



OŚRODEK SZKOLENIA I RZECZOZNAWSTWA
ODDZIAŁU KATOWICKIEGO
POLSKIEGO ZWIĄZKU INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW
BUDOWNICTWA
W KATOWICACH, UL. PODGÓRNA 4

tel. 2538638

EKSPERTYZA BUDOWLANA

NR 35/2017

**w sprawie stanu technicznego wieży cisnień w
Zawadzkie**

Wykonana na zlecenie: Zakładu Gospodarki Komunalnej „ZAW-KOM” Sp. z o.o. z
siedzibą w 47-120 Zawadzkie ul. Świerkłańska 2

Umowa nr. 1/2017 z dnia: 03.01.2017 r.

Autorzy opracowania: dr inż. Kazimierz Konieczny
mgr inż. Leszek Chomacki

Nr arch. nr 35/2017

Katowice, styczeń 2018 r.

SPIS TREŚCI

	str.
1. PODSTAWA FORMALNA OPRACOWANIA EKSPERTYZY TECHNICZNEJ	3
2. CEL I ZAKRES EKSPERTYZY	3
3. DANE MERYTORYCZNE	3
4. OPIS PRZEDMIOTU EKSPERTYZY	4
5. STWIERDZONE W OBIEKCIE NIEPRAWIDŁOWOŚCI I USZKODZENIA	7
5.1. Żelbetowa konstrukcja wieży zbiornika	8
5.2. Powłoka izolacji hydrotechnicznej ścian wieży zbiornika	15
6. BADANIA NIENISZCZĄCE BETONU WIEŻY ZBIORNIKA	17
9. ANALIZA	21
10. WNIOSKI	23
11. ZALECENIA REMONTOWE	24

Załącznik 1

strony 27-29

1. PODSTAWA FORMALNA OPRACOWANIA EKSPERTYZY TECHNICZNEJ

Podstawą formalną opracowania niniejszej Ekspertyzy Technicznej jest zlecenie z 13 grudnia 2017 r. i zawarta w dniu 03.01.2018 r. umowa pomiędzy Zakładem Gospodarki Komunalnej „ZAW-KOM” Sp. z o.o z siedzibą w 47-120 Zawadzkie ul. Świerkłańska 2 a Polskim Związkiem Inżynierów i Techników Budownictwa Oddział w Katowicach, Katowice, ul. Podgórna 4. Umowa dotyczy określenia aktualnego stanu technicznego zbiornika wieżowego na wodę.

2. CEL I ZAKRES EKSPERTYZY

Celem Ekspertyzy Technicznej jest określenie aktualnego stanu technicznego zbiornika wieżowego na wodę położonego w Zawadzkiem.

Głównym celem Ekspertyzy jest:

- dokonanie oceny aktualnego stanu technicznego konstrukcji przedmiotowego obiektu,
- określenie stanu technicznego powłoki wewnętrznej izolacji ścian zbiornika,
- ustalenie wytrzymałości betonu w konstrukcji zbiornika,
- podanie sposobu i zakresu naprawy żelbetowej konstrukcji zbiornika na wodę wraz z szacunkowym określeniem kosztów takiej naprawy,
- podanie sposobu i zakresu naprawy izolacji żelbetowej konstrukcji komory zbiornika na wodę wraz z szacunkowym określeniem kosztów takiej naprawy.

3. DANE MERYTORYCZNE

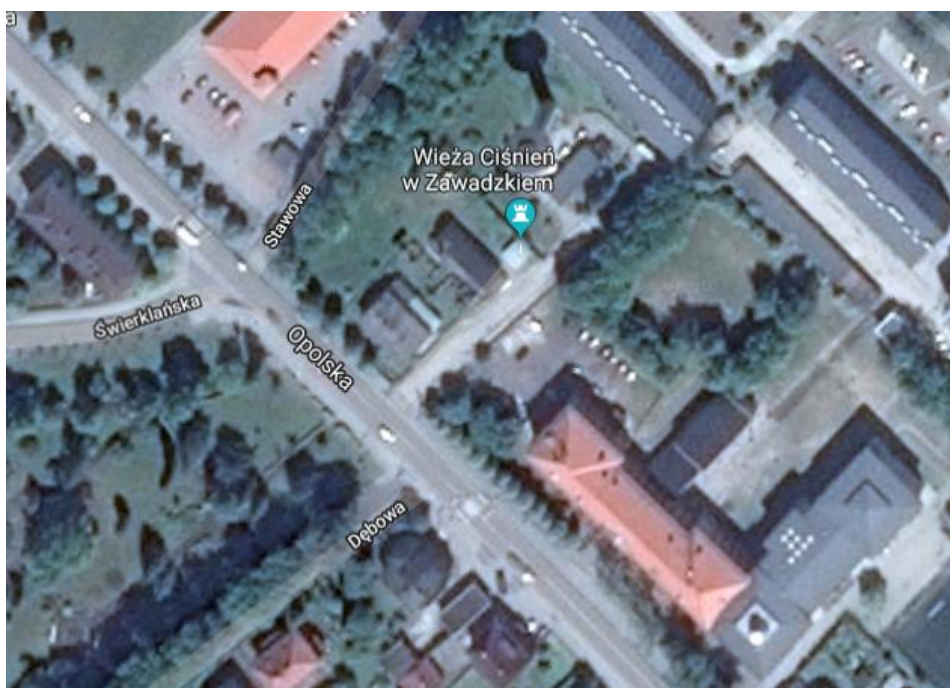
W trakcie opracowania Ekspertyzy Technicznej oparto się na następujących materiałach i danych:

- 3.1. Dostarczonych przez Zleceniodawcę materiałów dokumentacyjnych, a w tym:
 - 3.1.1. Projekt techn., rob. /adaptacja/ pt. Zbiornik ciśnieniowy w Zawadzkiem. Opracowanie Biuro Projektów Budownictwa Komunalnego w Bytomiu 1962 r.
 - 3.1.2. Projekt techniczny: Wodociąg miejski. Remont wieży ciśnień. Zał. 1 i 2. Opracowanie : Biuro Projektów Wodnych Melioracji w Opolu, ul Katowicka 39/41 z 1986r. (egz. Nr. 2 i 3).

