

SPIS TREŚCI

1. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA	3
2. PODSTAWA OPRACOWANIA I MATERIAŁY WYJŚCIOWE.....	3
2.1. Normy krajowe.....	3
2.2. Normy zagraniczne	3
2.3. Publikacje	3
3. OPIS PRZEDMIOTU EKSPERTYZY.....	4
3.1. Historia powstania i prac budowlanych przy budynku	4
3.2. Ogólny opis konstrukcji budynku	4
3.3. Opis poszczególnych elementów konstrukcyjnych.....	6
3.3.1. Posadowienie budynku i konstrukcje oporowe.....	6
3.3.2. Pionowe elementy nośne (ściany wieży)	7
3.3.3. Poziome elementy nośne.....	11
3.3.4. Schody i elementy komunikacji pionowej	17
3.3.5. Konstrukcja stelaża dzwonnicy	17
3.3.6. Konstrukcja iglicy wieży	19
4. SZCZEGÓŁY DOTYCZĄCE STANU TECHNICZNEGO KONSTRUKCJI BUDYNKU W CZASIE EKSPERTYZY	22
4.1. Wykonane pomiary i badania materiałowe	22
4.1.1. Inwentaryzacja geodezyjna i tradycyjna	23
4.1.2. Oględziny elewacji przy użyciu technik wysokościowych	24
4.1.3. Badanie wytrzymałości materiałów i lokalizacja zbrojenia w stropach ceramicznych.....	24
4.1.4. Badania chemiczne	24
4.2. Dane dotyczące użytych materiałów budowlanych	25
4.2.1. Elementy murowe (ceramiczne)	25
4.2.2. Elementy stalowe	28
4.2.3. Elementy drewniane	28

4.3.	Dane dotyczące stanu poszczególnych elementów konstrukcyjnych	28
4.3.1.	Posadowienie budynku i konstrukcje oporowe.....	28
4.3.2.	Pionowe elementy nośne (ściany wieży)	30
4.3.3.	Poziome elementy nośne.....	38
4.3.4.	Schody i elementy komunikacji pionowej	40
4.3.5.	Konstrukcja stelaża dzwonnicy	40
4.3.6.	Konstrukcja iglicy wieży	41
5.	ANALIZA PRZYCZYŃ STWIERDZONYCH USZKODZEŃ ORAZ MOŻLIWOŚCI WYKONANIE TARASU WIDOKOWEGO	42
5.1.	Przyjęta koncepcja wykonania tarasu widokowego	42
5.2.	Zakres wykonanych obliczeń statyczno-wytrzymałościowych	44
5.2.1.	Obciążenia przyjęte do obliczeń statyczno-wytrzymałościowych	44
5.2.2.	Przyjęte modele obliczeniowe.....	45
5.2.3.	Wyznaczenie częstotliwości drgań własnych wieży (wpływ wiatru i dzwonów na konstrukcję wieży)	47
5.3.	Analiza przyczyn uszkodzeń elewacji wieży	48
6.	ZALECENIA DOTYCZĄCE SPOSOBU WZMOCNIEŃ I NAPRAW ELEMENTÓW WIEŻY	49
6.1.	Wzmocnienia stropów stalowo-ceramicznych.....	49
6.2.	Wykonanie nowych schodów i stropów.....	50
6.3.	Naprawa elewacji wieży	50
6.4.	Zalecane dalsze prace pomiarowo-badawcze.....	51
7.	PODSUMOWANIE I WNIOSKI	51

1. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest wieża o konstrukcji murowanej, należąca do budynku kościoła p.w. św. Katarzyny Aleksandryjskiej, znajdującego się przy pl. Jana Pawła II 11/13 w Zgierzu. Budynek został wpisany do rejestru zabytków w styczniu 2010r. pod numerem A/87. Zakres opracowania obejmuje ekspertyzę techniczną konstrukcji wieży, mającą na celu określenie możliwości wykonania na wieży tarasu widokowego oraz ocenę ogólnego stanu technicznego wieży. Opracowanie nie obejmuje części architektoniczno-konserwatorskiej.

2. PODSTAWA OPRACOWANIA I MATERIAŁY WYJŚCIOWE

Podstawę opracowania stanowi umowa nr IM. 88/827/09 zawarta w dn. 17.12.2009 pomiędzy Gminą Miasto Zgierz, a Polskim Związkiem Inżynierów i Techników Budownictwa, Oddział w Łodzi, Zespół Rzeczoznawców.

Do wykonania opracowania wykorzystano następujące materiały:

2.1. Normy krajowe

- [N1] PN-54/B-03002 Konstrukcje murowe z cegły. Obliczenia statyczne i projektowanie. (archiwalna)
- [N2] PN-B-03002:1999 Konstrukcje murowe niezbrojone. Projektowanie i obliczanie.
- [N3] PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [N4] PN-B-03150:2000 Konstrukcje drewniane. Obliczenia statyczne i projektowanie
- [N4] PN-82/B-02001 Obciążenia budowli. Obciążenia stałe.
- [N5] PN-82/B-02003 Obciążenia budowli. Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe.
- [N6] PN-B-02015:1986 Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne środowiskowe. Obciążenie temperaturą
- [N7] PN-EN 1991-1-4 Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru.
- [N8] PN-70/B-12016 Wyroby ceramiki budowlanej. Badania techniczne.

2.2. Normy zagraniczne

- [D1] DIN 4178 : 2005 Glockentürme (Belltowers)

2.3. Publikacje

- [P1] Karta ewidencyjna zabytków architektury i budownictwa. Obiekt: Rzym. Kat. Kościół parafialny p.w. św. Katarzyny. Założona przez Krzysztofa Stefańskiego w czerwcu 1988.
- [P2] B. Lewicki, R. Jarmonowicz, J.Kubica: Podstawy projektowania niezbrojonych konstrukcji murowych. ITB, Warszawa 2001.
- [P3] H. Kuźma: Projekt Budowlany stacji bazowej telefonii komórkowej. Konstrukcja. Łódź, marzec 2006.
- [P4] S. Bennati, L. Nardini, W. Salvatore: Dynamic Behavior of a Medieval Masonry Bell Tower. Part I: Experimental Measurements and Modeling of Bell's Dynamic Actions. Journal of Structural Engineering. November 2005.

3. OPIS PRZEDMIOTU EKSPERTYZY

3.1. Historia powstania i prac budowlanych przy budynku

Według informacji podanych w [P1] budowę obecnego budynku kościoła rozpoczęto w 1910r. na podstawie projektu łódzkiego architekta powiatowego S. Lemmenè. Budowę przerwał wybuch I wojny światowej i została ona wznowiona w 1920r. Budynek został ukończony i oddany do użytku w 1930r. W 1935r. wykonano naprawy za pomocą kłamrowania i przełożenie dachów nad nawami bocznymi. Około roku 1950 założono instalację grzewczą, zasilaną z kotłowni wybudowanej pod zakrystią. W 1980r. dokonano wymiany pokrycia dachów z dachówki na blachę stalową ocynkowaną nad nawą główną i nawami bocznymi. W dostępnych materiałach brak jest informacji o innych pracach budowlano-remontowych przy budynku kościoła i wieży, choć na wieży widoczne są ślady prowizorycznego zabezpieczenia zaprawą na bazie cementu miejsc uszkodzonej elewacji.

3.2. Ogólny opis konstrukcji budynku

Budynek kościoła zlokalizowany jest w centrum Zgierza. Z uwagi na znaczny spadek terenu działki w kierunku wschodnim budynek usytuowano na owalnym nasypie, zabezpieczonym ze wszystkich stron murem oporowym, który pełni również funkcję ogrodzenia terenu kościoła. Wysokość nasypu w najwyższym miejscu – od strony wschodniej sięga ok. 3m.

Kościół wykonano w stylu neogotyckim na bazie krzyża o korpusie trzynawowym, trójprzęsłowym (typ bazylikowy - nawa środkowa wyższa niż boczne - z pasem okien doświetlających nawę główną). Główna nawa, transept i pięcioboczne, dwuprzęsłowe prezbiterium mają jednakową wysokość i kryte są dachami dwuspadowymi o konstrukcji drewnianej. Nawy boczne kryte są dachami pulpitowymi. Budynek kościoła wykonany jest w całości jako murowany z cegły ceramicznej pełnej. Wewnątrz kościół jest otynkowany, natomiast zewnętrzna elewacja wykonana jest z cegły ceramicznej. Stwierdzono występowanie w elewacji zarówno cegły ceramicznej pełnej jak i kratówki. Materiał elewacji kościoła i dolnej części wieży nie został dokładnie rozpoznany, natomiast elewacja górnej części wieży wykonana jest w całości z cegły kratówki. W chwili obecnej pokrycie wszystkich dachów stanowi blacha.

Wieża kościoła zlokalizowana jest centralnie na osi podłużnej budynku kościoła od strony wschodniej i parter wieży pełni funkcję kruchty. Konstrukcja wieży jest połączona z frontową – wschodnią ścianą kościoła bez dylatacji. Wieżę wykonano na planie prostokąta o wymiarach w rzucie na poziomie kruchty: 6,22 x 5,63m z dwoma pięciobocznymi przybudówkami, wykonanymi po stronie północnej i południowej. W jednej przybudówce znajdują się drewniane schody, natomiast druga nie jest zabudowana i stanowi szyb techniczno-transportowy. Wieża, podobnie jak budynek kościoła, ma konstrukcję murowaną z cegły ceramicznej pełnej, obłożonej warstwą licową – w górnej części z cegły dziurawki, a w dolnej części prawdopodobnie z cegły pełnej. Dolna część wieży, pełniąca funkcję kruchty kościoła przekryta jest sklepieniem krzyżowym. Nad kruchtą znajduje się chór z prospektem organowym, w całości otwarty na kościół a nad nim kolejno: pomieszczenie prowadzące na poddasze kościoła, pomieszczenie techniczne, w którym obecnie umieszczono rozdzielnię anten telefonii komórkowej, dzwonnica i stalowa, kratowa konstrukcja iglicy o wysokości 22m. Wysokość wieży, liczona od poziomu posadzki kruchty do wierzchu iglicy wynosi 64,89m. Koronę muru wieży u podstawy iglicy zakończono ażurowymi, murowanymi attykami i czterema wieżyczkami narożnymi – w czterech narożach wieży. Elewację wieży

wykonano z cegły ceramicznej – kratówki. Od wewnątrz otynkowano jedynie dolne pomieszczenia wieży (kruchtę i chór), klatkę schodową i pomieszczeniem techniczne pod dzwonnica. Pod dzwonnica (poziom 28,70), pod pomieszczeniem technicznym (poziom 24,86) oraz pod wejściem na poddasze kościoła (poziom 21,16) wykonano stropy stalowo-ceramiczne, z płytą z cegły pełnej i pustaków Foerster, opartą na belkach stalowych z profili walcowanych. Na wysokości dzwonnicy od strony północnej, wschodniej i południowej wykonano betonowe balkony, oparte na konsolach murowanych. Poziom balkonów znajduje się ok. 0,93m powyżej poziomu stropu pod dzwonnica. Pod iglicą (poziom 39,06) wykonano drewniana podsufitkę mocowaną do również drewnianych belek, a na poziomie 18,06 wykonano strop drewniany. (możesz określić jakie). Stropy pod organami i chórem (poziomy 8,97 i 6,32) wykonano w postaci drewnianego pułapu, ułożonego na stalowych belkach z profili walcowanych.

Wygląd ogólny kościoła i wieży pokazano na fotografiach Rys.1 - Rys. 2.



Rys. 1 Widok kościoła i wieży od str. wschodniej



Rys. 2 Widok kościoła i wieży od str. południowo-wschodniej

3.3. Opis poszczególnych elementów konstrukcyjnych

3.3.1. Posadowienie budynku i konstrukcje oporowe.

Budynek kościoła łącznie z wieżą usytuowany jest na owalnym nasypie. Z uwagi na znaczny spadek terenu rodzimego wysokość nasypu nie jest stała i zmienia się od zera - po stronie zachodniej do ok. 3m - po stronie wschodniej budynku, gdzie zlokalizowana jest wieża. Nasyp ze wszystkich stron ograniczony jest murem oporowym, o konstrukcji oryginalnej prawdopodobnie murowanej, z widocznymi obecnie śladami wzmocnień żelbetowych od strony wschodniej.

W ramach ekspertyzy nie dokonywano odkrywek fundamentów i badań gruntu, ponieważ na konstrukcji wieży nie widać uszkodzeń, których przyczyną mogłyby być problemy z posadowieniem budynku lub warunkami gruntowo-wodnymi. Geodezyjny pomiar pionowości wieży wykazał odchyłkę rzędu 80mm, co stanowi 1/800 wysokości wieży i jest wartością bezpieczną

3.3.2. Pionowe elementy nośne (ściany wieży)

Główną konstrukcję wieży stanowią zewnętrzne ściany murowane z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie wapiennej lub cementowo-wapiennej. Zewnętrzna, licowa warstwa muru wykonana jest z cegły ceramicznej pełnej w odmianie elewacyjnej oraz z cegły kratówki o gr. ok. 70mm.

Grubość ścian zmienia się na wysokości wieży i wynosi (łącznie z warstwą elewacyjną) odpowiednio:

- 1,40m na poziomie kruchty
- 1,20-1,30m na poziomie chóru
- 1,15-1,18m na poziomie pomieszczeń technicznych i poddasza kościoła
- 0,8-0,95m na poziomie dzwonnicy
- 0,65-0,75 pod iglicą

Również w obrębie jednego poziomu grubości poszczególnych ścian różnią się.

Wieża ma przekrój prostokąta o proporcjach zbliżonych do kwadratu. Na poziomie dzwonnicy zewnętrzne narożniki wieży są ścięte, a pod iglicą przekrój przechodzi w ośmiokątny. Każdy z czterech narożników wieży wzmocniony jest dwoma szkarpami murowanymi, wzajemnie prostopadłymi do siebie. Jedynie na wysokości dzwonnicy szkarpy są równoległe do siebie oraz do dwusiecznej kąta pomiędzy ścianami. Od strony zachodniej szkarpy usytuowane na linii północ –południe przechodzą w ścianę frontową kościoła natomiast szkarpy skierowane na zachód przechodzą przez dach kościoła i kończą się poniżej linii dachu. Na wysokości poddasza kościoła pocieniona jest również zachodnia ściana wieży – prawdopodobnie o grubość warstwy licowej. Wysięg szkarp zwiększa się skokowo ku dołowi, natomiast ich szerokość pozostaje stała i wynosi ok. 0,50m. W północnej i południowej ścianie wieży znajdują się pionowe szyby komunikacyjno-transportowe o przekroju okrągłym, o średnicach: 1,60m od strony północnej i 1,70m od strony południowej. Szyby zlokalizowane są częściowo w grubości ściany, a częściowo w murowanych przybudówkach o przekroju pięciobocznym. Przybudówki są przewiązane ze ścianami wieży i stanowią usztywnienie konstrukcji wieży, w miejscu, gdzie ściany: wschodnia i zachodnia są osłabione dużymi otworami. W szybie południowym wykonano drewniane, kręcone schody z rdzeniem), natomiast szyb północny jest niezabudowany i służy do transportu ciężkich urządzeń o dużych gabarytach na wieżę.

