

**EKSPERTYZA BUDOWLANA  
DOTYCZĄCA STANU TECHNICZNEGO KONSTRUKCJI  
ZBIORNIKA WIEŻOWEGO (WIEŻY CIŚNIEŃ) W KARNIOWIE  
WRAZ Z WYTYCZNYMI DOTYCZĄCYMI WYKONANIA PRAC REMONTOWYCH  
ZWIĄZANYCH Z PRZEBUDOWĄ**

OBIEKT BUDOWLANY: **ZBIORNIK WIEŻOWY (WIEŻA CIŚNIEŃ TYP AK 200 – 24)**

ADRES OBIEKTU: **DZIAŁKA NR 61/1 KARNIÓW, GMINA KOCMYRZÓW – LUBORZYCA**

INWESTOR: **GMINA KOCMYRZÓW – LUBORZYCA  
UL. JAGIELLOŃSKA 7, 32 – 010 LUBORZYCA**

AUTOR: **mgr inż. Waldemar POTONIEC**

DATA OPRACOWANIA: **KWIECIEŃ 2022**



**SPIS ZAWARTOŚCI****CZĘŚĆ OPISOWA :**

<b>I. DANE OGÓLNE .....</b>	<b>3</b>
I.1 PRZEDMIOT, CEL I ZAKRES OPRACOWANIA.....	3
I.2 PODSTAWA OPRACOWANIA.....	3
I.3 KOPIE UPRAWNIENÍ BUDOWLANYCH I WPISU DO IZBY .....	5
 <b>II. OPIS TECHNICZNY .....</b>	<b>6</b>
II.1 ISTNIEJĄCY STAN FAKTYCZNY.....	6
II.2 STAN TECHNICZNY POSZCZEGÓLNYCH ELEMENTÓW KONSTRUKCJI.....	7
II.3 WNIOSKI I ZALECENIA.....	29
 <b>III. DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA.....</b>	<b>47</b>



## I. DANE OGÓLNE

### I.1 PRZEDMIOT CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest istniejąca budowla w postaci zbiornika wieżowego (wieży ciśnień) zlokalizowanej w Karniowie, gmina Kocmyrzów – Luborzyca.

Celem ekspertyzy jest zbadanie i ocena stanu technicznego istniejącej konstrukcji wieży ciśnień, w związku z planowaną jej przebudową i kompleksowym remontem.

W momencie wykonywania ekspertyzy obiekt był użytkowany.

Na podstawie szczegółowych oględzin konstrukcji wieży ciśnień, pomiarów geodezyjnych pionowości, dokumentacji fotograficznej wykonanej przy użyciu drona, odkrywek kontrolnych, analizie dokumentacji archiwalnej oraz obliczeniach i analizie statycznej, określony zostanie stan techniczny poszczególnych elementów konstrukcyjnych wieży.

Uwaga:

1. W zakres ekspertyzy budowlanej wchodzi zagadnienia konstrukcyjno – budowlane, bez szczegółowej analizy mykologicznej oraz fizyko – chemicznej.
2. W trakcie wykonywania oględzin, pomiarów i badań nie było możliwości wejścia do głównego zbiornika wieży ze względu na jego napełnienie oraz brak możliwości jego opróżnienia ze względu na jego ciągłą eksploatację.
3. Obliczenia oraz analiza statyczna zostały zawarte w Projekcie Technicznym branży konstrukcyjnej.

### I.2 PODSTAWA OPRACOWANIA

- 5 - krotna wizja lokalna i oględziny techniczne przeprowadzone w lutym i marcu 2022r.
- Pomiary geodezyjne pionowości trzonu wieży
- Dokumentacja zdjęciowa wykonana przy użyciu drona
- Opis techniczny do fundamentowania wieży ciśnień typu AK - 200 – 24 Lajsmizse Węgry
- Instrukcja obsługi i remontów do wieży ciśnień typu AK 200/24/2 Lajsmizse Węgry
- Protokół z okresowej rocznej kontroli i oceny stanu technicznego elementów budowlanych obiektu budowlanego WIEŻA CIŚNIEŃ w KARNIOWIE z dnia 05.09.2017
- Geotechniczne warunki posadowienia opracowane przez mgra inż. Jarosława Jaskólskiego w lutym 2022 roku
- Polskie Normy Budowlane i Prawo Budowlane



W części opisowej dla określenia stanu technicznego elementów konstrukcji posłużono się następującymi terminami:

„dobry” – elementy konstrukcyjne i budowlane wykonane zostały zgodnie ze sztuką budowlaną i gwarantuje się pełne przejęcie obciążeń, zachowanie stanów granicznych użytkowania oraz ich właściwe wykonanie,

„zadowalający” – posiadający pewne uchybienia pod względem konstrukcyjnym i budowlanym, istnieje możliwość przywrócenia pierwotnych wartości technicznych drogą niewielkich napraw lub wzmocnień,

„niezadowalający” – posiadający znaczne uchybienia pod względem konstrukcyjnym i budowlanym, istnieje możliwość przywrócenia pierwotnych wartości technicznych jednak wymagających znacznych nakładów,

„niedostateczny” – posiadający duże i istotne uchybienia pod względem konstrukcyjnym i budowlanym, istnieje tylko częściowa możliwość przywrócenia pierwotnych wartości technicznych jednak wymagających znacznych nakładów,

„zły” – stan awaryjny elementów budowlanych i konstrukcji – do wymiany i rozbiórki





Kraków, dnia 10 lipca 2003 r.

MOIB.OKK.713/2003

## DECYZJA

Na podstawie art.24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz. U. z dnia 2001 r. Nr 5 poz. 42, z późn. zm.), art. 12 ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 1, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2000 r. Nr 106 poz. 1126 z późn. zm.), § 9 ust. 1 rozporządzenia Ministra Gospodarki Przemysłu i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. z 1995 r. Nr 8 poz. 38, z późn. zm.) oraz art.104 § 2 Kodeksu postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071 z późn. zm.).

### Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna

stwierdza, że

Pan inż. **Waldemar Potoniec**  
urodzony dnia 22.04.1972 r. w Saroku  
uzyskał

### UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny 35/2003

### do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

### UZASADNIENIE

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie na podstawie protokołów z postępowania kwalifikacyjnego oraz z przeprowadzonego egzaminu, uchwałą Nr 14 z dnia 10 lipca 2003 r. stwierdziła, że Pan Waldemar Potoniec posiada wymagane prawem wykształcenie i praktykę zawodową konieczną do uzyskania uprawnień budowlanych w w/w specjalności i uzyskał pozytywny wynik egzaminu na uprawnienia budowlane.

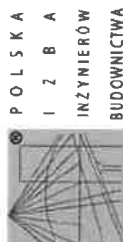
### POUCZENIE

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.



Oczymuje:  
1. Pan Waldemar Potoniec  
ul. Koszaka 5  
32-720 Nowy Wiólicz  
2. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego  
3. w/a

Przewodniczący  
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej  
dr inż. Stanisław Karcmarczyk  
Przewodniczący  
Małopolskiej Okręgowej Izby  
Inżynierów Budownictwa  
dr inż. Zygmunt Rawicki



Zaświadczenie  
o numerze weryfikacyjnym:  
MAP-IAN-2VY-3HA \*

Pan Waldemar Potoniec o numerze ewidencyjnym MAP/BO/1248/03  
adres zamieszkania Konarskiego 3/14, 30-049 Kraków  
jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-02-01 do 2023-01-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-01-26 roku przez:

Mirosław Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie z art. 5 ust. 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2002 Nr 130 poz. 1456) dane w postaci  
elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są  
równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisem odręcznym)

\* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zamieszczonego na  
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa [www.pib.org.pl](http://www.pib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów  
Budownictwa.



## II. OPIS TECHNICZNY

### II.1 ISTNIEJĄCY STAN FAKTYCZNY

Przedmiotowa budowla wieży ciśnień wybudowana została styczniu 1993 roku jako obiekt wolnostojący usytuowany na wzgórzu w miejscowości Karniów, gmina Kocmyrzów - Luborzyca. Obiekt został wykonany wg węgierskiego projektu (typ AK 200-24), na podstawie którego wykonano stalowy zbiornik sferyczny, u dołu stożkowy (zbiornik typu Klönne) na stalowym, walcowym kadłubie posadowionym na żelbetowej, kolistej płycie fundamentowej. W trakcie wykonywania ekspertyzy obiekt był eksploatowany przez Zakład Gospodarki Komunalnej w Kocmyrzowie - Luborzycy. Na fotografii nr 1 pokazano widok ogólny wieży ciśnień.

Podstawowe dane techniczne budowli wieży ciśnień:

- typ AK 200-24
- pojemność użyteczna zbiornika:  $V = 200 \text{ m}^3$
- wysokość kadłuba wieży:  $H_1 = 24,00 \text{ m}$  od poziomu terenu
- wysokość wieży (do wierzchu zbiornika):  $H_2 = 31,265 \text{ m}$  (od poziomu cokołu)
- średnica trzonu wieży  $R_T = 2,20 \text{ m}$
- maksymalny poziom wody w zbiorniku:  $H_{\max} = 30,514 \text{ m}$
- zbiornik sferyczny (u dołu stożkowy) o promieniu  $R_Z = 3,734 \text{ m}$
- warstwa izolacji na zbiorniku:  $B_1 = 45 \text{ mm}$  (wg dokumentacji archiwalnej)
- wysokość kołnierza:  $0,75 \text{ m}$
- fundament wieży bezpośredni w formie żelbetowej, monolitycznej płyty fundamentowej, w rzucie kolistej o średnicy  $R_F = 8,00 \text{ m}$ , głębokość posadowienia:  $-2,30 \text{ m}$



## II.2. STAN TECHNICZNY POSZCZEGÓLNYCH ELEMENTÓW KONSTRUKCJI.

### II.2.1. FUNDAMENT.

W celu określenia sposobu posadowienia wieży ciśnień wykonano odkrywkę fundamentu. Na fotografii nr 2 pokazano widok odkrywki. Na tej podstawie oraz po analizie dokumentacji archiwalnej stwierdzić można następujące fakty:

- posadowienie trzonu wieży zrealizowano jako bezpośrednie w postaci żelbetowej płyty fundamentowej o kolistym kształcie ze średnicą  $R_F = 8,00$  m i grubości 80 cm
- poziom posadowienia płyty fundamentowej wynosi ok. -2,30 m względem terenu przyległego
- z płyty fundamentowej wykształcony został walcowy postument jako żelbetowy pierścień o szerokości 70cm, w którym wbudowany jest stalowy pierścień kotwiczny zapewniający zakotwiczenie kadłuba wieży
- w wykonanej odkrywce stwierdzono występowanie izolacji przeciwwilgociowej zarówno na powierzchni poziomej płyty fundamentowej jak i powierzchni pionowej pierścienia żelbetowego z lepiku na gorąco (fot. 3)
- w wykonanej odkrywce nie stwierdzono obecności wód gruntowych

Oględziny techniczne fundamentu w wykonanej odkrywce oraz oględziny górnej strefy walcowego pierścienia wskazują na następujące fakty:

- nie zaobserwowano widocznych uszkodzeń żelbetowej płyty fundamentowej oraz strefy podziemnej cokołu żelbetowego w postaci zarysowań czy też pęknięć
- stwierdzono uszkodzenia górnej strefy cokołu żelbetowego (ponad przyległym terenem) w postaci zarysowań i odspojeń betonu na skutek oddziaływania czynników atmosferycznych w szczególności wód opadowych i mrozu (fot. 4, 5, 6)
- na dno studzienki prowadzi drabinka stalowa kotwiona do płaszcza żelbetowego (fot. 115), drabinka posiada objawy korozji elektrochemicznej
- na dnie studzienki zbiera się woda z nieszczelnych przejść instalacji przez żelbetowy płaszcz (wody opadowe przenikają z gruntu poprzez nieszczelne przejścia instalacji)

W celu określenia parametrów gruntów w poziomie posadowienia fundamentu wieży zlecono wykonanie badań geotechnicznych, na tej podstawie sporządzona została dokumentacja pt.: „Geotechniczne warunki posadowienia” opracowana przez mgra inż. Jarosława Jaskólskiego. Wnioski płynące z w.w. opracowania są następujące:

- przedmiotowa działka leży w szczytowej części lokalnego wzniesienia. Powierzchnia terenu przeznaczonego pod zabudowę jest płaska, łagodnie opada z północnego-zachodu w kierunku południowo-wschodnim. Kształtuje się na rzędnych ~315,0 m npm
- na badanym terenie, ani w jego sąsiedztwie nie występują niekorzystne zjawiska geologiczne i procesy geodynamiczne związane z powierzchniowymi ruchami mas ziemnych
- w wykonanych otworach badawczych **wody gruntowej** do głębokości 4,0 m ppt nie nawiercono pod żadną postacią
- wierzchnią ich warstwę o miąższości ~1,6 – 1,8 m stanowią nasypy gliniaste z humusem o stanie plastycznym i w rejonie zasuw miękkoplastycznym. Poniżej nasypów stwierdzono płytę



żelbetową stanowiącą fundament zbiornika oraz pyły, jasnobrązowe, o stanie twardoplastycznym.

- zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dn. 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz.U. Nr 81, poz. 463), obiekt należy zaliczyć do II kategorii geotechnicznej w prostych warunkach gruntowych,

Na podstawie wykonanej dokumentacji geotechnicznej wykonano obliczenia sprawdzające warunek nośności oraz osiadania fundamentu. Sprawdzone także warunek stateczności (warunek na obrót) dla całości konstrukcji wieży ciśnień. Poniżej w tabeli podano wyniki obliczeń statycznych.

#### TABELA WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI [%]

Przypadek nr 1 – maksymalna możliwa odchyłka wynosząca 15 cm

Przypadek nr 2 – maksymalna zmierzona odchyłka wynosząca 7,6 cm

Przypadek nr 3 – brak odchyłki

	Przypadek nr 1	Przypadek nr 2	Przypadek nr 3
Warunek nośności fundamentu i gruntu pod fundamentem	45,5	44,5	43,6
Warunek stateczności na obrót	72,0	69,8	68,1

Obliczone osiadanie kolistej płyty fundamentowej wynosi **0,72 cm** dla przypadków z mimośrodami i **0,71 cm** dla przypadku bez żadnej odchyłki. Należy podkreślić, iż ze względu na okres pracy wieży ciśnień (ponad 30 lat) doszło do konsolidacji gruntów pod fundamentem, tak więc podane powyżej osiadania już miały miejsce.

Jak widać z tabeli warunki nośności fundamentu i gruntu pod fundamentem, a także warunek stateczności na obrót są spełnione.

#### Stan techniczny fundamentu wieży ciśnień określa się jako zadowalający.

W trakcie remontu obiektu należy:

1. Odkopać wierzchnią warstwę cokołu żelbetowego o głębokości 100cm.
2. Oczyszczyć i osuszyć odkopaną powierzchnię cokołu.
3. Wykonać naprawę uszkodzeń powierzchni betonowego cokołu metodą PCC (Polymer Cement Concrete). Poniżej podano rozwiązania techniczne wykonania naprawy. Należy je traktować jako przykładowe, a nie obligatoryjne. Naprawę można dokonać stosując inne atestowane materiały w technologii PCC.
  - prace naprawcze rozpocząć od skucia luźnych, skorodowanych fragmentów betonu, usunięcia zniszczonych warstw wykładzin, tynków, izolacji i oczyszczenia powierzchni do „zdrowej”, nośnej warstwy,
  - jeżeli korozja dotarła do zbrojenia należy z niego usunąć beton aż do miejsc nieskorodowanych; pręty należy oczyścić z rdzy ręcznie lub mechanicznie do uzyskania jasnego, metalicznego wyglądu, a potem oczyścić sprężonym powietrzem,



- na tak przygotowaną powierzchnię stali zbrojeniowej należy nałożyć mineralną powłokę antykorozyjną Ceresit CD 30; zaprawę antykorozyjną należy nałożyć najpóźniej 3 godziny po oczyszczeniu stali zbrojeniowej (podczas aplikacji stal może być wilgotna)
  - po wykonaniu zabezpieczenia stali zbrojeniowej, tuż przed przystąpieniem do uzupełniania ubytków betonu przygotowaną powierzchnię betonu należy zwilżyć wodą i doprowadzić do stanu matowo-wilgotnego; na tak przygotowane podłoże nakłada się kontaktową warstwę Ceresit CD 30,
  - reprofilacja cokołu: kolejne zaprawy systemu Ceresit PCC nakładać po wstępnym przeschnięciu warstwy kontaktowej, gdy zaprawa stanie się matowo-wilgotna; czyli w ciągu 30-60 minut. W zależności od głębokości ubytku do jego uzupełnienia należy zastosować jedną z zapraw Ceresit CD 25 lub Ceresit CD 26,
  - celu uzyskania gładkiej powierzchni np. pod farbę można ją wyrównać drobnoziarnistą szpachlówką Ceresit CD 24
  - by zachować fakturę betonu, a jednocześnie go zabezpieczyć przed czynnikami atmosferycznymi, wykonać na naprawionej powierzchni hydrofobizację za pomocą preparatu Ceresit CT 9 lub Ceresit CT 13. Przed aplikacją powłoki hydrofobowej należy odczekać kilka dni, aby naprawiona powierzchnia wyschła
  - w przypadku ekspozycji konstrukcji tylko na czynniki atmosferyczne, gdzie głównymi czynnikami zagrożeniowymi są korozja ługująca i karbonizacja, wystarczy zabezpieczenie powłoką dekoracyjno-ochronną z farby Ceresit CT 44 stosując wcześniej grunt Ceresit CT 17
4. Odpompować wodę ze studzienki wewnętrznej i osuszyć powierzchnię ścian i dna studzienki.
  5. Wykonać naprawę uszkodzeń powierzchni betonu ścianek i dna studzienki metodą PCC (Polymer Cement Concrete) – jak powyżej.
  6. Na odkopanej, wyremontowanej, podziemnej części cokołu wykonać izolację przeciwwodną z emulsji dwuskładnikowej z zabezpieczeniem geowłókniną.
  7. Zasyć wokół cokołu wykonać z zagęszczanego piasku stabilizowanego cementem.
  8. Wykonać obróbkę blacharską cokołu z blachy ocynkowanej.
  9. Wykonać nową instalację odgromową.
  10. Wykonać opaskę wokół cokołu o szerokości 60cm ze spadkiem na zewnątrz. (opaskę wykonać z kostki betonowej o gr. 6cm. *Teren przetranszować do stanu pierwotnego poprzez splantowanie i obsianie mieszaną trawą*)
  11. Wykonać dodatkowe podpory betonowe wewnątrz studzienki z betonu wodoszczelnego W-10.
  12. Stalową drabinę w studzience oczyścić metodą strumieniowo – cierną i wykonać ochronę powłokową (kategoria korozyjności C2, okres ochrony (trwałości): H.
  13. Przejścia instalacyjne przez żelbetowe ściany studzienki wykonać jako szczelne.
  14. Teren wokół obiektu wyrównać, zwalcować i wykonać spadki na zewnątrz. Posiać trawę.

Uwaga: W trakcie prowadzenia robót remontowych:

- opróżnić zbiornik i wyłączyć z użytkowania wieżę ciśnień odłączając od niej zasilanie
- nie odkopywać i podkopywać fundamentu (poza potrzebną wysokość cokołu)
- prace remontowe prowadzić przy bezwietrznej pogodzie



## II.2.2. KADŁUB (TRZON) WIEŻY.

Trzon wieży wykonano w formie stalowego walca składającego się z dwóch elementów łączonych po wysokości za pomocą stalowego kołnierza i stalowych śrub. Podstawowe dane techniczne trzonu wieży:

- wysokość kadłuba wieży:  $H_1 = 24,00$  m od poziomu terenu
- średnica trzonu wieży  $R_T = 2,20$  m
- grubość blachy kadłuba:  $B_2 = 20$  mm
- kadłub składający się z dwóch walcowych części mocowany po wysokości za pomocą stalowego kołnierza i stalowych śrub
- pierścień kotwiczny jako spawana podstawa z tulejami na śruby kotwiczne,
- śruby kotwiczne o średnicy M42, 24 szt
- kołnierz na szczycie kadłuba o wysokości  $H_K = 0,75$  m z czterema otworami wentylacyjnymi oraz z blachami wewnętrznymi (fot. 72)

W celu dokładnego określenia uszkodzeń płaszcza trzonu wykonano szereg fotografii z użyciem drona oraz opracowano model 3D. Model 3D oraz dokumentacja zdjęciowa będzie załącznikiem do niniejszej dokumentacji. Na modelu można dokładnie zbliżyć i obejrzeć każde miejsce powierzchni zewnętrznej zarówno płaszcza jak i samego zbiornika. Link do podglądu modelu jest następujący: <https://sketchfab.com/3d-models/wieza-cisnien-eddfad7661ba4ea785c4a619946b8406>.