- 3.1.3. Ekspertyza techniczna budowlana Nr. 40/34/20/84 dot. Stanu technicznego wieży wodnej w Zawadzkiem. Opracowanie PZITB Zespół rzeczoznawców Budowlanych – Grupa Rzeczoznawców Nr. 20 w Opolu. Listopad 1984 r.
- 3.1.4. Dokumentacja zdjęciowa z przeprowadzonego remontu wieży ciśnień dla ZGK „ZAW-KOM” Sp. z o.o. Zawadzkie ul Dębowa nr.13 opracowana przez Zakład Remontowo Budowlany inż. Leszek Godlewski, 41-704 Ruda Śląska, ul Bytomska 35 z 2002 r.
- 3.1.5. Norma PN-74/B-06262 Nieniszczące badania wytrzymałości betonu na ściskanie za pomocą młotka Schmita typu N
- 3.2. Przeprowadzonych w miesiącu styczniu 2018 r. nieniszczących badaniach wytrzymałości betonu w konstrukcji wieży ciśnień oraz oględzinach konstrukcji i elementów wykończeniowych przedmiotowego obiektu w trakcie których zinwentaryzowano widoczne uszkodzenia i nieprawidłowości (udokumentowane odpowiednim serwisem fotograficznym).

4. OPIS PRZEDMIOTU EKSPERTYZY

Będąca przedmiotem niniejszej Ekspertyzy Technicznej wieżowy zbiornik na wodę jest obiektem wolnostojącym zlokalizowanym jest w Zawadzkiem przy ul. Opolskiej.



Rys.1. Lokalizacja wieżowego zbiornika na wodę w Zawadzkiem

Zbiornik ten został wybudowany w latach 1966-1967 w monolitycznej konstrukcji żelbetowej. Podstawowym elementem konstrukcji zbiornika jest żelbetowy trzon o przekroju kołowym ze ścianami grubości 15 cm. Średnica zewnętrzna trzonu wynosi 4,30 m a jego wysokość mierzona od powierzchni terenu do podstawy kołowej stożkowej płyty fundamentowej wynosi 20,50m.

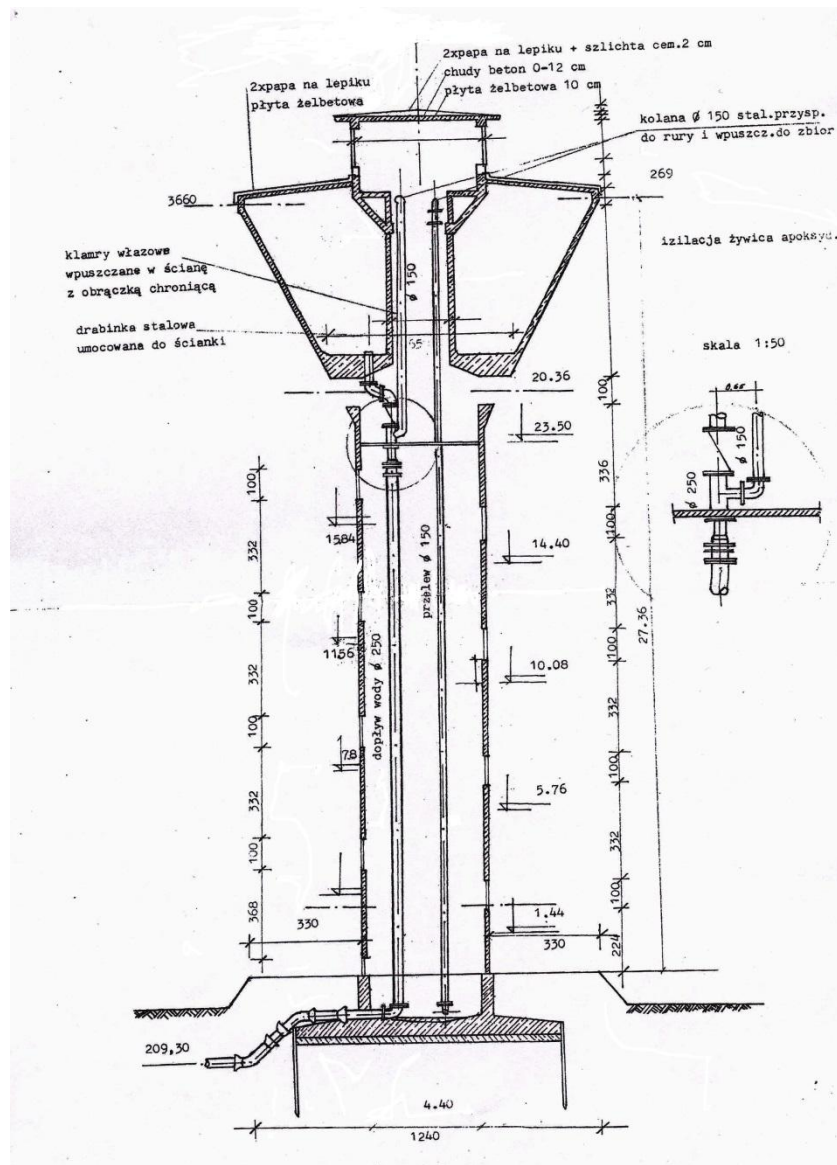


Rys.2. Ogólny widok wieży zbiornika wodnego w Zawadzkiem

Okrągły trzon wieży został wykonany w technologii ślizgu. Trzon ten został zabrojeni dwustronnie pionowymi stalowymi prętami żebrowanymi $\varnothing 14$ mm o $Q_r=3600$ KG/cm² w rozstawie co ok. 18 - 19 cm oraz wzdłuż obwodu prętami ze stali gładkiej $\varnothing 6$ mm o $Q_r=2500$ KG/cm² w rozstawie co ok.15 cm.

