



Zagrożenia naturalne w Kopalni Soli „Kłodawa” S.A. – stan aktualny

Natural hazards in the „Kłodawa” S.A. Salt Mine – current status

Wacław ANDRUSIKIEWICZ¹, Konrad KROKOS²

¹Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, e-mail: andrus@agh.edu.pl

²Kopalnia Soli „Kłodawa” S.A., Al. 1000-lecia 2, 62-650 Kłodawa, e-mail: kkrokos@kłodawa-sol.com.pl

STRESZCZENIE

Kopalnia Soli „Kłodawa” S.A. jest jedyną kopalnią soli w Polsce bazującą na formach wysadowych, w której eksploatacja soli prowadzona jest metodą „na sucho”. Z wielowiekowego doświadczenia wiadomo, że najgroźniejszym zagrożeniem naturalnym dla kopalni soli jest woda, choć należy liczyć się także z możliwością wystąpienia innych zagrożeń. W przypadku kłodawskiej saliny zidentyfikowano zagrożenia: wodne, metanowe (a także występowanie innych gazów niebezpiecznych) oraz wyrzutami gazów i skał.

W artykule dokonano krótkiej charakterystyki kopalni (Tabela 1 i 2, Ryc. 1) oraz przedstawiono zbiorcze zestawienie zjawisk związanych z występowaniem zagrożeń naturalnych w kopalni (Tabela 3).

Na wybranych przykładach omówiono zagrożenie wodne (Ryc. 2-7), zagrożenie metanowe rozszerzone o występowanie innych gazów oraz wyrzutami gazów i skał (Ryc. 8-10, Tabela 5 i 6). Przedstawiono działania, których celem jest profilaktyka ukierunkowana na poszczególne zagrożenia.

Słowa kluczowe: górnictwo solne, zagrożenie wodne, zagrożenie metanowe, zagrożenie wyrzutem gazów i skał

ABSTRACT

The “Kłodawa” S.A. Salt Mine is the only Polish salt mine which is based on salt domes. Salt extraction is conducted there by dry methods. Long-term mining experiences indicate that water presents the worst natural hazard in salt mines, although other types of hazards can also occur. In the case of the

Kłodawa salt deposits, the hazards from the following sources were identified: water, methane (and other dangerous gases), gas breakout, and rock outbursts. This paper presents a brief description of the salt mine (Tables 1 and 2 and Fig. 1) and an integrated list of the phenomena associated with the occurrence of natural hazards in the salt mine (Table 3). Selected examples are used to discuss water hazard (Figs. 2-7) and methane hazard, expanded by the occurrence of other gases, gas breakout, and rock outbursts (Figs. 8-10 and Tables 5 and 6). The authors also discuss the activities designed as prevention measures against particular hazards.

Key words: salt mining, water hazard, methane hazard, gas breakout and rock outburst hazards

WSTĘP

Kopalnia Soli „Kłodawa” S.A. jest jedyną kopalnią soli na Niziu Polskim eksploatującą sól kamienną metodą „na sucho”. Podwaliny kopalni sięgają lat 1937-39, kiedy to zespół z Państwowego Instytutu Geologicznego pod kierunkiem prof. Edwarda W. Janczewskiego przeprowadził badania grawimetryczne, których efektem było odkrycie wielkiej struktury solnej – wysadu solnego.

Budowę kopalni rozpoczęto w 1951 r., natomiast pierwsze wydobywanie soli odnotowano w 1954 r. Od tego czasu, przez ponad 60 lat, kopalnia nieprzerwanie prowadzi eksploatację soli kamiennej.

Od pierwszych chwil budowy kopalni liczone się z najpoważniejszym zagrożeniem, jakim dla kopalni soli jest woda pozazłożowa. Niekontrolowany jej dopływ może doprowa-

