

Piotr STRZAŁKOWSKI, Piotr POLANIN
Politechnika Śląska, Gliwice

WPLYW EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ NA OBIEKT O NISKIEJ ODPORNOŚCI NA PRZYKŁADZIE BUDYNKU KOŚCIOŁA

Streszczenie. W pracy przedstawiono analizę oddziaływania eksploatacji górniczej na budynek kościoła w B. Obiekt ten już tylko z racji swych rozmiarów posiada niską odporność na wpływ robót górniczych. W rejonie obiektu prowadzona była intensywna eksploatacja górnicza w ciągu ostatnich siedemnastu lat. Wpływy tej eksploatacji przedstawiono na podstawie wyników pomiarów i obliczeń, konfrontując je z uszkodzeniami budynku.

THE INFLUENCE OF UNDERGROUND MINING ON THE OBJECT OF LOW RESISTANCE TO MINING DAMAGES ON THE EXAMPLE OF CHURCH BUILDING

Summary. The analyses of mining extraction influences on the church construction in B. city have been presented in the paper. The building is not resistant to mining influence. The intensive mining extraction has been led near building for last seventeen years. The influences of this extraction have been presented on the basis of geodesic measurements as well as the results of calculations and then compared with damages to its construction.

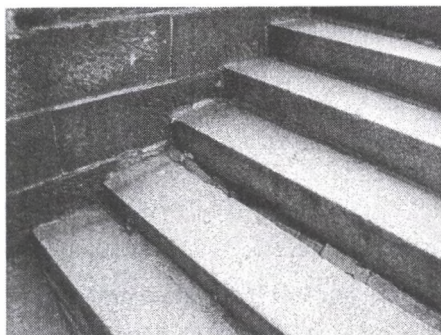
1. Wprowadzenie

Podziemna eksploatacja złóż wywołuje na powierzchni deformacje o charakterze ciągłym, niezależnie od warunków geologiczno-górniczych jej prowadzenia. Deformacje te mogą być przyczyną uszkodzeń, a nawet zniszczeń budynków, dlatego najbezpieczniej jest prowadzić wybieranie złoże poza terenem zabudowanym. W warunkach Górnos Śląskiego Zagłębia Węglowego nie sposób ograniczyć prowadzenia wybierania złoże do obszarów położonych poza terenem niezabudowanym. Wymusza to stosowanie metod profilaktyki górniczej i budowlanej [1, 2] w celu ograniczenia wartości deformacji podłoża w rejonie

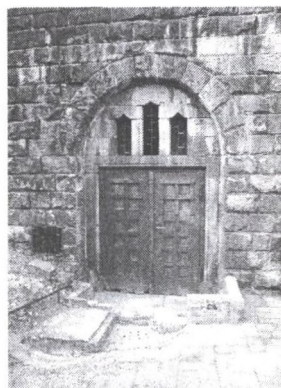
obiektów lub wzmocnienia ich konstrukcji. Konstrukcja niektórych obiektów nie pozwala jednak na przenoszenie bez uszkodzeń nawet niewielkich wartości deformacji podłoża. Do obiektów takich należą m.in. obiekty zabytkowe, czy też monumentalne, których najlepszym przykładem są budynki kościołów. W niniejszej pracy przedstawiono analizę oddziaływania eksploatacji górniczej na budynek kościoła w B. Analiza ta oparta została na wynikach pomiarów geodezyjnych oraz obliczeń. Przedstawiono również zakres uszkodzeń budynku.

