

Oddziaływanie eksploatacji górniczej na powierzchnię i zabudowę miejską na przykładzie południowej części OG Wirek I

LUCYNA FLORKOWSKA, AGNIESZKA MAJ, JAN WALASZCZYK, JERZY CYGAN

Instytut Mechaniki Górniczej PAN, ul. Reymonta 27; 30-059 Kraków

Streszczenie

Prognozowanie rodzaju i wielkości oddziaływania eksploatacji w górotworze silnie naruszonym robotami górnictwem jest zagadnieniem niezwykle trudnym. Tymczasem niemal cała eksploatacja węgla kamiennego w naszym kraju przebiega obecnie w takich właśnie warunkach. Bardzo cenne jest więc prowadzenie analiz oddziaływania wybierania złoża w oparciu o materiał pomiarowy. Na tej drodze można bowiem uzyskać praktyczne informacje o zachowaniu się powierzchni naruszonego górotworu.

W pracy przedstawiono analizę materiału pomiarowego z obserwacji geodezyjnych powierzchni terenu i budynków w dzielnicy Wirek, w Rudzie Śląskiej. Jej celem była ocena wpływu eksploatacji prowadzonej w latach 2005-2006 przez KWK Pokój na wymieniony obszar starej, miejskiej zabudowy. Przeanalizowano pomiary prowadzone dla linii i punktów rozproszonych na powierzchni terenu oraz na punktach zastabilizowanych na budynkach.

Słowa kluczowe: szkody górnicze, górotwór naruszony, deformacja powierzchni, uszkodzenia budynków

Wstęp

Degradacja powierzchni terenu oraz uszkodzenia budowli, to zjawiska nierozdzielnie związane z podziemną eksploatacją górnictwem. Już na etapie projektowania eksploatacji wykonywane jest studium jej oddziaływania na środowisko oraz infrastrukturę. Wartości wskaźników deformacji terenu oraz kategorie odporności budynków zapisane są w planie ruchu kopalni, akceptowanym przez Urząd Górniczy. Służby miernicze kopalni prowadzą pomiary geodezyjne ruchów powierzchni, a sporadycznie również przemieszczeń obiektów budowlanych. Obserwacje te mają na celu monitorowanie oddziaływania eksploatacji w trakcie jej prowadzenia. W silnie naruszonym eksploatacją górotworze, z jakim mamy do czynienia na całym obszarze Górnego Śląska, można się spodziewać wystąpienia trudnych do przewidzenia reakcji powierzchni. W takim przypadku możliwe jest w miarę szybkie zauważenie i odpowiednia reakcja. Po zakończeniu wybierania na podstawie wyników pomiarów ocenić można wpływ eksploatacji na powierzchnię naruszonego górotworu oraz na zabudowę.

Cel pracy

Niemal cała eksploatacja węgla kamiennego w naszym kraju prowadzona jest w warunkach bardzo silnie naruszonego górotworu. W tej sytuacji przygotowanie prawidłowej prognozy oddziaływania wybierania jest bardzo trudne, ponieważ znane teorie wpływu eksploatacji na powierzchnię opracowane zostały przy założeniu nienaruszonego górotworu. Tymczasem właściwości masywu skalnego nienaruszonego robotami górnictwem i naruszonego mogą być diametralnie różne. Ma to duże znaczenie w aspekcie ochrony powierzchni, zwłaszcza na obszarach ze zabytkową architekturą. Piękne, stare budynki nie posiadają zwykle odpowiednich zabezpieczeń przed deformacjami podłoża, które w Aglomeracji Górnośląskiej osiągają już

bardzo duże wartości. Ruda Śląska jest typowym przykładem takiej właśnie sytuacji. Wiedzy na temat zachowania się górotworu naruszonego dostarczyć może analiza pomiarów geodezyjnych.

Zespół autorów, w ramach współpracy naukowej z Kompanią Węglową S.A., prowadził analizę materiału pomiarowego z obserwacji prowadzonych przez służby miernicze KWK Pokój na obszarze dzielnicy Wirek miasta Ruda Śląska. Celem tych prac było poznanie charakteru zachowania się zabudowanej powierzchni naruszonego górotworu pod wpływem prowadzonych w nim robót górniczych. Informacje o właściwościach górotworu, uzyskane na tej drodze, wykorzystane będą w prognozowaniu oddziaływania kolejnych eksploatacji na zabudowę miasta.

W artykule przedstawiono analizę wpływu eksploatacji prowadzonej w latach 2005-2006 przez KWK Pokój w południowej części Obszaru Górniczego „Wirek 1” w Rudzie Śląskiej, przeprowadzoną w oparciu o pomiary geodezyjne.

