (komory) wykonywane są warstwami z góry na dół. Docelowe wymiary poprzeczne komór to 15 m × 15 m (szer. × wys.) przy zróżnicowanej długości tych wyrobisk. Komory rozdzielone są filarami międzykomorowymi o szerokości 20 m, które powinny zapewnić zachowanie stateczności komór i samych filarów. Pozostałe roboty górnicze polegają na drążeniu wyrobisk korytarzowych o wymiarach 7 m × 5 m (szer. × wys.).

Dotychczas prowadzone roboty górnicze mają miejsce mniej więcej w środkowej partii złoża (rozumiejąc ją jako miąższość), powstałe w wyniku tych robót wyrobiska zlokalizowane są w solach o zróżnicowanych parametrach geomechanicznych.

Słowa kluczowe: KGHM Polska Miedź S.A., złożo, sól kamienna, kombajny chodnikowe, eksploatacja

1. AKTUALNY STAN URABIANIA SOLI – INFORMACJE PODSTAWOWE

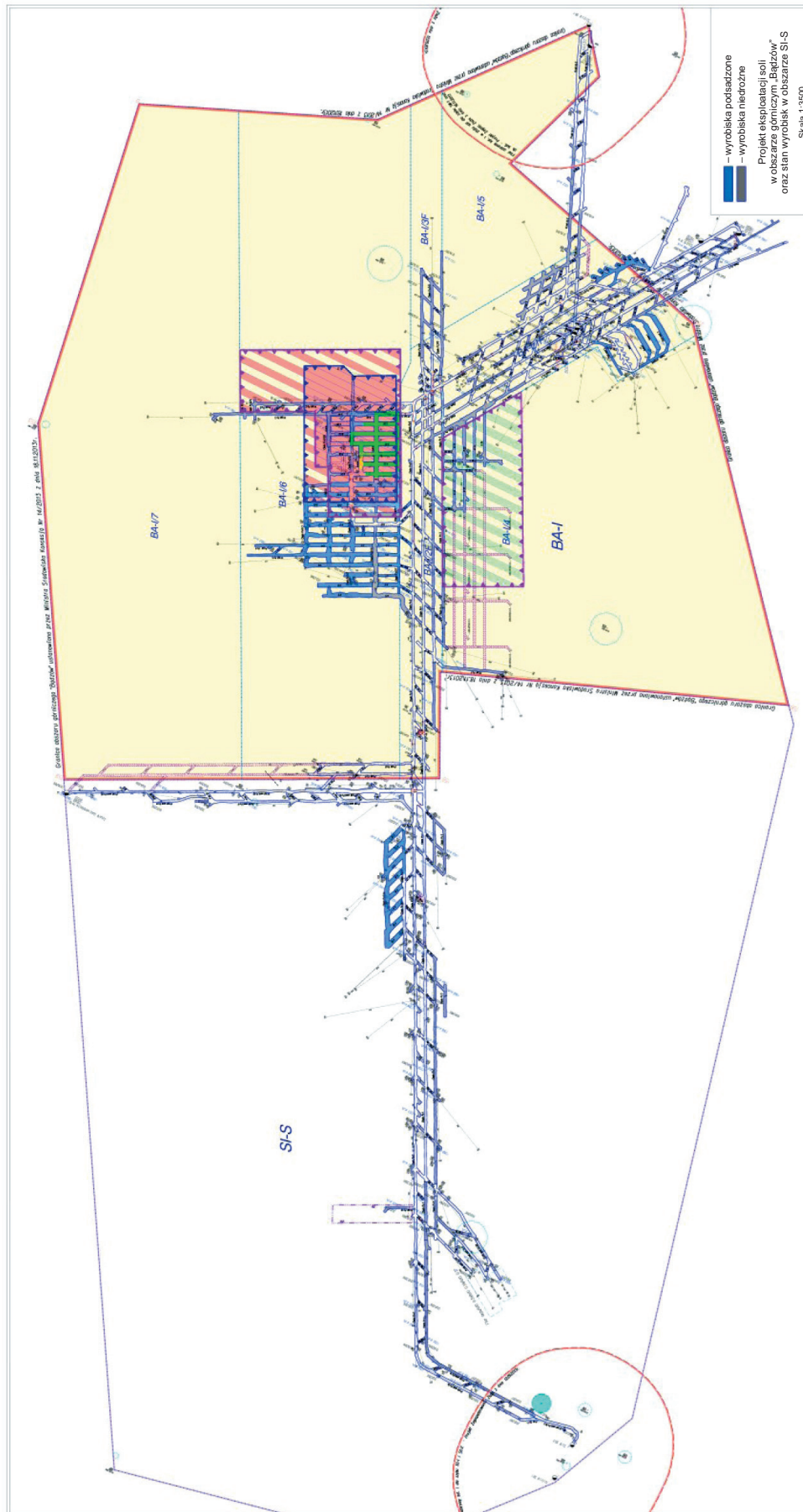
KGHM Polska Miedź S.A., O/ZG „Polkowice-Sieroszowice” jest zakładem górniczym, którego zasadniczą działalnością jest eksploatacja rud miedzi. Od 1991 r. w ramach koncesji na rozpoznanie złoża, kopalnia prowadzi roboty górnicze w obrębie złoża solnego, które zalega kilkadziesiąt metrów powyżej złoża rudnego. W obszarze górniczym „Sieroszowice” sól występuje na głębokości około 950 m p.p.t. W listopadzie 2013 r. kopalnia uzyskała koncesję na wydobywanie soli kamiennej ze złoża „Bądzów” (na 50 lat).

W chwili obecnej zaawansowanie robót górniczych to około 2,5 mln m³ pustek uzyskanych na skutek wydrążenia około 40 km wyrobisk udostępniających, przygotowawczych i eksploatacyjnych (rys. 1).

Aktualnie w obrębie obszaru górniczego „Bądzów” prowadzona jest jednopoziomowa eksploatacja złoża soli kamiennej w dolnym poziomie.

2. GEOLOGIA ZŁOŻA

Pokład soli kamiennej w rejonie O/G „Bądzów” zalega nad spągiem cechsztynu od 20 m do 100 m. Bezpośrednio pod nim występuje anhydryt dolny o miąższości od 20 m do 90 m, a nad nim anhydryt górny miąższości od 40 m do 100 m w obrębie cyklotemu Werra (PZ1). Pokład soli kamiennej jest nieregularny o zmiennej miąższości od 21,6 m w części S obszaru górniczego do 180,1 m w części NE obszaru górniczego [1]. Charakterystycznym zjawiskiem budowy wewnętrznej złoża soli kamiennej „Bądzów” są nieciągłe warstwy anhydrytu śródsolnego.