Na poziomie kruchty w ścianach wieży znajdują się cztery otwory drzwiowe . Otwory w ścianach: wschodniej i zachodniej, przesklepione łukami ostrymi stanowią wejście do kościoła, natomiast w ścianach: północnej i południowej wykonano wejścia do szymbów komunikacyjnych o znacznie mniejszych gabarytach. Na poziomie chóru w ścianie zachodniej znajduje się otwór na całą szerokość ściany, którego wierzch znajduje się na poziomie 17.28, czyli 2,5m pod sklepieniem kościoła. Otwór praktycznie łączy nawę główną kościoła z wnętrzem wieży. Na tej samej wysokości w ścianie wschodniej znajduje się otwór okienny o nieco mniejszych gabarytach.

Powyżej opisanych otworów ściany wieży osłabione są blendami w elewacji, które znajdują się ze wszystkich czterech stron i sięgają na głębokość ok. 0,21m.

Na poziomie 28.70 w wieży znajduje się pomieszczenie dzwonnicy. Na wysokości tego pomieszczenia, we wszystkich czterech ścianach wieży wykonano otwory przesklepione łukami ostrymi, z pojedynczym laskowaniem z cegły przesłonięte żaluzjami, o wysokości ok. 7.5m, które praktycznie wydzielają z konstrukcji ścian cztery narożne filary. Poniżej okien od południa wschodu i północy w ścianach zamocowane są, wsparte na konsolach balkony o wysięgu ok. 0,7m licząc od zewnętrznego lica muru. Poziom płyty balkonów znajduje się 0,93m powyżej poziomu płyty stropowej, zatem nie są one wypuszczone z płyty, a utwierdzone w ścianie i podparte od spodu murowanymi konsolami. Funkcję utwierdzenia balkonów w ścianach prawdopodobnie spełniają też profile walcowane NP200, umieszczone poziomo w ścianach, których końcówki wystające z wewnętrznej powierzchni ścian zlokalizowano na wysokości krawędzi płyt balkonowych. W pomieszczeniu dzwonnicy znajduje się stalowa konstrukcja, na której zawieszono dzwony. W tym pomieszczeniu, w 2006 roku zamontowano również anteny telefonii komórkowej łącznie ze stalowymi pomostami i drabinami, służącymi do ich obsługi. Wszystkie wymienione konstrukcje stalowe mocowane są do ścian wieży. Nad dzwonnica znajduje się ostatni segment murowanego trzonu wieży – pomieszczenie pod iglicą. Jest on oddzielony od pomieszczenia dzwonnicy drewnianym stropem. Na poziomie stropu występuje odsadzka o szerokości 1/3 cegły – od strony wewnętrznej wszystkich ścian. Z uwagi na mniejszą grubość ścian oraz w celu należytego zamocowania czterech narożnych wieżyczek, w pomieszczeniu pod iglicą ścięto również wewnętrzne narożniki trzonu wieży. Wierzch ścian wieży nie jest zakończony wieńcem i konstrukcja kopuły oparta jest bezpośrednio na murze. Iglica jest dodatkowo kotwiona w ścianach wieży ośmioma prętami stalowymi, które rozmieszczone są we wszystkich narożach podstawy iglicy – po dwa na każdej ścianie. Zadaniem kotew jest zabezpieczenie iglicy przed poderwaniem przez wiatr.

Powyżej poziomu oparcia iglicy ściany wieży zakończone są murowanymi, ażurowymi attykami, rozpiętymi pomiędzy wieżyczkami narożnymi.



Rys 3. Przybudówka szybu komunikacyjnego od str. południowej. Powyżej widoczne blendy w elewacji.



Rys 4. Szyb transportowo – komunikacyjny, północny.



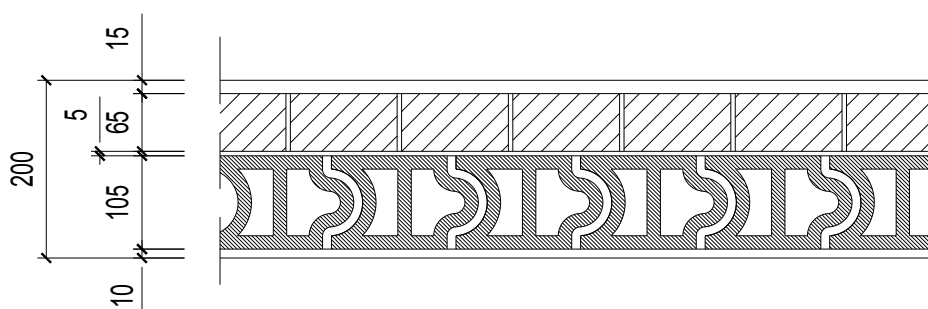
Rys.5. Stelaż dzwonnicy i pomosty stalowe w pomieszczeniu dzwonnicy

3.3.3. Poziome elementy nośne

3.3.3.1. Strop stalowo-ceramiczny pod dzwonnica (poziom 28.70) i balkony

W budynku wieży wykonano trzy stropy stalowo-ceramiczne na poziomach: 28.70, 24.86 i 21.16. W oryginalnym projekcie wszystkie trzy stropy miały analogiczną konstrukcję – obecnie strop na poziomie 24.86 jest dodatkowo wzmocniony wylewką cementową. W skład konstrukcji stropów wchodziły belki stalowe z dwuteowych profili walcowanych NP 200, ułożone w zmiennych rozstawach 1,00-1,15m oraz płyta ceramiczna o łącznej grubości 200mm. Kierunek ułożenia belek na kolejnych stropach zmienia się o 90 stopni: w stropie pod dzwonnica belki ułożone są w kierunku wschód-zachód, w stropie pod rozdzielnią telefonii komórkowej w kierunku północ-południe, a w stropie pod wejściem na poddasze znów w kierunku wschód-zachód. Takie ułożenie belek było prawdopodobnie celowe i miało na celu zapewnienie maksymalnej sztywności poprzecznej wieży, gdyż stropy pełnią też funkcję przepon dla ścian.

Ceramiczna płyta stropowa jest stosunkowo gruba (łączna grubość 200mm) i ma złożoną konstrukcję. Wierzchnią warstwę płyty, (pod gładzią z zaprawy) wykonano z cegły ceramicznej pełnej i ma ona grubość ok. 65mm. Poniżej znajduje się warstwa wykonana z pustaków ceramicznych typu Foerster, o wysokości ok. 105mm. Pustaki są ułożone metodą „pióro-wpust”, w kierunku prostopadłym do belek stalowych. Od spodu strop jest otynkowany. W trakcie oględzin nie było możliwe ustalenie czy spoiny warstwy pustaków i cegły są wzajemnie przesunięte, natomiast badanie górnej i dolnej powierzchni stropu aparatem Profometer 5 nie wykazało obecności elementów stalowych w spoinach stropu. Stali nie wykryto też w wykonanych odkrywkach. Schematyczny przekrój konstrukcji stropu (równoległy do belek stalowych) pokazano na poniższym szkicu.



Rys.6. Schemat konstrukcji płyty stropu stalowo-ceramicznego

Strop pod dzwonnica jest najwyżej zlokalizowanym stropem ceramicznym. Z uwagi na otwarty charakter pomieszczenia dzwonnicy (metalowe żaluzje w otworach okiennych nie zabezpieczają w całości przy silnym wietrze przed przedostawaniem się do pomieszczenia śniegu i wody opadowej) jest on w znacznym stopniu narażony na działanie zewnętrznych warunków atmosferycznych. Właśnie z uwagi na zalegający na stropie w czasie ekspertyzy śnieg jego dokładne oględziny nie były możliwe.

Płyty balkonów znajdują się od strony północnej, wschodniej i południowej i są zamocowane bezpośrednio w ścianie. Średni wysięg płyt wynosi 0,7m, a ich szerokość 3,50m. Główną podporę każdej z trzech płyt stanowią cztery konsole murowane z cegły elewacyjnej – dziurawki z zaślepionymi otworami. Konsole widoczne są na fotografiach: Rys.18 i Rys.25. Prawdopodobnie dodatkowe utwierdzenie płyty w ścianie zapewniają profile stalowe NP200, zamocowane poziomo w ścianie przy krawędziach balkonów (po dwa w każdym balkonie).

Dostęp do balkonów jest zablokowany od strony wewnętrznej przez metalowe żaluzje, przykręcone bezpośrednio do muru wieży kołkami rozporowymi oraz przez konstrukcje wsporcze anten telefonii komórkowej. W czasie oględzin udało się zdemontować płytę żaluzji od strony wschodniej i uzyskać częściowy dostęp do tego balkonu. Płyta balkonu wykonana jest z betonu. W czasie badania górnej powierzchni płyty aparatem Profometer 5 nie stwierdzono występowania zbrojenia.

3.3.3.2. Strop ceramiczny pod rozdzielnią telefonii komórkowej (poziom 24.86)

W oryginalnym projekcie prawdopodobnie konstrukcja tego stropu nie różniła się od konstrukcji dwóch pozostałych stropów ceramicznych, ale w roku 2006, przed ustawieniem w pomieszczeniu pod dzwonnica rozdzielni telefonii komórkowej, strop został wyrównany i wzmocniony przez ułożenie dodatkowej, wierzchniej warstwy gładzi cementowej o grubości ok. 10-15mm. Obecnie całkowita grubość tego stropu wynosi 210mm. Strop w poziomie 24.86 jest od spodu otynkowany, ale fragmenty tynku – głównie w okolicy otworu wjazdowego do pomieszczenia rozdzielni na uległy uszkodzeniu i odpadły. W jednym z dwóch środkowych przęseł płyty ceramicznej wykuto dwa okrągłe otwory, wykończone kołnierzem z blachy, które prawdopodobnie służyły do poprowadzenia lin poruszających dzwony. Obecnie otwory są zaślepione wierzchnią warstwą wylewki. Belki stalowe nie są otynkowane ani zabezpieczone powłoką malarską.



Rys.7. Strop stalowo-ceramiczny na poziomie 24.86. Widok od spodu



Rys.8. Rozdzielnie telefonii komórkowej stojące na stropie na poziomie 24.86.

3.3.3.3. Strop ceramiczny pod wejściem na poddasze kościoła (poziom 21.16)

Najniżej położonym z trzech stropów ceramicznych jest strop na poziomie 21.16. Znajduje się on pod pomieszczeniem, z którego prowadzi wejście na poddasze budynku kościoła. Ten strop ma konstrukcję analogiczną do stropu na poziomie 28.70, łącznie z kierunkiem ułożenia belek stalowych: wschód-zachód. Podobnie jak w wypadku stropu na poziomie 24.86 spód płyty ceramicznej jest otynkowany, ale pasy belek stalowych są odsłonięte. Tynk na dolnej powierzchni stropu znajduje się w dużo lepszym stanie w porównaniu z poziomem 24.86, ale belki stalowe są w porównywalnym stopniu pokryte korozją. Również w płycie tego stropu wykonano dwa okute kołnierzami stalowymi otwory na liny poruszające dzwony, a także dodatkowy, prostokątny otwór o wymiarach: 1,12x0,90m, obecnie przykryty pokrywą z desek.



Rys.9. Strop w poziomie 21.16

3.3.3.4. Strop drewniany pod organami (poziom 8.97)

W budynku wieży wykonano stropy drewniane na czterech poziomach. Dwa z nich, na poziomach 39.06 i 18.96 są w całości drewniane, natomiast strop na poziomie 8.97 ma konstrukcję mieszaną, w skład której wchodzi stalowe belki i drewniany pułap. Wzmocniona konstrukcja stropu wynika z przyłożonych do niego obciążeń – strop ten stanowi podparcie dla organów.

Konstrukcja ostatniego ze stropów – na poziomie 6.32 nie została dokładnie rozpoznana, ponieważ od spodu jest on zakryty ceglanym sklepieniem kruchty i sieni pod chórem. Można jednak przypuszczać, że ma on konstrukcję mieszaną, zbliżoną do konstrukcji stropu na poziomie 6.32.

Strop pod organami (na poziomie 8.97) należy do wewnętrznej, regularnie użytkowanej przestrzeni kościoła. Belki stalowe i deski są starannie zabezpieczone powłoką malarską. Ani belki stalowe, ani deski nie wykazują śladów korozji, przeciążenia lub nadmiernego zużycia. Również stan stref podporowych belek stalowych nie odbiega od normy.

Konstrukcja stropu składa się z belek stalowych z profili walcowanych NP.160 w rozstawie 1,31-1,14m oraz drewnianej podłogi z desek o gr. 40mm.



Rys.10. Strop w poziomie 8.97

3.3.3.5. Pozostałe stropy drewniane

Dwa pozostałe, rozpoznane stropy drewniane znajdują się na poziomach 39.06 i 18.96. Górny strop (poziom 39.06) stanowi sufit pomieszczenia dzwonnicy i jednocześnie wydziela przestrzeń pod iglicą. Konstrukcja stropu składa się z legarów drewnianych o przekroju ok. 120x120mm, rozmieszczonych w rozstawie ok. 0,85m i podsufitki z desek o grubości 50mm, przybitej do spodu legarów. Podane wymiary są uśrednione, ponieważ strop ma charakter prowizoryczny, belki nie zachowują stałego przekroju na całej długości i nie są rozmieszczone w równych rozstawach. O prowizorycznym charakterze stropu świadczy również wykonanie jedynie podsufitki po spodniej stronie belek. Takie wykonanie stropu powoduje, że poruszanie się po nim jest niebezpieczne i może się odbywać jedynie po legarach.

W skład konstrukcji stropu na poziomie 18.96 wchodzi legary o przekroju 80x250mm w rozstawie 1,00-1,20m podłoga z desek o grubości 40mm i podsufitka – również z desek i tynku. Zbadanie warstw podsufitki nie było możliwe, ponieważ strop ten stanowi przekrycie przestrzeni nad organami i jest od spodu niedostępny (znajduje się na dużej wysokości).



