

Doświadczenia z eksploatacji górniczej pod obiektem Kościoła pw Św. Krzyża w Bytomiu-Miechowicach

Experiences from mining exploitation under the Church of the Holy Cross in Bytom-Miechowice



Mgr inż. Leszek Słowik^{*)}



Mgr inż. Leszek Chomacki^{*)}



Mgr inż. Dariusz Szoltysek^{**)}

Treść: Obiekty sakralne o konstrukcji tradycyjnej cechuje mała sztywność przestrzenna, przez co są one niezwykle wrażliwe na wpływy deformacyjne powodowane podziemną eksploatacją górniczą. W artykule poruszony został niezwykle istotny problem ochrony budynku kościoła poddanego wpływom eksploatacji górniczej, w kontekście pojawiających się problemów technicznych. Na świątynię oddziaływały wpływy deformacyjne, które spowodowały znaczne uszkodzenia elementów konstrukcji obiektu, w tym przede wszystkim sklepień. Przedstawiono syntetyczny opis eksploatacji w rejonie kościoła, które miały najbardziej negatywny wpływ na stan uszkodzeń jego konstrukcji. Omówiono stan zabezpieczeń świątyni przed wystąpieniem największych uszkodzeń oraz krótko scharakteryzowano budowlane działania profilaktyczne, które spowodowały wzmocnienie konstrukcji obiektu. W podsumowaniu podano ocenę skuteczności przyjętych rozwiązań z zakresu profilaktyki budowlanej i górniczej. Z obserwacji świątyni wynika, że działania te dotychczas skutecznie przyczyniły się do ograniczenia uszkodzeń powstających w trakcie prowadzonych obecnie robót górniczych.

Abstract: Churches of traditional structure are characterized by low spatial stiffness, resulting in susceptibility to deformation influence caused by the underground mining exploitation. This paper presents the problem of protection of a church influenced by exploitation in the context of the occurring technical problems in this field. The church was influenced by deformations which caused significant damage of the structure elements, including vaults. A synthetic account of the exploitation in the area of the church with the most adverse effect on the structure was presented. This paper also presents the security status of the church which may allow to prevent from the occurrence of the most drastic damages and describes the building preventive measures, such as reinforcements of the building's structure. In conclusion, an assessment of effectiveness of the assumed solutions in the field of building and mining prevention was provided. The observations of the church show that the actions undertaken contributed efficiently to the reduction of damages occurring during mining works.

Słowa kluczowe:

eksploatacja górnicza, uszkodzenia budynków, wzmocnianie konstrukcji

Key words:

mining exploitation, damages of buildings, reinforcement of structures

1. Wprowadzenie

Obiekty sakralne o konstrukcji tradycyjnej, ścianach murowanych z cegły, sklepieniach ceglanych, o układach jednotraktowych lub wielotraktowych z filarami wewnętrznymi, to konstrukcje, które w przeważającej większości cechuje mała sztywność przestrzenna, przez co można je wyróżnić jako budynki niezwykle wrażliwe na wpływy deformacyjne

powodowane podziemną eksploatacją górniczą, o czym była już mowa między innymi w [1, 2].

W artykule poruszony został niezwykle istotny problem ochrony istniejącego obiektu sakralnego poddanego wpływom eksploatacji górniczej, w kontekście pojawiających się w tym zakresie problemów technicznych. Na świątynię zlokalizowaną w Bytomiu-Miechowicach, oddziaływały wpływy deformacyjne, które spowodowały znaczne uszkodzenia elementów konstrukcji obiektu, w tym przede wszystkim sklepień. Ponadto przedstawiono syntetyczny opis eksploatacji w rejonie kościoła, które miały najbardziej negatywny

^{*)} Instytut Techniki Budowlanej, Oddział Śląski, ^{**)} Kompania Węglowa S.A., Oddział KWK „Bobrek-Centrum

wpływ na stan uszkodzeń jego konstrukcji. Przeprowadzona została ocena dokonanej eksploatacji górniczej oraz podane zostały wybrane wyniki pomiarów kluczowych wskaźników deformacji terenu.

Przedstawiono stan zabezpieczeń świątyni przed wystąpieniem największych uszkodzeń oraz krótko scharakteryzowano budowlane działania profilaktyczne, które spowodowały wzmocnienie konstrukcji obiektu.

Charakterystyka wpływów deformacyjnych od dokonanej w latach 2003–2005 eksploatacji oraz obecnie prowadzonej wybiórki, a także wskazanie uszkodzeń w świątyni które wystąpiły w następstwie opisanych deformacji oraz prac dotyczących wzmocnienia konstrukcji, ma służyć próbie oceny skuteczności przyjętych rozwiązań z zakresu profilaktyki budowlanej i górniczej. Z obserwacji świątyni wynika, że działania te dotychczas skutecznie przyczyniły się do ograniczenia uszkodzeń powstających w trakcie prowadzonych obecnie robót górniczych.

