

*Andrzej Wojtusiak**

ZMAGANIA Z ZAGROŻENIEM WODNYM SZYBÓW SOLNYCH W BOŚNI

1. Wprowadzenie

Wewnętrzna wojna w dawnej Jugosławii w latach 1992–1995 spowodowała, obok olbrzymich tragedii ludzkich, wielkie straty w infrastrukturze ekonomicznej. Dotyczy to zwłaszcza Chorwacji i Bośni. Nawet w miastach, w których uszkodzenia zabudowy były stosunkowo niewielkie, długotrwałe braki energii elektrycznej doprowadziły do znacznego osłabienia kondycji wielu przedsiębiorstw i całych gałęzi gospodarki. Efektem rozpadu Jugosławii na kilka niezależnych i często skonfliktowanych między sobą republik są również zmiany popytu na niektóre surowce. Spowodowało to znaczne ograniczenia produkcji wielu zakładów wcześniej zaopatrujących całą Jugosławię.

W szczególny sposób dotyczyło to wybudowanej w latach 60. z udziałem polskich wykonawców, jedynej w Jugosławii, głębinowej Kopalni Soli „Tušanj” w Tuzli. Szczególną wrażliwość kopalni na braki energetyczne i ograniczenia wydobywania solanki spowodował gwałtowny proces zatapiania kopalni skutkiem przedarcia się solanki przez spękania obudowy tubingowej szybu głównego.

W tej trudnej dla kopalni sytuacji wśród decydentów i specjalistów ścierały się dwie koncepcje:

- 1) kontrolowanego zatopienia kopalni z przystosowaniem szybów do późniejszej eksploatacji złoża metodą ługowania z powierzchni,
- 2) przedłużenia żywotności kopalni głębinowej poprzez dostosowanie obudowy szybów do pracy w warunkach deformacji górotworu.

Ostatecznie zdecydowano się na ratowanie kopalni głębinowej, przewidując co najmniej 10-letni okres dalszego jej funkcjonowania.

* Zakład Inżynierijny „Georem”, Sosnowiec

Przedłużenie funkcjonowania kopalni wymagało w pierwszej kolejności szybkiego rozeznania przyczyn powstałego zagrożenia. Kopalnia ta obejmowała tylko północną część złoża solnego. Pozostałą część złoża eksploatowano już od roku 1886 przez szczypanie zasolonych wód podziemnych otworami odwierconymi z powierzchni terenu. Ten niekontrolowany proces ługowania soli spowodował zachwianie stabilności warstw skalnych bezpośrednio nad złożem soli i nierównomierne osiadania całego nadkładu, powodując znaczne uszkodzenia w dość gęstej zabudowie miasta Tuzla. Pomimo dość znacznej odległości wiertniczych otworów wydobywczych (min. 1 km) w zasięgu procesu ługowania soli znalazły się również szyby kopalni głębinowej.

Zmienne warunki pracy obudów szybowych były dyktowane dwoma czynnikami:

- 1) zasięgiem i zmieniającymi się wartościami ciśnień hydrostatycznych, wywieranych bezpośrednio na szczelną tubingową obudowę szybu;
- 2) deformacyjnymi oddziaływaniami górotworu poddanego procesowi niekontrolowanego ługowania złoża solnego.

Ciśnienia hydrostatyczne były uwzględnione przy projektowaniu szybów, natomiast deformacyjnych oddziaływań górotworu nie brano pod uwagę, zakładając skuteczność ochrony szybów wyznaczonym filarem o szerokości ponad 500 m. Praktyka wykazała całkowitą nieskuteczność takiej ochrony. Nawet mapa osiadań powierzchni nie wykazywała znaczącego wpływu takiego „teoretycznego” filara na przestrzenną geometrię powstającej niecki.