2. Charakterystyka obiektu i zaistniałych uszkodzeń

Budynek kościoła został wzniesiony w 1911 r. w stylu neoromańskim. Składa się on z trzech naw w kształcie krzyża i dwóch kondygnacji. W dolnej części budynku kościoła znajduje się krypta z bocznymi kaplicami. Po obu stronach elewacji wschodniej budynku kościoła znajdują się dwie kwadratowe wieże o wysokości 57 m. Długość obiektu wynosi około 60 m, natomiast jego szerokość około 34 m. Kościół ten jest obiektem murowanym z czerwonej, wypalanej cegły, którego elewacje zostały wykonane z ciosów piaskowcowych. Wnętrze obiektu zostało otynkowane. Przekrycie budynku kościoła stanowi żelbetowy strop belkowy. Dach został pokryty blachą miedzianą. Budynek kościoła nie posiada żadnych zabezpieczeń przed szkodami górniczymi i 0 kategorię odporności na wpływy robót górniczych. Stan techniczny rozpatrywanego obiektu wykazuje zużycie proporcjonalne do wieku. Na murach zewnętrznych i elementach konstrukcyjnych oraz wystroju architektonicznym budynku kościoła nie ma żadnych uszkodzeń, które by świadczyły o wpływie eksploatacji górniczej. Natomiast są one widoczne od strony południowo-zachodniej obiektu, gdzie podest schodów zewnętrznych do krypty uległ zwichrowaniu. Od strony północnej przy wejściu bocznym do kościoła murek i płyty chodnikowe uległy deformacjom i spękanom. Na murze widoczne są również odspojenia tynku oraz fragmentaryczne wykruszenia cegieł. Ponadto w kamiennym ogrodzeniu wokół obiektu występują rysy, spękania, a także wykruszenia pojedynczych słupów w kilku przęsłach.



Fot. 1. Zdeformowane schody
Phot. 1. Deformation of stairs



Fot. 2. Zdeformowane płytki i schody
Phot. 2. Deformation of pavement and stairs

3. Analiza warunków geologicznych w rejonie budynku kościoła

Litologia i stratygrafia

W rejonie budynku kościoła górotwór zbudowany jest z warstw nadkładu i karbonu. Nadkład stanowią warstwy czwartorzędowe i triasowe o łącznej miąższości od 120 m do 145 m. Grubość warstw czwartorzędowych wynosi od 17,5 m do 35 m, średnia ich miąższość wynosi ok. 30 m. Do warstw triasowych należą:

- dolomity diploporowe o grubości do 12,5 m,
- dolomity kruszconośne o grubości średniej 21 m,
- warstwy gogolińskie złożone z wapieni, wapieni marglistych oraz margli; średnia grubość tych warstw wynosi 22 m,
- ret, stanowiący górną część pstrego piaskowca, zbudowany jest głównie z wapieni i dolomitów; jego średnia grubość wynosi 32 m,
- pstry piaskowiec zbudowany przeważnie z ilów, piasków i piaskowców; jego grubość waha się w granicach od 15 m do 32 m.

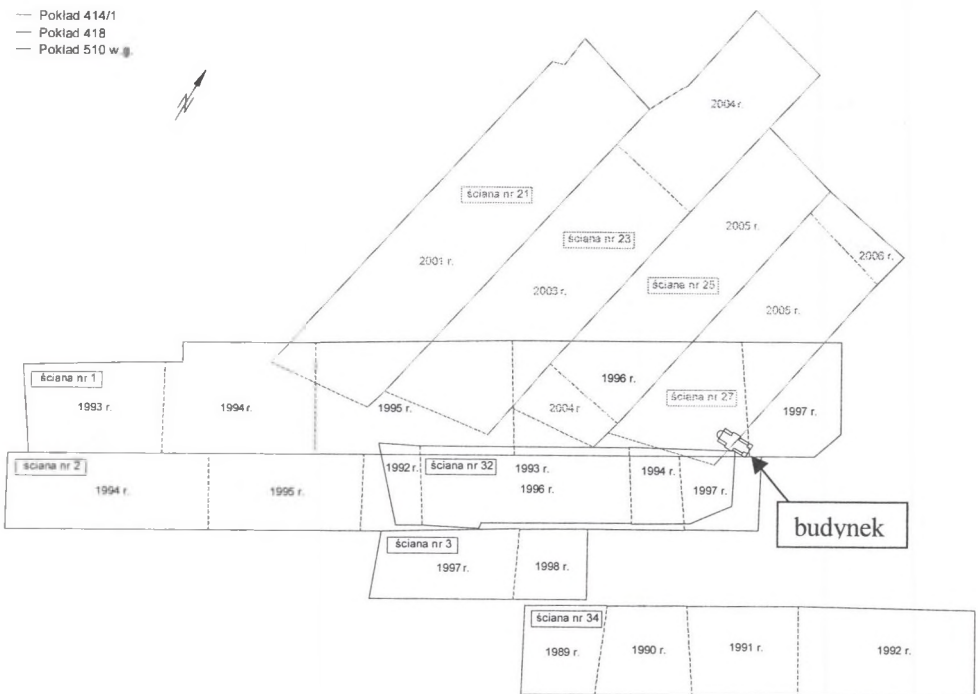
Karbon stanowią warstwy rudzkie, siodłowe i porębskie. Średni kąt nachylenia pokładów węgla wynosi 8°.

