



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

PRZYPADKI STANÓW AWARYJNYCH ELEMENTÓW NOŚNYCH W NISKICH BUDYNKACH O KONSTRUKCJI MUROWANEJ ZLOKALIZOWANYCH NA TERENACH GÓRNICZYCH

THE CASES OF FAILURE STATES FOR CARRYING ELEMENT IN LAW BUILDINGS WITH TRADITIONAL CONSTRUCTION IN MINING AREA

Streszczenie W referacie przedstawiono przypadki stanów awaryjnych elementów nośnych, jakie wystąpiły w budynkach na skutek oddziaływania wpływów eksploatacji górniczej. W budynkach położonych na terenach górniczych, w wyniku zwiększonych odkształceń pionowych i poziomych budynków, występują przypadki przekroczenia nośności elementów konstrukcji i wystąpienia znacznych uszkodzeń. Sytuacje te mogą zagrażać lokalnej stateczności elementów nośnych i prowadzić do stanów awaryjnych. Dotyczy to szczególnie budynków, których ustrój nośny nie został przystosowany do przejścia dodatkowych sił wewnętrznych spowodowanych oddziaływaniami górniczymi a deformacje terenu wywołane tym czynnikiem mają charakter wpływów wielokrotnych.

Abstract In the paper shows cases of failure states of carrying elements which have happen in building as a results of mining exploitation impact. In buildings situated in mining area a consequence of increased vertical and horizontal buildings deformation appears cases of exceeds load capacity of structure elements and considerable damages. Situation like this can menace of local stability of carrying elements and cause failure states. It concerns especially buildings in which carrying structure was not prepared to toke over additional internal forces by mining impact and ground deformation caused by this way has repeated nature.

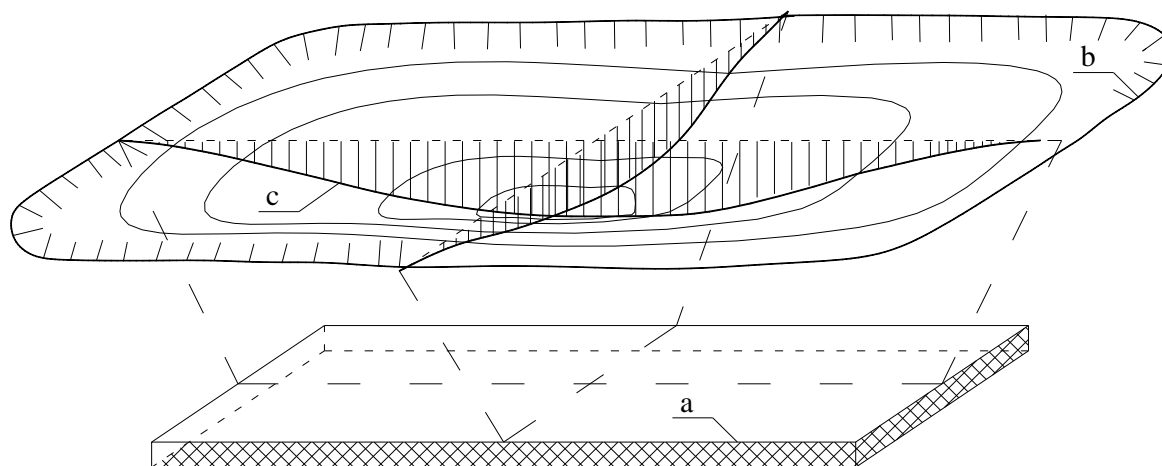
1. Wprowadzenie

Na terenach górniczych na skutek prowadzenia wydobycia parcel pokładów węgla powstają deformacje powierzchni, które dla pojedynczych ścian mają postać regularnych niecek obniżeniowych (rys. 1).

W przypadku jednak prowadzenia w pewnym obszarze eksploatacji kolejnych warstw tych samych pokładów lub pokładów położonych na różnych głębokościach, na powierzchni terenu powstają rozległe nieregularne niecki obniżeniowe. Czasokres kształtowania się tych deformacji wynosi niejednokrotnie kilkadziesiąt lat a stan naprężenia w przypowierzchniowej warstwie gruntu uzależniony jest od historii odkształceń, jakie wystąpiły na skutek wszystkich prowadzonych eksploatacji.

