

# Posadowienie budynków na terenach górniczych

## Building foundation in mining areas

Dr inż. Leszek Słowik<sup>\*)</sup>Mgr inż. Leszek Chomacki<sup>\*)</sup>

**Treść:** Posadowienie budynków na terenach górniczych jest zagadnieniem dotyczącym zaledwie części Polski, niestety niejednokrotnie dość słabo znanym inżynierom projektującym obiekty wznoszone na terenach nie objętych eksploatacją górniczą. W artykule przedstawiono generalne zasady konstruowania fundamentów obiektów, które będą poddane wpływom poziomych odkształceń terenu pochodzenia górniczego. Podano również przykładowe rozwiązania posadowień budynku mieszkalnego i przemysłowego na obszarach objętych wpływami deformacji ciągłych.

**Abstract:** The foundation of buildings in mining areas is an issue that concerns only a part of Poland. Unfortunately, this issue is quite poorly known to engineers designing objects erected in areas not covered by mining exploitation. This paper presents general principles of constructing the foundations of objects that will be subject to the influence of horizontal mining deformations. Examples of solutions for the foundations of a residential and industrial building in areas affected by continuous deformation have been presented as well.

### Słowa kluczowe:

eksploatacja górnicza, zabezpieczenia na terenach górniczych

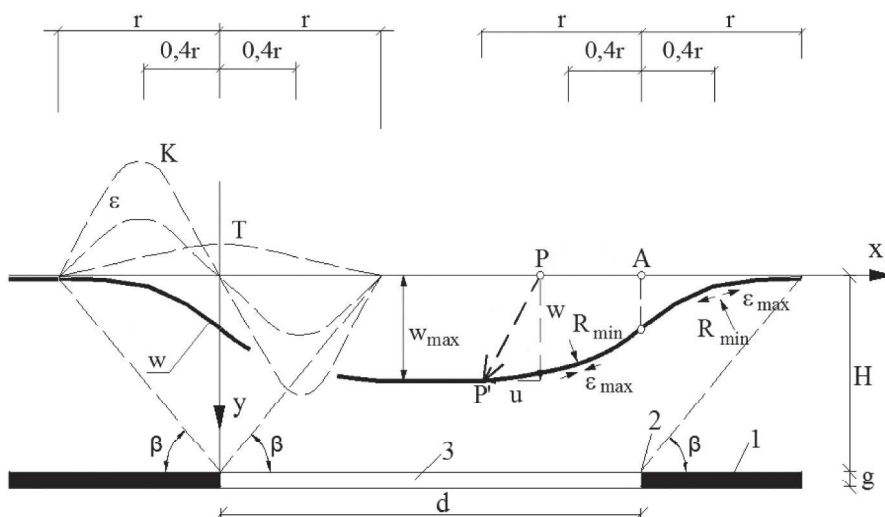
### Keywords:

mining exploitation, protection in mining areas

## 1. Wprowadzenie

W wyniku podziemnej eksploatacji górniczej, na powierzchni terenu powstaje niecka obniżenia (rys. 1). Powstałe zniekształcenia terenu mają najczęściej charakter deformacji

ciągłych. Profil niecki opisują wskaźniki tj.: pionowe przemieszczenia (obniżenia) terenu  $w$ , poziome przemieszczenia  $u$ , nachylenie terenu  $T$ , krzywizny  $K$  lub promień krzywizny  $R = 1/K$  oraz poziome odkształcenia  $\varepsilon$ .



**Rys. 1.** Ustalona niecka górnicza w płaskim stanie odkształceń: 1 – pokład węgla, 2 – front eksploatacji górniczej, 3 – wybrany pokład,  $g$  – grubość eksploatowanego pokładu,  $H$  – głębokość pokładu,  $b$  – kąt zasięgu wpływów głównych,  $r$  – promień zasięgu wpływów głównych,  $w_{max}$  – maksymalne obniżenie,  $d$  – długość wyrobiska, źródło (Kawulok 2015)

**Fig. 1.** Fixed mining basin in a flat state of deformation: 1 - coal seam, 2 - mining exploitation front, 3 - selected deck,  $g$  - thickness of exploited seam,  $H$  - deck depth,  $b$  - coverage angle of main influences,  $r$  - radius of main impact range,  $w_{max}$  - maximum depression,  $d$  - excavation length, source (Kawulok 2015)

\* Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa

Artykuł dotyczy posadowienia budynków na terenach górniczych. Tematyka ta została dokładnie omówiona m.in. w (Kawulok 2006, 2015, Kwiatek i inni 1997, Słowik, Parkasiewicz 2014). Rola fundamentów narażonych w oddziaływaniu wpływów górniczych, oprócz przekazywania obciążeń pionowych na grunt, polega na przeniesieniu sił poziomych wynikających z oddziaływań górniczych, a także na zapewnieniu geometrycznej niezmienności rzutu poziomego. Niezmiennność geometrii rzutu poziomego można uzyskać przez odpowiednie usztywnienie fundamentów w ich płaszczyźnie, a także przez stosowanie takich rozwiązań konstrukcyjnych, które wciągają do współpracy z fundamentami konstrukcję piwnic, czy kondygnację parteru w budynkach bez piwnic.

W artykule podane zostały podstawowe zasady posadowienia budynków na terenach górniczych. Przedstawione zostały typy stosowanych fundamentów oraz przykłady ich realizacji.

## 2. Podstawowe zasady posadowienia budynków na terenach górniczych

W budynkach podlegających wpływom działalności górniczej zaleca się realizację posadowienia bezpośredniego, możliwie jak najpłycej z zachowaniem warunków podanych w odpowiednich normach (PN-81/B-03020) w zakresie głębokości przemarzania. Wyjątek stosowania fundamentów palowych lub studni może wynikać z warunków gruntowych.

Zasadniczo, zgodnie z uwagami podanymi w (Kawulok 2006, 2015) fundamenty powinny być wykonane na jednym poziomie pod całym segmentem. W przypadku realizacji, które wymagają jednak fundamentowania budynków na różnych głębokościach, najbardziej korzystne jest sytuowanie zagłębienia w centralnej części rzutu poziomego budynku, symetrycznie względem jego osi (rys. 2). Dla przypadków ze zmiennym poziomem posadowienia, stosować należy pionową przerwę dylatacyjną lub zagłębioną część wydzielić, stosując poziomą dylatację z zastosowaniem warstwy poślizgowej.

Projektowanie fundamentów obiektów budowlanych w obszarze działalności górniczej powinno uwzględniać osiągnięcie granicznych wartości oporu gruntu pod fundamentem. Warunek ten wpływa na korzystniejszą współpracę fundamentów z podłożem górniczym.

Fundamenty budynków, których realizacja wymagałaby posadowienia na gruntach mało odkształcalnych, skalistych czy zwartych gruntach spoistych, należy projektować i realizować na podsypce z gruntów niespoistych. Szczegółowe zalecenia w tym zakresie podane zostały w (Kawulok 2006).

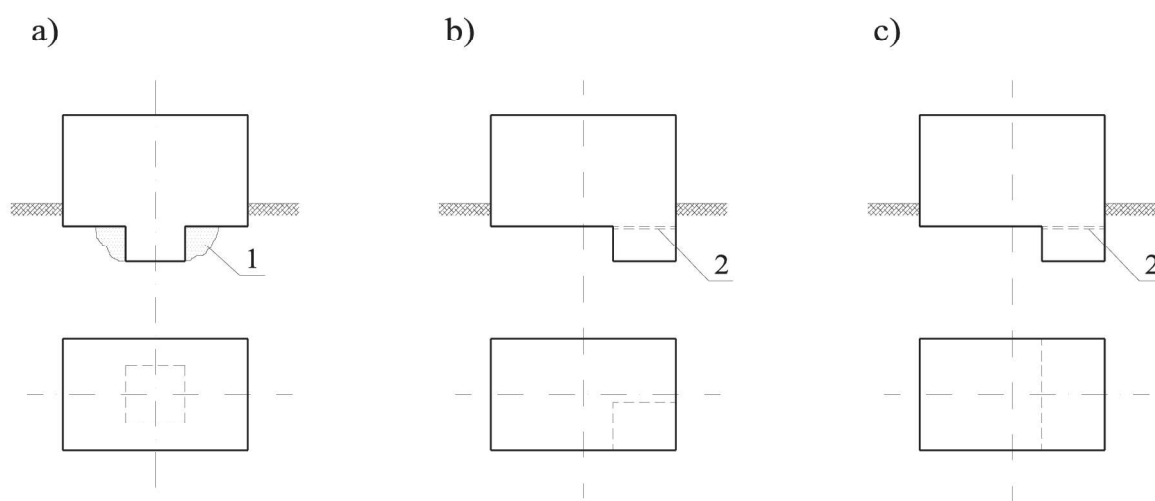
W poziomym posadowieniu przerwa dylatacyjna oddzielająca segmenty nie może być mniejsza niż 5 cm, a jej szerokość dobiera się zgodnie z warunkami podanymi w (Kawulok 2006).

