



dr inż. Grzegorz BAJOREK
Politechnika Rzeszowska
mgr inż. Andrzej RUCHLEWICZ
Pracownia Projektowa „Artbud” Rzeszów

AWARIA FRAGMENTU STROPU TRÓJKOMOROWEGO OSADNIKA WÓD ZŁOŻOWYCH

THE FAILURE OF THE PART OF CEILING IN THREE CHAMBER DEPOSIT WATER SETTLER

Streszczenie W referacie przedstawiono awarię będącą następstwem zawalenia się fragmentu stropu trójkomorowego osadnika wód złożowych na terenie jednej z kopalni siarki. Sposób naprawy przewiduje krótki, trzyletni dalszy okres eksploatacji osadnika, po czym zostanie on wyłączony z eksploatacji i wyburzony. Rozwiązania wykonawcze eliminujące stan awaryjny całego stropu osadnika są skuteczne, a przy tym proste i stosunkowo tanie.

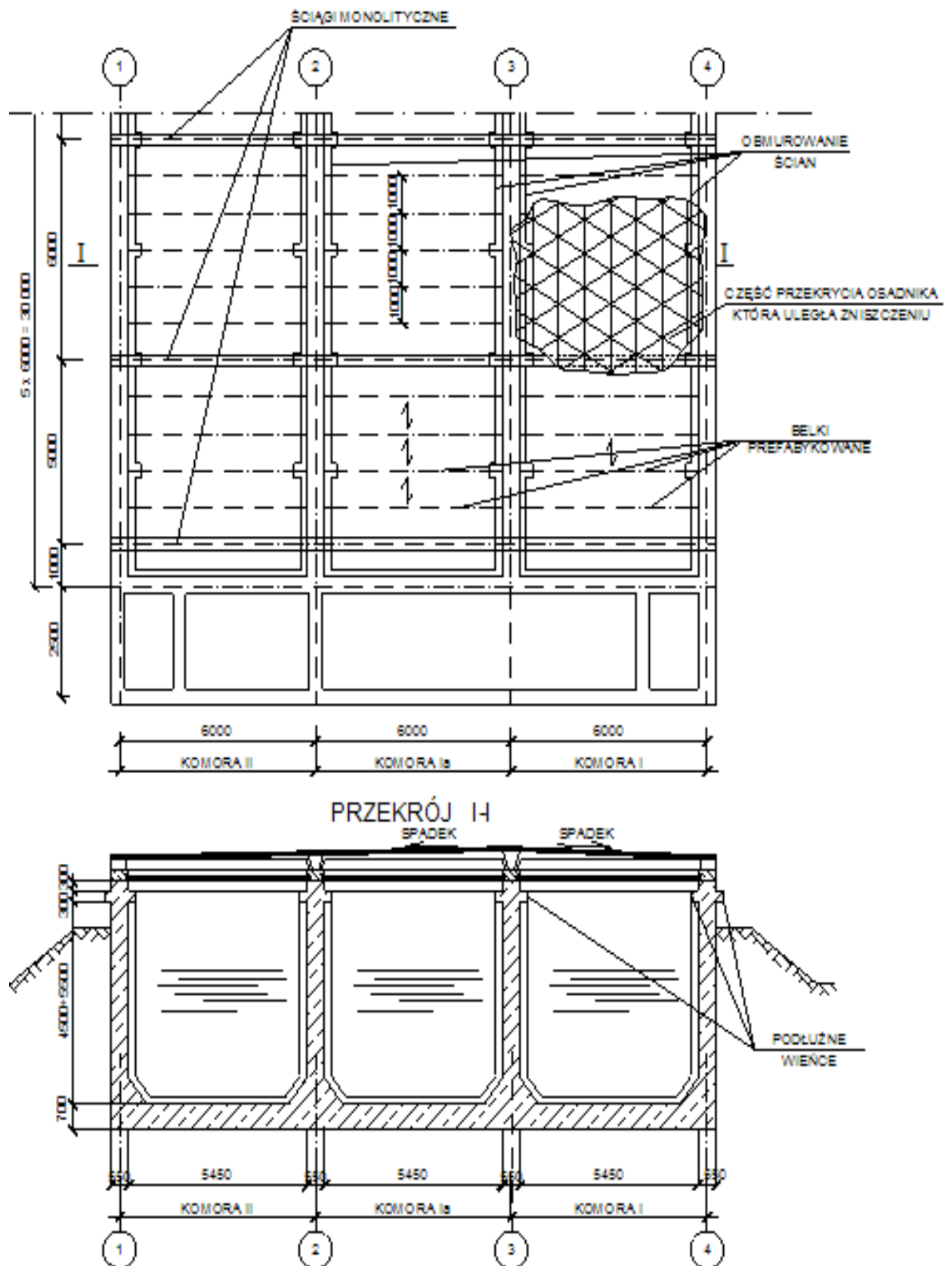
Abstract The failure as a result of a collapse of the part of ceiling in three chamber deposit water settler in sulphur mine has been presented in this paper. The way of repair is for short, three years period of settler utilization, after that it will be turned off and will be demolished. The solution of repairing of whole ceiling are effective, simple and relatively cheap.

