Prof. dr hab. inż.
Jerzy Ziółko
Mgr inż.
Dariusz Kowalski
Politechnika Gdańska

Remont zbiornika stalowego realizowany w trudnych warunkach lokalnych

Remont stalowego zbiornika walcowego pionowego obejmujący wymianę skorodowanego pokrycia dachowego, uszkodzonej konstrukcji nośnej dachu oraz górnego pierścienia płaszcza jest zadaniem inżynierskim o przeciętnej trudności wówczas, gdy warunki lokalne zezwalają na użycie do obsługi robót montażowego żurawia samochodowego. Remont zbiornika omówiony w artykule miał zakres jak podano wyżej, ale warunki realizacji robót należy określić jako skrajnie trudne (rys. 1) ponieważ dostęp do zbiornika ograniczony był przez:

1. murowaną obudowę o średnicy około 1,50 m większej od średnicy płaszcza zbiornika i wysokości przewyższającej płaszcz o około 700 mm;

2. sąsiedni eksploatowany zbiornik odgradzający zbiornik remontowany od drogi dojazdowej;

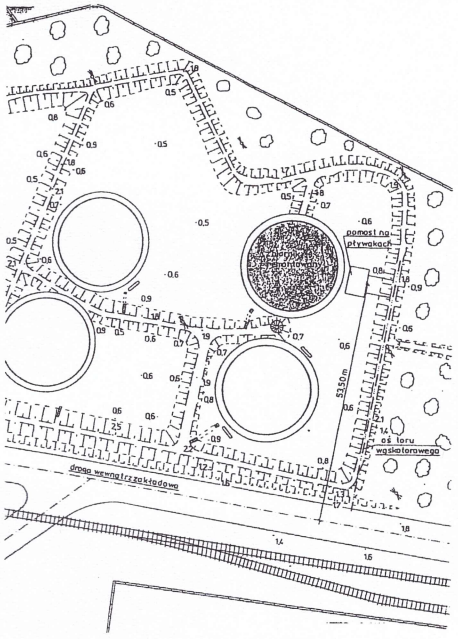
3. kilkunastocentymetrową warstwę wody wypełniającej stale wnętrza obwałowań remontowanego i sąsiednich zbiorników (rys. 2), poziom terenu we wnętrzach obwałowań znajdujący się poniżej zwierciadła wód gruntowych;

4. wąskie korony wałów ziemnych (obwałowań) otaczających zbiorniki - wykluczały one wały jako drogi dojazdowe dla żurawia samochodowego i samochodów dostawczych;

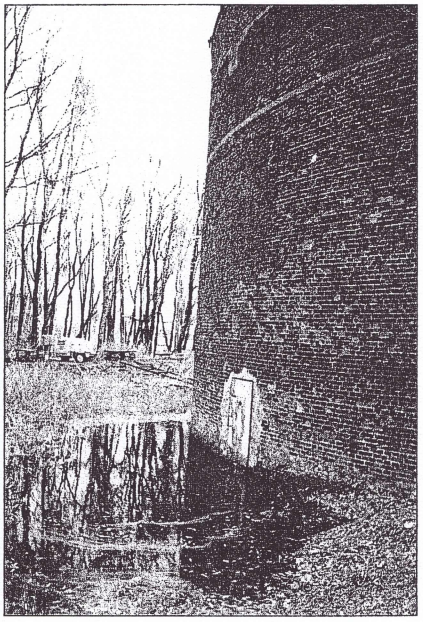
5. liczne wysokie drzewa rosnące na wałach i w bezpośrednim ich sąsiedztwie;

6. stałą pracę przeładunkowo-magazynową bazy paliwowej.

Innego rodzaju utrudnieniem był wyjątkowo zdeformowany kształt płaszcza zbiornika. Zbiornik w obecnym kształcie został wykonany w latach pięćdziesiątych. Sama budowa i wieloletnia eksploatacja spowodowały, że deformacje płaszcza były szczególnie duże na górnej jego krawędzi, do której miała być mocowana nowa konstrukcja dachowa. Deformacje wzdłuż tworzących na trzech pionowych przekrojach płaszcza pokazano na rys. 3.