Rys. 1. Aktualny stan wzrobisk solnych

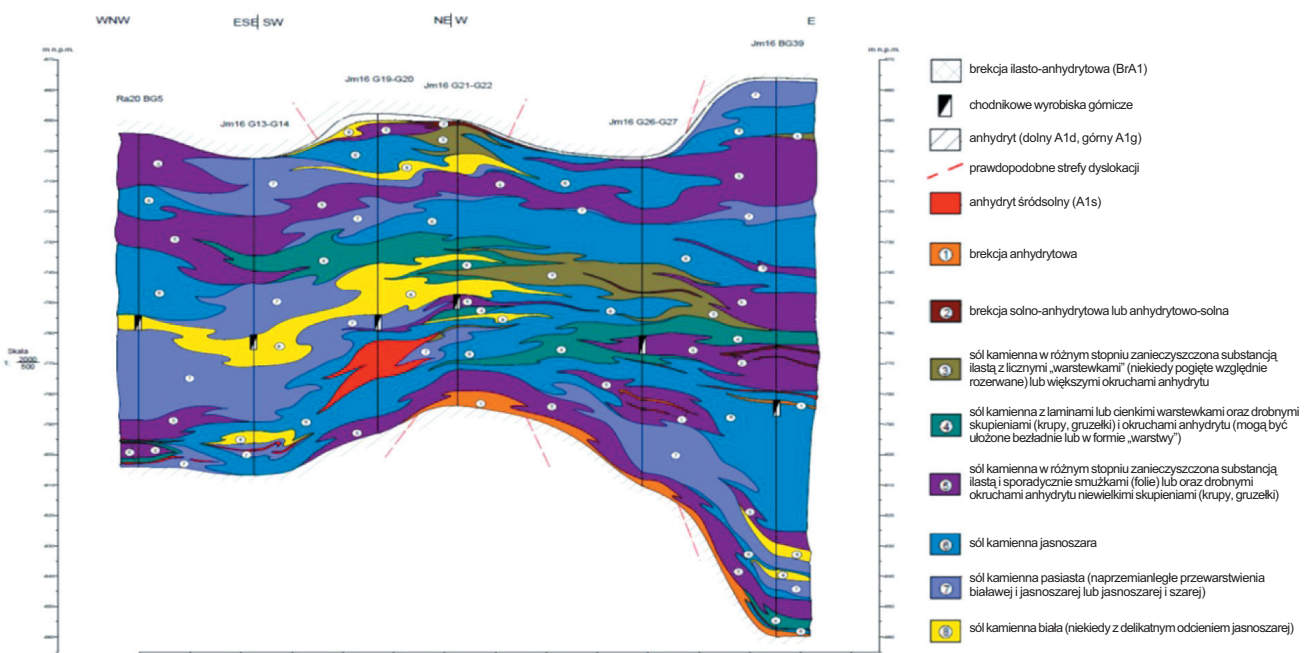
W profilu pionowym złoża składa się z szeregu warstw soli zróżnicowanych petrologicznie (rys. 2 i 3). W obszarze złoża „Bądzów” występują trzy jednostki stratygraficzne w profilu najstarszej soli kamiennej. Charakterystyczną cechą budowy wewnętrznej złoża soli kamiennej „Bądzów” jest zmienna jakość kopaliny. Jest ona uzależniona od składu mineralnego domieszek. W pokładzie soli kamiennej występują różnorodne odmiany soli (osiem typów petrologicznych), wydzielonych pod względem obecności i ilości znajdujących się w niej zanieczyszczeń (tab. 1). Średnia zawartość NaCl w złożu bilansowym wynosi 96,26%, maksymalna około 99,5%, a minimalna 31,10% w płonnych przerościach zaliczonych do interwałów bilansowych.

Cechą charakterystyczną pokładu najstarszej soli kamiennej (Na_1) jest jej zmienność litologiczna w zależności od składu mineralnego domieszek, stopnia ziarnistości i tekstury. Są to przeważnie sole różno-, średnio- oraz grubokrystaliczne (z przewagą średniokrystalicznych), występujące w postaci naprzemianległych warstw o grubości od kilku do kilkudziesięciu centymetrów. Sól drobnokrystaliczna występuje pod-

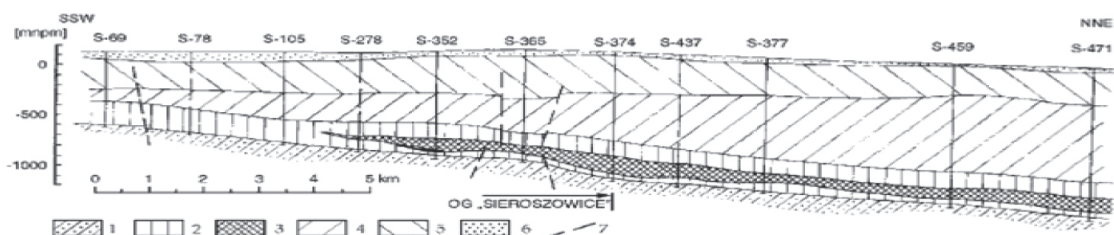
rzędnie. Powszechne są przerosty soli kruchych – średniokrystalicznych. Sporadycznie występują przerosty soli przezroczystej. Odmiany różnokrystaliczne to sole przeważnie jasnoszare lub białawe z domieszkami substancji anhydrytowo-ilastej lub drobnymi okruchami anhydrytów, lokalnie z przewagą lub domieszkami soli średnio- lub grubokrystalicznej. Odmiany grubokrystaliczne to sole zazwyczaj czyste – białawe lub przezroczyste, w których spotykana jest laminacja (przewarstwienia soli jasnej i ciemniejszej) oraz domieszki substancji zanieczyszczających (okruchów anhydrytów i substancji ilastej) oraz soli średnio- i drobnokrystalicznej.

Generalnie najstarsza sól kamienna tworzy pokład o rozciągłości zbliżonej do kierunku równoleżnikowego (WNW-ESE) przy łagodnym zapadaniu warstw pod kątem 3–8 stopni. Miąższość pokładu odznacza się dużym zróżnicowaniem – od 10,0 m (w rejonie jej wyklonowania na południu – rejon S-345a) do około 190,0 m (w rejonie otworu BG-39).

Ze względu na ilość i wielkość występujących zanieczyszczeń wyróżnia się osiem typów petrologicznych soli kamiennej.



Rys. 2. Przekrój geologiczny wg A. Szybista



Rys. 3. Przekrój geologiczny poprzeczny: 1 – czerwony spągowiec; 2 – formacja cechsztyńska; 3 – pokład soli kamiennej najstarszej (Na_1); 4 – trias; 5 – trzeciorzęd; 6 – czwartorzęd; 7 – przypuszczalne dyslokacje uskokowe