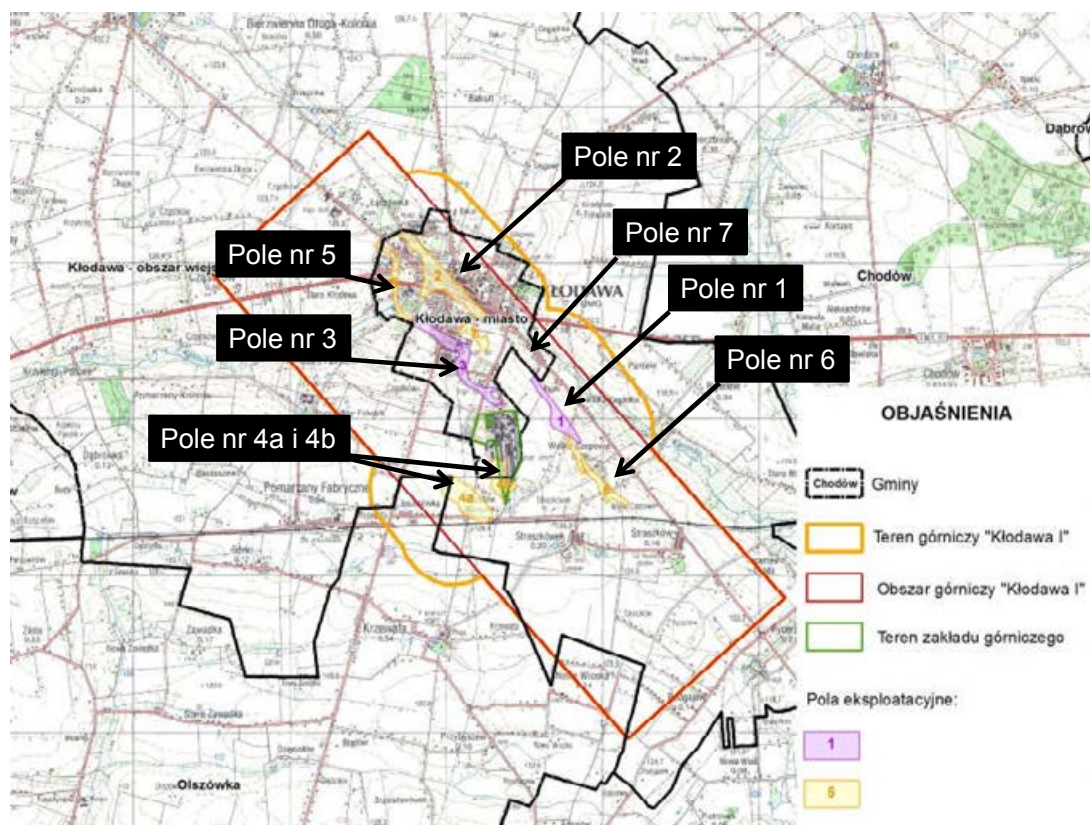
Tabela 1. Podstawowe informacje o szybach (stan na 31 grudnia 2015 r.)*Table 1.* Basic information of mine shafts (as at 31 December 2015)

	Szyb nr 1 „Michał”	Szyb nr 2 „Barbara”	Szyb nr 3 „Chrobry”
Rok budowy	1951–1955	1952–1953 pogłębienie 1964–1967 pogłębienie 1984–1989	1964–1967
Rzędna zrębu, m n.p.m.	+127,80	+128,00	+125,85
Głębokość, m	630,5	838,4	542,4
Średnica, m	do głęb. 100 m – 5,5; poniżej – 5,0	5,0	5,0
Funkcja	wdechowa wydobycza zjazdowa materiałowa	wdechowa wydobycza zjazdowa	wentylacyjna
Rodzaj naczynia wyciągowego	klatka	skipoklatka 12,5 Mg	brak

dzić w krótkim czasie do zatopienia kopalni, czyniąc dodatkowo szkody polegające na rozługowaniu górotworu solnego. Bazując na doświadczeniach niemieckich, od pierwszych dni budowy kopalni stosowano odpowiedni reżim zabezpieczeń przed dopływem wód spoza wysadu, ale także liczone się z możliwością przypadkowego otwarcia zbiorników wewnętrznych. Do podstawowych zabezpieczeń należy zaliczyć stropową półkę bezpieczeństwa oraz filary brzeżne. Wiercenia wyprzedzające prowadzono w sposób, który

umożliwiał w każdej chwili zamknięcie i likwidację każdego nawierconego dopływu.

Dużym zaskoczeniem było jednak rozpoznanie zagrożenia gazowego (metanowego), z którym po raz pierwszy spotkano się przy okazji robót udostępniających na poziomie 450 m. Zidentyfikowano także zagrożenie wyrzutem gazów i skał. Ilość i wielkość tych zjawisk w istotny sposób wpłynęła na sposób prowadzenia robót górniczych z uwagi na konieczność wprowadzenia odpowiednich rygorów, które miały za-



Ryc. 1. Rozmieszczenie pól eksploatacyjnych
Fig. 1. Distribution of exploitations fields

Tabela 2. Podstawowe informacje o polach eksploatacyjnych
Table 2. Basic information about mining areas

Nr pola	Rodzaj eksploatowanej soli	Poziomy, międzypoziomy eksploatacyjne	Stosowane odmiany systemu komorowego
1	kamienna biała	525, 550, 575, 600	– komory płaskie – komory wysokie
2	kamienna biała	500, 525, 550, 575, 600, 630, 660, 690, 720, 750, udostępniany 780	– komory płaskie – komory wysokie – komory cylindryczne
3	kamienna różowa	450, 475, 500, 525, 550, 575, 600, 630, 660, 690, 720, 750, udostępniany 780	– komory płaskie
4	kamienna biała	483, 504, 538, 572, 600	– komory płaskie
5	kamienna różowa	450, 475, 505.5, 525, 541, 571.5, 600, 630, 660, 690, 720, 750	– komory płaskie
6	kamienna różowa	532, 575, 600	w polu nie prowadzono eksploatacji
7	magnezowo-potasowa	590	– komory płaskie

pewnić przede wszystkim bezpieczeństwo pracy. W związku z rozpoznaną sytuacją od początku istnienia kopalni wszelkie prace górnicze prowadzono w warunkach najwyższego stopnia zagrożenia wodnego, a także gazowego i wyrzutowego.