Rys.11. Strop nad dzwonnica – widok z góry



Rys.12. Strop nad dzwonnica – widok z dołu



Rys. 13. Widok legara i podłogi stropu na poziomie 18.96

3.3.4. Schody i elementy komunikacji pionowej

Z poziomu kruchty na poziom 18.96 (gdzie zlokalizowane jest wejście na poddasze kościoła) prowadzą kręcone schody drewniane, zlokalizowane w szybie komunikacyjnym od strony południowej. Wysokość stopni i geometria schodów zmienia się nieznacznie na wysokości klatki schodowej. Do poziomu organów i chóru (6.32) schody są zabezpieczone powłoką malarską, a powyżej nie mają żadnego zabezpieczenia antykorozyjnego. Stan konstrukcji tych schodów jest dobry, chociaż ich ciasna geometria utrudnia komunikację. Od poziomu 6.32 komunikację pionową zapewnia system drewnianych i stalowych schodów i drabin.

Poziomy 18.96 i 21.16 oraz 24.86 i 28.70 łączą drewniane schody proste, których konstrukcja opiera się na dwóch belkach policzkowych i drewnianych stopniach. Konstrukcja tych schodów nie uległa korozji, jednak z uwagi na znaczne zużycie nie mogą one pełnić funkcji komunikacji na przyszły taras widokowy.

Z poziomu 21.16 na poziom 24.86 prowadzi stalowa drabina, wykonana prawdopodobnie w ramach montażu pomostów stalowych do obsługi anten telefonii komórkowej. Stan konstrukcji drabiny i jej zabezpieczenia antykorozyjnego jest dobry. Z uwagi na niski komfort dla użytkownika, a także z uwagi na brak elementów zabezpieczających (obróczy) przy różnicy pokonywanej wysokości 3,5m, drabina nie może pełnić funkcji komunikacyjnej na przyszły taras widokowy i powinna być zastąpiona schodami.

Z poziomu dzwonnicy (28.70) na poziom stropu pod iglicą (39.06) prowadzi system drabin i pomostów technicznych o konstrukcji stalowej. Podłogę pomostów stanowią kraty pomostowe. Zarówno pomosty, jak i drabiny są zabezpieczone antykorozyjnie przez ocynkowanie. Pomosty nie mogą pełnić funkcji komunikacyjnej dla turystów odwiedzających wieżę i taras widokowy, jednak w wypadku lokalizacji tarasu widokowego na poziomie balkonów wieży nie będą one musiały być do tego celu wykorzystywane.

Szyb komunikacyjny od strony północnej nie jest obecnie zabudowany schodami, stanowi on jednak jedyną drogę transportu na wieżę urządzeń o dużej masie i gabarytach, dlatego nie powinien on być w przyszłości zabudowany.

3.3.5. Konstrukcja stelaża dzwonnicy

W pomieszczeniu dzwonnicy znajdują się dwa dzwony o zbliżonych do siebie gabarytach i masach. Pierwszy dzwon ma średnicę kielicha 650mm i masę ok. 190kg, a drugi ma średnicę kielicha ok. 690mm i masę ok. 220kg. Drugi z opisywanych dzwonów jest nieczynny.

Oba dzwony zawieszone są na kratownicowym stelażu o konstrukcji stalowej. Konstrukcja stelaża składa się z trzech trójkątnych, równoległych ram, połączonych ze sobą stężeniami kratowymi i opartych na trzech stalowych belkach, utwierdzonych w ścianach wieży.

Konstrukcja dzwonnicy jest w całości odizolowana od konstrukcji stropu. Oba dzwony zawieszone są na wykręconych, łożyskowanych jarzmach stalowych. Ten rodzaj zawieszenia dzwonu (typu ambrozjańskiego) minimalizuje drgania, które w czasie jego ruchu przekazywane są na konstrukcję stelaża i dzwonnicy. Oś obrotu czynnego dzwonu znajduje się na linii wschód-zachód, natomiast oś obrotu dzwonu wyłączanego z użycia znajduje się na linii północ-południe. Czynny dzwon poruszany jest napędem elektromagnetycznym, który w minimalnym stopniu obciąża konstrukcję wieży. Z uwagi na zastosowany system podwieszenia i napęd oraz z uwagi na małą masę dzwonu jego wpływ na konstrukcję wieży jest niewielki.

Znajdująca się w dzwonnicy konstrukcja stelaża jest prawdopodobnie oryginalnym rozwiązaniem, wykonanym w trakcie wznoszenia budynku kościoła i modyfikowanym jedynie w obrębie jarzm dzwonów. Do jej wykonania użyto głównie stalowych ceowników walcowanych o wysokościach od 60 do 140mm. W konstrukcji zastosowano połączenia nitowane – warsztatowe i śrubowe – montażowe (na śruby M12).

Konstrukcja była zabezpieczona antykorozyjnie przez malowanie.



Rys. 14. Stelaż dzwonnicy – widok z góry



Rys. 15. Podwieszenie i napęd czynnego dzwonu



Rys. 16. Oparcie stelaża dzwonnicy na ścianie

3.3.6. Konstrukcja iglicy wieży

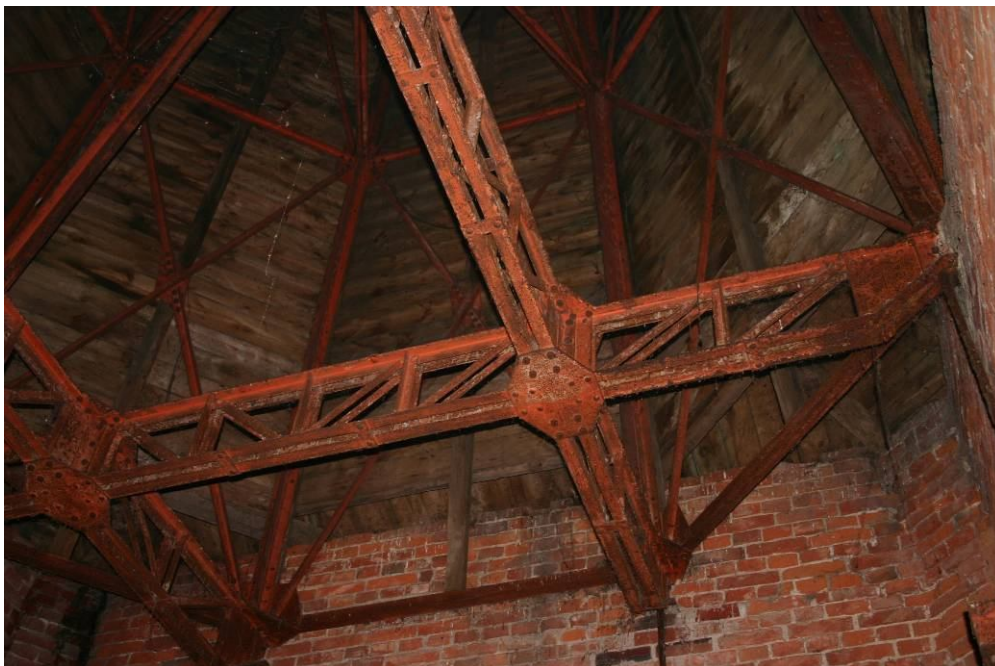
Iglica wieńcząca wieżę oparta jest na murze bezpośrednio na ścianach wieży na poziomie 42,89. Iglica ma formę stożka o podstawie ośmioboku. Krawędzie ośmiobocznej podstawy stożka nie są równe i ich długość waha się w granicach 2,10 – 2,25m. Wysokość iglicy wynosi 22m i jest ona zwieńczona metalową kulą i krzyżem. Iglica jest kryta blachą miedzianą na deskowaniu. Analogiczny kształt mają cztery mniejsze iglice, wieńczące narożne wieżyczki attyki. Są one również kryte blachą i mają wysokość ok. 6,6m, ale rozpoznanie ich konstrukcji było niemożliwe z uwagi na brak dostępu. W czasie prac remontowych należy zdemonstrować częściowo blachę pokrycia iglic wieżyczek narożnych i zbadać również ich konstrukcję.

Główna iglica ma stalową, przestrzenną konstrukcję kratową. Podstawę iglicy tworzy ruszt czterech kratownic (po dwie wzajemnie prostopadłe do siebie). Za pośrednictwem rusztu iglica opiera się na ścianach, ale pełni on również funkcję poziomego usztywnienia jej podstawy. Kratownice wykonano z kątowników walcowanych 50x50x6. Podobnie jak w stelażu dzwonnicy również w iglicy połączenia warsztatowe wykonano nitowane, a połączenia montażowe- skręcane, śrubowe. Podpory kratownic są trapezowo podcięte, wzmocnione blachami i wmurowane w ściany wieży. Na każdej z ośmiu podpór, na sworzniu zamocowano pionowy stalowy ścią z pręta o średnicy 25mm, który jest kotwiony w murze ok. 1,6m poniżej poziomu oparcia iglicy, za pośrednictwem dwóch stalowych ceowników osadzonych w murze. Zakotwienie ściągu wykonano w postaci nakrętki ze stalowym talerzykiem. Ściągi przekazują na mur siły rozciągające i zabezpieczają iglicę przed wywróceniem w wyniku oddziaływania wiatru.

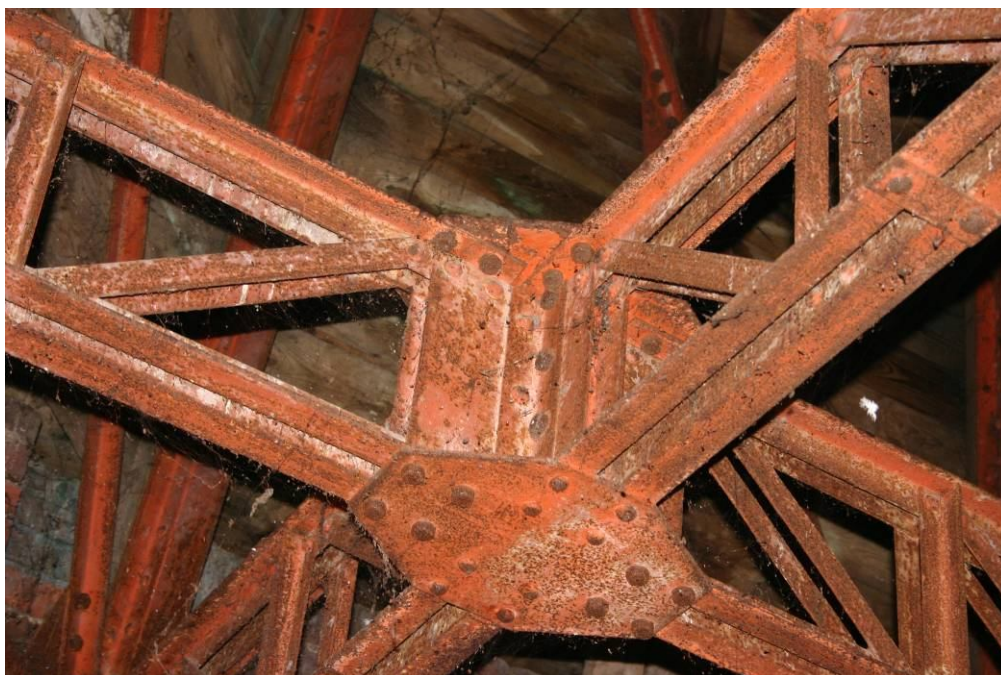
Na ruszcie podstawy ustawiona jest konstrukcja górnej części iglicy. Składa się ona z prętów zlokalizowanych na tworzących ostrosłupa oraz poziomych przepon, rozmieszczonych w odstępach ok. 2,70-3,50m. Każda z poziomych przepon składa się z ośmiu promieniście

ułożonych prętów, łączących środek ośmioboku z jego narożami. Środkowy węzeł każdej przepony podparty jest czterema krzyżulcami, biegnącymi do zewnętrznych węzłów przepony położonej poniżej. Dodatkowo wszystkie ściany ostrosłupa są usztywnione stężeniami krzyżowymi. Pręty przepon i krzyżulców mają przekroje złożone z dwóch kątowników. Stężenia krzyżowe wykonano z pojedynczych kątowników, natomiast pręty umieszczone w tworzących ostrosłupa mają przekrój teowy, złożony z dwóch kątowników i blachy.

Iglicy nie wyposażono w drabiny i pomosty serwisowe, dlatego możliwa była ocena i pomiar jedynie dwóch pierwszych przepon. Założono, że konstrukcja iglicy jest powtarzalna i posiada analogiczny system na górze. To założenie wymaga zweryfikowania w czasie prac remontowych.



Rys. 17. Ruszt podporowy i dolna część iglicy



Rys. 18. Węzeł rusztu podporowego



Rys. 19. Ściąg kotwiący iglicę w ścianie



Rys. 20. Widok konstrukcji iglicy z dołu

4. SZCZEGÓŁY DOTYCZĄCE STANU TECHNICZNEGO KONSTRUKCJI BUDYNKU W CZASIE EKSPERTYZY

4.1. Wykonane pomiary i badania materiałowe

W czasie prac przygotowawczych autorom ekspertyzy nie udało się odnaleźć żadnej dokumentacji archiwalnej, dotyczącej wieży lub budynku kościoła. Nie była też dostępna książka obiektu ani inne dokumenty poświadczające wykonanie przeglądów okresowych budynku. W celu dokładnego rozpoznania konstrukcji wieży w zakres ekspertyzy włączono jej inwentaryzację.

