



Charakterystyka zagrożenia wodnego w Kopalni Soli „Kłodawa” S.A. na przykładzie wybranych zjawisk

*Characteristics of water hazards in the „Kłodawa” Salt Mine S.A.
based on selected examples*

Wacław STASZCZAK¹, Konrad KROKOS²

¹Kopalnia Soli „Kłodawa” S.A., e-mail: wstaszczak@sol-klodawa.com.pl

²Kopalnia Soli „Kłodawa” S.A., e-mail: kkrokos@sol-klodawa.com.pl

STRESZCZENIE

Kopalnia Soli „Kłodawa” S.A. eksploatuje sól kamienną od ponad 65 lat i na przestrzeni tych lat mierzy się z zagrożeniem wodnym. Spośród zinwentaryzowanych 516 zjawisk wodnych czynnych jest 153, z których 142 zjawiska stanowią zawilgocenia i wycieki kropelkowe, a tylko 11 zjawisk to wypływy solanki. Największe zagrożenie stanowią zjawiska: 106/600, 93/525, 30/619, 55/750, 7/450. Kopalnia prowadzi pełen monitoring tych zjawisk, a dzięki odpowiednio prowadzonej profilaktyce oraz zdobytej wiedzy możliwe jest racjonalne planowanie frontu robót górniczych, z zachowaniem najwyższego stopnia bezpieczeństwa eksploatacji i ochrony infrastruktury.

Słowa kluczowe: górnictwo solne, Kopalnia Soli „Kłodawa”, zagrożenie wodne,

ABSTRACT

The „Kłodawa” Salt Mine S.A. has been excavating rock salt for over 65 years, and during all this time it to face with water threat. Among 516 evidenced sites of brine occurrence in the mine, 142 are the sites of rock wetting or droplet leakage and only 11 are actual brine leakage sites. The biggest threat is assumed to relate to leakages registered as 106/600, 93/525, 30/619, 55/750, and 7/450. Continuous monitoring of water hazard sites and adequate prevention enables the mine rational mining and maintaining the highest degree of safety of both excavation and the infrastructure protection.

Key words: salt mine, The „Kłodawa” Salt Mine, water hazard,

WSTĘP

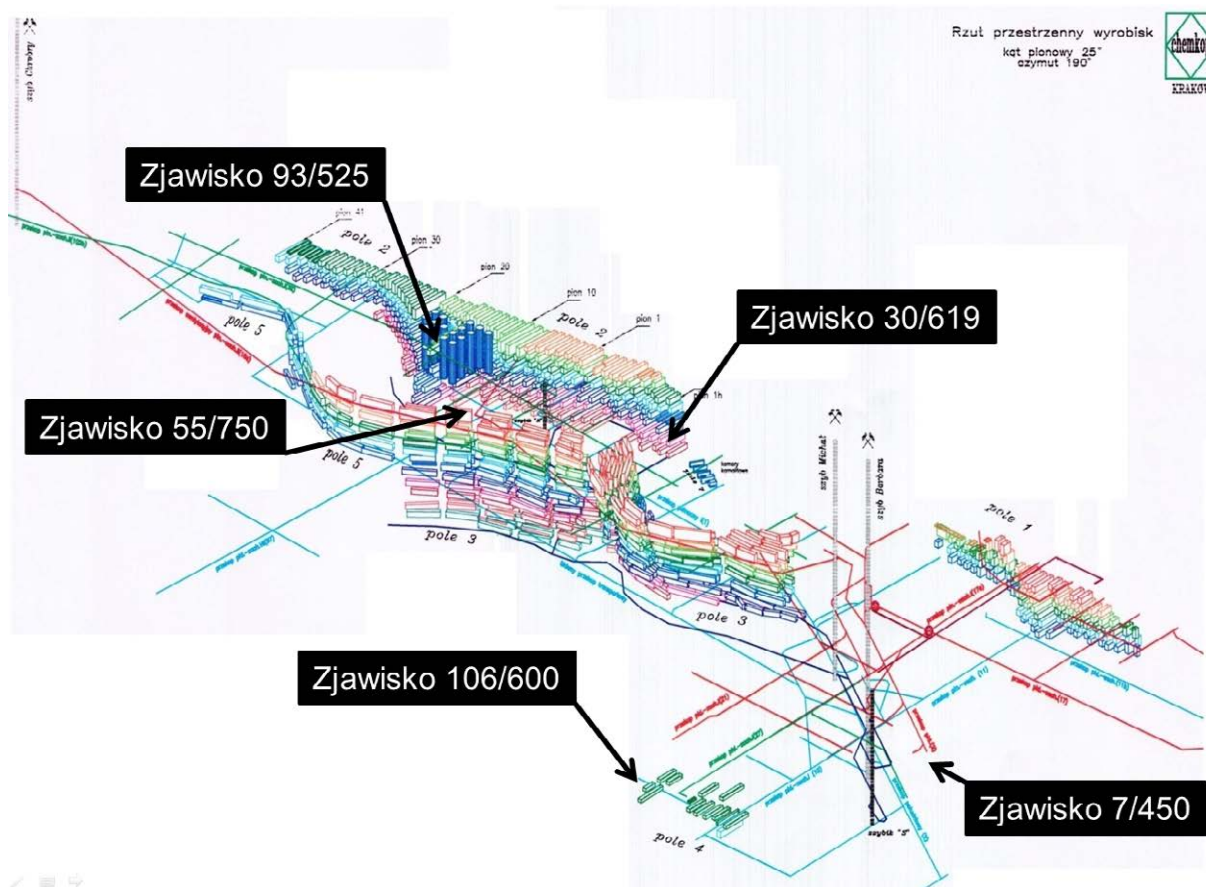
Kopalnia Soli „Kłodawa” S.A. od ponad 65 lat prowadzi eksploatację soli kamienną tradycyjną metodą górniczą „na sucho”. W parze z prowadzoną eksploatacją idą naturalne zagrożenia górniczo-geologiczne. Należą do nich prawnie sklasyfikowane:

- zagrożenie wodne,
- zagrożenie metanowe,
- zagrożenie wyrzutami gazów i skał.

Największym zagrożeniem naturalnym dla zakładów górniczych eksploatujących sole niewątpliwie jest zagrożenie wodne. Woda bardzo łatwo rozpuszcza sól kamienną, a jeszcze łatwiej sole potasowe. W skrajnym przypadku może przesądzić o istnieniu kopalni.

Na przestrzeni lat w kopalni zinwentaryzowano 516 zjawisk związanych z zagrożeniem wodnym. Wg stanu na 19 lipca 2017 r. czynnych, podlegających ciągłemu nadzorowi są 153 zjawiska, gdzie 142 zjawiska stanowią zawilgocenia i wycieki kropelkowe, a tylko 11 zjawisk to wypływy.

Zarówno w samym złożu Kopalni Soli „Kłodawa” S.A. jak i nad jego powierzchnią nie występują zbiorniki wodne zagrażające bezpieczeństwu ruchu zakładu górniczego. Potencjalne źródło zagrożenia wodnego występuje jednak w obrębie obszaru górniczego „Kłodawa 1”. Stanowią je wody występujące wokół złoża, a w szczególności występujące ponad stropową półką bezpieczeństwa. Poziomy wodonośne



Rys. 1. Rozmieszczenie najgroźniejszych zjawisk wodnych
 Fig. 1. Arrangement of the most dangerous threats of water

(czwarto- i trzeciorzędowe) oddzielone są od złoża przystropową półką bezpieczeństwa, której grubość nad polami nr 1 i 2 wynosi 150 m, natomiast nad polem 3, 4, 5 i 6 ustalona jest na 200 m.

Zebrane na przestrzeni lat doświadczenia i obserwacje pozwoliły wytyczyć następujące strefy różniące się stopniem nasilenia zagrożenia wodnego:

- strefa anhydrytu głównego;
- strefa północno-wschodniej granicy wysadu;
- strefa południowo-wschodniej granicy wysadu;
- strefa starszych soli kamiennych;
- strefa zubrów brunatnych.

Ponadto prowadzony jest ciągły monitoring czynnych zjawisk wodnych, uwzględniający badania fizyko-chemiczne, tj. określanie zawartości m.in. $MgCl_2$, $NaCl$, KCl , $MgSO_4$, Br , ciężaru właściwego, składu izotopowego, a także monitoring ciśnienia na zamkniętych otworach.

Dla kopalni najgroźniejsze są niżej opisane zjawiska.

ZJAWISKO NR 7, POZ. 450 M, POLE NR 4, PRZEKOP S-W III

Podczas drażenia przekopu S-W III (nr 25) na poziomie 450 m w dniu 1.10.1956 napotkano szczelinowaty anhydryt, z którego po dzień dzisiejszy wypływa stężony ług. Mak-

symalna wydajność w pierwszych latach funkcjonowania wypływu wynosiła $1300 \text{ dm}^3/\text{h}$ (ok. $374 \text{ dm}^3/\text{h}$ średniorocznie w 1956 roku) i stopniowo malała, osiągając w końcu lat 50-tych kilka litrów na godzinę. Od roku 1961 obserwowano stopniowy wzrost wydajności, który w 1964 r. osiągnął średnio $18,5 \text{ dm}^3/\text{h}$. W grudniu 1964 zakończono budowę tamy, która zamknęła źródło dopływu ługu, znajdujące się w przodku przekopu. Tama ta okazała się nieszczelna, i ciecz do dziś migruje do wyrobiska tworząc źródło zagrożenia wodnego. Podejmowane kilkakrotnie próby uszczelnienia tamy i otaczającego górotworu nie powiodły się i wyciek ten stanowi do chwili obecnej potencjalne zagrożenie dla bezpieczeństwa ruchu zakładu górniczego. Wielkość dopływu z niewielkimi wahaniami utrzymuje się w ciągu ostatnich lat na poziomie kilku litrów na godzinę, co ilustrują poniższe dane:

Ogółem, od chwili otwarcia wypływu do 31.12.2016 r. zarejestrowano ok. $3\,108 \text{ m}^3$ ługu.