W górnej części wieży zlokalizowano żelbetowy zbiornik w kształcie odwróconego stożka ściętego o pojemności ok 315 m³ również wykonany w konstrukcji żelbetowej w deskowaniu tradycyjny. Grubość skośnych ścianek zbiornika wynosi 15 cm. Żelbetowe dno zbiornika posiada zmienna grubość od 30cm do 80

cm. Od góry zbiornik przesklepiony jest żelbetowym stropem monolitycznej konstrukcji grubości ok. 10 cm. Górna średnica części stożkowej zbiornika wynosi 12,3 m.



Rys.3. Konstrukcja żelbetowej wieży zbiornika na wodę [3.1.1]

Wnętrze żelbetowego zbiornika na wodę zabezpieczono powłokami epoksydowymi ułożonymi na matach z włókna szklanego typu E (stan po remoncie z 2002 r.).

Wg założeń projektowych konstrukcję żelbetową wykonano z betonu o wytrzymałości $R_w=170 \text{ KG/cm}^2$.

Nad zbiornikiem wody usytuowano pomieszczenie techniczne dla obsługi (tzw. „latarnia”) o średnicy $\phi 4,50 \text{ m}$ i wysokości ok. 2,30 m. Ściany „latarni” murowane z

cegły dziurawki przekryte żelbetowym stropodachem grubości 10 cm.

W obrębie trzonu wieży zbiornika umiejscowiona jest klatka schodowa o stalowej konstrukcji zabiegowej.



Rys.4. Obraz wewnętrznej części trzonu wieży zbiornika na wodę w Zawadzkiem

5. STWIERDZONE W OBIEKCIE NIEPRAWIDŁOWOŚCI I USZKODZENIA

W trakcie przeprowadzanych w miesiącu styczniu 2018 r. oględzin konstrukcji i elementów wykończeniowych (izolacja hydrotechniczna zbiornika na wodę pitną) stwierdzono wystąpienie następujących uszkodzeń i nieprawidłowości:

5.1. Żelbetowa konstrukcja wieży zbiornika

5.1.1. Na zewnątrz żelbetowej konstrukcji wieży zbiornika:

- lokale ubytki betonowej otuliny ścian zbiornika (np. rys.5), złuszczenia powłoki malarskiej (np. rys.6), ślady zawilgoceń (np. rys.7) widoczne od strony zachodniej (rys.8), południowej (rys.9), wschodniej (rys.10) i północnej (rys.11),