Dokonano geodezyjnego pomiaru odchyłeń kadłuba od pionu w dwóch płaszczyznach (równoleżnikowej i południkowej). W dalszej części opracowania w załączeniu podano wyniki pomiarów.

Szczegółowe oględziny techniczne powierzchni zewnętrznej kadłuba stalowego oraz wykonane pomiary geodezyjne wskazują na następujące fakty:

- nie zaobserwowano widocznych uszkodzeń stalowej powierzchni kadłuba wieży o charakterze konstrukcyjnym takich jak pęknięcia czy też odkształcenia powierzchni blachy kadłuba,
- wyniki pomiarów geodezyjnych przedstawiono poniżej w tabeli; podkreślić należy, iż pomiary wykonywane były w trakcie wietrznych warunków pogodowych, stąd widoczne są w tabeli pt.: „Odchylenie maksymalne” wartości pokazujące pracę kadłuba wieży na skutek oddziaływania obciążenia wiatrem

### **ODCHYLENIE ŚREDNIE:**

lp	Miejsce pomiaru	Odchylenie w płaszczyźnie W – E (cm)	Odchylenie w płaszczyźnie N – S (cm)
1	Dół kadłuba	0,0	0,0
2	Środek kadłuba	0,2 w kierunku W	2,8 (w kierunku N)
3	Góra kadłuba	0,2 w kierunku W	3,4 ( w kierunku N)



**ODCHYLENIE MAKSYMALNE:**

lp	Miejsce pomiaru	Odchylenie w płaszczyźnie W – E (cm)	Odchylenie w płaszczyźnie N – S (cm)
1	Dół kadłuba	0,0	0,0
2	Środek kadłuba	1,2 w kierunku W 0,8 w kierunku E	6,8 (w kierunku N) 1,2 (w kierunku S)
3	Góra kadłuba	2,2 w kierunku W 1,6 w kierunku E	7,6 ( w kierunku N) 1,8 ( w kierunku S)

W dalszej części opracowania wykonano obliczenia sprawdzające warunek nośności kadłuba wieży. Poniżej w tabeli podano wyniki obliczeń statycznych.

**TABELA WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI [%]**

Przypadek nr 1 – maksymalna możliwa odchyłka wynosząca 15 cm

Przypadek nr 2 – maksymalna zmierzona odchyłka wynosząca 7,6 cm

Przypadek nr 3 – brak odchyłki

	Przypadek nr 1	Przypadek nr 2	Przypadek nr 3
Nośność przekroju na ściskanie	39,1	39,1	39,1
Nośność przekroju na zginanie	88,4	87,1	85,7
Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego	<b>90,9</b>	<b>89,6</b>	<b>88,2</b>

Jak widać z tabeli warunki nośności stalowego kadłuba wieży jest spełniony.

Pozostałe wnioski wynikające z oględzin technicznych powierzchni zewnętrznej oraz wewnętrznej kadłuba stalowego wieży ciśnień są następujące:

- zewnętrzna powierzchnia stalowego kadłuba posiada widoczne gołym okiem miejsca korozji elektrochemicznej zarówno powierzchni blach jak i spoin je łączących, dotyczy to obszarów, w których uszkodzeniu uległa zewnętrzna powłoka malarska; na fotografiach nr 7 – 65 pokazano obszary korozji dla całej powierzchni zewnętrznej kadłuba; dodatkowo można szczegółowo obejrzeć uszkodzenia w modelu 3D (<https://sketchfab.com/3d-models/wieza-cisnien-eddfad7661ba4ea785c4a619946b8406>)
- korozja elektrochemiczna dotyczy także pierścienia kotwicznego, połączenia dwóch elementów kadłuba w połowie wysokości oraz połączenia kadłuba z kołnierzem na górze kadłuba
- w kołnierzu kadłuba w jego górnej części wykonano cztery owalne otwory wentylacyjne, które zabezpieczono siatką (fot. 66), siatka jest skorodowana
- zaobserwowano niezabezpieczone przeciw korozyjnie niewielkie otwory w kadłubie po przewiertach na przeprowadzenie okablowania (fot. 67)



- najsilniejsze objawy korozji elektrochemicznej dotyczą śrub fundamentowych, nakrętek i podkładek stalowych (fot. 68 – 71)
- instalacja odgromowa kadłuba wieży została wykonana jako uziom kadłuba stalowego w jego dolnej strefie przy pierścieniu kotwicznym (fot. 6)

Szczegółowe oględziny techniczne powierzchni wewnętrznej kadłuba stalowego wskazują na następujące fakty:

- wewnętrzna powierzchnia stalowego kadłuba posiada widoczne gołym okiem miejsca korozji elektrochemicznej zarówno powierzchni blach jak i spoin je łączących, dotyczy to obszarów, w których uszkodzeniu uległa zewnętrzna powłoka malarska; na fotografiach nr 73 – 92 pokazano obszary korozji dla powierzchni wewnętrznej kadłuba
- najsilniejsze objawy korozji elektrochemicznej dotyczą śrub oraz blach łączących poszczególne elementy kadłuba, nakrętek i podkładek stalowych

#### **Stan techniczny stalowego kadłuba wieży ciśnieni określa się jako zadowalający.**

W trakcie remontu obiektu należy:

1. Oczyszczyć mechanicznie całość powierzchni kadłuba wieży od zewnątrz i od wewnątrz (po zdemontowaniu wyposażenia instalacyjnego i pomostów roboczych) np. poprzez zastosowanie obróbki strumieniowo - ścierniej. Zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe oczyszczenie śrub, blach, nakrętek, podkładek oraz spoin.
2. Po oczyszczeniu powierzchni zewnętrznej i wewnętrznej poddać oględzinom wszystkie spoiny i wykonać ich odtworzenie bądź uzupełnienie. Dla spoin pachwinowych stosować grubość 0,7 grubości łączonych elementów.
3. Największe, pomierzone geodezyjnie odchylenie na górze trzonu wieży wynosi 7,6 cm w kierunku N, tak więc jest mniejsze od maksymalnej, dopuszczalnej wartości wynoszącej 15cm (wartość podana wg dokumentu pt.: „Instrukcja obsługi i remontów do wieży ciśnieni”). Biorąc jednak pod uwagę blisko 30 – letni okres eksploatacji wieży bez wykonywania jej remontów zaleca się wykonanie jej rektyfikacji przy opróżnionym zbiorniku i bezwietrznej pogodzie. Po wykonaniu rektyfikacji wieży należy zamontować nowy pion oraz na dolnym pomoście zamontować w sposób trwały płytkę z kołem o średnicy Ø 300mm.
4. Wymienić wszystkie śruby, nakrętki oraz podkładki służące do montażu poszczególnych części trzonu wieży w środku wysokości oraz kołnierza górnego na szczycie trzonu. Śruby wymieniać po oczyszczeniu i przemalowaniu blach mocujących. Śruby wymieniać pojedynczo. Śruby ocynkowane klasy 8,8. Średnica śrub: M20, ilość: 24 szt. na każdym łączeniu (2 łączenia: w środku wysokości trzonu oraz na górnym kołnierzu).
5. Otwory wentylacyjne na górze trzonu zabezpieczyć siatką ocynkowaną. Niewielkie otwory po montażu oprzyrządowania zaspawać lub zanićować.
6. Wykonać nową instalację odgromową z masztem i uziomem wg opracowania branży elektrycznej.



7. Założona kategoria korozyjności wg PN-EN ISO 12944-2:2018: **C2**, tj:
  - na zewnątrz budynków: atmosfera o małym zanieczyszczeniu, głównie obszary wiejskie
  - wewnątrz budynków: pomieszczenia nieogrzewane, w których jest możliwość wystąpienia kondensacji
8. Założony okres ochrony (trwałości) wg PN-EN ISO 12944-1:2018: „H” tj.: **15 – 25 lat**
9. Wykonać kompleksową ochronę powłokową dla podanych powyżej założeń tj. kategorii korozyjności C2 oraz okresu trwałości „H” powyżej 15 lat. Powyżej w tekście podano przykładowe rozwiązania wykonania ochronnego systemu powłokowego. Rozwiązania te należy traktować jako przykładowe (nie obligatoryjne). W trakcie robót remontowych należy zastosować rozwiązania ochrony powłokowej o parametrach nie gorszych niż podane.  
**Rozwiązanie ochrony powłokowej winny posiadać wszelkie atesty i badania oraz spełniać podstawowe założenia projektowe tj.: dla kategorii korozyjności C2 oraz okresu trwałości „H” powyżej 15 lat.**
10. Założona kategoria korozyjności wg PN-EN ISO 12944-2:2018: **C2**, tj:
  - na zewnątrz budynków: atmosfera o małym zanieczyszczeniu, głównie obszary wiejskie
  - wewnątrz budynków: pomieszczenia nieogrzewane, w których jest możliwość wystąpienia kondensacji
11. Założony okres ochrony (trwałości) wg PN-EN ISO 12944-1:2018: „H” tj.: **15 – 25 lat**
12. Wykonać kompleksową ochronę powłokową dla podanych powyżej założeń tj. kategorii korozyjności C2 oraz okresu trwałości „H” powyżej 15 lat. Poniżej podano przykładowe rozwiązania wykonania ochronnego systemu powłokowego:



## 1. SYSTEM TEKNOS.

**TABELA 1 DLA WYBORU OCHRONNEGO SYSTEMU POWŁOKOWEGO  
powierzchnie stalowe**

**KATEGORIA KOROZYJNOŚCI C2 (niska)**

Wewnątrz: Budynki nie ogrzewane, np. magazyny, hale sportowe.

Zewnątrz: Atmosfera o niskim stopniu zanieczyszczenia i suchym klimacie. Głównie atmosfera wiejska.

Nr systemu wg ISO 12944-5	Zakres trwałości			System Teknos	Rodzaje farb
	L	M	H		
S2.01	●			K14a, K15a	AK
S2.02	●	●		K10a, K11a, K12a, K26b	AK
S2.03	●	●		K14b, K15b	AK
S2.04	●	●		K10b, K11b, K12b, K26c	AK
S2.05	●	●		K14c, K15c	AK
S2.06	●	●	●	K10c, K11c, K12c, K26d	AK
S2.07	●	●	●	K15d	AK
S2.08	●	●		K26a	AK
S2.12	●	●		K50a	AY
S2.14	●	●	●	K32a	CR
S2.15	●	●		K17a, K18a	EP
	●	●		K29a	EP/PUR
S2.16	●	●		K18b	EP
	●	●	●	K17b	EP
	●	●	●	K29b	EP/PUR
S2.18	●	●		K25a	ESiZn(R)

Jak widać z powyższej tabeli dla okresu trwałości H (powyżej 15 lat) możliwe do zastosowania są następujące systemy:

Nr systemu wg ISO 12944-5	Zakres trwałości			System Teknos	Rodzaje farb
	L	M	H		
S2.06	●	●	●	K10c, K11c, K12c, K26d	AK
S2.07	●	●	●	K15d	AK
S2.14	●	●	●	K32a	CR
S2.16	●	●	●	K17b	EP
	●	●	●	K29b	EP/PUR

Oznaczenia:

AK – farby alkidowe

CR – farby chlorokauczukowe

EP – farby epoksydowe

PUR – farby poliuretanowe



## 2. SYSTEM MALCHEM.

System do malowania na zewnątrz "rury", odporny na UV

Klasa korozyjności C2

Nazwa produktu	Zawartość cz. stałych (%)	Liczba warstw	Grubość warstwy (μm)	Wydajność teoretyczna (m²/L)	Wydajność teoretyczna (L/m²)
<b>Epoxykor HS 80</b> SZARY farba epoksydowa	80	1	60	13.33	0.08
<b>Purmal S-90</b> RAL 7035 Emalia poliuretanowa, szybkoschnąca w wysokim połysku	56	1	60	9.33	0.11
		2	120		

System do malowania wewnątrz "rury", niepodporny na UV

Klasa korozyjności C2

Nazwa produktu	Zawartość cz. stałych (%)	Liczba warstw	Grubość warstwy (μm)	Wydajność teoretyczna (m²/L)	Wydajność teoretyczna (L/m²)
<b>Epoxykor HS 80</b> SZARY farba epoksydowa	80	1	120	6.67	0.15
		1	120		

Rozwiązania powyższe należy traktować jako przykładowe (nie obligatoryjne). W trakcie robót remontowych należy zastosować rozwiązania ochrony powłokowej o parametrach nie gorszych niż podane. **Rozwiązanie ochrony powłokowej winny posiadać wszelkie atesty i badania oraz spełniać podstawowe założenia projektowe tj.: dla kategorii korozyjności C2 oraz okresu trwałości „H” powyżej 15 lat.**

Podstawowe wytyczne dotyczące remontu kadłuba wieży:

### 1. Przygotowanie powierzchni.

Usunąć z podłoża wszelkie zanieczyszczenia które mogą wpływać niekorzystnie na oczyszczanie powierzchni innymi metodami oraz na malowanie. Usunąć rozpuszczalne w wodzie sole stosując odpowiednie metody, patrz Norma ISO 12944, część 4. Powierzchnie należy oczyszczać zależnie od rodzaju materiału podłoża:

Powierzchnie stalowe: Usunąć zgorzelinę i rdzę przy pomocy obróbki strumieniowo-ściernej do uzyskania stopnia czystości Sa 2½ (ISO 8501-1). Zszorstkowanie powierzchni cienkiej blachy poprawia adhezję powłoki do podłoża.

Miejsce i czas czyszczenia należy wybrać tak, by przygotowana powierzchnia nie uległa zabrudzeniu lub zawilgoceniu przed kolejnymi operacjami (ISO 12944, część 4)

### 2. Grunt do czasowej ochrony.

Systemy powłokowe można nakładać na grunt do czasowej ochrony.



### 3. Nakładanie.

Przed użyciem wymieszać dokładnie farbę.

Farby nakładać do wymaganej grubości na suche, pozbawione pyłu podłoże. Dane techniczne przykładowych farb podane są w dalszej części opracowania oraz w kartach informacyjnych wyrobów. Podane w dokumentacji rozwiązania materiałowe należy traktować jako przykładowe. W trakcie prac remontowych można użyć innych materiałów dopuszczonych do stosowania w budownictwie o parametrach nie gorszych niż rozwiązania przedstawione w niniejszej dokumentacji.

### 4. Całkowita naprawa.

Powierzchnie o stopniu skorodowania Ri 4 lub Ri 5 powinny być całkowicie przemalowane. Należy przygotować powierzchnię przez obróbkę strumieniowo-ścierną do uzyskania stopnia czystości Sa 2½ i nakładać powłoki od warstwy gruntu do emalii tak jak dla nowych wymalowań.

Uwaga: W trakcie prowadzenia robót remontowych:

- opróżnić zbiornik i wyłączyć z użytkowania wieżę ciśnień odłączając od niej zasilanie
- prace remontowe prowadzić przy bezwietrznej pogodzie



## II.2.3. ELEMENTY WYPOSAŻENIA WIEŻY.

### II.2.3.1. POMOSTY ROBOCZE.

W kadłubie wieży zamontowano trzy pomosty robocze: na poziomie wejścia, w środku wysokości i na górze. Szczegółowe oględziny techniczne podestów wskazują na następujące fakty:

- zasadniczą konstrukcję nośną pomostów stanowi stalowy, spawany ruszt z kątowników L50x50x5, wspary na ośmiu wspornikach stalowych spawanych do blachy płaszcza trzonu
- pokrycie pomostu z kraty typu wema
- zarówno pokrycie pomostów jak i sama konstrukcja z rusztu stalowego są silnie skorodowane, największe uszkodzenia dotyczą pomostu wejściowego do kadłuba, który jest całkowicie skorodowany i znajduje się w złym stanie technicznym (grozi awarią budowlaną), na fotografiach nr 93 - 95 - pokazano widok uszkodzonych pomostów
- same wsporniki stalowe spawane do kadłuba pomimo widocznej korozji powierzchniowej nadają się do oczyszczenia, zabezpieczenia i powtórnego wykorzystania jako elementy wsparcze pod nowe pomosty robocze (fot. 96)

**Stan techniczny podestów roboczych określa się jako zły, tj. grożący awarią bądź katastrofą budowlaną.**

W trakcie remontu obiektu należy:

1. Rozebrać istniejące pomosty (zarówno pokrycie jak i konstrukcję). Można pozostawić istniejące wsporniki stalowe spawane do płaszcza.
2. Oczyszczyć mechanicznie ogniska korozji w miejscach montażu wsporników stalowych. Zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe oczyszczenie spoin.
3. Po oczyszczeniu powierzchni poddać oględzinom wszystkie spoiny i wykonać ich odtworzenie bądź uzupełnienie. Dla spoin pachwinowych stosować grubość 0,7 grubości łączonych elementów.
4. Wykonać ochronę powłokową dla stalowych wsporników oraz spoin wg opisu w tekście powyżej.
5. Wykonać nowe pomosty robocze z pokryciem z kraty pomostowej i z matą gumową. Stal nierdzewna.
6. W pomostach wykonać otwierane klapy na przejścia przy drabinie. W pomostach wykonać potrzebne otwory na orurowanie.
7. W pomoście roboczym wejściowym zamontować płytkę z kołem o średnicy Ø300 mm. Wycentrować geodezyjnie środek koła. Koło ma służyć do obserwacji wychylenia wieży z pionu, które nie może przekroczyć wartości 15 cm.



**II.2.3.2. WYPOSAŻENIE INTALACYJNE WRAZ Z UCHWYTAMI MOCUJACYMI ORUROWANIE.**

Szczegółowe oględziny techniczne wyposażenia instalacyjnego wskazują na następujące fakty:

- W zbiorniku znajdują się rurociągi doprowadzająco-odprowadzający wodę i spustowo-przelewowy, stalowe o średnicy 100 i 150 mm, ocieplone miejscowo wełną mineralną owiniętą folią
- rurociąg spustowy wyposażony jest przed połączeniem z rurociągiem przelewowym zasuwą
- zasuwy na rurociągu doprowadzająco-odprowadzającym wodę znajdują się poza zbiornikiem, w studzienice betonowej
- na rurociągach widoczne są ślady korozji, ocieplenie uszkodzone, niepełne; stan techniczny wyposażenia instalacyjnego jest niezadowalający i należy je w całości wymienić na nowe wg. opracowania branży instalacyjnej,
- orurowanie zamontowane jest do wieży za pomocą stalowych wsporników z kątowników L 40 x 40 x 4 mm oraz obejm z blach stalowych, mocowanie jest stabilne (punkty montażu składają się z przestrzennego układu dwóch bądź trzech elementów kątowych) i oprócz niewielkich ognisk korozji elektrochemicznej nie posiadają widocznych uszkodzeń o charakterze konstrukcyjnym; brak w obejmach podkładek gumowych, na fotografiach nr 97 i 98 pokazano widok wyposażenia i uchwytów mocujących

**Stan techniczny wyposażenia instalacyjnego określa się jako niedostateczny i należy je w całości wymienić na nowe wg opracowania branży instalacyjnej. Stan techniczny stalowych wsporników wraz z obejmami jest zadowalający.**

W trakcie remontu obiektu należy:

1. Zdemontować istniejące wyposażenie instalacyjne w całości.
2. Oczyszczyć mechanicznie całość powierzchni stalowych wsporników. Zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe oczyszczenie spoin.
3. Po oczyszczeniu powierzchni poddać oględzinom wszystkie spoiny i wykonać ich odtworzenie bądź uzupełnienie. Dla spoin pachwinowych stosować grubość 0,7 grubości łączonych elementów.
4. Wykonać ochronę powłokową dla stalowych wsporników, stalowych obejm oraz spoin wg opisu w tekście powyżej.
5. W trakcie montażu nowego orurowania należy wykonać podkładki gumowe w obejmach stalowych i wymienić śruby mocujące.
6. Rozważyć wykonanie instalacji elektrycznej pod oświetlenie wewnątrz kadłuba wieży.