W podsumowaniu podane zostały rygory z zakresu profilaktyki górniczej, wynikające z doświadczeń nabytych w trakcie prowadzonej eksploatacji w rejonie kościoła, które w swojej istocie miały za zadanie zminimalizować wpływ negatywnych skutków deformacji terenu na konstrukcję obiektu. Skuteczność wprowadzonych zaleceń w odniesieniu do sposobu prowadzenia eksploatacji, weryfikowana jest przez stałą obserwację deformacji powierzchni i konstrukcji, w postaci prowadzonych pomiarów przez służbę kopalni. Natomiast w zakresie budowlanym, prowadzony jest stały nadzór nad obiektem kościoła, w trakcie którego weryfikowana jest skuteczność zastosowanych w świątyni zabezpieczeń ale również w przypadku wystąpienia poważniejszych uszkodzeń, formułowane są działania doraźne z zakresu profilaktyki budowlanej, których realizacja powoduje zachowanie bezpieczeństwa użytkownika kościoła.

2. Charakterystyka obiektu

Budynek kościoła wzniesiony został w stylu neogotyckim w latach sześćdziesiątych XIX w., na planie krzyża o wymiarach gabarytowych 49×27 m (rys. 1a). Jest to obiekt

zabytkowy, cechujący się symetrią względem osi podłużnej przebiegającej równoległe do kierunku wschód – zachód. Zasadniczy ustrój konstrukcyjny to ściany zewnętrzne murywane z cegły i filary wewnętrzne, które pod względem funkcjonalnym wydzielają wyższą nawę środkową o wysokości około 13 m i dwie nieco niższe nawy boczne o wysokości ok. 11 m. Od strony zachodniej nad wejściem głównym do świątyni dominuje wieża kościoła, której wysokość mierzona od poziomu terenu do podstawy krzyża wieńczącego zadaszenie na planie sześcioboku, wynosi ok. 60 m.

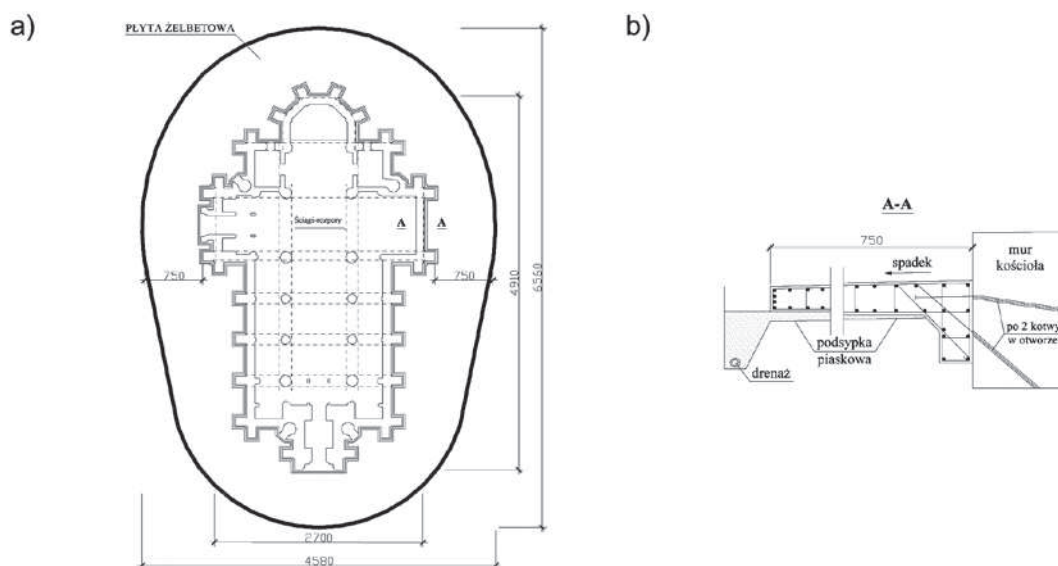
W kierunku poprzecznym filary są rozstawione w odległości 8,5 m, natomiast w kierunku podłużnym rozstaw filarów wynosi 5,5 m a w transepcie 8,5 m. W liniach filarów zewnętrzne ściany podłużne wzmocnione zostały przyporami. Na filarach oraz po obrysie ścian zewnętrznych wsparte zostały sklepienia żebrowe typu gwieździstego. Powłoka sklepień ma grubość 12 cm, natomiast zasadniczym elementem konstrukcyjnym są żebra sklepień o wymiarach 24×24 cm. Sklepienia wraz z żebrami wykonane zostały z cegły dziurawki.