## 3. Typy fundamentów stosowanych na terenach górniczych

Poziome odkształcenia terenu  $\varepsilon$ , powodowane podziemną eksploatacją górniczą, na skutek tarcia występującego pomiędzy podstawą fundamentu a gruntem, wywołują naprężenia styczne w płaszczyznach styku fundamentu z gruntem. Ponadto występują napory gruntu na pionowe płaszczyzny fundamentów zagłębione w podłożu górniczym, prostopadłe do kierunku występowania odkształceń. Oddziaływania te powodują poziome obciążenia w płaszczyźnie fundamentów budynku, co wyróżnia je w porównaniu do obciążeń fundamentów poza terenami górniczymi, poddanym obciążeniom programowym.

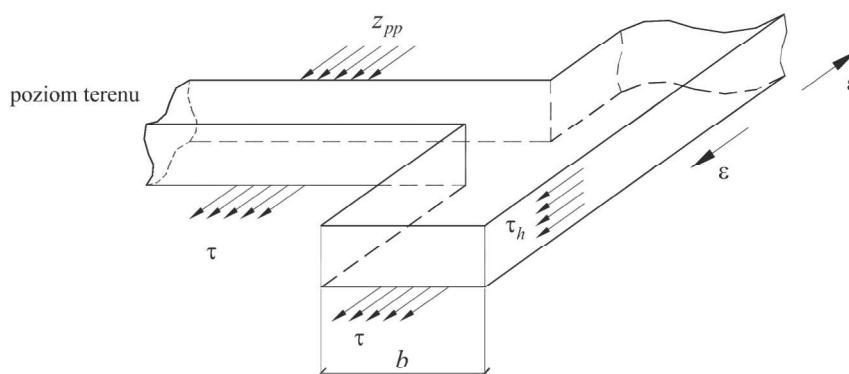
Siły poziome występujące w płaszczyźnie fundamentów posadowienia bezpośredniego, zgodnie z uwagami podanymi w (Kawulok 2006, 2015, Kwiatek i inni 1997, Słowik, Parkasiewicz 2014) zależą od (rys. 3):

- naprężeń stycznych w podstawie fundamentów  $t$ ,
- naprężeń stycznych na bocznych powierzchniach fundamentów  $t_b$ ,
- naporu gruntu na boczne powierzchnie ław rusztu fundamentowego, usytuowanych prostopadłe do kierunku odkształceń podłoża  $z_{pp}$ .



Rys. 2. Przykłady posadowienia budynku na różnych głębokościach: a – zagłębienie części środkowej budynku, b i c – asymetryczne zagłębienie części budynku; 1 – zagęszczony piasek lub chudy beton, 2 – dylatacja pozioma z warstwą poślizgową (Kawulok 2006, 2015)

Fig. 2. Examples of building foundation at various depths: a - depression of the central part of the building, b and c - asymmetrical depression of a part of the building; 1 - compacted sand or lean concrete, 2 - horizontal dilation with a sliding layer (Kawulok 2006, 2015)



Rys. 3. Obciążenie ław rusztu fundamentowego spowodowane poziomymi odkształceniami terenu (Kawulok 2006, 2015)