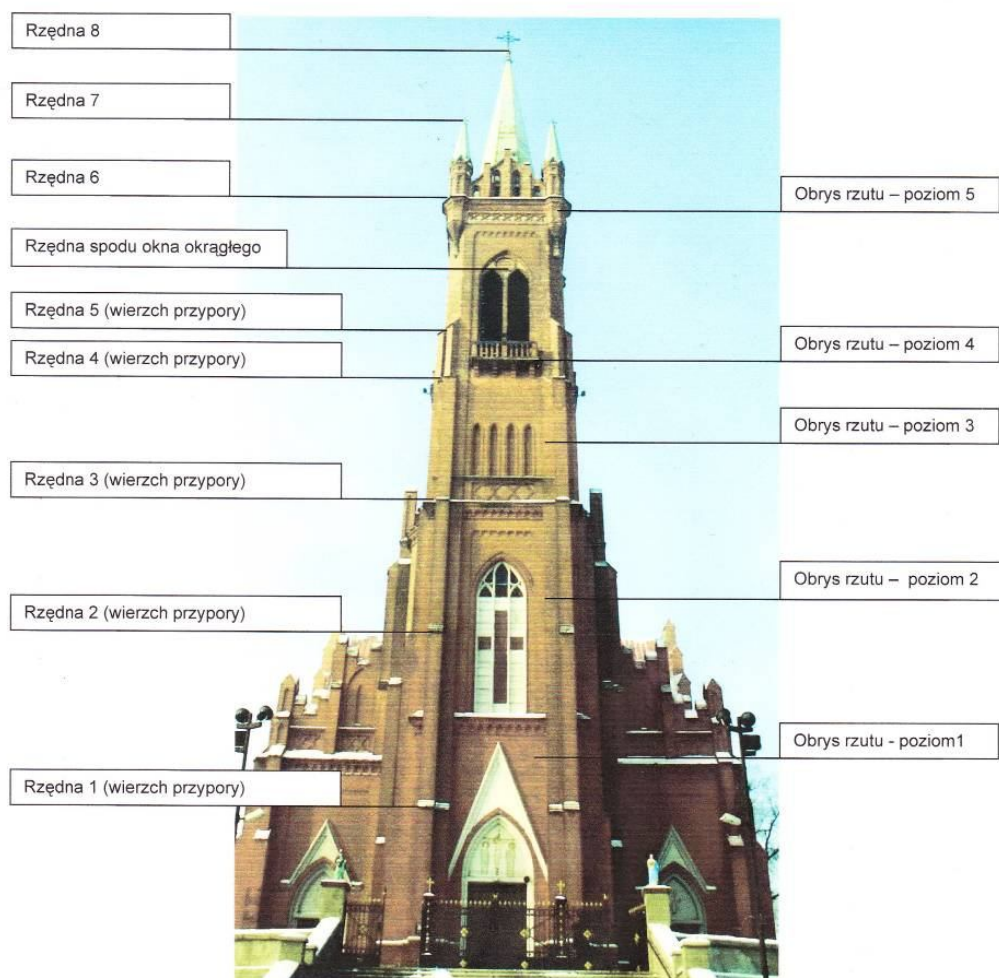
Z uwagi na monumentalny charakter konstrukcji budynku kościoła oraz dużą liczbę przebywających w nim ludzi należy niezwłocznie wykonać przegląd budynku kościoła i wieży w zakresie odpowiadającym przeglądowi pięcioletniemu, uzupełnionym o elementy

przeglądu rocznego, które nie występują w przeglądzie pięcioletnim. Pierwszy przegląd powinien mieć charakter ekspertyzy budynku, opisującej wszystkie stwierdzone uszkodzenia łącznie z analizą ich zagrożenia dla konstrukcji. Należy również założyć książkę budynku i zarejestrować w niej odbyty przegląd oraz prowadzić następnie regularnie przeglądy roczne i pięcioletnie. Zalecane jest skrócenie częstotliwości przeglądów o zakresie przeglądów pięcioletnich do trzech lat.

4.1.1. Inwentaryzacja geodezyjna i tradycyjna

Z uwagi na brak dokumentacji archiwalnej geometrię wieży zidentyfikowano na podstawie przeprowadzonej inwentaryzacji. Gabaryty zewnętrzne wieży i jej pionowość sprawdzono metodą inwentaryzacji geodezyjnej, natomiast wymiary wewnętrzne sprawdzono metodą inwentaryzacji tradycyjnej (pomiar bezpośredni - miarą taśmową i dalmierzem laserowym). Pomiary wykonywano w dniach 11-22 stycznia 2010r. Metodą geodezyjną wyznaczono obrys zewnętrzny wieży na pięciu poziomach oraz rzędne charakterystycznych punktów wieży. Schemat pomiarów przedstawiono na szkicu poniżej.

W ramach inwentaryzacji tradycyjnej sprawdzono gabaryty wszystkich pomieszczeń, przekroje elementów konstrukcyjnych, a także wykonano przewierty przez stropy w celu określenia ich konstrukcji.



Rys. 21 Schemat pomiarów geodezyjnych

4.1.2. Oględziny elewacji przy użyciu technik wysokościowych

Podczas wstępnej wizji lokalnej zauważono znaczne uszkodzenia murowanej elewacji wieży od strony południowo-zachodniej, na wysokości dzwonnicy. Dokładniejsze oględziny uszkodzonych miejsc zlecono firmie wysokościowej, której pracownicy opuścili się na linach z poziomu iglicy, a następnie wykonali fotografie uszkodzeń, pobrali fragmenty luźnej, uszkodzonej elewacji i warstwy konstrukcyjnej oraz wykonali pomiar głębokości uszkodzeń. Oględziny odbyły się w dniu 19.01.2010.

4.1.3. Badanie wytrzymałości materiałów i lokalizacja zbrojenia w stropach ceramicznych

W celu określenia wytrzymałości muru na ściskanie z muru wieży i kościoła pobrano siedem cegieł (sześć cegieł konstrukcyjnych i jedną elewacyjną) oraz wykonano dla wszystkich pobranych cegieł badanie wytrzymałości na ściskanie zgodnie z normą [N8]. Z uwagi na możliwości techniczne większość cegieł konstrukcyjnych pobrano z górnej części wieży i murów kościoła, nie było też możliwości pobrania z murów wieży wymaganej normą [N8] ilości 9szt. Pięć cegieł pobrano bezpośrednio z muru, natomiast dwie cegły, znalezione w wieży, nie były nigdy wbudowane w konstrukcję i poddane oddziaływaniu zewnętrznych warunków atmosferycznych.. cegieł w stanie nieuszkodzonym. Porównanie wyników badania tych cegieł z wynikami badania pozostałych elementów pokazało wpływ warunków zewnętrznych na zmianę cech wytrzymałościowych elementów murowych. Badanie wykonało Laboratorium Badawcze Materiałów i Konstrukcji Budowlanych Katedry Budownictwa Betonowego PŁ w dniach 11-18.01.2010.

W płytach stropów ceramicznych wykonano próbę lokalizacji zbrojenia (w spoinach) przy użyciu urządzenia Profometer 5. Sondę aparatu przykładano od góry i od dołu stropu, ale w żadnym z nich nie stwierdzono obecności elementów stalowych w spoinach pomiędzy elementami ceramicznymi. Wykonane następnie odkrywki spoin stropu potwierdziły brak zbrojenia. Badanie urządzeniem Profometer 5 wykonano następnie na górnej powierzchni płyty balkonu od strony wschodniej i również nie wykryto obecności elementów stalowych w tej płycie.

4.1.4. Badania chemiczne

W celu określenia przyczyny silnego zniszczenia elementów ceramicznych elewacji wieży od strony południowo-zachodniej, pobrane przez pracowników firmy wysokościowej fragmenty elewacji poddano analizie chemicznej. Wykonano badania na obecność azotanów (których obecność mogłaby wskazywać na biologiczne przyczyny korozji) oraz na obecność siarczanów. Do badania na obecność azotanów pobrano trzy próbki cegieł oznaczone odpowiednio symbolami: pełną – „P” – pobraną z elewacji wieży, dziurawkę „Dz” – pobraną również z elewacji wieży i cegłę pełną, pobraną z wewnętrznej, nośnej części muru zbadaną wcześniej na ściskanie „2”. W wyciągu wodnym badanych próbek, wykonano analizę jakościową jonów azotanowych, która nie potwierdziła obecności jonów azotanowych w badanym materiale.

Podczas badania jakościowego na obecność siarczanów w próbkach pobranych z tych samych cegieł, stwierdzono pozytywny wynik w próbkach oznaczonych „2” i „Dz”. W próbce „P” nie stwierdzono występowania siarczanów.

4.2. Dane dotyczące użytych materiałów budowlanych

4.2.1. Elementy murowe (ceramiczne)

Konstrukcja nośna – mury wieży – wykonana jest z cegły ceramicznej pełnej na zaprawie wapiennej lub cementowo-wapiennej. Na badanych elementach ceramicznych stwierdzono obecność zaprawy wapiennej, ale nie można wykluczyć zastosowania w części nośnej muru również zaprawy cementowo-wapiennej, używanej już w tamtym okresie w tak dużych obiektach. Do budowy użyto cegły o wymiarach: 265 x 135 x 65mm. Wstępna ocena makroskopowa wykazała znaczne zróżnicowanie wytrzymałości cegieł w murze. Ponieważ cegły znacznie różniące się wytrzymałością występują obok siebie na całej wysokości konstrukcji, prawdopodobnie przyczyną tej sytuacji nie było dostarczanie cegieł różnych cegielni, a nie długi czas budowy. Niską wytrzymałość na ściskanie wykazywały również cegły pobrane luzem z budynku, które nigdy nie były wbudowane w konstrukcję. Świadczy to o niewielkim wpływie warunków atmosferycznych na charakterystyki wytrzymałościowe materiału.

Zewnętrzna, murowana elewacja kościoła wykonana jest dwóch rodzajów materiałów: z cegły ceramicznej pełnej i z cegły dziurawki. Cegłę pełną użyto prawdopodobnie do wykonania dolnej części elewacji, natomiast cała górna część elewacji wieży wykonana jest z cegły dziurawki. Cegła elewacyjna różni się wymiarami i wytrzymałością od cegły konstrukcyjnej. Cegły pełne mają wymiary: 240 x 120 x 65mm, natomiast dziurawki są węższe i mają wymiary: 240x70x65mm. Na podstawie analizy fotografii elewacji górnej części wieży można stwierdzić, że do jej wykonania użyto cegieł dwukomorowych i jednokomorowych, natomiast do przewiązania warstwy elewacyjnej z warstwą konstrukcyjną muru (co kilka warstw) użyto cegieł pełnych. Badanie wytrzymałości na ściskanie wykonano jedynie na cegle elewacyjnej pełnej. Poniżej zestawiono wyniki badań elementów ściennych na ściskanie.

Numer próbki	Miejsce pobrania	wymiary cegły [mm]	Wytrzymałość na ściskanie [MPa]
1	Wierzch muru południowego nawy centralnej kościoła	265x135x65	15,9
2	Mur wieży na wysokości dzwonnicy	265x135x65	4,6
3	Cegła elewacyjna – znaleziona luzem w budynku	240x120x65	33
4	Wierzch muru wieży pod iglicą	265x135x65	7,8
5	Wierzch muru północnego nawy centralnej kościoła	265x135x65	17,0
6	Wierzch muru północnego nawy centralnej kościoła	265x135x65	15,7
7	Cegła znaleziona luzem w budynku	265x135x65	4,2

Tabela 1. Wyniki badań wytrzymałości cegieł na ściskanie



Rys 22. Próbkę cegieł po badaniu



Rys 23. Cegła elewacyjna

Płyty stropów ceramicznych wykonane są z dwóch rodzajów materiałów. Górna część płyty wykonana jest z cegły ceramicznej pełnej, natomiast dolna część z pustaków Foersteru układanych w systemie „pióro-wpust”. Wymiary pustaków Foerstera wynoszą: 265x140x105mm. Z uwagi na niebezpieczeństwo zniszczenia fragmentu płyty stropowej nie było możliwe wyjęcie ze stropu elementów do badań, więc nie określono wytrzymałości tych elementów na ściskanie.



Rys 24. Fragment rozkutyh pustaków Foerstera. Z lewej strony widoczna spoina „pióro-wpust”.

4.2.2. Elementy stalowe

Stali użyto do wykonania następujących elementów konstrukcyjnych wieży:

- iglica nad główną konstrukcją i iglice nad wieżyczkami narożnymi,
- stelaż do podwieszenia dzwonów,
- belki główne stropów stalowo-ceramicznych (na poziomach: 28.70, 24.86, 21.16)
- belki główne stropów stalowo-drewnianych (na poziomie 8.97-nad organami oraz prawdopodobnie na poziomie 6.32 – pod organami, w tym miejscu konstrukcja jest osłonięta od dołu przez murowane sklepienia krzyżowe)

Stalowe przekroje walcowane, wmurowane w konstrukcję ścian wieży zlokalizowano też na wysokości naroży balkonów przy dzwonnicy (ich funkcją jest prawdopodobnie wspieranie płyt balkonów) oraz w miejscu styku dachu kościoła z zachodnią ścianą wieży – gdzie pełnią funkcję dodatkowej podpory dla konstrukcji dachu.

Z uwagi na brak możliwości pobrania próbki materiału z elementu nieobciążonego, a także z uwagi na ograniczony zakres ekspertyzy nie badano wytrzymałości stali na zerwanie i jej składu chemicznego. Analizując inne konstrukcje stalowe wykonane w tym okresie można przypuszczać, że zastosowana stal jest węglową stalą zlewną o własnościach zbliżonych do własności stali nieuspokojonych. Rozporządzenie Ministra Robót Publicznych z dn. 4 marca 1920r. określało naprężenia dopuszczalne dla stali zlewnych jako 140MPa (używano wtedy metody naprężeń dopuszczalnych). Z uwagi na ograniczone możliwości kontroli składu chemicznego zastosowana stal prawdopodobnie charakteryzuje się podwyższoną zawartością niepożądanych pierwiastków – zwłaszcza azotu i siarki, które znacznie obniżają jej udarność. Niska udarność może być przyczyną powstawania pęknięć szczególnie w niskich temperaturach. W czasie oględzin nie stwierdzono widocznych uszkodzeń tego typu, jednak konstrukcje pokryte były nalotem korozyjnym, a dostęp do górnej części konstrukcji kopuły był ograniczony, dlatego należy wykonać szczegółowe oględziny tej konstrukcji w czasie najbliższej konserwacji, po oczyszczeniu elementów z rdzy, a także pobrać próbki w celu zbadania cech wytrzymałościowych stali. Stali nie należy łączyć techniką spawania lub w inny sposób poddawać wpływowi wysokich temperatur (np. w czasie pobierania próbek). Nie należy jej też poddawać obróbce udarowej.

4.2.3. Elementy drewniane

Drewna użyto do wykonania następujących elementów konstrukcyjnych wieży:

- strop pod iglicą na poziomie 39.06
- strop pomieszczenia przejściowego z klatki schodowej na poziomie 18.96
- podłoga stropów na poziomach 8.97, 6.32 (organy i chór)
- spiralne schody na wieżę

W ramach ekspertyzy nie badano cech fizyczno-wytrzymałościowych drewna, ponieważ w wypadku realizacji tarasu widokowego należy liczyć się z nadbudową lub wymianą głównych elementów konstrukcyjnych drewnianych. Na podstawie oceny makroskopowej określono, że elementy drewniane wykonane są z miękkiego drewna iglastego – prawdopodobnie świerkowego lub sosnowego.