1. Wprowadzenie

Eksploatacja obiektów w środowisku silnie agresywnym, a słabo zabezpieczonych przed takim oddziaływaniem, może doprowadzić do awarii konstrukcji. Znaczne zmiany korozyjne materiału konstrukcyjnego powodują osłabienie elementów, a przy braku możliwości monitorowania postępu korozji, awaria taka może mieć charakter nagły, bez wcześniejszych wyraźnych oznak osiągnięcia stanu granicznego nośności.

Przykładem takiego przypadku jest zawalenie się części stropu jednej z komór osadnika wód złożowych kopalni siarki. Ze względów technologicznych wnętrze całego trójkomorowego osadnika pozostawało niedostępne, a zatem było bez stałego nadzoru praktycznie od momentu ostatniej naprawy wykonanej w 1982 roku. Środowisko natomiast silnie agresywne, zawierające gazowy siarkowodór (H_2S).

Do awarii doszło w czerwcu 2004 roku, w sposób zupełnie nie sygnalizowany wcześniej. Zawaleniu uległ pojedynczy segment stropowy w jednej z trzech komór zespolonych ze sobą (rys.1, 2). Problemem do rozwiązania stała się skuteczna naprawa uszkodzonej części stropodachu, tak aby jak najszybciej przywrócić wyłączoną komorę osadnika do eksploatacji, a także aby zabezpieczyć go przed ewentualnymi wyłączeniami w przyszłości. Specyfiką tej naprawy jest jednocześnie w pewnym sensie założona jej „tymczasowość”. Wynika ona z przewidywanego jeszcze tylko trzyletniego koniecznego okresu eksploatacji. W tym czasie nie jest możliwe jakiegokolwiek wyłączenie tego węzła technologicznego z eksploatacji, gdyż gro-



Rys. 1. Schemat osadnika trójkomorowego. Miejsce awarii.

ziłoby to katastrofą ekologiczną. Rozwiązanie zatem miało być szybkie i proste do zrealizowania, a przy tym tanie oraz skuteczne. Nie było więc celem kompleksowe wyremontowanie osadnika przywracające jego pełne walory użytkowe w aspekcie dalszej kilkudziesięcioletniej możliwości bezawaryjnej eksploatacji.

2. Opis obiektu

Przedstawiany obiekt to trzykomorowy zbiornik o konstrukcji żelbetowej zagłębiony w ziemi na 2/3 swej wysokości. Wymiary zbiornika:

- szerokość: 3 komory x 6 m = 18 m,
- długość: 30 m,
- wysokość: 4,50÷5,50 m,
- powierzchnia zabudowy: 555 m²,
- kubatura: 3620 m³,
- pojemność: 2170 m³.