Z powyższego można wnioskować, że zbiornik cieczy składa się z silnie rozgałęzionej sieci szczelin, którymi migruje roztwór do wyrobisk górniczych.

Wyniki dotychczasowych badań i obserwacji potwierdzają, że w składzie chemicznym ługu przeważa $MgCl_2$, a zmiany tego składu w czasie są niewielkie. Ług pozostaje roztworem nasyconym o dużej gęstości, zmieniającej się w okresie minionego roku od $1,304$ do $1,319 \text{ g/cm}^3$. Jakkolwiek wyniki

Tabela 1. Zestawienie uśrednionych wydajności rocznych zjawiska 7/450*Table. 1.* A summary of the average yield of the annual phenomenon 7/450

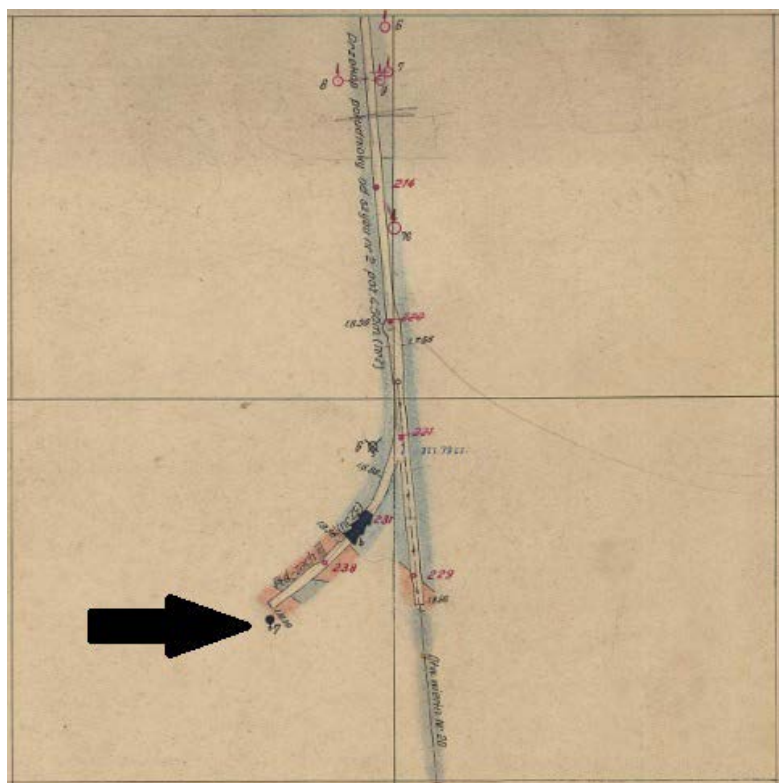
Rok	Dopływ [dm ³ /h]	Rok	Dopływ [dm ³ /h]	Rok	Dopływ [dm ³ /h]
1956	374,0	1976	1,8	1996	3,3
1957	93,0	1977	2,0	1997	3,5
1958	4,5	1978	3,4	1998	3,5
1959	4,8	1979	2,7	1999	3,6
1960	2,3	1980	5,7	2000	3,5
1961	2,1	1981	6,7	2001	3,5
1962	4,7	1982	3,5	2002	3,0
1963	10,5	1983	4,2	2003	3,3
1964	18,5	1984	4,1	2004	3,6
1965	0,0	1985	3,8	2005	3,5
1966	10,0	1986	4,1	2006	3,3
1967	8,2	1987	3,6	2007	3,7
1968	6,5	1988	3,9	2008	3,1
1969	5,4	1989	2,8	2009	2,7
1970	3,6	1990	3,4	2010	2,7
1971	4,5	1991	3,3	2011	2,4
1972	3,1	1992	2,4	2012	2,7
1973	2,9	1993	2,9	2013	2,8
1974	3,3	1994	3,0	2014	3,3
1975	2,7	1995	2,8	2015	3,1

licznych analiz chemicznych ługu z wypływu 7/450 sugerują jego reliktowe pochodzenie, to wykonywane okresowo od lat siedemdziesiątych, przez Instytut Techniki Jądrowej AGH, a obecnie przez Towarzystwo Badań Przemian Środowiska „GEOSFERA” badania składu izotopowego wskazują na wodę paleoinfiltracyjną spoza wysadu, która powinna podlegać szczególnej kontroli. Wyciek ten pod względem chemicznym ulega nieznacznym zmianom. Obniża się ciężar właściwy osiągając w większości wartości około 1,307 g/cm³. W składzie izotopowym nie widać znacznych zmian.

Od strony południowo-zachodniej źródła zagrożenia, w budowie geologicznej górotworu obserwuje się stopniowe przejście stratygraficznie od starszej soli kamiennej przez warstwy przejściowe i starszą sól potasową, do soli młodszych. Anhydryt główny odsłonięty w czole przekopu wraz z szarym ılem solnym kontaktuje bezpośrednio z ww. solami młodszymi. Jest on tektonicznie zaburzony, połamany na bloki tkwiące w pokładzie starszej soli potasowej. Źródło zasilania zlokalizowane jest w systemie szczelin w anhydrycie.