Rys.5



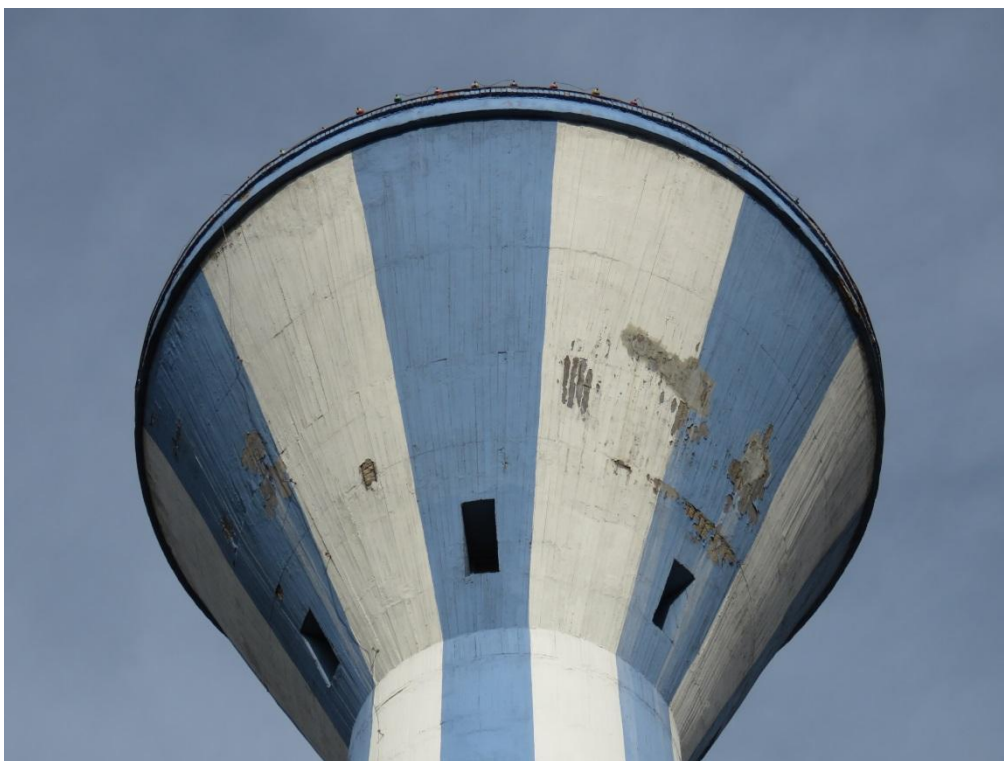
Rys.6



Rys.7



Rys.8

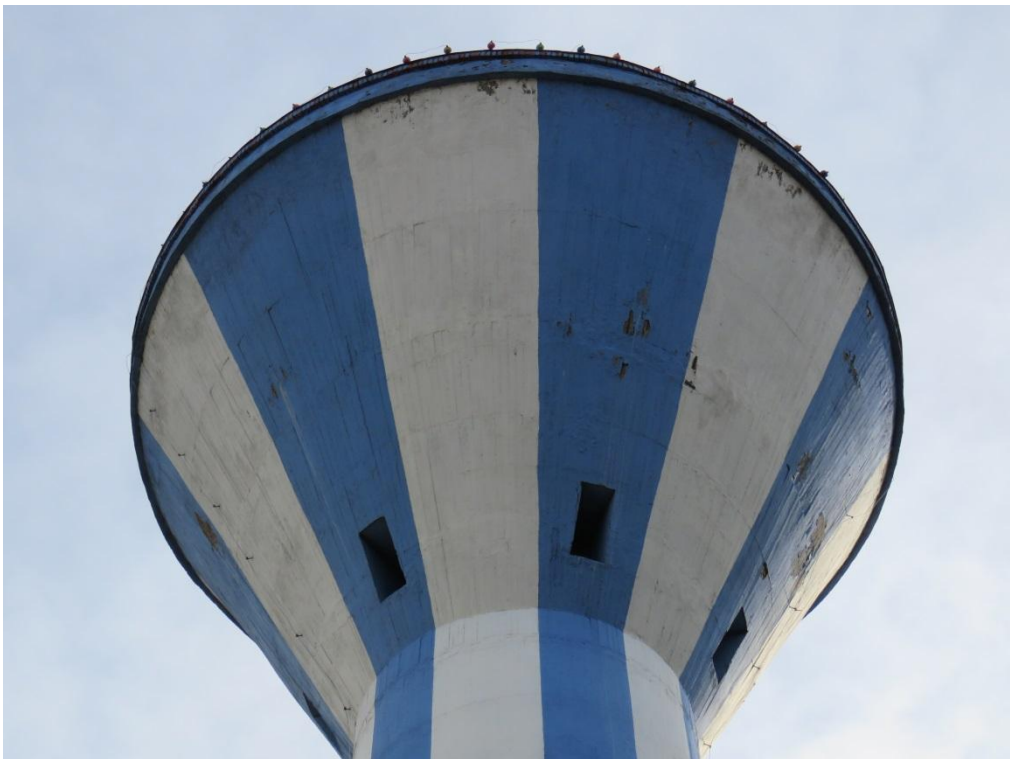


Rys.9

- w dostępnych do oględzin miejscach z odkrytym zbrojeniem widoczna jest korozja stali zbrojeniowej (od powierzchniowej do sięgającej na głębokość do 0,10 mm),



Rys.10



Rys.11

- pionowe spękanie tynku ściany południowej w sąsiedztwie wejścia do budynku (rys.12),



Rys.12

- spękania tynków ścian szczytu wieży (rys.13).



Rys.13

5.1.2.Wewnątrz żelbetowego trzonu wieży:

- spękania tynków ścian w sąsiedztwie otworów okiennych (rys.14),
- lokalny ubytek tynku w sąsiedztwie otworu okiennego (rys.15),

- spękania tynków ścian międzyokiennych na szczycie wieży (rys.16),



Rys.14



Rys.15



Rys.16

- nieznaczne zarysowanie żelbetowego dachu nad zbiornikiem (rys.17),
- lokalne odspojenia powłoki malarskiej na połączeniu ścian i dachu (rys.18),



Rys.17

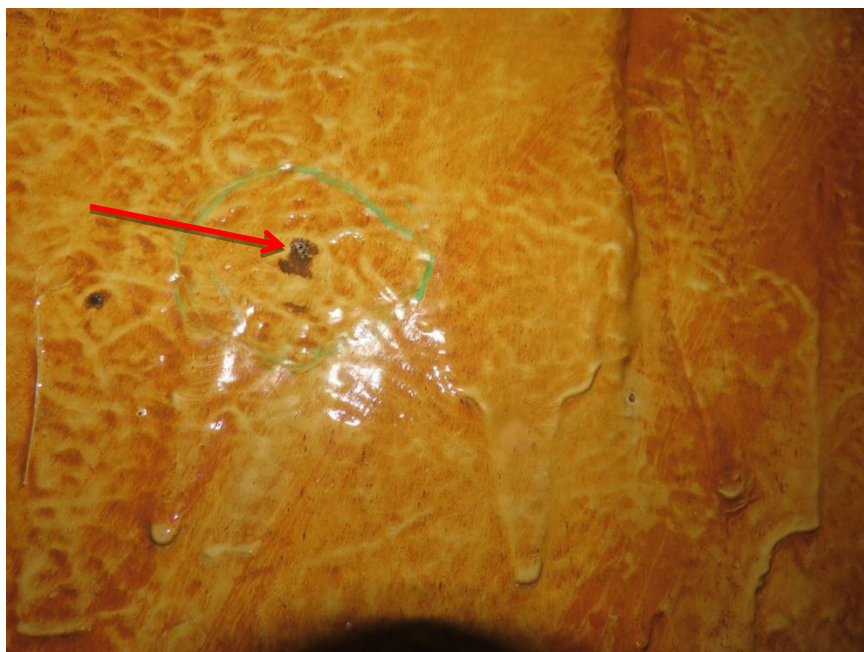


Rys.18

5.2. Powłoka izolacji hydrotechnicznej ścian zbiornika na wodę

- stwierdzono punktową nieszczelność powłoki zbiornika o średnicy do 2mm (rys.19) zlokalizowaną na wysokości ok. 3m od dna po północnej stronie zbiornika,
- stwierdzono w w/w obszarze obecność wody pod matą ścienną w bezpośrednim (wyciekała po stuknięciu młotkiem); z uwagi na trudność inwentaryzacji całej wewnętrznej powierzchni zbiornika z drabiny, na powierzchni zbiornika może być więcej takich punktów,
- istnieje ok. 10 punktów mogących stanowić zagrożenie dla szczelności zbiornika, znajdujących się na północnej ścianie zbiornika, kilka cm powyżej dna (rys.20); nie stwierdzono w tych obszarach obecności wody pod matą ścienną w rejonie występowania punktów; kilka z punktów zostało wypełnione prawdopodobnie bezbarwnym silikonem, na którego pozostałości natrafiono w trakcie oględzin obiektu
- lokalne wybrzuszenie wewnętrznej powłoki zbiornika (rys.21), ok. 20cm powyżej obwodowej przerwy roboczej; wynika prawdopodobnie z poluzowania się

szalunku w trakcie betonowania górnej części zbiornika, jednakże z relacji jednego z pracowników wynika, że kilka miesięcy temu tego wybrzuszenia nie było; nie stwierdzono niczego niepokojącego po zewnętrznej stronie zbiornika w miejscu wybrzuszenia.