Mury części nadziemnej świątyni wzniesiono z cegły pełnej, zaś ściany fundamentowe z piaskowca.

We wschodniej części świątyni, w miejscu, gdzie geometrycznie łączy się prezbiterium i absyda, powyżej konstrukcji podparcia sklepień, wzniesiona została attyka, której konstrukcja uległa znacznemu wychyleniu od pionu, na skutek wieloletnich oddziaływań eksploatacji górniczej. Z uwagi na znaczne wyiężenie konstrukcji attyki, została ona wzmocniona (przytrzymana) grupą ściągów stalowych, które zamocowane zostały w konstrukcji wieży i ściany zachodniej kościoła. Dalszy powolny przyrost wychylenia attyki na przestrzeni lat spowodował konieczność kolejnego wzmocnienia jej konstrukcji matami z włókien szklanych. Ponadto przemurowane zostały istniejące spękania muru i wzmocniono jego konstrukcję prętami helifix, zgodnie z zaleceniami zawartymi w opracowaniu ITB [4].

Z uwagi na dodatkowe obciążenia wynikające z wpływów górniczych budynek kościoła został wzmocniony. Do 2003 r. wykonane zostały następujące wzmocnienia:

- wiotkie ściany stalowe założone w poziomie wezłowi sklepień w kierunku podłużnym i poprzecznym,



Rys. 1. Rzut poziomy kościoła: a) oznaczenie przebiegu ściągów-rozpór i poziomej płyty usztywniającej, b) przekrój przez płytę usztywniającą i fragment muru – źródło [2]

Fig. 1. Plan of the church: a) the course of struts – braces and horizontal stiffening plate, b) section through the stiffening plate and a fragment of the wall - source [2]

- ściagi rozpory założone w poziomie posadowienia w liniach filarów, także w kierunku podłużnym i poprzecznym,
- zewnętrzna płyta (tarcza) usztywniająca, wykonana wokół kościoła, według koncepcji prof. Ledwonina [4].

3. Eksploatacja górnicza w rejonie kościoła

Zasadniczo eksploatacja górnicza w rejonie kościoła prowadzona była w filarze ochronnym świątyni jak również na obszarze przyległym od 1944 r., o czym wspomniano już w [2]. W obrębie filara ochronnego wybieranych było 13 pokładów przy wysokości ścian w przedziale 1,2 do 3,0 m, eksploatowanych na głębokości 270 do 800 m. Pierwsza bezpośrednio przebiegająca pod kościołem eksploatacja prowadzona była w 1950 r.

Eksploatacja, która miała zasadnicze znaczenie dla wyłączenia konstrukcji świątyni, w konsekwencji którego powstały liczne uszkodzenia opisane w pkt. 4 miała miejsce w latach 2003–2005 (bezpośrednio pod kościołem w lutym 2004 r.), prowadzona była w pokładzie 510 warstwa górna, ścianami 30 i 31 w kierunku północno-zachodnim. Roboty górnicze prowadzone były na głębokości 800 m, furtą o wysokości 2,4 m, systemem na zawał stropu z doszczelnieniem pyłami z procesów technologicznych. Co ważne, w odniesieniu do eksploatacji z lat 2003–2005 nie sformułowano żadnych istotnych rygorów, przez co ściany wybierane były z różną prędkością, z przerwami weekendowymi i technologicznymi.

Eksploatacja w obrysie ścian 30 i 31 rozpoczęta została w lipcu 2013 r. ścianami 30a i 31a w pokładzie 510 warstwa dolna. Prowadzona jest systemem z zawałem stropu na głębokości 810 m, furtą o wysokości 2,4 m, która w obszarze kościoła ograniczona została do wysokości 2,0 m. Roboty górnicze prowadzone były bezpośrednio pod świątynią na przełomie czerwca i lipca 2014 r. i postępują w kierunku południowo-wschodnim. W stosunku do obecnie prowadzonej

eksploatacji wprowadzone zostały rygory, które oprócz obniżenia wysokości ściany z 2,4 do 2,0 m w rejonie kościoła (200 m przed i 250 m za kościołem), wprowadziły ograniczenia dotyczące prędkości eksploatacji, czyli do 2,5 m/dobę, ale nie więcej niż 50 m/miesiąc bez przerw technologicznych i przy ciągłej wybiere również w czasie weekendów nie więcej niż 1 m/dobę.

Na rysunku 2a przedstawiono obrys ścian 30 i 31 eksploatowanych w latach 2003–2005, a na rys. 2b aktualny na 1.09.2014 r. wybieg ścian 30a i 31a.