Podjęte środki zabezpieczające okazały się być skuteczne, chroniąc kopalnię i jej załogę przed skutkami występujących zagrożeń (Chwałek, 2010).

Tabela 3. Zestawienie zagrożeń naturalnych przypisanych do poszczególnych pól eksploatacyjnych oraz ilości odnotowanych zjawisk (stan na 31 grudnia 2015 r.)

Table 3. Summary of natural hazards assigned to individual fields of exploitation and the number of recorded events (as at 31 December 2015)

		Pole nr 1	Pole nr 2	Pole nr 3	Pole nr 4	Pole nr 5	Pole nr 6	Pole nr 7	Poza polami
Zagrożenie wodne	stopień	III	III	III	III	III	III	III	III
	ilość zjawisk	9 (53) ^{a)}	48 (68)	1 (9)	28 (52)	1 (3)	3 (0)	0 (0)	59 (178)
Zagrożenie metanowe	kategoria	- ^{b)}	II	- ^{c)}	- ^{b)}	- ^{c)}	- ^{c)}	- ^{c)}	- ^{d)}
	ilość zjawisk	91							
Zagrożenie wyrzutami gazów i skal	kategoria	- ^{e)}	III	-	- ^{e)}	-	-	-	- ^{f)}
	ilość zjawisk	127 – z udziałem metanu 329 – z udziałem pozostałych gazów (m. in. azot, siarkowodór)							

^{a)} Ilość zjawisk czynnych, w nawiasie ilość zjawisk nieczynnych.

^{b)} Pola eksploatacyjne zostaną zaliczone do II kategorii zagrożenia metanowego w przypadku przystąpienia do jakichkolwiek robót górniczych związanych z postępowaniem przodków i urabianiem.

^{c)} Pola eksploatacyjne zaliczone do nie zagrożonych metanem, zaliczenie traci ważność z chwilą stwierdzenia zawartości metanu w stężeniu powyżej 0,1%.

^{d)} II kategorią zagrożenia metanowego objęto także wyrobiska korytarzowe w rejonie szybu „Chrobry” łącznie z szybem „Chrobry” oraz drogi wentylacyjne łączące Pole nr 2 z szybem „Chrobry”.

^{e)} Pola eksploatacyjne zostaną zaliczone do III kategorii zagrożenia wyrzutami gazów i skal w przypadku przystąpienia do jakichkolwiek robót górniczych związanych z postępowaniem przodków i urabianiem.

^{f)} Kategorią II objęto także obszar pomiędzy Przekopem S-W VII na poz. 600 m, a Polem nr 4.

STRUKTURA KOPALNI

Złoże solne udostępniono trzema szybami, których podstawowe parametry przedstawiono w Tabeli 1.

Pierwsze prace eksploatacyjne na kłodawskim wydzie solnym miały miejsce w roku 1954 na poziomie 450 m. Pierwotnie kopalnia miała wydobywać sole magnezowo-potasowe, ale jak się z czasem okazało, jest ich stosunkowo niewiele. Wobec tego faktem podstawową kopalnią stała się sól kamienna – biała i różowa.

Stosowanym systemem eksploatacji jest system komorowy, który na przestrzeni lat był i jest realizowany w kilku odmianach:

- komór niskich (właściwych):
 - stropowo-schodowy;
 - spągowo-schodowy;
 - spągowy jednostopniowy;
 - spągowy warstwami;
- komór wysokich:
 - komór prostopadłościennych;
 - komór cylindrycznych.

W trakcie przeszło 60 lat istnienia saliny, jej struktura podziemna w istotny sposób została rozbudowana. Posiada poziomy wentylacyjne 425 m oraz 525 m (w części północno-zachodniej) oraz poziomy wydobywcze 600 i 750 m. Do głębokości 600 m międzypozioamy zakładano co 25 m, a poniżej co 30 m. W ostatnim czasie podjęto prace przy uruchomieniu podpoziomu 780 m, a docelowo także 810 m.

Kopalnia posiada 7 pól eksploatacyjnych, których rozmieszczenie pokazano na Rycinie 1, a podstawowe dane przedstawiono w tabeli 2.

Ostatecznie do dnia dzisiejszego kopalnia posiada około 1000 wyeksploatowanych komór, 350 km wyrobisk chodni-

kowych, co w konsekwencji daje ponad 18 mln m³ pustek poeksploatacyjnych.