Rys.19



Rys.20



Rys.21

6. BADANIA NIENISZCZĄCE BETONU TRZONU WIEŻY

6.1. Cel badań

Celem badań było oszacowanie metodą nieniszczącą (przy użyciu sklerometru Schmidta) wytrzymałości na ściskanie betonu w konstrukcji trzonu wieży oraz zakwalifikowanie go do odpowiedniej klasy wytrzymałości. W okresie wykonywania badań nieniszczących wiek betonu ok. 50 lat.

6.2. Przebieg badań

Badania wykonano w miesiącu styczniu 2018 r, przy użyciu sklerometru Schmidta typu N. Przed przystąpieniem do badań i po badaniu betonu sklerometr Schmidta sprawdzono na kowadełku wzorcowym. Kontrolna liczba odbicia sklerometru wynosiła 81 i mieściła się w granicach tolerancji nominalnej liczby odbicia $L_{nom} = 80 \pm 2$.

Badania wykonano w oparciu o pomiar liczby odbicia sklerometru w 1t-tu i 10-ciu punktach pomiarowych. W każdym miejscu pomiarowym dokonano po 5 miarodajnych odczytów liczb odbicia na sklerometrze Schmidta. Wyniki z przeprowadzonych badań poligonowych zamieszczone są w dwu Dziennikach Pomiarowych zamieszczonych w Załączniku 1.

6.3. Interpretacja wyników badań

Interpretację wyników badań przeprowadzono zgodnie z Instrukcją ITB nr 210 oraz wg normy PN-74/B-06262. „Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Sklerometryczne badania wytrzymałości betonu na ściskanie za pomocą młotka Schmidta typu N”.

Dla każdego badanego elementu wyliczono kolejno :

- średnią wartość liczby odbicia :

$$L_{\acute{s}r} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n L_i \quad \dots (1)$$

- odchylenie standardowe liczb odbicia :

$$s_{(L)} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (L_i - L_{\acute{s}r})^2} \quad \dots (2)$$

- współczynnik zmienności liczb odbicia :

$$v_{(L)} = \frac{s_{(L)}}{L_{\acute{s}r}} \cdot 100\% \quad \dots (3)$$

Ocenę wytrzymałości betonu wykonano na podstawie hipotetycznej krzywej regresji w postaci paraboli drugiego stopnia.

$$R = aL_{\acute{s}r}^2 + bL_{\acute{s}r} + c \quad \dots (4)$$

Na podstawie wartości obliczonych wg wzorów (1) do (3) wyznaczono średnią wytrzymałość betonu na ściskanie oraz wskaźniki charakteryzujące jakość betonu z następujących wzorów :

- średnia wytrzymałość betonu na ściskanie :

$$R_{\acute{s}r} = L_{\acute{s}r} \left[aL_{\acute{s}r}(v^2 + 1) + b + \frac{c}{L_{\acute{s}r}} \right] \quad \dots (5)$$

- odchylenie standardowe wytrzymałości :

$$s_{(R)} = L_{sr} \cdot v_{(L)} \sqrt{2a^2 L_{sr}^2 (v_{(L)}^2 + 2) + 4abL_{sr} + b^2} \quad \dots (6)$$

– współczynnik zmienności wytrzymałości :

$$v_{(R)} = \frac{s_{(R)}}{R_{sr}} \cdot 100\% \quad \dots (7)$$

– wytrzymałość minimalna przy założeniu rozkładu Gaussa i prawdopodobieństwie $p = 95\%$:

$$R_{\min} = R_{sr} - 1,64s_{(R)} \quad \dots (8)$$

– współczynnik jednorodności :

$$k_{(R)} = \frac{R_{\min}}{R_{sr}} \quad \dots (9)$$

6.4. Dobór krzywej regresji

Krzywą regresji określono zgodnie z PN-74/B-0626 metodą doboru krzywej hipotetycznej

Na podstawie makroskopowych oględzin betonu i dotychczasowego doświadczenia jako hipotetyczną krzywą regresji przyjęto parabolę drugiego stopnia z Instrukcji ITB nr 210 w postaci :

$$R_h = 0,0356 L^2 - 0,795 L + 6,4 \quad \dots (10)$$

Sprawdzenie ścisłości związku: liczba odbicia – wytrzymałość, wykonano na podstawie obliczenia średniego kwadratowego odchylenia względnego v_k :

$$v_k = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{R_{oi} - R_i}{R_{oi}} \right)^2} \cdot 100\% \leq 12\% \quad \dots (11)$$

gdzie :

R_{oi} - wytrzymałość w i-tym miejscu określona z zależności $R_o - L$ (11),

- R_i - wytrzymałość i-tej próbki wyznaczona na podstawie badań zgniatania na maszynie wytrzymałościowej.
 n - liczba próbek.

6.5. Wyniki z badań sklerometrycznych

Po podstawieniu parametrów paraboli $R_o - L_{sr}$ do wzorów (5), (6) i (7) wyliczono odpowiednio wytrzymałość na ściskanie średnią R_{sr} , odchylenie standardowe wytrzymałości $s_{(R)}$ i współczynnik zmienności wytrzymałości $v_{(R)}$. Z wzorów (8) i (9) wyliczono wytrzymałość minimalną z prawdopodobieństwem 95 % R_{min} , (odpowiadającą wytrzymałości gwarantowanej) i współczynnik jednorodności $k_{(R)}$.

Wszystkie obliczenia wykonano na komputerze personalnym PC przy pomocy własnego autorskiego programu „Sklerometr”.

Na podstawie wielkości współczynnika zmienności wytrzymałości betonu - $v_{(R)}$ oceniono jednorodność betonu stosując następującą skalę ocen :

	$R \leq C25/30$	$R \geq C30/37$
bardzo dobra	≤ 10	≤ 7
dobra	11 ÷ 13	8 ÷ 10
średnia	14 ÷ 16	11 ÷ 13
dostateczna	17 ÷ 20	14 ÷ 15
niedostateczna	> 20	> 15

Ustalone na podstawie przeprowadzonych nieniszczących badań sklerometrycznych betonu trzony wieży zbiornika na wodę parametry techniczne zamieszczono w tablicy 3. Wydruki dzienników pomiarów młotkiem Schmidta wraz z obliczonymi parametrami statystycznymi i oceną jednorodności betonu dołączono do niniejszego opracowania – Załącznik 1.