Zjawisko podlega ciągłemu monitoringowi.

Lokalizację wycieku pokazano na Rysunku 2

**Rys. 2.** Lokalizacja wycieku 7/450*Fig. 2.* Location of the leakage site No. 7/450

ZJAWISKO NR 106, POZ. 600 M, POLE NR 4, CHODNIK KOMOROWY NR 11

Zjawisko wodne 106/600 zaobserwowane zostało 5 lipca 1976 roku w otworze wiertniczym nr 675 odwierconym z chodnika komorowego (w osi projektowanej komory solnej) do granicy wysadu.

Po przewierceniu 2 m soli otwór przebił się do granicy wysadu solnego zbudowanego z szarego, gruzłowatego iłowca z żyłkami gipsu przechodzącego w dalszej części w gips jasnoszary z okruskami iłowca. Wiercenie zatrzymano na głębokości 7m dn. 28.07.1976r. Nieprzewidziana deformacja południowo-zachodniej ściany wysadu solnego, wyrażająca się jej głęboką zatoką wcinającą się ku wnętrzu wysadu na poz. 600 m spowodowała, że chodnik planowanej komory KS-11 nieświadomie wykonany został w filarze brzeżnym. Dnia 05.08.1976r. zaobserwowano kroplowy wyciek z czoła chodnika i z otworu (186 kropli na godzinę). Wobec dalszego narastania i rozprzestrzeniania się pokrywy naskorupień i wykwitów solnych oraz zawilgocenia spągu i ociosów wykonano w odległości ok. 5 m od czoła chodnika wręb, w którym zbiera się solanka. Otwór wiertniczy został ponownie zailowany, jednak nie utrzymuje on do dziś szczelności. Płyn z wrębu wybierano w regularnych odstępach czasu, co doprowadziło do pewnej stabilizacji wielkości dopływu. Należy zwrócić

uwagę, że wydajność analizowanego zjawiska wodnego jest bardzo niska, znacznie mniejsza od wydatków zjawisk wodnych 7/450 i 93/525. W początkowym okresie prowadzenia pomiarów wynosiła ona od kilku do nawet 10 l/h. Już po upływie roku wydatek zjawiska zmniejszył się istotnie do wartości rzędu 0,01 – 0,1 l/h. Począwszy od 1994 roku wydatek wycieku wykazuje wyraźny spadek do wartości niższych od 0,01 l/h.

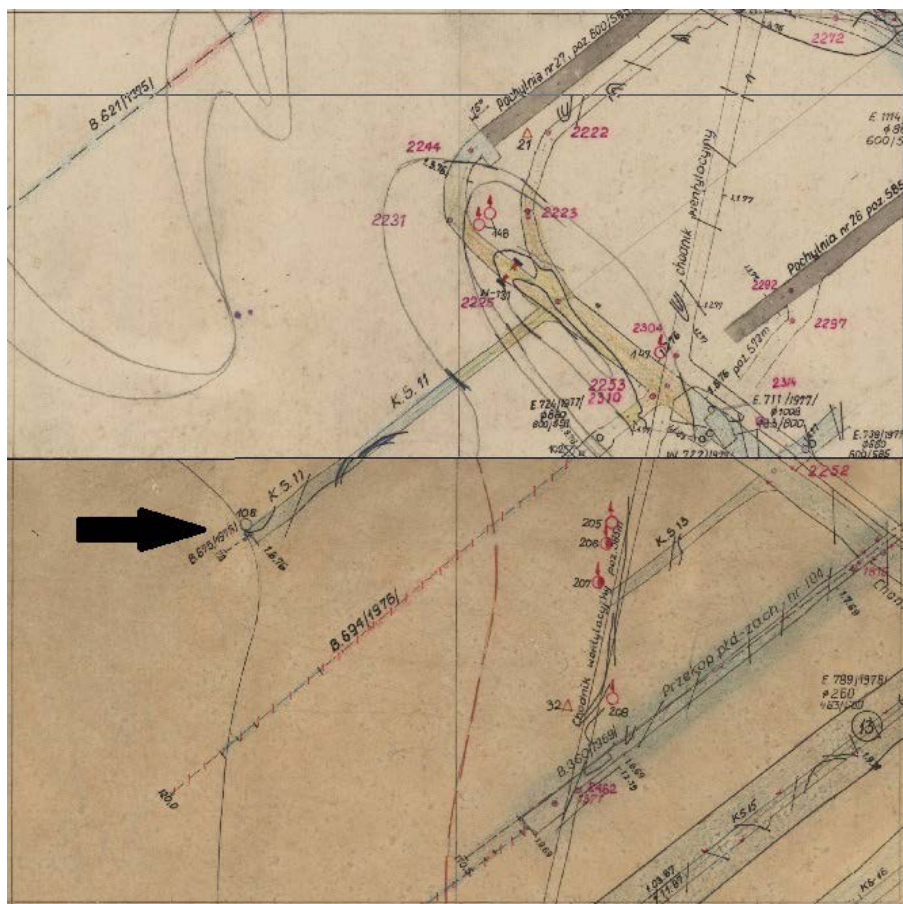
Dopływająca solanka ma małą gęstość (od ok. 1,209–1,211 g/cm³), a w jej składzie chemicznym dominuje NaCl (od ok. 304 g/l do ok. 309 g/l). MgCl₂ i KCl występują w ilości od kilku do kilkunastu gramów w litrze. Jest to skład charakterystyczny dla wód okalających wysad, dopływających do złoża przez płaszcz iłowcowo-anhydritowo-gipsowy. Analiza izotopowa wskazuje, że mamy do czynienia z odparowaną wodą infiltracji czwartorzędowej.

