

**XXIV**XXIV Konferencja Naukowo-Techniczna
Szczecin-Międzyzdroje, 26-29 maja 2009**awarie budowlane**

Dr inż. IZABELA BRYT-NITARSKA, *itb_gliwice@pro.onet.pl*
Instytut Techniki Budowlanej, Oddział Śląski, Gliwice

ISTNIEJĄCE I PROJEKTOWANE BUDYNKI ZAGROŻONE WYSTĄPIENIEM NIECIĄGŁYCH DEFORMACJI PODŁOŻA GÓRNICZEGO

**THE ERECTED AND DESIGNED BUILDINGS THREATEN WITH THE APPEAREANCE OF
NON-CONTINUOUS DEFORMATIONS RESULTING FROM MINING EXPLOITATION**

Streszczenie Budynki zlokalizowane na terenach górniczych podlegają dodatkowym oddziaływaniom deformacji teren. Kształtowanie się na powierzchni niecki obniżeniowej jest spodziewanym efektem prowadzenia wydobywania. Czasami jednak ujawniają się deformacje nieciągłe w postaci progów terenowych. W przypadku ich oddziaływania na budynki, powodują powstanie znacznych uszkodzeń w konstrukcji. W referacie przedstawiono dwa przykłady analiz przeprowadzonych dla budynków zagrożonych wystąpieniem deformacji nieciągłej. Pierwszy przykład dotyczy analizy wykonanej dla istniejącego budynku kościoła o konstrukcji drewnianej. Drugi opisuje przykład planowanych do wzniesienia budynków o funkcji publicznej.

Abstract The buildings situated in mining areas are subjected to mining subsidence. The subsiding trough on the land surface is a result of mining exploitation. However, sometimes non-continuous deformations appear on the land surface in form of ground thresholds. If they affect building structures, considerable construction damages appear. In the paper, two examples of analysis carried out for buildings threatened with potential non-continuous deformations have been presented. The first example concerns the analysis carried out for the church building of a wooden construction. The second one concerns public buildings planned to be constructed in future.

1. Wstęp

O ile deformacje powierzchniowe są spodziewanym skutkiem prowadzenia wydobywania parcel pokładów węgla, to ujawnianie się w terenie deformacji nieciągłych, jest zjawiskiem o charakterze losowym. Metody prognozowania wskaźników deformacji ciągłych, pomimo obserwowanego rozproszenia losowego ich wartości, dają dobrą informację na temat przebiegu obniżeniowej niecki nieustalonej – w trakcie jej pochodzenia i ustalonej – po zakończeniu eksploatacji. Stanowią równocześnie podstawę przy wyznaczaniu zakresu profilaktyki budowlanej w odniesieniu do budynków istniejących i nowo wznoszonych.

W przypadku deformacji nieciągłych, ich występowanie ma charakter lokalny i związane jest z tektoniką warstw karbonu produktywnego i budową nadkładu. W razie ich wystąpienia skutki oddziaływania na budynki są jednak poważne i mogą prowadzić do utraty nośności i stateczności części konstrukcji. Rozwiązania konstrukcyjne stosowane w budynkach istniejących w ramach profilaktyki budowlanej oraz zalecane do stosowania wg [7] w budynkach projektowanych do lokalizacji na terenach górniczych, nie stanowią zabezpieczenia konstrukcji w przypadku oddziaływania deformacji nieciągłych.

W przypadku możliwości powstania deformacji nieciągłej, która może oddziaływać na budynek istniejący lub projektowany, konieczna jest indywidualna ocena poziomu zagrożenia konstrukcji i sposobu ograniczenia niekorzystnego oddziaływania tej deformacji. W takiej sytuacji podstawę działań z zakresu profilaktyki budowlanej stanowi szczegółowa opinia geologiczno-górnicza. W zakresie tej opinii musi znajdować się również ocena poziomu zagrożenia powierzchni wystąpieniem deformacji nieciągłej. Ponieważ brak jest metod matematycznych służących do prognozowania liniowych deformacji nieciągłych ocenę taką przeprowadza się na podstawie skutków eksploatacji dokonanej oraz analizy obliczeniowej wskaźników deformacji wynikających z wybranych już parcel eksploatacyjnych.