Charakterystyczne dla deformacji górniczych zagęszczenie – spleźnianie gruntu, które występuje po wcześniejszym jego rozluźnieniu cechuje się tym, że osiąga większy poziom naprężeń dla tych samych wartości odkształceń aniżeli w przypadku zagęszczenia gruntu dla stanu bezodkształceniowego [1]. Dlatego też, podejmowanie kolejnej eksploatacji w obszarze

występowania wielokrotnych już wpływów górniczych, może powodować ujawnianie się w przypowierzchniowej warstwie gruntu zwiększonych odkształceń poziomych. W takiej sytuacji, kiedy na powierzchni terenu występują budynki nie przystosowane do posadowienia na gruntach podlegających deformacjom górniczym, na skutek zwiększonych sił wewnętrznych może dojść do powstania znacznych uszkodzeń w elementach ich konstrukcji.



Rys. 1. Niecka regularna, wg [1]: a-pozioma parcela eksploatacyjna, b-niecka, c-linie obniżeń terenu.

W referacie przedstawiono dwa przypadki wystąpienia stanów awaryjnych w kondygnacjach piwnic budynków położonych w obszarze ujawniania się zwiększonych niż prognozowane spełzających odkształceń gruntu. Stany te powstały w dwóch ciągach zabudowy zwartej, na skutek robót wydobywczych prowadzonych w tej samej parceli eksploatacyjnej.

2. Sytuacja górnicza

Bezpośrednio pod zabudową miejską prowadzono eksploatację górniczą w pokładzie grupy 400, ścianą o wysokości do ok. 2,2 m, na średniej głębokości 630 m. Szerokości parceli wynosiła 200 m a strop w trakcie robót prowadzono na zawał.

Jeden ciąg zwartej zabudowy znalazł się w środkowej części obrysu eksploatowanej parceli (ozn. A, rys. 2). Tworzą go dwie, dobudowane do siebie ścianami szczytowymi, trzykondygnacyjne kamienice, które łącznie stanowią zabudowę o długości ok. 60 m. Budynki te są podpiwniczone, posadowione na tym samym poziomie i zagłębione w gruncie na głębokość do ok. 1,6 m.

Drugi ciąg budynków to trzy dwu i trzykondygnacyjne kamienice wzniesione w zabudowie zwartej o długości ok. 50 m (ozn. B, rys. 2). Środkowy budynek zabudowy stanowi plombę wbudowaną w późniejszym okresie czasu. Jest on nie podpiwniczony, posadowiony na mniejszej głębokości niż budynki skrajne. Budynki zewnętrzne ciągu są podpiwniczone. Ze względu na usytuowanie na terenowym wzniesieniu budynki są posadowione na różnych poziomach. W stosunku do parceli eksploatacyjnej ciąg zabudowy B położony jest nad krawędzią podłużną ściany.



Rys. 2. Usytuowanie budynków.

Oba ciągi zabudowy zlokalizowane są przy ulicy, której oś podłużna jest pod kątem ok. 45° względem linii frontu eksploatacyjnego. Takie położenie budynków spowodowało, że w trakcie ujawniania się wpływów prowadzonej eksploatacji dominujące oddziaływania pochodziły z wykształcania się, na kierunku poprzecznym ściany, niecki niepełnej o ściskaniach na całej długości dna niecki. Dodatkowo zabudowa ozn. B znalazła się w zasięgu niekorzystnych deformacji krawędziowych. Znaczna długość ciągów zabudowy, w stosunku do szerokości parceli eksploatacyjnej spowodowała, że poziome przemieszczenia cząstek gruntu o charakterze spełzań wywoływały wzrost naprężeń stycznych w podstawie fundamentów i na bocznych ich powierzchniach oraz zwiększone parcie gruntu na powierzchnie murów fundamentowych ścian szczytowych i ław poprzecznych budynków.

W warunkach tych oddziaływań na powierzchni terenu powstawały liczne deformacje w postaci wypiętrzania się nawierzchni ciągów komunikacyjnych ulic i chodników w sąsiedztwie budynków nad parcelą eksploatacyjną (rys. 3, 4).