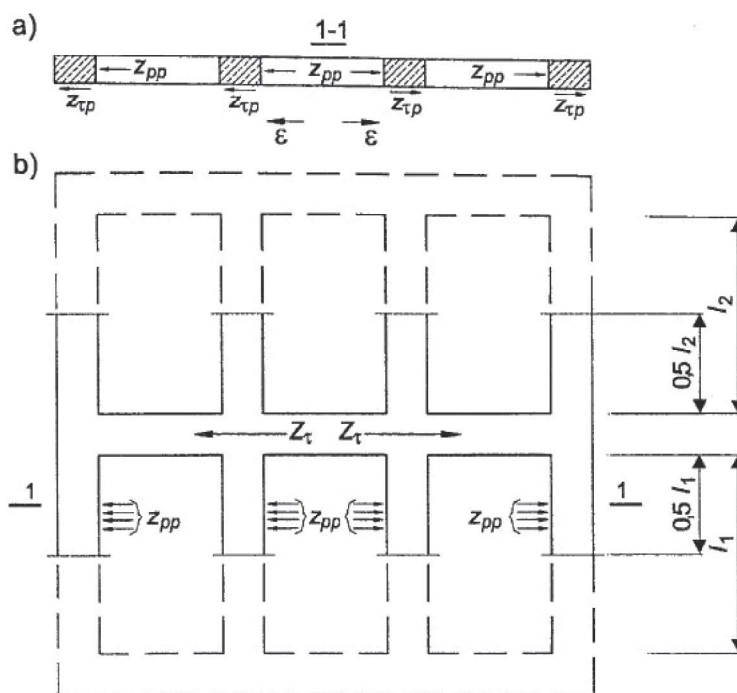
Fig. 3. Load on the foundation grid bands caused by horizontal terrain deformations (Kawulok 2006, 2015)

Szczegółowe informacje na temat obliczania fundamentów budynków na wpływ poziomych odkształceń terenu podane zostały w (Kawulok 2006). Poniżej przedstawione zostały typy fundamentów stosowanych w warunkach oddziaływania wpływów ciągłych deformacji terenu, powodowanych podziemną eksploatacją górnictwem.

Najczęściej stosowane rozwiązanie to ruszt fundamentowy (rys. 4). Ławy rusztu fundamentowego usytuowane równoległe do kierunku odkształcenia gruntu ulegają rozciąganiu. Z kolei ławy położone poprzecznie od kierunku deformacji podłoża są obciążone siłami jednostkowymi powodującymi ich zginanie w płaszczyźnie poziomej. W sytuacji ukośnego usytuowania frontu eksploatacji górnictwem względem osi budynku, w ławach występuje równoczesne obciążenie siłami rozciągającymi oraz momentami zginającymi.

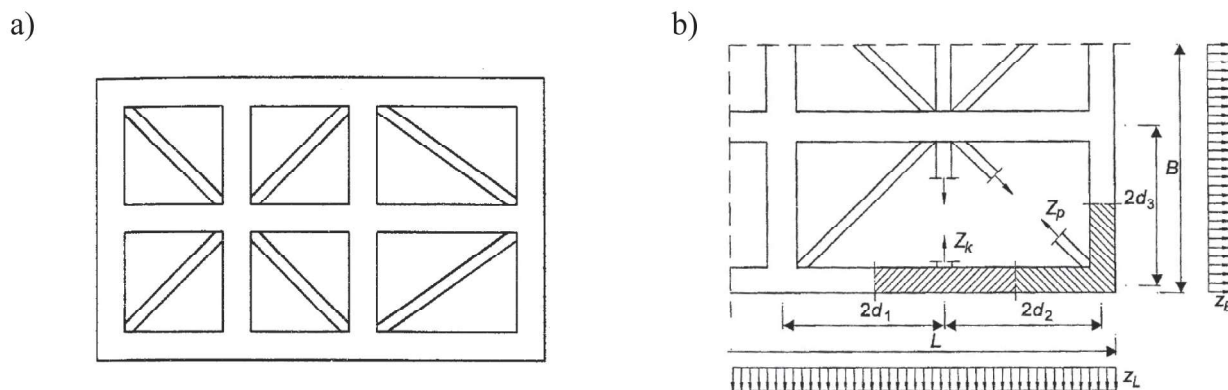
W sytuacji kiedy ławy rusztu fundamentowego mają długość przekraczającą 6,0 m, wskazane jest stosowanie ściąągów kotwiących (rys. 5), niezależnie od sposobu zapewnienia geometrycznej niezmienności rzutu poziomego budynku, o której mowa w p. 1.