Jak wynika z obserwacji powstawanie na powierzchni deformacji w formie progów terenowych związane jest z prowadzeniem eksploatacji górniczej w sąsiedztwie stref zaburzeń tektonicznych karbonu lub prowadzenia eksploatacji w kilku pokładach do jednej, wspólnej krawędzi. Zwykle deformacje liniowe występują w postaci progów – stopni, o wysokości do kilkudziesięciu centymetrów, które mogą przebiegać na długości od kilku do kilkudziesięciu metrów. Występują jako deformacje pojedyncze lub w grupie kilku równoległych progów. W warunkach prowadzenia eksploatacji górniczej w strefach uskoków występują dodatkowo anomalie w rozkładzie wskaźników ciągłych deformacji powierzchni.

W referacie przedstawiono dwa przypadki zagrożenia budynków oddziaływaniem deformacji nieciągłej. Pierwszy dotyczy zabytkowego budynku kościoła w sąsiedztwie, którego wystąpił próg terenowy. Drugi, to przykład analizy zagrożenia wystąpienia deformacji nieciągłych w miejscu lokalizacji planowanych do wzniesienia budynków o funkcji publicznej.

W obu przypadkach celem podjętych działań jest zapobieżenie powstania stanów awaryjnych w konstrukcji budynków.