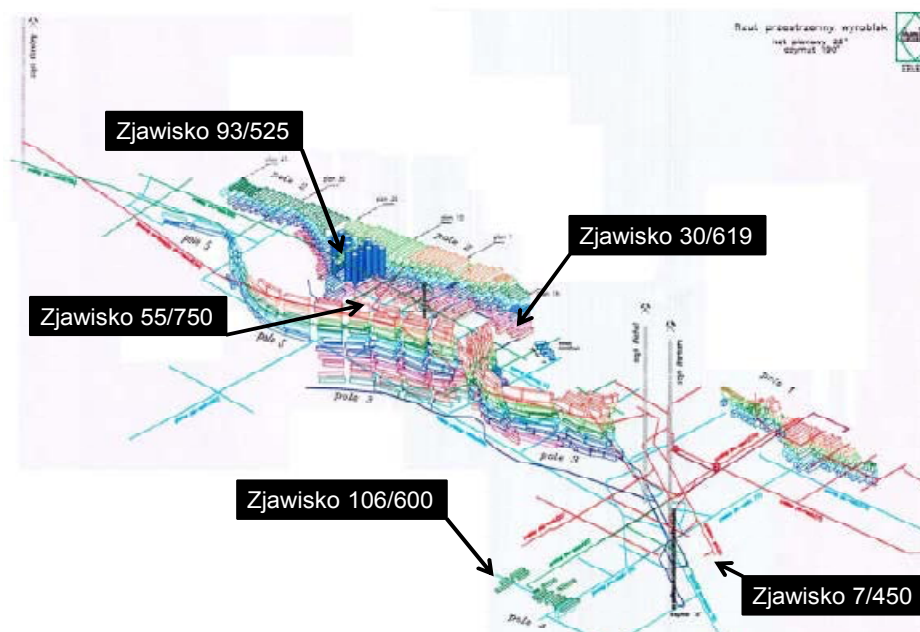
Kopalnia – jak wspomniano – pracuje w warunkach występowania zagrożeń naturalnych, które przedstawiono w odniesieniu do poszczególnych pól eksploatacyjnych w tabeli 3.

ZAGROŻENIE WODNE

Zagrożenie wodne w kopalniach soli jest zagrożeniem specyficznym. Łatwość, z jaką woda rozpuszcza sól kamienną, a jeszcze łatwiej sole potasowe powoduje, że jest to najpoważniejsze zagrożenie naturalne, które w skrajnym przypadku może przesądzić o istnieniu kopalni.

Potencjalne niebezpieczeństwo może objawić się w postaci niegroźnego zawilgocenia. Należy jednak pamiętać, że świadczy to o pojawieniu się drogi migracji wody, a skoro tak, to skały solne ulegają szybkiemu rozługowaniu. Zjawisko może przybrać niekontrolowany przebieg – spadek oporów przepływu może doprowadzić do wzrostu wydajności wypływu, co z kolei niesie szereg problemów technicznych z jego opanowaniem. Szczególne niebezpieczeństwo będzie pochodziło od wypływów, które mają zasilanie pozazłożowe. W przypadku wód złożowych problem wydaje się być mniejszy, gdyż takie wody mają na ogół skończoną objętość, a i często są to solanki (ługi) o różnym stopniu nasycenia. Niemniej jednak także i takie wody są potencjalnie niebezpieczne.

Zagrożenie wodne zostało zdefiniowane w przepisach dotyczących ruchu podziemnych zakładów górniczych jako „... możliwość wdarcia lub niekontrolowanego dopływu wody, solanki, ługów albo wody z luźnym materiałem, do wyrobisk, stwarzającą niebezpieczeństwo dla ruchu zakładu górniczego lub jego pracowników...” (Rozporządzenie, 2002). Na pod-



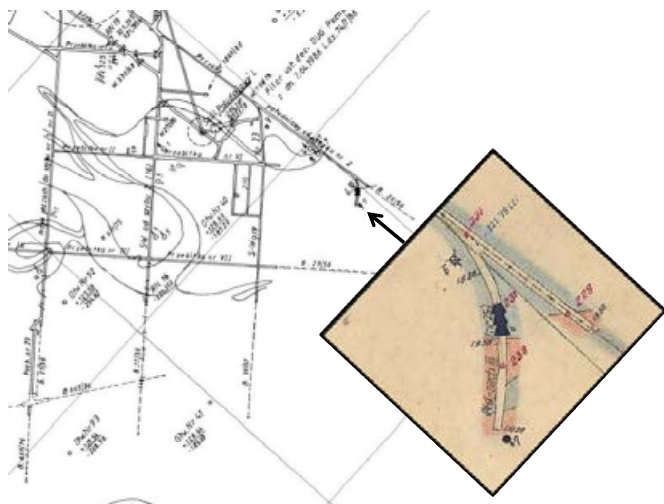
Ryc. 2. Rozmieszczenie wybranych zjawisk wodnych
Fig. 2. Arrangement of the selected water threats

stawie przytoczonego aktu prawnego złoża kłodawskie zostało zaliczone do III stopnia zagrożenia wodnego z uwagi na „...brak warstwy izolującej między złożem, a występującymi w jego otoczeniu zbiornikami wodnymi i poziomami wodonośnymi...”.

Na przestrzeni ponad 60-cio letniej historii kopalni zinventaryzowano 511 miejsc (zjawisk) związanych z potencjalnym zagrożeniem wodnym. Wg stanu na 31 grudnia 2015 r. czynnych, podlegających ciągłemu nadzorowi jest 148 zjawisk. Lokalizację wybranych zjawisk będących źródłem potencjalnego zagrożenia wodnego pokazano na Rycinie 2.

