



Doc. dr hab. inż. MARIAN KAWULOK
Instytut Techniki Budowlanej, Oddział Śląski, Gliwice

WZMOCNIENIA ZDEFORMOWANYCH ŚCIAN SZCZYTOWYCH BUDYNKÓW NA TERENACH GÓRNICZYCH

THE STRENGTHENING OF DEFORMED GABLE WALLS OF THE BUILDINGS ON MINING AREAS

Streszczenie Podano skutki w budynkach spowodowane oddziaływaniem wielokrotnych, poziomych odkształceń terenu górniczego wywołujących zagęszczenie podłoża (-ε). Zaszła konieczność wzmocnienia ścian szczytowych tych budynków. Przedstawiono zastosowane sposoby zabezpieczenia ścian.

Abstract The paper presents the effects in buildings caused by actions of the repeatedly horizontal strains of the mining ground resulting in the soil condensation (-ε). Strengthening of the gable walls of buildings was necessary. The applied ways of the wall protection are presented.

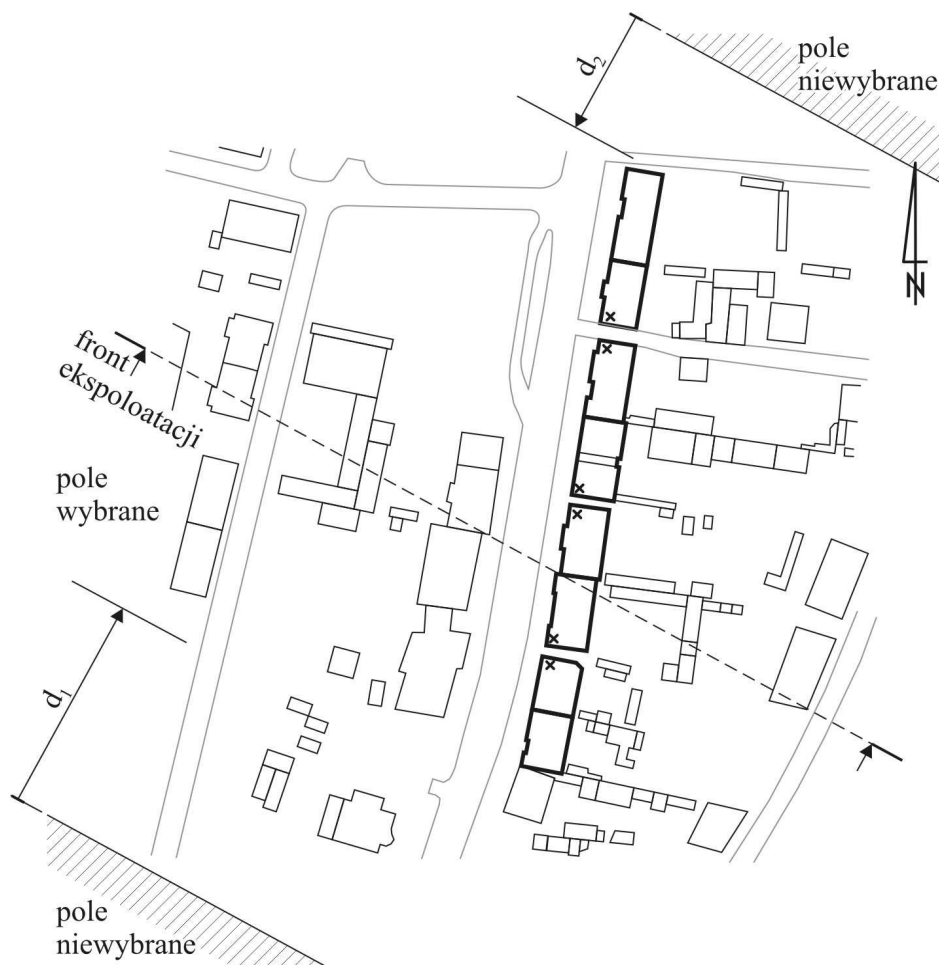
1. Wstęp

Oddziaływanie poziomych odkształceń terenu górniczego powodujących zagęszczenie podłoża (-ε) stanowi istotne zagrożenie dla pionowych konstrukcji znacznie zagłębionych pod poziomem terenu lub znajdujących się, z uwagi na charakter tych oddziaływań, w niekorzystnych warunkach górniczych względnie gruntowych. Do pierwszej grupy należą na przykład zbiorniki, mury oporowe, przyczółki mostowe, a do drugiej można zaliczyć w zasadzie wszystkie konstrukcje posadowione poniżej poziomu terenu, w tym ściany budynków. Zagrożenie to wynika z obciążenia pionowych elementów konstrukcji, na które bezpośrednio oddziałuje grunt, dodatkowym naporem generowanym poziomymi deformacjami podłoża o charakterze ściskań. Niekorzystny efekt naporu w konstrukcji, działającego łącznie z czynnym parciem gruntu, jest zależny w pierwszym rzędzie od głębokości posadowienia obiektu, ale także od wartości poziomych odkształceń (-ε) i właściwości gruntu (γ , E , Φ , c) oraz od wymiarów obiektu [1].