Tablica 1

Zestawienie wyników badań sklerometrycznych wytrzymałości betonu

Nr dzien- nika	Badany element	Wytrzymałość na ściskanie w MPa		Współczynni k zmienności $V_{(R)}$ w %	Ocena jedno- rodności	Szacowana klasa betonu
		średnia	min. R_b^G			
1	2	3	4	5	6	7
1	Beton trzonu wieży (pomiary od wnętrza trzonu)	17,7	12,7	17,3	Dostateczna	C12/15
2	Beton trzonu wieży (pomiary od zewnętrznej strony wieży)	18,9	14,6	13,7	średnia	C16/20
ŚREDNIA:		18,3	13,6			

6.6. Wnioski z nieniszczących badań sklerometrycznych betonu

- a) Średnia wytrzymałość na ściskanie betonu w konstrukcji trzonu wieży odpowiada założeniom projektowy i waha się w przedziale 17,7-18,9 MPa (projekt zakładał markę betonu R_w 170 KG/cm^2),
- b) Beton w trzonie wieży można zakwalifikować do klasy wytrzymałości B15,
- c) Jednorodność betonu trzonu zbiornika na wodę ocenia się jako mieszczącą się w przedziale - dostateczna/średnia.

7. ANALIZA

W oparciu o przeprowadzone oględziny i badania żelbetowej konstrukcji zbiornika wieżowego na wodę pitną wraz z jego izolacją hydrotechniczną, którą pokryta jest wewnętrzna powierzchnia ścian i posadzki zbiornika na wodę stwierdzono, iż w obiekcie nie występują uszkodzenia konstrukcyjne żelbetowego zbiornika wieżowego jak i nie występują istotne uszkodzenia wykładziny hydroizolacyjnej zbiornika wodnego. Stwierdzone natomiast inne uszkodzenia i nieprawidłowości zbiornika wieżowego zostały opisane w p. 5.

Analizując aktualny stan techniczny obiektu należy jednak mieć na uwadze trzy

podstawowe fakty:

1. aktualny wiek żelbetowej konstrukcji wieży to już prawie 50 lat,
2. uszkodzenia występujące żelbetowego trzonu zbiornika wieżowego i zbiornika polegające na miejscowym odspojaniu betonu, korozji stali zbrojeniowej występowały już wcześniej i zostały naprawione w 2002 r.,
3. również w 2002 r. przeprowadzony został kapitalny remont wykładziny hydrotechnicznej zbiornika na wodę.

Konieczność renowacji konstrukcji żelbetowych jest najczęściej podyktowana bądź to z problemów jakie wystąpiły w trakcie budowy (niewłaściwy skład mieszanki betonowej i jej niewystarczające zagęszczenie, miejsca rakowate i pustki, niewłaściwa grubość otulenia zbrojenia warstwą betonu) lub naturalnego starzenia się betonu. W przypadku będącej przedmiotem ekspertyzy żelbetowej konstrukcji można mieć zastrzeżenia dot. w konstrukcji miejsc ze zbyt małą grubością otulenia zbrojenia (w dostępnych miejscach grubość otuliny miejscowo miała wartość ok. 10 mm). Natomiast pomimo zastosowanej nowatorskiej jak na czasy wykonania obiektu technologii wykonawstwa (ślizg) nie ma istotnych negatywnych uwag co do jakości i stopnia zagęszczenia betonu. Również nieunikniona w tego rodzaju obiektach rys skurczowych jest bardzo ograniczona i nie wpływająca na parametry techniczne obiektu.

W oparciu o przeprowadzone nieniszczące badania metodą sklerometryczną ustalono także, iż przyjęte w projekcie wytrzymałość betonu określona ówczesną marką

$R_w = 170 \text{ KG/cm}^2$ została zachowana. W betonowym trzonie średnia wytrzymałość betonu określona została jako mieszcząca się w przedziale 17,7 – 18,9 MPa (tj. 177 – 189 KG/cm^2).

Beton wraz z upływem czasu i szkodliwym bezpośrednim oddziaływaniem wody, dwutlenku węgla oraz soli podlega jednak negatywnym oddziaływaniom. W konsekwencji oddziaływania tych czynników odczyn alkaliczny betonu ulega obniżeniu. Z procesem starzenia się betonu i jego dalszego utwardzenia dochodzi do tak zwanej karbonatyzacji – początkowe naturalne $\text{pH} \approx 12$ obniża się do poziomu

9 (lub jeszcze niższego). W takich warunkach przy kontakcie z wodą dochodzi do korozji stali zbrojeniowej. Przekroje stalowego zbrojenia ulegają zmniejszeniu a jednocześnie zwiększa się objętość produktów korozji stali (rdza) co prowadzi do

odpryskiwania i powstawania ubytków w zewnętrznej powierzchni betonowych elementów w obszarach, w których grubość otulenia zbrojenia warstwą betonu była zbyt mała. Tego rodzaju uszkodzenia występują na zewnętrznej konstrukcji w przedmiotowej wieży zbiornika na wodę (patrz rys. 5 – 11). Na wewnętrznych powierzchniach betonowego trzonu zbiornika tego rodzaju uszkodzeń żelbetowej konstrukcji nie stwierdzono. Trzeba jednak zauważyć, iż wcześniej występujące uszkodzenia żelbetowej konstrukcji wieży, które ujawniły się już na przełomie wieku były przedmiotem napraw (skutecznych) w 2002 r.

Aby skutecznie zabezpieczyć konstrukcję obiektu i usunąć występujące obecnie uszkodzenia i zabezpieczyć ją przed dalszymi uszkodzeniami należy wykonać jego remont, którego zakres i sposób wykonania podano w p. 10.