Dopóki wpływy deformacyjne mieściły się w granicach zdolności odkształceniowych obudowy szybowej, uznawano że towarzyszące im obniżanie ciśnień hydrostatycznych korzystnie zmniejsza wyężenie obudowy. Dopiero pierwsze pęknięcia w pełni wodoszczelnej dotąd obudowy tubingowej szybu głównego wskazały na wielkie zagrożenie dla kopalni. W sytuacji gwałtownie rosnących przecieków przez coraz bardziej rozszerzające się pęknięcia tubingów wykonano w trybie interwencyjnym dodatkową wewnętrzną stalowo-betonową obudowę, oddylatowaną od niszczonej kolumny tubingów, zaprojektowaną i zmontowaną przez polskich specjalistów (KOPEX). Bliższe informacje o tym interwencyjnym zabezpieczeniu zagrożonego odcinka szybu zawarto w 2 części artykułu.

Wojna 1992–1995 w istotny sposób zróżnicowała proces narastania zagrożeń dla szybu. Do roku 1992 deformacje górotworu w bezpośrednim sąsiedztwie szybu głównego przebiegały intensywnie, doprowadzając do zaawansowanego procesu niszczenia i tym samym rozszczelniania obudowy tubingowej. Efektem tego procesu było zatapianie kopalni, wstrzymane w wyniku realizacji zabezpieczeń interwencyjnych. Jednocześnie ciśnienia hydrostatyczne wywierane na tą obudowę ulegały systematycznemu zmniejszaniu w miarę obniżania zwierciadła wód podziemnych. Od czasu wykonawstwa szybów (1963) do roku 1992 zwierciadło to obniżyło się tutaj o blisko 130 m (z poz. 162 do 35 m n.p.m.).

Zahamowanie procesu szczypania solanki w okresie wojennym spowodowało bardzo szybki wzrost poziomu zwierciadła wód podziemnych w sąsiedztwie szybów do 140 m n.p.m. Po zakończeniu wojny (1995) niekontrolowane ługowanie solanki prowadzone było na znacznie mniejszą skalę. Te ograniczenia szczypania solanki spowodowały spowol-

nienie procesu deformacji górotworu po roku 1992. O ile w latach 80. ubiegłego wieku najistotniejsze było zapewnienie wodoszczelności obudowy szybów w warunkach postępującej destrukcji otaczającego szyb górotworu, to od czasu wojny pojawił się problem zapewnienia bezpiecznego funkcjonowania szybów przy szybko wzrastających ciśnieniach hydrostatycznych. Wobec nacisków władz miasta Tuzla, żądających całkowitego zaprzestania niekontrolowanego ługowania soli, zaczęto rozważać możliwość rekonstrukcji obudowy szybowej, tak by mogła ona zagwarantować użytkowanie szybów nawet w warunkach podniesienia poziomu wód podziemnych do stanu pierwotnego, tj. 230 m n.p.m. W takiej sytuacji ciśnienia hydrostatyczne przekroczyłyby o około 1 MPa nośność zmodernizowanej obudowy stalowo-betonowej w jej najsłabszych, newralgicznych miejscach.

Opracowane przez polskich specjalistów propozycje zapewnienia wodoszczelności obudów szybowych, wcześniej przystosowanych do pracy w warunkach deformacyjnych, przedstawiono w 3 części artykułu.

2. Dostosowywane obudowy szybu solnego do pracy w deformowanym górotworze

Obudowa szybów została zaprojektowana dla warunków występowania statycznych ciśnień górotworu i lokalnych, stosunkowo wysokich, ciśnień hydrostatycznych. Poza około 80 metrowymi odcinkami sąsiadującymi z serią solną szyby zglębiono metodą zwykłą w obudowie murowej. Na wspomnianych zagrożonych odcinkach każdy szyb pogłębiono przy zastosowaniu mrożenia górotworu otworami wywierconymi z ówczesnego dna szybu. Na tych odcinkach zastosowano obudowę tubingową montowaną na kolejnych około 20 metrowych segmentach od dołu do góry. Do uszczelnień pionowych i poziomych styków tubingów stosowano uszczelki ołowiane, a dla uszczelnienia poziomych szczelin montażowych występujących pomiędzy segmentami kolumny tubingowej zastosowano drewniane pikotaże. Ługowanie serii solnej powodowało osiadania warstw nadległych przy względnej stateczności warstw zalegających poniżej ługowanej warstwy soli. Dojście frontu ługowania do szybu głównego powodowało pionowe zaciskania kolumny tubingów. Z chwilą wyczerpania zdolności kompensacyjnych kolumny tubingowej doszło do niszczenia tubingów. To właśnie pikotaże i ołowiane poziome uszczelki decydowały o zdolnościach kompensacyjnych kolumny tubingowej.