Wyciek ten, ze względu na małą gęstość, niekorzystny skład chemiczny i izotopowy, zalicza się do potencjalnie niebezpiecznych. Zjawisko podlega ciągłemu monitoringowi.

Lokalizację wycieku pokazano na Rysunku 3.

ZJAWISKO NR 93, POZ. 525 M, POLE NR 2, KOMORA CYLINDRYCZNA NR 14

Wypływ 93/525 stwierdzony został 21 maja 1985 roku



Rys. 3. Lokalizacja wycieku 106/600

Fig. 3. Location of the leakage site No. 106/600

w czasie przybierki cylindrycznej komory solnej nr 14 (KSC-14). Odsłonięto wówczas naturalną kawernę w starszej soli kamiennej białej, średnio i gruboziarnistej ze smugami anhydrytu. W kierunku południowo-zachodnim sól kamienna przechodzi w sól potasową „twardą”, która kontaktuje z szarym ilem solnym i anhydrytem głównym. Zróżnicowane parametry geomechaniczne soli i anhydrytu powodują podczas deformacji powstawanie systemów spękań, którymi mogą migrować solanki. W zależności od ich stężenia następuje erozja tych systemów lub ich zapełnianie. Procesy te są widoczne w omawianej kawernie, która miała nieregularny łukowaty kształt. Spąg kawerny był wykształcony w formie kilku wznoszących się ku górze „stopni”, zanikających na bokach struktury. Strop kawerny pokrywały kryształy soli, w tym również zawierające inkluzje cieczy i gazów. Całość znajduje się w strefie jądrowej wielkoskalowego fałdu.

W początkowym okresie, tuż po odkryciu kawerny, wypłynęło z niej około 7 m³ solanki. Wielkość wypływu z kawerny bardzo szybko

malą. W dzień po otwarciu wynosiła 42 l/h, po miesiącu (28.06.85 r.) 4,5 l/h, a we wrześniu 1985 spadła poniżej 1 l/h. Obecnie nie ma dopływu do rurek odpływowych. Ostatnie wydajności z 2003 r. wynosiły od 0 ml/h do 2 ml/h. Natomiast w dalszym ciągu obserwowany jest niewielki dopływ do wrębu położonego bezpośrednio przy zjawisku.

Aktualnie ciecz wypływająca z kawerny charakteryzuje się średnią gęstością o wartości od 1,261 do 1,267 g/cm³. Badania składu izotopowego wody z wypływu 93/525 realizowane są od momentu jego pojawienia się, tj. 1985 roku. W tym czasie wykonano ogółem około 35 analiz, których wynik wskazuje, że jest to częściowo odparowana woda pochodzenia infiltracyjnego, spoza wysadu. W wycieku 93/525 nigdy nie stwierdzono obecności najcięższego izotopu wodoru – trytu (³T), którego obecność jest wskaźnikiem dopływu wód o wieku nieprzekraczającym 40-50 lat, co stwarza podstawy do wniosku, iż nie docierają do tego wycieku wody płytkego krążenia.

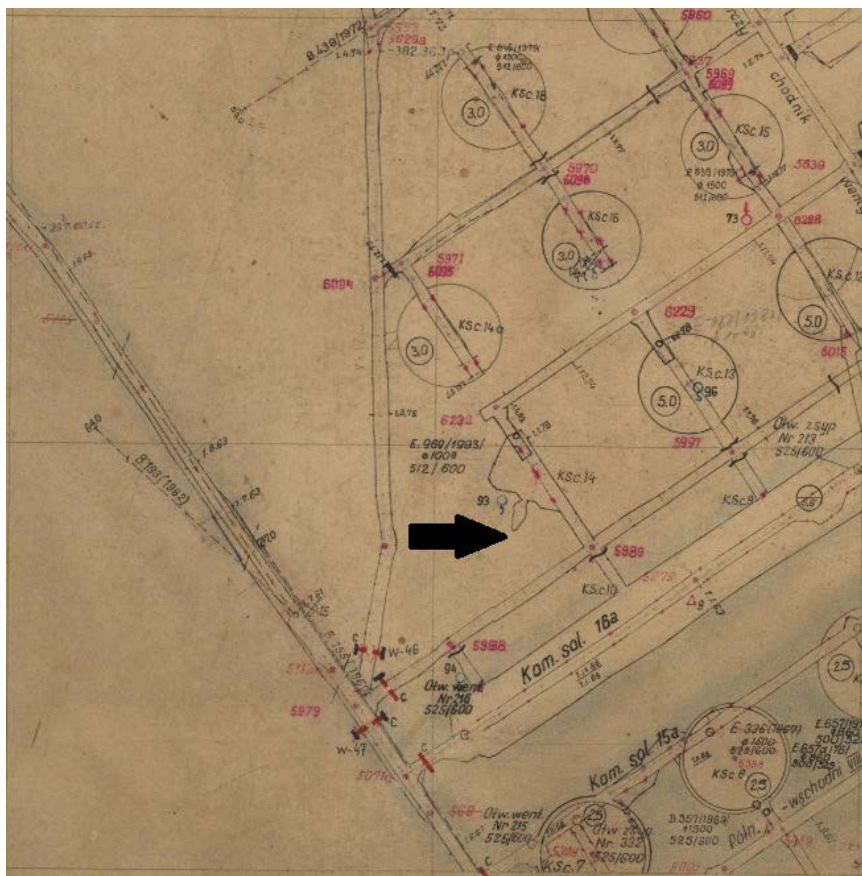
Lokalizację wycieku pokazano na Rysunku 4.