4. Konsekwencje eksploatacji górniczej w latach 2003–2005

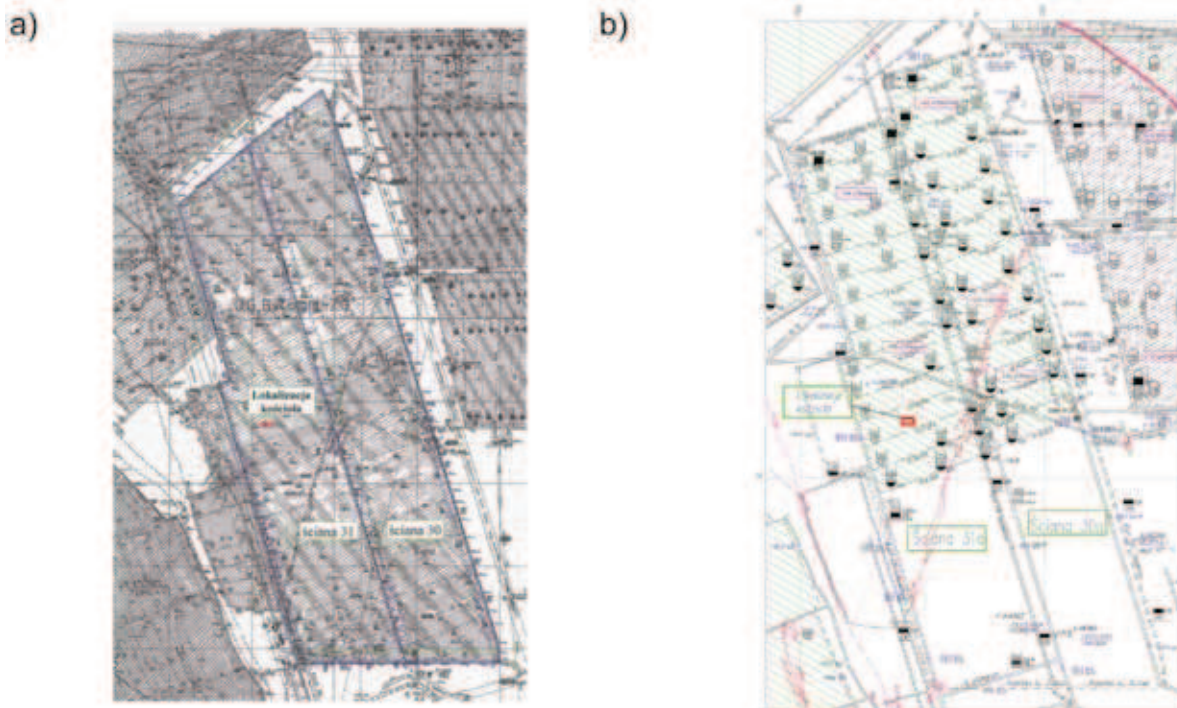
4.1. Deformacje i uszkodzenia świątyni

Intensywna eksploatacja górnicza spowodowała, że po eksploatacji prowadzonej w latach 2003–2005, sumaryczne obniżenie kościoła wskutek dokonanej eksploatacji górniczej wyniosło około 18 m.

Analiza pomiarów niwelacyjnych prowadzonych przez służbę kopalni pozwoliła na oszacowanie promieni wygięcia kościoła w okresie pomiarów, tj. od sierpnia 2000 r. do lipca 2005 r. Wynika z nich, że dla podanego czasokresu nastąpiła zmiana wygięcia murów wzdłuż kierunku podłużnego do krzywizny wklęsłej o promieniu $R_b \cong -4$ km do -5 km. Dodać należy, że wklęsłe wygięcie ścian podłużnych kościoła obserwowane było przez cały okres prowadzenia pomiarów.

Konsekwencją wygięcia konstrukcji ścian podłużnych do krzywizny wklęsłej, był fakt, że opisane w pkt. 2, wiotkie ściagi założone w poziomie wezłowi sklepień nie spełniały swojej roli konstrukcyjnej, a niektóre z nich uległy obwiśnięciu.

Znacznemu wychyleniu od pionu uległy również filary wewnętrzne w kościele. Z przeprowadzonych pomiarów, opisanych w [1, 2] wynika, że wychylenie to było zróżni-



Rys. 2. Parcele eksploatacje: a) ściany 30 i 31 eksploatowane w latach 2003–2005, b) aktualny na 1.09.2014 r. wybieg ścian 30a i 31a

Fig. 2. Parcel of exploitation: a) walls 30 and 31 exploited in 2003–2005, b) current on 1 September 2014 overrun of walls 30a and 31a

cowane, co do wartości, lecz zasadniczo dotyczyło jednego azymutu. Dla kierunku podłużnego pomierzone wychylenie filarów zawierało się w granicach od 17 do 25 ‰, natomiast w kierunku poprzecznym wynosiło maksymalnie do 11 ‰. Maksymalne wypadkowe wychylenie filara wynosiło 25,6 ‰.