2. Budynek kościoła zagrożony progiem terenowym

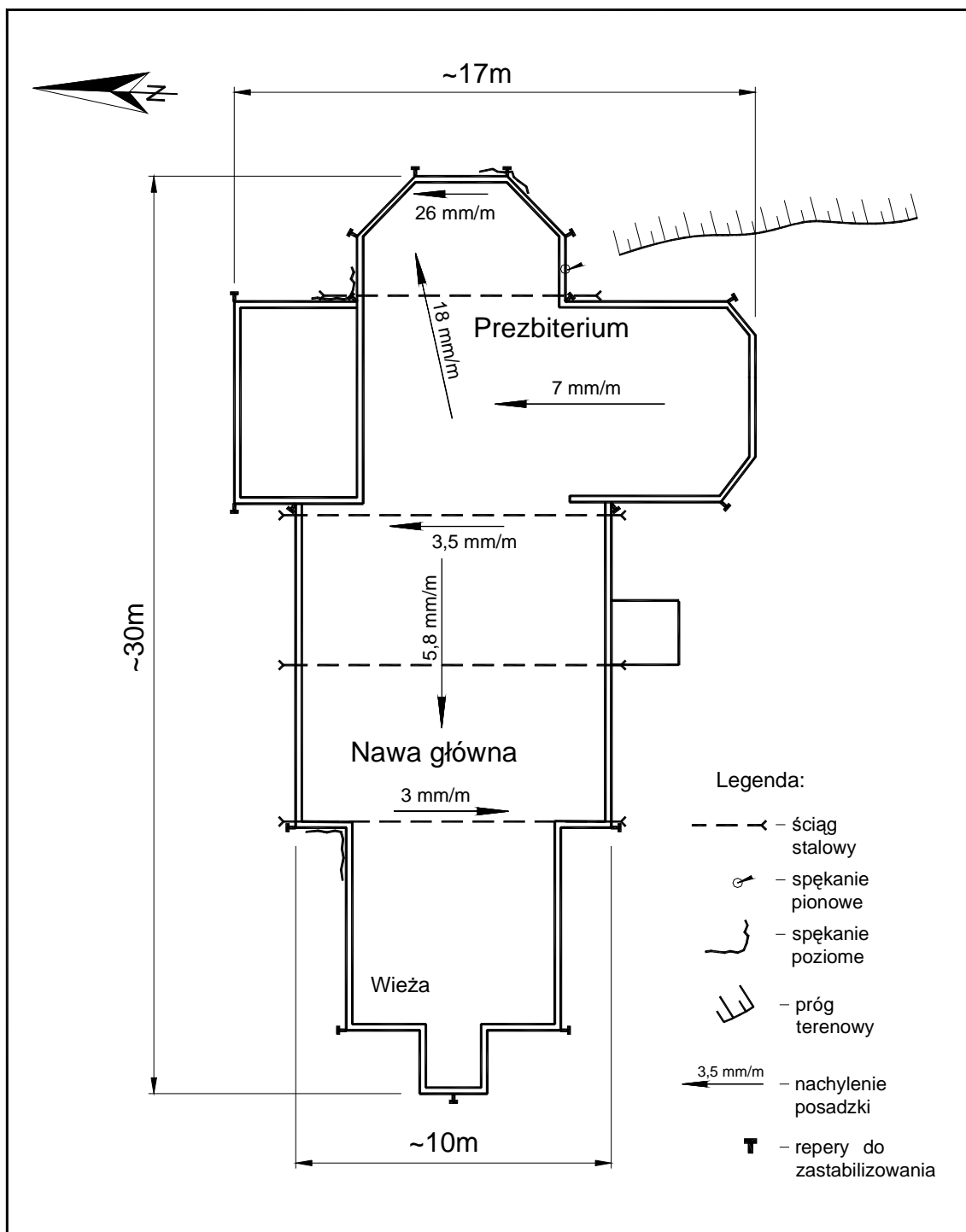
2.1. Opis konstrukcji

Wzniesiony w 1737 r. drewniany budynek kościoła w 1938 r. przeniesiono w miejsce jego obecnej lokalizacji. Jest to obiekt zabytkowy. Gabarytowe wymiary rzutu poziomego budynku wynoszą ok. 17,0 m×30,0 m (rys.1). Kościół wzniesiono w układzie jednonawowym z trójbocznie zamkniętym prezbiterium i przeciwległą kwadratową wieżą o wysokości 20 m z wejściem głównym.

Ściany budynku wykonane są w konstrukcji drewnianej – zrębowej. W nawie, prezbiterium i kaplicy znajdują się pozorne sklepienia kolebkowe i dach w konstrukcji drewnianej kryty gontem. W poziomie górnych zrębów ścian podłużnych, założone są cztery poprzeczne ściągi stalowe – dwa w części prezbiterialnej i dwa w nawie.

W 1996 r. jako zabezpieczenie na wpływy eksploatacji górniczej wg dokumentacji [1] pod budynkiem wykonano monolityczną przeponę o grubości ok. 30 cm zbrojoną dwoma warstwami siatki o prętach $\phi 8$ i wymiarach oczek 12 cm×12 cm. Przeponę układano na warstwie zagęszczonego piasku, warstwie chudego betonu i dwóch warstwach papy izolacyjnej.

W liniach ścian wykonano monolityczne żebro obwodowe połączone z przeponą. Po wykonaniu na przeponie ok. 3 cm wylewki cementowej w budynku kościoła ułożono posadzkę z płytek ceramicznych. W trakcie wykonywania przepony w ścianach nawy, prezbiterium, kaplicy i zakrystii kościoła wymieniono dolne bale drewniane oraz za pomocą podnośników przywrócono do pionu drewnianą konstrukcję budynku.



Rys. 1. Rzut poziomy budynku kościoła

2.2. Warunki geologiczne i górnictwa panujące w rejonie budynku

W rejonie lokalizacji budynku kościoła górotwór zbudowany jest z warstw czwartorzędu, trzeciorzęd i triasu o łącznej miąższości ok. 118 m oraz zalegających poniżej warstw karbonu produktywnego. Bezpośrednio pod budynkiem w stropie karbonu, w linii północny – zachód, południowy – wschód, przebiega uskoki tektoniczny o zrzucie w kierunku zachodnim i wysokości ok. 60÷80 m [2].

Po wykonaniu w obiekcie prac zabezpieczających podlegał on w latach 1996÷2004 wpływom eksploatacji górniczej prowadzonej łącznie w czterech pokładach. W rejonie obiektu wytworzyło się wypukłe obrzeże niecki obniżeniowej. Od południowej strony prezbiterium, w sąsiedztwie kaplicy uwidocznił próg terenowy o wysokości 10 do 15 cm – rys. 1.