Warstwy rudzkie wykształcone zostały w formie pokładów węgla grupy 400 oraz skał płonnych, stanowiących głównie łupki. Warstwy siodłowe zawierają pokłady grupy 500. Skały płonne tych warstw to łupki i piaskowce. Szczególnie piaskowce stanowią

przeważającą ich część. Ich grubości są różne dochodzące nawet do 35 m (w stropie pokładu 503).

Dokonana eksploatacja górnicza

W latach 1989-2005 w rejonie budynku kościoła wybierane były następujące pokłady węgla kamiennego: 414/1, 418 i 510 warstwa górna. Eksploatacja tych pokładów była prowadzona systemem ścianowym poprzecznym z podszadką hydrauliczną. Zakres dokonanej eksploatacji pokładów węgla kamiennego w latach 1989-2005 w rejonie rozpatrywanego obiektu przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Zakres dokonanej eksploatacji pokładów węgla kamiennego w latach 1989-2005 w rejonie rozpatrywanego obiektu

Fig. 1. The scheme of mining extraction location led in the 1989 – 2005 near church

W pokładzie 414/1 wybieranie prowadzono czterema ścianami, tj.:

- ścianą nr 21 o wysokości 2,7 m, prowadzoną na średniej głębokości 470 m, w odległości 490 m na zachód od obiektu. Eksploatację pokładu tą ścianą prowadzono w 2001 r.,
- ścianą nr 23 o wysokości od 2,5 do 2,9 m, prowadzoną na średniej głębokości 420 m, w latach 2003-2004, w odległości 305 m na zachód od kościoła,

- ścianą nr 25 o wysokości 2,6 m, na średniej głębokości 445 m, w latach 2004-2005, w odległości około 150 m na zachód od kościoła,
- ścianą nr 27 o wysokości 2,6 m, na średniej głębokości 400 m, w latach 2005-2006, pod zachodnią częścią obiektu.

W pokładzie 418 wybieranie prowadzono trzema ścianami, tj.:

- ścianą nr 1 o wysokości od 2,6 do 3 m, na średniej głębokości 570 m, w latach 1993-1997, bezpośrednio pod obiektem,
- ścianą nr 2 o wysokości od 2,1 do 3,1 m, na średniej głębokości 570 m, w latach 1994-1997, pod kościołem od strony południowej,
- ścianą nr 3 o wysokości 2,7 m, na średniej głębokości 570 m, w latach 1997-1998, w odległości 275 m od południowo-zachodniej strony obiektu.

W pokładzie 510 warstwa górna wybieranie prowadzono dwiema ścianami, tj.:

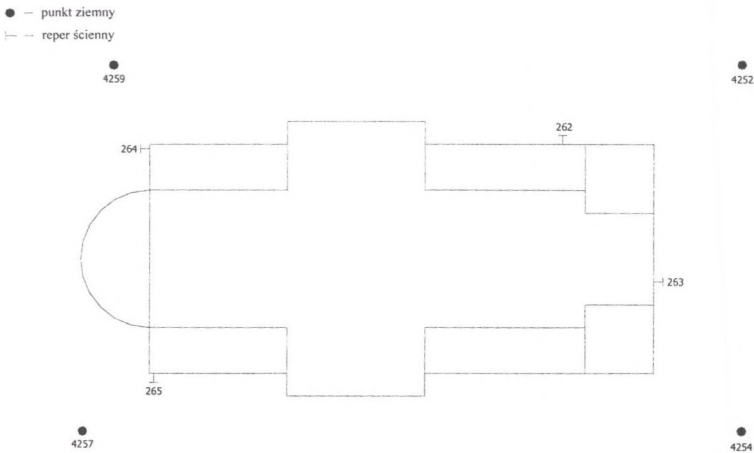
- ścianą nr 34 o wysokości 3 m, na średniej głębokości 710 m, w latach 1989-1992, w odległości 255 m na południe od obiektu,
- ścianą nr 32 o wysokości 2,1 m, na średniej głębokości 740 m, w latach 1992-1994, tuż pod obiektem od strony południowej.

4. Wpływ dokonanej eksploatacji górniczej na obiekt w świetle wyników pomiarów geodezyjnych

Przebieg osiadania budynku kościoła oraz terenu wokół tego obiektu został przesledzony za pomocą sieci obserwacyjnej, która składa się z:

- reperów zastabilizowanych na ścianach zewnętrznych budynku kościoła,
- punktów ziemnych usytuowanych wokół obiektu.

Rozmieszczenie wszystkich znaków geodezyjnych przedstawiono na rys. 2.



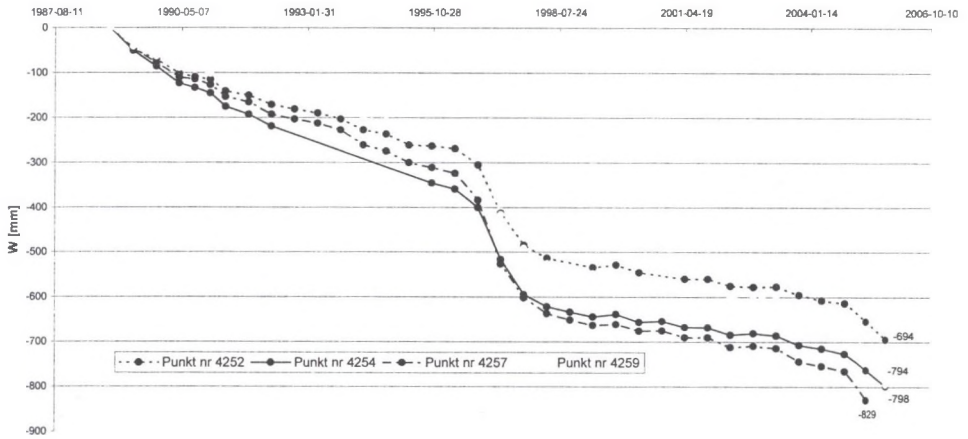
Rys. 2. Rozmieszczenie znaków geodezyjnych stanowiących sieć obserwacyjną obiektu
 Fig. 2. Location of geodetic marks on the object

W listopadzie 1956 r. założono pierwsze znaki obserwacyjne. Były to cztery repery zastabilizowane na zewnętrznych ścianach budynku kościoła. W 1987 r. sieć obserwacyjna obiektu została poszerzona o cztery punkty ziemne rozmieszczone wokół budynku kościoła. Regularne obserwacje obiektu rozpoczęto od kwietnia 1987 r., natomiast znaków gruntowych od października 1987 r. Służby miernicze kopalni wykonywały pomiary niwelacyjne znaków geodezyjnych zasadniczo dwa razy w roku.