W referacie omówiono skutki wywołane w konstrukcji prawie stuletnich budynków, podlegających wielokrotnym oddziaływaniom zagęszczającym odkształceń podłoża górniczego. Szczegółowo opisano charakter deformacji ścian szczytowych tych budynków i przedstawiono zastosowane sposoby ich wzmocnienia. Należy podkreślić, że dokładne informacje dotyczące sytuacji górniczej, w jakiej znajdowały się budynki, wynikającą stąd genezę i charakter ich obciążenia oraz stan wyężenia ścian szczytowych zawarte są w pracach [2] i [3].

2. Dane o budynkach

Opisywana sytuacja dotyczy 8 budynków, których usytuowanie przedstawiono na rys. 1. Są one zlokalizowane praktycznie w jednej linii prostej, na odcinku o sumarycznej długości około 180 m. Poszczególne budynki mają długość 16–28 m z tym, że wykonano je jako cztery bloki składające się każdorazowo z dwóch budynków. W żadnym bloku budynki nie są oddzielone dylatacjami, a ich wewnętrzne ściany szczytowe przylegają do siebie. Bloki mają długość od 32 m do 47 m, stałą szerokość 11,5 m i wysokość 2 lub 3 kondygnacji nadziemnych, ze strychem. Odstępy między blokami są stosunkowo nieduże, w granicach 3,3÷5,3 m.



Rys. 1. Usytuowanie budynków

Budynki wykonano w technologii tradycyjnej na początku XX wieku. Są to wielorodzinne budynki mieszkalne, o czterech kondygnacjach nadziemnych, podpiwniczone pod całym lub częścią rzutu poziomego, ich zagłębienie w gruncie wynosi do 1,5 m. Fundamenty wykonane są z kamienia lub z cegły, natomiast ściany z cegły. Strop nad piwnicą jest ceramiczno – stalowy typu Kleina, oparty na ścianach podłużnych i szczytowych. Stropy wyższych kondygnacji są drewniane, oparte na ścianach podłużnych. Ściany podłużne są perforowane otworami okiennymi i drzwiowymi. Ściany szczytowe są bez otworów, o grubości:

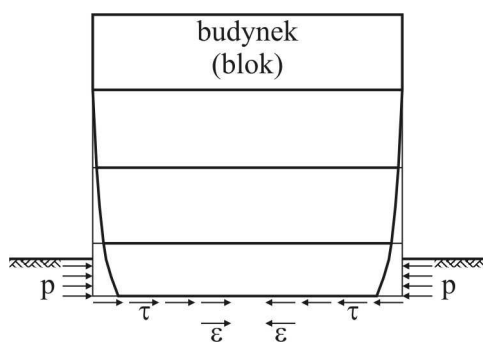
- piwnice i parter 0,51 m,
- pozostałe kondygnacje i strychem 0,38 m,
- ścianka ogniowa 0,25 m.

W ścianach niektórych budynków, w poziomach stropów zostały założone, już w trakcie użytkowania, stalowe ściążki.

3. Obciążenie budynków i ich skutki w konstrukcji

W rejonie budynków prowadzona była od kilkudziesięciu lat eksploatacja górnicza kilkunastu pokładów, których front robót od osi podłużnej omawianej zabudowy był każdorazowo odchylony o około 20° (rys. 1). Budynki znajdowały się nad wybranym polem, większości pokładów, w niedużej odległości od południowej i północnej krawędzi ich eksploatacji. Oznacza to, że w tych przypadkach wartości d_1 i d_2 były zawsze dodatnie. Konsekwencją tego było narastanie wartości poziomych odkształceń podłoża o charakterze ściskania ($-\epsilon$) [2], a tym samym wzrost poziomych naprężeń ścinających w gruncie (τ), a przede wszystkim naporów na pionowe ścianki fundamentów i ściany szczytowe budynków p [1].