Zjawisko nr 7, poz. 450 m, Pole nr 4, przekop N-W III

W dniu 01.10.1956 r. stwierdzono wyciek, zlokalizowany w warstwie anhydrytu. Początkowa wydajność wycieku wyniosła ok. 374 dm³/h (średnioroczna w 1956 r.). Na przestrzeni kolejnych pięciu lat wydajność spadła do 2 dm³/h (średnioroczna w 1961 r.), by w 1964 r. osiągnąć wartość 442 dm³/h. Na podstawie badań izotopowych stwierdzono, że są to wody paleoinfiltracyjne pochodzące spoza wysadu, których ciężar właściwy wynosił ok. 1,34 g/cm³. W związku z tym podjęto decyzję o budowie tamy przeciwwodnej, którą ukończono w 1964r. Aktualnie monitoring tego wycieku wykazuje, że w ciągu ponad 50 lat nastąpił spadek ciężaru właściwego do wartości ok. 1,31 g/cm³ oraz stabilizację wydajności do ok. 3,0-3,5 dm³/h. Lokalizację wycieku pokazano na Ryc. 3.



Ryc. 3. Lokalizacja wycieku 7/450

Fig. 3. Location leak 7/450

Zjawisko nr 106, poz. 600 m, Pole nr 4, chodnik komorowy nr 11

Wyciek ujawniono w dniu 05.07.1976 r. w warstwie gipsów z okruciami ilowca. Początkowa wydajność wycieku wyniosła od ok. 10 dm³/h (w 1976 r.) do 3 cm³/h w roku 1995. W chwili obecnej z wrębu nie wybiera się solanki. Na podstawie badań izotopowych stwierdzono, że jest to odparowana

woda pochodząca z infiltracji czwartorzędowej, o ciężarze właściwym ok. 1,21 g/cm³. Aktualnie aktywność wycieku jest bardzo niska. Lokalizację wycieku pokazano na Ryc. 4.



Ryc. 4. Lokalizacja wycieku 106/600

Fig. 4. Location leak 106/600

Zjawisko nr 93, poz. 525 m, Pole nr 2, komora cylindryczna nr 14

Wyciek pojawił się w dniu 12.05.1985 r. w solach kamiennych białych ze smugami piasku anhydrytowego. Początkowa wydajność wycieku wyniosła od ok. 30 dm³/h (w maju 1985 r.) do 2 cm³/h w roku 2003. W chwili obecnej wydajność zjawiska jest bardzo niska. Na podstawie badań izotopowych stwierdzono, że jest to mieszanina wody pochodzenia z infiltracji czwartorzędowej z wodą paleoinfiltracyjną spoza wysadu (utwory mezozoiku), o ciężarze właściwym od 1,225 do 1,268 g/cm³. Lokalizację wycieku pokazano na Ryc. 5.

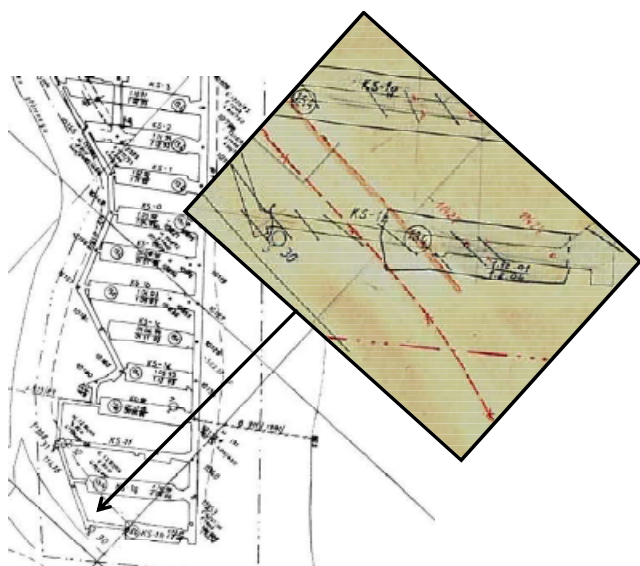


Ryc. 5. Lokalizacja wycieku 93/525

Fig. 5. Location leak 93/525

Zjawisko nr 30, poz. 619 m, Pole nr 2, chodnik wentylacyjny – zbiorczy

W dniu 16.05.2008 r. stwierdzono wyciek, zlokalizowany w warstwie soli kamiennych białych z wtrąceniami czerwonego polihalitu. Początkowa wydajność wycieku wyniosła ok. 10 dm³/h. Od chwili jego pojawienia się wydajność sukcesywnie spadała do ok. 0,23 dm³/h w roku 2015. Na podstawie badań izotopowych stwierdzono, że nie jest to solanka spoza wysadu. Ujmowana jest we wrębie, który jest regularnie opróżniany. Jej ciężar właściwy waha się od 1,229 do 1,255 g/cm³. Lokalizację wycieku pokazano na Ryc. 6.



Ryc. 6. Lokalizacja wycieku 30/619
Fig. 6. Location leak 30/619

Zjawisko nr 55, poz. 750 m, Pole nr 2, Główny Przekop Transportowy – 2B

Pojawienie się wycieku stwierdzono w dniu 27.01.2014 r. w warstwie anhydrytu głównego w postaci zawilgocenia stropu i ociosu wyrobiska o powierzchni ok. 2,5 m². Początkowa wydajność wycieku wyniosła ok. 500 kropli/min., obecnie (grudzień 2015 r.) ok. 1,5 dm³/h. Badania izotopowe wykazały, że jest to solanka syngenetyczna. Jej ciężar właściwy zawiera się w przedziale od 1,324 do 1,343 g/cm³. Lokalizację wycieku pokazano na Ryc.7.