Pomiary wychyleń prowadzone były również w odniesieniu do wieży kościoła, które było nieco mniejsze i wynosiło do 20 ‰.

Prowadzona w latach 2003–2005 eksploatacja spowodowała powstanie w konstrukcji znacznych uszkodzeń. Szczególnie intensywnie spękane były sklepienia w transepcie oraz nad prezbiterium (rys. 3)

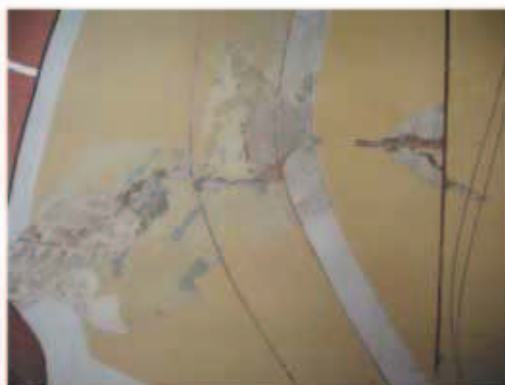
Zinventaryzowane uszkodzenia w sklepieniach miały postać spękań o rozwarości do kilku centymetrów, przebiegały wzdłuż i w poprzek łęków oraz przy zwornikach. Miały one charakter uszkodzeń wskrośnych, przez co zachodziło realne niebezpieczeństwo lokalnej utraty nośności sklepień. Znaczne spęknięcia powstały również w żebrach i widoczne były z poziomu strychu. Uszkodzenia o podobnej intensywności wystąpiły również na styku krawędzi sklepień ze ścianami czołowymi transeptu, gdzie rozwarość spękań dochodziła do 5 cm. Znacznie mniejszą intensywność uszkodzeń zaobserwowano z kolei w obrębie ścian, w poziomie poniżej węzłowi sklepień, gdzie powstały rysy o rozwarości do kilku milimetrów.

Uszkodzone zostały również maswerki witraży oraz blachy pokrycia dachowego wraz z konstrukcją nośną dachu. Przyrost wychylenia zaobserwowany został w obrębie atyki wschodniej, o czym wspomniano już w pkt. 2.

4.2. Naprawa spękań i wzmocnienie konstrukcji kościoła

Uszkodzenia elementów konstrukcyjnych kościoła, w tym przede wszystkim sklepień, lecz w pewnej części dotyczące również ścian, usunięte zostały przy zastosowaniu systemu Helifix. W uszkodzone spękaniem elementy sklepień, względnie muru ścian, wprowadzone zostały pręty wykonane z nierdzewnej stali austenicznej HeliBar, eliminujące korozję stali w przyszłości. Pręty osadzone są w bruzdach, wykonywanych tarczą diamentową, których minimalna głębokość nie narusza struktury muru (rys. 4). W omawianym przypadku zastosowano zbrojenie o średnicy $\varnothing 13\div 14$ mm, które osadzone zostało na żywicach i modyfikowanych zaprawach cementowych.

Ocena wpływu eksploatacji górniczej prowadzonej w latach 2003–2005 na budynek kościoła wykazała, że skuteczne jest zabezpieczenie wykonane w poziomie posadowienia, w postaci ściągów rozpór założonych w kierunku podłużnym i poprzecznym świątyni oraz zewnętrznej płyty usztywniającej o których mowa była w pkt. 2. Nieskuteczne okazały się wiotkie ściagi w poziomie węzłowi sklepień, dlatego zaszła potrzeba dodatkowych zabezpieczeń konstrukcji świątyni. Zastosowane zostały sztywne rozpory w poziomie głów filarów, bezpośrednio pod węzłowi sklepień, ograniczające ich poziome przemieszczenia (rys. 5). Oprócz sztywnych rozpór podłużnych i poprzecznych, pozostawione zostały wiotkie ściagi podłużne i poprzeczne, które pracowały na oddziaływanie sił rozciągających, z tym, że skorygowany został ich naciąg. Ponadto założone zostały również wiotkie ściagi



Rys. 3. Przykłady uszkodzeń sklepień
Fig. 3. Examples of vaults damages



Rys. 4. Naprawa spękań przy zastosowaniu systemu Helifix
Fig. 4. Repair of cracks using the Helifix system

przekątne, które ograniczają wpływ krzywizny ukośnej, mogącej powodować deplanację pierwotnego rzutu poziomego podpór sklepień. Wykonane rozpory podłużne i poprzeczne powinny skutecznie minimalizować negatywny wpływ krzywizny terenu, wynikający z niecki wklęsłej i wypukłej.