Schemat dodatkowego obciążenia budynków (w zasadzie bloków składających się każdorazowo z dwóch budynków) przedstawiono na rys. 2. Efektem tego rodzaju oddziaływań były deformacje ścian szczytowych oraz uszkodzenia kondygnacji piwnicznych budynków.

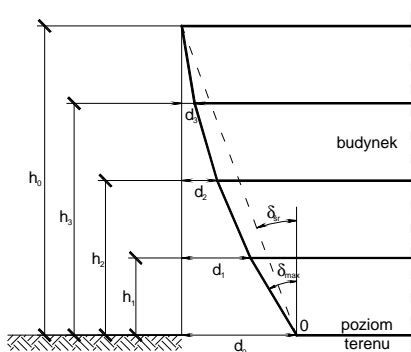


Rys. 2. Schemat obciążenia budynków

3.3. Wyniki pomiarów

Zewnętrzne ściany szczytowe poszczególnych bloków zostały mocno odkształcone, co generalnie polegało na ich „wepchnięciu do budynku” w partiach zagłębionych w gruncie. Jednocześnie wystąpiły znaczne uszkodzenia w pozostałych ścianach i posadzkach piwnic oraz w stropach nad piwnicami. W elementach tych lokalnie obserwowano zmiążdżenie konstrukcji.

Wykonano pomiary skrajnych krawędzi poszczególnych budynków według schematu przedstawionego na rys. 3, których podstawowe wyniki zestawiono w tabl. 1.



Rys. 3. Schemat pomiarów deformacji skrajnych krawędzi budynków

Wyniki pomiarów oraz oględzin makroskopowych ścian dostarczyły ponadto następujących spostrzeżeń odnośnie ich stanu technicznego:

- największą wartość przemieszczenia d_0 wykazywała ściana budynku 226,
- mimo stosunkowo niedużych odchyleń od pionu, w szczególnie niekorzystnej sytuacji znajdowała się ściana szczytowa budynku nr 228, która odspoiła się od wewnętrznej

ściany podłużnej – na wysokości pierwszej i drugiej kondygnacji przebiega rysa w poziomie stropów o maksymalnej rozwartości około 5 cm; w obliczeniach wykluczało to możliwość podtrzymania wychylonej ściany szczytowej w kierunku poziomym przez wewnętrzną ścianę podłużną,

- w budynku 234 stwierdzono pionowe spękania ściany w dolnych jej partiach; w poziomie strychu zaobserwowano odspojenie stropu od ściany,
- niezależnie od tego niektóre zewnętrzne ściany szczytowe były odkształcone ze swojej płaszczyzny, co najczęściej polegało na lokalnym wybrzuszeniu; większe tego rodzaju odkształcenia ścian zostały zinwentaryzowane i następnie uwzględnione w obliczeniach.

Tablica 1. Deformacje zewnętrznych krawędzi ścian szczytowych budynków

Ściana budynku	Deformacje krawędzi [mm]							
	krawędź wschodnia				krawędź zachodnia			
	d ₀	d ₁	d ₂	d ₃	d ₀	d ₁	d ₂	d ₃
226	224	164	112	80	228	150	95	95
228	2	–	7	15	62	–	55	38
230	154	–	132	86	131	–	84	49
232	krawędź niedostępna				-30	–	–	29
234	171	–	125	75	161	–	137	118
236	144	–	150	110	66	–	76	62
238	10	10	10	–	21	18	22	14

Uwaga: 1) d₀, d₁, d₂, d₃ – według rys. 3,

2) wartości d_i mierzone na różnych wysokościach ścian, w miejscach swobodnego dostępu, przy czym w większości: h₀ ≈ 11m, h₃ ≈ 9m, h₂ ≈ 6m, h₁ ≈ 3m.

Wykonano obliczenia ścian szczytowych, jako części składowych budynków, czyli w zależności od konkretnej sytuacji mogących mieć połączenie ze ścianami podłużnymi i stropami. Oprócz deformacji ścian uwzględniono obciążenie ciężarem własnym i użytkowym budynku oraz obciążenie wiatrem. Obliczenia wykazały, że ściany szczytowe znajdują się w stanie awaryjnym [3]. Wymagało to ich natychmiastowego wzmocnienia.