Z pomiarów niwelacyjnych posadzki kościoła wykonanych w 2005 r. wynikało, że istotne jej nachylenie o wartości ok. 18 mm/m występowało w obrębie prezbiterium w kierunku na północny wschód. Nachylenie posadzki na kierunku poprzecznym, wynosiło od ok. 7 mm/m – w części środkowej pomiędzy nawą a prezbiterium, do ok. 26 mm/m – wzdłuż ściany zamykającej prezbiterium [6]. Równocześnie oględziny obiektu wykazały, że w obrębie zewnętrznych krawędzi żebra fundamentowego w prezbiterium występowały spękania: pionowe – o rozwarości ok. 2 mm zanikającej ku dołowi – w części wschodniej i dwa spękania poziome: w wypukłym narożu południowym i w narożu północnym – pomiędzy prezbiterium a zakrystią, oba o rozwarciu ok. 2 mm. Poziome spękanie żebra występowało również w miejscu styku konstrukcji wieży z nawą – od strony północnej.

Biorąc pod uwagę przebieg nachyleń posadzki kościoła pojawienie się uszkodzeń w obrębie żebra fundamentowego można było wiązać z występującą po południowo-wschodniej stronie budynku deformacją terenową.

W latach 2005÷2007 planowano podjęcie robót wydobywczych w trzech ścianach pokładów 405 i 408 systemem ścianowym z zawałem stropu. Projektowana średnia głębokość prowadzenia eksploatacji wynosiła ok. 950 m, przy średniej grubości wybieranych ścian ok. 3,0 m. Z położenia parcel eksploatacyjnych względem obiektu wynikało, iż ponownie znajdzie się on nad calizną, w brzeżnej części niecki obniżeniowej. W czasie oddziaływania deformacji górniczych budynek podlegał miał poziomym odkształceniom terenu o charakterze rozpełzań, o maksymalnych wartościach $\epsilon_{\max} \approx 3,0$ mm/m oraz wypukłej krzywiznie terenu o promieniu $R_{\min} \approx 63$ km [2].

Z uwagi na występowanie już w sąsiedztwie budynku proggu terenowego, w ramach oceny geologiczno-górniczej, wykonano szczegółową analizę dotyczącą możliwości intensyfikacji ujawnionej już deformacji [2]. Na jej podstawie stwierdzono, że wysokość proggu terenowego może się zwiększyć o ok. 20 cm i ostatecznie wynosić od ok. 30 do 45 cm.

2.3. Analiza wpływu prognozowanych deformacji na konstrukcję budynku i warunki dalszego użytkowania obiektu

Konstrukcja fundamentów kościoła jest dostatecznym zabezpieczeniem na wpływ ciągłych deformacji o prognozowanych wartościach wskaźników. Przepona kotwiczna może przejść siłę poziomą o wielkości ok. 250 kN/mb. Maksymalna wartość siły rozciągającej w przeponie w kierunku równoległym do kierunku ciągłych deformacji podłoża mogła wynieść natomiast ok. 105 kN [6].

Prognozowane do wystąpienia na kierunku północnym nachylenia terenu rzędu $T \approx 3,7$ mm/m, mogą spowodować zwiększenie się nachylenia posadzki w kierunku na północ do wartości ok. 22 mm/m. W przypadku aktywacji proggu terenowego i zwiększenia się jego wysokości maksymalnie o ok. 20 cm nastąpi wzrost nachylenia posadzki w części prezbiterialnej, maksymalnie do wartości ok. 42 mm/m. W przypadku wystąpienia takich nachyleń możliwe jest pojawienie się uszkodzeń w obrębie żebra fundamentowego i w przeponie. W miejscu zmiany nachylenia na powierzchni posadzki mogą pojawić się spękania. Istniejące zaś rozpojenie drewnianej konstrukcji dachu i sklepień nawy, i prezbiterium może się w tych warunkach istotnie powiększyć.