ZJAWISKO NR 30, POZ. 619 M, POLE NR 2, CHODNIK WENTYLACYJNY – ZBIORCZY

Rejon zjawiska 30/619 położony jest w południowo-wschodniej części pola nr 2. Jest to fragment antykliny brzeżnej, w jądrze której eksploatowane są sole białe kamienne starsze Na2. Pod względem stratygraficznym strefa wycieku zlokalizowana jest na pograniczu piętra soli starszych PZ2 i młodszych PZ3.

Stropowa partia soli starszych wykształcona jest jako halit grubokrystaliczny i kryształowy przelawicony smugami i warstewkami anhydrytu. Sole te pocięte są żyłami i gniazdami polihalitu. Nad pokładem soli kamiennej zalega zespół warstw przejściowych, wykształcony w postaci halitowca grubo- i średniokrystalicznego, przelawiconego smugami i warstewkami anhydrytu. Występują w nich również żyły i gniazda epigenetycznego polihalitu oraz laminki i nieregularne wprysnięcia soli K-Mg, reprezentowanych głównie przez sylwinit i kizeryt.

Mięszkość pokładu soli starszych Na2 budujących jądro antykliny brzeżnej wykazuje na obszarze pola nr 2 w przekroju poziomym duże zróżnicowanie od 40 do 450 m. W rejonie komór solnych od KS-1f do KS-1h grubość pokładu ulega wyraźnemu zredukowaniu. W normalnym następstwie stratygraficznym zespół warstw przejściowych przykryty jest kompleksem soli potasowych twardych o miąższości od 6 m do



Rys. 4. Lokalizacja wycieku 93/525

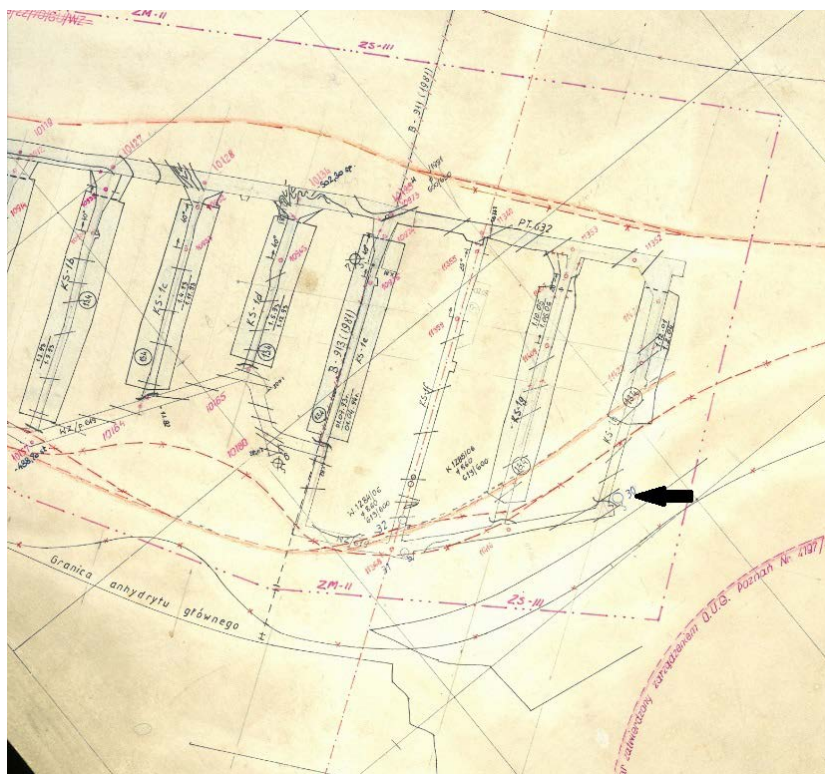
Fig. 4. Location of the leakage site No. 93/525

10 m, nad którym zalega starszy zespół recesywny kończący sedymentację piętra PZ2. Zespół ten kontaktuje bezpośrednio z piętnem soli młodszych PZ3, reprezentowanym w partii spągowej przez szary il solny. Przy takim następstwie warstw ogniwa należące do stropowej partii cyklotemu PZ2 tworzą kompleks o miąższości około 12 m.