### II.2.3.3. DRABINKA STALOWA WRAZ Z UCHWYTAMI MOCUJACYMI.

Szczegółowe oględziny techniczne stalowej drabinki w kadłubie wieży wskazują na następujące fakty:

- w kadłubie wieży wykonano stalową drabinkę jako komunikację pionową pomiędzy podestami roboczymi; drabinkę wykonano jako spawaną:
  - elementy pionowe (pobocznicę) wykonano z płaskowników stalowych 5 x 50 mm
  - elementy poziome (stopnie) wykonano z kątowników L 40 x 40 x 4 mm
  - kosz antyspadowy wykonano z płaskowników stalowych
- drabinka została zamontowana do płaszcza poprzez dospawane płaskowniki 5 x 50 mm w rozstawie co ok. 2.00 m; mocowanie jest stabilne i prawidłowe; oprócz niewielkich ognisk korozji elektrochemicznej drabinka oraz płaskowniki montażowe nie posiadają widocznych uszkodzeń o charakterze konstrukcyjnym (fot. 99, 100)

#### Stan techniczny stalowej drabinki oraz płaskowników montażowych jest zadowalający.

W trakcie remontu obiektu należy:

1. Oczyszczyć mechanicznie całość powierzchni elementów drabinki stalowej wraz ze stalowymi wspornikami oraz elementami koszy antyspadowych. Zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe oczyszczenie spoin.
2. Po oczyszczeniu powierzchni poddać oględzinom wszystkie spoiny i wykonać ich odtworzenie bądź uzupełnienie. Dla spoin pachwinowych stosować grubość 0,7 grubości łączonych elementów.
3. Wykonać ochronę powłokową dla wszystkich elementów stalowych wchodzących w skład drabinki oraz spoin wg opisu w tekście powyżej.

### II.2.3.4. PION ORAZ KOŁO CENTRUJĄCE.

Szczegółowe oględziny techniczne pionu oraz koła centrującego wskazują na następujące fakty:

- w kadłubie wieży zamontowano pion
- płytka centrująca jest zamocowana do całkowicie skorodowanego dolnego podestu (fot. 101), jej umiejscowienie może nie być centryczne w stosunku do kadłuba wieży

#### Stan techniczny pionu oraz koła centrującego jest niezadowalający.

W trakcie remontu obiektu należy:

- po wykonaniu rektyfikacji wieży należy zamontować nowy pion oraz na dolnym pomoście zamontować w sposób trwały płytkę z kołem o średnicy Ø 300mm, płytkę centrującą zamontować dokładnie w środku przekroju kolistego kadłuba wieży pod nadzorem geodezyjnym, stal nierdzewna



**II.2.3.5. DRZWI WEJŚCIOWE DO KADŁUBA.**

Do wnętrza kadłuba prowadzą stalowe drzwi fot. (113).

W trakcie remontu obiektu należy:

1. Oczyszczyć mechanicznie całość powierzchni elementów drzwi stalowych wraz z zawiasami, zamkiem i itd.. Zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe oczyszczenie spoin.
2. Po oczyszczeniu powierzchni poddać oględzinom wszystkie spoiny i wykonać ich odtworzenie bądź uzupełnienie. Dla spoin pachwinowych stosować grubość 0,7 grubości łączonych elementów.
3. Wykonać ochronę powłokową dla wszystkich elementów stalowych wchodzących w skład drabinki oraz spoin wg opisu w tekście powyżej.



#### II.2.4. ZBIORNIK.

Obiekt został wykonany wg węgierskiego projektu (typ AK 200-24), na podstawie którego wykonano stalowy zbiornik sferyczny (u dołu stożkowy). Podstawowe dane techniczne zbiornika:

- pojemność użyteczna zbiornika  $200 \text{ m}^3$ ,
- maksymalny poziom wody w zbiorniku:  $H_{\max} = 30,514 \text{ m}$
- zbiornik sferyczny (u dołu stożkowy) o promieniu  $R_z = 3,734 \text{ m}$
- grubość warstwy izolacji 45 mm (wg dokumentacji archiwalnej)
- izolacja termiczna obłożona blachą elewacyjną aluminiową, arkusze blachy elewacyjnej łączone między sobą za pomocą łączników stalowych
- w zbiorniku mieści się drabinka w rurze ochronnej o średnicy  $\varnothing = 920 \text{ mm}$ , drabinka kończy się wylazem na szczycie zbiornika

Szczegółowe oględziny techniczne zbiornika wskazują na następujące fakty:

- ze względu na fakt eksploatacji zbiornika w okresie wykonywania ekspertyzy, a co za tym idzie wypełnienie zbiornika wodą, nie było możliwe wykonanie szczegółowych oględzin powierzchni stalowego zbiornika od wewnątrz, wykonano jedynie oględziny fragmentu powierzchni blachy przez drzwi wejściowe do zbiornika (fot. 116); widoczne są ślady korozji elektrochemicznej zwłaszcza na spoinach łączących poszczególne arkusze blachy zbiornika
- zewnętrzna powierzchnia stalowego zbiornika została obłożona arkuszami aluminiowej blachy elewacyjnej stanowiącej warstwę osłonową izolacji termicznej zbiornika; poszczególne arkusze blachy łączone są pomiędzy sobą za pomocą stalowych łączników
- blacha zewnętrzna posiada widoczne gołym okiem miejsca uszkodzeń w postaci zniekształceń jej powierzchni
- stwierdzono liczne braki łączników na połączeniach poszczególnych arkuszy blach; na fotografiach nr 102 – 110 pokazano przykładowe uszkodzenia elewacji z blachy aluminiowej; dodatkowo można szczegółowo obejrzeć uszkodzenia w modelu 3D (<https://sketchfab.com/3d-models/wieza-cisnien-eddfad7661ba4ea785c4a619946b8406>)
- powstałe nieszczelności w płaszczu zewnętrznym na połączeniu poszczególnych arkuszy oraz w miejscach braku łączników mogą być przyczyną penetracji wód opadowych pod płaszcz zewnętrzny do warstwy izolacji termicznej oraz do powierzchni zasadniczego zbiornika stalowego, co może być przyczyną korozji elektrochemicznej blachy płaszcza,
- w zbiorniku mieści się drabinka w rurze ochronnej o średnicy  $\varnothing = 920 \text{ mm}$  (fot. 111), drabinka kończy się wylazem na szczycie zbiornika (fot. 112), wylaz jest zamontowany w taki sposób aby stworzyć przestrzeń wentylującą; na szczycie znajduje się lampa sygnalizacyjna

**Stan techniczny zasadniczego, stalowego zbiornika wieży ciśnień określa się jako zadowalający, natomiast stan techniczny okładziny z blachy aluminiowej oraz izolacji termicznej ze względu na jego odkształcenia, nieszczelności oraz ubytki łączników stalowych jest niedostateczny.**



W trakcie remontu obiektu należy:

1. Rozebrać okładzinę z blachy aluminiowej na zbiorniku wraz z izolacją termiczną.
2. Oczyszczyć mechanicznie całość powierzchni zbiornika od zewnątrz i od wewnątrz (po zdemontowaniu izolacji termicznej i płaszcza z blachy aluminiowej) np. poprzez zastosowanie obróbki strumieniowo - ścierniej. Zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe oczyszczenie elementów wylazu górnego (śrub, blach, nakrętek, podkładek) oraz spoin.
3. Po oczyszczeniu powierzchni zewnętrznej i wewnętrznej poddać oględzinom wszystkie spoiny i wykonać ich odtworzenie bądź uzupełnienie. Dla spoin pachwinowych stosować grubość 0,7 grubości łączonych elementów.
4. Założona kategoria korozyjności dla zewnętrznej powierzchni zbiornika wg PN-EN ISO 12944-2:2018: **C2**, tj:
  - na zewnątrz budynków: atmosfera o małym zanieczyszczeniu, głównie obszary wiejskie
5. Założona kategoria korozyjności dla wewnętrznej powierzchni zbiornika wg PN-EN ISO 12944-2:2018: **Im1**, tj: zanurzenie w wodzie słodkiej. **Pamiętać należy o zastosowaniu materiałów powłokowych dopuszczonych do kontaktu z wodą pitną.**
6. Założony okres ochrony (trwałości) wg PN-EN ISO 12944-1:2018: „H” tj.: **15 – 25 lat**
7. Wykonać kompleksową ochronę powłokową dla podanych powyżej założeń tj. kategorii korozyjności C2 (dla powierzchni zewnętrznej zbiornika) oraz kategorii korozyjności Im1 (dla wewnętrznej powierzchni zbiornika) oraz okresu trwałości „H” powyżej 15 lat. Poniżej podano przykładowe rozwiązanie wykonania nowej izolacji termicznej zbiornika oraz ochronnego systemu powłokowego:
  - po rozebraniu okładziny z blachy aluminiowej i izolacji termicznej, po oczyszczeniu powierzchni zewnętrznej blachy zbiornika oraz naprawie spoin należy wykonać nową warstwę izolacji termicznej
  - izolację wykonać natryskowo systemem zamkniętokomórkowej pianki poliuretanowej
  - izolację nakładać bezpośrednio na oczyszczoną i odtłuszczoną powierzchnię zbiornika stalowego (bez jego malowania)
  - izolację nakładać warstwami max. co 2 cm
  - grubość izolacji 6cm
  - zewnętrzną ochronę izolacji przed czynnikami zewnętrznymi (zwłaszcza promieniowaniem UV) wykonać jako powłokową przy założeniach jak powyżej oraz stosując materiały jak dla ochrony płaszcza stalowego
8. Założona kategoria korozyjności od wewnątrz zbiornika wg PN-EN ISO 12944-2:2018: **Im1**, tj: zanurzenie w wodzie słodkiej, **a dodatkowo pitnej.**
9. Założony okres ochrony (trwałości) wg PN-EN ISO 12944-1:2018: „H” tj.: **15 – 25 lat**
10. Wykonać kompleksową ochronę powłokową dla podanych powyżej założeń tj. kategorii korozyjności Im1 oraz okresu trwałości „H” powyżej 15 lat. Poniżej podano przykładowe rozwiązanie wykonania ochronnego systemu powłokowego:



## 1. SYSTEM TEKNOS.

**TABELA 2 DLA WYBORU OCHRONNEGO SYSTEMU POWŁOKOWEGO**  
powierzchnie stalowe

**KATEGORIA KOROZYJNOŚCI Im1 (zanurzenie w wodzie lub zakopanie w ziemi)**

Im1: Zanurzenie w wodzie słodkiej, np. instalacje rzeczne, i elektrownie wodne.

Nr systemu wg ISO 12944-5	Zakres trwałości			System Teknos	Rodzaje farb
	L	M	H		
S8.01	●	●		K8f	EPZn(R)/EP
S8.06	●	●	●	K31c	EP
S8.07	●	●		K6c	CTE
S8.08	●	●	●	K6d	CTE

Jak widać z powyższej tabeli dla okresu trwałości H (powyżej 15 lat) możliwe do zastosowania są następujące systemy:

Nr systemu wg ISO 12944-5	Zakres trwałości			System Teknos	Rodzaje farb
	L	M	H		
<b>S8.06</b>	●	●	●	<b>K31c</b>	<b>EP</b>
S8.08	●	●	●	K6d	CTE

Oznaczenia:

EP – farby epoksydowe

CTE – farby epoksydowo – smołowe

**Zaleca się wykonanie powłoki antykorozyjnej z użyciem farby EP (epoksydowej).**



## 2. SYSTEM MALCHEM.

Środowisko korozyjne: Im1, Im2, Im3 wg PN-EN ISO 12944-5:2018

Trwałość zabezpieczenia antykorozyjnego „H” - Długa (15-25 lat)

Wytrzymałość na temperaturę: do 120C (w zanurzeniu do 60C)

System nieodporny na UV

Podłoże: STAL/OCYNK/BETON

Uwaga: w przypadku wody pitnej powłokę należy zatwierdzić u Inwestora.

Farba EPOXYKOR B posiada atest PZH do pośredniego kontaktu z żywnością.

Nazwa produktu	Zawartość cz. stałych (%)	Liczba warstw	Grubość warstwy (μm)	Wydajność teoretyczna (m <sup>2</sup> /L)	Wydajność teoretyczna (L/m <sup>2</sup> )
<b>Epoxykor B CZARNY</b> Farba epoksydowa modyfikowana o podwyższonej odporności na wodę	65	2	140	2.32	0.43
<b>Epoxykor B CZARNY</b> Farba epoksydowa modyfikowana o podwyższonej odporności na wodę	65	1	100	6.50	0.15
		3	380		

Rozwiązania powyższe należy traktować jako przykładowe (nie obligatoryjne). W trakcie robót remontowych należy zastosować rozwiązania ochrony powłokowej o parametrach nie gorszych niż podane. **Rozwiązanie ochrony powłokowej winny posiadać wszelkie atesty i badania oraz spełniać podstawowe założenia projektowe tj.: dla kategorii korozyjności Im1 (zanurzenie w wodzie słodkiej) dla wody pitnej oraz okresu trwałości „H” powyżej 15 lat. Pamiętać należy o zastosowaniu materiałów dopuszczonych do kontaktu z wodą pitną.**

Podstawowe wytyczne dotyczące remontu zbiornika wieży:

### 1. Przygotowanie powierzchni.

Usunąć z podłoża wszelkie zanieczyszczenia które mogą wpływać niekorzystnie na oczyszczanie powierzchni innymi metodami oraz na malowanie. Usunąć rozpuszczalne w wodzie sole stosując odpowiednie metody, patrz Norma ISO 12944, część 4. Powierzchnie należy oczyszczać zależnie od rodzaju materiału podłoża:

Powierzchnie stalowe: Usunąć zgorzelinę i rdzę przy pomocy obróbki strumieniowo-ściernej do uzyskania stopnia czystości Sa 2½ (ISO 8501-1). Zszorstkowanie powierzchni cienkiej blachy poprawia adhezję powłoki do podłoża.

Miejsce i czas czyszczenia należy wybrać tak, by przygotowana powierzchnia nie uległa zabrudzeniu lub zawilgoceniu przed kolejnymi operacjami (ISO 12944, część 4)

### 2. Grunt do czasowej ochrony.

Systemy powłokowe można nakładać na grunt do czasowej ochrony.



### 3. Nakładanie.

Przed użyciem wymieszać dokładnie farbę.

Farby nakładać do wymaganej grubości na suche, pozbawione pyłu podłoże. Dane techniczne przykładowych farb podane są w dalszej części opracowania oraz w kartach informacyjnych wyrobów. Podane w dokumentacji rozwiązania materiałowe należy traktować jako przykładowe. W trakcie prac remontowych można użyć innych materiałów dopuszczonych do stosowania w budownictwie o parametrach nie gorszych niż rozwiązania przedstawione w niniejszej dokumentacji.

### 4. Całkowita naprawa.

Powierzchnie o stopniu skorodowania Ri 4 lub Ri 5 powinny być całkowicie przemaalowane. Należy przygotować powierzchnię przez obróbkę strumieniowo-ścierną do uzyskania stopnia czystości Sa 2½ i nakładać powłoki od warstwy gruntu do emalii tak jak dla nowych wymalowań.

Uwaga: W trakcie prowadzenia robót remontowych:

- opróżnić zbiornik i wyłączyć z użytkowania wieżę ciśnień odłączając od niej zasilanie
- prace remontowe prowadzić przy bezwietrznej pogodzie



## II.2.5. ELEMENTY WYPOSAŻENIA ZBIORNIKA.

### II.2.5.1. WYPOSAŻENIE INTALACYJNE WRAZ Z UCHWYTAMI MOCUJACYMI ORUROWANIE.

Ze względu na fakt funkcjonowania obiektu i napełnienia zbiornika wodą brak było możliwości dokonania szczegółowych oględzin wnętrza zbiornika oraz jego wyposażenia. Na podstawie dokumentacji archiwalnej można stwierdzić, iż:

- W zbiorniku znajduje się rurociąg przelewowy, stalowy o średnicy 100 mm oraz górny fragment rurociągu doprowadzająco-odprowadzającego wodę
- możliwe, iż na rurociągach pojawiły się ślady korozji, stan techniczny wyposażenia instalacyjnego jest niezadowalający i należy je poddać remontowi, a w przypadku złego stanu technicznego wymienić w całości na nowe wg. opracowania branży instalacyjnej,
- orurowanie zamontowane jest do stalowej rury osłonowej przebiegającej w osi pionowej zbiornika za pomocą stalowych wsporników z oraz obejm z blach stalowych,

**Stan techniczny wyposażenia instalacyjnego określa się jako niezadowalający i należy poddać je kompleksowemu remontowi, a w przypadku stwierdzenia znacznych jego uszkodzeń należy je w całości wymenić na nowe wg opracowania branży instalacyjnej.**

W trakcie remontu obiektu należy:

1. Wykonać kompleksowy remont wyposażenia instalacyjnego wraz z elementami montażowymi w zbiorniku poprzez jego oczyszczenie metodą strumieniowo – cierną (piaskowanie) oraz nałożenie powłok ochronnych przy założeniu: **kategorii korozyjności Im1 (zanurzenie w wodzie słodkiej) dla wody pitnej oraz okresu trwałości „H” powyżej 15 lat. Pamiętać należy o zastosowaniu materiałów powłokowych dopuszczonych do kontaktu z wodą pitną.**
2. Oczyszczyć mechanicznie całość powierzchni stalowych wsporników. Zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe oczyszczenie spoin.
3. Po oczyszczeniu powierzchni poddać oględzinom wszystkie spoiny i wykonać ich odtworzenie bądź uzupełnienie. Dla spoin pachwinowych stosować grubość 0,7 grubości łączonych elementów.
4. Wykonać ochronę powłokową dla stalowych wsporników, stalowych obejm oraz spoin wg opisu w tekście powyżej.
5. W trakcie montażu nowego orurowania należy wykonać podkładki gumowe w obejmach stalowych i wymienić śruby mocujące.



## II.2.5.2. RURA OSŁONOWA WEWNĄTRZ ZBIORNIKA ORAZ DRABINKA STALOWA WRAZ Z UCHWYTAMI MOCUJACYMI.

Szczegółowe oględziny techniczne stalowej rury osłonowej oraz stalowej drabinki w osi pionowej zbiornika wieży wskazują na następujące fakty:

- w osi pionowej zbiornika wykonano stalową rurę osłonową o średnicy 92 cm, w której zamontowano stalową drabinę aż do szczytu zbiornika (fot. 114)
- w kadłubie wieży wykonano stalową drabinę jako komunikację pionową; drabinę wykonano jako spawaną:
  - elementy pionowe (pobocznicę) wykonano z płaskowników stalowych 5 x 50 mm
  - elementy poziome (stopnie) wykonano z kątowników L 40 x 40 x 4 mm
- wewnętrzna powierzchnia stalowej rury osłonowej posiada widoczne gołym okiem miejsca korozji elektrochemicznej zarówno powierzchni blach jak i spoin je łączących, dotyczy to obszarów, w których uszkodzeniu uległa zewnętrzna powłoka malarska (fot. 117)
- drabinka została zamontowana do płaszcza poprzez dospawane płaskowniki 5 x 50 mm w rozstawie co ok. 2.00 m; mocowanie jest stabilne i prawidłowe; oprócz niewielkich ognisk korozji elektrochemicznej drabinka oraz płaskowniki montażowe nie posiadają widocznych uszkodzeń o charakterze konstrukcyjnym
- prawdopodobna jest także korozja powierzchni zewnętrznej rury osłonowej (od strony zbiornika wypełnionego wodą) oraz korozja drabinki stalowej w zbiorniku

**Stan techniczny stalowej rury osłonowej oraz drabinki i płaskowników montażowych jest zadowalający.**

W trakcie remontu obiektu należy:

1. Oczyszczyć mechanicznie całość powierzchni rury osłonowej oraz drabinek stalowych wraz z elementami mocującymi np. poprzez zastosowanie obróbki strumieniowo - ścierniej. Zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe oczyszczenie śrub, blach, nakrętek, podkładek oraz spoin.
2. Po oczyszczeniu powierzchni zewnętrznej i wewnętrznej rury osłonowej poddać oględzinom wszystkie spoiny i wykonać ich odtworzenie bądź uzupełnienie. Dla spoin pachwinowych stosować grubość 0,7 grubości łączonych elementów.
3. Założona kategoria korozyjności rury osłonowej od wewnątrz kadłuba wg PN-EN ISO 12944-2:2018: **C2**, tj:
  - na zewnątrz budynków: atmosfera o małym zanieczyszczeniu, głównie obszary wiejskie
  - wewnątrz budynków: pomieszczenia nieogrzewane, w których jest możliwość wystąpienia kondensacji
4. Założona kategoria korozyjności rury osłonowej od strony zbiornika wg PN-EN ISO 12944-2:2018: **Im1**, tj: zanurzenie w wodzie słodkiej. **Pamiętać należy o zastosowaniu materiałów powłokowych dopuszczonych do kontaktu z wodą pitną.**
5. Założony okres ochrony (trwałości) wg PN-EN ISO 12944-1:2018: „H” tj.: **15 – 25 lat**
6. Powyżej podano przykładowe rozwiązania wykonania ochronnego systemu powłokowego.
7. Wyłaz stalowy na szczycie zbiornika oczyścić i wykonać jego zabezpieczenie powłokowe. Śruby wymienić na ocynkowane.
8. Lampę sygnalizacyjną na szczycie zbiornika wymienić.



### II.2.5.3. DRZWI WEJŚCIOWE DO ZBIORNIKA.

Do wnętrza zbiornika prowadzą stalowe drzwi fot. (118).