Profilaktyka zagrożenia wodnego

Profilaktyka każdego zagrożenia – w tym także wodnego – polega w pierwszej kolejności na jego rozpoznaniu oraz ocenie stanu zagrożenia. Sprowadza się to do rozpoznania stosunków wodnych panujących wokół wysadu solnego, ale także i w jego wnętrzu. Znajac budowę hydrogeologiczną złoża i jego otoczenia kolejnym krokiem jest monitoring górotworu. Mając tak rozpoznane zagrożenie, można przystąpić do jego zwalczania.

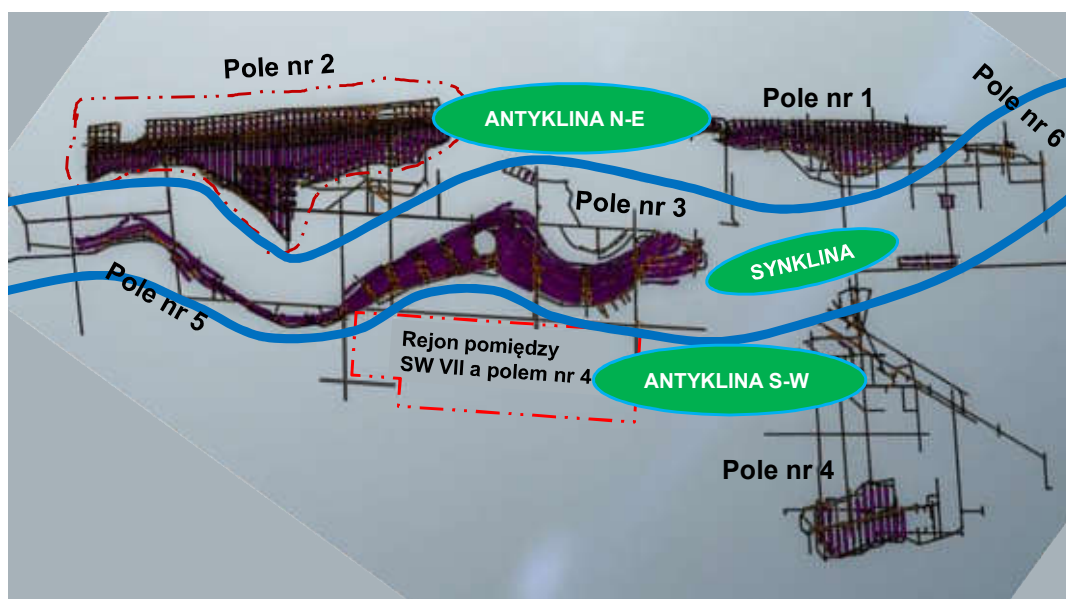


Ryc. 7. Lokalizacja wycieku 55/750
Fig. 7. Location leak 55/750

W odniesieniu do zagrożenia wodnego kluczowe kierunki przeciwdziałania można podzielić na dwie podstawowe metody:

- naturalne, polegające na pozostawieniu calizn ochronnych w postaci półki bezpieczeństwa o miąższości min. 150 m oraz filarów brzeżnych o grubości 50 m do poz. 600 m, a poniżej o grubości 75 m – miąższość tych calizn mierzona jest od granicy wysadu. Innymi caliznami ochronnymi są te wynikające z przyjętego systemu eksploatacji, czyli półki między poziomowe oraz filary międzykomorowe. Celem tego „szkieletu” jest zapewnienie stateczności wyrobisk, ale przede wszystkim ograniczenie do minimum osiadania warstw nadkładowych nad poszczególnymi polami eksploatacyjnymi. Ponadto wokół otworów wiertniczych wykonanych z powierzchni pozostawia się filary ochronne o promieniu 25 do 50 m oraz dodatkowo półki ochronne poniżej dna otworu o grubości 50 m. Podobnie wokół szybów wyznaczone są filary ochronne o promieniu 100 do 150 m. W odniesieniu do otworów wiertniczych oraz szybów, niezależnie od pozostawionych wokół nich filarów, istotny jest w przypadku otworów sposób ich likwidacji, a w przypadku szybów – szczelność obudowy;

- specjalne, polegające na wykonywaniu otworów wyprzedzających w czole przodka (długość otworów to głębokość zabioru + 1 m) oraz otworów geologiczno-badawczych o długości co najmniej kilkudziesięciu metrów, uzbrojonych w głowicę zabezpieczającą przeciwwyrzutową i przeprowadzoną próbą szczelności. W przypadku napotkania zagrożenia wodnego, w zależności od jego intensywności, można zastosować otwory drenażowe, które pozwolą na likwidację stanu zagrożenia poprzez osuszenie źródła dopływu względnie jego zamknięcia w sposób umożliwiający bieżącą kontrolę.