4.3. Dane dotyczące stanu poszczególnych elementów konstrukcyjnych

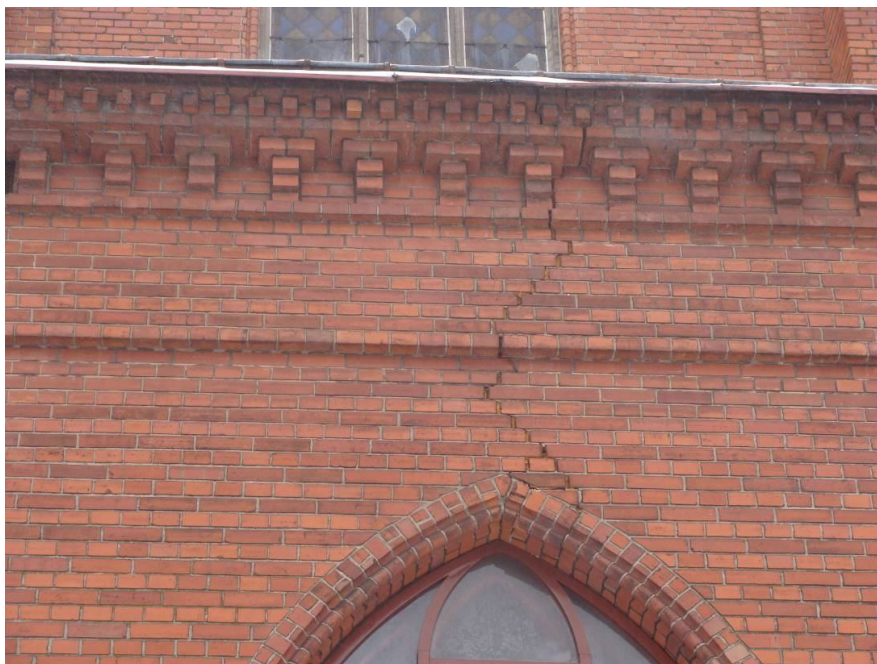
4.3.1. Posadowienie budynku i konstrukcje oporowe.

Chociaż konstrukcja samej wieży nie wykazuje uszkodzeń, mających swoje źródło w problemach z podłożem lub fundamentami, to pionowe pęknięcia zaobserwowano na murach kościoła. Przebiegają one po obu stronach kościoła przez całą grubość muru

wszystkich naw. Charakter pęknięcia świadczy o odkształceniu poziomym przy braku przemieszczeń pionowych. Liczne spękania, choć o mniejszej rozwarłości zauważono również na murze oporowym nasypu po stronie wschodniej. Z tego powodu zalecany jest monitoring pęknięć muru kościoła i murów oporowych, przez naklejenie wskaźników monitorujących rysy w sąsiedztwie zauważonych szczelin (np. firmy Les Jauges Saugnac) oraz szkieł kontrolnych na szczelinach i pomiary geodezyjne raz w miesiącu. W wypadku stwierdzenia ruchu konstrukcji (rozwierania się lub zamykania szczelin) należy wykonać badania geotechniczne podłoża i ekspertyzę geotechniczną. Do pomiarów geodezyjnych nie należy wykorzystywać repera, znajdującego się na murze kościoła.



Rys 25. Ściana oporowa nasypu. Widoczne ślady pęknięć i wzmacniania dołu ściany.



Rys 26. Pęknięcia muru kościoła

4.3.2. Pionowe elementy nośne (ściany wieży)

Stan techniczny ścian wieży do poziomu stropu pod pomieszczeniem technicznym (poziom 24,86) jest dobry. Nie stwierdzono rys, pęknięć, ubytków cegły lub zaprawy, wykwitów bądź śladów zawilgocenia ani na wewnętrznej ani na zewnętrznej powierzchni ścian. W tej części konstrukcji nie wykonywano prawdopodobnie żadnych poważniejszych modyfikacji lub remontów od czasu jej wzniesienia.

Stan techniczny ścian górnej części wieży jest znacznie gorszy. Przyczyniło się do tego prawdopodobnie użycie materiałów konstrukcyjnych niższej jakości, a także gorsze warunki eksploatacyjne.

Zmiana jakości użytych materiałów konstrukcyjnych jest wyraźnie widoczna na elewacji wieży, cegła elewacyjna, którą obłożono ściany wieży powyżej poziomu wnęk w murze ma inny kolor, jest mniej jednolita w barwie oraz mniej odporna na korozję. Z uwagi na duże, osłonięte jedynie żaluzjami, otwory okienne dzwonnicy, ta część konstrukcji jest narażona na oddziaływanie niekorzystnych warunków atmosferycznych – przede wszystkim wilgoci – od strony wewnętrznej i zewnętrznej. Odchody ptaków, przebywających w dzwonnicy, przyspieszają korozyjne oddziaływanie środowiska zewnętrznego.

Silna korozja warstwy elewacyjnej, a także konstrukcyjnej ścian widoczna jest szczególnie od strony zachodniej i południowo-zachodniej. Wykruszeniu uległy znaczne fragmenty powierzchni elewacji. Cegły dziurawki z których wykonano elewację pękły lub w całości odspoiły się od części nośnej muru, co grozi odpadnięciem dalszych fragmentów warstwy elewacyjnej. W czasie oględzin wysokościowych stwierdzono, że do połączenia warstwy elewacyjnej i konstrukcyjnej ścian nie używano kotew stalowych. Warstwa elewacyjna o grubości 70mm, co kilka rzędów cegieł przewiązana jest z warstwą konstrukcyjną przy użyciu elementów elewacyjnych o pełnej szerokości (240mm) lub przy użyciu cegieł ceramicznych pełnych. Z uwagi na niską jakość materiałów ceramicznych, to mocowanie okazało się nieskuteczne i wiele elementów wiążących pękło. W miejscach pozbawionych warstwy elewacyjnej korozja postępuje w głąb części nośnej ściany i sięga w niektórych miejscach nawet na głębokość 180mm licząc od wierzchu elewacji.

Na wysokości pomieszczenia dzwonnicy ściany osłabione są lokalnie również od strony wewnętrznej, wnękami wykonanymi do mocowania pomostów i dzwonów. Wnęki sięgają na głębokość równą niemal grubości cegły i mają powierzchnię ok. 250x250mm. Uszkodzenia w postaci pęknięć, odspojenia zaprawy i szczelin w spoinach zauważono również w murowanych balustradach balkonów.

Stan elewacji od strony północnej, wschodniej i południowej jest znacznie lepszy – nie widać dużych ubytków lub pęknięć, chociaż występują uszkodzenia pojedynczych elementów.

Uszkodzeniu uległy również balustrady balkonów, które wykonano z elementów ceramicznych, przycinanych i nie zabezpieczonych od góry obróbką blacharską. Do typowych uszkodzeń tych elementów należą wykruszenia cegieł i szczeliny w spoinach. W jednym ze słupków balustrady balkonu od strony wschodniej stwierdzono szczelinę w spoinie przez cały przekrój elementu, co stwarza ryzyko wydzielenia się słupka z konstrukcji i jego wypadnięcia. Ponieważ opisywany balkon znajduje się nad wejściem do kościoła należy niezwłocznie zabezpieczyć teren wejścia zadaszeniem drewnianym, o czym poinformowano Zamawiającego i Użytkownika budynku odrębnym pismem.

W czasie oględzin ażurowych attyk na poziomie podstawy iglicy stwierdzono ich znaczne wygięcie i wychylenie z płaszczyzny pionowej na zewnątrz. Szczególnie silnie to zjawisko występuje od strony zachodniej i południowej. Prawdopodobnie jest ono spowodowane nierównomiernym ogrzaniem muru i jego nierównomiernym wysychaniem. Zmiany geometrii attyki są tak duże, że grożą utratą jej stateczności i attyka wymaga docelowego wzmocnienia i usztywnienia



Rys.27. Południowa ściana dzwonnicy. Widoczne miejsce zmiany jakości elementów elewacyjnych oraz uszkodzenia elewacji od strony południowo-zachodniej



Rys.28. Uszkodzenia elewacji wieży od strony zachodniej



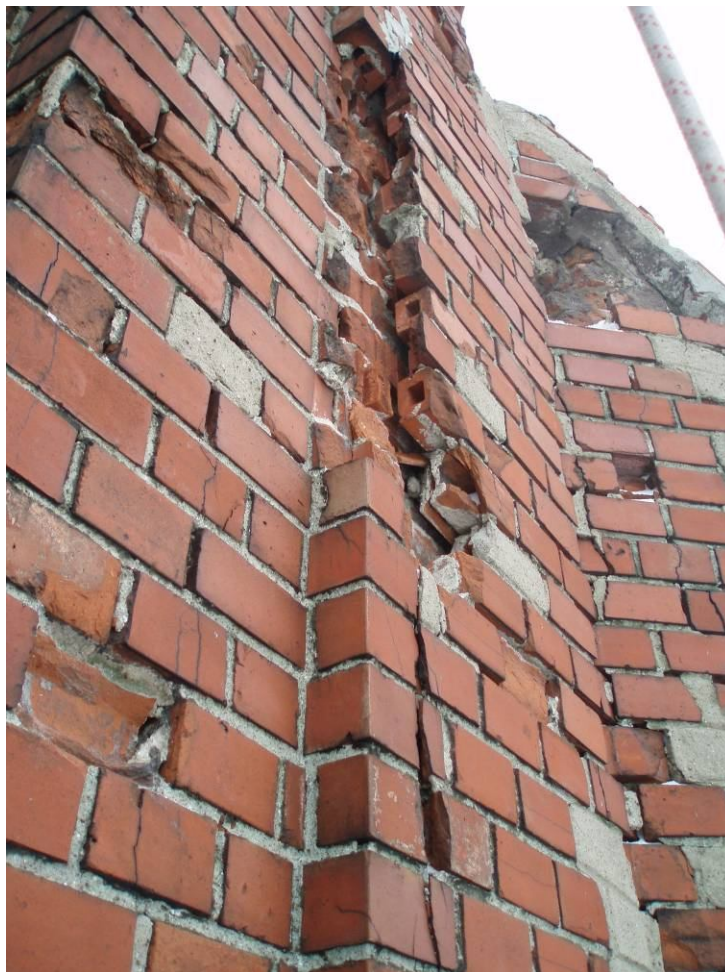
Rys.29. Odspojone i pęknięte cegły elewacyjne oraz cegła przewiązująca warstwę elewacyjną z warstwą nośną. Widoczne powierzchowne zabezpieczenie zaprawą na bazie cementu.



Rys.30. Pomiar głębokości uszkodzeń muru



Rys.31. Uszkodzenia muru od strony południowo-zachodniej



Rys.32. Uszkodzenia muru od strony południowo-zachodniej



Rys.33. Uszkodzenia muru od strony południowo-zachodniej



Rys.34. Elewacja południowa – konsole balkonu



Rys.35. Słupek balkonu elewacji południowej



Rys.36. Wnęki w murze dzwonnicy od strony wewnętrznej



Rys.37. Uszkodzenia spoin balustrady od strony południowej



Rys.38. Wychylenie attyki od strony zachodniej

4.3.3. Poziome elementy nośne

4.3.3.1. Strop stalowo-ceramiczny pod dzwonnica (poziom 28.70) i balkony

Pomimo surowych warunków użytkowania stropu pod dzwonnica (narażony na oddziaływanie niskich temperatur i częściowo śniegu oraz deszczu) w jego konstrukcji nie stwierdzono widocznych uszkodzeń w postaci pęknięć, zarysowania lub silnych zacieków na płycie. Belki stalowe- odsłonięte od góry, a od dołu jedynie pomalowane farbą sufitową, pokryte są nalotem korozyjnym, ale jego grubość nie przekracza 0,5mm. W czasie oględzin nie stwierdzono również nadmiernego ugięcia stropu. Należy zaznaczyć, że konstrukcja stelaża dzwonnicy nie opiera się na stropie, a bezpośrednio na ścianach, zatem nie jest on obciążony drganiami, które mogłyby przyspieszyć destrukcję.

W płytach balkonów występują rysy równoległe do ich wysięgu, przechodzące przez całą grubość płyty. Nie zauważono natomiast zarysowań lub pęknięć równoległych do nasady płyty lub zarysowań konsoli, świadczących o wyczerpaniu się nośności elementów podporowych. Czoła wystających ze ściany belek dwuteowych NP200 są silnie skorodowane, ale bez rusztowania zabezpieczającego balkon rozkuwanie ściany lub płyty balkonu w celu dokładniejszego rozpoznania przeznaczenia i stanu belek stalowych było niebezpieczne. Uszkodzenia balustrad balkonów opisano w p.4.3.2.



Rys39. Rysa widoczna w płycie balkonu od strony południowej



Rys.40. Balkon od strony południowej – widok z dołu

4.3.3.2. Strop ceramiczny pod rozdzielnią telefonii komórkowej (poziom 24.86)

Belki stalowe stropu nie są otynkowane ani zabezpieczone powłoką malarską i widać na nich silny, choć płytki nalot korozyjny. Podobnie jak w wypadku stropu na poziomie 28.70 grubość nalotu korozyjnego prawdopodobnie nie przekracza 0,5mm. Z uwagi na wykonaną wylewkę górna powierzchnia belek stalowych nie jest widoczna. Na wylewce nie widać śladów zarysowań bądź pęknięć. Pomimo znacznego obciążenia przyłożonego obecnie do stropu (rozdzielnie telefonii komórkowej) nie wykazuje on oznak przeciążenia w postaci zarysowania lub nadmiernego ugięcia. Konstrukcja rozdzielni jest sztywne (metalowe szafy), przez co koncentracja naprężeń występuje na krawędziach rozdzielni – blisko podpór płyty ceramicznej, czyli stalowych belek. Decydującą dla nośności stropu jest w tym wypadku jego wytrzymałość na ścinanie, a należy sobie zdawać sprawę z faktu, że stan utraty nośności z powodu przekroczenia wytrzymałości materiału na ścinanie nie jest często wcześniej sygnalizowany przez konstrukcję i może zachodzić gwałtownie – analizę wytrzymałości konstrukcji przeprowadzono w rozdziale 5.2.