W trakcie przeprowadzonych oględzin stanu technicznego izolacji hydrotechnicznej ułożonej na wewnętrznej powierzchni zbiornika na wodę (po jego całkowitym opróżnieniu) stwierdzono wystąpienie niewielkich punktowych jej uszkodzeń. Uszkodzenia powłoki hydroizolacji obecnie nie skutkują jeszcze zawilgoceniem betonowej konstrukcji zbiornika bądź to przeciekami przez żelbetową konstrukcję zarówno w podstawie stropu zbiornika jak i jego bocznych ścianach. Niemniej jednak brak zabezpieczenia hydroizolacji w miejscach jej punktowego uszkodzenia może skutkować dalszym ich rozwojem jak i ujawnieniem się przecieków przez żelbetową konstrukcję. Proponowany sposób i zakres naprawy powłoki hydroizolacyjnej zamieszczono w p. 10.3.

9. Wnioski

- 9.1. Aktualny stan techniczny żelbetowej konstrukcji zbiornika wieżowego oraz izolacji hydrotechnicznej zbiornika na wodę ocenia się jako dobry minus.
- 9.2. Od strony zewnętrznej żelbetowa konstrukcja zbiornika posiada miejscowe uszkodzenia polegające na odspajaniu betonu z warstw zewnętrznych otulających zbrojenie z widoczną powierzchniową korozją zbrojenia.
- 9.3. Izolacja hydrotechniczna zbiornika na wodę wykazuje ślady miejscowego (punktowego) jej uszkodzenia, co jednak aktualnie nie skutkuje uwidocznieniem się przecieków bądź zawilgocenia przyległej konstrukcji żelbetowej.

- 9.4. W oparciu o przeprowadzone nieniszczące badania kontrolne wytrzymałości betonu metodą sklerometryczną wykazano, iż projektowana jego wytrzymałość określana zgodnie z obowiązującą w okresie projektowania normą PN-56/B-0360 Konstrukcje żelbetowe. Obliczenia statyczne i projektowanie jako marka $R_w = 170 \text{ KG/cm}^2$ - została dochowana.
- 9.5. W obecnym stanie technicznym wieżowy zbiornik na wodę może być nadal bezpiecznie eksploatowany zgodnie z jego przeznaczeniem.
- 9.6. Aby zabezpieczyć utrzymanie właściwego stanu technicznego przedmiotowego obiektu należy do końca 2018 roku przeprowadzić w obiekcie wyszczególnione w p. 10 prace remontowo – zabezpieczające.

10. ZALECENIA REMONTOWE

10.1. Remont żelbetowej konstrukcji zbiornika wieżowego.

Naprawa żelbetowej konstrukcji zbiornika wieżowego musi być przeprowadzona ze szczególną starannością przez odpowiednio wykwalifikowany i doświadczony personel.

Obszary skorodowanego betonu (zlokalizowane głównie w zewnętrznym płaszczu konstrukcji) należy oczyścić poprzez usunięcie zabrudzeń, starych powłok malarskich, a także uszkodzonych warstw betonu przy użyciu metody mechanicznej (skucie), a następnie czyszczenia, stosując technologię ciśnieniowo – strumieniową (piaskowanie). Do naprawy stosować modyfikowane polimerany zaprawy renowacyjne na bazie cementowej systemu PCC. Za właściwie przygotowaną powierzchnię betonu do przeprowadzenia skutecznej naprawy uznaje się taki stan betonowego podłoża, w której powierzchniowa wytrzymałość betonu na rozciągania określana metodą Pull-off wyniesie min. 1 N/mm^2 .

Naprawę prowadzić w następującej kolejności:

- na oczyszczonej powierzchni z korozji stali zbrojeniowej nanieść modyfikowaną powłokę ochronną na bazie cementu np. Weber.rep.750 firmy Weber Deitermann,

- oczyszczoną powierzchnię naprawianego betonu pokryć polimerowo – cementową warstwą szepną PCC np. firmy Weber – zaprawa weber.rep.751,
- ubytki betonu uzupełnić modyfikowaną tworzywem zaprawą zawierającą włókna np. firmy Weber (zaprawa weber.rep.754),
- zewnętrzną warstwę wygładzającą wykonać przy użyciu modyfikowanej zaprawy PCC o uziarnieniu do ok. 0,5 mm np. produkcji firmy Weber – zaprawa weber.rep.755.

Uwaga:

- w systemach naprawczych można zastosować produkty posiadające odpowiednie europejskie lub krajowe Aprobaty Techniczne lub Oceny Techniczne,
- Nie wolno stosować w dobranym systemie naprawczym wyrobów od różnych producentów,
- Można stosować odpowiednio dobrane wyroby także innych producentów jak np. MC-Bauchemie, Drizzoro, Schomburg, Sika czy Atlas.

10.2. Malatura ścian zewnętrznych zbiornika.

Zewnętrzną powierzchnię ścian żelbetowej konstrukcji wieży zbiornika należy poddać renowacji poprzez jej min. 2-krotne malowanie paroprzepuszczalnymi farbami silikatowymi (np. firmy Kreisel – farba silikatowa 002, Ceresit CT54) lub silikatowe (np. Dekoral, Baumit SilikonColor, KaBe itp.).

Uwaga:

- Farby paroprzepuszczalne muszą być bezwzględnie zastosowane na „podniebieniu” wystającej na zewnątrz stropu konstrukcji stropu i ścian zbiornika na wodę.
- Nie zaleca się wykonania malatury części spodniej stropu zbiornika na wodę części wewnętrznej trzonu wieży zbiornika.

10.3. Powłoka izolacji hydrotechnicznej.

10.3.1. Z uwagi na stwierdzone obecnie niewielkie punktowe uszkodzenia izolacji hydrotechnicznej ścian zbiornika aktualnie jej naprawa

może ograniczyć się do naprawy niewielkich obszarów z takimi uszkodzeniami. Najlepszym rozwiązaniem byłoby wykonanie naprawy stosując analogiczny zestaw wyrobów jakie były stosowane do wykonania tej izolacji w 2002 r. tj. Viscacid Epoxi – Buharz Rapid. Ten wyrób jest dostępny m.in. w Czechach, a jego dystrybutorem jest firma CAPRO. W przypadku braku możliwości tego materiału należy dobrać kompatybilne materiały np. firmy Sika.