W trakcie remontu obiektu należy:

1. Oczyszczyć mechanicznie całość powierzchni elementów drzwi stalowych wraz z zawiasami, zamkiem i itd.. Zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe oczyszczenie spoin.
2. Po oczyszczeniu powierzchni poddać oględzinom wszystkie spoiny i wykonać ich odtworzenie bądź uzupełnienie. Dla spoin pachwinowych stosować grubość 0,7 grubości łączonych elementów.
3. Wykonać ochronę powłokową dla wszystkich elementów stalowych wchodzących w skład drabinki oraz spoin wg opisu w tekście powyżej.
4. Wymienić siatkę zabezpieczającą otwory wentylacyjne w drzwiach na nierdzewną.

### II.2.6. OGRODZENIE TERENU.

W trakcie remontu obiektu należy rozebrać istniejące, skorodowane ogrodzenie wraz z podbudową betonową i wykonać nowe ogrodzenie z typowych paneli o wymiarach 2,5 m x 1,5 m z posadowieniem słupków stalowych na wierconych słupkach betonowych o średnicy 25cm. Beton klasy B25 (C20/25), wodoszczelny W-10. Od strony południowej i wschodniej ze względu na różnicę poziomów terenu wykonać murki oporowe, żelbetowe, w których należy osadzić słupki stalowe ogrodzenia. Beton klasy B25 (C20/25), wodoszczelny W-10.



### II.3. WNIOSKI I ZALECENIA

Na podstawie przeprowadzonych oględzin technicznych przedmiotowej konstrukcji wieży ciśnień, wykonanych odkrywkach, pomiarach, a także po analizie statyczno – wytrzymałościowej, stwierdza się co następuje:

#### II.3.1. FUNDAMENT.

W celu określenia sposobu posadowienia wieży ciśnień wykonano odkrywkę fundamentu. Na fotografii nr 2 pokazano widok odkrywki. Na tej podstawie oraz po analizie dokumentacji archiwalnej stwierdzić można następujące fakty:

- posadowienie trzonu wieży zrealizowano jako bezpośrednie w postaci żelbetowej płyty fundamentowej o kolistym kształcie ze średnicą  $R_F = 8,00$  m i grubości 80 cm
- poziom posadowienia płyty fundamentowej wynosi ok. -2,30 m względem terenu przyległego
- z płyty fundamentowej wykształcony został walcowy postument jako żelbetowy pierścień o szerokości 70cm, w którym wbudowany jest stalowy pierścień kotwiczny zapewniający zakotwiczenie kadłuba wieży
- w wykonanej odkrywce stwierdzono występowanie izolacji przeciwwilgociowej zarówno na powierzchni poziomej płyty fundamentowej jak i powierzchni pionowej pierścienia żelbetowego z lepiku na gorąco (fot. 3)
- w wykonanej odkrywce nie stwierdzono obecności wód gruntowych
- na dno studzienki prowadzi drabinka stalowa kotwiona do płaszcza żelbetowego (fot. 115), drabinka posiada objawy korozji elektrochemicznej
- na dnie studzienki zbiera się woda z nieszczelnych przejść instalacji przez żelbetowy płaszcz (wody opadowe przenikają z gruntu poprzez nieszczelne przejścia instalacji)

Na podstawie wykonanej dokumentacji geotechnicznej wykonano w dalszej części opracowania obliczenia sprawdzające warunek nośności oraz osiadania fundamentu. Sprawdzone także warunek stateczności (warunek na obrót) dla całości konstrukcji wieży ciśnień. Poniżej w tabeli podano wyniki obliczeń statycznych.

**TABELA WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI [%]**

Przypadek nr 1 – maksymalna możliwa odchyłka wynosząca 15 cm

Przypadek nr 2 – maksymalna zmierzona odchyłka wynosząca 7,6 cm

Przypadek nr 3 – brak odchyłki

	Przypadek nr 1	Przypadek nr 2	Przypadek nr 3
Warunek nośności fundamentu i gruntu pod fundamentem	45,5	44,5	43,6
Warunek stateczności na obrót	72,0	69,8	68,1



Obliczone osiadanie kolistej płyty fundamentowej wynosi **0,72 cm** dla przypadków z mimośrodami i **0,71 cm** dla przypadku bez żadnej odchyłki. Należy podkreślić, iż ze względu na okres pracy wieży ciśnień (ponad 30 lat) doszło do konsolidacji gruntów pod fundamentem, tak więc podane powyżej osiadania już miały miejsce.

Jak widać z tabeli warunki nośności fundamentu i gruntu pod fundamentem, a także warunek stateczności na obrót są spełnione.

**Stan techniczny fundamentu wieży ciśnień określa się jako zadowalający.**

W trakcie remontu obiektu należy:

1. Odkopać wierzchnią warstwę cokołu żelbetowego o głębokości 100cm.
2. Oczyszczyć i osuszyć odkopaną powierzchnię cokołu.
3. Wykonać naprawę uszkodzeń powierzchni betonowego cokołu metodą PCC (Polymer Cement Concrete). Poniżej podano rozwiązania techniczne wykonania naprawy. Należy je traktować jako przykładowe, a nie obligatoryjne. Naprawę można dokonać stosując inne atestowane materiały w technologii PCC.
  - prace naprawcze rozpocząć od skucia luźnych, skorodowanych fragmentów betonu, usunięcia zniszczonych warstw wykładzin, tynków, izolacji i oczyszczenia powierzchni do „zdrowej”, nośnej warstwy,
  - jeżeli korozja dotarła do zbrojenia należy z niego usunąć beton aż do miejsc nieskorodowanych; pręty należy oczyścić z rdzy ręcznie lub mechanicznie do uzyskania jasnego, metalicznego wyglądu, a potem oczyścić sprężonym powietrzem,
  - na tak przygotowaną powierzchnię stali zbrojeniowej należy nałożyć mineralną powłokę antykorozyjną Ceresit CD 30; zaprawę antykorozyjną należy nałożyć najpóźniej 3 godziny po oczyszczeniu stali zbrojeniowej (podczas aplikacji stal może być wilgotna)
  - po wykonaniu zabezpieczenia stali zbrojeniowej, tuż przed przystąpieniem do uzupełniania ubytków betonu przygotowaną powierzchnię betonu należy zwilżyć wodą i doprowadzić do stanu matowo-wilgotnego; na tak przygotowane podłoże nakłada się kontaktową warstwę Ceresit CD 30,
  - reprofilacja cokołu: kolejne zaprawy systemu Ceresit PCC nakładać po wstępnym przeschnięciu warstwy kontaktowej, gdy zaprawa stanie się matowo-wilgotna, czyli w ciągu 30-60 minut. W zależności od głębokości ubytku do jego uzupełnienia należy zastosować jedną z zapraw Ceresit CD 25 lub Ceresit CD 26,
  - celu uzyskania gładkiej powierzchni np. pod farbę można ją wyrównać drobnoziarnistą szpachlówką Ceresit CD 24
  - by zachować fakturę betonu, a jednocześnie go zabezpieczyć przed czynnikami atmosferycznymi, wykonać na naprawionej powierzchni hydrofobizację za pomocą preparatu Ceresit CT 9 lub Ceresit CT 13. Przed aplikacją powłoki hydrofobowej należy odczekać kilka dni, aby naprawiona powierzchnia wyschła
  - w przypadku ekspozycji konstrukcji tylko na czynniki atmosferyczne, gdzie głównymi czynnikami zagrożeniowymi są korozja ługująca i karbonizacja, wystarczy zabezpieczenie powłoką dekoracyjno-ochronną z farby Ceresit CT 44 stosując wcześniej grunt Ceresit CT 17



4. Odpompować wodę ze studzienki wewnętrznej i osuszyć powierzchnię ścian i dna studzienki.
5. Wykonać naprawę uszkodzeń powierzchni betonu ścianek i dna studzienki metodą PCC (Polymer Cement Concrete) – jak powyżej.
6. Na odkopanej, wyremontowanej, podziemnej części cokołu wykonać izolację przeciwwodną z emulsji dwuskładnikowej z zabezpieczeniem geowłókniną.
7. Zasyp wokół cokołu wykonać z zagęszczanego piasku stabilizowanego cementem.
8. Wykonać obróbkę blacharską cokołu z blachy ocynkowanej.
9. Wykonać nową instalację odgromową.
10. ~~Wykonać opaskę wokół cokołu o szerokości 60cm ze spadkiem na zewnątrz. (opaskę wykonać z kostki betonowej o gr. 6cm.~~ *Teren przygotować do stanu pierwotnego poprzez splantowanie i obsianie mierzulą taw.*
11. Wykonać dodatkowe podpory betonowe wewnątrz studzienki z betonu wodoszczelnego W-10
12. Stalową drabinkę w studziencie oczyścić metodą strumieniowo – cierną i wykonać ochronę powłokową (kategoria korozyjności C2, okres ochrony (trwałości): H.
13. Przejścia instalacyjne przez żelbetowe ściany studzienki wykonać jako szczelne.
14. Teren wokół obiektu wyrównać, zwalcować i wykonać spadki na zewnątrz. Posiać trawę.

Uwaga: W trakcie prowadzenia robót remontowych:

- opróżnić zbiornik i wyłączyć z użytkowania wieżę ciśnień odłączając od niej zasilanie
- nie odkopywać i podkopywać fundamentu (poza potrzebną wysokość cokołu)
- prace remontowe prowadzić przy bezwietrznej pogodzie

mgr inż. Barbara Hłodzik  
Upi. bud. Nr 4/2001  
do projektowania i kierowania robotami  
budowlanymi bez ograniczeń w zakresie  
bud. instalacji i urządzeń sanitarnych  
wod., kan. gaz. C.O., went.



### II.3.2. KADŁUB (TRZON) WIEŻY.

Trzon wieży wykonano w formie stalowego walca składającego się z dwóch elementów łączonych po wysokości za pomocą stalowego kołnierza i stalowych śrub. Podstawowe dane techniczne trzonu wieży:

- wysokość kadłuba wieży:  $H_1 = 24,00$  m od poziomu terenu
- średnica trzonu wieży  $R_T = 2,20$  m
- grubość blachy kadłuba:  $B_2 = 20$  mm
- kadłub składający się z dwóch walcowych części mocowany po wysokości za pomocą stalowego kołnierza i stalowych śrub
- pierścień kotwiczny jako spawana podstawa z tulejami na śruby kotwiczne,
- śruby kotwiczne o średnicy M42, 24 szt
- kołnierz na szczycie kadłuba o wysokości  $H_K = 0,75$  m z czterema otworami wentylacyjnymi oraz z blachami wewnętrznymi (fot. 72)

W celu dokładnego określenia uszkodzeń płaszcza trzonu wykonano szereg fotografii z użyciem drona oraz opracowano model 3D. Model 3D oraz dokumentacja zdjęciowa będzie załącznikiem do niniejszej dokumentacji. Na modelu można dokładnie zbliżyć i obejrzeć każde miejsce powierzchni zewnętrznej zarówno płaszcza jak i samego zbiornika. Link do podglądu modelu jest następujący: <https://sketchfab.com/3d-models/wieza-cisnien-eddfad7661ba4ea785c4a619946b8406>.

Dokonano geodezyjnego pomiaru odchyłań kadłuba od pionu w dwóch płaszczyznach (równoleżnikowej i południkowej). W dalszej części opracowania w załączeniu podano wyniki pomiarów.

Szczegółowe oględziny techniczne powierzchni zewnętrznej kadłuba stalowego oraz wykonane pomiary geodezyjne wskazują na następujące fakty:

- nie zaobserwowano widocznych uszkodzeń stalowej powierzchni kadłuba wieży o charakterze konstrukcyjnym takich jak pęknięcia czy też odkształcenia powierzchni blachy kadłuba,
- wyniki pomiarów geodezyjnych przedstawiono poniżej w tabeli; podkreślić należy, iż pomiary wykonywane były w trakcie wietrznych warunków pogodowych, stąd widoczne są w tabeli pt.: „Odchylenie maksymalne” wartości pokazujące pracę kadłuba wieży na skutek oddziaływania obciążenia wiatrem

#### **ODCHYLENIE ŚREDNIE:**

lp	Miejsce pomiaru	Odchylenie w płaszczyźnie W – E (cm)	Odchylenie w płaszczyźnie N – S (cm)
1	Dół kadłuba	0,0	0,0
2	Środek kadłuba	0,2 w kierunku W	2,8 (w kierunku N)
3	Góra kadłuba	0,2 w kierunku W	3,4 ( w kierunku N)



**ODCHYLENIE MAKSYMALNE:**

lp	Miejsce pomiaru	Odchylenie w płaszczyźnie W – E (cm)	Odchylenie w płaszczyźnie N – S (cm)
1	Dół kadłuba	0,0	0,0
2	Środek kadłuba	1,2 w kierunku W 0,8 w kierunku E	6,8 (w kierunku N) 1,2 (w kierunku S)
3	Góra kadłuba	2,2 w kierunku W 1,6 w kierunku E	7,6 ( w kierunku N) 1,8 ( w kierunku S)

W dalszej części opracowania obliczenia sprawdzające warunek nośności kadłuba wieży. Poniżej w tabeli podano wyniki obliczeń statycznych.

**TABELA WYKORZYSTANIA NOŚNOŚCI [%]**

Przypadek nr 1 – maksymalna możliwa odchyłka wynosząca 15 cm

Przypadek nr 2 – maksymalna zmierzona odchyłka wynosząca 7,6 cm

Przypadek nr 3 – brak odchyłki

	Przypadek nr 1	Przypadek nr 2	Przypadek nr 3
Nośność przekroju na ściskanie	39,1	39,1	39,1
Nośność przekroju na zginanie	88,4	87,1	85,7
Nośność (stateczność) pręta ściskanego i zginanego	<b>90,9</b>	<b>89,6</b>	<b>88,2</b>

Jak widać z tabeli warunki nośności stalowego kadłuba wieży jest spełniony.

Pozostałe wnioski wynikające z oględzin technicznych powierzchni zewnętrznej oraz wewnętrznej kadłuba stalowego wieży ciśnień są następujące:

- zewnętrzna powierzchnia stalowego kadłuba posiada widoczne gołym okiem miejsca korozji elektrochemicznej zarówno powierzchni blach jak i spoin je łączących, dotyczy to obszarów, w których uszkodzeniu uległa zewnętrzna powłoka malarska; na fotografiach nr 7 – 65 pokazano obszary korozji dla całej powierzchni zewnętrznej kadłuba; dodatkowo można szczegółowo obejrzeć uszkodzenia w modelu 3D (<https://sketchfab.com/3d-models/wieza-cisnien-eddfad7661ba4ea785c4a619946b8406>)
- korozja elektrochemiczna dotyczy także pierścienia kotwicznego, połączenia dwóch elementów kadłuba w połowie wysokości oraz połączenia kadłuba z kołnierzem na górze kadłuba
- w kołnierzu kadłuba wykonano cztery owalne otwory wentylacyjne, które zabezpieczono siatką (fot. 66), siatka jest skorodowana
- zaobserwowano niezabezpieczone przeciw korozyjnie niewielkie otwory w kadłubie po przewiertach na przeprowadzenie okablowania (fot. 67)



- najsilniejsze objawy korozji elektrochemicznej dotyczą śrub fundamentowych, nakrętek i podkładek stalowych (fot. 68 – 71)
- instalacja odgromowa kadłuba wieży została wykonana jako uziom kadłuba stalowego w jego dolnej strefie przy pierścieniu kotwicznym (fot. 6)

Szczegółowe oględziny techniczne powierzchni wewnętrznej kadłuba stalowego wskazują na następujące fakty:

- wewnętrzna powierzchnia stalowego kadłuba posiada widoczne gołym okiem miejsca korozji elektrochemicznej zarówno powierzchni blach jak i spoin je łączących, dotyczy to obszarów, w których uszkodzeniu uległa zewnętrzna powłoka malarska; na fotografiach nr 73 – 92 pokazano obszary korozji dla powierzchni wewnętrznej kadłuba
- najsilniejsze objawy korozji elektrochemicznej dotyczą śrub oraz blach łączących poszczególne elementy kadłuba, nakrętek i podkładek stalowych

**Stan techniczny stalowego kadłuba wieży ciśnieni ze względu na spełnienie warunków nośności określa się jako zadowalający.**

W trakcie remontu obiektu należy:

1. Oczyszczyć mechanicznie całość powierzchni kadłuba wieży od zewnątrz i od wewnątrz (po zdemontowaniu wyposażenia instalacyjnego i pomostów roboczych) np. poprzez zastosowanie obróbki strumieniowo - ścierniej. Zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe oczyszczenie śrub, blach, nakrętek, podkładek oraz spoin.
2. Po oczyszczeniu powierzchni zewnętrznej i wewnętrznej poddać oględzinom wszystkie spoiny i wykonać ich odtworzenie bądź uzupełnienie. Dla spoin pachwinowych stosować grubość 0,7 grubości łączonych elementów.
3. Największe, pomierzone geodezyjnie odchylenie na górze trzonu wieży wynosi 7,6 cm w kierunku N, tak więc jest mniejsze od maksymalnej, dopuszczalnej wartości wynoszącej 15cm (wartość podana wg dokumentu pt.: „Instrukcja obsługi i remontów do wieży ciśnieni”). Biorąc jednak pod uwagę blisko 30 – letni okres eksploatacji wieży bez wykonywania jej remontów zaleca się wykonanie jej rektyfikacji przy opróżnionym zbiorniku i bezwietrznej pogodzie. Po wykonaniu rektyfikacji wieży należy zamontować nowy pion oraz na dolnym pomoście zamontować w sposób trwały płytkę z kołem o średnicy Ø 300mm.
4. Wymienić wszystkie śruby, nakrętki oraz podkładki służące do montażu poszczególnych części trzonu wieży w środku wysokości oraz na górnym kołnierzu na szczycie trzonu. Śruby wymieniać po oczyszczeniu i przemalowaniu blach mocujących. Śruby wymieniać pojedynczo. Śruby ocynkowane klasy 8,8. Średnica śrub: M20, ilość: 24 szt. na każdym łączeniu (2 łączenia: w środku wysokości trzonu oraz na górnym kołnierzu).
5. Otwory wentylacyjne na górze trzonu zabezpieczyć siatką ocynkowaną. Niewielkie otwory po montażu oprzyrządowania zaspawać lub zانيتować.
6. Wykonać nową instalację odgromową z masztem i uziomem wg opracowania branży elektrycznej.



7. Założona kategoria korozyjności wg PN-EN ISO 12944-2:2018: **C2**, tj:
  - na zewnątrz budynków: atmosfera o małym zanieczyszczeniu, głównie obszary wiejskie
  - wewnątrz budynków: pomieszczenia nieogrzewane, w których jest możliwość wystąpienia kondensacji
8. Założony okres ochrony (trwałości) wg PN-EN ISO 12944-1:2018: „H” tj.: **15 – 25 lat**
9. Wykonać kompleksową ochronę powłokową dla podanych powyżej założeń tj. kategorii korozyjności C2 oraz okresu trwałości „H” powyżej 15 lat. Powyżej w tekście podano przykładowe rozwiązania wykonania ochronnego systemu powłokowego. Rozwiązania te należy traktować jako przykładowe (nie obligatoryjne). W trakcie robót remontowych należy zastosować rozwiązania ochrony powłokowej o parametrach nie gorszych niż podane. **Rozwiązanie ochrony powłokowej winny posiadać wszelkie atesty i badania oraz spełniać podstawowe założenia projektowe tj.: dla kategorii korozyjności C2 oraz okresu trwałości „H” powyżej 15 lat.**

Podstawowe wytyczne dotyczące remontu kadłuba wieży:

1. Przygotowanie powierzchni.
 

Usunąć z podłoża wszelkie zanieczyszczenia które mogą wpływać niekorzystnie na oczyszczanie powierzchni innymi metodami oraz na malowanie. Usunąć rozpuszczalne w wodzie sole stosując odpowiednie metody, patrz Norma ISO 12944, część 4. Powierzchnie należy oczyszczać zależnie od rodzaju materiału podłoża:

Powierzchnie stalowe: Usunąć zgorzelinę i rdzę przy pomocy obróbki strumieniowo-ścierniej do uzyskania stopnia czystości Sa 2½ (ISO 8501-1). Zszorstkowanie powierzchni cienkiej blachy poprawia adhezję powłoki do podłoża.

Miejsce i czas czyszczenia należy wybrać tak, by przygotowana powierzchnia nie uległa zabrudzeniu lub zawilgoceniu przed kolejnymi operacjami (ISO 12944, część 4)
2. Grunt do czasowej ochrony.
 

Systemy powłokowe można nakładać na grunt do czasowej ochrony.
3. Nakładanie.
 

Przed użyciem wymieszać dokładnie farbę.