Spełnienie warunku geometrycznej niezmienności rzutu poziomego, przy jednoczesnym zachowaniu roli posadzki, stanowi, przy przejmowaniu obciążeń wywołanych poziomymi odkształceniami podłoża, fundamentowa przepona żelbetowa rys. 6a. Płyta przepony ma zazwyczaj grubość 10 cm, a krzyżowe zbrojenie rozmieszczone jest na całej powierzchni, w połowie grubości płyty. W kierunku równoległym do ścian, pod ścianami nośnymi, zazwyczaj wymagane jest zwiększenie przekroju zbrojenia, co pokazano na rys. 6b



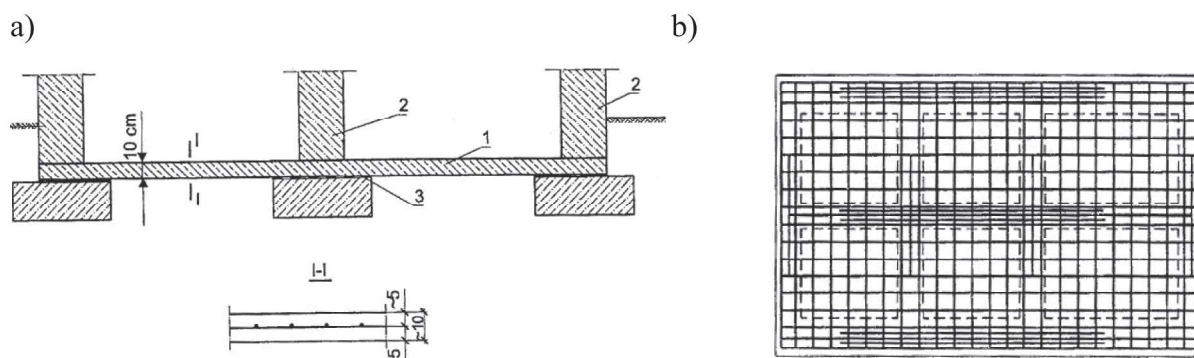
Rys. 4. Obciążenie rusztu fundamentowego przy rozluźnieniu podłoża: a) przekrój przez ławy poprzeczne, b) ława podłużna z przyległym pasmem ław poprzecznych (Kawulok 2006)

Fig. 4. The load on the foundation grid when the ground is loosening: a) the cross-section through transverse benches, b) the longitudinal bench with the adjacent transversal band (Kawulok 2006)



Rys. 5. Ruszt fundamentowy ze ściągami: a) schemat rusztu, b) schemat obciążenia rusztu fundamentowego do wyznaczenia sił w ściągach (Kawulok 2006)

Fig. 5. Foundation grid with tie rods: a) grid diagram, b) diagram of load on grid for determination of the forces in beams (Kawulok 2006)



Rys. 6. Żelbetowa przepona fundamentowa: a) przekrój poprzeczny fundamentów z przeponą 1 – przepona, 2 – ściany piwnic, 3 – warstwa poślizgowa, b) schemat zbrojenia przepony w rzucie (Kawulok 2006)

Fig. 6. Reinforced foundation membrane: a) cross-section of foundations with reinforced membrane 1 – reinforced foundation membrane, 2 – basement walls, 3 – slip layer, b) diagram of reinforcement of the foundation membrane in projection (Kawulok 2006)

Przeponę wykonuje się w poziomie pomiędzy fundamentami i ścianami fundamentowymi. Pomiedzy fundamentem a przeponą należy zastosować warstwę poślizgową. Ławy fundamentowe pod przeponą nie wymagają zbrojenia na siły poziome powodowane eksploatacją górniczą. Szczegółowe informacje dotyczące wymiarowania i konstrukcji przepony podane zostały w (Kawulok 2006).

Na terenach działalności górniczej rzadziej stosowane jest rozwiązanie w formie płyty fundamentowej. Realizowane jest ono tylko w sytuacji wynikającej z warunków gruntowych. Konstrukcja płyty może być płaska, względnie z żebrami wykształconymi na górnej powierzchni.

Przykład rozwiązania fundamentu budynku szkieletowego, pokazany został w p. 4 artykułu.