W początkowym okresie funkcjonowania kopalni (1965–1977) wpływy deformacyjne obejmowały jedynie górne odcinki szybów. Złuszczenia i spękania występującej tam obudowy murowej nie były groźne wobec ówczesnego nie zawodnienia górotworu na tych głębokościach. Poprawę technicznego stanu obudowy łatwo uzyskiwano drogą lokalnych przebudów i upodatnień.

W połowie lat 70. zaczęto obserwować pierwsze oznaki zagrożenia. Były to wyciskania poziomych uszczelki ołowiane i poluzowania śrub łączących pierścienie obudowy tubingowej. Sytuację uznano za poważną, kiedy w szybie głównym doszło do odspojen przy-

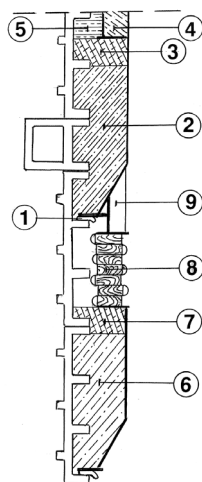
pikotazowych żeber od płyt tubingów i lokalnych wykropień. Pomimo doraźnych prac zabezpieczających uszkodzenia obudowy tubingowej szybko się powiększały. Szczególnie niepokojącymi objawami rosnącego zagrożenia były powstałe na początku 1978 roku pionowe pęknięcia tubingów usytuowanych w stropie ługowanej serii solnej.

Towarzyszące pęknięciom ciśnieniowe wycieki solanki szybko się powiększały, stając się czynnikiem charakteryzującym postępujący proces rozszczelniania obudowy. Intensywność wycieków rosła w postępie geometrycznym, podwajając się co około 2 miesiące. I tak o ile w czerwcu 1978 sumaryczne wycieki przez pęknięcia tubingów oceniano na 12 litrów na minutę, to w styczniu 1979 już na 150 l/min, a realizację zabezpieczeń rozpoczęto na początku kwietnia, kiedy wycieki te sięgały 300 l/min.

Do zatopienia dolnego poziomu kopalni doszło w lipcu 1979, w trakcie realizacji zabezpieczeń obudowy szybowej, przy dopływie znacznie przekraczającym zdolności odpompowywania kopalni oceniane na 1,5 m³/min.

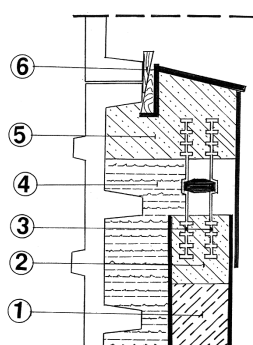
Koncepcja prac ratunkowych, opracowana przez polskich specjalistów w roku 1978, zakładała realizację dodatkowej wodoszczelnej obudowy na zagrożonym odcinku obudowy tubingowej. Projekt, opracowany również przez KOPEX po wcześniejszej akceptacji tej koncepcji, przewidywał wykonanie wewnątrz szybu 60 metrowej kolumny stalowo-betonowej oddylatowanej od tubingów warstwą asfaltu.

Dla posadowienia wewnętrznej obudowy stalowo-betonowej wykonano poniżej spągu ługowanej serii solnej pierścieniową stopę stalowo-betonową zazębiającą się z tubingami dzięki wypełnieniu betonem przestrzeni międzyżebrowych (rys. 1, poz. 2). Pełną wodoszczelność powiązania tej stopy z tubingami gwarantowała górna warstwa stopy wykonana z ekspansywnego betonu żywicznego (rys. 1, poz. 3).