W rejonie zagrożenia wodnego w obrębie wyeksploatowanych komór KS-1g oraz KS-1h na poziomach 619/630 występują relikty pokładu starszej soli potasowej K2. Świadczy to o dużym zaangażowaniu tektonicznym tej części wysadu.

W okresie od początku istnienia zjawiska nie nastąpiły znaczące zmiany w składzie chemicznym. Solanki dopływające do wrębu na poz. 619 m miały ciężar właściwy zbliżony do wartości 1,230 g/cm³. Pozostałe kationy, aniony i związki nie wykazywały istotnych zmian. Skład chemiczny był stabilny. Solanka dopływająca do wrębu na poz. 630 m ma ciężar właściwy w przedziale od 1,250 g/cm³, i bardziej korzystny skład chemiczny niż solanka dopływająca do wrębów na poz. 619 m. Wykonane dotychczas 4 analizy izotopowe wskazują, że solanka dopływająca do wycieku jest pochodzenia syngenetycznego.

Średnie wydajności policzone z ilości wybieranej solanki z 2 wrębów na poziomie 619 m i jednego na poziomie 630 m systematycznie maleją. W początkowej fazie wybierania wynosiły od 6 l/h do 10 l/h. W czerwcu 2009 były to warto-



Rys. 5. Lokalizacja wycieku 30/619

Fig. 5. Location of the leakage site No.30/619

ści około 2 l/h, a w październiku były to wartości najczęściej zbliżone do 1,6 l/h. Od stycznia 2015 regularnie są mniejsze niż 0,4 l/h.

Poziom płynu w piezometrach w ciągu roku obniżał się od kilku do kilkunastu centymetrów.

W razie konieczności planuje się wykonanie badań geofizycznych w celu uzupełnienia stanu wiedzy na temat stopnia zagrożenia wodnego w rejonie wycieku 30/619. Lokalizację wycieku pokazano na Rysunku 5.

ZJAWISKO NR 55, POZ. 750 M, POLE NR 2, GŁÓWNY PRZEKOP TRANSPORTOWY – 2B

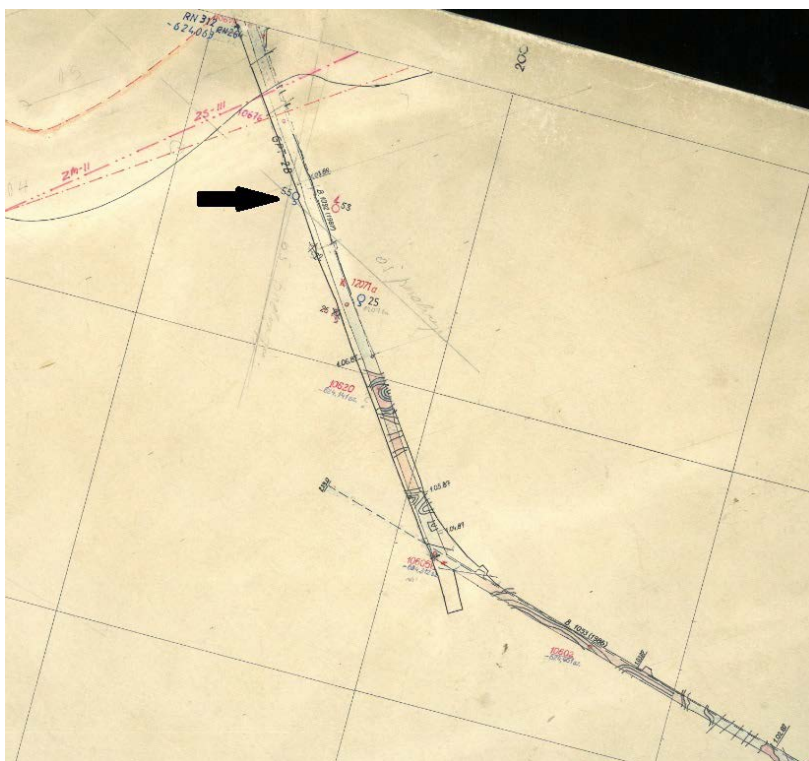
Zjawisko zarejestrowano 27.01.2014 roku w chodniku GPT-2B w postaci zawilgocenia SW ociosu o powierzchni ok. 2,5 – 1,5 m² oraz zawilgocenia stropu wyrobiska. Obecności gazów nie stwierdzono. Wyciek znajduje się w anhydrycie głównym, szaro-popielatym, miejscami jasnopopielatym, drobnokrystalicznym. Wydajność wycieku wynosiła początkowo ok. 500 kropeł/minutę, zaś na stropie znajdowało ok. 300 stalaktytów. Miesiąc później wynosiła ok. 150 kropeł/minutę. Od początku istnienia zjawiska wybrano łącznie ponad 57 000 litrów, z czego w maju 2017 roku wybrano 1600 litrów. Aktualnie na stropie naliczono ok. 490 stalaktytów o dł. 2-35 cm, barwy biało-żółtej, z kroplą płynu. Na ociosie widoczne są