Lokalizacja terenu i charakter zabudowy

Ruda Śląska jest miastem położonym w centrum Aglomeracji Górnośląskiej. Pierwsze wzmianki o miejscowości Ruda datowane są na rok 1295. Od początków swego istnienia miasto związane było z występowaniem i wydobywaniem rud żelaza i cynku, czemu towarzyszyło powstawanie tzw. kuźnic. Wokół kuźnic pojawiały się osady, z których jedną był właśnie Wirek. Warto wspomnieć, że istniejąca w Rudzie na przełomie XVIII i XIX w. huta cynku „Karol” była na owe czasy jedną z największych w Europie (http://www.wawrzyniec.info/?go=historia_wirku). Początek górnictwa węgla kamiennego w Rudzie, to rok 1752, w którym król pruski zatwierdził utworzenie kopalni „Brandenburg”. protoplastki dzisiejszej kopalni Pokój.



Rys. 1. Dzielnice miasta Ruda Śląska (http://pl.wikipedia.org/wiki/Ruda_%C5%9A%C4%85ska)



Rys. 2. Budynek nadszybowy dawnego szybu „Andrzej” („Aschenborn”) z 1870 r. (<http://www.mkzruda.pl/andrzej.htm>)

Obecnie Wirek jest dzielnicą miasta Ruda Śląska i znajdującą się w jego środkowej części (rys. 1). W związku z bogatą historią przemysłową, na terenie dzielnicy znajdują się liczne zabytki budownictwa industrialnego, a jego krajobraz charakteryzuje unikalna zabudowa, która dzisiaj, niestety dużej części niszczeje. Wśród listy najważniejszych zabytków miasta, według Miejskiego Konserwatora Zabytków (<http://www.mkz.ruda-sl.pl/zabytki.htm>), osiemnaście znajduje się w dzielnicy Wirek. Są to m.in.:

- unikatowy budynek nadszybowy „Andrzej” („Aschenborn”) (rys. 2)
- dawna cynkownia „Hugo”,
- kościół p.w. św. Wawrzyńca i Antoniego (rys. 3),

- kościół Ewangelicko-Augsburski imienia Odkupiciela,
- Willa, obecnie bank PKO S.A.,
- unikatowe osiedle domków robotniczych „Ficinus” przy ul. Kubiny (rys. 4),
- kamieniczki przy ul. 1 Maja.

Ochrona powierzchni związana jest więc w Rudzie Śląskiej ściśle z ochroną jego historycznej zabudowy.



Rys. 3. Kościół p.w. św. Wawrzyńca i Antoniego. Ruda Śląska (fot. J. Leśniak)



Rys. 4. Osiedle domków robotniczych „Ficinus”. Ruda Śląska, ul. Kubiny (http://pl.wikipedia.org/wiki/Kolonia_robotnicza_Ficinus)

Historia górnicza obszaru

Historia eksploatacji węgla kamiennego na terenie obecnej Rudy Śląskiej liczy ponad 200 lat. W roku 2007 kopalnia „Pokój” obchodziła jubileusz swego 255-lecia (<http://www.kwsa.pl/22,pok,3,historia.html>). Łatwo więc zauważyć, że górotwór pod obszarem miasta jest w ogromnym stopniu naruszony.