Rys. 1. Oparcie wewnętrznej obudowy stalowo-betonowej na tybingach: 1 — podkładka gumowa, 2 — „stara” stopa stalowo-żelbetowa, 3 — plastobeton, 4 — obudowa stalowo-betonowa, 5 — asfalt, 6 — nowa stopa, 7 — plastobeton, 8 — kompensator stalowo-drewniany, 9 — podparcie starej stopy

W celu zachowania wodoszczelności górnego połączenia dodatkowej obudowy z tubingami w warunkach spodziewanych dalszych osiadań nadkładu połączenie to zaprojektowano w postaci szczelnego kompensatora teleskopowego (rys. 2). Według ówczesnych prognoz dalszych osiadań nadkładu zaprojektowane rozwiązanie powinno umożliwić przedłużenie żywotności kopalni o co najmniej 10 lat.



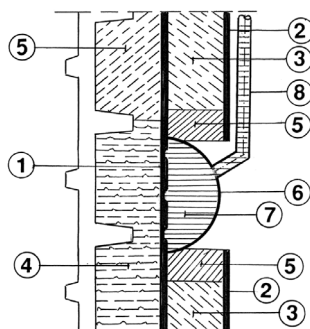
Rys. 2. Teleskopowe zamknięcie przestrzeni dylatacyjnej: 1 — obudowa stalowo-betonowa, 2 — plastobeton, 3 — taśmy dylatacyjne SICA, 4 — asfalt, 5 — stalowo-piasto betonowa głowica obudowy wewnętrznej, 6 — doszczelniający drewniany pikotaż

Krótko po rozpoczęciu wznoszenia dodatkowej obudowy, przy dochodzeniu z montażem do stref intensywnych, ciśnieniowych wypływów solanki, powstała krytyczna sytuacja wymuszająca zmiany konstrukcyjne i technologiczne celem przyspieszenia robót. Zrezygnowano z wykonywania dwupłaszczyznowej obudowy stalowej i betonowania przestrzeni pomiędzy płaszczami. Zdecydowano się na wykonywanie w pierwszej kolejności jedynie zewnętrznego wodoszczelnego płaszcza stalowego odpowiednio uźebrowanego dla uzyskania nośności gwarantującej samodzielne przejście aktualnych ciśnień hydrostatycznych (0,8 MPa).

Po przejściu stref ciśnieniowych wypływów warunki pracy w szybie znacznie się poprawiły, ale dalszy gwałtowny przyrost dopływów wymusił na wykonawcy istotne odstępstwo od projektu. Na 12-metrowym odcinku usytuowanym bezpośrednio nad spękaniem tubingów w miejsce zaprojektowanej warstwy asfaltu wykonano pierścieniowy korek betonowy. Pozwoliło to na uchwycenie wypływów do pojedynczej rury, a następnie całkowite zlikwidowanie dopływu do szybu przez zamknięcie zaworu kulowego. Zamknięcie dopływów nastąpiło w sierpniu 1979 r., kiedy zatopiony był już cały dolny poziom kopalni, a zwierciadło wody w szybach szybko się podnosiło.

Sytuacja została chwilowo opanowana. Jednak betonowe powiązanie obudowy stalowej z tubingami ponad strefą zniszczeń i wypływów wyeliminowało oddylatowanie wewnętrznej obudowy i tym samym niezależność warunków jej pracy od narzucanej deformacji szybu. Powstała groźba rychłego zniszczenia nadmiernie przeciążonej obudowy stalowej poniżej interwencyjnego betonowego usztywnienia. Oznaczałoby to całkowite zatopienie i utratę kopalni. Konieczna stała się szybka eliminacja tego zagrożenia. Sytuacja szybu bardzo

ograniczała techniczne możliwości wykonania w tym miejscu odpowiedniego kompensatora. Pod olbrzymią presją świadomości nagłej awarii udało się wykonać stalowo-olejowy kompensator w bezpośrednim sąsiedztwie ciśnieniowych wypływów (rys. 3).