Rys. 3. Deformacja nawierzchni chodnika.



Rys. 4. Deformacja nawierzchni chodnika.

3. Charakterystyka budynków

Omawiane obiekty stanowią element zabudowy miejskiej, która powstała na przełomie XIX i XX wieku. Są to budynki wielorodzinne o handlowo-usługowej funkcji kondygnacji parteru.

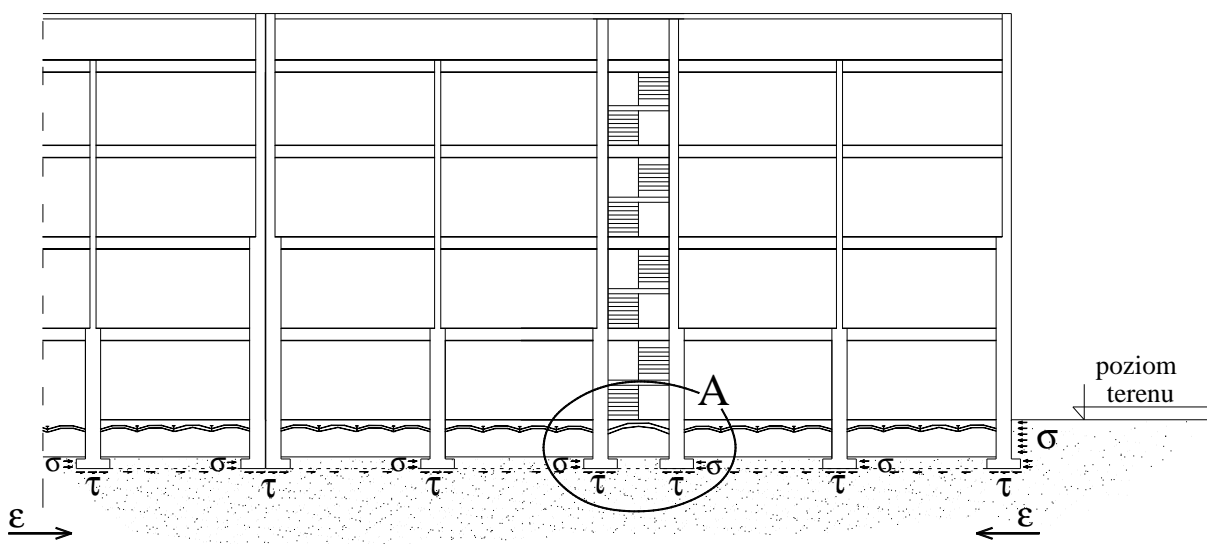
Budynki charakteryzują się układem konstrukcyjnym o podłużnych ścianach nośnych z poprzecznym traktem klatki schodowej, usytuowanym w środkowej lub skrajnej części rzutu poziomego. Budynki posadowione są na murowanych z kamienia i cegły ławach fundamentowych. Ściany kondygnacji piwnicznych wykonano jako murowane z kamienia i cegły. Stropy piwnic stanowią sklepienia ceglane i płaskie ceglane stropy odcinkowe.

W obrębie kondygnacji nadziemnych budynków stropy są drewniane. Konstrukcje klatek schodowych stanowią oparte na ścianach poprzecznych odcinkowe sklepienie płyty podestowe i wsparte na nich drewniane lub stalowe konstrukcje biegów schodowych. Nadproża otworów okiennych i drzwiowych są ceglane łukowe lub płaskie.

Środkowy budynek ciągu B posadowiono, na betonowych ławach fundamentowych. W kondygnacjach nadziemnych stropy są ceramiczne a klatka schodowa monolityczna żelbetowa.

4. Stan awaryjny stropu piwnicznego w budynku zabudowy A

W kondygnacji piwnicznej budynku położonego po wschodniej stronie zabudowy wystąpiły silne spękania sklepienia piwnicznego. W środkowej części tego budynku, w miejscu korytarza wejścia do klatki schodowej, w kondygnacji piwnic znajduje się pomieszczenie przekryte sklepieniem kolebkowym opartym na ścianach poprzecznych budynku (rys. 5). Jest to sklepienie ceglane odcinkowe o rozpiętości ok. 2 m i obniżonej strzałce wzniesienia. W sąsiednich pomieszczeniach piwnicznych stropy są kolebkowe o rozpiętościach do 1,2 m oparte na belkach stalowych. Belki stropowe wsparto na ścianach podłużnych budynku.