Farby nakładać do wymaganej grubości na suche, pozbawione pyłu podłoże. Dane techniczne przykładowych farb podane są w dalszej części opracowania oraz w kartach informacyjnych wyrobów. Podane w dokumentacji rozwiązania materiałowe należy traktować jako przykładowe. W trakcie prac remontowych można użyć innych materiałów dopuszczonych do stosowania w budownictwie o parametrach nie gorszych niż rozwiązania przedstawione w niniejszej dokumentacji.
4. Całkowita naprawa.
 

Powierzchnie o stopniu skorodowania Ri 4 lub Ri 5 powinny być całkowicie przemalowane. Należy przygotować powierzchnię przez obróbkę strumieniowo-ścierną do uzyskania stopnia czystości Sa 2½ i nakładać powłoki od warstwy gruntu do emalii tak jak dla nowych wymalowań.



Uwaga: W trakcie prowadzenia robót remontowych:

- opróżnić zbiornik i wyłączyć z użytkowania wieżę ciśnień odłączając od niej zasilanie
- prace remontowe prowadzić przy bezwietrznej pogodzie

### II.3.3. ELEMENTY WYPOSAŻENIA WIEŻY.

#### II.3.3.1. POMOSTY ROBOCZE.

W kadłubie wieży zamontowano trzy pomosty robocze: na poziomie wejścia, w środku wysokości i na górze. Szczegółowe oględziny techniczne podestów wskazują na następujące fakty:

- zasadniczą konstrukcję nośną pomostów stanowi stalowy, spawany ruszt z kątowników L50x50x5, wspary na ośmiu wspornikach stalowych spawanych do blachy płaszcza trzonu
- pokrycie pomostu z kraty typu wema
- zarówno pokrycie pomostów jak i sama konstrukcja z rusztu stalowego są silnie skorodowane, największe uszkodzenia dotyczą pomostu wejściowego do kadłuba, który jest całkowicie skorodowany i znajduje się w złym stanie technicznym (grozi awarią budowlaną), na fotografiach nr 93 - 95 - pokazano widok uszkodzonych pomostów
- same wsporniki stalowe spawane do kadłuba pomimo widocznej korozji powierzchniowej nadają się do oczyszczenia, zabezpieczenia i powtórnego wykorzystania jako elementy wsparcze pod nowe pomosty robocze (fot. 96)

**Stan techniczny podestów roboczych określa się jako zły, tj. grożący awarią bądź katastrofą budowlaną.**

W trakcie remontu obiektu należy:

1. Rozebrać istniejące pomosty (zarówno pokrycie jak i konstrukcję). Można pozostawić istniejące wsporniki stalowe spawane do płaszcza.
2. Oczyszczyć mechanicznie ogniska korozji w miejscach montażu wsporników stalowych. Zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe oczyszczenie spoin.
3. Po oczyszczeniu powierzchni poddać oględzinom wszystkie spoiny i wykonać ich odtworzenie bądź uzupełnienie. Dla spoin pachwinowych stosować grubość 0,7 grubości łączonych elementów.
4. Wykonać ochronę powłokową dla stalowych wsporników oraz spoin wg opisu w tekście powyżej.
5. Wykonać nowe pomosty robocze z pokryciem z kraty pomostowej i z matą gumową. Stal nierdzewna.
6. W pomostach wykonać otwierane klapy na przejścia przy drabinie. W pomostach wykonać potrzebne otwory na orurowanie.
7. W pomoście roboczym wejściowym zamontować płytkę z kołem o średnicy Ø300 mm. Wycentrować geodezyjnie środek koła. Koło ma służyć do obserwacji wychylenia wieży z pionu, które nie może przekroczyć wartości 15 cm.



**II.3.3.2. WYPOSAŻENIE INTALACYJNE WRAZ Z UCHWYTAMI MOCUJACYMI ORUROWANIE.**

Szczegółowe oględziny techniczne wyposażenia instalacyjnego wskazują na następujące fakty:

- w zbiorniku znajdują się rurociągi doprowadzająco-odprowadzający wodę i spustowo-przelewowy, stalowe o średnicy 100 i 150 mm, ocieplone miejscowo wełną mineralną owiniętą folią
- rurociąg spustowy wyposażony jest przed połączeniem z rurociągiem przelewowym zasuwą
- zasuwy na rurociągu doprowadzająco-odprowadzającym wodę znajdują się poza zbiornikiem, w studzience betonowej
- na rurociągach widoczne są ślady korozji, ocieplenie uszkodzone, niepełne; stan techniczny wyposażenia instalacyjnego jest niezadowalający i należy je w całości wymienić na nowe wg. opracowania branży instalacyjnej,
- orurowanie zamontowane jest do wieży za pomocą stalowych wsporników z kątowników L 40 x 40 x 4 mm oraz obejm z blach stalowych, mocowanie jest stabilne (punkty montażu składają się z przestrzennego układu dwóch bądź trzech elementów kątowych) i oprócz niewielkich ognisk korozji elektrochemicznej nie posiadają widocznych uszkodzeń o charakterze konstrukcyjnym; brak w obejmach podkładek gumowych, na fotografiach nr 97 i 98 pokazano widok wyposażenia i uchwytów mocujących

**Stan techniczny wyposażenia instalacyjnego określa się jako niedostateczny i należy je w całości wymienić na nowe wg opracowania branży instalacyjnej. Stan techniczny stalowych wsporników wraz z obejmami jest zadowalający.**

W trakcie remontu obiektu należy:

1. Zdemontować istniejące wyposażenie instalacyjne w całości.
2. Oczyszczyć mechanicznie całość powierzchni stalowych wsporników. Zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe oczyszczenie spoin.
3. Po oczyszczeniu powierzchni poddać oględzinom wszystkie spoiny i wykonać ich odtworzenie bądź uzupełnienie. Dla spoin pachwinowych stosować grubość 0,7 grubości łączonych elementów.
4. Wykonać ochronę powłokową dla stalowych wsporników, stalowych obejm oraz spoin wg opisu w tekście powyżej.
5. W trakcie montażu nowego orurowania należy wykonać podkładki gumowe w obejmach stalowych i wymienić śruby mocujące.
6. Rozważyć wykonanie instalacji elektrycznej pod oświetlenie wewnątrz kadłuba wieży.



**II.3.3.3. DRABINKA STALOWA WRAZ Z UCHWYTAMI MOCUJACYMI.**

Szczegółowe oględziny techniczne stalowej drabinki w kadłubie wieży wskazują na następujące fakty:

- w kadłubie wieży wykonano stalową drabinkę jako komunikację pionową pomiędzy podestami roboczymi; drabinkę wykonano jako spawaną:
  - elementy pionowe (pobocznicę) wykonano z płaskowników stalowych 5 x 50 mm
  - elementy poziome (stopnie) wykonano z kątowników L 40 x 40 x 4 mm
  - kosz antyspadowy wykonano z płaskowników stalowych
- drabinka została zamontowana do płaszcza poprzez dospawane płaskowniki 5 x 50 mm w rozstawie co ok. 2.00 m; mocowanie jest stabilne i prawidłowe; oprócz niewielkich ognisk korozji elektrochemicznej drabinka oraz płaskowniki montażowe nie posiadają widocznych uszkodzeń o charakterze konstrukcyjnym (fot. 99,100)

**Stan techniczny stalowej drabinki oraz płaskowników montażowych jest zadowalający.**

W trakcie remontu obiektu należy:

1. Oczyszczyć mechanicznie całość powierzchni elementów drabinki stalowej wraz ze stalowymi wspornikami oraz elementami koszy antyspadowych. Zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe oczyszczenie spoin.
2. Po oczyszczeniu powierzchni poddać oględzinom wszystkie spoiny i wykonać ich odtworzenie bądź uzupełnienie. Dla spoin pachwinowych stosować grubość 0,7 grubości łączonych elementów.
3. Wykonać ochronę powłokową dla wszystkich elementów stalowych wchodzących w skład drabinki oraz spoin wg opisu w tekście powyżej.

**II.3.3.4. PION ORAZ KOŁO CENTRUJĄCE.**

Szczegółowe oględziny techniczne pionu oraz koła centrującego wskazują na następujące fakty:

- w kadłubie wieży zamontowano pion
- płytką centrującą jest zamocowana do całkowicie skorodowanego dolnego podestu (fot. 101), jej umiejscowienie może nie być centryczne w stosunku do kadłuba wieży

**Stan techniczny pionu oraz koła centrującego jest niezadowalający.**

W trakcie remontu obiektu należy:

- po wykonaniu rektyfikacji wieży należy zamontować nowy pion oraz na dolnym pomoście zamontować w sposób trwały płytkę z kołem o średnicy Ø 300mm, płytkę centrującą zamontować dokładnie w środku przekroju kolistego kadłuba wieży pod nadzorem geodezyjnym, stal nierdzewna



**II.3.3.5. DRZWI WEJŚCIOWE DO KADŁUBA.**

Do wnętrza kadłuba prowadzą stalowe drzwi fot. (113).

W trakcie remontu obiektu należy:

1. Oczyszczyć mechanicznie całość powierzchni elementów drzwi stalowych wraz z zawiasami, zamkiem i itd.. Zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe oczyszczenie spoin.
2. Po oczyszczeniu powierzchni poddać oględzinom wszystkie spoiny i wykonać ich odtworzenie bądź uzupełnienie. Dla spoin pachwinowych stosować grubość 0,7 grubości łączonych elementów.
3. Wykonać ochronę powłokową dla wszystkich elementów stalowych wchodzących w skład drabinki oraz spoin wg opisu w tekście powyżej.



### II.3.4. ZBIORNIK.

Obiekt został wykonany wg węgierskiego projektu (typ AK 200-24), na podstawie którego wykonano stalowy zbiornik sferyczny (u dołu stożkowy). Podstawowe dane techniczne zbiornika:

- pojemność użyteczna zbiornika  $200 \text{ m}^3$ ,
- maksymalny poziom wody w zbiorniku:  $H_{\max} = 30,514 \text{ m}$
- zbiornik sferyczny (u dołu stożkowy) o promieniu  $R_z = 3,734 \text{ m}$
- grubość warstwy izolacji  $45 \text{ mm}$  (wg dokumentacji archiwalnej)
- izolacja termiczna obłożona blachą elewacyjną aluminiową, arkusze blachy elewacyjnej łączone między sobą za pomocą łączników stalowych
- w zbiorniku mieści się drabinka w rurze ochronnej o średnicy  $\varnothing = 920 \text{ mm}$ , drabinka kończy się wyłazem na szczycie zbiornika

Szczegółowe oględziny techniczne zbiornika wskazują na następujące fakty:

- ze względu na fakt eksploatacji zbiornika w okresie wykonywania ekspertyzy, a co za tym idzie wypełnienie zbiornika wodą, nie było możliwe wykonanie szczegółowych oględzin powierzchni stalowego zbiornika od wewnątrz, wykonano jedynie oględziny fragmentu powierzchni blachy przez drzwi wejściowe do zbiornika (fot. 116); widoczne są ślady korozji elektrochemicznej zwłaszcza na spoinach łączących poszczególne arkusze blachy zbiornika
- zewnętrzna powierzchnia stalowego zbiornika została obłożona arkuszami aluminiowej blachy elewacyjnej stanowiącej warstwę osłonową izolacji termicznej zbiornika; poszczególne arkusze blachy łączone są pomiędzy sobą za pomocą stalowych łączników
- blacha zewnętrzna posiada widoczne gołym okiem miejsca uszkodzeń w postaci zniekształceń jej powierzchni
- stwierdzono liczne braki łączników na połączeniach poszczególnych arkuszy blach; na fotografiach nr 102 – 110 pokazano przykładowe uszkodzenia elewacji z blachy aluminiowej; dodatkowo można szczegółowo obejrzeć uszkodzenia w modelu 3D (<https://sketchfab.com/3d-models/wieza-cisnien-eddfad7661ba4ea785c4a619946b8406>)
- powstałe nieszczelności w płaszczu zewnętrznym na połączeniu poszczególnych arkuszy oraz w miejscach braku łączników mogą być przyczyną penetracji wód opadowych pod płaszcz zewnętrzny do warstwy izolacji termicznej oraz do powierzchni zasadniczego zbiornika stalowego, co może być przyczyną korozji elektrochemicznej blachy płaszcza,
- w zbiorniku mieści się drabinka w rurze ochronnej o średnicy  $\varnothing = 920 \text{ mm}$  (fot. 111), drabinka kończy się wyłazem na szczycie zbiornika (fot. 112), na szczycie znajduje się lampa sygnalizacyjna

**Stan techniczny zasadniczego, stalowego zbiornika wieży ciśnień określa się jako zadowalający, natomiast stan techniczny okładziny z blachy aluminiowej oraz izolacji termicznej ze względu na jego odkształcenia, nieszczelności oraz ubytki łączników jest niedostateczny.**



W trakcie remontu obiektu należy:

1. Rozebrać okładzinę z blachy aluminiowej na zbiorniku wraz z izolacją termiczną.
2. Oczyszczyć mechanicznie całość powierzchni zbiornika od zewnątrz i od wewnątrz (po zdemontowaniu izolacji termicznej i płaszcza z blachy aluminiowej) np. poprzez zastosowanie obróbki strumieniowo - ścierniej. Zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe oczyszczenie elementów wylazu górnego (śrub, blach, nakrętek, podkładek) oraz spoin.
3. Po oczyszczeniu powierzchni zewnętrznej i wewnętrznej poddać oględzinom wszystkie spoiny i wykonać ich odtworzenie bądź uzupełnienie. Dla spoin pachwinowych stosować grubość 0,7 grubości łączonych elementów.
4. Założona kategoria korozyjności dla zewnętrznej powierzchni zbiornika wg PN-EN ISO 12944-2:2018: **C2**, tj:
  - na zewnątrz budynków: atmosfera o małym zanieczyszczeniu, głównie obszary wiejskie
5. Założona kategoria korozyjności dla wewnętrznej powierzchni zbiornika wg PN-EN ISO 12944-2:2018: **Im1**, tj: zanurzenie w wodzie słodkiej. **Pamiętać należy o zastosowaniu materiałów powłokowych dopuszczonych do kontaktu z wodą pitną.**
6. Założony okres ochrony (trwałości) wg PN-EN ISO 12944-1:2018: „H” tj.: **15 – 25 lat**
7. Wykonać kompleksową ochronę powłokową dla podanych powyżej założeń tj. kategorii korozyjności C2 (dla powierzchni zewnętrznej zbiornika) oraz kategorii korozyjności Im1 (dla wewnętrznej powierzchni zbiornika) oraz okresu trwałości „H” powyżej 15 lat. Poniżej podano przykładowe rozwiązanie wykonania nowej izolacji termicznej zbiornika oraz ochronnego systemu powłokowego:
  - po rozebraniu okładziny z blachy aluminiowej i izolacji termicznej, po oczyszczeniu powierzchni zewnętrznej blachy zbiornika oraz naprawie spoin należy wykonać nową warstwę izolacji termicznej
  - izolację wykonać natryskowo systemem zamkniętokomórkowej pianki poliuretanowej
  - izolację nakładać bezpośrednio na oczyszczoną i odtłuszczoną powierzchnię zbiornika stalowego (bez jego malowania)
  - izolację nakładać warstwami max. co 2 cm
  - grubość izolacji 6cm
  - zewnętrzną ochronę izolacji przed czynnikami zewnętrznymi (zwłaszcza promieniowaniem UV) wykonać jako powłokową przy założeniach jak powyżej oraz stosując materiały jak dla ochrony płaszcza stalowego
8. Założona kategoria korozyjności od wewnątrz zbiornika wg PN-EN ISO 12944-2:2018: **Im1**, tj: zanurzenie w wodzie słodkiej, **a dodatkowo pitnej.**
9. Założony okres ochrony (trwałości) wg PN-EN ISO 12944-1:2018: „H” tj.: **15 – 25 lat**
10. Wykonać kompleksową ochronę powłokową dla podanych powyżej założeń tj. kategorii korozyjności Im1 oraz okresu trwałości „H” powyżej 15 lat. Powyżej w tekście podano przykładowe rozwiązanie wykonania ochronnego systemu powłokowego.



Rozwiązania powyższe należy traktować jako przykładowe (nie obligatoryjne). W trakcie robót remontowych należy zastosować rozwiązania ochrony powłokowej o parametrach nie gorszych niż podane. **Rozwiązanie ochrony powłokowej winny posiadać wszelkie atesty i badania oraz spełniać podstawowe założenia projektowe tj.: dla kategorii korozyjności Im1 (zanurzenie w wodzie słodkiej) dla wody pitnej oraz okresu trwałości „H” powyżej 15 lat. Pamiętać należy o zastosowaniu materiałów dopuszczonych do kontaktu z wodą pitną.**

Podstawowe wytyczne dotyczące remontu zbiornika wieży:

1. Przygotowanie powierzchni.

Usunąć z podłoża wszelkie zanieczyszczenia które mogą wpływać niekorzystnie na oczyszczanie powierzchni innymi metodami oraz na malowanie. Usunąć rozpuszczalne w wodzie sole stosując odpowiednie metody, patrz Norma ISO 12944, część 4. Powierzchnie należy oczyszczać zależnie od rodzaju materiału podłoża:

Powierzchnie stalowe: Usunąć zgorzelinę i rdzę przy pomocy obróbki strumieniowo-ścierniej do uzyskania stopnia czystości Sa 2½ (ISO 8501-1). Zszorstkowanie powierzchni cienkiej blachy poprawia adhezję powłoki do podłoża.

Miejsce i czas czyszczenia należy wybrać tak, by przygotowana powierzchnia nie uległa zabrudzeniu lub zawilgoceniu przed kolejnymi operacjami (ISO 12944, część 4)

2. Grunt do czasowej ochrony.

Systemy powłokowe można nakładać na grunt do czasowej ochrony.

3. Nakładanie.

Przed użyciem wymieszać dokładnie farbę.

Farby nakładać do wymaganej grubości na suche, pozbawione pyłu podłoże. Dane techniczne przykładowych farb podane są w dalszej części opracowania oraz w kartach informacyjnych wyrobów. Podane w dokumentacji rozwiązania materiałowe należy traktować jako przykładowe. W trakcie prac remontowych można użyć innych materiałów dopuszczonych do stosowania w budownictwie o parametrach nie gorszych niż rozwiązania przedstawione w niniejszej dokumentacji.

4. Całkowita naprawa.

Powierzchnie o stopniu skorodowania Ri 4 lub Ri 5 powinny być całkowicie przemalowane. Należy przygotować powierzchnię przez obróbkę strumieniowo-ścierną do uzyskania stopnia czystości Sa 2½ i nakładać powłoki od warstwy gruntu do emalii tak jak dla nowych wymalowań.

Uwaga: W trakcie prowadzenia robót remontowych:

- opróżnić zbiornik i wyłączyć z użytkowania wieżę ciśnień odłączając od niej zasilanie
- prace remontowe prowadzić przy bezwietrznej pogodzie



## II.3.5. ELEMENTY WYPOSAŻENIA ZBIORNIKA.

### II.3.5.1. WYPOSAŻENIE INTALACYJNE WRAZ Z UCHWYTAMI MOCUJACYMI ORUROWANIE.

Ze względu na fakt funkcjonowania obiektu i napełnienia zbiornika wodą brak było możliwości dokonania szczegółowych oględzin wnętrza zbiornika oraz jego wyposażenia. Na podstawie dokumentacji archiwalnej można stwierdzić, iż:

- W zbiorniku znajduje się rurociąg przelewowy, stalowy o średnicy 100 mm oraz górny fragment rurociągu doprowadzająco-odprowadzającego wodę
- możliwe, iż na rurociągach pojawiły się ślady korozji, stan techniczny wyposażenia instalacyjnego jest niezadowalający i należy je poddać remontowi, a w przypadku złego stanu technicznego wymienić w całości na nowe wg. opracowania branży instalacyjnej,
- orurowanie zamontowane jest do stalowej rury osłonowej przebiegającej w osi pionowej zbiornika za pomocą stalowych wsporników z oraz obejm z blach stalowych,

**Stan techniczny wyposażenia instalacyjnego określa się jako niezadowalający i należy poddać je kompleksowemu remontowi, a w przypadku stwierdzenia znacznych jego uszkodzeń należy je w całości wymenić na nowe wg opracowania branży instalacyjnej.**

W trakcie remontu obiektu należy:

1. Wykonać kompleksowy remont wyposażenia instalacyjnego wraz z elementami montażowymi w zbiorniku poprzez jego oczyszczenie metodą strumieniowo – cierną (piaskowanie) oraz nałożenie powłok ochronnych przy założeniu: **kategorii korozyjności Im1 (zanurzenie w wodzie słodkiej) dla wody pitnej oraz okresu trwałości „H” powyżej 15 lat. Pamiętać należy o zastosowaniu materiałów powłokowych dopuszczonych do kontaktu z wodą pitną.**
2. Oczyszczyć mechanicznie całość powierzchni stalowych wsporników. Zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe oczyszczenie spoin.
3. Po oczyszczeniu powierzchni poddać oględzinom wszystkie spoiny i wykonać ich odtworzenie bądź uzupełnienie. Dla spoin pachwinowych stosować grubość 0,7 grubości łączonych elementów.
4. Wykonać ochronę powłokową dla stalowych wsporników, stalowych obejm oraz spoin wg opisu w tekście powyżej.
5. W trakcie montażu nowego orurowania należy wykonać podkładki gumowe w obejmach stalowych i wymienić śruby mocujące.