Zbiornik wykonany został w 1967 roku i od tego czasu pełni funkcję osadnika wód złożowych dla potrzeb kopalni siarki. Z fragmentarycznej dokumentacji archiwalnej wynika, że przekrycie osadnika było wcześniej dwukrotnie remontowane i naprawiane – w 1973 i 1982 roku.

Ściany zewnętrzne i wewnętrzne zostały wykonane jako masywne konstrukcje żelbetowe o grubości 55 cm. Ściany te od poziomu dna osadnika do poziomu podłużnego wieńca (stanowiącego obustronne pogrubienie ściany o 10 cm) zostały obmurowane cegłą klinkierową na kicie KDB-110. Okładzina cegłą grubości 12 cm wzmocniona jest pilastrami (z cegły jw.) o przekroju 25 x 38 cm, usytuowanymi co 3 m.

Przekrycie poszczególnych komór osadnika stanowi w zasadzie konstrukcja prefabrykowana oraz częściowo konstrukcja wykonywana „na mokro”. Elementy wykonywane „na mokro” to ściągacze monolityczne o przekroju b x h = 30 x 30 cm usytuowane prostopadłe do ścian podłużnych osadnika w odstępach osiowym co 6 m. Pozostałymi elementami konstrukcyjnymi przekrycia są belki prefabrykowane o rozpiętości 5,47 m i przekroju b x h = 25 x 30 cm, z odpowiednimi wycięciami u góry każdej belki. Są one rozstawione w odstępach osiowych co 1 m. W wycięciach belek prefabrykowanych opierają się prefabrykowane płytki żelbetowe o grubości 8 cm i wymiarach b x l = 18 x 93 cm. Oparcie belek prefabrykowanych na wzdłużnych wieńcach (a w zasadzie tylko na poszerzeniu ścian osadnika) wynosi 10 cm. Zbrojenie wieńca (poszerzenia ściany osadnika o wymiarach b x h = 10 x 30 cm) to 6 prętów $\varnothing 20$ usytuowanych w płaszczyźnie pionowej, jeden nad drugim. Według fragmentarycznej dokumentacji projektowej wypełnienie nad wieńcem, pomiędzy końcami belek prefabrykowanych, miało być wykonane z betonu klasy B15. W rzeczywistości wypełnienie to wykonano z cegły klinkierowej grubości 6,5 lub 12 cm. Warstwy pokrycia konstrukcji stropodachowej osadnika to, patrząc od góry:

- 2 x papa na lepiku,
- gładź cementowa grubości 3,0 cm,
- beton grubości 5,0 cm z wbetonowaną siatką ogrodzeniową,
- 2 x papa na lepiku.

3. Awaria i stan techniczny obiektu

Awaria polegała na zawaleniu się części przekrycia o powierzchni ok. 5 x 6 m = 30 m² w obrębie komory I (rys.2, 3). Dokonane oględziny komór I i Ia bezpośrednio po awarii po-

twierdziły, że pozostałe elementy konstrukcyjne przekrycia tych komór wykazują stan przedawaryjny i grożą w każdej chwili zawaleniem.

Stwierdzono:

- zacieki i wykwyty na powierzchniach wszystkich elementów konstrukcyjnych,
- złuszczone powłoki zabezpieczające, w szczególności na powierzchniach stropu przekrycia,
- rdzawe plamy na powierzchniach elementów w miejscach ich spękań,
- znaczne ubytki betonu i lokalnie odsłonięte pręty zbrojenia w podłużnych wieńcach (stanowiących pogubienie ścian),
- znaczne ubytki betonu i odsłonięte zbrojenie w belkach prefabrykowanych i ściągach wykonanych „na mokro”,
- nadmierne ugięcia stropowych belek prefabrykowanych,
- zaawansowaną korozję całkowicie odsłoniętych prętów zbrojenia bądź pod odwarstwowaną otuliną,
- widoczne zmiany struktury betonu wszystkich elementów przekrycia.



Rys. 2. Widok przekrycia po awarii.