naskorupienia, 10 stalagnatów o wys. ok. 3,0 m, barwy biało-żółto-rdzawej, na spągu i ociosie 5 stalagmitów o wys. do 10 cm, barwy biało-żółto-rdzawej. Poziom solanki w najgłębszym miejscu we wrębie wynosi średnio 10,0 cm, natomiast wydajność wycieku w przeliczeniu na 1h wynosi 3,48 l/h (pomiar wykonany na podstawie wybranej zarówno z wrębu jak i kufy solanki). Ciężar właściwy zawierał się głównie w przedziale od 1,322 g/cm³ do 1,340 g/cm³. MgCl₂ występował najczęściej w ilości od około 195 g/l do około 204 g/l. Wartości NaCl zawierały się najczęściej od 4,2 g/l do 27,3 g/l. Wydajność wycieku w przeciągu ostatniego roku wahała się od 1,42 l/h do 6,16 l/h. Lokalizację wycieku pokazano na Rysunku 6.

SPOSOBY ZABEZPIECZENIA PRZED ZAGROŻENIEM WODNYM

W związku z istniejącym zagrożeniem wodnym Kopalnia zastosowała wielokierunkowe sposoby przeciwdziałania, a mianowicie:

- odpowiednie zabezpieczenie szybów (szczelna obudowa, filar ochronny);
- odpowiednie zabezpieczenie otworów wiertniczych wierconych z powierzchni (w trakcie wiercenia, likwidacja otworu, filar ochronny);



Rys. 6. Lokalizacja wycieku 55/750

Fig. 6. Location of the leakage site No.55/750

- calizny ochronne (półka bezpieczeństwa pod zwierciadłem solnym, filary brzeżne, filary od warstw o dużym prawdopodobieństwie zawodnienia).

Wymienione kierunki mają charakter podstawowy w celu zabezpieczenia kopalni przed dopływami wody, ługów bądź solanek w czasie jej budowy. Koniecznym jest również stosowanie odpowiednich środków bezpieczeństwa przy prowadzeniu bieżących robót górniczych. Do takich środków należy zaliczyć, poza zastosowaniem uzasadnionego geomechanicznie modułu rozcięcia złoża, otwory wyprzedzające oraz otwory geologiczno-badawcze o długości co najmniej kilkudziesięciu metrów. Otwory te uzbrojone są w głowice zabezpieczającą przeciwwyrzutową (potwierdzone przeprowadzoną próbą szczelności).

Takie zabezpieczanie otworów gwarantuje odpowiedni poziom bezpieczeństwa w przypadku napotkania źródeł potencjalnego dopływu. Pozwala to na awaryjne zamknięcie dopływu w przypadku jego wystąpienia. Pozwala też wykonywać niezbędne operacje na otworze, co z kolei zabezpiecza wyrobiska przed stycznością wody (ługów) z płaszczyznami wyrobiska (spąg, ociosy).

PODSUMOWANIE

Na przestrzeni szeregu lat Kopalnia Soli „Kłodawa” S.A. nabyła doświadczenie w przeciwdziałaniu problemom zagro-

żenia wodnego. Stosowana szeroko pojęta profilaktyka okazuje się skuteczna w walce z zagrożeniem wodnym. Również rezultaty ciągłego monitoringu pozwalają optymistycznie patrzeć w przyszłość przy prowadzeniu prac związanych z udostępnianiem kolejnych poziomów (podpoziomów) – 780 i 810 m.

Podkreślić należy, iż z biegiem lat liczba nowych zjawisk wodnych sukcesywnie spada, co jednoznacznie świadczy o prawidłowym wykorzystywaniu wiedzy o budowie wysadu i strefach zwiększonego ryzyka wystąpienia zagrożenia wodnego. Kopalnia konsekwentnie utrzymuje bardzo wysoki stopień bezpieczeństwa, mimo istniejących zagrożeń.

LITERATURA / REFERENCES

- ANDRUSIKIEWICZ W., KROKOS K., 2015. Zagrożenia naturalne w Kopalni Soli „Kłodawa” S.A. – Przegląd Solny, 11, 57-65
- CHWAŁEK J.; 2010, Kopalnia Soli „Kłodawa”. Historyczny zarys warunków powstania kopalni oraz jej budowy i rozbudowy [W:] ZAGOŹDŻON P.P., MADZIARZ M. (red), Dzieje górnictwa – element europejskiego dziedzictwa kultury, tom 3, Wrocław.
- HWAŁEK S.; 1971. Górnictwo soli kamiennych i potasowych. Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice.
- MOTYKA J., BEZKOROWAJNY A., 2013. Dokumentacja Hydrogeologiczna złoża „Kłodawa 1”, Stowarzyszenie Naukowe im. S. Staszica, Kraków.
- Plan Ruchu Kopalni Soli „Kłodawa” S.A.
- Materiały Archiwalne Kopalnia Soli „Kłodawa” S.A..