### II.3.5.2. RURA OSŁONOWA WEWNĄTRZ ZBIORNIKA ORAZ DRABINKA STALOWA WRAZ Z UCHWYTAMI MOCUJACYMI.

Szczegółowe oględziny techniczne stalowej rury osłonowej oraz stalowej drabinki w osi pionowej zbiornika wieży wskazują na następujące fakty:

- w osi pionowej zbiornika wykonano stalową rurę osłonową o średnicy 92 cm, w której zamontowano stalową drabinkę aż do szczytu zbiornika (fot. 114)
- w kadłubie wieży wykonano stalową drabinkę jako komunikację pionową; drabinkę wykonano jako spawaną:
  - elementy pionowe (pobocznice) wykonano z płaskowników stalowych 5 x 50 mm
  - elementy poziome (stopnie) wykonano z kątowników L 40 x 40 x 4 mm
- wewnętrzna powierzchnia stalowego kadłuba posiada widoczne gołym okiem miejsca korozji elektrochemicznej zarówno powierzchni blach jak i spoin je łączących, dotyczy to obszarów, w których uszkodzeniu uległa zewnętrzna powłoka malarska
- drabinka została zamontowana do płaszcza poprzez dospawane płaskowniki 5 x 50 mm w rozstawie co ok. 2.00 m; mocowanie jest stabilne i prawidłowe; oprócz niewielkich ognisk korozji elektrochemicznej drabinka oraz płaskowniki montażowe nie posiadają widocznych uszkodzeń o charakterze konstrukcyjnym
- prawdopodobna jest także korozja powierzchni zewnętrznej rury osłonowej (od strony zbiornika wypełnionego wodą) oraz korozja drabinki stalowej w zbiorniku

#### **Stan techniczny stalowej rury osłonowej oraz drabinki i płaskowników montażowych jest zadowalający.**

W trakcie remontu obiektu należy:

1. Oczyszczyć mechanicznie całość powierzchni rury osłonowej oraz drabinek stalowych wraz z elementami mocującymi np. poprzez zastosowanie obróbki strumieniowo - ścierniej. Zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe oczyszczenie śrub, blach, nakrętek, podkładek oraz spoin.
2. Po oczyszczeniu powierzchni zewnętrznej i wewnętrznej rury osłonowej poddać oględzinom wszystkie spoiny i wykonać ich odtworzenie bądź uzupełnienie. Dla spoin pachwinowych stosować grubość 0,7 grubości łączonych elementów.
3. Założona kategoria korozyjności rury osłonowej od wewnątrz kadłuba wg PN-EN ISO 12944-2:2018: **C2**, tj:
  - na zewnątrz budynków: atmosfera o małym zanieczyszczeniu, głównie obszary wiejskie
  - wewnątrz budynków: pomieszczenia nieogrzewane, w których jest możliwość wystąpienia kondensacji
4. Założona kategoria korozyjności rury osłonowej od strony zbiornika wg PN-EN ISO 12944-2:2018: **Im1**, tj: zanurzenie w wodzie słodkiej. **Pamiętać należy o zastosowaniu materiałów powłokowych dopuszczonych do kontaktu z wodą pitną.**
5. Założony okres ochrony (trwałości) wg PN-EN ISO 12944-1:2018: „H” tj.: **15 – 25 lat**
6. Powyżej podano przykładowe rozwiązania wykonania ochronnego systemu powłokowego.



7. Wyłaz stalowy na szczycie zbiornika oczyścić i wykonać jego zabezpieczenie powłokowe. Śruby wymienić.
8. Lampę sygnalizacyjną na szczycie zbiornika wymienić.

#### **II.3.5.3. DRZWI WEJŚCIOWE DO ZBIORNIKA.**

Do wnętrza zbiornika prowadzą stalowe drzwi fot. (118).

W trakcie remontu obiektu należy:

1. Oczyścić mechanicznie całość powierzchni elementów drzwi stalowych wraz z zawiasami, zamkiem i itd.. Zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe oczyszczenie spoin.
2. Po oczyszczeniu powierzchni poddać oględzinom wszystkie spoiny i wykonać ich odtworzenie bądź uzupełnienie. Dla spoin pachwinowych stosować grubość 0,7 grubości łączonych elementów.
3. Wykonać ochronę powłokową dla wszystkich elementów stalowych wchodzących w skład drabinki oraz spoin wg opisu w tekście powyżej.
4. Wymienić siatkę zabezpieczającą otwory wentylacyjne w drzwiach na nierdzewną.

#### **II.3.6. OGRODZENIE TERENU.**

W trakcie remontu obiektu należy rozebrać istniejące, skorodowane ogrodzenie wraz z podbudową betonową i wykonać nowe ogrodzenie z typowych paneli o wymiarach 2,5 m x 1,5 m z posadowieniem słupków stalowych na wierconych słupkach betonowych o średnicy 25cm. Beton klasy B25 (C20/25), wodoszczelny W-10. Od strony południowej i wschodniej ze względu na różnicę poziomów terenu wykonać murki oporowe, żelbetowe, w których należy osadzić słupki stalowe ogrodzenia. Beton klasy B25 (C20/25), wodoszczelny W-10.



OGÓLNY STAN TECHNICZNY KONSTRUKCJI PRZEDMIOTOWEGO OBIEKTU BUDOWLANEGO W FORMIE ZBIORNIKA WIEŻOWEGO (WIEŻY CIŚNIEŃ) POŁOŻONEJ W KARNIOWIE OKREŚLA SIĘ JAKO ZADOWALAJĄCY, TJ. POSIADAJĄCY PEWNE UCHYLENIA POD WZGLĘDEM KONSTRUKCYJNYM I BUDOWLANYM, ISTNIEJE JEDNAK MOŻLIWOŚĆ PRZYWRÓCENIA PIERWOTNYCH WARTOŚCI TECHNICZNYCH DROGĄ NAPRAW I REMONTÓW.

BUDOWLA WIEŻY CIŚNIEŃ NIE WYKAZUJE ISTOTNYCH USZKODZEŃ NATURY WYTRZYMAŁOŚCIOWEJ, KTÓRE DOTYCZYŁYBY GŁÓWNEJ KONSTRUKCJI NOŚNEJ (FUNDAMENTU, TRZONU STALOWEGO ORAZ ZBIORNIKA GŁÓWNEGO).

STAN TECHNICZNY OBIEKTU WYMAGA WYKONANIA JEGO KOMPLEKSOWEGO REMONTU ORAZ PRZEBUDOWY, WG PRZEDSTAWIONEJ DOKUMENTACJI ARCHITEKTONICZNO - BUDOWLANEJ.

PO WYKONANIU PRZEBUDOWY ORAZ REMONTU WIEŻY CIŚNIEŃ, PO JEJ PONOWNYM NAPEŁNIENIU I URUCHOMIENIU W TRAKCIE JEJ EKSPLOATACJI NALEŻY PRZESTRZEGAĆ WSZELKICH PRZEPISÓW I ZALECEŃ PODANYCH W DOKUMENCIE PT.: „INSTRUKCJA OBSŁUGI I REMONTÓW DO WIEŻY CIŚNIEŃ TYPU AK 200/24/2”.



### III. DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA



*fot.1. Widok ogólny wieży ciśnień*



*fot.2. Odkrywka fundamentu*





*fot.3. Izolacja przeciwwilgociowa z lepiku na gorąco*



*fot.4. Uszkodzenia górnej strefy cokołu żelbetowego*





*fot.5. Uszkodzenia górnej strefy cokołu żelbetowego*



*fot.6. Uszkodzenia górnej strefy cokołu żelbetowego*





*fot.7. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.8. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*





*fot.9. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.10. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*





*fol.11. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fol.12. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*





*fot.13. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.14. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*





*fot.15. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.16. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*





*fot.17. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.18. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*





*fot.19. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.20. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



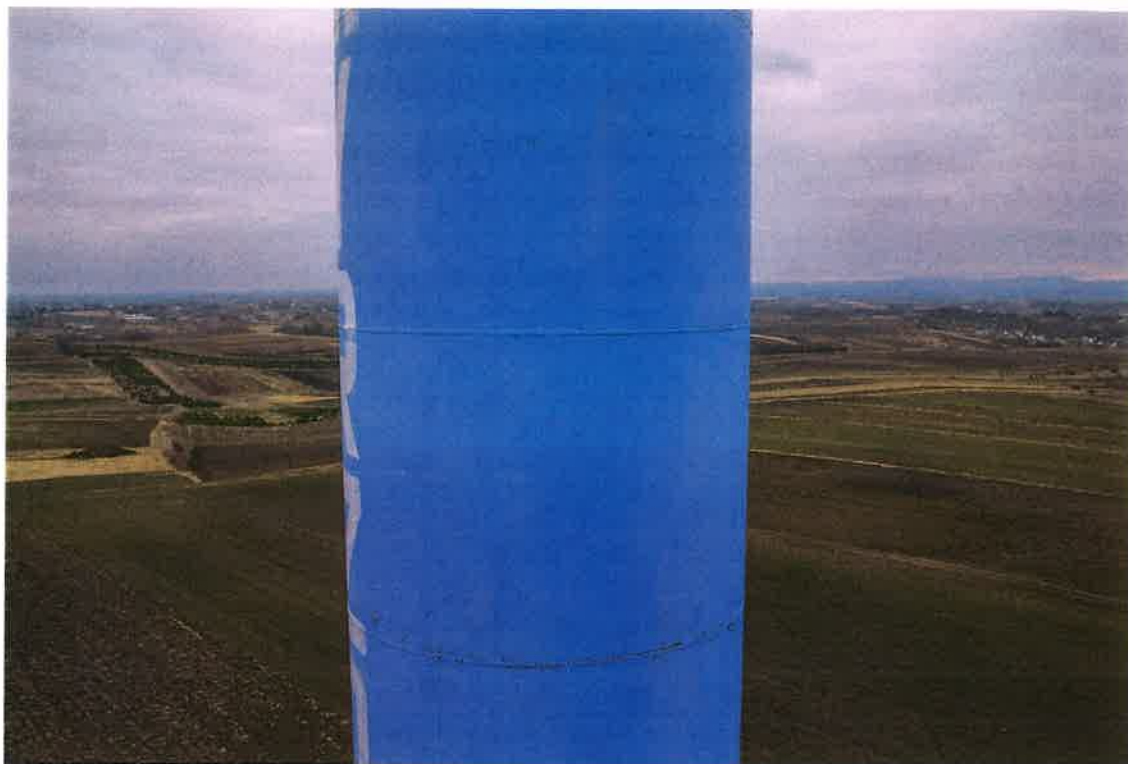


*fot.21. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.22. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*





*fot.23. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.24. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*





*ffot.25. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*ffot.26. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*





*fot.27. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.28. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



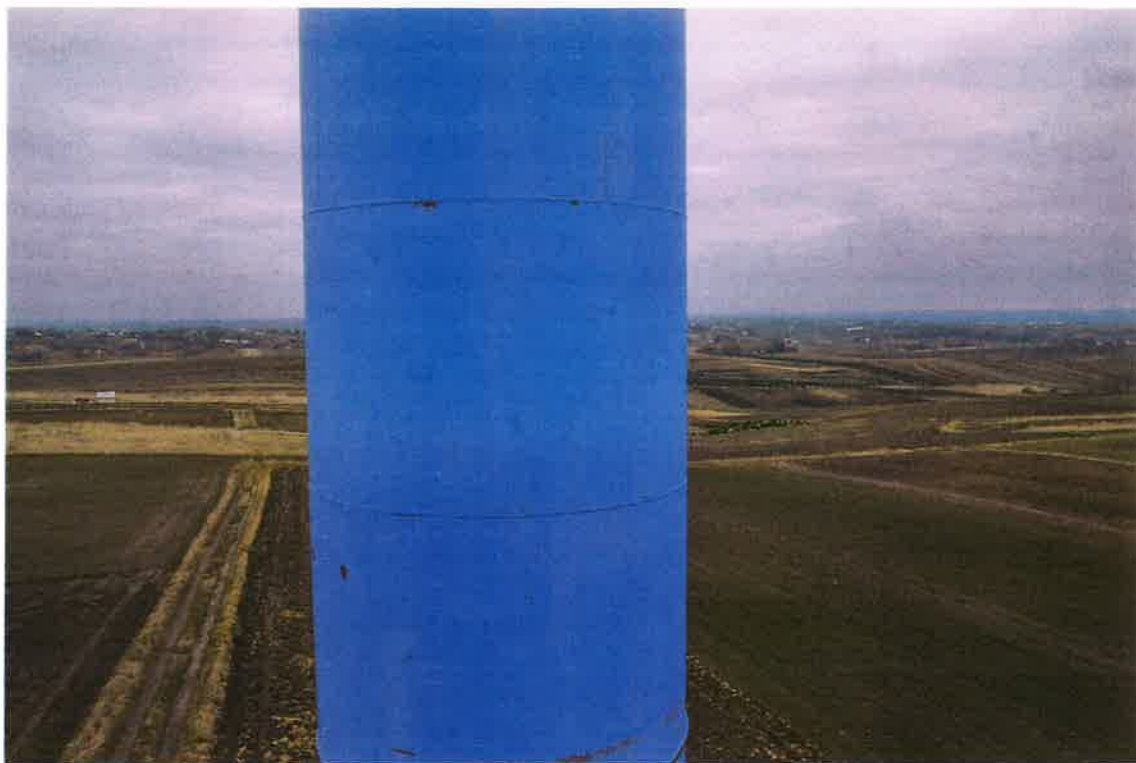


*fot.29. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.30. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*





*fot.31. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.32. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*





*fot.33. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.34. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



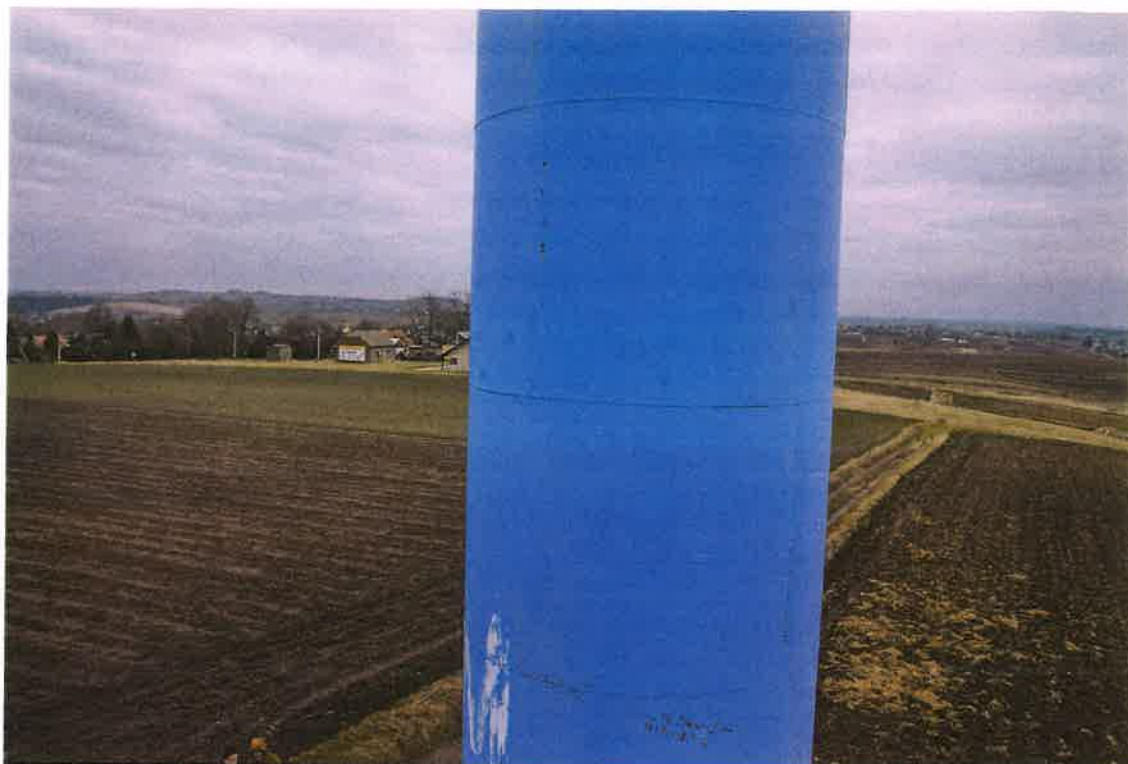


*fot.35. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.36. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



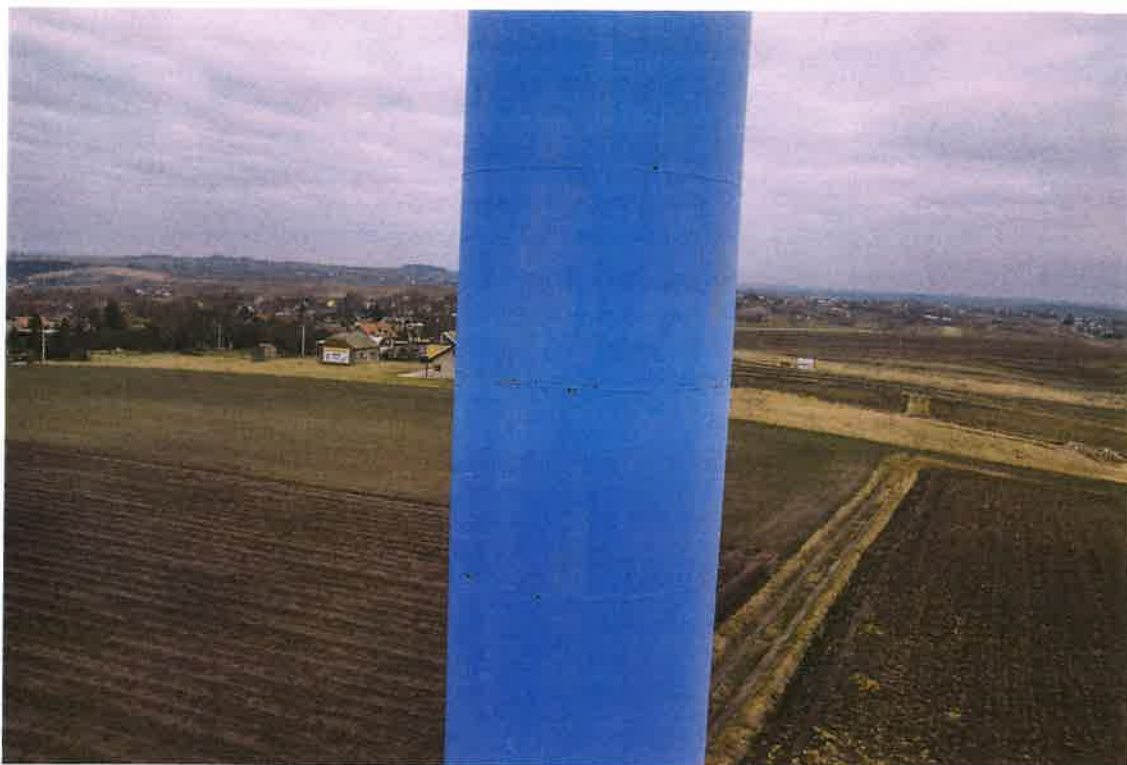


*fot.37. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.38. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*





*fot.39. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.40. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