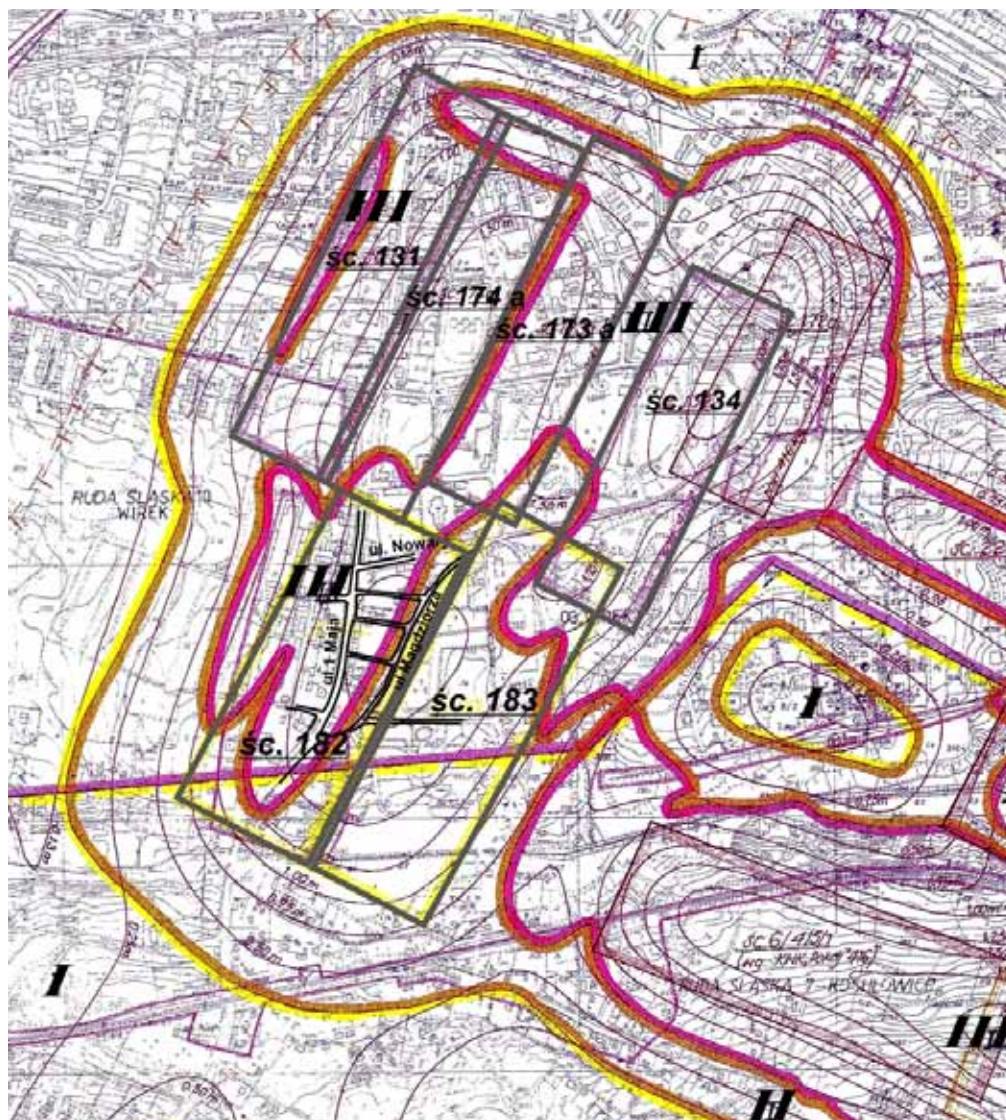
Obszar, który poddano rozważaniom w niniejszej pracy położony jest w południowej części dzielnicy Wirek (rys. 5)

Począwszy od roku 1814, do roku 2005 w poddanym analizie obszarze górotworu kopalnia „Pokój” prowadziła eksploatację w 19 pokładach, które zalegały na głębokościach od 20m (pokład 402) do 860 m (pokład 510 wg). Grubość wybieranego złoża wynosiła od 1.5 m w pokładzie 506 do 3.7 m w pokładzie 416. Prace prowadzone były w trzech systemach: na zawał, z podsadzką hydrauliczną lub z doszczelnianiem zrobów.

Od roku 1966 prowadzone były pomiary geodezyjne deformacji powierzchni terenu na punktach rozproszonych. Obserwacje wykonywano w cyklach rocznych, metodą niwelacji technicznej. Na punkcie nr 750, usytuowanym przy ul. Magdziejka (patrz rys. 6), na przestrzeni ostatnich 42 lat, od 1966 do 2008, stwierdzono obniżenie terenu o 14.1 m.

W rozważanym okresie czasu, czyli w latach 2006-2008, bezpośrednio pod omawianym terenem KWK Pokój prowadziła eksploatację w pokładzie 418 ścianami 182 i 183 systemem z zawałem stropu i doszczelnianiem zrobów odpadami elektrownianymi, na wysokości 2.7 m i głębokości 710 m, pod ulicami 1 Maja, Nowary i Brata Alberta. Ponadto w bliskim sąsiedztwie wybierane były ściany:

- 131 (wysokość 2.0 m, głębokość 450 m) i 134 (wysokość 2.1 m, głębokość 460 m) w pokładzie 413/2, obie z zawałem stropu i doszczelnianiem zrobów odpadami elektrownianymi;
- 173a i 174a o wysokości 2,1 i głębokości średniej 530, w pokładzie 416w.d. systeme z zawałem stropu i doszczelnianiem zrobów odpadami elektrownianymi;
- 172a w pokładzie 416w.g. o wysokości 2.2 m na głębokości 490 również z zawałem stropu i doszczelnianiem zrobów odpadami elektrownianymi.



Rys. 5. Mapa prognozowanych kategorii górniczych omawianego obszaru wraz z konturami ścian oraz izoliniami przewidywanych osiadań

Zawarta w planie ruchu na lata 2006-2008 prognoza deformacji przewidywała, że w wyniku wybierania wymienionych ścian maksymalne wartości wskaźników deformacji w rejonie dzielnicy Wiek wyniosą:

- obniżenia $W = 2.1$ m,
- nachylenia terenu $T = 8.6$ mm/m,
- odkształcenia poziome $E = -5.7$ mm/m.