Rys. 1. Plan sytuacyjny bazy magazynowej paliw płynnych



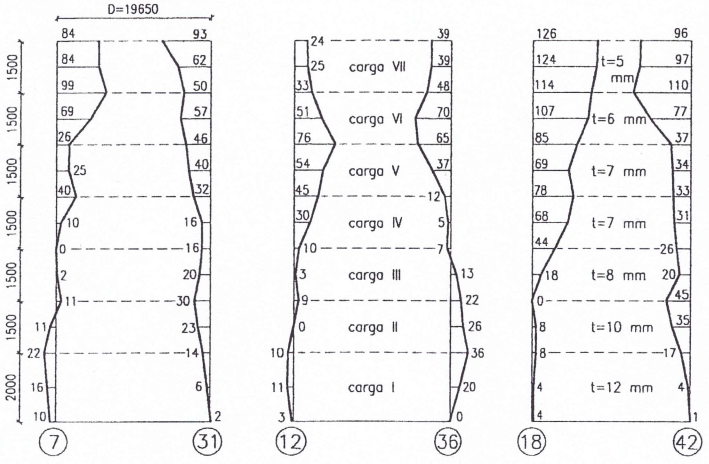
Rys. 2. Woda pomiędzy obwałowaniem a obmurzeniem zbiornika

Ogólna charakterystyka remontowanego zbiornika

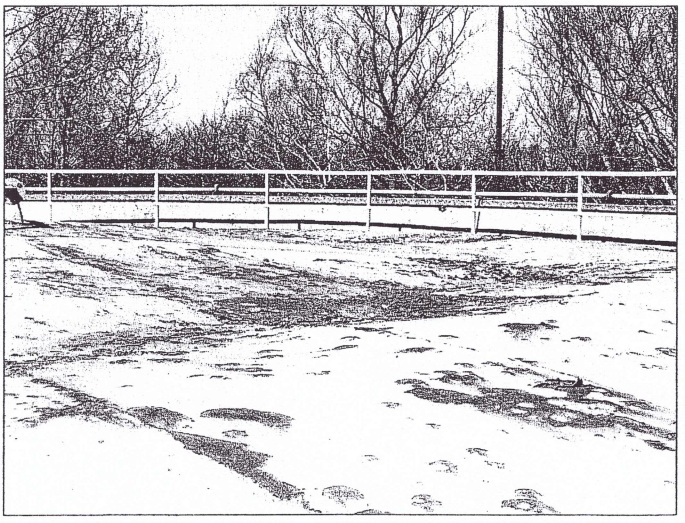
Zbiornik jest walcowy pionowy ze stałym dachem, o konstrukcji spawanej. Jego pojemność wynosi 3200 m^3, a główne wymiary są następujące:

- **średnica płaszcza 19,300 m,**
- **wysokość płaszcza 11,018 m.**

Płaszcz składa się z siedmiu pierścieni blach. Pomierzone metodą ultradźwiękową grubości blach dały następujące wyniki: 11,7; 9,9; 7,7; 6,5; 6,5; 6,3; 4,7 mm. Dno zbiornika jest płaskie wykonane z blach o grubości 7 mm. Fundament zbiornika zwieńczony jest górą pierścieniem betonowym. Dokładnego typu fundamentu nie można było szczegółowo rozpoznać, ponieważ znajduje się on poniżej poziomu wód gruntowych. Przed kilku laty podczas eksploatacji wytworzono w zbiorniku podciśnienie, które spowodowało uszkodzenie konstrukcji nośnej dachu i zapadnięcie się fragmentu pokrycia. Woda deszczowa miejscami zalegała we wklęśnięciach dachu powodując przyspieszoną korozję blach (rys. 4). Stan techniczny pokrycia dachowego zmusił użytkownika do wyłączenia zbiorni-



Rys. 3. Deformacje płaszcza zbiornika na wybranych przekrojach (lokalizacja przekroi - patrz rys. 6)



Rys. 4. Widok załamanej i skorodowanej połaci dachowej zbiornika

ka z eksploatacji. Stwierdzono, że od wewnątrz zbiornika korozja blach dna nie spowodowała niebezpiecznych ubytków ich grubości. Również ubytki korozyjne grubości blach płaszcza były bardzo małe zarówno od strony zewnętrznej jak i wewnętrznej. Po stronie zewnętrznej występowało tylko pasmo wżerów korozyjnych na płaszczu na wysokości około 200 mm ponad dnem. Była to strefa wahania się zwierciadła wody gruntowej. Wżery miały głębokość do 1.0 mm. Przy takim stanie technicznym zbiornik postanowiono poddać remontowi.