Ryc. 8. Uproszczony schemat tektoniki wysadu kłodawskiego
 Fig. 8. Simplified diagram of tectonic dome of Kłodawa

ZAGROŻENIE GAZOWE ORAZ WYRZUTAMI GAZÓW I SKAŁ

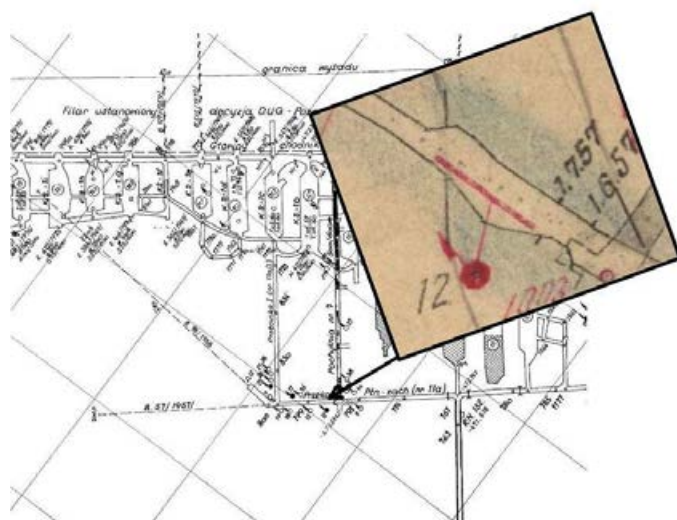
W górotworze solnym można się spodziewać występowania metanu, węglowodorów ciężkich, siarkowodoru, wodoru oraz innych gazów. W przypadku wysadu kłodawskiego, który jest zbudowany ze złóż cechsztyńskich, głównymi składnikami gazów kopalnianych są metan, azot, cięższe węglowodory, a także – w mniejszych ilościach – siarkowodor i ditlenek węgla. Podstawowe zagrożenie gazowe pochodzi z lokalnych, zamkniętych zbiorników (pułapek) o różnej wielkości i kształcie, które wypełnione są prawdopodobnie mocno zeszcelinowaną masą solną oraz gazem (Hwałek, 1971).

W przypadku wysadu kłodawskiego źródła występowania tych zagrożeń należy upatrywać w budowie wysadu, a konkretnie w jego tektonice. Jak wynika z dotychczasowych obserwacji i doświadczeń, stosunkowo niskie zagrożenie występuje w części synkliny środkowej, natomiast bardzo wysokie w antyklinie północno-wschodniej i południowo-zachodniej – Ryc. 8.

W odniesieniu do zagrożenia metanowego można stwierdzić, że nie obserwuje się stałej migracji tego gazu do atmosfery kopalnianej (jako zjawiska ciągłego). Pojawienie się metanu, a także innych gazów (np. azot, wodór, ditlenek węgla, siarkowodor) ma miejsce w trakcie wiercenia otworów, po napotkaniu większych skupień gazu (pułapek gazowych). W przypadku, gdy gaz występuje w pułapce pod wysokim ciśnieniem, wówczas jego uwalnianie przybiera charakter intensywnego wypływu gazu. W skrajnych przypadkach zjawisko przybiera charakter wyrzutu gazu, któremu może towarzyszyć także wyrzut skał. Pierwsze zjawisko wyrzutowe w kłodawskiej salinie odnotowano 13.02.1956 r., zaś

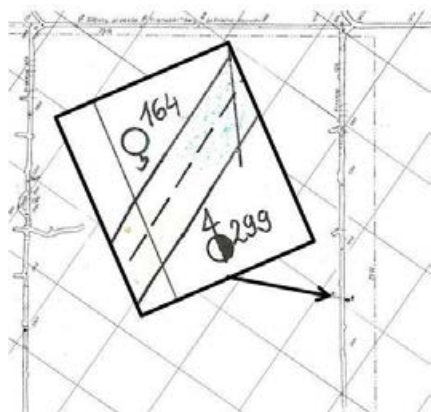
największy wyrzut miał miejsce 22.06.1957 r. w Przekopie północno-zachodnim (11a) na poz. 600 m w Polu nr 1 – masa wyrzutowa osiągnęła wartość około 800 Mg.

Urobkiem powstałym po wyrzucie zostało zasypane około 50 metrów chodnika, miejscami aż po strop. Wyrzut nastąpił w czasie centralnego strzelania. Analiza chemiczna próby powietrza na sucho wykazała obecność metanu w ilości 8,3%. Lokalizację wyrzutu pokazano na Ryc. 9.



Ry. 9. Lokalizacja wyrzutu nr 12/600
 Fig. 9. Location eruption No. 55/600

Ostatni wyrzut odnotowano 15.07.2014 r. w Przekopie 12A na poz. 600 m po centralnym strzelaniu – masę wyrzutową stanowiło ok. 150 kg urobku oraz siarkowodor. Jego lokalizację wskazano na Ryc. 10.