Według tej prognozy, w III kategorii deformacji terenu znalazły się zurbanizowane tereny dzielnicy Wiek wraz z jej historyczną zabudową. Mapę prognozowanych kategorii terenu oraz izolinie przewidywanych osiadań i kontury ścian przedstawiono na rys. 5.

Pomiary geodezyjne

Na omawianym obszarze wykonywane były pomiary geodezyjne powierzchni terenu na linii pomiarowej usytuowanej wzdłuż ulicy 1 Maja. Pomiary te wykonywano 2 razy w roku (dla punktów objętych wpływem eksploatacji ściany 133 trzy razy w roku), natomiast pomiary punktów rozproszonych, na powierzchni w okolicy ul. Magdziejorza – jeden raz w roku. Prowadzono ponadto obserwacje obniżeń na pojedynczych reperach osadzonych na budynkach, a także pomiary obniżeń i wychyleń ścian dla ośmiu kamieniczek zlokalizowanych przy ul. 1 Maja, o numerach 224-239. Obserwacje pojedynczych punktów na budynkach



Rys. 7. Przykłady instalacji reperów na budynkach (Fot. L. Florkowska)

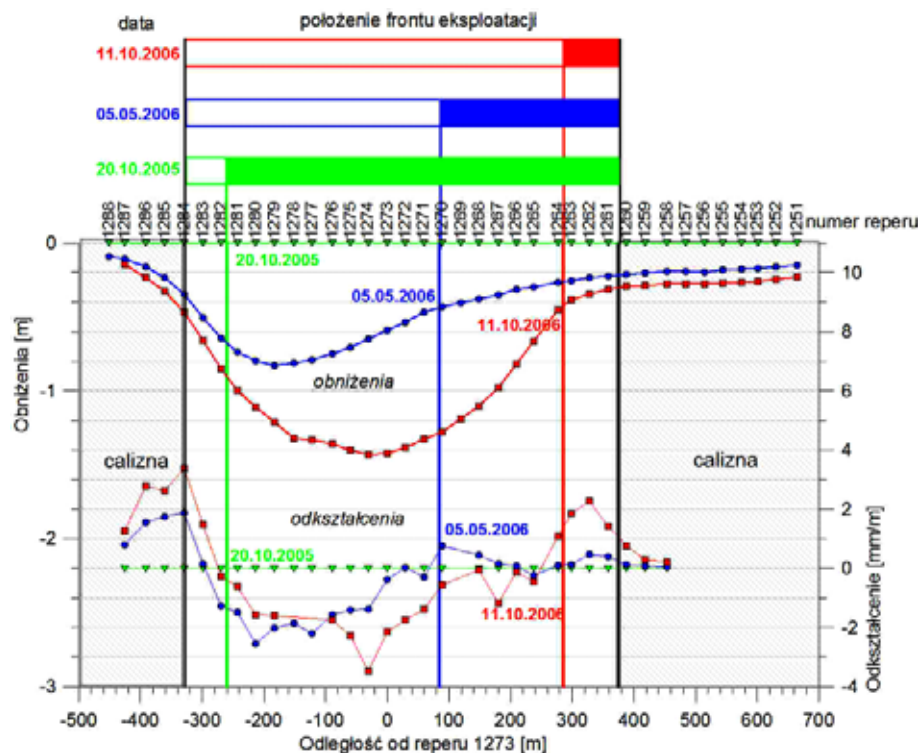
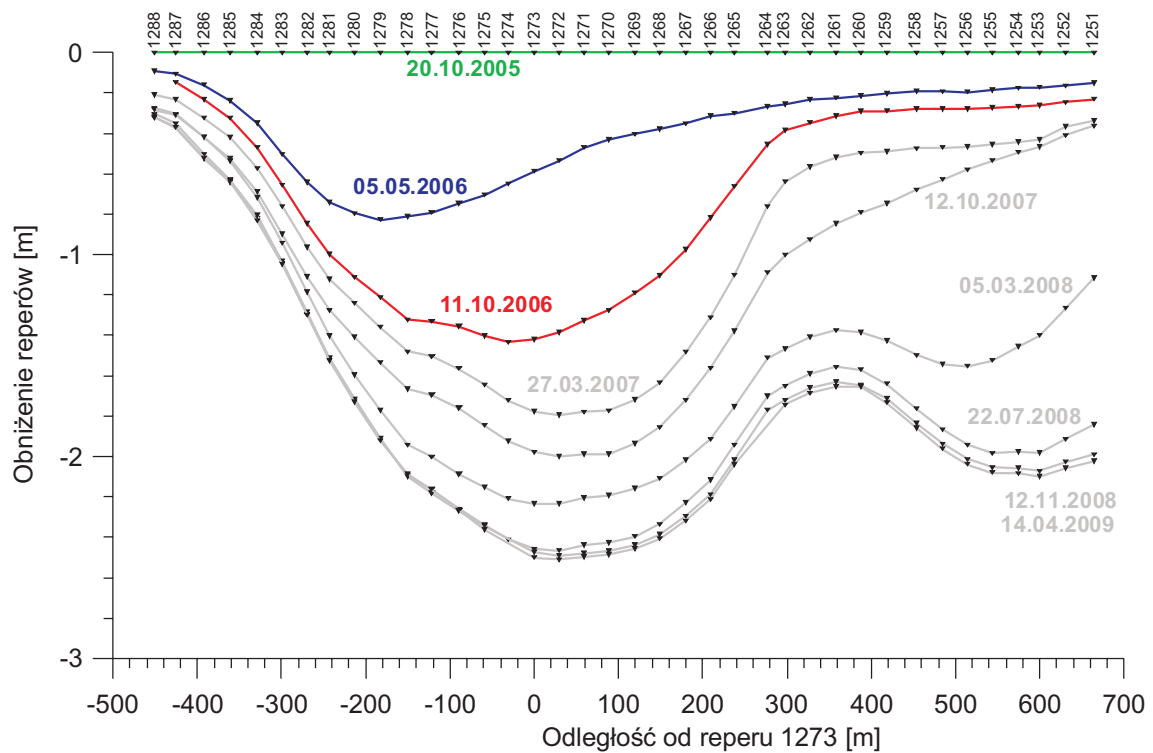
W okresie trwania eksploatacji ściany 182 wykonano trzykrotnie pomiary obniżenia linii ziemnej wzdłuż ul. 1 Maja: 20-X-2005 (początek wybierania), 5-V-2006 r. i 11-X-2006 r.. Wyniki tych obserwacji przedstawiono na rys. 8.