- 10.3.2. Docelowa naprawa izolacji hydrotechnicznej zbiornika (termin naprawy zależy od obserwowanego w przyszłości stanu technicznego istniejącej izolacji i decyzji właściciela obiektu) powinna być oparta na zastosowaniu membrany hydroizolacyjnej przeznaczonej do izolowania zbiorników na wodę pitną np. firmy Sika Sikaplan WT U300-15C lub jej odpowiednich innych producentów posiadających aktualne krajowe lub europejskie aprobaty techniczne lub oceny techniczne.
- Zaleca się, aby przeglądy stanu technicznego izolacji hydrotechnicznej były dokonywane co najmniej 1x w ciągu roku (przeglądy od wnętrza zbiornika) i na min. 1x na kwartał (oględziny spodniej konstrukcji żelbetowego stropu zbiornika dokonywane z poziomu górnej platformy trzonu wieży.

Załącznik 1

Dziennik z pomiarów sklerometrycznych

**DZIENNIK POMIARÓW SKLEROMETRYCZNYCH
MŁOTKIEM SCHMIDTA TYPU N**

Obiekt: Zawadzkie - trzon zbiornika wieżowego na wodę

Badany element: płaszcz betonowy od wewnątrz trzonu

Data badania: styczeń 2018 r.

Wiek betonu: ok. 50 lat

Kontrolona liczba odbicia L_k :

Ilość badanych miejsc:

Współczynnik poziomu naprężeń

Krzywa regresji: $Rl = (aL_s^2 + bL_s + c) \cdot c_w \cdot m$

gdzie:

a =	0,0358
b =	-0,80
c =	6,40
c_h =	0,60
c_w =	1

Lp. (N)	Kąt odbicia [°]	Odczyty L						Liczba odbicia			Zaktualizowana liczba odbicia $L_a = L \cdot m \cdot k$	Wytrzymałość w miejscu badania Rl [MPa]
		n = 1	n = 2	n = 3	n = 4	n = 5	n = 6	Srednia L_s	Poprawka ΔL	$L = L_s + \Delta L$		
1	+90	42	45	43	45	43		43,6	-3,62	40,0	40,0	18,9
2	+90	43	45	44	48	43		44,6	-3,54	41,1	41,1	20,3
3	+90	48	48	50	45	47		47,6	-3,30	44,3	44,3	24,6
4	+90	47	45	46	44	43		45,0	-3,50	41,5	41,5	20,8
5	+90	39	43	43	43	40		41,6	-3,78	37,8	37,8	16,4
6	+90	40	38	42	44	43		41,4	-3,82	37,6	37,6	16,1
7	+90	38	40	43	37	40		39,6	-3,94	35,7	35,7	14,0
8	+90	42	39	37	41	41		40,0	-3,90	36,1	36,1	14,5
9	+90	42	42	40	40	40		40,8	-3,86	36,9	36,9	15,4
10	+90	37	43	41	38	39		39,8	-3,94	35,7	35,7	14,0
11	+90	44	45	44	42	40		43,0	-3,66	39,3	39,3	18,1
12	+90	38	40	39	41	43		40,2	-3,90	36,3	36,3	14,7
13	+90	47	42	45,0	42	46		44,4	-3,58	40,8	40,8	20,0
14	+90	42	45	44	41	43		43,0	-3,66	39,3	39,3	18,1
15	+90	45	43	47	42	42		43,8	-3,62	40,2	40,2	19,2

Obliczenia:

- średnia wytrzymałość badanego elementu: MPa

- odchylenie standardowe w badaniach: MPa

- współczynnik zmienności:

- minimalna wytrzymałość badanego elementu: MPa

Badania wykonał:

.....

**DZIENNIK POMIARÓW SKLEROMETRYCZNYCH
MŁOTKIEM SCHMIDTA TYPU N**

Objekt: Zawadzkie- trzon wieży zbiornika na wodę

Badany element: trzon wieży - od zewnątrz (przyziemie)

Data badania: sty-18

Wiek betonu: 50 lat

Kontrolona liczba odbicia L_k :

Ilość badanych miejsc:

Współczynnik poziomu naprężeń

Krzywa regresji: $R_i = (aL_s^2 + bL_s + c) \cdot c_{tr} \cdot c_{wy} \cdot m$

gdzie:

a =	0,0356
b =	-0,80
c =	6,40
c_{tr} =	0,60
c_{wy} =	1

Lp. (N)	Kąt odbicia [°]	Odczyty L						Liczba odbicia			Zaktualizowana liczba odbicia $L_s = L \cdot m \cdot k$	Wytrzymałość w miejscu badania R_i [MPa]
		n = 1	n = 2	n = 3	n = 4	n = 5	n = 6	Średnia L_{sr}	Poprawka ΔL	$L = L_{sr} + \Delta L$		
1	+90	46	42	43	41	45		43,4	-3,66	39,7	39,7	18,6
2	+90	44	38	37	43	43		41,0	-3,82	37,2	37,2	15,6
3	+90	43	42	45	42	47		43,8	-3,62	40,2	40,2	19,2
4	+90	35	39	39	42	42		39,4	-3,98	35,4	35,4	13,7
5	+90	45	47	47	44	45		45,6	-3,46	42,1	42,1	21,7
6	+90	48	45	44	45	46		46,2	-3,42	42,8	42,8	22,5
7	+90	45	46	42	44	41		43,6	-3,62	40,0	40,0	18,9
8	+90	43	41	45	43	47		43,8	-3,62	40,2	40,2	19,2
9	+90	43	45	45	41	45		43,8	-3,62	40,2	40,2	19,2
10	+90	46	42	43	48	44		44,6	-3,54	41,1	41,1	20,3
11	+90											
12	+90											
13	+90											
14	+90											
15	+90											

Obliczenia:

- średnia wytrzymałość badanego elementu:

MPa

- odchylenie standardowe w badaniach:

MPa

- współczynnik zmienności:

- minimalna wytrzymałość badanego elementu:

MPa

Badania wykonał:

.....