4.3.3.3. Strop ceramiczny pod wejściem na poddasze kościoła (poziom 21.16)

Podobnie jak w wypadku stropu na poziomie 24.86 spód płyty ceramicznej jest otynkowany, ale pasy belek stalowych są odsłonięte. Tynk na dolnej powierzchni stropu znajduje się w dużo lepszym stanie w porównaniu z poziomem 24.86, ale belki stalowe są w porównywalnym stopniu pokryte korozją.

4.3.3.4. Strop drewniany pod organami (poziom 8.97)

Strop pod organami (na poziomie 8.97) należy do wewnętrznej, regularnie użytkowanej przestrzeni kościoła. Belki stalowe i deski są starannie zabezpieczone powłoką malarską. Ani belki stalowe, ani deski nie wykazują śladów korozji, przeciążenia lub nadmiernego

zużycia. Również stan stref podporowych belek stalowych nie odbiega od normy. Konstrukcja stropu składa się z belek stalowych z profili walcowanych NP.160 w rozstawie 1,31-1,14m oraz drewnianej podłogi z desek o gr. 40mm.

4.3.3.5. Pozostałe stropy drewniane (poziomy)

Dwa pozostałe, rozpoznane stropy drewniane znajdują się na poziomach 39.06 i 18.96. Pomimo całkowitego braku zabezpieczenia antykorozyjnego, stan legarów stropu na poziomie 39.06 w większości przypadków jest dobry. Ponieważ leżą one na uskoku w ścianie, która w tym miejscu zmienia swoją grubość, a nie są zagłębione w gniazdach – ich końce nie uległy korozji. Silnemu ugięciu, a w zasadzie zniszczeniu uległ skrajny legar przy otworze włazowym. Przyczyną zniszczenia było zamocowanie do niego w sposób niepodatny stalowej drabiny pomostu technicznego. Konstrukcja stalowa o znacznej wysokości uległa przemieszczeniu (w wyniku odkształceń termicznych lub osiadania) i pociągnęła za sobą legar. Deski stropu-podsufitki znajdują się w znacznie gorszym stanie – widać na nich ślady wilgoci, choć żadna nie uległa złamaniu. Strop w górnej części jest silnie zanieczyszczony pyłami odchodami. Stan stropu na poziomie 18.96 jest dobry. Zbadanie warstw podsufitki nie było możliwe, ponieważ strop ten stanowi przekrycie przestrzeni nad organami i jest od spodu niedostępny (znajduje się na dużej wysokości). Po wykonaniu przewiertu przez podłogę z desek przekonano się, że w przestrzeni pomiędzy podłogą a podsufitką nie ma wilgoci, a drewno nie jest skorodowane.

4.3.4. Schody i elementy komunikacji pionowej

Stan konstrukcji schodów kręconych jest dobry, chociaż ich ciasna geometria utrudnia komunikację. Konstrukcja schodów prostych (policzkowych) nie uległa korozji, jednak z uwagi na znaczne zużycie nie mogą one pełnić funkcji komunikacji na przyszły taras widokowy.

Z poziomu 21.16 na poziom 24.86 prowadzi stalowa drabina, wykonana prawdopodobnie w ramach montażu pomostów stalowych do obsługi anten telefonii komórkowej. Stan konstrukcji drabiny i jej zabezpieczenia antykorozyjnego jest dobry. Z uwagi na niski komfort dla użytkownika, a także z uwagi na brak elementów zabezpieczających (obręczy) przy różnicy pokonywanej wysokości 3,5m, drabina nie może pełnić funkcji komunikacyjnej na przyszły taras widokowy i powinna być zastąpiona schodami.

4.3.5. Konstrukcja stelaża dzwonnicy

Konstrukcja stelaża była zabezpieczona antykorozyjnie przez malowanie, ale prawdopodobnie nigdy nie była konserwowana, dlatego oryginalna powłoka uległa znacznemu uszkodzeniu, a konstrukcję stalową pokrywa warstwa rdzy. Na większości profili nalot korozyjny jest płytki, ale rama zewnętrzna od strony południowej jest silnie skorodowana i wymaga wymiany lub kompleksowego wzmocnienia. Wymiany wymagają też niemal wszystkie łączniki śrubowe.

Należy zaznaczyć, że stelaż dzwonnicy, u podstawy wypełnia niemal Cała powierzchnię pomieszczenia i w wypadku wykonania tarasu widokowego będzie on wymagał wymiany na nową konstrukcję o całkowicie zmienionej geometrii. Szczegóły rozwiązania podano w rozdziale 6.



Rys. 41. Uszkodzenia korozyjne ramy stelaża od strony południowej

4.3.6. Konstrukcja iglicy wieży

Ogólny stan techniczny iglicy jest zadowalający. Była on zabezpieczona powłoką malarską, która częściowo zachowała się. Na deskowaniu widać ślady przecieków, a nawet małe otwory, jednak ogólnie wewnątrz iglicy jest suche i korozja, która występuje na prętach jest w większości powierzchowna. Wymiany wymagają połączenia śrubowe z uwagi na korozję łączników, zwłaszcza na górnych powierzchniach profili. Silną korozją dotknięte są też węzły podporowe kratownic rusztu podporowego – będą one wymagały wzmocnienia. Wymiany na nowe wymagają też ściągi kotwiące kopułę w ścianach, łącznie z mocującymi je sworzniami. Całą konstrukcję stalową należy oczyścić i ponownie zabezpieczyć powłoką malarską. W czasie prac remontowych należy zbadać również stan techniczny górnej części iglicy oraz mocowanie i stan techniczny krzyża.



Rys. 42. Korozja węzła podporowego iglicy

5. ANALIZA PRZYCZYN STWIERDZONYCH USZKODZEŃ ORAZ MOŻLIWOŚCI WYKONANIE TARASU WIDOKOWEGO

5.1. Przyjęta koncepcja wykonania tarasu widokowego

Z uwagi na możliwości konstrukcyjno-komunikacyjne rozpatrzono dwa warianty lokalizacji tarasu widokowego w wieży:

- otwarty taras na poziomie balkonów dzwonnicy (29.63)
- zamknięty taras na poziomie oparcia iglicy na ścianach wieży(42,89). W tym wariancie obserwacja terenu odbywałby się przez okna wykonane w dolnej części pokrycia kopuły.

Pierwszy wariant – tarasu otwartego, na poziomie balkonów dzwonnicy, bardziej naturalnie wpisuje się w obecną konstrukcję i funkcję pomieszczeń wieży i wymaga mniejszego zakresu prac konstrukcyjnych. Jednak z uwagi na zainstalowane na tym poziomie dzwony, liczba osób przebywających jednocześnie na tarasie i czas ich przebywania będą ograniczone. Drugi wariant tarasu daje większy komfort i swobodę zwiedzającym, ale koszty jego wykonania i utrzymania będą znacznie wyższe. W obu wariantach liczba zwiedzających będzie ograniczona możliwościami komunikacyjnymi.

Zarówno w pierwszym jak i w drugim wariancie tarasu jedyną drogę komunikacji pionowej na dolnym odcinku wieży będą stanowiły kręcone schody w szybie komunikacyjnym południowym. Schody te będą wymagały zaadoptowania do nowej funkcji, a dopuszczenie ich do publicznego użytkowania będzie wymagało uzyskania odstępstw z uwagi na brak możliwości uzyskania parametrów spełniających obowiązujące przepisy. Komunikacja schodami będzie się odbywała wahadłowo, dlatego konieczne będzie zaprojektowane pomieszczenia obsługi na poziomie 18.96. Z uwagi na możliwość gromadzenia się na tym poziomie większej ilości osób, nad znajdującym się na tym poziomie stropie drewnianym

należy nadbudować strop stalowy, lub zespolonym – stalowo-żelbetowym, który będzie zdolny do przeniesienia charakterystycznego obciążenia użytkowego $p_k = 4 \text{ kN/m}^2$. Nowy i istniejący strop będzie wymagał zabezpieczenia przeciwogniowego.

Wszelkie prace należy uzgodnić z Wojewódzkim Konserwatorem Zabytków, a przed ich wykonaniem wykonać wartościowanie elementów zabytkowych.

Alternatywą dla ruchu wahadłowego zwiedzających byłoby wykonanie drugich schodów w szybie komunikacyjnym północnym. Nie jest to jednak zalecane rozwiązanie, ponieważ eliminuje ono możliwość transportu na wieżę urządzeń o dużych gabarytach. W tym wypadku na poziomie dzwonnicy konieczne będzie wykonanie obrotowego żurawia z wciągnikiem. Przekonstruowania będą wymagały również wszystkie schody i drabiny powyżej poziomu 18,96: należy wykonać nowe schody o konstrukcji stalowej na poziomy: 21,16 i 28,70, a drabinę na poziom 24,86 zastąpić schodami również o konstrukcji stalowej. Na belkach stalowych stropu na poziomie 21,16 należy ułożyć kraty pomostowe, które będą przenosiły obciążenia użytkowe, odciążając płytę ceramiczną. Analogiczną podłogę z krat pomostowych należy wykonać na poziomie 24,86. Analiza, przedstawiona w rozdziale 5.2. wykazała, że obciążenie rozdzielniami, znajdujące się na tym stropie przekracza jego nośność, dlatego pod wszystkimi znajdującymi się na tym poziomie urządzeniami należy wykonać stalowe belki podwalinowe, które przekażą obciążenie bezpośrednio na istniejące stalowe belki stropu i odciążą płytę ceramiczną. Urządzenia należy też odgrodzić od przestrzeni udostępnionej zwiedzającym za pomocą stalowej kraty lub sztywnej siatki. W celu udostępnienia przestrzeni zwiedzającym, w obu wariantach tarasu konieczne będzie rozebranie istniejącego stelaża dzwonnicy i wykonania nowej konstrukcji. Konstrukcję nowego stelaża należy wykonać w postaci poziomego stalowego rusztu opartego na czterech pionowych stalowych słupach, rozmieszczonych w czterech narożach pomieszczenia dzwonnicy. Słupy należy stężyć pionowo we wszystkich czterech płaszczyznach przez wykonanie stężeń krzyżowych lub portali.

W wariantcie tarasu zlokalizowanego na poziomie dzwonnicy, stężenia należy umieścić min 2,5m nad poziomem posadzki balkonów. Ponieważ istniejąca konstrukcja balkonów nie jest przystosowana do pełnienia funkcji tarasu widokowego, a jej dokładne rozpoznanie było niemożliwe, nad poziomem posadzki balkonów należy wykonać nową podłogę, której konstrukcję utworzą stalowe profile walcowane i ułożone na nich kraty pomostowe. Schody prowadzące z poziomu 24,86 należy doprowadzić do poziomu tej nowej podłogi. Nową podłogę stalową należy wykonać nie tylko nad obszarem balkonów, ale nad powierzchnią całej dzwonnicy, wyrównując poziom balkonów z poziomem podłogi w pomieszczeniu.

Konstrukcję podłogi i nowego stelaża dzwonnicy należy oprzeć na ścianach wieży – możliwe będzie wykorzystanie do tego celu istniejących belek stalowych obecnego stelaża.

Konieczne będzie również przekonstruowanie słupów mocujących anteny oraz wykonanie dolnej części żaluzji jako otwieralnej aby udostępnić dostęp do balkonów. Z uwagi na dużą smukłość laskowania z cegły pomiędzy żaluzjami, zmiany konstrukcji żaluzji należy wykonywać kolejno: najpierw z jednej, a następnie z drugiej strony laskowania. Na czas prac konstrukcyjnych przy żaluzjach laskowanie należy tymczasowo usztywnić, a docelowo zapewnić jego stężenie z przeprojektowaną konstrukcją żaluzji, która powinna być samonośna i nie uwzględniać podparcia na laskowaniu. Na balkonach należy zamontować nowe balustrady oraz siatki zabezpieczające przed upadkiem z wysokości. Wszelkie prace konstrukcyjne, szczególnie w obrębie elewacji zewnętrznych należy uzgodnić z Wojewódzkim Konserwatorem Zabytków już na etapie ich projektowania.

Wszelkie prace remontowo-konstrukcyjne powinny być wykonywane na bazie wielobranżowego projektu budowlanego, wykonanego przez projektantów legitymujących się właściwymi uprawnieniami.

Projekt budowlany powinien być poprzedzony wstępnym projektem konserwatorskim zawierającym wartościowanie elementów zabytku i wskazującym właściwe rozwiązania konstrukcyjno materiałowe.

Niezależnie od wymienionych prac konstrukcyjnych, niezbędnych do zainstalowania samego tarasu, niezbędne jest wykonanie remontu całej konstrukcji wieży w zakresie:

- naprawy elewacji,
- naprawy i zabezpieczenia antykorozyjnego konstrukcji stalowych iglic (wg. rozdziału 4.3.6)
- wykonanie nowego stropu na poziomie 39,06.

A także wykonania oświetlenia awaryjnego, instalacji odgromowej i monitoringu.

Zakres tych prac opisano w rozdziale 6.

W wariantcie tarasu zlokalizowanego na poziomie 42,89 zakres niezbędnych prac konstrukcyjnych powyżej poziomu 28,70 będzie następujący:

Należy rozebrać istniejący stelaż dzwonnicy i wykonać nową konstrukcję, ale również przekonstruować pomosty obsługowe anten telefonii komórkowej w taki sposób, aby spełniały funkcję komunikacji na poziom 39,06. W tym celu wszystkie drabiny należy zastąpić schodami, a także poszerzyć pomosty.

Strop na poziomie 39,06 należy naprawić i nadbudować go stropem o konstrukcji stalowej lub zespolonej – stalowo-żelbetowej. Wszystkie elementy komunikacji powinny mieć zapewnioną właściwą odporność ogniową.

Na poziomie 42,89 należy wykonać pomost właściwego tarasu widokowego. W celu uniknięcia koncentracji masy na szczycie budynku i niekorzystnego przesunięcia środka ciężkości pomost powinien mieć lekką stalową konstrukcję. Z poziomu 39,06 na poziom 42,89 należy wykonać stalowe schody. Dolną część stalowej konstrukcji iglicy należy wzmocnić i wykonać w poszyciu iglicy okna połaciowe, służące do obserwacji terenu. W przestrzeni pod iglicą należy zainstalować oświetlenie i wentylację. Również w tym wariantcie należy wykonać wszystkie wcześniej wymienione prace remontowe, dotyczące całej konstrukcji wieży, a także, poprzedzający je, wstępny projekt konserwatorski zawierający wartościowanie elementów zabytku i wskazujący właściwe rozwiązania konstrukcyjno materiałowe.