Z uwagi na zbyt małą ilość pomiarów, spowolnienie przyrostów osiadań w wyniku zahamowania postępu ściany nie zostało uchwycone. Widoczne jest natomiast kształtowanie się niecki w czasie, które wskazuje, że ok. sierpnia 2008 r. osiadania osiągnęły wartość ustaloną. Końcowe, maksymalne obniżenia wyniosły 2.69 m, podczas, gdy według prognozowanych izolinii osiadań (rys. 5) nie powinny przekroczyć 2 m.

Od początku roku 2008 w północnej części linii pomiarowej widoczne jest wykształcenie się kolejnej niecki osiadań, wywołanej eksploatacją ściany 174a.

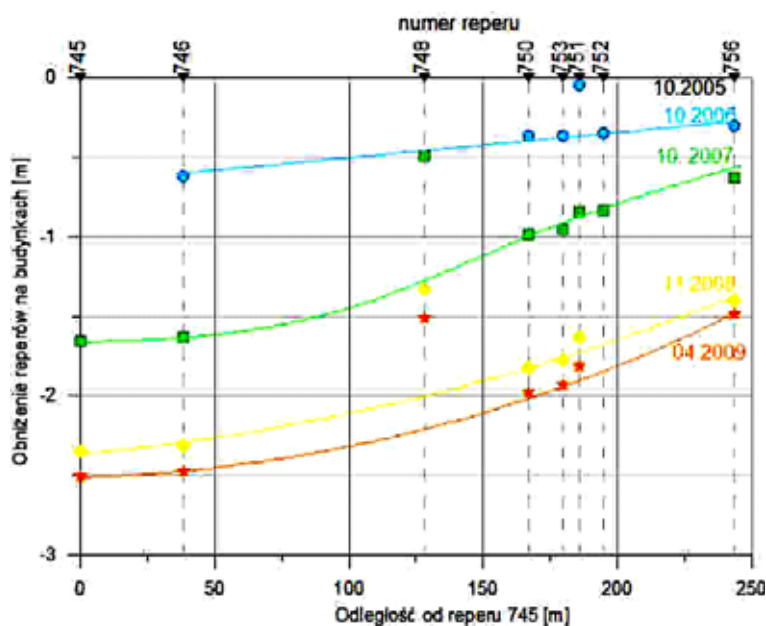
Na rys. 9 przedstawiono przebieg obniżenia i liniowych odkształceń poziomych powierzchni terenu odniesione do położenia frontu eksploatacji ściany 182.