#### 4. Przykłady realizacji fundamentów

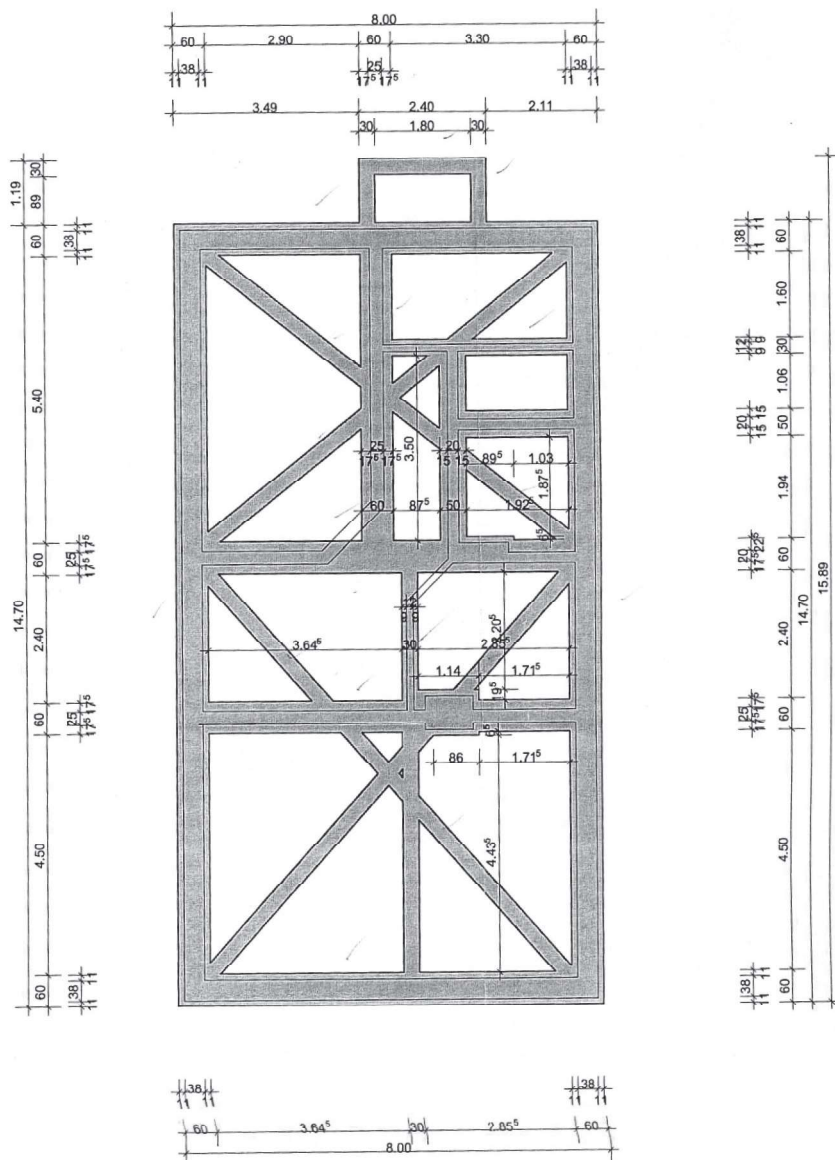
W pierwszym przykładzie przedstawiono konstrukcję fundamentu jednorodzonego niepodpiwniczonego budynku mieszkalnego, który został w fazie projektowania zabezpieczony na wpływ III kategorii deformacji terenu górniczego, zgodnie z (Kawulok 2006, 2015, Kwiatek i inni 1997). Zostało zwiększone zbrojenie ław fundamentowych i wieńców stropowych, wykonano ściągę przekątniowe 0,3

x 0,3 m (rys. 7) oraz podsypkę piaskową pod fundamentami o grubości 0,3 m.

Jako przykład drugi przedstawiono posadowienie budynku halowego, gdzie wykonano stopy fundamentowe o wymiarach 2,0 x 3,0 m i wysokości 0,6 m, pod słupami ustroju nośnego, które połączone zostały układem żelbetowych ściągów o przekroju 0,6 x 0,6 m, zbrojonych 6  $\phi$  28 (rys. 8, 9, 10). Fundamenty zostały zaprojektowane na przejście wpływów III kategorii terenu górniczego. Szerokość szelin dylatacyjnych, tj. odległości pomiędzy krawędziami stóp fundamentowych wyniosła 75 cm, która to wartość spełnia wymagania wyliczonej minimalnej szerokości dylatacji z uwagi na wpływy eksploatacji górniczej.

#### 5. Podsumowanie

W artykule przedstawione zostało zagadnienie posadowienia budynków na terenach górniczych. Zwrócono uwagę na podstawowe oddziaływania (obciążenia w poziomie posadowienia) wynikające z wpływów eksploatacji górniczej oraz podano główne zasady konstruowania fundamentów. Przedstawiono typy fundamentów stosowanych na terenach górniczych oraz dwa przykłady zrealizowanych posadowień, które pozwoliły na zabezpieczenie konstrukcji na wpływ eksploatacji górniczej.