Tabela 1
Typy petrologiczne soli kamiennej




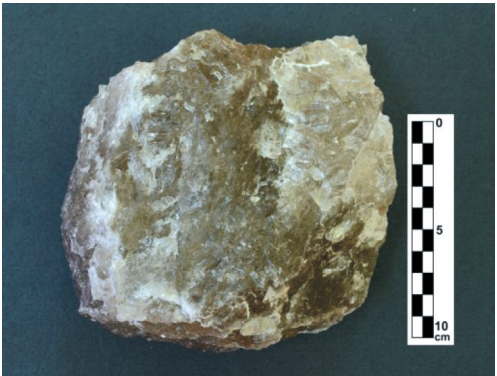




Lp.	Rodzaj soli	Charakterystyka
1	 <p data-bbox="236 667 440 696">Sól kamienna czysta</p>	<p data-bbox="790 309 1390 477">Sól kamienna czysta (przeźroczysta) ma strukturę średniokrystaliczną, grubo- i wielkokrystaliczną, kryształy (idiomorficzne) są wykształcone prawidłowo, mają pokrój izometryczny. Tekstura nieuporządkowana – bezładna, zbita. Sporadycznie między kryształami występuje średnioziarnisty rozproszony piasek anhydrytowy</p>
2	 <p data-bbox="236 1104 456 1133">Sól kamienna pasiasta</p>	<p data-bbox="790 714 1417 882">Sól kamienną pasiastą tworzą sole szare, jasnoszare, białe oraz czyste (przeźroczyste), poszczególne sole zalegają równolegle jedna nad drugą. Struktura soli pasiastej w sposób ciągły przechodzi od średniokrystalicznej do grubokrystalicznej. Kryształy (idiomorficzne) są wykształcone prawidłowo, mają pokrój izometryczny. Tekstura zbita, bezładna (bezkierunkowa)</p>
3	 <p data-bbox="236 1536 480 1568">Sól kamienna jasnoszara</p>	<p data-bbox="790 1149 1433 1317">Sól kamienna jasnoszara, barwy jasnoszarej, ma strukturę średniokrystaliczną, grubokrystaliczną, kryształy (idiomorficzne) są wykształcone prawidłowo, mają pokrój izometryczny. Tekstura nieuporządkowana – bezładna, zbita. Sporadycznie między kryształami występuje średnioziarnisty rozproszony piasek anhydrytowy</p>
4	 <p data-bbox="236 1995 501 2027">Sól kamienna ciemnoszara</p>	<p data-bbox="790 1583 1433 1751">Sól kamienna ciemnoszara, barwy szarej, ma strukturę średniokrystaliczną, grubokrystaliczną, kryształy (idiomorficzne) są wykształcone prawidłowo, mają pokrój izometryczny. Tekstura nieuporządkowana – bezładna, zbita. Sporadycznie między kryształami występuje średnioziarnisty rozproszony piasek anhydrytowy</p>

Tabela 1 cont.

Lp.	Rodzaj soli	Charakterystyka
5	 <p data-bbox="236 674 754 730">Sól kamienna zanieczyszczona substancją ilastą i sporadycznie skupieniami lub smużkami anhydrytu</p>	<p data-bbox="791 259 1433 539">Sól kamienną, zanieczyszczoną substancją ilastą i sporadycznie skupieniami lub smużkami anhydrytu, cechuje barwa jasnoszara i szara, miejscami zmętniona, o strukturze średniokrystalicznej. Kryształy (idiomorficzne) są wykształcone prawidłowo, mają pokrój izometryczny. Tekstura nieuporządkowana – bezładna, zbita. Zanieczyszczenia występują w formie pojedynczych okruszków anhydrytu do 3 cm wielkości i rozproszonego średnioziarnistego piasku oraz substancji ilastej w formie smużek, kłaczków i rozproszonej. Piasek i substancja ilasta znajdują się wewnątrz kryształów i w przestrzeniach między nimi</p>
6	 <p data-bbox="236 1077 754 1133">Sól kamienna z laminami lub drobnymi skupieniami i okruskami anhydrytu</p>	<p data-bbox="791 745 1433 1077">Sól kamienna z laminami lub drobnymi skupieniami i okruskami anhydrytu składa się z soli czystej, białej i szarej, które cechują się strukturą średniokrystaliczną, kryształami (idiomorficznymi) wykształconymi prawidłowo o pokroju izometrycznym, teksturze nieuporządkowanej. Warstwy soli są miąższości do 80 mm. Między nimi występują anhydryty oraz substancja ilasta w formie: – lamin o miąższości od 1 mm do 5 mm, tworząc tekstury laminowe proste i faliste; – wstęg anhydrytowych oraz ilastych (zespoły lamin od 10 mm do 30 mm), tworząc teksturę wstęgową. Pojedyncze laminy zbudowane są z samego anhydrytu z niewielkim udziałem substancji ilastej i anhydrytowo-solnej</p>
7	 <p data-bbox="236 1541 754 1597">Sól kamienna zanieczyszczona substancją ilastą z warstewkami lub licznymi okruskami anhydrytu</p>	<p data-bbox="791 1149 1433 1590">Sól kamienną zanieczyszczoną substancją ilastą z warstewkami lub licznymi okruskami anhydrytu tworzą sole jasnoszare, szare, miejscami przezroczyste, które mają strukturę średnio-, grubo- i wielokrystaliczną, z kryształami (idiomorficznymi) wykształconymi prawidłowo o pokroju izometrycznym, teksturze nieuporządkowanej – bezładnej, zbitej. W solach występują anhydryty w formie lamin (2–3 mm), powyginanych skór, ostrokrawędzistych okruszków (do 10 mm), średnio- i gruboziarnistego piasku, substancja ilasta w formie wysepek, kłaczków oraz rozproszonej (piasek i substancja ilasta występuje w przestrzeniach między kryształami). Często laminy łączą się w zespoły i wtedy miąższość ich może dochodzić do 60 mm. Miąższość soli pomiędzy laminami anhydrytów wynosi od 50 mm do 150 mm. Na granicach lamin sól ulega odspojeniu. Ułożenie okruszków anhydrytu jest zazwyczaj bezładne, ale zdarza się ułożenie kierunkowe</p>
8	 <p data-bbox="236 1995 754 2029">Sól kamienna z grubymi przerostami anhydrytu</p>	<p data-bbox="791 1612 1433 1995">Sól kamienna z grubymi przerostami anhydrytu, szara i ciemnoszara, cechuje się strukturą średniokrystaliczną, kryształami (idiomorficznymi) wykształconymi prawidłowo o pokroju izometrycznym, teksturze nieuporządkowanej – bezładnej, zbitej. W solach występują anhydryty w formie okruszków (od 30 mm do 200 mm), powyginanych „skór” (do 40 mm), rozproszonego piasku drobnoziarnistego oraz sporadycznie rozproszona substancja ilasta (piasek i substancja ilasta występuje w przestrzeniach między kryształami). Okruszki anhydrytu występują w postaci okrągłych, elipsoidalnych, a czasem również ostrokrawędzistych fragmentów. Niektóre fragmenty anhydrytu są spękane, szczeliny są wypełnione solą. Ułożenie okruszków anhydrytowych jest zazwyczaj bezładne, ale zdarza się ułożenie kierunkowe</p>

Dodatkowo należy wspomnieć o wartościach średnich parametrów wytrzymałościowych soli cechsztyńskich występujących w O/ZG „Polkowice-Sieroszowice”. Mianowicie średnia gęstość wynosi $2,10 \text{ Mg/m}^3$, wytrzymałość na ściskanie: 36 MPa, na rozciąganie: 1,7 MPa, na zginanie: 2,2 MPa. Powyższe dane zostały określone na podstawie archiwalnych pomiarów z jednego z otworów rozpoznawczych.

3. SYSTEM WYBIERANIA ZŁOŻA

Złoże „Bądzów” eksploatowane jest metodą podziemną polegającą na suchym, mechanicznym, selektywnym urabianiu calizny solnej. Wszystkie wyrobiska prowadzone są w pokładzie soli kamiennej.

Model rozcięcia złoża solnego zakłada:

- minimalną miąższość stropowej półki bezpieczeństwa – 15 m,
- minimalną miąższość spągowej półki bezpieczeństwa – 10 m,
- minimalną szerokość filarów międzykomorowych – 20 m,
- minimalną grubość półki międzypoziomowej – 15 m.