4. Zastosowane sposoby wzmocnienia ścian

Zapewnienie stateczności ścian powinno polegać na ich poszerzeniu do wysokości uzależnionej od istniejącego wychylenia, by wyeliminować w ścianach stref o naprężeniach rozciągających. Tego rodzaju rozwiązanie, którego istotę przedstawiono na rys. 4, zostało zaproponowane do realizacji. W części zagłębionej, pomiędzy ścianą a grunt założono warstwę styropianu. Sposób ten zastosowano w odniesieniu do dwóch ścian.

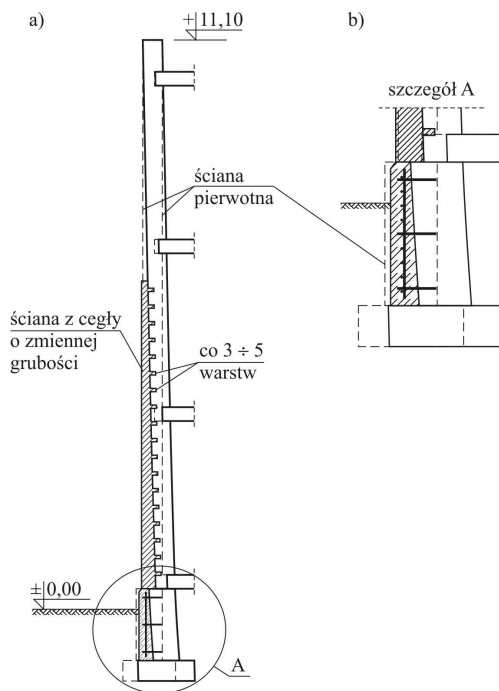
Zastosowano także dwa inne sposoby wzmocnienia ścian, opracowane przez jednostki projektowe zajmujące się zabezpieczeniami budynków tego obszaru przed oddziaływaniami górnictwami.

Pierwszy z nich [5] polegał na wykonaniu trzech żelbetowych ram, podpierających ścianę szczytową, według schematu pokazanego na rys. 5, skonstruowanych w liniach ścian podłużnych. Dodatkowo, pomiędzy tymi ramami, założono w poziomach stropów [240]. Sposób ten zastosowano do jednej ściany budynku.

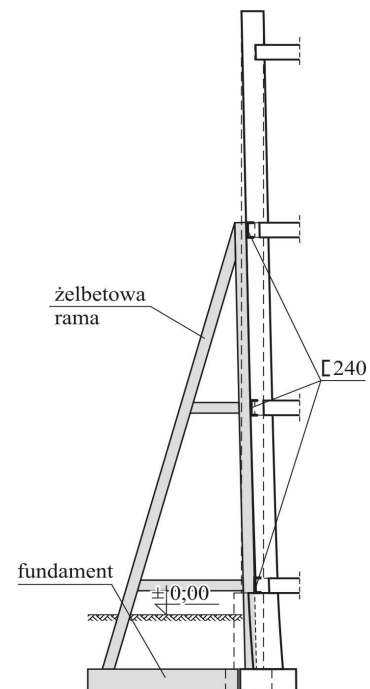
Natomiast drugi [6] polegał na założeniu po zewnętrznej stronie ściany siatki prostokątnej, wykonanej z profili stalowych (rys. 6):

- [240 w liniach podłużnych ścian zewnętrznych i po obu stronach ściany wewnętrznej, w której bezpośrednio przy ścianie szczytowej umiejscowiony był komin, i w poziomie stropów,
- [120 pionowych profili pośrednich.

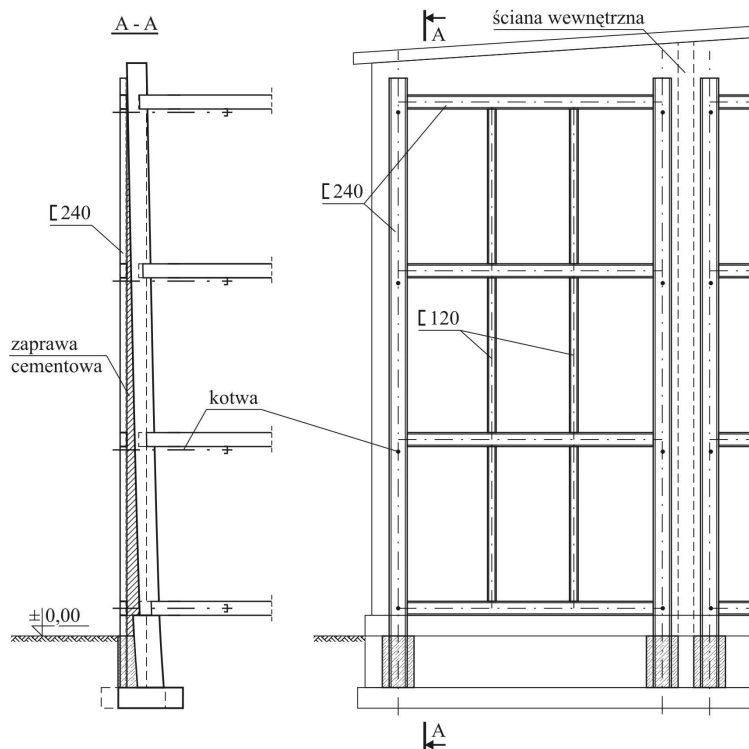
Profile założono w płaszczyźnie pionowej, a szczelinę między profilami i ścianą wypełniono zaprawą o zmiennej grubości. Pionowe profile [240 biegnące w liniach ścian podłużnych, zostały zakotwione w pomieszczeniach, wewnątrz budynku. Stanowiło to duże utrudnienie w wykonaniu tego wzmocnienia, które zastosowano także w odniesieniu do dwóch ścian.