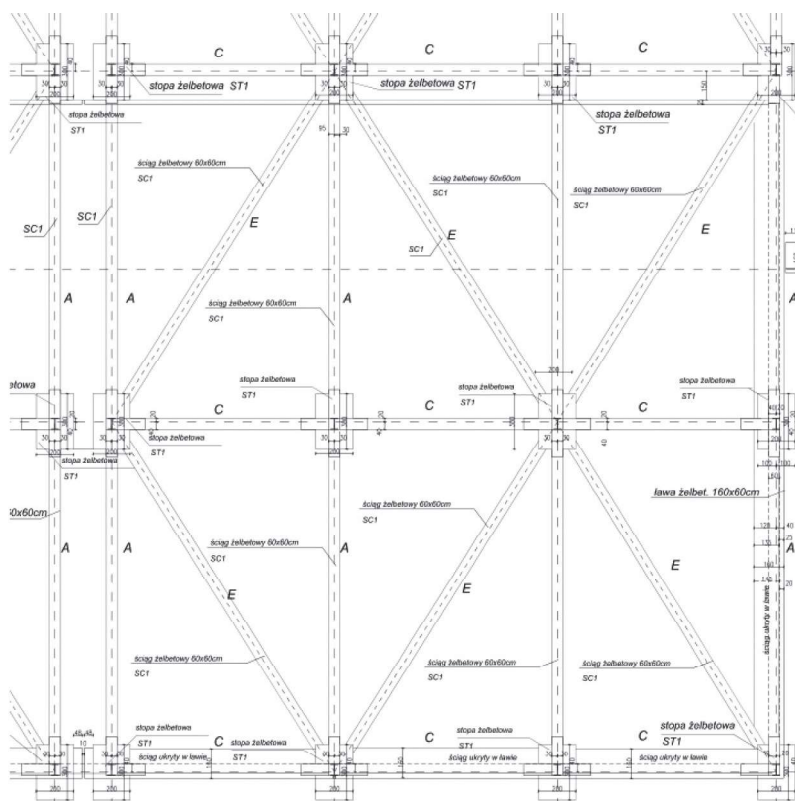
Rys. 7. Rzut ław fundamentowych budynku (Archiwalne ...)  
 Fig. 7. Building long strip footing projection (Archiwalne ...)



Rys. 8. Widok na zbrojenie ściągów i stóp fundamentowych oraz szalunki do betonowania (Archiwalne ...)  
 Fig. 8. View of the reinforcement of tie rods and foundation heels as well as concrete formwork (Archiwalne ...)



Rys. 9. Widok na szczegół zbrojenia ściągów i stopy fundamentowej (Archiwalne ...)  
 Fig. 9. View of the detail of tie rods and foundation heel reinforcement (Archiwalne ...)



**Rys. 10. Fragment rzutu stóp i ściągów fundamentowych budynku halowego**  
(Archiwalne ...)

**Fig. 10. A fragment of the projection of heels and tie rods of a hall building**  
(Archiwalne ...)

Tematyka projektowania posadowienia budynków na terenach górniczych jest specyficzna i niejednokrotnie stwarza znaczne trudności projektantom z części kraju niezwiązanej z wpływami podziemnej eksploatacji górniczej. W literaturze podany został spis materiałów źródłowych, które zawierają podstawowe zasady dotyczące kształtowania, konstruowania i wymiarowania fundamentów budynków na terenach działalności górniczej.

## Literatura

Archiwalne opracowania Instytutu Techniki Budowlanej.  
KAWUŁOK M. 2006 - Projektowanie budynków na terenach górniczych.  
Instrukcja. ITB. Warszawa (Instrukcja ITB nr 416/2006).

KAWUŁOK M. 2015 - Szkody górnicze w budownictwie. Wydawnictwo Instytutu Techniki Budowlanej. Warszawa.  
KWIATEK J. i inni 1997 - Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych. Wydawnictwo Głównego Instytutu Górnictwa. Katowice.  
PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.  
SŁOWIK L., PARKASIEWICZ B. 2014 - Przykład obliczeń rusztu fundamentowego na wpływ poziomych odkształceń terenu. I Konferencja Obiekty Budowlane na Terenach Górniczych. PZITB, Oddział w Katowicach. Katowice.

Artykuł wpłynął do redakcji – październik 2018  
Artykuł akceptowano do druku 17.01.2019