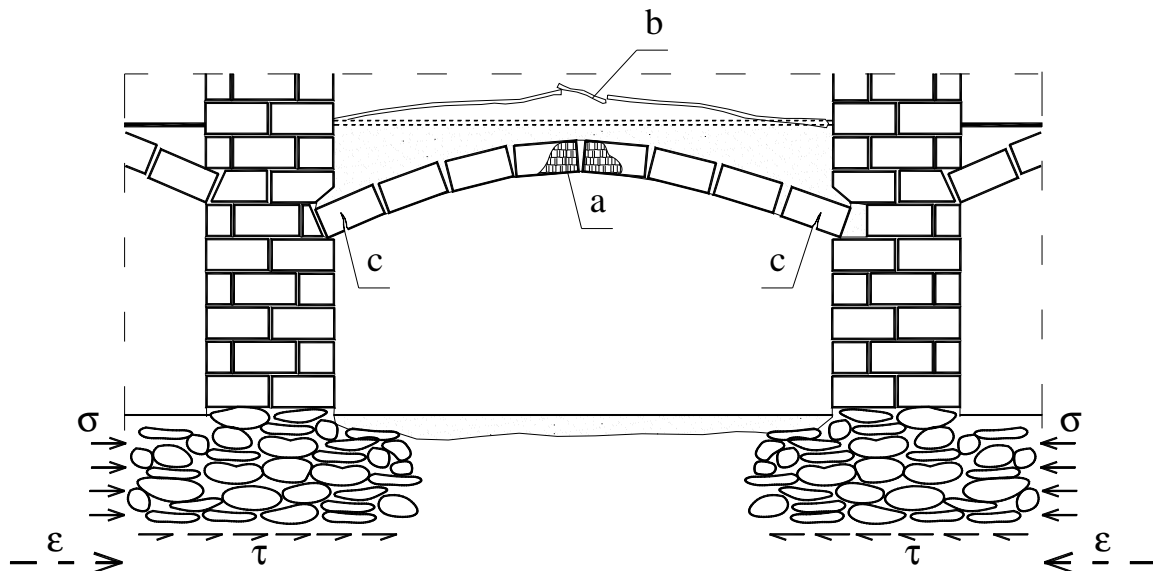


Rys. 5. Naprężeń działające na zagłębione części budynku w skutek działania poziomych odkształceń gruntu.

Stropy kondygnacji piwnicznych całego ciągu zabudowy znajdują się praktycznie na poziomie terenu otaczającego budynki. Na sklepieniach tych ułożono warstwy posadzkowe

korytarza wejścia do klatki schodowej kamienicy oraz posadzki pomieszczeń handlowych. Poziomy posadzek parteru licują z poziomem chodnika ulicy.

Na skutek ujawniania się deformacji terenu powodowanych prowadzonymi robotami górniczymi, w warunkach wzrostu naporów gruntu na zagłębione części budynku, naprężenia ściskające, jakie pojawiły się w poziomie stropu piwnicznego przekroczyły siłę rozporu sklepienia usytuowanego w środkowej części budynku (rys. 6).



Rys. 6. Szczegół A rys. 5 (objaśnienia w tekście).

W szczycie sklepienia nastąpiło zmiażdżenie i wyciskanie cegieł wynikające z przekroczenia ich wytrzymałości na ściskanie (a - rys. 6). W łukowym nadprożu, o wysokości przekroju zwiększonej w stosunku do wysokości sklepienia, pojawiły się natomiast kilkucentymetrowe spękania rozwarstwiające (rys. 7). Uszkodzeniom tym towarzyszyło bardzo silne wypiętrzenie posadzki korytarza wejścia do budynku (b - rys. 6). Na powierzchni podniebiennej sklepienia, wzdłuż krawędzi wezłowania powstały strefy rozciągane, w których pojawiły się spękania podłużne o rozwartościach ok. 2 ÷ 3 cm, przebiegające w spoinach i przez cegły (c - rys. 6, rys. 8).