Rys. 4. Poszerzenie szerokości ściany



Rys. 5. Rama żelbetowa



Rys. 6. Stalowa konstrukcja wmacniająca

5. Uwagi końcowe

Po wykonaniu wzmocnień następował jeszcze dalszy wzrost zgęszczenia podłoża, co stwierdzono na podstawie pomiarów [2]. Wszystkie zastosowane sposoby wzmocnienia ścian okazały się skuteczne. W okresie dalszego narastania zagęszczających odkształceń podłoża, w poszerzonych ścianach murowanych, na wysokości około 0,5m–1m nad terenem, wystąpiły lekkie rozwarścia poziomych spoin o szerokości 2–3mm, co powodowało konieczność ich uzupełnienia. Także między ramami żelbetowymi a ścianą wystąpiły lekkie zarysowania. Jedynie przy wzmocnieniu siatką stalową nie zaobserwowano żadnych zarysowań pomiędzy zaprawą a budynkiem.

Koszt wykonania wzmocnień wynosił w tysiącach złotych:

- poszerzenie ścian, 32 i 48,
- wzmocnienie stalowe, 57 i 64,
- wzmocnienie żelbetowe, 58.

Z powyższego wynika, że wzmocnienie najbardziej prawidłowe z teoretycznego punktu widzenia okazało się także rozwiązaniem najtańszym. Tego rodzaju stwierdzenie jest uzasadnione, gdyż wzmocnienia zostały zastosowane do ścian cechujących zbliżonymi wymiarami gabarytowymi. Należy zwrócić uwagę, że zastosowanie wzmocnień do ścian o różnej intensywności odkształceń także przemawia na korzyść rozwiązania przez poszerzenie muru. Szczególnie bowiem w tym przypadku wraz z większym odkształceniem ściany rośnie wydatek materiałowy, a tym samym koszt realizacji wzmocnienia.

Literatura

1. Instrukcja ITB nr 416/06. Projektowanie budynków na terenach górniczych. Warszawa 2006.
2. Kawulok M.: Oddziaływanie wielokrotnych poziomych odkształceń zagęszczających grunt na budynki zlokalizowane na terenach górniczych. Zesz. Nauk. Pol. Śl. Seria Budownictwo z.111. Gliwice 2007.
3. Kawulok M.: Ocena stanu wyężenia ścian szczytowych budynków zdeformowanych wpływami eksploatacji górniczej. Proc. of the 5th Intern. Conf. On New Trends in Statics and Dynamics of Buildings. October 19–20, 2006 Bratislava, Slovakia Faculty of Civil Engineering STU Bratislava Slovak Society of Mechanics SAS.
4. Bryt-Nitarska I.: Przypadki stanów awaryjnych elementów nośnych w niskich budynkach o konstrukcji murowanej zlokalizowanych na terenach górniczych. Mat. XXIII Konf. Nauk.-Techn. Awaryje Budowlane. Politechnika Szczecińska. Szczecin-Międzyzdroje 2007.
5. Koreferat do ekspertyzy i projektu. Budynek mieszkalny wielorodzinny położony przy ul. 1-go Maja w Rudzie Śląskiej. Opracował mgr inż. G. Helmecki. Ruda Śląska 2006.
6. Projekt budowlany. Zabezpieczenie ściany szczytowej budynku mieszkalnego wielorodzinnego położonego przy ul. 1-go Maja w Rudzie Śląskiej. Opracował mgr inż. G. Helmecki. Ruda Śląska 2006.