Wykresy powstały w oparciu o pomiary geodezyjne osiadań na linii wzdłuż ul. 1 Maja, wykonane 20-X-2005 r. (zielone trójkąty), 5-V-2006 r. (niebieskie kółka) i 11-X-2006 r. (czerwone kwadraty). Pierw-



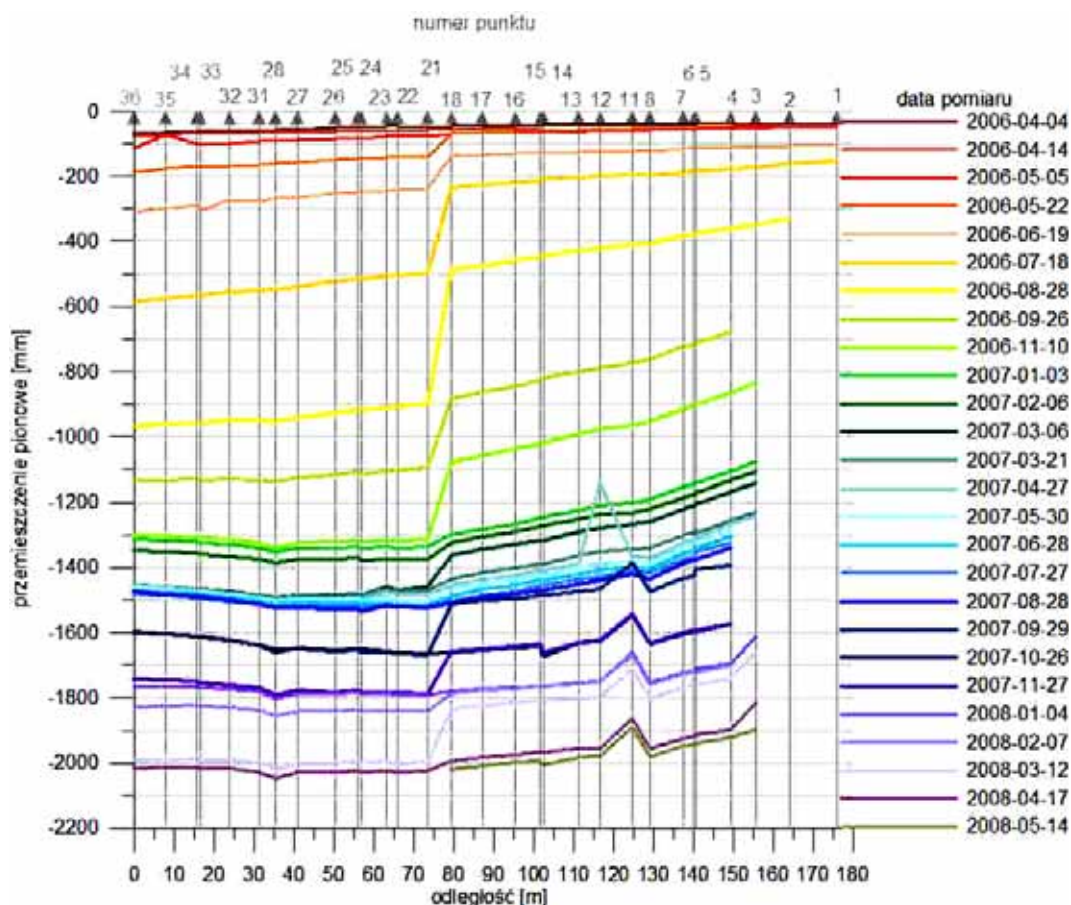
szy pomiar, ze względu na to, że wykonany został tuż po rozpoczęciu wybierania, przyjęto, jako pomiar odniesienia. Wyniki obserwacji z 5-V i 11-X-2006 r. przedstawiają rozkład nieustalonych deformacji terenu. Wartości dodatnich odkształceń odpowiadają częściom wypukłym niecki obniżeniowej, co świadczy o rozciąganiu gruntu w tych rejonach. Podobnie ujemne odkształcenia poziomych zaobserwowano we wklęsłej części niecki, co wskazuje na ściskanie podłoża. Kształty zarówno krzywych osiadań, jak i krzywych odkształceń zgodne są teoretycznymi rozkładami tych wskaźników. Na wykresie odkształceń zaobserwować można lokalne rozbieżności, które wynikać mogą zarówno ze sposobu prowadzenia pomiaru (mierzone są odległości pomiędzy sąsiednimi punktami), jak i z rzeczywistego występowania lokalnych nierównomierności odkształceń. Nierównomierności te bywają następstwem zarówno naturalnych różnic właściwości gruntu na długości linii obserwacyjnej, jak i zaburzenia swobodnego deformowania się powierzchni przez fakt posadowienia obiektów budowlanych.