Jako uchybienia mające bezpośredni wpływ na doprowadzenie konstrukcji do stanu awaryjnego można wskazać:

- zbyt płytkie oparcie belek prefabrykowanych o rozpiętości 5,47 m na podłużnych wieńcach – tylko 10 cm,
- nie odpowiadające wymogom normowym zazbrojenie wieńców podłużnych z uwagi na zbyt małą otulinę zbrojenia,
- brak zabetonowania stref podporowych belek prefabrykowanych na wieńcach, a wypełnienie je cegłą,
- nie doprowadzenie okładziny z cegły klinkierowej do dolnego poziomu stropu przekrycia,
- brak stałej kontroli stanu powłok zabezpieczających przekrycie oraz okresowej ich konserwacji i naprawy.



Rys. 3. Uszkodzenia elementów konstrukcyjnych w miejscu zawalonego stropu.

4. Naprawa przekrycia osadnika

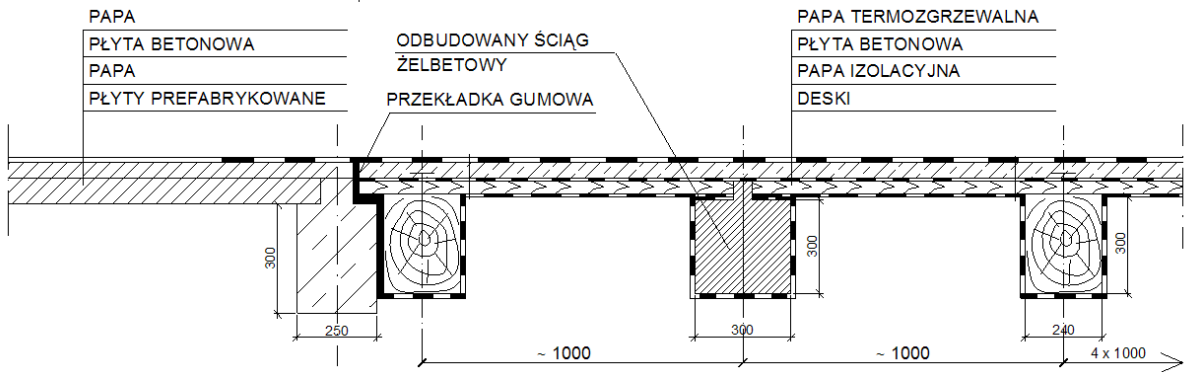
Specyfiką przyjętej do realizacji metody naprawy przekrycia osadnika jest to, że jest to zabieg doraźny, zabezpieczający ciągłość pracy technologicznej obiektu na dość krótki, bo trzy-letni, okres eksploatacji. Z uwagi na bardzo zły stan techniczny poszczególnych elementów konstrukcyjnych, zwłaszcza przekrycia, nie było sensu inwestowania znacznych środków na kompleksowy remont obiektu przywracający w pełni wszystkie jego walory techniczne. Głównym celem naprawy stało się zatem zabezpieczenie ciągłej pracy obiektu przez 3 lata (nawet gdyby następowało dalsze zawalanie się elementów przekrycia), a jednocześnie konieczność odizolowania mediów w zbiorniku od otaczającego środowiska naturalnego.

Naprawy dotyczą rozwiązania dwóch oddzielnych zagadnień. Pierwsze – to odtworzenie zawalonego fragmentu przekrycia w obrębie komory I, drugie – zabezpieczenie całości przekrycia nad wszystkimi trzema komorami: I, Ia i II.