Rys. 7. Spękanie łukowego nadproża.

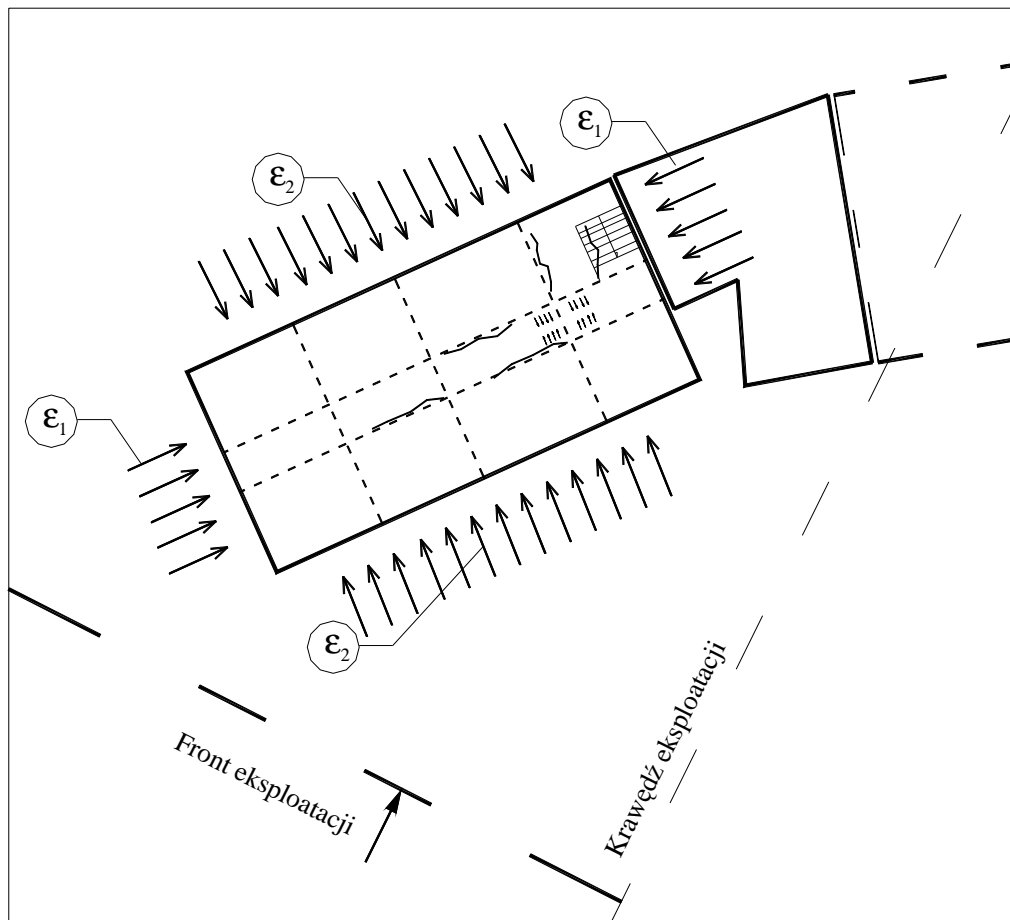


Rys. 8. Spękanie wzdłuż krawędzi wezłowania (c).

Z uwagi na dynamikę ujawniana się niekorzystnych skutków deformacji terenu w trybie natychmiastowym podjęto prace zabezpieczające polegające na wykonaniu podstemplowań sklepienia i uszkodzonych nadproży. Usunięto również zdeformowaną posadzkę korytarza wejścia do budynku.

5. Uszkodzenia w kondygnacji piwnicznej budynku zabudowy B

W zachodnim budynku zabudowy, położonym nad parcelą eksploatacyjną, w kondygnacji piwnic wystąpiła nagła intensyfikacja istniejących zarysowań ścian. Uszkodzenia koncentrowały się po wschodniej stronie budynku w sąsiedztwie usytuowania wbudowanej w późniejszym okresie płomby (rys. 9).



Rys. 9. Schemat działania poziomych przemieszczeń gruntu na kondygnację piwniczną budynku.