Na podstawie stwierdzonego stanu, a także w aspekcie przewidywanych skutków oddziaływania planowanej eksploatacji górniczej na konstrukcję kościoła za wskazane uznano:

- zastabilizowanie reperów na ścianach lub fundamentach kościoła (wg rys. 1),
- prowadzenie pomiarów geodezyjnych obniżeń tych reperów oraz prowadzenie okresowych kontroli stanu technicznego obiektu,
- prowadzenie kontrolnej niwelacji posadzki.

W przypadku dalszego postępowania deformacji na uskoku zaproponowano podjęcie działań zmierzających do ograniczenia skutków nierównomiernych osiadań bryły budynku jeszcze w trakcie prowadzenia eksploatacji górniczej. Zalecono założenie podnośników hydraulicznych pod drewnianą konstrukcją ścian prezbiterium opierając je na monolitycznym fundamencie – co da możliwość okresowej rektyfikacji drewnianej konstrukcji. Równocześnie należy wówczas na bieżąco uzupełniać powstającą pomiędzy fundamentem a ścianami szczelinę oraz poziomować nachyloną posadzkę w budynku. Jako możliwe do wykonania uznano również założenie podnośników hydraulicznych pod żebrzem fundamentowym. Wówczas wykonywana okresowo rektyfikacja obejmowałaby również fundamenty budynku. Postępowanie to wymagałoby, jednak wykonania konstrukcji wsporczej dla oparcia siłowników w dość głębokim wykopie odsłaniającym fundamenty.

3. Analiza zagrożenia deformacją nieciągłą na etapie projektowania budynków

3.1. Charakterystyka inwestycji

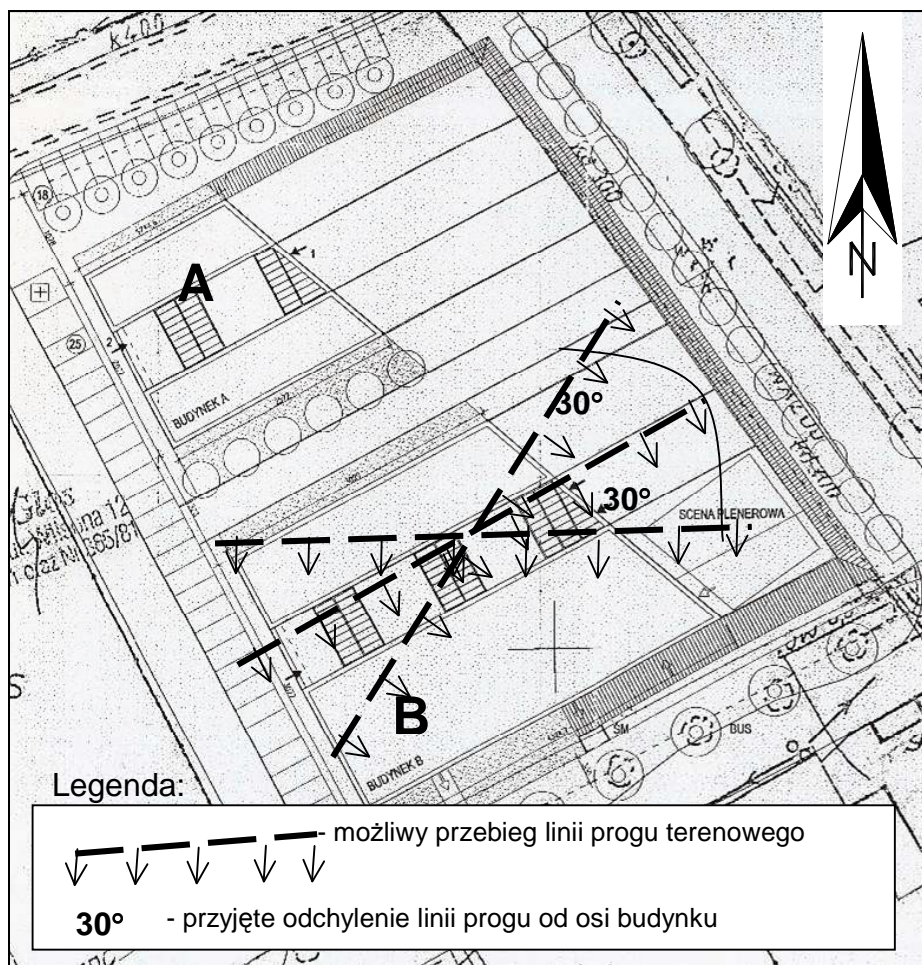
Na działce inwestycyjnej planowano wzniesienie dwóch niezależnych konstrukcyjnie budynków mieszczących Ośrodek Zdrowia i Pomocy Społecznej – ozn. A i Gminny Ośrodek Kultury – ozn. B (rys. 2). Przedmiotem analizy w pracy [5] była dokumentacja projektu wstępnego opracowanego w ramach koncepcji pokonkursowej dla inwestycji gminnej [3].