Obserwacje obniżenia budynków wzdłuż ulicy Magdzieja prowadzone były w odstępach rocznych. W okresie trwania eksploatacji wykonane zostały dwie niwelacje: w październiku 2005 r. i w październiku 2006 r. Przedstawione na rys. 10 wyniki pomiarów pokazują obniżenia reperów do roku 2009. Na wykresach zauważyć można znaczą różnicę w zachowaniu się punktu nr 748, który obniża się znacznie wolniej, niż pozostałe. Najprawdopodobniej jest to błąd powstały przy przenoszeniu danych pomiarowych do arkusza kalkulacyjnego. Oględziny punktu i budynku wykazały co prawda, że reper ten zamontowany został w inny sposób, niż wszystkie pozostałe (nie w murze, lecz w elemencie ramy stalowej – rys. 7), ale nie mogło to spowodować tak dużej różnicy obniżeń (ok. 75 cm). Pomiedzy rama stalową a murem budynku nie zaobserwowano większych odspojen ani płaszczyzn ścięcia, które musiałyby wystąpić, gdyby rama doznała znacząco innych przemieszczeń, niż cała bryła budynku (rys. 7).



Rys. 10. Obniżenia punktów pomiarowych na budynkach wzdłuż ulicy Magdzieja

Na rys. 11 umieszczone zostały wykresy obniżeń reperów zamontowanych na budynkach zlokalizowanych wzdłuż ulicy 1 Maja. Z uwagi na wystąpienie dużych uszkodzeń tych obiektów w czasie przechodzenia pod nimi frontu eksploatacyjnego ściany 182, pomiary wykonywane były w odstępach ok. 30 dniowych. Widoczny jest dużo mniejszy przyrost obniżeń punktów w drugim kwartale 2006 r., kiedy to nastąpiło znaczne spowolnienie postępu ściany. Pomiedzy punktami 18 i 21 nastąpiły wyraźne różnice obniżeń budynków. Jak widać na planie rozmieszczenia reperów (rys. 12), efekt ten wystąpił w odstępach pomiedzy kamieniczkami o numerach 230 i 232. Ściany szczytowe tych budynków uległy wyraźnym odchyleniom, a w obu obiektach zaobserwowano znaczne uszkodzenia. Ekspertyza budowlana wykonana przez Śląski oddział ITB nakazała wykonanie zabezpieczeń ścian szczytowych. Na rys. 13 i 14 przedstawiono obie kamieniczki (stan po remoncie, przeprowadzonym po zakończeniu eksploatacji i usabilizowaniu się niecki).



Rys. 11. Obniżenia punktów pomiarowych na budynkach wzdłuż ulicy 1 Maja

Na rys. 13 widoczna jest przypora – zabezpieczenie wykonane według zalecenia ITB Oddział Gliwice dla ściany szczytowej budynku 232.

Po przesunięciu się frontu eksploatacji w kierunku północnym, podobne zjawisko zaobserwowano w przerwie pomiędzy budynkami 234 i 236 (punkty 11 i 8).

Podsumowanie

W pracy poddano analizie wpływ eksploatacji podziemnej, prowadzonej w latach 2005÷2006 przez KWK Pokój w południowej części OG „Wirek I” w Rudzie Śląskiej. Rozpatrywany obszar znajdował się w dzielnicy Wirek, w rejonie ulic 1 Maja i Magdziej. Teren ten charakteryzuje się typową dla Górnego Śląska, piękną, zabytkową zabudową, która, ze względu na wiek, nie posiada odpowiednich zabezpieczeń przed szkodami górniczymi. Górnotwór w omawianym rejonie jest silnie naruszony prowadzoną od 200 lat podziemną eksploatacją węgla, w tym eksploatacją płytką, z głębokości 20-30 m.

Od jesieni 2005 r. do końca 2006 r. pod analizowanym obszarem trwała eksploatacja ściany 182 o szerokości ok. 300 m i wybiegu ok. 1 000 m, w pokładzie 418, zalegającym na głębokości 710 m. Grubość wybieranego złoża wynosiła średnio 2.7 m. Eksploatowano systemem na zawal, z doszczelnianiem zrobów odpadami elektrownianymi. Prędkość eksploatacji wynosił początkowo 2-3 m/dobę. Jednakże w drugim kwartale 2006 r. uległa ona znacznemu zahamowaniu – do ok. 1m/dobę. W drugim półroczu 2006 r. powrócono do pierwotnego tempa wybierania.

Od początku roku 2006 na powierzchni terenu zaczęły występować skutki eksploatacji, których objawem było wykształcenie się tzw. niecki górniczej. Oddziaływania te występowały do połowy roku 2008, kiedy to zarejestrowano ustabilizowanie się osiadań. Powierzchnia terenu uległa znacznej deformacji. Wielkość ostatecznych obniżen wyniosła ponad 2.6 m i przekroczyła prognozowaną wartość tego wskaźnika o ponad 30%.