5.2. Zakres wykonanych obliczeń statyczno-wytrzymałościowych

5.2.1. Obciążenia przyjęte do obliczeń statyczno-wytrzymałościowych

Z uwagi na zabytkowy charakter budynku sprawdzające obliczenia statyczne wykonano bazując na wytycznych polskich norm, za wyjątkiem obciążenia wiatrem, które zebrano na bazie polskiej wersji Eurokodu. W obliczeniach uwzględniono następujące obciążenia stałe (wartości charakterystyczne) :

- a) ciężar własny materiałów konstrukcyjnych wykończeniowych –
 - mur z cegły ceramicznej pełnej - 18kN/m²
 - płyty stropów ceramicznych – 3,12kN/m²
 - konstrukcje stalowe – 7,85kN/m²
 - konstrukcje drewniane – 6,5kN/m²

b) ciężar konstrukcji stalowych zamontowanych na wieży:

- stelaż dzwonnicy (na podstawie pomiarów własnych) – 20,2kN/m²
- konstrukcja pomostów obsługowych i podpór anten telefonii komórkowej (na podstawie zestawień dostępnych w projekcie [P3] – 27,2kN/m²

W obliczeniach uwzględniono następujące obciążenia zmienne:

a) obciążenia od dzwonów – na wieży znajdują się dwa dzwony o wysokości kielicha ok. 0,55m, z których pierwszy ma średnicę 0,65m i jest obecnie używany, a drugi ma średnicę 0,69m i jest wyłączony z użytku. Dane o ciężarze dzwonów uzyskano od firmy Prais z Poznania, która wykonała ich montaż i zweryfikowano je z normą [D1]. Dla pierwszego, czynnego dzwonu przyjęto ciężar 1,91kN, a dla dzwonu drugiego - wyłączonego z użytku 2,10kN.

Oprócz masy statycznej dla pierwszego dzwonu wyznaczono wpływ oddziaływań dynamicznych wg [D1]. z uwagi na sposób zawieszenia dzwonu na wykrębnym jarzmie, a także z uwagi na niewielką masę dzwonu, obciążenia od oddziaływań dynamicznych są niewielkie – wynoszą 0,82 ciężaru dzwonu w kierunku poziomym (prostopadłym do osi obrotu) oraz 1,03 ciężaru dzwonu w kierunku pionowym (w dół, dodatkowo do przyjętego wcześniej ciężaru dzwonu).

Potencjalnym ryzykiem niekorzystnego oddziaływania dzwonów na konstrukcję wieży jest możliwość wystąpienia rezonansu pomiędzy częstotliwością drgań dzwonu, a częstotliwością drgań własnych wieży. To zagadnienie opisano w rozdziale 5.2.3

b) obciążenia użytkowe na stropach – na poziomie rozdzielni telefonii komórkowej obciążenie od znajdujących się tam urządzeń przyjęto na podstawie danych przekazanych przez operatora: 5,6kN/m². Na pozostałym obszarze tego stropu przyjęto obciążenie użytkowe 5,0kN/m². Na pozostałych stropach (ceramicznych i drewnianych) – z uwagi na przyszłą funkcję komunikacji pionowej na taras widokowy jaką będą one pełnić, przyjęto obciążenie 4,0kN/m². Na obszarze wspornikowych balkonów tarasu widokowego przyjęto obciążenie użytkowe 5,0kN/m². Z uwagi na brak danych w projekcie nie odseparowano obciążenia dolnych stropów prospektem organowym. Ponieważ jednak prospekt organowy zlokalizowany jest w dolnej części wieży, jego wpływ na wyężenie całej konstrukcji jest niewielki.

c) obciążenia klimatyczne – z uwagi na charakter budynku pominięto obciążenie śniegiem, natomiast obciążenie wiatrem przyjęto wg [N7]. Obciążenie wiatrem, jako jedyne przyjęto na podstawie Eurokodu z uwagi na dokładniejszą ocenę oddziaływań wiatru w tej normie.

d) obciążenia temperaturą – w obliczeniach uwzględniono dwa rodzaje niekorzystnego oddziaływania temperatury na konstrukcję wieży:

- nierównomierne ogrzanie wieży – temperatura ściany nasłonecznionej (południowej) wyższa o 4°C od temperatury ściany zacienionej.
- różnica temperatur na po zewnętrznej i wewnętrznej stronie ściany nasłonecznionej - różnica ta wynosi 7°C. Nie uwzględniono różnic temperatur letnich względem zimowych, gdyż równomierne ogrzanie lub schłodzenie nieogrzewanej konstrukcji nie wywoła w niej dodatkowych naprężeń.

5.2.2. Przyjęte modele obliczeniowe

W celu określenia zachowania się wieży pod wpływem obecnie oddziałujących oraz projektowanych obciążeń wykonano dwa rodzaje analizy obliczeniowej:

- analiza ogólna, dotycząca globalnych efektów oddziaływań dla całej konstrukcji oraz ścian

- analiza szczegółowa ,dotycząca zachowania się wyizolowanych elementów konstrukcyjnych, takich jak stropy, stelaż dzwonnicy i iglica.

Analizę ogólną wykonano przy użyciu programu Autodesk Robot Structural Analysis Professional. Zbudowano powłokowy model przestrzenny wieży, w którym uwzględniono wszystkie stropy stalowo-ceramiczne oraz konstrukcję iglicy. W modelu przestrzennym nie uwzględniono stropów drewnianych oraz stelaża dzwonnicy, traktując je jedynie jako obciążenie.

Obliczenia wykonywano na wyizolowanym modelu wieży z uwzględnieniem jedynie frontowej ściany kościoła zakładając, że podłużne ściany nawy środkowej kościoła, które nie są bezpośrednio połączone z jej konstrukcją oraz są oparte na dwóch rzędach słupów, nie stanowią wystarczającego usztywnienia dla konstrukcji wieży.

Obliczenia metodą elementów skończonych wykonano dla materiału sprężystego przy użyciu analizy liniowej. Autor ekspertyzy zdawał sobie sprawę, że takie uproszczenie daje wiarygodne wyniki dla materiału izotropowego, gdy w konstrukcji nie występują naprężenia rozciągające oraz miejsca nieciągłości geometrycznych w sąsiedztwie zmiany przekroju przy otworach lub w elementach masywnych o grubościach porównywalnych z wymiarami w planie. Ponieważ konstrukcja wieży nie sygnalizuje silnego wyężenia w postaci rys pionowych lub rozwarstwień muru, przyjęto, że materiał pracuje w zakresie bliskim stanu sprężystego. Po wykonaniu analizy sprężystej nie stwierdzono również naprężeń rozciągających, za wyjątkiem ograniczonych obszarów nad otworami. Wyniki obliczeń metodą elementów skończonych potraktowano jedynie jako szacunkowe określenie naprężeń występujących w pełnym przekroju muru oraz posłużono się nią do oszacowania częstotliwości drgań własnych.

Ze względu na ponad siedemdziesięcioletni wiek konstrukcji przyjęto, że wystąpiły już wszystkie osiadania gruntu i zamodelowano niepodatne połączenie z podłożem.

Z uwagi na historyczny charakter budowli wytrzymałość muru na ściskanie określono ze wzoru Oniszczuka wg. [N1], (po zmodyfikowaniu do jednostek układu SI). Z uwagi na brak możliwości dokładnego określenia wytrzymałości zaprawy i dużą rozbieżność wytrzymałości badanych cegieł, określono wytrzymałości muru dla kilku kombinacji materiałów z uwzględnieniem minimalnej i średniej wytrzymałości cegieł. Wyniki zestawiono w tabeli 2.

wytrzymałość cegły f_b [MPa]	wytrzymałość zaprawy f_m [MPa]	charakterystyczna wytrzymałość muru f_{mv} [MPa]
4,2	0,2	0,96
10,9	0,2	1,75
4,2	0,4	1,06
10,9	0,4	1,84

Tabela 2. Wytrzymałości charakterystyczne muru na ściskanie

Bazując na dolnych wartościach wytrzymałości elementów murowych na ściskanie $f_b = 4,2\text{MPa}$ – reprezentowanych przez próbkę nr 7, oraz przyjmując wytrzymałość zaprawy na ściskanie $f_m=0,4\text{MPa}$. uzyskano charakterystyczną wartość wytrzymałości muru na ściskanie i $f_{mv} = 1,06\text{MPa}$. Taką wytrzymałość przyjęto jako porównawczą przy sprawdzaniu naprężeń w ścianach. Wartości otrzymane dla zaprawy $f_m = 0,2\text{MPa}$ wydają się zbyt konserwatywne, ponieważ mur nie sygnalizuje przeciążenia.

Średnie wartości naprężeń ściskających w dolnej części ścian wieży, uzyskane z modelu obliczeniowego mieszczą się w granicach $0,8\text{ MPa}$, są zatem niższe od wartości

porównawczej. Należy zaznaczyć, że główne obciążenie wieży stanowi jej ciężar własny, dlatego obciążenia związane z wykonaniem tarasu widokowego nie przyczynią się do wyczerpania nośności konstrukcji.

Moduł sprężystości podłużnej (moduł Younga) wyznaczono bazując na średniej wytrzymałości elementów murowych na ściskanie $f_{srE} = 10,9\text{MPa}$. Wartość modułu sprężystości wyznaczono na podstawie wzorów z [N2]. Celem zróżnicowania parametrów wytrzymałościowych elementów murowych do obliczeń wytrzymałości muru i modułu sprężystości było uzyskanie maksymalnie niekorzystnych – niskich parametrów wytrzymałościowych oraz relatywnie wysokiej wartości modułu Younga. Częstotliwość drgań własnych jest odwrotnie proporcjonalna do pierwiastka kwadratowego modułu sprężystości, zatem wyższe wartości modułu sprężystości przekładają się na bardziej niekorzystne, niskie częstotliwości drgań własnych. Należy też zauważyć, że o nośności konstrukcji decydują jej wyizolowane (lokalne) fragmenty o niskiej wytrzymałości, podczas gdy częstotliwość drgań własnych jest globalną cechą całej budowli. Uzyskaną w ten sposób wartość modułu sprężystości, $E = 2660\text{MPa}$ należy mimo wszystko zaliczyć do niskich, w porównaniu do cytowanych w literaturze [P2]. Tak niska wartość spowodowana jest przede wszystkim niskimi cechami wytrzymałości materiałów muru, wynikającymi z jego historycznego charakteru.

Nośność stropów ceramicznych w analizie szczegółowej sprawdzono dwoma metodami:

- metodą obliczenia wytrzymałości muru na zginanie w kierunku równoległym do spoin według [N2]

- według schematu muru rozpiętego łukowo, podanego w p. 5.3.3 [N2].

Obliczenia pierwszą z powyższych metod wykazują wyczerpanie nośności płyty stropowej na zginanie dla stropu pod rozdzielnią telefonii komórkowej, podczas gdy obliczenia drugą z metod wykazują nieznaczący zapas nośności.

Wyczerpanie nośności stropu na ścinanie, obliczonej wg [N2] skłoniło do podjęcia decyzji o odciążeniu płyt wszystkich stropów ceramicznych, przez wykonanie podłogi z krat pomostowych.

Analiza szczegółowa nośności stelaża dzwonnicy przy użyciu modelu ramy przestrzennej dała pozytywne rezultaty, a o jej wzmocnieniu zdecydował zły stan techniczny południowego fragmentu konstrukcji. Należy zaznaczyć, że zainstalowanie pomostu widokowego na wieży będzie możliwe po całkowitym rozebraniu i przeprojektowaniu konstrukcji stelaża dzwonnicy.

Z uwagi na brak możliwości dokładnej inwentaryzacji konstrukcji iglicy nie wykonano analizy statycznej tej konstrukcji i ograniczono się do oszacowania jej wpływu na ściany wieży.

Analizę taką należy wykonać po dokładnym rozpoznaniu konstrukcji iglicy, a także po rozpoznaniu konstrukcji i sposobu mocowania krzyża.

5.2.3. Wyznaczenie częstotliwości drgań własnych wieży (wpływ wiatru i dzwonów na konstrukcję wieży)

Częstotliwość drgań własnych konstrukcji wieży wyznaczono w celu sprawdzenia, czy nie występuje niebezpieczeństwo rezonansowego oddziaływania dzwonu i wiatru.

Częstotliwość drgań własnych obliczono przy użyciu modelu przestrzennego, programem Autodesk Robot Structural Analysis Professional, jak opisano w rozdziale 5.2.2. Dla pierwszych pięciu postaci drgań otrzymano częstotliwości przedstawione w tabeli 3:

Postać drgań własnych	Częstotliwość drgań własnych [Hz]
1	0,78
2	1,07
3	1,81
4	1,84
5	2,22

Tabela 3. Obliczone częstotliwości drgań własnych wieży

Z uwagi na małą masę dzwonu i niewielkie potencjalne ryzyko wpływu jego drgań na konstrukcję wieży zaniechano wykonywania bezpośrednich pomiarów częstotliwości drgań dzwonu i ustalono ją w przybliżeniu na podstawie normy [D1].

Dla dzwonu o średnicy ok. 650mm i masie 190kg, częstotliwość drgań wynosi ok. 0,55Hz. Zbieżność rezonansowa na podstawie rozdziału 8.2.1 normy [D1], dla pierwszej postaci wynosi:

$$r_{an} = [(f_{dzwonu}/f_{wieży}) - 1] \times 100 = [(0,55/0,78) - 1] \times 100 = 29\%$$

$$r_{an}=29\% > 10\%$$

Nie ma zatem niebezpieczeństwa oddziaływania rezonansowego dzwonu na konstrukcję wieży.

Wpływ oddziaływania rezonansowego wiatru na konstrukcję wieży wg normy [N7] uwzględnia współczynnik $c_s c_d$. Wyznaczona dla pierwszej postaci drgań własnych i logarytmicznego dekrementu tłumienia równego 0,3 wartość tego współczynnika jest równa 0,97. Wartość mniejsza od jedności świadczy o niskiej podatności konstrukcji na rezonansowe oddziaływanie wiatru. Niska częstotliwość drgań własnych jest rekompensowana wysokim tłumieniem konstrukcji.