Podstawowym systemem eksploatacji złoża jest system komorowo-filarowy o wymiarach poprzecznych komór do $15 \text{ m} \times 15 \text{ m}$, natomiast wyrobiska korytarzowe rozcinające blok eksploatacyjny dostosowane będą do potrzeb technologicznych i uwzględniać będą możliwości techniczne użytkowanych kombajnów.

Eksploatację złoża soli przewiduje się prowadzić na trzech poziomach komór, przy czym wielkość poziomów będzie związana bezpośrednio z miąższością złoża oraz jakością soli (rys. 4).

Nie narzuca się kolejności wybierania poszczególnych poziomów w obrębie bloku eksploatacyjnego. Straty systemu komorowo-filarowego sięgają około 83%.

Podczas drażenia i eksploatacji złoża soli kamiennej mogą wystąpić naturalne zagrożenia: wodne, klimatyczne, gazowe oraz wyrzutami gazu i skał.

W otoczeniu złoża soli kamiennej znajdują się dwa poziomy wodonośne cechsztynu. Powyżej stropu soli zalega poziom wodonośny dolomitu głównego Ca_2 , poniżej jego spągu – poziom wapieni i dolomitów Ca_1 . Obydwa poziomy oddzielone są od soli odpowiednio miąższymi i ciągłymi warstwami izolującymi – seriami anhydrytów A1g i A1d. Poziomy te nie zagrażają bezpośrednio wyrobiskom górniczym prowadzonym w soli kamiennej.

Kryterium oceny zagrożenia klimatycznego jest występowanie na stanowisku pracy temperatury mierzonej termometrem suchym nie większej niż 43°C i tempe-

ratury mierzonej termometrem wilgotnym nieprzekraczającej 27°C .

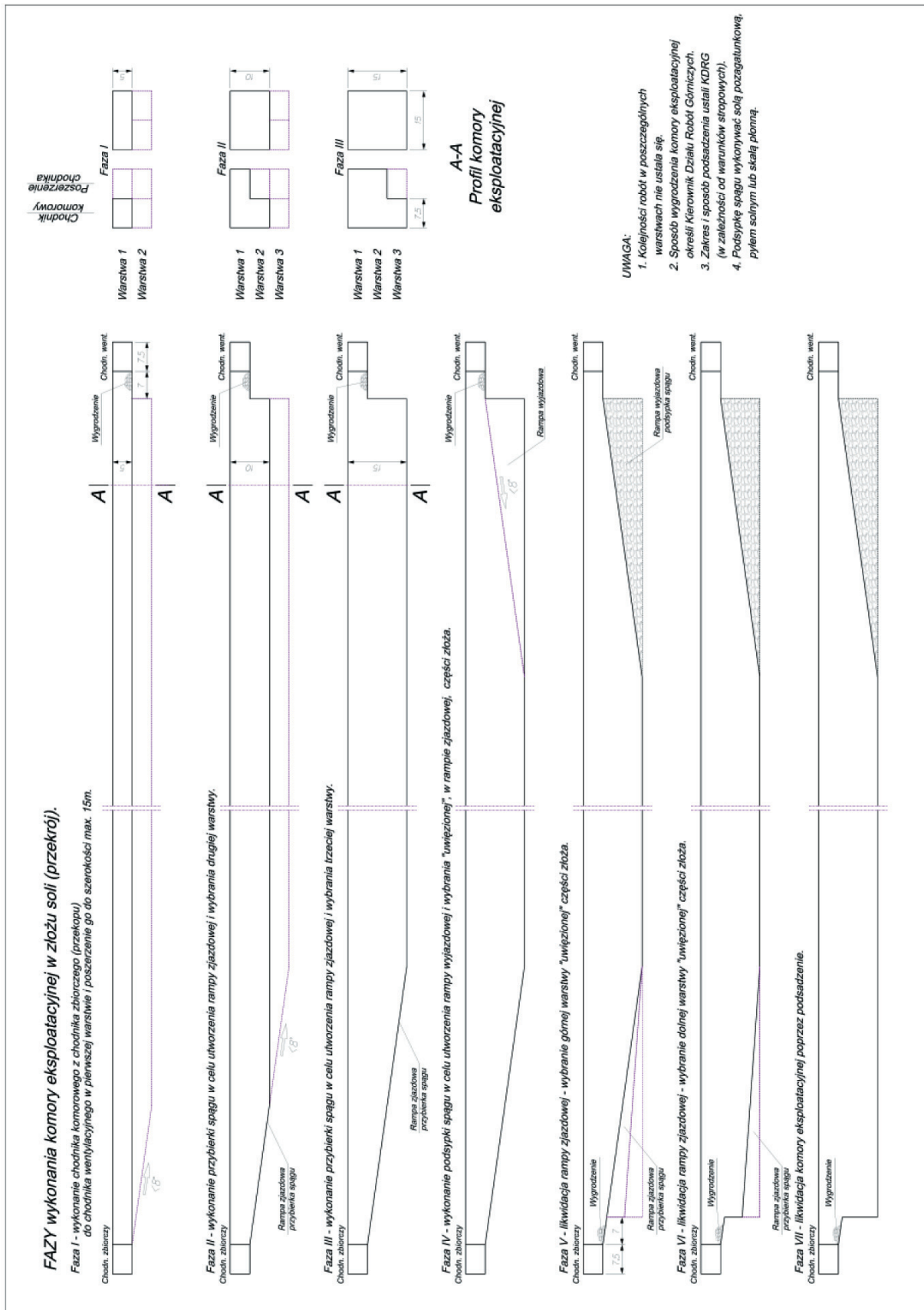
Ze względu na plastyczne właściwości soli nie występuje bezpośrednie zagrożenie zawałowe. Wyrobiska zbędne do prawidłowego funkcjonowania oddziału należy wyłączyć z ruchu, wygrodzić i oznakować.

Rejon prowadzonych robót nie jest metanowy, niemniej w celu wykrycia ewentualnego zagrożenia gazami palnymi i wybuchowymi w złożu soli i zapewnienia bezpieczeństwa załogi należy prowadzić profilaktykę zgodnie z „Zarządzeniem Kierownika Ruchu Zakładu Górniczego O/ZG Polkowice-Sieroszowice w sprawie: prowadzenia robót górniczych w warunkach możliwości wystąpienia zjawisk gazogeodynamicznych lub przekroczeń wartości dopuszczalnych stężeń gazów w wyrobiskach”. Ze względu na możliwość wystąpienia w przekrojach wyrobisk zwiększonych stężeń siarkowodoru, pracowników oddziału solnego zobowiązuje się do bezwzględного noszenia przy sobie środków ochrony indywidualnej, tj. masek i półmasek przeciwgazowych oraz okularów ochronnych.