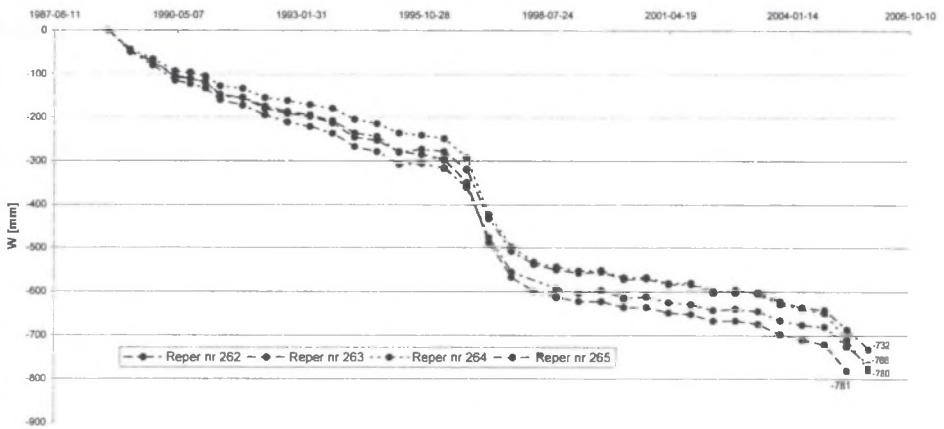
Na rys. 3 przedstawiono wykres obniżeń reperów ziemnych, a na rys. 4 reperów zastabilizowanych na budynku.

Do 2005 r. teren w rejonie obiektu uległ obniżeniom od 694 mm (reper 4252) do 829 mm (reper 4257), a bryła budynku od 732 mm (reper 262) do 781 mm (reper 265).

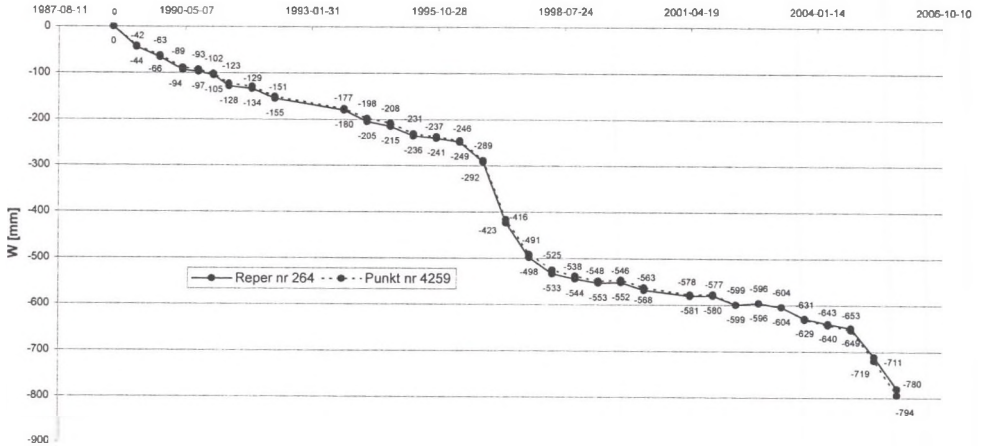
Jak widać z wykresów, proces obniżeń nie zakończył się, gdyż nie ujawniły się całkowicie wpływy eksploatacji pokładu 414/1 ścianą nr 27 (eksploatacja trwała do pierwszego kwartału 2006 r.). Na uwagę zasługuje fakt dużej zgodności obniżeń punktów ziemnych i reperów ściennych, co przykładowo obrazuje rys. 5, przedstawiający przebiegi obniżeń reperów 264 i 4259. Zgodność ta świadczy o tym, że wpływ ciężaru budynku na przebieg obniżeń nie występował w analizowanych przypadkach.



Rys. 3. Przebieg obniżenia punktów ziemnych w czasie
 Fig. 3. The subsidence course of geodetic marks stabilized in ground over time



Rys. 4. Przebieg obniżenia reperów zastabilizowanych na budynku
 Fig. 4. The subsidence over time course of geodetic marks stabilized in the wall of building



Rys. 5. Porównanie przebiegu obniżenia reperu ziemnego i zastabilizowanego na budynku

Fig. 5. The comparison of subsidence measured on the geodetics marks stabilized in ground and in wall of building

5. Wpływ dokonanej eksploatacji górniczej na obiekt w świetle wyników obliczeń

Obliczenia wpływu eksploatacji górniczej na budynek kościoła w latach 1989-2005 zostały wykonane przy wykorzystaniu programu komputerowego DEFK [3], który bazuje na wzorach teorii W. Budryka i S. Knothego. Do obliczeń przyjęto następujące wartości parametrów teorii Budryka-Knothego:

- współczynnik kierowania stropem: $a = 0,2$,
- tangens kąta zasięgu wpływów głównych: $\text{tg}\beta = 1,5$,
- współczynnik proporcjonalności przesunięć poziomych do nachyleń: $B = 0,32$.