5.3. Analiza przyczyn uszkodzeń elewacji wieży

W celu znalezienia przyczyn korozji wykonano badania chemiczne elementów elewacji o raz badania mechaniczne cegieł części nośnej muru. Badań mechanicznych warstwy elewacyjnej nie wykonano z uwagi na brak możliwości pobrania nieuszkodzonych elementów o odpowiednich wymiarach. Badanie chemiczne nie wykazało obecności azotanów, co wyklucza korozję biologiczną. Na murze nie zauważono również wykwitów, pomimo stwierdzonych śladów powierzchniowego zabezpieczania uszkodzonych fragmentów elewacji zaprawą na bazie cementu. Można uznać, że głównym czynnikiem, który przyczynił się do tak silnej korozji ścian jest niska jakość użytych materiałów murowych, objawiająca się niską i znacznie zróżnicowaną wytrzymałością cegły na ściskanie.

Wytrzymałość cegieł badano na elementach pobranych z górnej części muru, gdyż nie było możliwości wyjęcia nieuszkodzonych cegieł na dole. Najniższą wartość wytrzymałości na ściskanie uzyskano właśnie dla cegły wyjętej z poziomego dzwonnicy. Ponieważ podobną wartość wytrzymałości na ściskanie uzyskano dla cegły, która nie była wmurowana w konstrukcję i narażona na oddziaływanie zewnętrznych warunków atmosferycznych, można wnioskować, że cechy wytrzymałościowe cegieł były niskie już w chwili wyprodukowania. W czasie oceny makroskopowej muru zauważono, że zróżnicowana wytrzymałość

poszczególnych cegieł na ściskanie, stwierdzona w czasie badań ma swoje odzwierciedlenie w wykonanym murze, gdzie obok siebie występują elementy o skrajnie różnych cechach wytrzymałościowych. Może to świadczyć o użyciu cegły pochodzącej od różnych dostawców, która została wymieszana w czasie murowania, w celu ujednolicenia cech wytrzymałościowych muru.

Ponieważ najsilniejsze uszkodzenia elewacji występują od strony południowo zachodniej można wnioskować, że do ich powstania przyczyniły się oddziaływania termiczne. Od strony nasłonecznionej wieża podlega silnym i cyklicznym zmianom temperatury, zmienia się także jej wilgotność. Ponieważ budynek jest nieocieplony i nieogrzewany temperatura zmienia się również w grubości muru. Odkształcenia termiczne prowadzą do powstania silnych naprężeń, zwłaszcza w zewnętrznej – elewacyjnej części muru oraz na styku warstwy konstrukcyjnej i elewacyjnej. Te naprężenia przyczyniły się do ścięcia sztywnych murowanych przewiązek pomiędzy warstwą konstrukcyjną i elewacyjną. Odspojona warstwa elewacyjna była narażona na wnikanie wody i postępującą destrukcję – zwłaszcza w okresie zimowym.

Wykonane powierzchniowo zabezpieczenie uszkodzonych miejsc zaprawą na bazie cementu mogło przyspieszyć destrukcję muru, ponieważ ta zaprawa jest znacznie sztywniejsza od zastosowanej oryginalnie zaprawy wapiennej, wiążącej elementy muru i prowadzi do lokalnej koncentracji naprężeń w murze.

We wcześniejszym okresie destrukcyjny wpływ na elewacje wieży mogły mieć również zanieczyszczenia atmosferyczne – których głównym źródłem był zakład barwników chemicznych „Boruta”. Obecnie produkcja zakładu została znacznie ograniczona i jedynie w nieznacznym stopniu może się on przyczyniać do korozji elewacji wieży.

6. ZALECENIA DOTYCZĄCE SPOSOBU WZMOCNIEŃ I NAPRAW ELEMENTÓW WIEŻY

Wszystkie wzmocnienia i naprawy elementów wieży, a także konstrukcję tarasu widokowego należy wykonać na podstawie specjalnie w tym celu opracowanego projektu budowlano-konserwatorskiego, który powinien być uzgodniony przez Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków. Projekt ten należy poprzedzić sporządzeniem wytycznych konserwatorskich dla zakresu planowanych prac. W projekcie budowlano-konserwatorskim należy uwzględnić wymagane opinie rzeczoznawców, w tym do spraw p-poż. i BHP. Projekt powinien być wykonany i sprawdzony przez osoby legitymujące się właściwymi uprawnieniami budowlanymi.

6.1. Wzmocnienia stropów stalowo-ceramicznych

Z uwagi na brak zbrojenia ceramicznej płyty stropów stalowo-ceramicznych obliczona nośność płyty na zginanie okazała się mniejsza od projektowanych, a także występujących obecnie obciążeń. Płyta nie dysponuje również wystarczającą nośnością na ścinanie. Obliczenia płyty wg schematu muru rozpiętego łukowo wykazały wystarczającą nośność, ale warunkiem wystąpienia tego schematu jest brak podatności podpór łuku. Ponieważ podpór z belek stalowych w sąsiedztwie otworów w stropie nie można uznać a całkowicie sztywne, zdecydowano o wzmocnieniu płyty stropu. Belki stalowe wykazują 72% wykorzystania nośności i nie ma potrzeby ich wzmacniania. W celu zminimalizowania ciężaru nowej konstrukcji i ingerencji w istniejącą konstrukcję wieży zaleca się odciążenie płyt ceramicznych przez wykonanie nad nimi nowej podłogi ze stalowych krat pomostowych, ułożonych na istniejących belkach stropu ceramicznego i odseparowanych od płyty ceramicznej. W tym celu kraty pomostowe należy układać na stalowych podkładkach.

Używanie technologii spawania i osłabianie istniejących belek stalowych otworami jest niedopuszczalne. Nie zaleca się wzmacniania istniejącej płyty ceramicznej elementami stalowymi bądź kompozytami od spodu z uwagi na małą efektywność takiego wzmocnienia i niewielką przewidywalność w wypadku historycznych konstrukcji murowanych. Rozdzielnie telefonii komórkowej na poziomie 24.86 należy umieścić na stalowych belkach-wymianach z profili walcowanych w celu przekazania obciążeń od nich bezpośrednio na belki stropu, bez obciążania płyty.

6.2. Wykonanie nowych schodów i stropów

Jak opisano w rozdziale 5.1 w celu usprawnienia komunikacji i udostępnienia wieży zwiedzającym konieczna będzie wymiana wszystkich drabin na schody oraz restauracja istniejących, drewnianych schodów wraz z ich adaptacją dla nowej funkcji zabytkowego wnętrza wieży.

Zaleca się wykonanie policzkowych stalowych schodów prostych ze stopniami z krat pomostowych. Wszystkie elementy komunikacji należy wyposażyć w poręcze oraz oświetlenie awaryjne.

Należy również nadbudować wszystkie stropy drewniane stropami zespolonymi lub stropami złożonymi z drewnianej podłogi na belkach stalowych, jeżeli będzie to dopuszczalne ze względu na bezpieczeństwo pożarowe budynku. Strop pod chórem i organami oraz strop nad organami należy pozostawić w celu wykluczenia ingerencji w przestrzeń organów i chóru.

6.3. Naprawa elewacji wieży

Naprawy wymaga uszkodzona elewacja wieży od strony zachodniej i południowo-zachodniej, wszystkie balustrady balkonów oraz attyka. Z uwagi na duży zakres prac i głębokość uszkodzeń naprawę należy wykonać z wykonanego w tym celu rusztowania. Po wykonaniu rusztowania, należy dokonać gruntownego przeglądu pozostałej powierzchni elewacji w celu określenia lokalnych miejsc, gdzie jest ona uszkodzona. Należy też dokonać przeglądu płyt i wsporników balkonów oraz wieżyczek narożnych – w tym wieńczących ich iglic.

Uszkodzoną elewację oraz wykonane wcześniej zabezpieczenie zaprawą cementową należy w całości skuć do poziomu opisywanej wcześniej widocznej zmiany jakości cegły elewacyjnej. Usunąć należy również uszkodzone elementy części nośnej ściany, i wnęki w murze wypełnić cegła ceramiczną pełną, o parametrach wytrzymałościowych zbliżonych do parametrów oryginalnych elementów murowych, wmurowaną na zaprawie wapiennej lub o parametrach zbliżonych do zaprawy oryginalnej. Naprawę części nośnej ściany należy jednak wykonywać etapami – w każdym etapie usuwać i uzupełniać pojedyncze cegły, aby nie osłabić konstrukcji.

Po wykonaniu części nośnej ściany należy odtworzyć elewację. Nową elewację należy wykonać z cegły pełnej – elementy elewacyjne należy wykonać specjalnie dla potrzeb remontu, w celu utrzymania oryginalnych gabarytów, parametrów wytrzymałościowych i koloru. Do przewiązania elewacji z częścią nośną muru należy użyć kotew stalowych ze stali nierdzewnej, wklejanych w część nośną i wmurowanych w spoiny elewacji. Na całej powierzchni górnej części wieży powierzchnię cegieł elewacyjnych oraz spoiny należy oczyścić, usunąć uszkodzone lub wykruszone elementy oraz zaimpregnować elewację środkami krzemoorganicznymi.

Uszkodzone lub wymurowane z łamanych fragmentów cegieł balustrady balkonów należy wymienić na nowe – wymurowane ze specjalnie wypalonych elementów o dopasowanych gabarytach. Elementy słupków balustrad powinny być wzmocnione prętami stalowymi,

osadzonymi na zaprawie cementowej w specjalnie przygotowanych otworach. Poziome elementy balustrad (poręcze) powinny być od góry zabezpieczone obróbką blacharską.

Niezwłocznej naprawy wymaga odkształcona attyka. W pierwszej kolejności należy całą attykę spiąć przez wykonanie stalowej obejmy – obręczy od jej wewnętrznej strony. Obejmę należy wykonać ze stali zabezpieczonej przez ocynkownie i przymocować do niej wszystkie słupki attyki – ze wszystkich stron wieży, oraz wieżyczki narożne. Następnie najsilniej odkształcone słupki należy wzmocnić elementami stalowymi od strony wewnętrznej lub wykonać ich rekonstrukcję.

6.4. Zalecane dalsze prace pomiarowo-badawcze

Z uwagi na stwierdzone rysy i pęknięcia ścian budynku kościoła oraz ściany oporowej nasypu, których zachowanie się w czasie nie jest znane z powodu braku danych o poprzednich przeglądach, po zakończonej ekspertyzie należy kontynuować monitoring geodezyjny budynku w celu potwierdzenia, czy konstrukcja i podłoże są stabilne. W ramach monitoringu należy prowadzić następujące prace pomiarowo-badawcze:

- Na występujące na obu bocznych ścianach kościoła pionowe pęknięcia należy zamocować wskaźniki monitorujące rysy (np. firmy Les Jauges Saugnac) oraz szkiełka kontrolne i wykonywać pomiar ich rozwarcia raz w miesiącu. W wypadku stwierdzenia zmian rozwarości pęknięć częstotliwość pomiarów należy skrócić do dwóch tygodni, i niezwłocznie poinformować o tym fakcie autorów ekspertyzy.
- Na występujące w sklepieniach środkowej nawy pęknięcia również należy zamocować wskaźniki monitorujące rysy i szkiełka kontrolne oraz wykonywać pomiar ich rozwarcia raz w miesiącu.
- Na występujące we frontowej części ściany oporowej pęknięcia należy zamocować wskaźniki monitorujące rysy oraz wykonywać pomiar ich rozwarcia raz w miesiącu.
- W wypadku stwierdzenia zmian rozwarości opisanych powyżej rys i pęknięć należy wykonywać pomiar przestrzenno-wysokościowy czterech narożnych punktów kościoła (dwóch na ścianie frontowej i dwóch z tyłu budynku) oraz dwóch punktów frontowej części ściany oporowej (po dwóch stronach schodów) raz w miesiącu. O wynikach pomiarów należy na bieżąco informować autorów ekspertyzy.
- W wypadku stwierdzenia odkształceń lub przemieszczeń ściany oporowej nasypu konieczne będzie wykonanie ekspertyzy geotechnicznej podłoża, obejmującej również nasyp.
- Niezwłocznie należy wykonać przegląd techniczny całego budynku kościoła o charakterze ekspertyzy technicznej budynku, opisany w rozdziale 4.1.

7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

7.1 Wszelkie prace projektowe powinny być prowadzone w oparciu o wytyczne konserwatorskie zawierające między innymi: kompleksowe badania historyczne całego zabytku architektury oraz kompleksowe badania konserwatorskie substancji zabytku i jego elementów wystroju. Wytyczne powinny zawierać zalecenia co do planowanej adaptacji wieży opracowane w oparciu o niniejszą ekspertyzę budowlaną, analizę wartościującą oraz ogólną teorię ochrony i konserwacji zabytków.

7.2 Z uwagi na stwierdzony, zły, a nawet awaryjny stan elewacji wieży i balustrad balkonów należy niezwłocznie nad wejściami frontowymi do budynku kościoła wykonać zadaszenie drewniane o wysięgu minimum 6m licząc od lica wieży / ściany frontowej i o wysokości

minimum 2,40m, ze spadkiem w kierunku ściany kościoła. Należy również zabezpieczyć barierami przed dostępem ludzi przestrzeń w odległości 6m od bocznych ścian kościoła.

- 7.3 Należy niezwłocznie założyć książkę budynku dla budynku kościoła oraz wykonać przegląd budynku opisany w rozdziale 4.1. i prowadzić prace pomiarowo-badawcze opisane w rozdziale 6.4. Następnie należy regularnie prowadzić przeglądy roczne i pięcioletnie - z uwagi na monumentalny i zabytkowy charakter budynku zalecane jest skrócenie odstępów przeglądów o zakresie przeglądów pięcioletnich do trzech lat.
- 7.4 Jak najszybciej należy wykonać remont elewacji wieży opisany w rozdziale 6.3 - prace te powinny być zakończone w terminie maximum dwóch lat.
- 7.5 Niezależnie od decyzji odnośnie wykonania tarasu widokowego na wieży należy wzmocnić strop pod rozdzielniami telefonii komórkowej (poziom 24.86), a znajdujące się tam urządzenia ustawić na wymianach stalowych w celu odciążenia płyty ceramicznej.
- 7.6 Poza stwierdzonymi uszkodzeniami elewacji oraz wyczerpaniem nośności stropów ceramicznych stan techniczny konstrukcji wieży jest dobry i pozwala na usytuowanie w niej tarasu widokowego. Zaproponowano dwie lokalizacje tarasu, pisane w rozdziale 5.1.
- 7.7 W celu zainstalowania tarasu widokowego niezbędne jest wykonanie prac opisanych w rozdziale 5.1 oraz w rozdziale 6.
- 7.8 Z uwagi na stwierdzone uszkodzenia ścian i sklepienia budynku kościoła, który nie był objęty zakresem ekspertyzy, należy wykonać prace pomiarowo-badawcze, opisane w rozdziale 6.4.