Rys. 3. Interwencyjne upodatknienie obudowy stalowo-betonowej: 1 — płaszcz stalowy z wyżłobieniami narzucającymi miejsce jego deformowania, 2 — dolna i górna część stalowego płaszcza wewnętrznego, 3 — beton wiążący oba płaszcze stalowe, 4 — asfalt, 5 — interwencyjne zabetonowanie odcinka dylatacji nad wyciekaniem, 6 — kompensator stalowy, 7 — olej, 8 — rurociąg odprężający

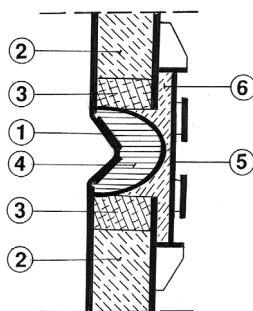
Po zażegnaniu tego kolejnego niebezpieczeństwa dokończono realizację obudowy stalowo-betonowej, powracając na wyższym odcinku do projektowanego jej oddylatowania warstwą asfaltu od osiadających tubingów. Wykonany w warunkach interwencyjnych kompensator ściskania pionowych umożliwił przejęcie skróceń do wartości 80 mm. Zdolności te wystarczyły jednak zaledwie na 2 lata, gdyż przedarcie się przez obudowę szybu znacznych mas solanki spowodowało znaczne przyspieszenie osiadań warstw stropowych w sąsiedztwie szybu. W roku 1981 powstały nieszczelności na spawach konstrukcji kompensatora i pojawiły się ponowne ciśnieniowe wypływy solanki rzędu kilkunastu l/min. Niezwłocznie przystąpiono do kolejnej modernizacji obudowy wewnętrznej. Modernizacja ta sprowadzała się do wykonaniu nowej stopy (rys. 1, poz. 6), szczelnym i podatnym podparciu starej stopy na nowej (rys. 1, poz. 8 i 9), szczelnym zablokowaniu wysłużonego kompensatora (rys. 4) i zniszczeniu powiązania starej stopy z tubingami.

Na największe trudności napotkano przy likwidowaniu powiązania starej stopy z tubingami z uwagi na konieczność stałego zapewnienia pełnej wodoszczelności obudowy. Szczególnie oporna na odspojenie od tubingów okazała się 30 cm warstwa plastobetonu. W efekcie różnorodnych prac destrukcyjnych uzyskano zdolność przesuwu starej stopy względem tubingów pod znacznym pionowym obciążeniem, mieszczącym jednak się w granicach nośności najsłabszego fragmentu obudowy dodatkowej (blokada starego kompensatora).

Wszystkie prace prowadzono pod kontrolą obejmującą:

- pomiary tensometryczne wyężenia newralgicznych miejsc obudowy,
- pomiary geodezyjne osiadań reperów zabudowanych w charakterystycznych miejscach szybu,

- pomiary ciśnienia solanki w przestrzeni pomiędzy tubingami a zewnętrznym płaszczem stalowym,
- obserwacje szczelności obudowy.



Rys. 4. Zablokowanie kompensatora stalowo-olejowego: 1 — zdeformowany kompensator, 2 — obudowa stalowo-betonowa, 3 — warstwy plastobetonowe, 4 — mieszanina solanki i oleju, 5 — stalowa blokada dalszych deformacji kompensatora, 6 — betonowe wypełnienie przestrzeni między kompensatorem a blokadą

Odmienne przebiegało przystosowywanie obudowy szybu wentylacyjnego do pracy w warunkach wymuszanej deformacji. Szyb ten, odległy zaledwie o około 40 m od szybu głównego, przecinał ługowaną serię solną na większej głębokości. W wyniku tego zróżnicowania poziomów występowania serii solnej front ługowania soli nie dotarł jeszcze do obudowy szybu wentylacyjnego. W takiej sytuacji oddziaływanie eksploatacji soli manifestowało się tu znacznie łagodniej.