Obliczenia wykonano dla punktu zlokalizowanego w środku geometrycznym rzutu poziomego budynku.

W tabeli 1 zostały zestawione wartości następujących wskaźników deformacji:

- W [mm] – obniżenie,
- T_{\max} [mm/m] – maksymalne nachylenie,
- E_{\max} [mm/m] – maksymalne odkształcenie poziome.

Tabela 1

Obliczone wartości wskaźników
deformacji dla kolejnych lat prowadzonej eksploatacji

Okres eksploatacji	W	T _{max}	E _{max}
[rok]	[mm]	[mm/m]	[mm/m]
1989	-2,3	0,03	0,05
1990	-8,8	0,1	0,13
1991	-22,7	0,23	0,27
1992	-33,4	0,34	0,36
1993	-46,6	0,38	0,32
1994	-76,5	0,49	0,27
1995	-78,8	0,51	0,3
1996	-109,8	0,78	0,41
1997	-394,7	1,13	-0,97
1998	-396,6	1,16	-0,97
1999	-396,6	1,16	-0,97
2000	-396,6	1,16	-0,97
2001	-396,6	1,16	-0,97
2002	-396,6	1,16	-0,97
2003	-398,4	1,19	-0,91
2004	-401,8	1,25	-0,92
2005	-605,6	2,48	-0,91
2006	-605,6	2,48	-0,90

Jak widać z tabeli 1, końcowe, maksymalne obniżenia wyniosły ok. 0.6 m, a wartości nachyleń i odkształceń poziomych maksymalnych mieściły się w przedziale I kategorii terenów górniczych.

6. Podsumowanie

Przeprowadzone w ramach niniejszej pracy analizy pozwalają na sformułowanie poniższych uwag:

1. W rozpatrywanym okresie 17 lat stwierdzone pomiarami obniżenie terenu w rejonie budynku wyniosło od 694 mm (reper 4252) do 829 mm (reper 4257), a bryły budynku od

732 mm (reper 262) do 781 mm (reper 265). Wyniki obliczeń wskazują na wystąpienia wskaźników deformacji z przedziału I kategorii.

2. Z uwagi na zerową kategorię odporności, mimo prowadzenia eksploatacji z podsadzką hydrauliczną, wystąpiły uszkodzenia budynku. Uszkodzenia te nie dotyczyły na szczęście konstrukcji budynku i były stosunkowo niewielkie i łatwe do usunięcia. Zatem prowadzenie eksploatacji nawet pod obiektem monumentalnym, o dużej „wrażliwości” na wpływy górnicze, jest możliwe. Należy mieć jednak na uwadze przestrzeganie zasad minimalizacji wpływów eksploatacji na powierzchnię nie tylko przez stosowanie wybierania z podsadzką hydrauliczną, lecz również przez odpowiednią lokalizację krawędzi eksploatowanych pól względem obiektu. Jak widać z rys. 1, krawędź ostatnio prowadzonej ściany przebiegała bezpośrednio pod budynkiem, co oczywiście nie było korzystne.

BIBLIOGRAFIA

1. Chudek M.: Geomechanika z podstawami ochrony środowiska górniczego i powierzchni terenu. Wydawnictwo Pol. Śl., Gliwice 2002.
2. Praca zbiorowa pod red. M. Chudka: Ochrona środowiska w Górnośląskim i Donieckim Zagłębiu Węglowym. Wydawnictwo Pol. Śl., Gliwice 2003.
3. Ścigała R., Strzałkowski P.: Software for predictions of underground mining influences on the land surface and rock mass. Międzynarodowa Konferencja Geotechnika 2000. Słowacja, Tatry Wysokie, październik 2000.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Jerzy Kwiatek