Wykonanie rozpór poprzedzone było analizą statyczną, której celem było określenie sił wewnętrznych w konstrukcji, przy założeniu wynikającej z przekrojów odpowiedniej sztywności elementów konstrukcyjnych. Wyznaczenie sił zostało przeprowadzone w oparciu o podstawową kombinację obciążeń, w skład których wchodzi obciążenia stałe, czyli ciężar własny konstrukcji oraz obciążenia użytkowe na które składają się obciążenia górnicze, w rozpatrywanym przypadku krzywizna i nachylenie terenu. Szczegółowe informacje dotyczące przeprowadzonej analizy obliczeniowej zawarte zostały w [2].

5. Aktualny stan uszkodzeń konstrukcji kościoła

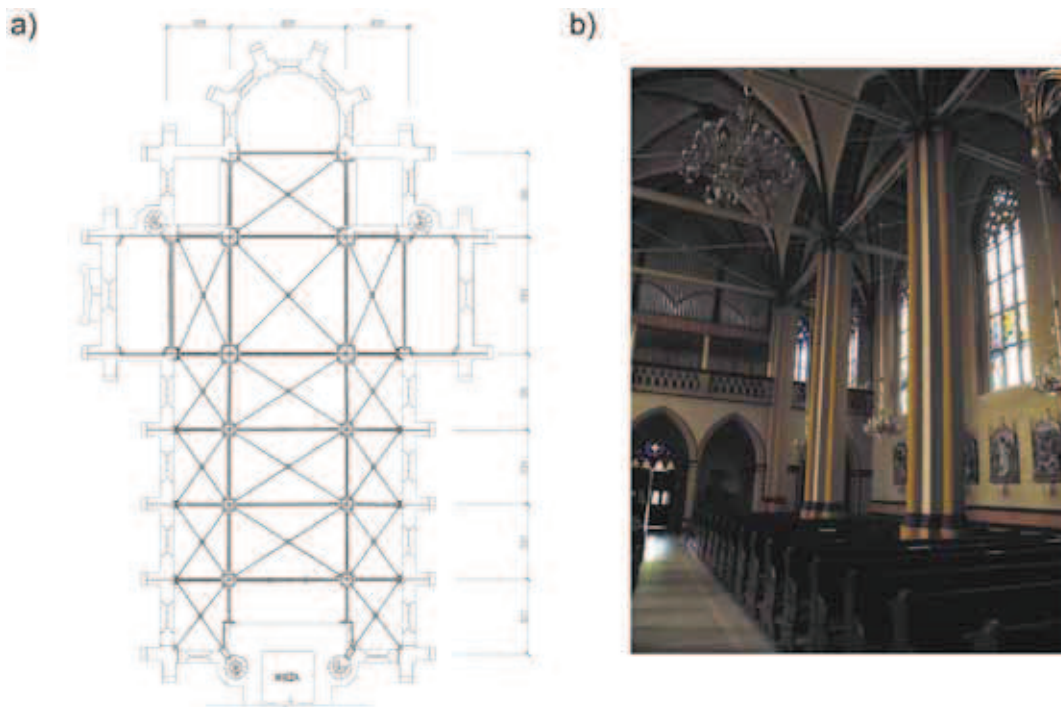
W trakcie prowadzonej obecnie eksploatacji górniczej ścianami 30a i 31a, która przeszła bezpośrednio pod kościołem i jest oddalona od jego konstrukcji o około 200 m wystąpiły uszkodzenia elementów drugorzędnych oraz pewnych elementów konstrukcyjnych. Omawiane uszkodzenia, zostały zaznaczone na schematycznym rzucie poziomym świątyni (rys. 6). Pierwsze uszkodzenia zaobserwowane zostały w płytkach ceramicznych posadzki kościoła w transepcie i prezbiterium. W miarę zbliżania się frontu robót do rzutu poziomego kościoła, zaobserwowano pojedyncze zarysowania elementów konstrukcyjnych. Koncentrowały się one przede wszystkim w sklepieniach krypty, znajdującej się w części północno-wschodniej świątyni oraz w zakrystiach północnej i południowej. Zarysowania murów w pasmach podokiennych oraz pasmach nadprożowych wystąpiły przede wszystkim w absydzie świątyni. Dodać należy, że w tym czasie zaczęły się