Zakres i technologia remontu.

Ustalono następujący zakres remontu:

- usunięcie istniejącego pokrycia oraz konstrukcji nośnej dachu i zastąpienie jej nową konstrukcją,

- pokrycie laminatem epoksydowym dna od strony wewnętrznej zbiornika,

- wykonanie z laminatu opaski o wysokości 400 mm po zewnętrznej stronie płaszcza w strefie połączenia go z dnem; uzgodniono, że opaska ta będzie wykonana odcinkowo po lokalnym obniżeniu poziomu wody gruntowej w strefie laminowania.

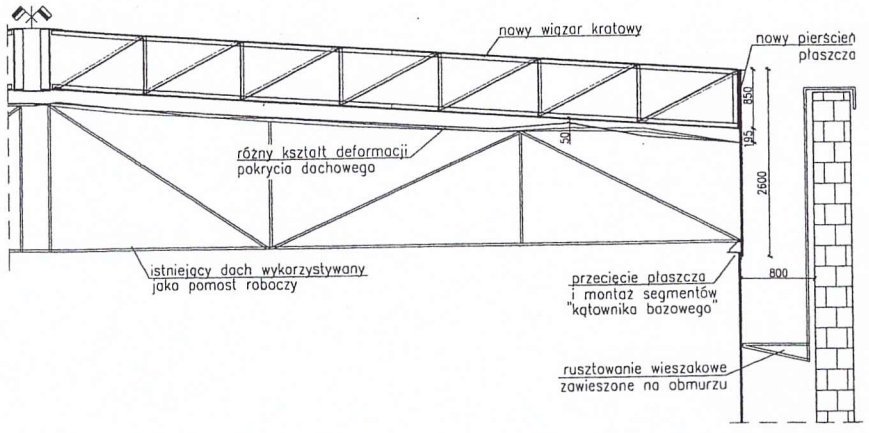
Brak dostępu żurawia montażowego do zbiornika spowodował konieczność zaprojektowania w sposób oryginalny nowej konstrukcji nośnej dachu, technologii jej wbudowania i demontażu starej konstrukcji. Analiza warunków lokalnych występujących na placu przyszłego remontu doprowadziła do następujących założeń wyjściowych:

- płaszcz zbiornika należy nadbudować o 1020 mm i wykorzystać stare pokrycie dachowe jako pomost roboczy do montażu nowej konstrukcji nośnej dachu,

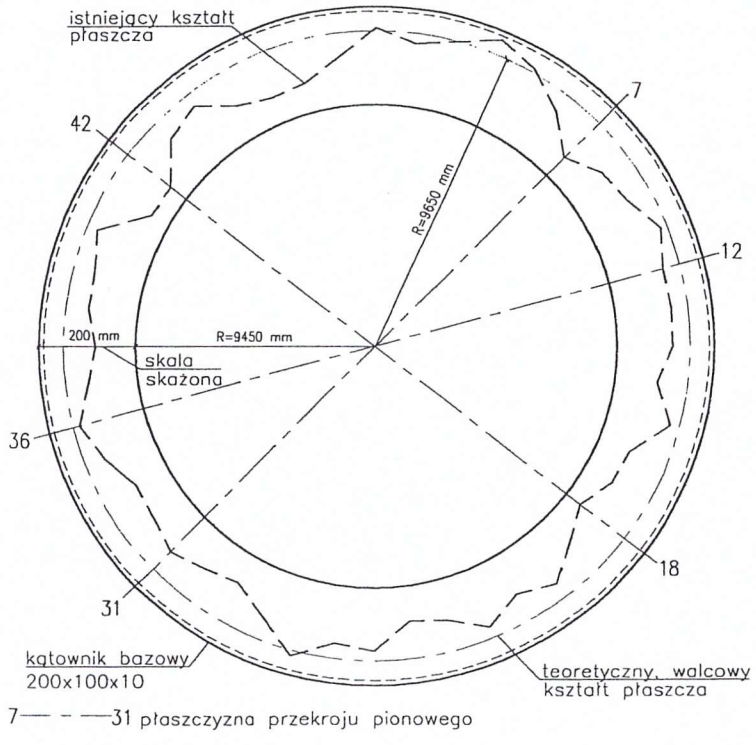
- konstrukcję nośną nowego dachu należy zaprojektować z elementów montażowych nadających się do przemieszczania bez użycia dźwigu,