Dopóki nie nastąpi uszkodzenie tubingów, problem zachowania wodoszczelności takiej obudowy jest marginalny. Profilaktyczne zabezpieczenia szybu wentylacyjnego ukierunkowano zatem na poprawę jej zdolności kompensacyjnych. Największe deformacje obudowy szybu wentylacyjnego występowały powyżej kolumny tubingów, powodując uszkodzenia obudowy betonitowej usytuowanej w sąsiedztwie aktualnego zwierciadła wód podziemnych. W tej sytuacji ograniczono się do wymiany uszkodzonych fragmentów obmurza i zabudowy w tych miejscach podatnych wkładek stalowo-drewnianych. Częściowe rozładowanie pionowych naprężeń w obudowie tubingowej oraz zwiększenie jej zdolności odkształceniowych uzyskano przez podcięcie drewnianych pikotaży. Pomiary zacisków szczelin pikotażowych oraz prowadzone w szybie pomiary geodezyjne i tensometryczne pozwalały na bieżącą ocenę bezpieczeństwa szybu.

3. Zapewnienie wodoszczelności obudowy szybu solnego przy ciśnieniach wodnych przekraczających jej nośność

Wojna domowa na terenach dawnej Jugosławii i ograniczenia w eksploatacji złoża spowodowały negatywne skutki niekontrolowanego ługowania soli, w szczególności na infra-

strukturę powierzchniową terenu (znaczne i zróżnicowane osiadania powodujące niszczenie zabudowy). Po zakończeniu wojny ograniczono eksploatację soli. Dla kopalni głębinowej powodowało to kolejne zagrożenia. Nadmierne podniesienie zwierciadła wód podziemnych groziło zatopieniem kopalni, z jednej strony przez uszkodzenia niewystarczająco wytrzymałej obudowy, a z drugiej przez obudowę betonitową wcześniej niepracującą w warunkach ciśnień wodnych.

W założeniach do projektu dalszych zabezpieczeń obudowy postawiono wymóg zapewnienia trwałego użytkowania szybów w warunkach podniesienia poziomu wód podziemnych nawet do poziomu pierwotnego, tj. ok. 230 m n.p.m. Oznaczało to prognozowany wzrost ciśnień hydrostatycznych o 1 MPa i znaczne przekroczenie nośności istniejącej obudowy. Zaniechanie ługowania soli powoduje zanik wpływów deformacyjnych, ale nie ich całkowitą szybką eliminację.

Przy takich założeniach w projekcie opracowanym przez polskich specjalistów zaproponowano wykonanie w szybie dodatkowej kolumny wodoszczelnej obudowy stalowej oddzielonej od istniejącej obudowy cylindrem cieczy. Zaprojektowane rozwiązanie pozwala na sterowanie procesem zmian wyężenia istniejącej obudowy, ciśnienie cieczy oddzielającej redukowaloby bowiem nadmierne ciśnienia solanki, utrzymując obciążenia wypadkowe na poziomie bezpiecznym dla istniejącej obudowy. Dla zachowania bezpiecznego stanu naprężeń w obudowie szybu przewidziano w projekcie możliwość regulacji wysokości słupa cieczy odprężającej oraz modyfikacji jej ciężaru objętościowego.

Skutkiem dotychczasowych działań interwencyjnych konstrukcja obudowy szybu głównego w istotny sposób różni się od obudowy szybu wentylacyjnego, w którym dokonano jedynie kosmetycznych lokalnych modyfikacji. Z tego powodu w projekcie zróżnicowano proponowane zabezpieczenia obu szybów.

W szybie głównym nową obudowę zaprojektowano na przejęcie ciśnień cieczy odprężającej. Kolumnę tej obudowy posadowiono na istniejącej stopie wspierającej wykonaną w trybie interwencyjnym wewnętrzną obudowę stalowo-betonową. W projekcie założono, że nadal w miejscu lokalizacji tej stopy deformacje górotworu praktycznie nie będą występowały. W takiej sytuacji cała nowo zaprojektowana obudowa nie byłaby narażona na oddziaływania deformujące do czasu, gdy poziome przemieszczenia deformowanej obudowy istniejącej nigdzie nie przekroczą szerokości dylatacji wypełnionej cieczą odprężającą.