Ryc. 10. Lokalizacja wyrzutu nr 299/600

Fig. 10. Location eruption No. 299/600

Jak widać z powyższego, rozdzielenie obu zagrożeń jest dość trudne. Zagrożenie metanowe na ogół jest powiązane z zagrożeniem wyrzutowym (bez udziału skał), które często odbywa się także bez udziału metanu, ale za to z udziałem innych występujących w kopalni gazów. Poniżej, w tabelach 4 i 5 zestawiono odnotowane zjawiska wypływów gazów oraz wyrzutów gazów i skał.

Profilaktyka zagrożenia gazowego i wyrzutowego

Kluczem do bezpiecznego prowadzenia robót górniczych było opracowanie metodyki, która pozwoli na minimali-

zowanie potencjalnego zagrożenia gazogeodynamicznego. W związku z tym, przy prowadzeniu robót udostępniających wykonywane są wiercenia badawcze (otwory o głębokości kilkudziesięciu metrów zabezpieczone głowicą przeciwerupcyjną) oraz krótkie, kilkumetrowe przedwierty. Kolejną zasadą jest prowadzenie strzelania tzw. centralnego, które odbywa się z powierzchni, między zmianami. Nieobecność załogi na dole kopalni w trakcie robót strzałowych z jednej strony zabezpiecza ludzi przed potencjalnym zagrożeniem, z drugiej zaś, w przypadku gdy dojdzie do lokalnego wypływu gazów bądź wyrzutu, poprzez właściwy monitoring gazowy (gazometria) można określić zagrożone rejony. Ponadto jest czas na przewietrzenie wyrobisk przed pojawieniem się w nich górników.

PODSUMOWANIE

Jak wynika z dotychczasowych doświadczeń Kopalni Soli „Kłodawa”, problem występujących zagrożeń można uznać za opanowany. Stosowane wielowariantowe środki bezpieczeństwa świadczą o ich skuteczności w walce z zagrożeniem wodnym, gazowym i wyrzutowych. W trakcie istnienia kopalni, a więc na przestrzeni ponad 60 lat, stwierdzono pojedyncze wypadki z udziałem ludzi w związku z omówionymi zagrożeniami. Należy je traktować bardziej jako zbieg nieszczęśliwych okoliczności, natomiast w żadnym wypadku jako niewłaściwe działanie wobec zagrożeń. Kolejne pokole-

Tabela 5. Zestawienie zarejestrowanych wypływów w Kopalni Soli „Kłodawa” wg czasu trwania wypływu (stan na 31 grudnia 2015 r.)

Table 5. Summary of registered outflows in the Salt Mine “Kłodawa” according to the duration of flow (as of 31 December 2015)

Czas trwania wypływu	Ilość zarejestrowanych wypływów z udziałem					OGÓLEM
	CH ₄	N ₂	H ₂ S	węglowodory + H ₂ S	pozostałe	
do 1 h	32	42	10	25	6	114
1 – 24 h	13	5	12	11	3	44
powyżej 24 h	46	1	38	47	6	138
RAZEM	91	48	60	83	15	297

Tabela 6. Zestawienie zarejestrowanych wyrzutów w Kopalni Soli „Kłodawa” wg objętości wyrzuconych skał (stan na 31 grudnia 2015 r.)

Table 6. Summary of registered in the Salt Mine “Kłodawa” according to the volume of ejected rock (as of 31 December 2015)

Intensywność (objętość wyrzuconych skał)	Ilość zarejestrowanych wyrzutów z udziałem					OGÓLEM
	CH ₄	N ₂	H ₂ S	węglowodory + H ₂ S	pozostałe	
do 1 m ³	62	70	21	32	8	193
1 – 5 m ³	17	38	2	5	0	62
5 – 50 m ³	26	23	1	12	0	62
50– 250 m ³	21	4	1	1	0	27
powyżej 250 m ³	1	0	0	1	0	2
RAZEM	127	135	25	51	8	346

nia górników przekazywały sobie zdobytą wiedzę i doświadczenie, co w istotny sposób wpływa na ogólny poziom bezpieczeństwa.

Aktualnie kopalnia prowadzi prace związane z zejściem na kolejne poziomy (podpoziomy) – 780 i 810 m. Z racji sposobu ich udostępnienia oraz głębokości należy się spodziewać, że może pojawić się problem zagrożenia klimatycznego. Prowadzone roboty związane z rozpoznaniem i udostępnieniem tych podpoziomów powinny w najbliższym czasie dać odpowiedź na pytanie, czy pojawi się problem zagrożenia klimatycznego.

Podsumowując należy stwierdzić, że kopania charakteryzuje się bardzo wysokim stopniem bezpieczeństwa mimo

istniejących zagrożeń, a sposób prowadzenia robót oraz profilaktyki – za właściwy.

LITERATURA / REFERENCES

- CHWAŁEK J.; 2010: Kopalnia Soli „Kłodawa”. Historyczny zarys warunków powstania kopalni oraz jej budowy i rozbudowy [w:] Zagożdżon P.P., Madziarz M. [red.]: Dzieje górnictwa – element europejskiego dziedzictwa kultury, Wrocław.
- HWAŁEK S.; 1971: Górnictwo soli kamiennych i potasowych. Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice.
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 14 czerwca 2002 r. w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych (Dz. U. Nr 94, poz. 841 z późn. zm.).