W projekcie zagospodarowania terenu budynki usytuowano w zachodniej części działki. Oba w ogólnym obrysie rzutu poziomego tworzyły czworokąty wypukłe z ukośną krawędzią wschodnią. Zbudowane na krawędziach ukośnych, frontowe elewacje budynków „przecinały” przekątniowo działkę, tworząc w ten sposób w jej wschodniej części przestrzeń o funkcji reprezentacyjnych błoni, możliwych do wykorzystania na imprezy plenerowe. Całość zabudowy i zagospodarowanie terenu wokół budynków, tworzyły pewien spójny zamysł architektoniczny.

Na etapie koncepcji budynki zaprojektowano jako dwukondygnacyjne o wysokości ok. 9,9 m o wymiarach rzutów poziomych 25,7×20,8 m – budynek A i 43,2×30,8 m – budynek B.

Fundamenty budynków zaprojektowano w formie żelbetowego rusztu [3]. W poziomie ław planowano założenie ściągów przekątniowych. Posadzkę na gruncie projektowano jako płytę betonową zbrojoną siatką. Budynki zaprojektowano bez podpiwniczenia, o ławach fundamentowych posadowionych na jednym poziomie.

Kondygnacje nadziemne budynków zaprojektowano w konstrukcji murowanej o ścianach z cegieł i stropach z płyt strunobetonowych, kanałowych z warstwą zbrojonego siatką nadbetonu o gr. 5 cm. Zgodnie z koncepcją projektową „w miejscach koncentracji dużych obciążeń przewiduje się rdzenie żelbetowe zakotwione w ruszcie fundamentowym i wieńcach”.



Rys. 2. Plan zagospodarowania działki wg [3] z prognozą najniekorzystniejszego dla budynku B usytuowania progu terenowego wg [5]

3.2. Warunki geologiczno-górnice panujące w rejonie lokalizacji inwestycji

W rejonie nieruchomości gruntowej – działki, na której planowano podjęcie inwestycji górotwór budowały warstwy czwartorzędu o miąższości ok. 100 m i trzeciorzędu o miąższości ok. 80 m oraz niżej położone warstwy karbonu produktywnego.

Zgodnie z opinią OUG wydaną dla zadania inwestycyjnego w terenie planowanej lokalizacji na etapie projektowania należało uwzględnić możliwość wystąpienia ciągłych deformacji terenu o wskaźnikach mieszczących się w zakresie III kategorii terenu górniczego ($\epsilon_{\max}: \pm 6,0 \text{ mm/m}$, $T_{\max}: 10 \text{ mm/m}$, $R_{\min}: \pm 6 \text{ km}$) oraz wstrząsów górniczych o maksymalnym przyspieszeniu drgań gruntu $a_{\max}=120 \text{ mm/s}^2$.

W sąsiedztwie działki, na południe i południowy-zachód od jej lokalizacji występowały jednak w terenie znaczne strefy ujawnionych deformacji nieciągłych. Były to progi terenowe, o wysokościach od ok. 10 do 80 cm, występujące grupami, zorientowane równoleżnikowo lub ukośnie. Występowanie tych deformacji skłoniło Inwestora do zlecenia szczegółowej ekspertyzy geologiczno-górnicej w ramach, której rozpatrzono stopień zagrożenia działki wystąpieniem deformacji nieciągłych w jej granicach.