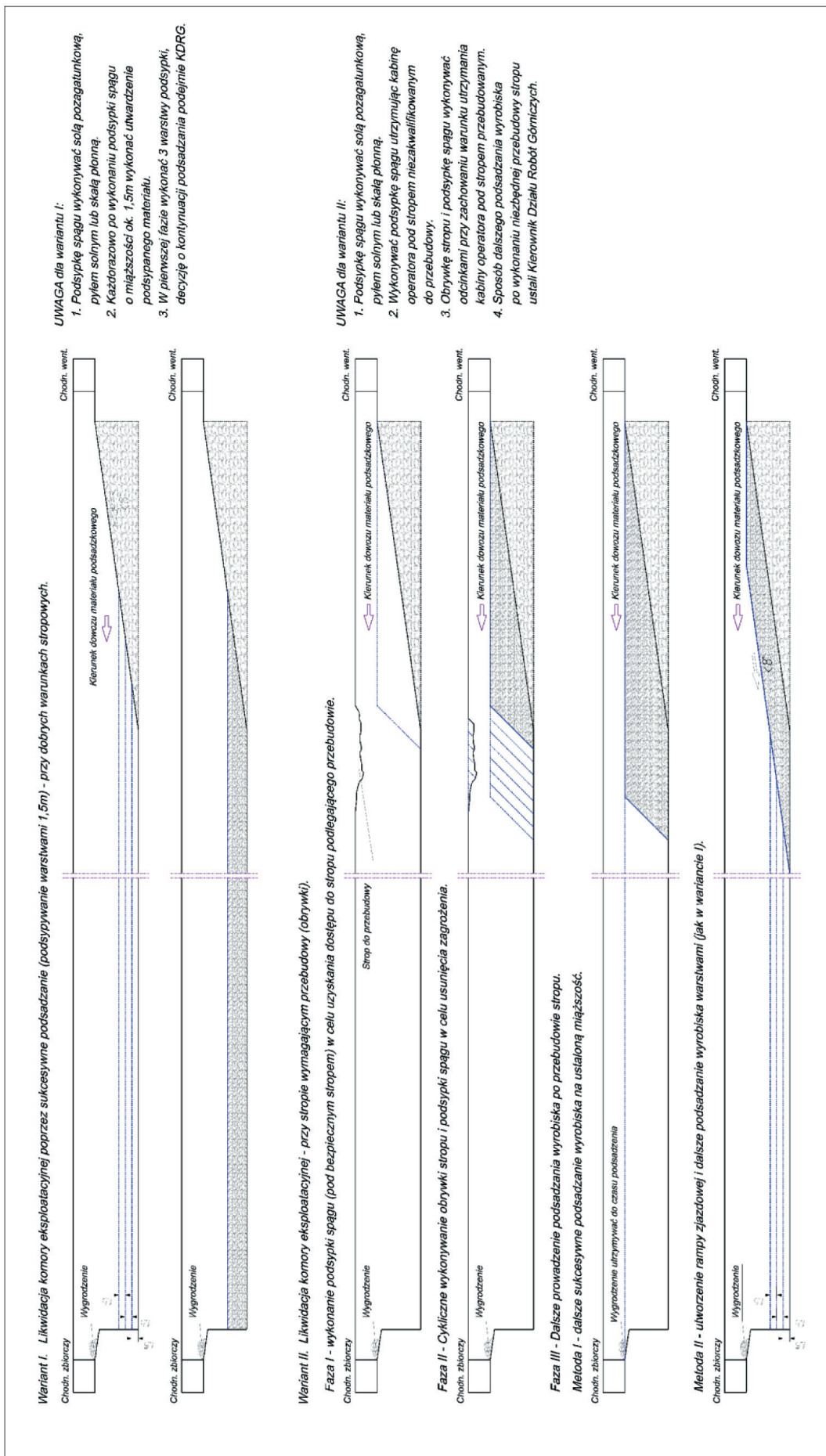
Istota sposobu wybierania w danym poziomie polega na tym, że z przekopów zostaje wykonany w warstwie przystropowej danego poziomu (pod półką bezpieczeństwa – stropową lub międzypoziomową) chodnik komorowy z wentylacją odrębną do zbiccia pomiędzy chodnikiem zbiorczym a komorami wcześniej wykonanymi lub chodnikiem wentylacyjnym w celu zapewnienia wentylacji obiegowej. Następnie wykonany chodnik komorowy wraz z chodnikiem zbiorczym jest poszerzony do wymiaru szerokości komory, tj. około 15 m.

W drugiej fazie zostaje wykonana II i III warstwa (rys. 4). Docelowy maksymalny wymiar wyrobisk to 15 m wysokości i 15 m szerokości. Długość komory zależy od rozcięcia w danym rejonie i warunków geologicznych. Wykonanie robót wg takiej technologii pozwala na pełne wyeksploatowanie zasobów z komory oraz zapewnia odpowiednie bezpieczne upady na drogach komunikacyjnych i właściwą wentylację.

Pył solny powstały podczas przeróbki mechanicznej urobku w podziemnym zakładzie przeróbczym jest umieszczony we wcześniej wykonanych wyrobiskach. Urobiona sól pozagatunkowa – przewarstwienia anhydrytu i zanieczyszczenia napotkane w pokładzie soli, a także skała płonna z robót udostępniająco-przygotowawczych jest lokowana w wykonanych wyrobiskach komorowych lub przeznaczonych do likwidacji chodnikach (rys. 5). Zakłada się kontynuowanie prób praktycznego wypełniania komór eksploatacyjnych do tymczasowego poziomu 35% objętości. W miarę prowadzenia dalszych prób zakłada się późniejsze wypełnienie tych komór do poziomu docelowego.



Rys. 4. Schemat technologii wykonania komory eksploatacyjnej

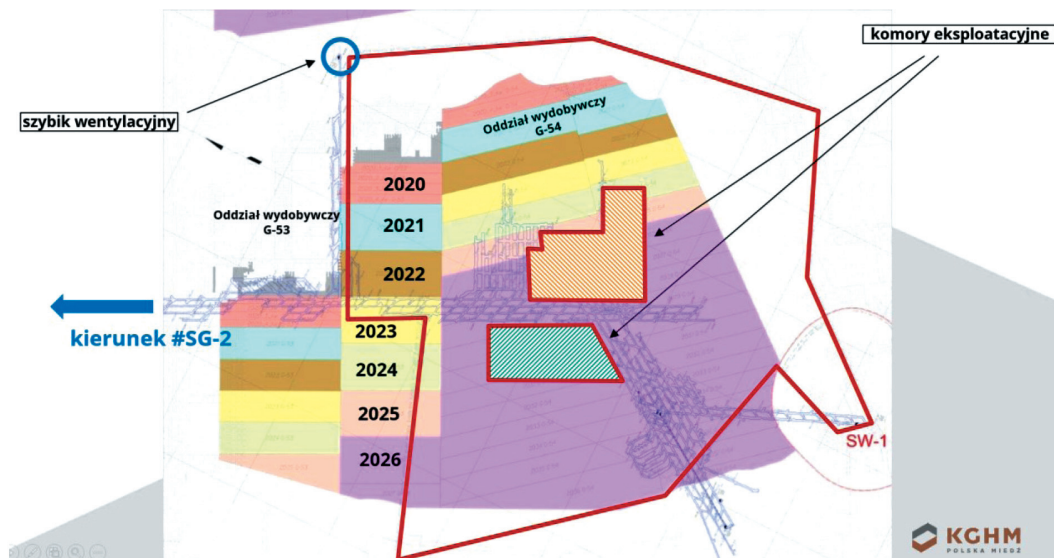


Rys. 5. Schemat technologii podszadzenia wyeksploatowanej komory

4. OBECNE ROBOTY GÓRNICZE

Eksploatacja złoża soli kamiennej odbywa się dzisiaj w centralnej części obszaru górniczego „Bądzów”, natomiast eksploatacja złoża rud miedzi zlegającego poniżej jest aktualnie prowadzona w bezpośrednim sąsiedztwie oddziału

wydobyczego G-53 i G-54 (rys. 6). Z uwagi na prowadzenie robót eksploatacyjnych wyżej wymienionych oddziałów pod komorami eksploatacyjnymi w złożu soli i brak doświadczeń we wzajemnym oddziaływaniu tych dwóch eksploatacji należy ze względów techniczno-organizacyjnych ograniczyć pozyskiwanie soli kamiennej z komór.