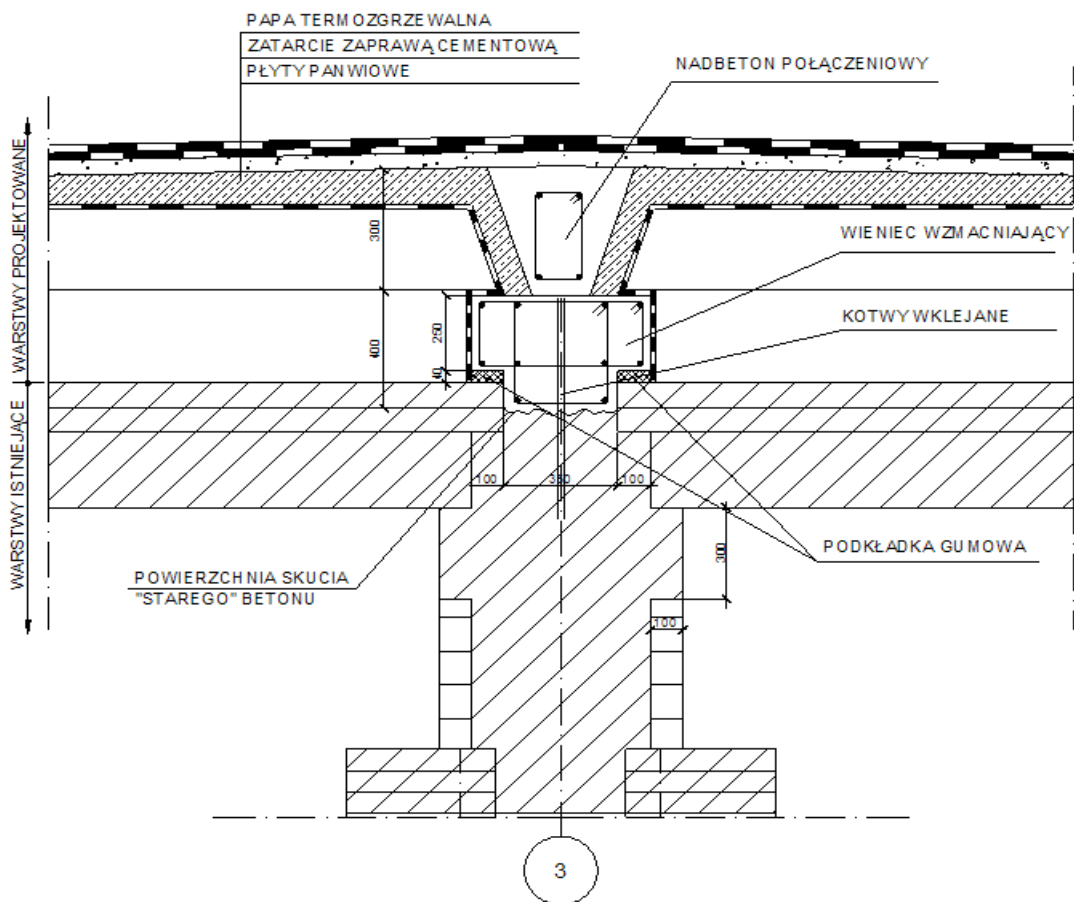
Odtworzenie zawalonego stropu wykonano jako konstrukcję drewnianą belkową (rys.4). Wcześniej wykonano (odbudowano) żelbetowy ściąg monolityczny spinający ściany komory I, w miejscu uszkodzonego ściągu. Nowy strop drewniany oddzielono od istniejącego stropu żelbetowego przekładkami gumowymi (wykorzystano gumę z przenośników taśmowych). Poszczególne belki stropu drewnianego (zastosowano belki o przekroju $b \times h = 24 \times 30$ cm) osadzono na ścianach żelbetowych osadnika, po uprzednim wykuciu gniazd na głębokość co najmniej 25 cm. W wykutych gniazdach osadzono wcześniej kotwy wklejane Hilti o długości 50 cm, służące do przymocowania belek drewnianych. Na belkach drewnianych oraz na żelbetowym ściągu zamocowano za pomocą gwoździ deskowanie z tarcicy grubości 40 mm. Na deskowaniu położono papę izolacyjną, a następnie wzdłuż belek drewnianych zamocowano gwoździe budowlane 6” wystające ponad deski na wysokość 3-3,5 cm. Gwoździe posłużyły

"Stara" część żelbetowa

"Nowa" część drewniana



Rys. 4. Odtworzenie brakującego fragmentu stropu.