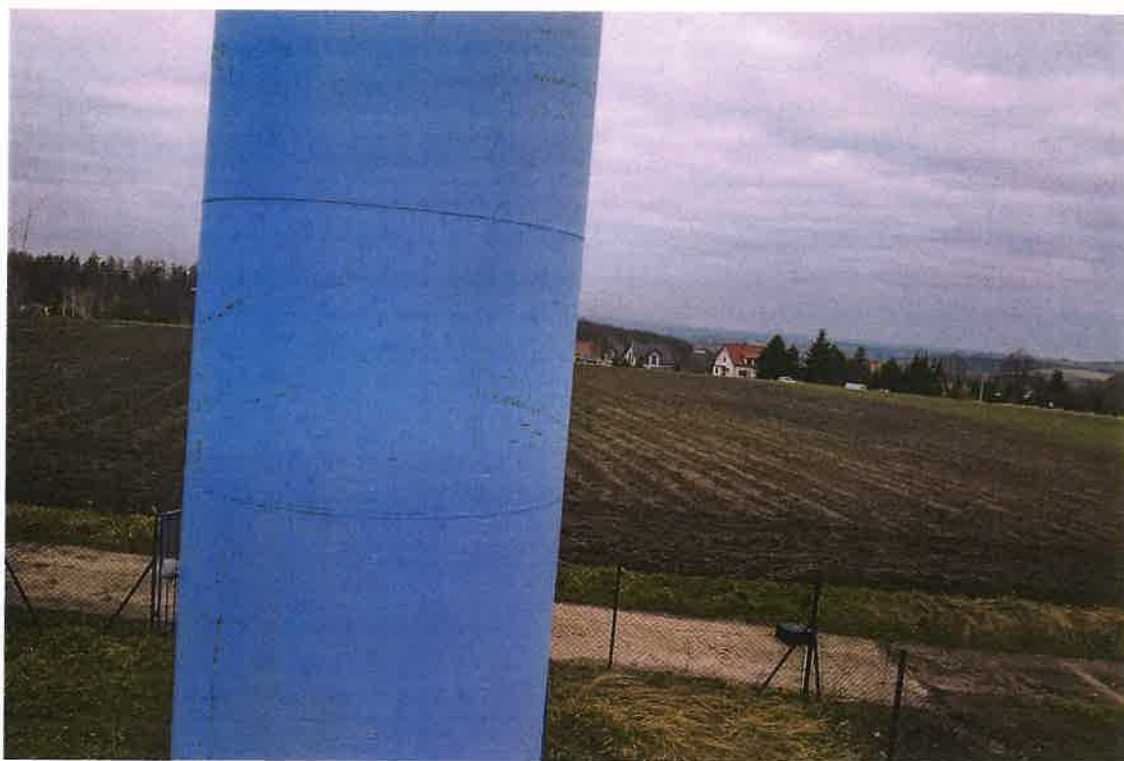


*fot.41. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.42. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*





*fot.43. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.44. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



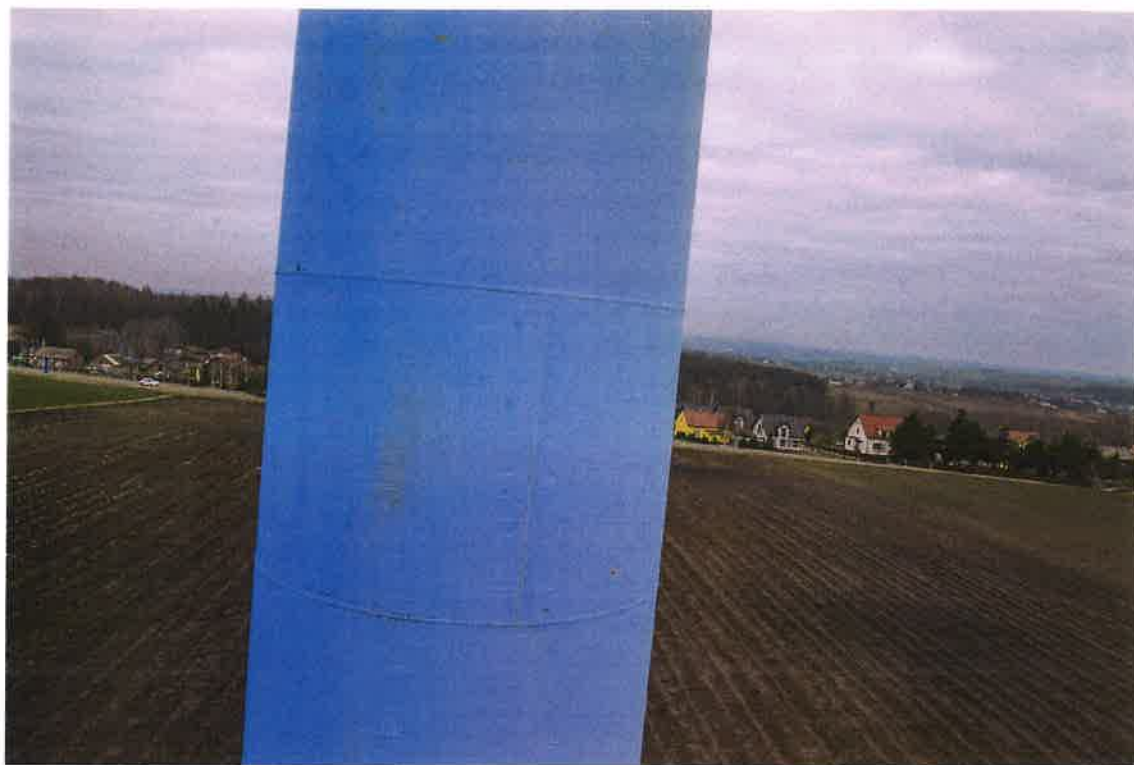


*fot.45. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*

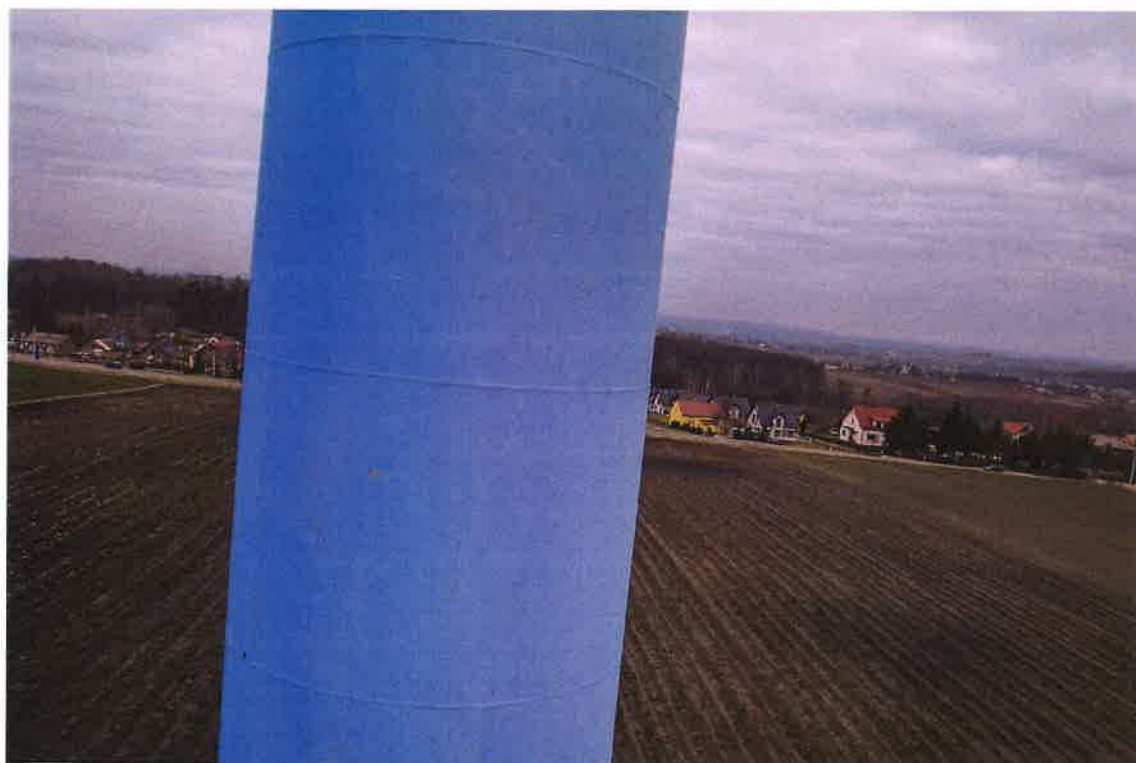


*fot.46. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*





*fot.47. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.48. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



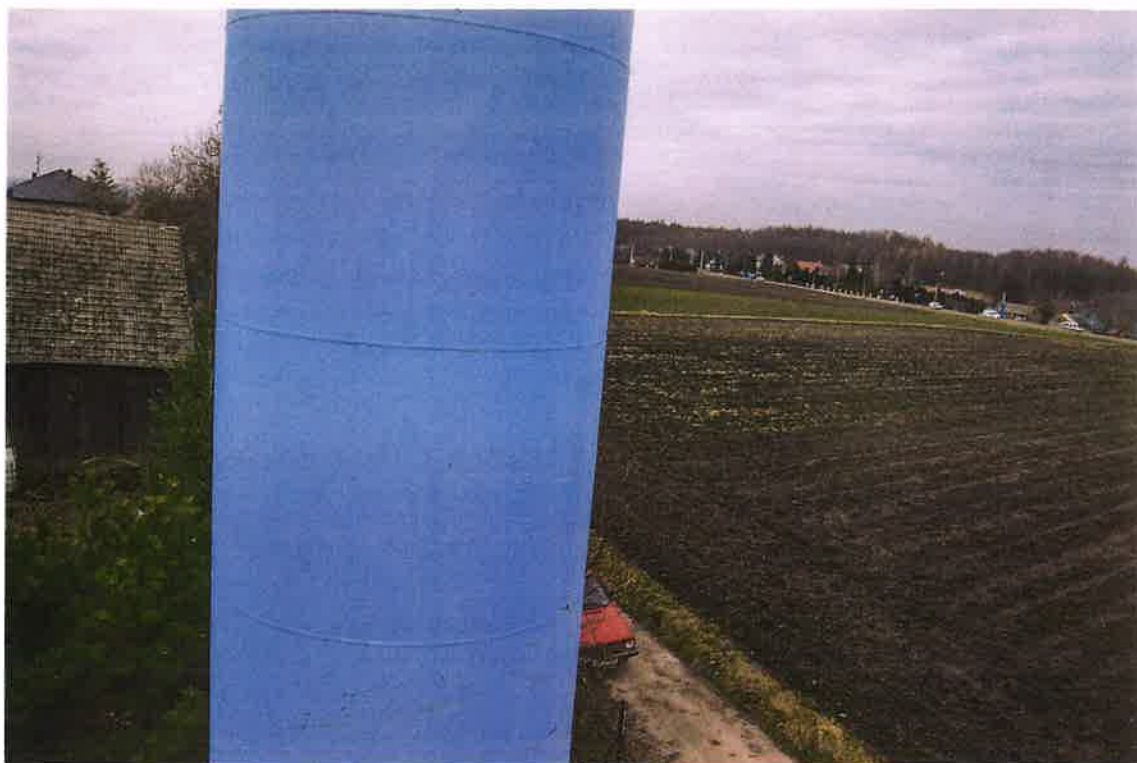


*fot.49. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.50. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



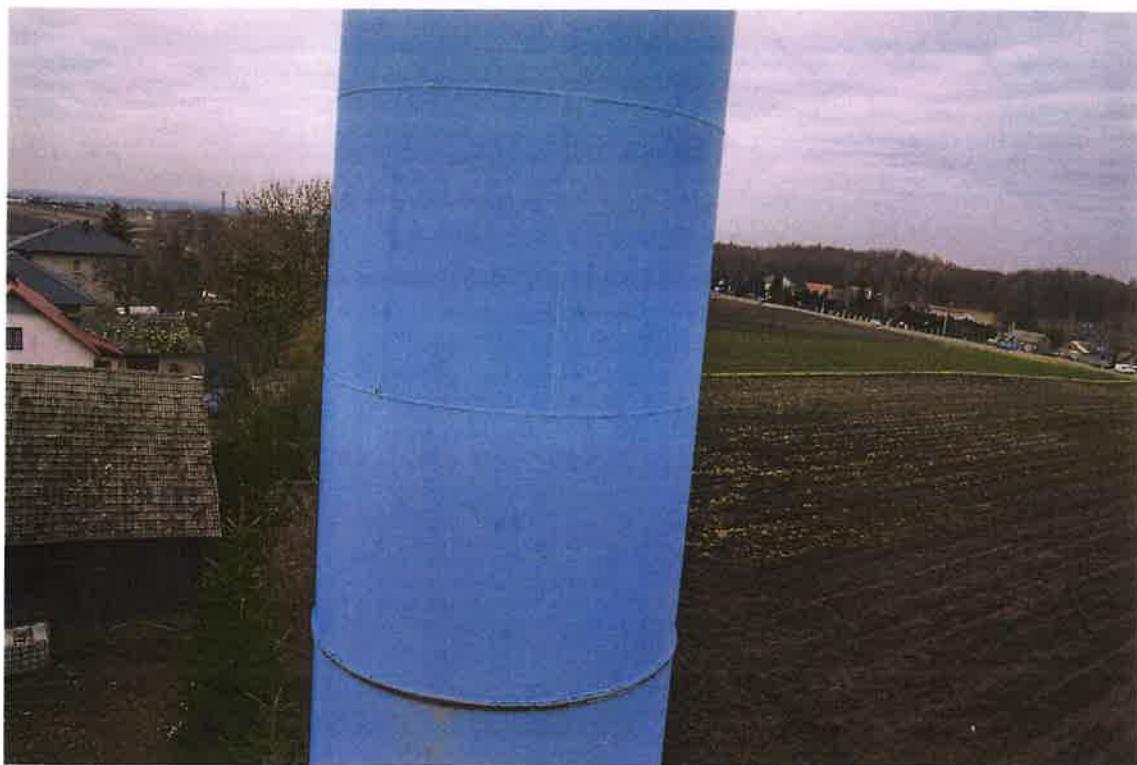


*fot.51. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*

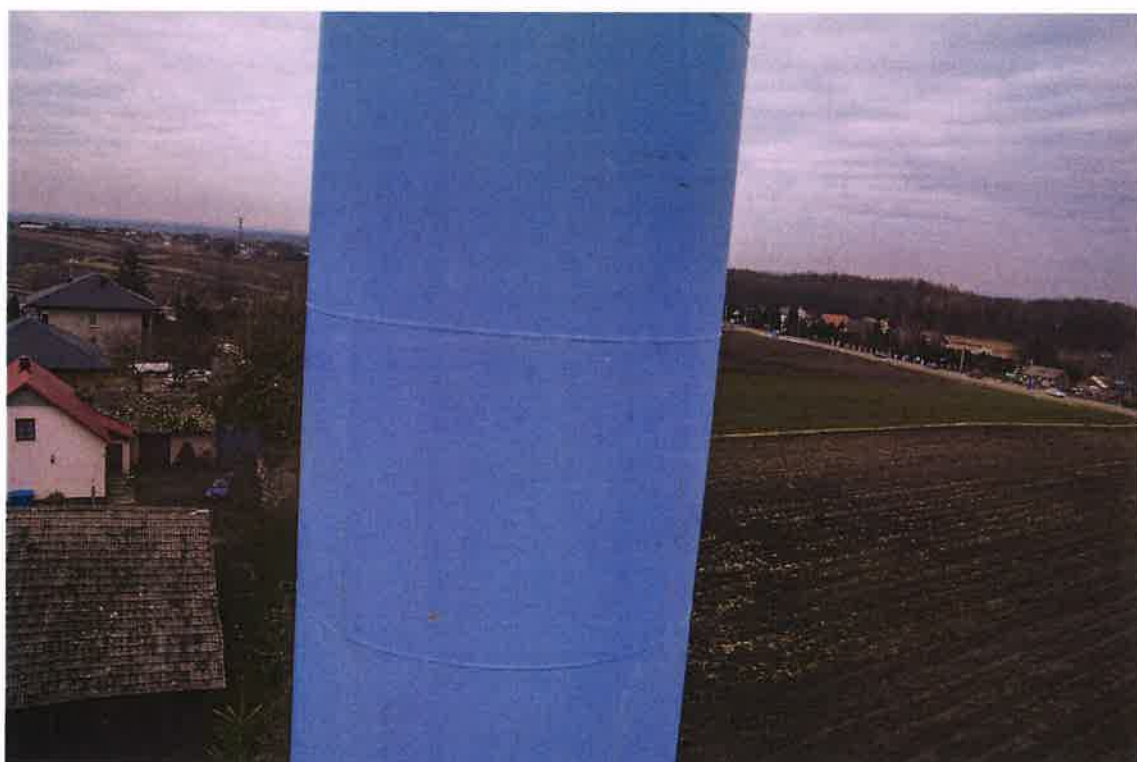


*fot.52. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



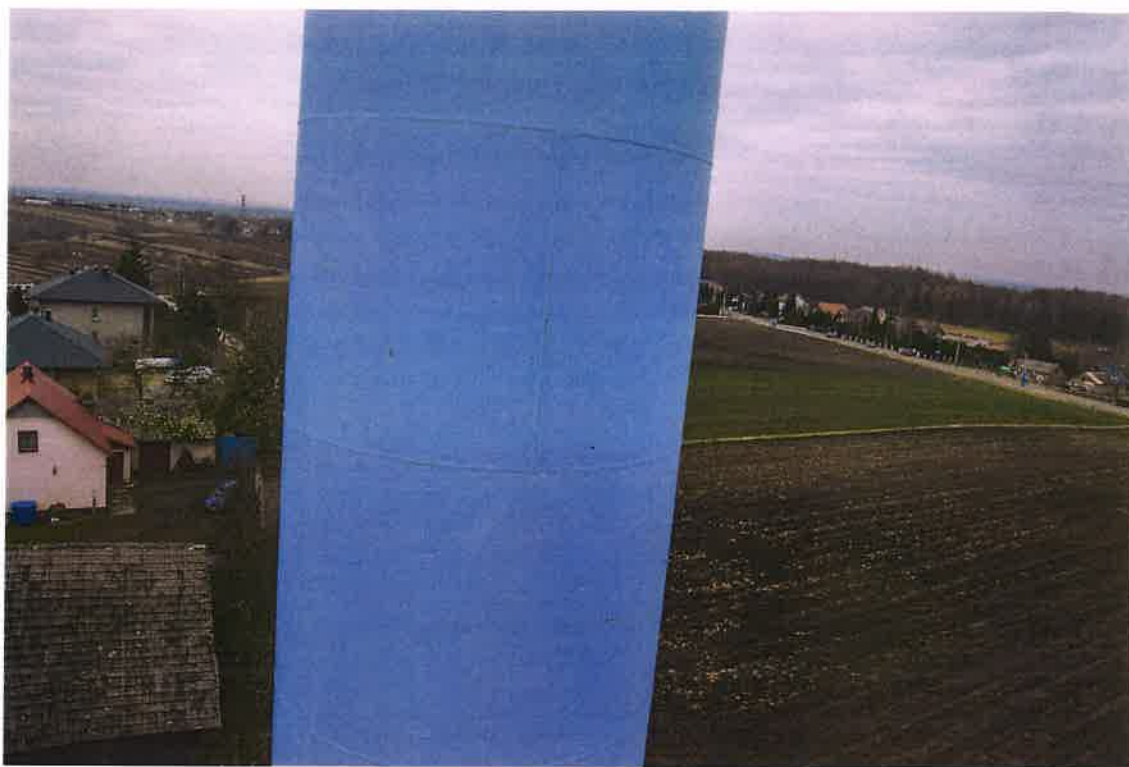


*fol.53. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fol.54. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*





*fot.55. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.56. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*





*fot.57. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.58. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*





*fot.59. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.60. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*





*fot.61. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.62. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*





*fot.63. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.64. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*