Po analizie dokumentacji geologicznej stwierdzono, że w rejonie planowanej inwestycji, w stropie karbonu przebiega szereg uskoku, które na powierzchni tworzą dwie strefy zaburzeń tektonicznych [4]. Pierwsza strefa ukształtowana jest w pasie wychodni dwóch uskoku położonych na północ i zachód od działki. Druga strefa zaburzeń tektonicznych

wydzielona jest przez kilka uskoków przebiegających równoleżnikowo, tworzących w stropie karbonu pas o szerokości ok. 550 m. Grupa tych uskoków, w płaszczyźnie pionowej górotworu wydzieliła klin zrzucony o szerokości zwiększającej się ku nadkładowi. W pionowym odrzutowaniu wychodni uskoków w strefie karbonu na powierzchnię terenu, część z uskoków przebiegała w obrysie przedmiotowej działki, w sąsiedztwie jej południowego naroża.

Z analizy porównawczej charakteru ujawnionych deformacji wynikało, że w granicach działki możliwe jest wystąpienie kilku deformacji liniowych w odległościach ok. 30 m. Należało liczyć się z możliwością wystąpienia progów, o wysokościach ocenionych średnio na 40 cm. Przebieg uskoków w terenie mógł być równoległy do krótszych boków granic działki lub ukośny o ukosie ok. 30° (rys. 2). W takiej sytuacji w projektowaniu budynków należało brać pod uwagę możliwość wystąpienia jednego progów pod każdym budynkiem.

3.3. Proponowane koncepcje postępowania w odniesieniu do planowanej inwestycji

Uwzględniając wnioski ekspertyzy górniczo-geologicznej [4] przedstawiono Inwestorowi trzy koncepcje możliwego postępowania [5].

Koncepcja I – z uwagi na dużą strefę zaburzeń tektonicznych panujących w rejonie, realną możliwość aktywacji strefy uskokowej w granicach działki, należy rozpatrzyć rezygnację ze wskazanej lokalizacji inwestycji.

Koncepcja II – należy wykonać zabezpieczenia konstrukcji budynków na wpływ deformacji ciągłych i nieciągłych, z przystosowaniem na etapie projektowania i wznoszenia do procesu rektyfikacji, z zachowaniem zaproponowanego układu przestrzennego budynków i funkcji pomieszczeń.

Koncepcja III – zabezpieczenie konstrukcji budynków na wpływ deformacji ciągłych i nieciągłych, z przystosowaniem na etapie projektowania i wznoszenia do procesu rektyfikacji, z wykonaniem przerwy dylatacyjnej w budynku B z ewentualną zmianą zaproponowanego układu przestrzennego tego budynku i z planowaną możliwością okresowego zaburzenia funkcji niektórych pomieszczeń.

Sposób postępowania w odniesieniu do budynku A w koncepcjach II i III jest taki sam. Konstrukcję tego budynku należy zabezpieczyć na wpływ ciągłych i nieciągłych deformacji terenu, a także przystosować do możliwości wykonania pionowej rektyfikacji.

W przypadku budynku B możliwe jest natomiast:

1. Realizując obiekt zgodnie z koncepcją II w zaprojektowanym obrysie rzutu poziomego należy wykonać podwójny fundament w formie: podstawy fundamentowej oddzielonej poziomą szczeliną od skrzyni piwnicznej i nadbudowy przewidywanej do rektyfikacji. Elementy konstrukcji należy zaprojektować uwzględniając możliwość wystąpienia deformacji ciągłych i progów terenowych o wysokości 40 cm.
2. W ramach koncepcji III możliwy jest podział budynku (B) na dwa segmenty przystosowane do rektyfikacji jak w koncepcji II. Projektując szerokość przerwy dylatacyjnej, należy uwzględnić poziome maksymalne możliwe przemieszczenia segmentów, krzywizny terenu i dodatkowe pochylenie konstrukcji dla najniekorzystniejszego przebiegu pod segmentem progów terenowych, o wysokości 40 cm. Takie rozwiązanie w budynku B zaburzyłoby, jednak całkowicie zaproponowany podział funkcyjny przestrzeni i wymagałoby rozpatrzenia innych wariantów architektury wnętrza. Wykonanie natomiast podziału budynku na segmenty, z zachowaniem ich powiązania funkcyjnego w przestrzeniach komunikacyjnych, może stwarzać poważne problemy użytkowe w przypadku powstania deformacji nieciągłej, a także w warunkach ujawniania się wpływów ciągłych deformacji powierzchni. Należy

brać pod uwagę możliwość zróżnicowanych obniżen konstrukcji i powstania różnicy poziomów stropów segmentów.