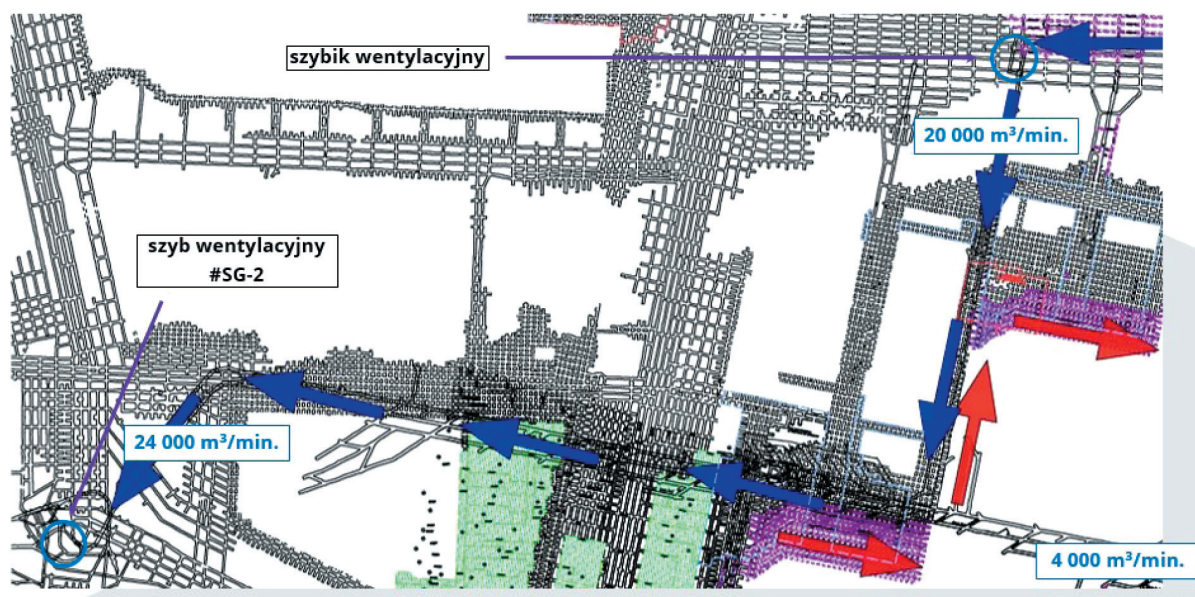


Rys. 6. Wyrobiska solne na tle oddziałów wydobywających rudę miedzi

5. WYKORZYSTANIE WYROBISK SOLNYCH DO ODPROWADZENIA POWIETRZA Z ODDZIAŁU Z POZIOMU RUDY MIEDZI

Prowadzone prace górnicze doprowadziły do połączenia wyrobiskami chodnikowymi w układzie dwunitkowym (chodnik Ps-0 i Ps-1) rejonu szybu SW-1 z rejonem szybu SG-2. Zbicie wyrobisk (2017 r.) stanowiło element realizacji projektu odprowadzania zużytego i gorącego po-

wietrza przez złożę soli do szybu SG-2. Wyrobiska Ps-1 i Ps-0 od Przecinki 42 do Przecinki 56 drażone były w soli kamiennej. Ostatnim etapem robót górniczych było wykonanie Przekopu wentylacyjnego Ps-1a od wn-1 do szybu SG-2 w anhydrycie. Długość wynosiła 79 m. Przekopy wentylacyjne były wykonane przy użyciu kombajnu chodnikowego ATM-105. Wcześniej wykonano szybik łączący złożę Rudy miedzi ze znajdującym się nad nim pokładem soli – przekopy wentylacyjne Ps-10 i Ps-11 (rys. 7).



Rys. 7. Schemat wylotowego prądu powietrza

Poprzez wyrobiska T-359 i W-359 uzyskano dopływ świeżego powietrza z szybu SW-4, które po przejściu przez pole eksploatacyjne oddziału G-51, a następnie wyrobiskami w soli trafia do szybu wydechowego SG-2.

Kolejnym krokiem w tworzeniu sieci wentylacyjnej było wykonanie przepustu z blachy falistej w obrębie krzyżujących się wyrobisk (rys. 8). Zadaniem przepustu było odseparowanie prowadzonego ze złoża miedzi prądu zużytego powietrza od prądu powietrza przewietrzającego wyrobiska w złożu soli kamiennej. Rozpiętość łuku przepustu wynosi 9,31 m, a jego konstrukcja jest wykonana z blachy falistej o karbowaniu 200 mm × 55 mm. Konstrukcja tego typu jest doskonale znana w budownictwie powierzchniowym, głównie w budownictwie drogowym oraz hydrotechnicznym, jednak nigdy dotąd nie wykorzystywano tego typu konstrukcji w rozwiązaniach z zakresu budownictwa górniczego.

Profil łuku został zaprojektowany według szwedzkiej metody projektowania (tab. 2). Konstrukcja została podsypana skruszoną solą kamienną. Materiał ten ma

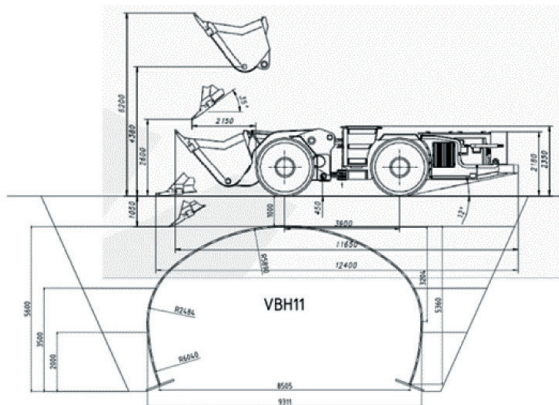
ciężar właściwy $2,1 \text{ kN/m}^3$ i kąt tarcia wewnętrznego od 39 stopni do 45 stopni.

Blacha stalowa użyta do produkcji konstrukcji odpowiada normom PN-EN 10025-2:2019-11 i PN-EN 10149-2:2014-02 [3, 4]. Zabezpieczenie antykorozyjne jest zgodne z normą PN-EN ISO 1461:2011 [5]. Środowisko solne w komorze nie powoduje korozji, ponieważ panuje tam względnie sucha atmosfera (wilgotność ok. 20%).