*fot.65. Miejsca korozji elektrochemicznej stalowego kadłuba*



*fot.66. Otwory wentylacyjne zabezpieczone siatką*





*fot.67. Otwory na przejście okablowania*

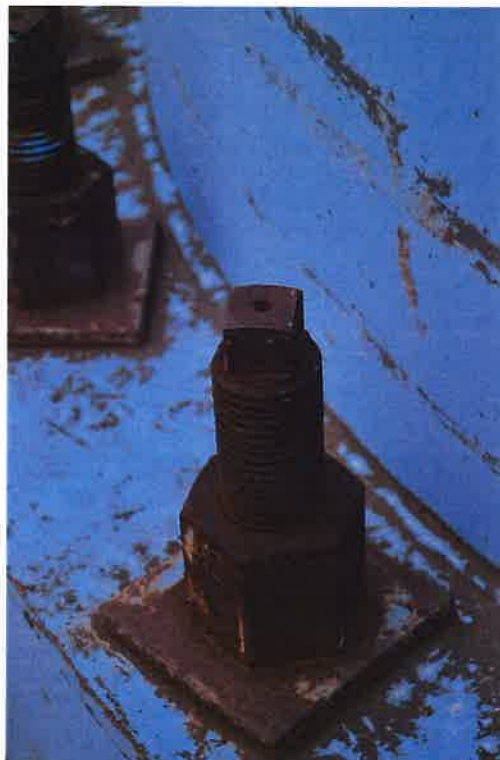


*fot.68. Korozja śrub fundamentowych, nakrętek i podkładek stalowych*





*fot.69. Korozja śrub fundamentowych, nakrętek i podkładek stalowych*



*fot.70. Korozja śrub fundamentowych, nakrętek i podkładek stalowych*





*fot.71. Korozja śrub fundamentowych, nakrętek i podkładek stalowych*



*fot.72. Widok na koleń kadłuba od wewnątrz*





*fot.73. Korozja płaszcza od wewnątrz*



*fot.74. Korozja płaszcza od wewnątrz*



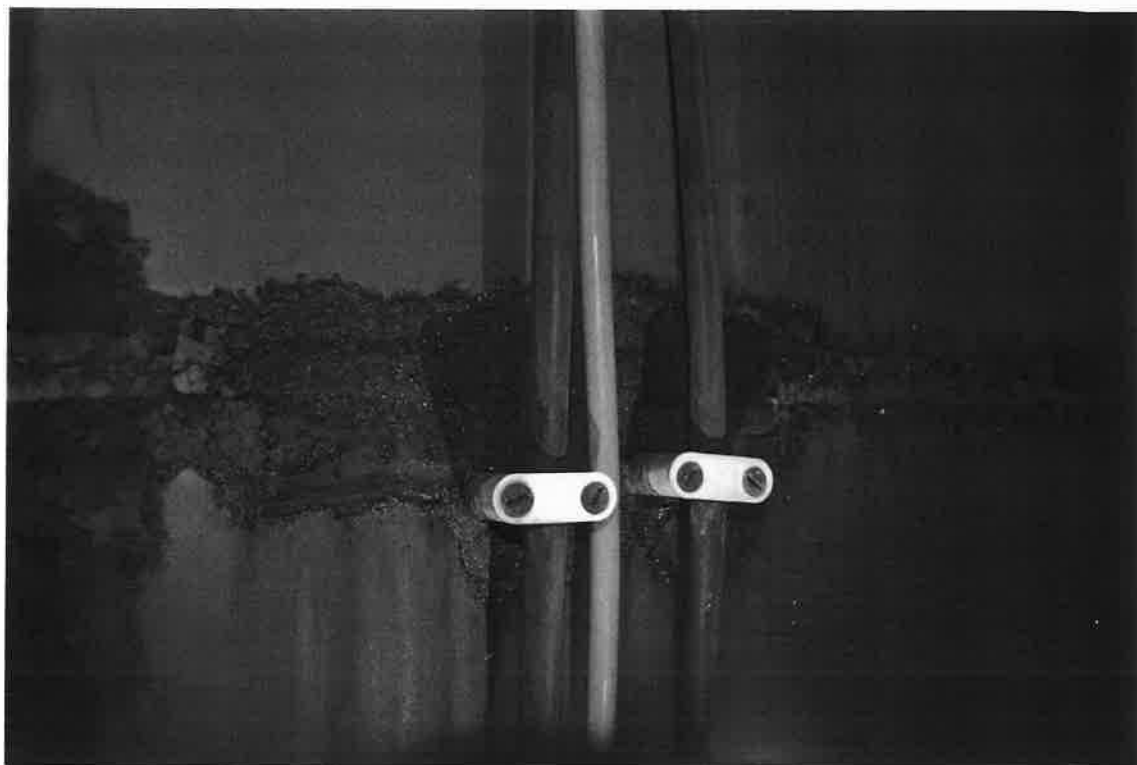


*fot.75. Korozja płaszcza od wewnątrz na połączeniu blach*



*fot.76. Korozja płaszcza od wewnątrz na połączeniu blach*





*fot.77. Korozja płaszcza od wewnątrz na połączeniu blach*



*fot.78. Korozja płaszcza od wewnątrz na kołnierzu pośrednim*





*fot.79. Korozja płaszcza od wewnątrz na kołnierzu pośrednim*



*fot.80. Wymienione śruby na kołnierzu pośrednim*





*fot.81. Korozja płaszcza od wewnątrz na kołnierzu pośrednim*



*fot.82. Korozja płaszcza od wewnątrz na kołnierzu górnym*



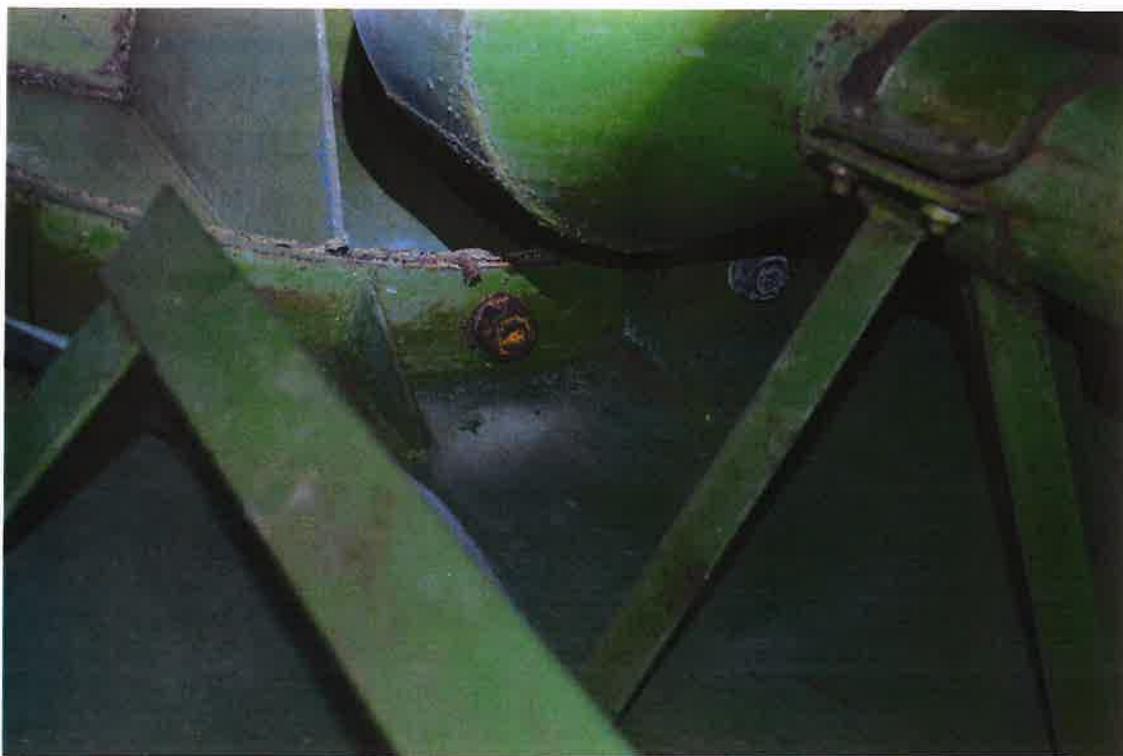


*fot.83. Korozja śrub na kołnierzu górnym*



*fot.84. Korozja śrub na kołnierzu górnym*





*fot.85. Korozja śrub na kołnierzu górnym*



*fot.86. Korozja śrub na kołnierzu górnym*





*fot.87. Korozja płaszcza na kołnierzu pośrednim*



*fot.88. Korozja śrub na kołnierzu pośrednim*





*fot.89. Korozja śrub i blach na kołnierzu pośrednim*



*fot.90. Korozja śrub i blach na kołnierzu pośrednim*





*fot.91. Korozja śrub i blach na kołnierzu pośrednim*



*fot.92. Korozja śrub i blach na kołnierzu pośrednim*





*fot.93. Awaryjny stan techniczny pomostu wejściowego*

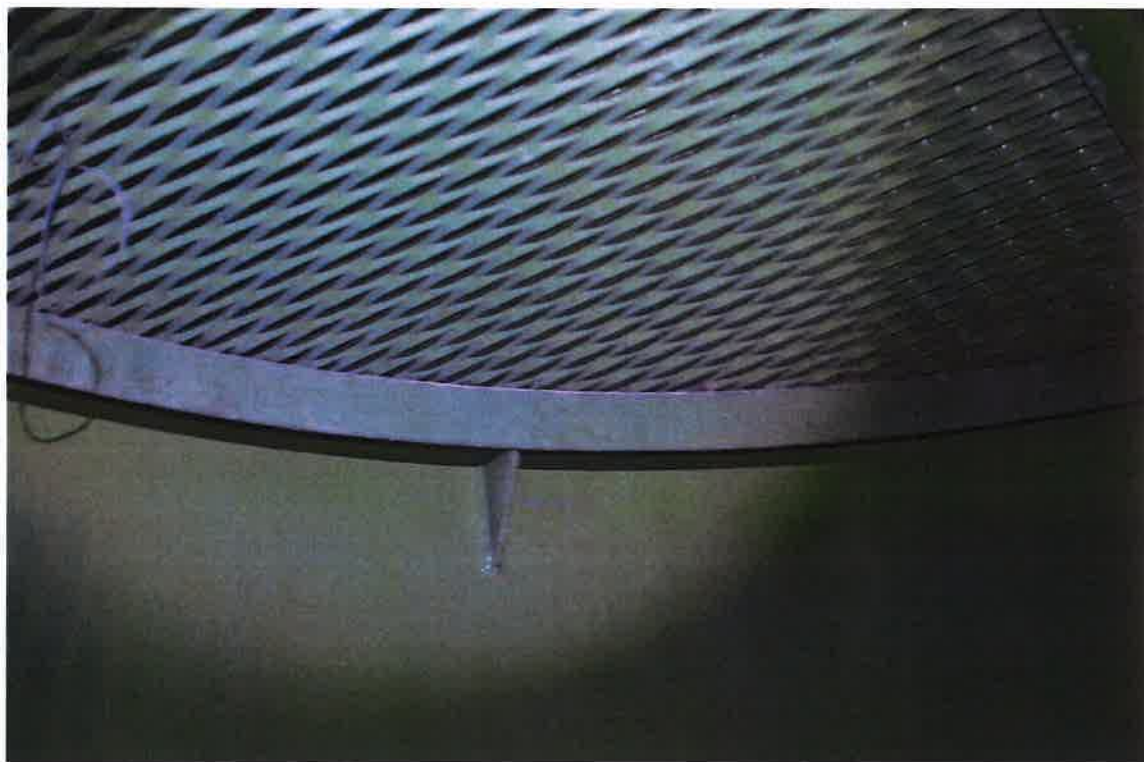


*fot.94. Korozja pomostu górnego*





*fot.95. Korozja pomostu pośredniego*



*fot.96. Stalowy wspornik pomostu*





*fot.97. Stalowy wspornik mocujący instalacje*



*fot.98. Stan techniczny wyposażenia*





*fot.99. Stalowa drabinka z koszem antyspadowym*



*fot.100. Z boku zdjęcia widoczne uchwyty drabinki spawane do płaszcza*





*fot.101. Pion ze skorodowaną płytką centrującą*



*fot.102. Zniekształcenia zewnętrznego płaszcza zbiornika*





*fot.103. Zniekształcenia zewnętrznego płaszcza zbiornika*



*fot.104. Zniekształcenia i nieszczelności zewnętrznego płaszcza zbiornika*



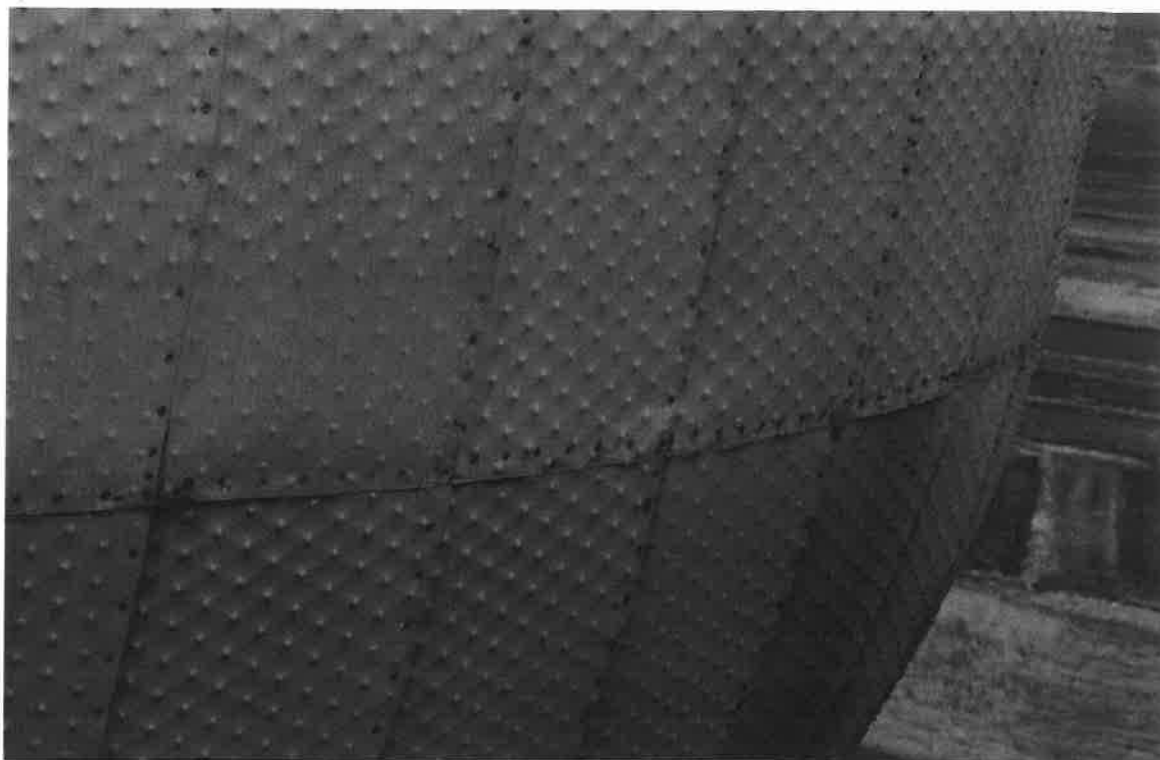


*fot.105. Zniekształcenia i nieszczelności zewnętrznego płaszcza zbiornika*

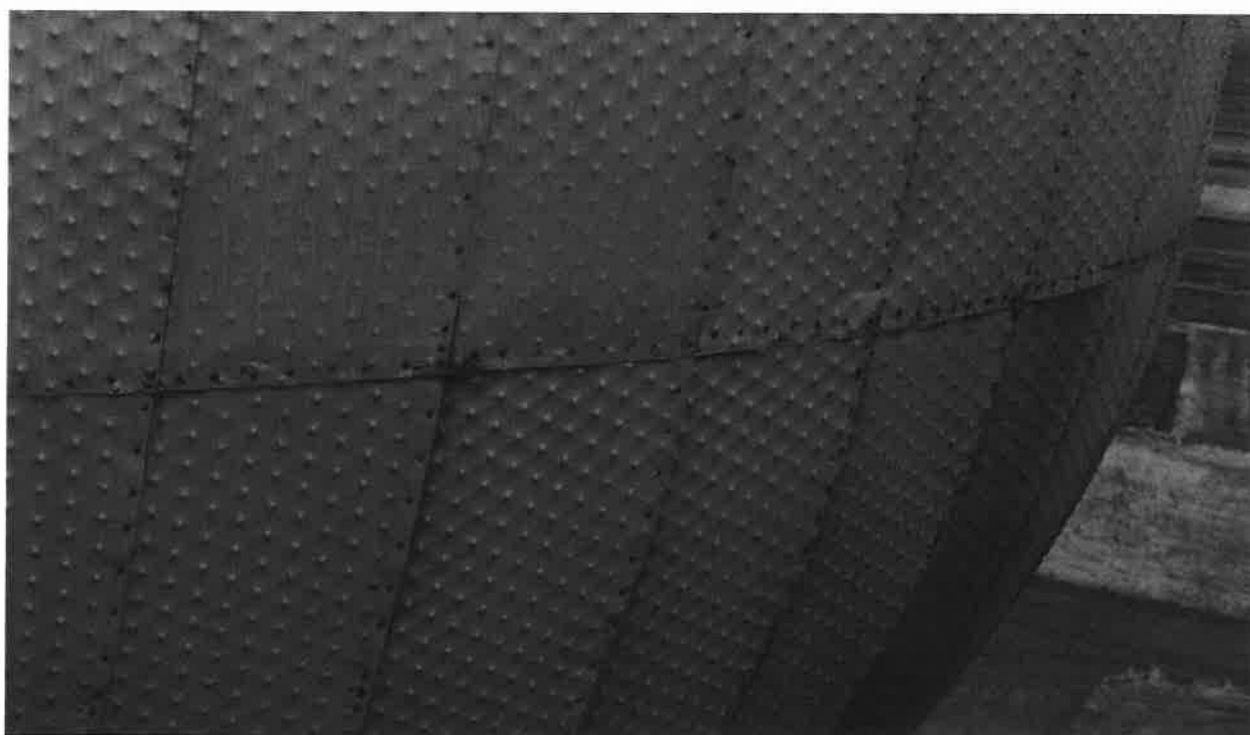


*fot.106. Zniekształcenia i nieszczelności zewnętrznego płaszcza zbiornika. Ubytki łączników*



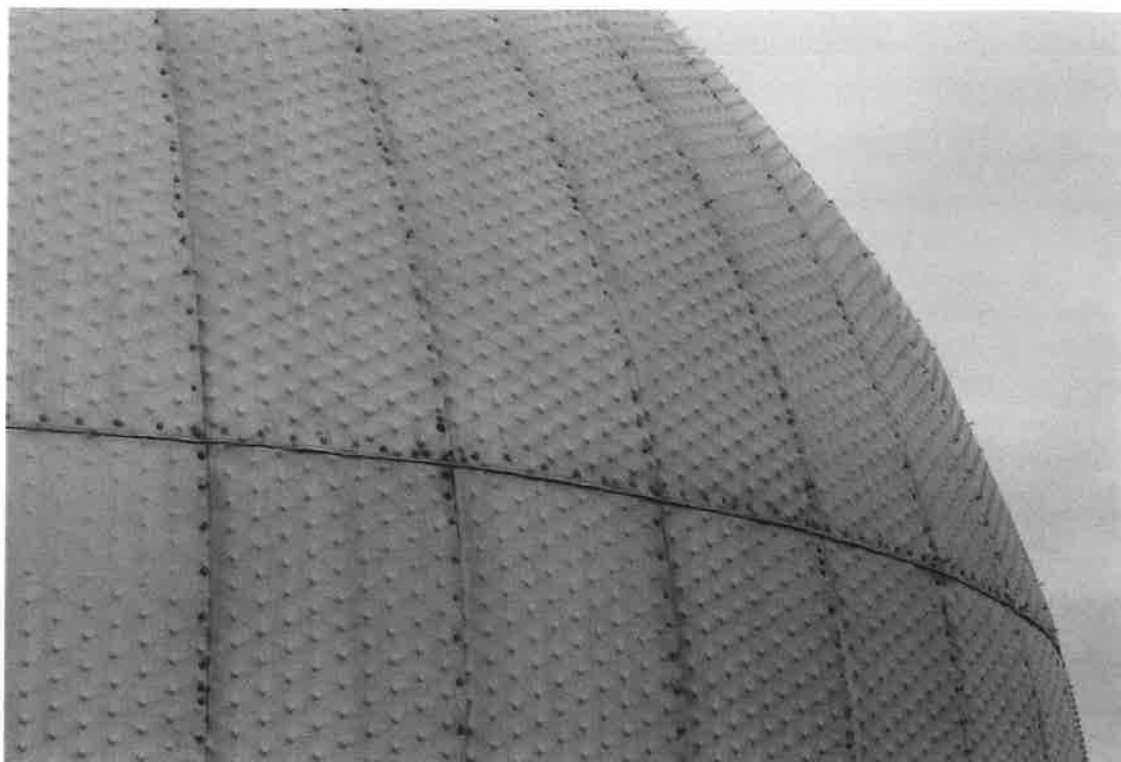


*fot.107. Zniekształcenia i nieszczelności zewnętrznego płaszcza zbiornika. Ubytki łączników*



*fot.108. Zniekształcenia i nieszczelności zewnętrznego płaszcza zbiornika. Ubytki łączników*





*fot.109. Zniekształcenia i nieszczelności zewnętrznego płaszcza zbiornika. Ubytki łączników*



*fot.110. Zniekształcenia i nieszczelności zewnętrznego płaszcza zbiornika. Ubytki łączników*





*fot.111. Rura ochronna i drabinka w głównym zbiorniku*



*fot.112. Wylaz górny ze zbiornika*





*fot.113. Drzwi stalowe*



*fot.114. Stalowa rura osłonowa oraz drabinka w osi pionowej zbiornika wieży*





*fot.115. Stalowa drabinka w studziencie kotwiona do żelbetowego płaszczu*



*fot.116. Fragment zbiornika głównego widoczny od wewnątrz*





*fol.117. Korozja blach i spoin wewnętrznej rury osłonowej w zbiorniku*



*fol.118. Stalowe drzwi do wnętrza zbiornika*