nieco intensyfikować spękania nadproży otworów okiennych absydy, w miejscach gdzie zostały przeprowadzone naprawy uszkodzeń związanych z dokonaną eksploatacją górniczą. W ostatnim czasie, tj. kiedy front robót górniczych oddalony jest od kościoła o ponad 200 m, pojawiły się zarysowania sklepień, które co należy podkreślić wystąpiły lokalnie nad prezbiterium i absydą. Dodatkowo intensyfikacji uległy wskrośne spękania nadproży otworów okiennych w absydzie (rys. 7a), a w jednym przypadku doszło w świątyni do lokalnego odspojenia tynku od uszkodzonego nadproża. W wyniku intensyfikacji istniejących uszkodzeń fragment cegły odpadł również od nadproża w północnej części absydy (rys. 7b). Intensyfikacji uległy także spękania widoczne w sklepieniu zakrystii północnej. Zinventaryzowano również wskrośne spękania pasm podokiennych w absydzie (rys. 8a). Oględziny konstrukcji sklepień z poziomu strychu wykazały, że zarysowane są żebra i powierzchnia sklepienia nad absydą (rys. 8b).



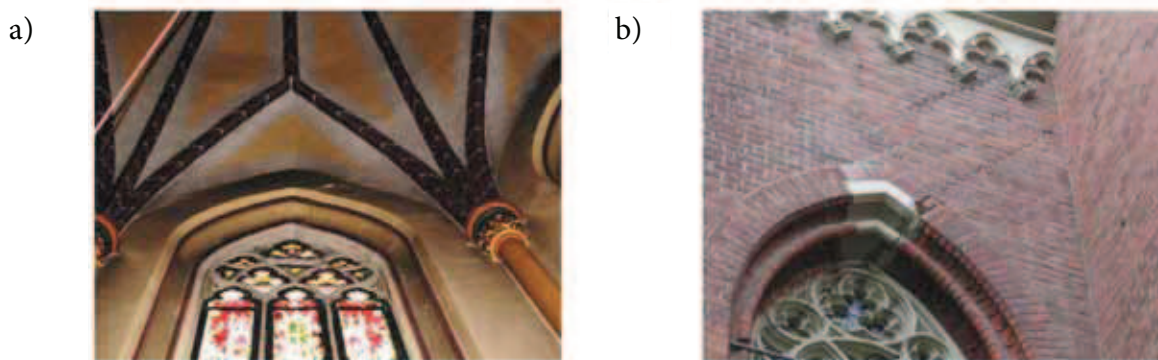
Rys. 6. Uszkodzenia powstałe w wyniku bieżącej eksploatacji górniczej

Fig. 6. Damages caused by current mining exploitation



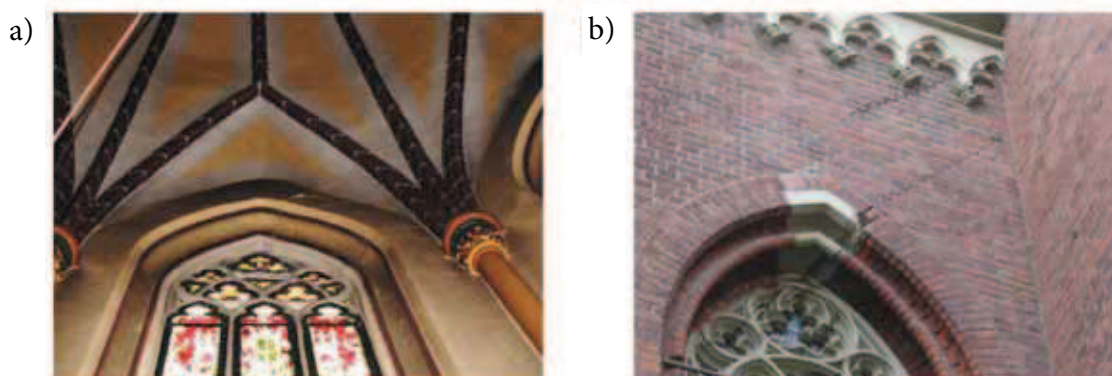
Rys. 5. Stężenie budynku kościoła w poziomie wezłowi sklepień: a) schemat stężenia, b) widok fragmentu konstrukcji – źródło [1]

Fig. 5. Concentration of the building of the church in abutment level: a) schematic strengthening b) view of fragment structure - source [1]



Rys. 7. Uszkodzenia zinwentaryzowane w konstrukcji kościoła: a) wskrośne spękania nadproży okiennych w absydzie, b) lokalny ubytek cegły w spękanym nadprożu okiennym absydy

Fig. 7. Damages inventoried in the structure of the church: a) through-cracks in the apse window lintels, b) the local loss of brick in cracked apse window lintel