Na podstawie analizy statycznej dokonano koniecznej weryfikacji wszystkich obliczeń wytrzymałościowych. Wykonano następujące sprawdzenia:

- nośność na ściskanie,
- wyboczenie,
- nośność na zginanie,
- nośność połączeń śrubowych.

Jednym z podstawowych problemów procesu projektowego, który musiał być uwzględniony, był proces zaciskania wyrobisk w pokładzie soli kamiennej oraz wpływ wzajemnego oddziaływania eksploatacji złoża rudy miedzi i złoża soli kamiennej.



Rys. 8. Przepust z blachy falistej

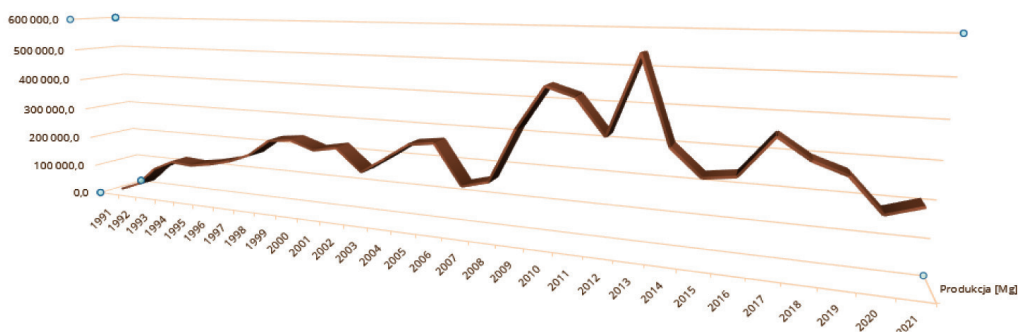
Tabela 2
Podstawowe parametry geometryczne konstrukcji

Rozwiązanie strukturalne	grunt – blacha stalowa konstrukcja łukowa ze stalowych blach falistych
Obróbka końcowa	pionowe ściany czołowe z bloczków EPS (ekspandowany polistyren)
Fundament	fundament z elastycznych, płtych blach falistych
Rozpiętość wewnętrzna [m]	9,31
Wysokość wewnętrzna [m]	5,36
Całkowita długość [m]	20
Profil falisty [mm]	200 × 55

6. WYDOBYCIE SOLI W LATACH 1991–2021

W chwili obecnej wydobycie soli kamiennej sięga nieco ponad 200 tys. Mg/rok (rys. 9). W latach poprzednich (2012 i 2013 r.) produkowano nawet ponad

500 tys. Mg/rok. Prowadzone od ponad 20 lat roboty górnicze w złożu soli dały w latach 1991–2021 wymierny efekt w postaci wydobycia na poziomie ponad 6 mln Mg. Niewątpliwie wpływ na wielkość wydobycia mają warunki atmosferyczne (ciepła zima).

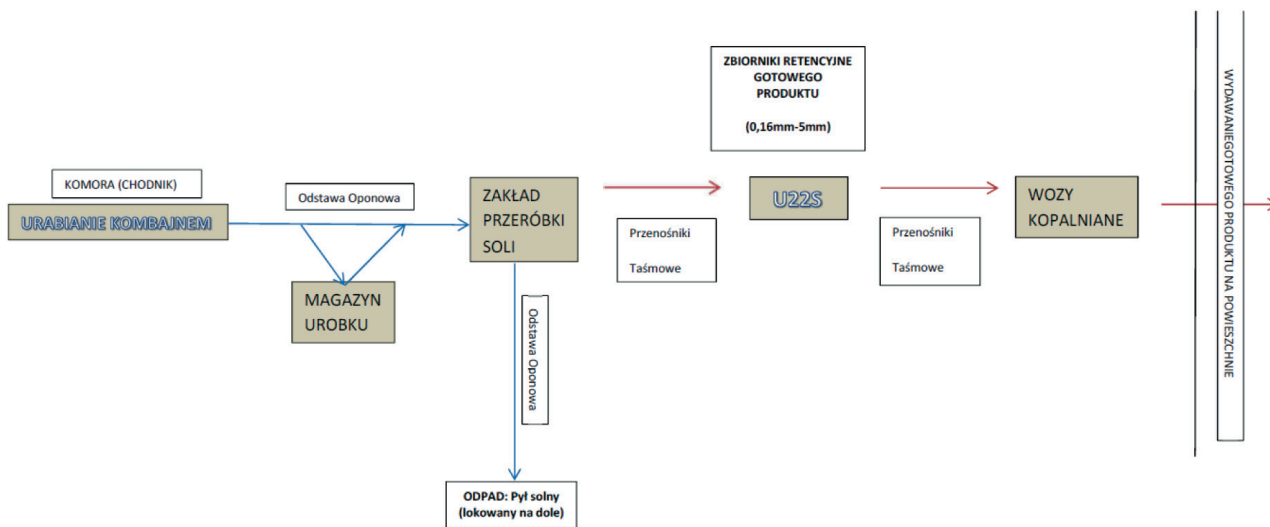


Rys. 9. Wydobywanie soli kamiennej w latach 1991–2021

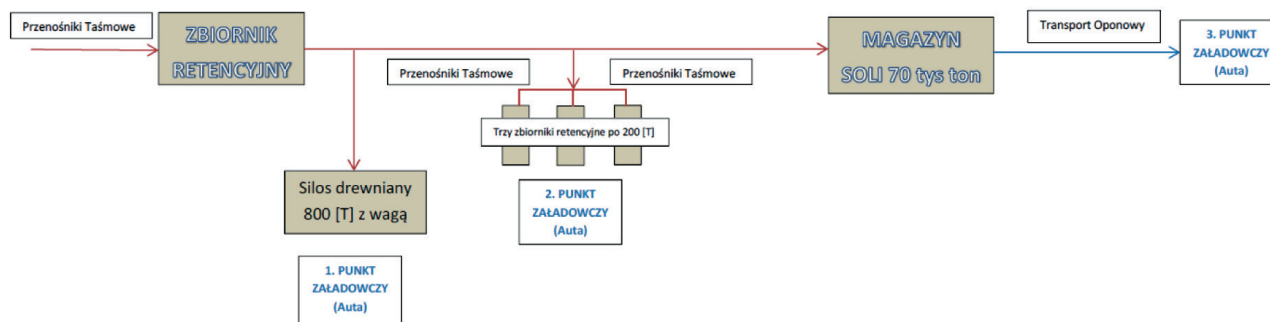
7. SCHEMAT PRODUKCJI SOLI KAMIENNEJ

Wyrobiska są drążone metodą mechaniczną – frezowania z zastosowaniem chodnikowych kombajnów ramionowych MB 770 (rys. 11), ATM 105 (rys. 12), AM 85 (rys. 13) firmy Sandvik. Kombajny wykorzystywane podczas urabiania soli różnią się pod względem parametrów technicznych. Podstawowe dane dotyczące kombajnów przedstawiono w tabeli 3. W wyrobiskach solnych, które wymagają odtworzenia ze względu na trudne warunki geologiczno-górnictwa i zmniejszony przekrój poprzeczny wyrobiska, wykorzystywana jest maszyna do obrywki stropu z głowicą urabiająco-frezującą (rys. 14). Urobek ładowany jest na transportowe wywrot-

kowe wozy przegubowe typu DOOSAN MOXY MT-41 oraz BELL B40D (rys. 15), skąd dalej jest odstawiany na kratę zasypową do zbiornika retencyjnego o pojemności 100 Mg, a stamtąd do podziemnego zakładu przerobczego (rys. 16). W zakładzie przerobczym frakcje handlowe o uziarnieniu powyżej 0,16 mm są oddzielane od frakcji pylistej i transportowane szybem na powierzchnię (rys. 10) wozami o pojemności 9 Mg (rys. 18). Natomiast frakcja o uziarnieniu poniżej 0,16 mm to odpad w postaci pyłu solnego składowanego w przestrzeniach przeznaczonych do likwidacji. Na powierzchni przenośnikami (rys. 18) sól transportowana jest do magazynu o pojemności 70 tys. Mg (rys. 11). Za sprzedaż soli odpowiada KGHM METRACO S.A.