Rys. 5. Oparcie płyt panwiovych dodatkowego przekrycia na wieńcu wzmocniającym.



Rys. 6. Wykonywanie nowego żelbetowego wieńca wzmocniającego stanowiącego oparcie dla przekrycia z płyt panwiowych.



Rys. 7. Nowe przekrycie osadnika po wykonanej naprawie.

do zaczepienia siatki $\varnothing 3$ mm o oczkach 10 x 10 cm, która stanowi zbrojenie płyty grubości 5 cm z betonu klasy C12/15. Na płycie wykonano pokrycie z papy termozgrzewalnej.

Jako zabezpieczenie całości przekrycia nad wszystkimi trzema komorami osadnika zdecydowano wykonać niezależny dwuspadowy stropodach nad całością osadnika. W tym celu nad wszystkimi ścianami (zarówno podłużnymi jak i poprzecznymi) wykonano wzmocnienie żelbetowym wieńcem z betonu C16/20 zbrojonym podłużnie prętami $\varnothing 14$ mm ze stali St3S oraz strzemionami $\varnothing 6$ mm co 20 cm (rys.5, 6). Oparcie wieńca przygotowano poprzez rozkucie warstw pokrywczych wzdłuż występowania ścian podłużnych i poprzecznych do górnego poziomu prefabrykowanych płytek stropu istniejącego (głębokość 5 – 6 cm). W celu zespolenia nowego wieńca z odsłoniętymi ścianami istniejącymi osadzono co 40 cm kotwy wklejane Hilti o długości 50 cm. Wieniec żelbetowy wykonano w taki sposób, aby nie stykał się z warstwami pokrywczymi osadnika – oddzielono go warstwą gumy z przenośników taśmowych.

Na nowych żelbetowych wieńcach wzmacniających w osiach 1,2,3,4 wykonano niezależny stropodach z typowych prefabrykowanych płyt panwiowych wg KB1-31.6.3.(12). Pomędzy poszczególnymi płytami panwiowymi oraz na ścianach wykonano nadbetony połączeniowe oraz dodatkowe wieńce z betonu C16/20. Po wypełnieniu styków pomiędzy płytami panwiowymi oraz zatarciu ich powierzchni pokryto stropodach dwukrotnie papą termozgrzewalną (rys. 7).

W celu zabezpieczenia antykorozyjnego nowo wbudowywanych elementów (drewnianych i żelbetowych), zarówno stropu odtwarzanego, jak i dwuspadowego stropodachu zabezpieczającego, pokryto ich dolne powierzchnie dyspersyjną masą asfaltowo-kauczukową.

5. Podsumowanie

Przedstawiona powyżej metoda naprawy i zabezpieczenia obiektu została wybrana przez użytkownika głównie z powodu prostoty rozwiązania i jego ekonomiczności. Wykorzystywała przy tym zasadniczo materiały, które były tanie lub były w dyspozycji użytkownika.

Z punktu widzenia zrealizowanej naprawy i ponad dwuletniej eksploatacji obiektu można stwierdzić, że wybrano rozwiązanie optymalne, spełniające wszystkie założone cele - zabezpieczono obiekt na trzyletni bezawaryjny okres eksploatacji, wykonano przekrycie bezpieczne (szczelne) dla środowiska naturalnego oraz bezpieczne dla pracowników obsługi tego obiektu. Pozostawione pod nowym przekryciem korodujące i uszkodzone elementy starego przekrycia, nawet jeśli ulegną (ulegają? – niestety nie są pod stałym monitoringiem) zawaleniu, nie spowoduje to konieczności wyłączenia technologicznego obiektu. Wykonana naprawa pozwoli na wykorzystywanie poszczególnych komór osadnika aż do zakończenia ich eksploatacji, tj. do czerwca 2007 r., po czym komory zostaną wyłączone i jako niepotrzebne, wyburzone.