- transport pionowy elementów konstrukcji należy zapewnić przez specjalnie zaprojektowany portal montażowy oparty na obmurzu i w osi zbiornika. Belka jezdna wciągnika jednoszynowego tego portalu powinna zapewnić transport od osi zbiornika do końca wspornika belki jezdnej.

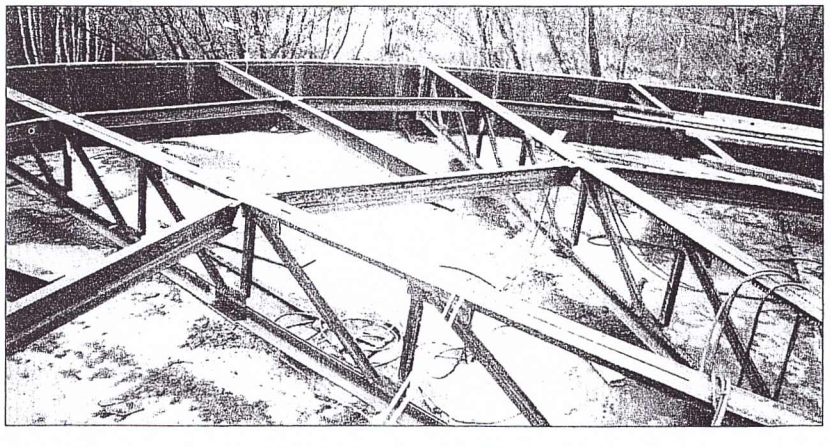
Rozwiązanie transportu poziomego elementów konstrukcji zaproponował wykonawca robót - przedsiębiorstwo **„Noton"**. Przemieszczenie elementów konstrukcji odbywało się na odcinku od drogi wewnątrzzakładowej do strefy przy zbiorniku na wąskotorowych wózkach po torze ułożonym na koronie obwałowania. Od miejsca rozładunku konstrukcji na koronie obwałowania do miejsca jej podnoszenia portalem montażowym, transport odbywał się ręcznie po pomoście wewnątrz obwałowania pływającym za pośrednictwem pływaków (beczek) na wodzie zalegającej obwałowanie (patrz rys. 1). Konstrukcję nośną dachu zaprojektowano jako kratownicę o pasach równoległych. Pozwoliło to na maksymalne jej zbliżenie do powierzchni zdeformowanego starego dachu (rys. 5). Było to istotne ponieważ przy braku rozeznania konstrukcji fundamentu dążono do jak najmniejszego zwiększenia obciążenia na fundament. Płaszcz zbiornika na górnej krawędzi był bardzo zdeformowany, nie stanowił więc dobrej bazy do nadbudowywania go (rys. 6). Dlatego postanowiono na wysokości około 1530 mm od górnej krawędzi płaszcza obciąć go i wspawać na tym poziomie „kątownik bazowy" o dokładnym kształcie walcowym [1]. Ponieważ stare pokrycie dachowe miało służyć jako pomost roboczy do montażu nowej konstrukcji nośnej dachu, dlatego instalowanie „kątownika bazowego" musiało odbywać się z segmentów o długości po obwodzie 3910 mm. Nie można było zbytnio osłabić płaszcza do którego przymocowane by-