Przyjęcie koncepcji II pozwoli na całkowite zachowanie zaproponowanej architektury budynku i przyjętych rozwiązań funkcyjnych. Rozważany w koncepcji III podział budynku na segmenty może wymagać zmiany rozwiązań architektonicznych. Podział ten spowoduje jednak powstanie mniejszych sił wewnętrznych w konstrukcji, co obniży koszty posadowienia w stosunku do kosztów przy realizacji wg koncepcji II.

4. Podsumowanie

Ujawniony w sąsiedztwie budynku kościoła próg terenowy, w 2007 r. zwiększył ostatecznie wysokość do ok. 40 cm. Wskutek oddziaływania tej deformacji w budynku zwiększyło się istniejące nachylenie posadzki. W miejscu progu terenowego pod budynkiem na powierzchni posadzki uwidoczniła się deformacja w formie podniesienia. Wystąpiła intensyfikacja spękań w obrębie żebra fundamentowego. Nastąpiło również znaczne poluzowanie się złączy drewnianej konstrukcji ścian pomiędzy prezbiterium i nawa główną. W warunkach prowadzenia eksploatacji górniczej zakres działań profilaktycznych ograniczono do obserwacji geodezyjnych i wizualnych budynku. Obecnie planuje się wykonanie rektyfikacji drewnianej konstrukcji w części prezbiterialnej i usunięcie powstałych uszkodzeń w obrębie konstrukcji żebra fundamentowego i konstrukcji ścian.

W przypadku budynków projektowanych, po dyskusji architektonicznej i konstrukcyjnej uwzględniając również skutki ekonomiczne, zdecydowano o realizacji inwestycji wg koncepcji II. W zasadniczych pracach projektowych uwzględniono wykonanie zabezpieczenia konstrukcji budynków na wpływ deformacji ciągłych i nieciągłych, z przystosowaniem na etapie wznoszenia konstrukcji fundamentów do procesu rektyfikacji.

Literatura

1. Akant+Urbi Pracownia Konserwatorska i Projektowa. Zabezpieczenie na szkody górnicze kościoła w Borowej Wsi. Gliwice, listopad 1996.
2. Analiza wpływu dokonanej i projektowanej na lata 2005÷2007 eksploatacji górniczej na obiekt kościoła pw. św. Mikołaja w Mikołowie Borowej Wsi”. Gliwice 2004.
3. Biuro Projektowe OVO Grąbczewscy Architekci. Koncepcja pokonkursowa Ośrodka Zdrowia, Ośrodka Pomocy Społecznej oraz Gminnego Ośrodka Kultury w Gierałtowicach. Katowice, czerwiec 2007.
4. Ekspertyza geologiczno – górnicza: Wpływ dokonanej i projektowanej eksploatacji górniczej na powierzchnię terenu w rejonie planowanej inwestycji – budowy Ośrodka Zdrowia, Ośrodka Pomocy Społecznej oraz Gminnego Ośrodka Kultury w Gierałtowicach”.
5. Ocena możliwości oraz sposobu posadowienia i konstruowania obiektu pn. Ośrodek Zdrowia, Ośrodek Pomocy Społecznej oraz Gminny Ośrodek Kultury w Gierałtowicach. Praca naukowo-badawcza ITB. Gliwice, październik 2007.
6. Opinia dotycząca możliwości przejęcia wpływów eksploatacji górniczej przez obiekt kościoła pw. św. Mikołaja w Mikołowie Borowej Wsi. Praca naukowo-badawcza ITB. Gliwice, styczeń 2005.
7. Projektowanie budynków na terenach górniczych. Warszawa 2006. Instrukcja Instytutu Techniki Budowlanej nr 416/2006.