Na skutek ujawniających się poziomych przemieszczeń gruntu o charakterze spęzań (ϵ_1) działających w kierunku parceli eksploatowanego pokładu, na kierunku podłużnym budynku, powstały silne napory płycej położonego fundamentu budynku środkowego (rys. 9). Spowodowało to w budynku zachodnim wybrzuszenie kamiennej ściany piwnicznej i spękanie usytuowanego wzdłuż tej ściany betonowego biegu schodowego (rys. 10). W sąsiedniej, kamiennie-ceglanej ścianie poprzecznej nastąpiło poziome i ukośne spękanie przebiegające od nadproża ściany podłużnej (rys. 11).



Rys. 10. Uszkodzenia betonowego biegu schodowego.



Rys. 11. Spękania w ścianie poprzecznej.

W podłużnych ścianach piwnic, położonych równoległe do kierunku oddziaływania odkształceń (ϵ_1) wystąpiły poziome ścięcia przebiegające pod stropem w części wschodniej i na wysokościach ścian w środkowej części budynku. Lokalnie w ściankach działowych w spękaniach tych wystąpiły przemieszczenia z płaszczyzny ściany.

Poziome przemieszczenia gruntu oddziałujące na kierunku poprzecznym budynku (ϵ_2 - rys 9) spowodowały spękania i wypiętrzenia betonowej posadzki piwnic (rys. 12).



Rys. 12

W kolejnej fazie ujawniania się wpływów górniczej deformacji terenu, na skutek różnicy osiadań gruntu w ścianach podłużnych kondygnacji piwnic oraz w ścianach kondygnacji nadziemnych wystąpiły spękania ukośne.

W ramach doraźnych prac zabezpieczających podstemplowano nadproża otworów drzwiowych piwnic oraz rozebrano i odtworzono zdeformowane ścianki działowe. Usunięto również uszkodzoną posadzkę piwnicznego korytarza.

6. Podsumowanie

W trakcie pisania referatu oba ciągi zabudowy znajdowały się jeszcze w okresie ujawniania się wpływów prowadzonej w ich rejonie eksploatacji górniczej. W obrębie uszkodzonych części konstrukcji podjęto jedynie działania zabezpieczające o charakterze prac doraźnych. Prowadzono również stały nadzór polegający na obserwacjach zmian uszkodzeń i bieżącej korekcie stanu i zakresu zabezpieczeń.

Przy podejmowaniu kolejnej eksploatacji górniczej w obszarach ujawniania się wpływów wielokrotnych, gdzie w zabudowie powierzchni występują budynki nie przystosowane do posadowienia na terenach górniczych, w działaniach ochrony powierzchni wymagane jest uwzględnienie dwóch czynników ryzyka: górniczego, które leży po stronie wiarygodności prognozy górniczej i budowlanego, podejmowanego przy ocenie możliwości przejścia przez konstrukcje budynków dodatkowych oddziaływań.

Przy prognozowaniu wartości wskaźników deformacji terenu należy uwzględnić możliwość sumowania się historycznych odkształceń gruntu z odkształceniami, które powstaną na skutek kolejnej eksploatacji. Trudno przewidywalne jest również zachowanie się wzniesionych warstw górotworu i nadkładu a to ich stan w dużej mierze odpowiada za dynamikę ujawniania się wpływów i przyrosty osiadań na powierzchni terenu.

W budynkach o zaawansowanym wieku technicznym i mało sztywnych rozwiązaniach materiałowo-konstrukcyjnych trzeba liczyć się z możliwością występowania osłabionych lub przeciążonych części konstrukcji. Na przykład z występowaniem niewidocznych stref wiszących w sklepieniach ceglanych lub spłaszczeniem sklepienia, co w znaczący sposób zmienia warunki jego pracy [2]. Takie zmiany w obrębie elementów konstrukcji murowych: ceglanych i kamiennych są efektem doznanych przez obiekt przemieszczeń fundamentów, długotrwałym działaniem dużych obciążeń i starzeniem się materiału budowlanego.

Literatura

1. Kwiatek J.: „Obiekty budowlane na terenach górniczych”. Wydawnictwo Głównego Instytutu Górniczego, Katowice 2002.
2. Masłowski E., Spizewska D.: „Wzmacnianie konstrukcji budowlanych”. Arkady, 2002r.