W szybie wentylacyjnym możliwe rozszczelnienie obudowy tubingowej oznaczałoby konieczność przejęcia przez wodoszczelną dodatkową obudowę całości ciśnień hydrostatycznych. Wykorzystując doświadczenia z szybu głównego zaproponowano wykonanie w szybie wentylacyjnym stalowej obudowy jedynie na 55-metrowym odcinku, obejmującym najbardziej zagrożoną część kolumny tubingowej. Wypełniona cieczą przestrzeń pomiędzy obudową dodatkową a tubingami miała być zamknięta od dołu i góry wodoszczelnymi pierścieniowymi korkami. Różnica osiadań tych korków spowoduje zaciskanie bądź rozciąganie obudowy dodatkowej; stąd wynikała konieczność jej wyposażenia w odpowiednie zdolności kompensacyjne. W tym celu w konstrukcji stalowej obudowy dodatkowej przewidziano wodoszczelny kompensator stalowo-drewniany. Z zamkniętej przestrzeni oddzie-

lającej obudowę stalową od tubingów wyprowadzono do góry rurociągi odprężający. Poziom cieczy w tym rurociągu wyznacza wielkość ciśnienia hydrostatycznego panującego w przestrzeni pomiędzy obudowami. Usytuowanie górnego końca rurociągu określa zatem maksymalną wartość tych ciśnień, a tym samym wymaganą nośność obudowy stalowej. Deformacje obudowy istniejącej mogą spowodować zmniejszenie objętości przestrzeni oddzielającej i odpowiednie podniesienie się poziomu cieczy w rurociągu aż do wypływu nadmiaru cieczy z górnego końca rurociągu do przewidzianego w tym celu zbiornika. Z uwagi na ograniczony czas użytkowania szybu poziom wód podziemnych najprawdopodobniej nie zdąży osiągnąć swojego pierwotnego poziomu. Ze względów ekonomicznych i ruchomych przyjęto zatem ograniczone możliwości podniesienia się poziomu wód zakładając, że w skrajnym przypadku wystąpi konieczność odpompowywania wypływów solanki z rurociągu na powierzchnię.

4. Zakończenie

Kiedy w 1978 roku pojawiły się pierwsze oznaki poważnego zagrożenia wodnego dla jedynej głębinowej kopalni soli w Jugosławii, do rozwiązania naglącego problemu zaproszono polskich specjalistów, którzy kilkanaście lat wcześniej zaangażowani byli do opracowania i wprowadzenia metody mroźniowej dla przejścia szybów przez zawodnione słabe warstwy nadkładu serii solnej. Tym razem postawiono im zadanie przedłużenia działalności kopalni głębinowej o kolejne 10 lat. Charakterystykę zaprojektowanych i zrealizowanych rozwiązań przedstawiono w 2 części artykułu.

10-letni okres planowanego przedłużenia życia kopalni upłynął już w 1989 r. Od zakończenia prac modyfikujących obudowy szybów (1981) do rozpoczęcia wojny domowej (1992) kopalnia funkcjonowała bezawaryjnie, chociaż proces deformacji górotworu i niszczenia obudowy tubingowej nadal szybko postępował.

Brak jakichkolwiek oznak występującego zagrożenia skłaniał do wydłużenia przewidywanego okresu dalszego funkcjonowania kopalni o kolejne 10–15 lat. Wojna i powojenne zmiany gospodarcze odmieniły warunki pracy szybów. Osłabła intensywność wpływów deformacyjnych, natomiast bardzo wzrastały ciśnienia hydrostatyczne na obudowy szybowe.

Wobec zdecydowanego ograniczenia niekontrolowanego ługowania soli pojawiła się dla kopalni kolejna alternatywa:

- zatopienia kopalni po ewentualnym wcześniejszym jej przystosowaniu do kontrolowanego ługowania złoża solnego poprzez rurociągi zabudowane w szybach;
- przeprowadzenia kolejnej modernizacji obudów szybowych, dostosowującej je do warunków pracy przy znacznie podniesionym zwierciadle wód podziemnych.

Dla tego drugiego wariantu pod koniec lat 90. zlecono polskim specjalistom opracowanie projektu odpowiednich wzmocnień obudowy obu szybów (3 części artykułu).

Na początku XXI wieku podjęto decyzję o zatopieniu kopalni i zaprojektowana kolejna modyfikacja obudów szybowych nie została zrealizowana.