Rys. 8. Uszkodzenia zinwentaryzowane w konstrukcji kościoła: a) wskrośne spękania pasm podokiennych w absydzie, b) poprzeczne zarysowanie żebra sklepienia nad absydą, widoczne na strychu

Fig. 8. Damages inventoried in the structure of the church: a) through-cracking bands under windows in the apse, b) transverse scratch of the apse vault rib, visible in the attic

Przytoczone powyżej przykłady uszkodzeń, które powstały na skutek prowadzonej obecnie eksploatacji wskazują, że uszkodzenia elementów konstrukcyjnych występują przede wszystkim w usytuowanej we wschodniej części świątyni absydzie. Spękania o charakterze konstrukcyjnym powstały również w sklepieniu zakrystii północnej, którego konstrukcja jest usytuowana niżej w stosunku do sklepień nawy głównej, transeptu czy prezbiterium.

6. Podsumowanie

W artykule przytoczony został przykład kościoła zlokalizowanego na terenie oddziaływania eksploatacji górniczej, który poddany został na przestrzeni lat intensywnym wpływom deformacyjnym.

Doświadczenia nabyte po eksploatacji prowadzonej w latach 2003-2005 oraz przy obecnych robotach górniczych, można rozpatrywać w zakresie profilaktyki górniczej oraz budowlanej. W zakresie górniczym dotyczą one przede wszystkim ograniczenia furty eksploatacyjnej pod kościołem z 2,4 do 2,0 m i określają sposób prowadzenia eksploatacji z postępowaniem nie większym niż 50 m/miesiąc, bez przerw w prowadzeniu robót górniczych łącznie z weekendami. Obserwując zachowanie się terenu wokół świątyni, poprzez prowadzenie stałych pomiarów niwelacyjnych, można zaryzykować stwierdzenie, że tak określone warunki dotyczące

bieżącej eksploatacji, skutecznie niwelują jej negatywne skutki na powierzchni terenu.

Zastosowana profilaktyka budowlana w postaci sztywnych rozpór wykonanych w poziomie głowic filarów kościoła stanowi uzupełnienie zastosowanych wcześniej zabezpieczeń. Uznać można, że kościół który został zabezpieczony w dwóch płaszczyznach, tj. w poziomie posadowienia i węzłowi sklepień jest konstrukcją, która powinna skutecznie przeciwdziałać niekorzystnym wpływom wskaźników deformacji. Potwierdza to zachowanie samej konstrukcji świątyni. Obecnie występują uszkodzenia, ale warto jednak zauważyć, iż charakteryzują się one znacznie mniejszą intensywnością w stosunku do uszkodzeń, które pojawiły się po eksploatacji w latach 2003-2005.

Uzupełnieniem przytoczonych elementów profilaktyki górniczej i budowlanej jest prowadzenie stałego nadzoru nad budynkiem kościoła, w trakcie którego na bieżąco formułowane są w przypadku powstania bądź intensyfikacji uszkodzeń, zalecenia dotyczące doraźnych zabezpieczeń i napraw. Przytoczone uwarunkowania profilaktyki górniczej i budowlanej stanowią niezwykle ważne elementy ochrony obiektów sakralnych na terenach górniczych, której zgodnie z uwagami zawartymi w [1] nie można rozpatrywać wyłącznie w sferze bezpieczeństwa konstrukcji. Uwzględnić należy również wymagania architektoniczno-estetyczne oraz zapewnić ciągłość użytkowania obiektów przy jak najmniejszym obniżeniu właściwości użytkowych.

Literatura:

1. *Kawulok M.*: Szkody górnicze w budownictwie. Warszawa, ITB 2015.
2. *Kawulok M., Sobik K.*: Wzmocnienie budynku sakralnego na oddziaływania intensywnej krzywizny terenu górniczego. XIII Konferencja Naukowo-Techniczna: Awarie Budowlane. Zapobieganie. Diagnostyka. Naprawy. Rekonstrukcje. Szczecin-Międzyzdroje, 23-26 maja 2007. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Szczecińskiej 2007.
3. *Ledwoń J.A.*: Budownictwo na terenach górniczych. Arkady, Warszawa 1983.
4. Praca nr 842/13/Z00OSK pt.: Opracowanie koncepcji zabezpieczenia attyki budynku kościoła p. w. Św. Krzyża w Bytomiu-Miechowicach przy ul. Frenzla 42. ITB, Oddział Śląski. Katowice 2013.

***Zwiększajmy prenumeratę
najstarszego – czołowego miesięcznika
Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Górnictwa!***

Liczba zamawianych egzemplarzy określa zaangażowanie jednostki
gospodarczej w procesie podnoszenia kwalifikacji swoich kadr!