Rys. 12. Mapa rozmieszczenia reperów na budynkach wzdłuż ul. 1 Maja



a)



b)

Rys. 13. Zabytkowe kamieniczki przy ul. 1 Maja w Rudzie Śląskiej (Fot. L. Florkowska); a) kamieniczka przy ul. 1 Maja 232, b) kamieniczka przy ul. 1 Maja 23

W wyniku eksploatacji uszkodzeniom uległy budynki, przy czym najbardziej ucierpiały zabytkowe, XIX-wieczne kamieniczki przy ul. 1 Maja. W okresie przechodzenia frontu pod tymi obiektami postęp eksploatacji został zahamowany. Wtedy właśnie w budynkach wystąpiły znaczne uszkodzenia. Ściany szczytowe kamieniczek uległy wyraźnym odchyleniom, a w stropach i ścianach pojawiły się typowe uszkodzenia, charakterystyczne dla szkód górniczych. Stan budynków był na tyle poważny, że podjęto natychmiastowe prace nad wzmocnieniem konstrukcji (Kawulok, 2006). Jednocześnie, w odstępach 30-dniowych, prowadzono pomiary geodezyjne monitorujące przemieszczenia pionowe i poziome ścian. Wyniki tych obserwacji

wykazały m.in. niejednorodności kształtowania się niecki. Pomiędzy budynkami nastąpiły widoczne różnice osiadań, co musiało być również związane z lokalnymi różnicami odkształceń podłoża. Bardziej szczegółowa analiza stanu deformacji konstrukcji budynków przedstawiona została w pracach [Cygan i in., 2007; Florkowska i in., 2008].

Opisane powyżej skutki eksploatacji, których zakres przekroczył wielkości przewidywane, i które spowodowały uszkodzenia zabytkowych obiektów budowlanych, związane są niewątpliwie z historią górniczą obszaru. Prognozowanie skutków eksploatacji w rejonach tak silnie naruszonych jest zagadnieniem bardzo trudnym. Analiza pomiarów deformacji podłoża, wywołanych eksploatacją w podobnych warunkach naruszonego masywu skalnego, prowadzi do zdobywania bardzo istotnych informacji o zachowaniu się powierzchni i obiektów budowlanych. Informacje mogą być wykorzystane w procesie prognozowania, dla lepszej ochrony istniejącej zabudowy.

Podziękowania dla Kompanii Węglowej S.A. za udostępnienie danych pomiarowych oraz dla Działu Mierniczego KWK Pokój za życzliwość i współpracę.

Praca została wykonana w roku 2009 w ramach prac statutowych realizowanych w IMG PAN w Krakowie, finansowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Literatura

- Cygan J., Florkowska L., Leśniak J., Walaszczyk J., 2007: *Wpływ podziemnej eksploatacji górniczej na grupę budynków. Modelowanie fizyczne i numeryczne 2D*. Prace IMG PAN.
- Florkowska L., Cygan J., Tajduś K., Walaszczyk J., 2008: *Możliwości opracowanej w IMG PAN metodyki modelowania numerycznego w zakresie oceny stanu obiektu budowlanego poddanego oddziaływaniu eksploatacji górniczej*. Prace IMG PAN.
- Kawulok M., 2006: *Wykonanie obliczeń określających wytrzymałość wychylonych ścian szczytowych w budynkach mieszkalnych przy ul. 1-go Maja 226, 228, 230, 232, 234, 236 i 238 w Rudzie Śląskiej*. Instytut Techniki Budowlanej, Zakład Budownictwa na Terenach Górniczych w Gliwicach, Gliwice – Praca niepublikowana.
- Lokalny Program Rewitalizacji Miasta Ruda Śląska na lata 2005-2010, Ruda Śląska, czerwiec 2005
- Plan Ruchu KWK Pokój na lata 2006-2008.

<http://www.kwsa.pl/22,pok,3,historia.html>

<http://www.mkzruda.pl/andrzej.htm>

<http://www.mkz.ruda-sl.pl/zabytki.htm>

http://pl.wikipedia.org/wiki/Kolonia_robotnicza_Ficinus

http://www.wawrzyniec.info/?go=historia_wirku

The effects of mining operation on the surface and urban areas, using the example of the housing estate Wirek I

Abstract

Forecasting the extent and scale of mining impacts in the disturbed rock strata is extremely difficult and yet most mining operations nowadays are continued in such adverse conditions. It is reasonable, therefore, to investigate the impacts of mining activities on the basis of measurement data, which provide valuable practical information about the behaviour of the soil on the surface of the disturbed rock strata.

This study provides the analysis of measurement and mine surveying data of the surface and buildings in Wirek, a district of Ruda Śląska (Poland). The aim of the study is to evaluate the impacts of mining operations continued from 2005 to 2006 in the colliery Pokój, on the condition of the old town buildings. Of particular importance are measurements taken at points and base lines on the surface and at control points stabilised on top of buildings.

Keywords: mining subsidence, disturbed strata, ground deformation, structural damage