Rys. 10. Schemat produkcji soli kamiennej (pod ziemią)



Rys. 11. Schemat produkcji soli kamiennej (na powierzchni)



Rys. 12. Kombajn MB 770



Rys. 13. Kombajn ATM 105 IC



Rys. 14. Kombajn AM85



Rys. 15. Maszyna SWBF-3230-AD samojezdny wóz do obrywki



Rys. 16. Wóz odstawczy



Rys. 17. Zakład przeróbki soli



Rys. 18. Wozy do wydobywania soli



Rys. 19. Przenośniki do transportu rudy miedzi i soli kamiennej

8. PARK MASZYNOWY

Prowadzenie robót udostępniających, przygotowawczych i eksploatacyjnych w złożu solnym odbywa się z wykorzystaniem nowoczesnego i wydajnego mechanicznego systemu urabiania złoża, na co składają się: kombajny chodnikowe, ładowarki łyżkowe, wozy odstawcze.

Kombajny chodnikowe wykorzystywane są do drążenia wyrobisk chodnikowych oraz komorowych, a także ich przebudowy (odtworzenia stanu pierwotnego) [2]. Wykaz i liczbę maszyn wykorzystywanych obecnie do urabiania soli w O/ZG „Polkowice-Sieroszowice” zamieszczono w tabeli 3.

Tabela 3
Zestawienie maszyn wykorzystywanych do urabiania soli w O/ZG „Polkowice-Sieroszowice”

Rodzaj maszyny	Typ maszyny	Liczba maszyn
Kombajn do soli	AM 85P	1
Kombajn do soli	ATM 105IC-P	1
Kombajn do soli	MB 770	1
Wóz transportowy wywrotkowy oponowy przegubowy (wozidło)	DOOSAN DA-30 WIG	1
Wóz transportowy wywrotkowy oponowy przegubowy (wozidło)	BELL B40D	3
Wóz transportowy wywrotkowy oponowy przegubowy (wozidło)	BELL B40E	1
Ładowarka łyżkowa kołowa przegubowa	LKP-0805C	1
Ładowarka łyżkowa kołowa przegubowa	LKP-0403C	1
Ładowarka łyżkowa kołowa przegubowa	LKP-1601B	1
Wóz paliwowo-smarowniczy	SWPS-4A	1
Obrywak	SWBF-3230-AD	1
Wóz do transportu załogi	SWT-Team 14/1,9	1
Wóz do transportu załogi	SWT-Team 10/1,9	1
Wóz do transportu załogi	SWT-Team 20/1,9	1
Wóz techniczny	SWT-Team 20/1.9/PTMK-18	1

Tabela 4
Podstawowe dane techniczne kombajnów

Wielkość	Jednostka	Typ kombajnu		
		AM 85	ATM 105	MB 770
Długość w położeniu transportowym	[mm]	14 050	20 115	13 800
Wysokość	[mm]	3940	4800	4530
Szerokość	[mm]	5510	6500	7200
Ciężar	[t]	90	145	130
Maks. szerokość urabiania	[mm]	8000	9100	7200
Maks. wysokość urabiania	[mm]	5000	6600	5300
Średni przekrój urabiania	[m ²]	40	48	38
Napięcie elektryczne	[W/Hz]	1000/50	1000/50	6000/50
Moc zainstalowana	[kW]	474	542	702
Liczba noży skrawających	[szt.]	108	2·72/2·57	2·70
Wydajność systemu transportowego	[Mg/min]	12	15	36
Prędkość jazdy	[m/min]	13,0	15,0	0,15
Profil urabiania	[-]	łukowy	łukowy	prostokątny
Podstawowe parametry wyrobisk				
Min. wysokość	[mm]	4140	5000	4900
Min. szerokość	[mm]	6510	7500	7200
Maks. nachylenie wzdłużne	[°]	18	18	15
Maks. nachylenie poprzeczne	[°]	8	5	–

9. PODSUMOWANIE

Dotychczasowy poziom produkcji soli kamiennej był wynikiem realizacji projektu rozpoznania złoża i zdolności/wydolności ciągu technologicznego: urabianie – odstawa – przeróbka – wydobycie szybem, co nie pozwalało w pełni zaspokoić rosnących potrzeb rynkowych. Wzrastające zapotrzebowanie na sól drogową, coraz lepsza logistyka sprzedaży, dysponowanie dużymi zasobami soli kamiennej i możliwość wykorzystania już istniejących urządzeń infrastruktury kopalnianej uzasadniało potrzebę zwiększenia zdolności wydobywczych. W obecnej sytuacji plan produkcji soli na lata 2021–2025 wynika z możliwości techniczno-organizacyjnych oddziału solnego i kształtuje się na poziomie 200 tys. Mg/rok przy zawartości około 95% NaCl.

Zasoby soli kamiennej w obszarze kopalni „Polkowice-Sieroszowice” szacuje się na 2 mld Mg, co przy obecnym poziomie krajowego zapotrzebowania wystarczy na około tysiąc lat.

Literatura

- [1] Bieniasz J., Pietras J., Sadowski A., Wrzosek J.: *Dziesięciolecie pomiarów zaciskania wyrobisk w złożu solnym O/ZG Polkowice-Sieroszowice*. Przegląd Solny 2019/2020, 15: 62–67.
- [2] Dymitrowski A., Małys Ł. (red.): *Koncepcje biznesowe i strategię rozwoju w branży wydobywczej – studium KGHM Polska Miedź S.A.* Wydawnictwo Advertiva, Poznań 2017.
- [3] PN-EN 10025-2:2019-11. *Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych – Część 2: Warunki techniczne dostawy stali konstrukcyjnych niestopowych*.
- [4] PN-EN 10149-2:2014-02. *Wyroby płaskie walcowane na gorąco ze stali o podwyższonej granicy plastyczności do obróbki plastycznej na zimno – Część 2: Warunki techniczne dostawy wyrobów walcowanych termomechanicznie*.
- [5] PN-EN ISO 1461:2011. *Powłoki cynkowe nanoszone na wyroby stalowe i żeliwne metodą zanurzeniową – Wymagania i metody badań*.

mgr inż. PIOTR URBAŃSKI

mgr inż. ARTUR GAWLIK

KGHM Polska Miedź S.A.

Oddział Zakłady Górnicze „Polkowice-Sieroszowice”

Kaźmierzów 100, 59-101 Polkowice

piotr.urbanski@kghm.com