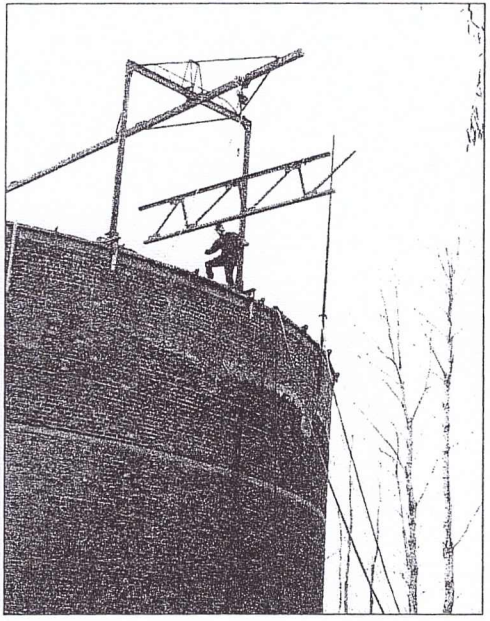
Rys. 5. Usytuowanie nowej konstrukcji nośnej dachu nad istniejącym zdeformowanym pokryciem



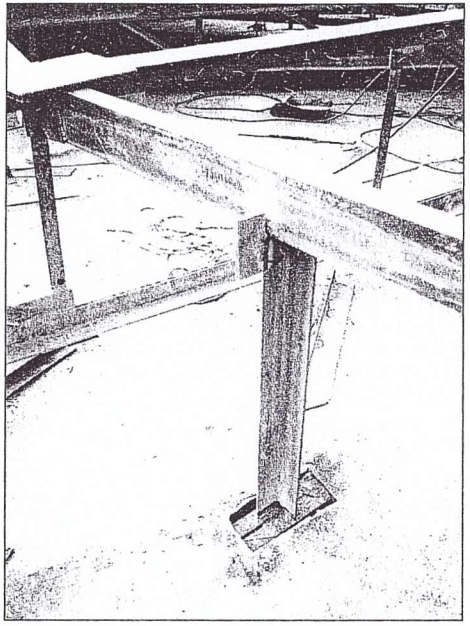
Rys. 6. Deformacja płaszcza na poziomie „kątownika bazowego"



Rys. 7. Widok nowej konstrukcji nośnej dachu nad istniejącym pokryciem



Rys. 8. Transport pionowy elementów konstrukcji



Rys. 9. Podwieszenie starego, demontowanego dachu do nowej konstrukcji nośnej dachu

ło stare pokrycie dachowe. Wycinanie szczeliny w płaszczu zbiornika wykonano z rusztowań zawieszonych na murowanej obudowie. Kątownik bazowy montowano wraz z blachą stanowiącą odcinek górnej części płaszcza. Następny odcinek szczeliny mógł być wykonany dopiero po przyspawaniu zamontowanego kątownika bazowego do znajdującej się poniżej starej części płaszcza. Po zmontowaniu na całym obwodzie zbiornika kątownika bazowego wraz z połączonym z nim nowym pierścieniem płaszcza przystąpiono do scalenia nowej konstrukcji nośnej dachu (rys. 7). Elementy montażowe o maksymalnej masie 198 kg podnoszono na dach portalem montażowym (rys. 8). Gdy nowa konstrukcja nośna dachu była całkowicie zespawana wykonano w pokryciu dachowym odpowiednie otwory i podwieszono do niej starą konstrukcję nośną dachu (rys. 9). Pozwoliło to na cięcie na segmenty starej konstrukcji dachowej i opuszczanie jej na dno zbiornika, skąd była usuwana na zewnątrz.

Remont zbiornika obejmujący prace konstrukcyjne trwał 52 dni, zmontowano 33135 kg konstrukcji stalowej. Opisana technologia wymiany konstrukcji dachowej stanowi rozwinięcie metody stosowanej już poprzednio przez Katedrę Konstrukcji Metalowych Politechniki Gdańskiej na innych obiektach [2], [3].

Piśmiennictwo

[1] Ziółko J., Supernak E.: Naprawa przeponowego zbiornika na biogaz. „Inżynieria i Budownictwo", nr 7/1997.

[2] Ziółko J.: Die Instadsetzung durch Unterdruch beschädigter zylindrischen Stahlbehälter „Der Stahlbau" nr 11/1980.

[3] Ziółko J.: Zbiorniki metalowe na ciecze i gazy. Arkady, Warszawa 1986.