

Marlena Rajczyk, Bartłomiej Stachecki

## PRZYCZYNY USZKODZEŃ I SPOSOBY WZMACNIANIA FUNDAMENTÓW BUDYNKU MIESZKALNEGO JEDNORODZINNEGO

### Wprowadzenie

Wykonanie przez upoważnioną osobę dokumentacji projektowej dla potrzeb budowy domu jednorodzinnego jest zadaniem zazwyczaj technicznie niezbyt skomplikowanym, choć często mozolnym ze względu na zmieniające się kryteria ekonomiczne, konstrukcyjne czy po prostu estetyczne. Niezależnie od przyjętych w końcowej fazie rozwiązań, najczęściej dla potrzeb Inwestora najistotniejszy obszar budynku to część nadziemna, której w procesie projektowym należy poświęcić najwięcej pracy. Równie ważna rola spoczywa na części podziemnej budynku - fundamentach, których nieprawidłowa, na początku niezauważalna, praca może w znacznym stopniu zaburzyć eksploatację lub nawet wyłączyć całkowicie obiekt z pełnionej przez niego funkcji. Naprawa i wzmocnienie fundamentów w palecie robót budowlanych nie należy do rzadkości, nawet jeśli konstrukcję fundamentów zaprojektowano i wykonano zgodnie ze sztuką budowlaną.

### 1. Rola fundamentów

Główną i najważniejszą rolą fundamentów jest przekazywanie na grunt obciążeń z budynku w sposób umożliwiający jego bezpieczną eksploatację przez cały okres trwałości. Ta stosunkowo prosta rola jest w układzie konstrukcyjnym często minimalizowana, a jej praktyczne rozwiązanie sprowadza się do zastosowania „sprawdzonych” schematów przyjętych podczas praktyki inżynierskiej w sytuacjach analogicznych. Często jednak warunki gruntowe są tylko na „pierwszy rzut oka” jednakowe, więc rozwiązanie końcowe powinno być oparte na indywidualnej analizie.

Według obowiązujących obecnie znowelizowanych przepisów Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 27.04.2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych [1], obiekt inżynierski o kubaturze wpisującej się w schemat jednorodzinnego

domu kwalifikuje się najczęściej do I grupy geotechnicznej. Zgodnie z definicją ujętą w [1], obiekt taki musi posiadać „opinię geotechniczną”, ale nie są już obowiązkowe szczegółowe badania podłoża gruntowego. Co zastanawiające, aby kwalifikacja była całkowicie poprawna, obiekt musi być projektowany w warunkach gruntowych określanych przytoczonym Rozporządzeniem jako „proste” - tzn.: „warstwy zalegającego poziomo gruntu są jednorodnie genetycznie i litologicznie, bez wpływu gruntów mineralnych słabonośnych i niekontrolowanych nasypów” [1]. Wykorzystując zakres badań polowych, można dość trafnie wskazać typ gruntu i jego rodzaj, ale bez użycia specjalistycznego sprzętu nieznaną nam będą dane na temat grubości zalegania warstw gruntu. Powyżej omówiony zapis jest więc trudny do interpretacji w życiu codziennym - jeśli chcemy dokładnie zweryfikować grunt, to wiąże się to z wykonaniem minimum kilku odwiertów i przygotowaniem bardziej specjalistycznej opinii.

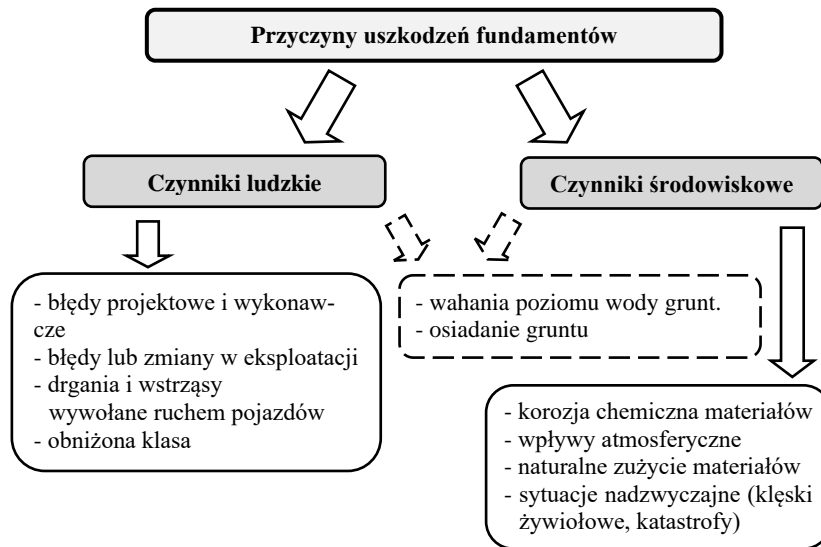
W praktyce znaczna część obiektów opiera się na fundamentach o nośności znacznie przewyższających wymagane minimum, choć częściej wynika to z potrzeby „bezpieczeństwa projektanta” lub z nieprawidłowo dobranych danych do obliczeń co do istniejących warunków gruntowo-wodnych. Fundament o zbyt małej nośności nie będzie w stanie przenieść obciążeń, uniemożliwiając bezawaryjną eksploatację, więc w procesie projektowym wygodnie jest go przezbroić. Jeśli jednak warunki gruntowe miałyby zadecydować o całkowitej zmianie sposobu posadowienia obiektu, np. w sposób pośredni, to bez odpowiednich badań podłoża trudno decydować o sposobie związania obiektu z gruntem.

## **2. Przyczyny uszkodzeń i sposoby wzmocnienia fundamentów domów jednorodzinnych**

Błędy projektowe wynikające najczęściej z braku oparcia opracowania na odpowiednich badaniach to jedna z wielu możliwych przyczyn późniejszego uszkodzenia fundamentów. Inne najczęściej występujące przyczyny zestawiono na rysunku 1. Całość podzielono na dwie główne grupy - spowodowane czynnikami ludzkimi oraz te spowodowane czynnikami naturalnymi (środowiskowymi).

Jak wspomniano wcześniej, nieprawidłowa praca fundamentu może powodować liczne usterki w eksploatacji obiektu, wpływając na bezpieczeństwo użytkowania lub w najkorzystniejszym przypadku jedynie na estetykę części nadziemnej. Zarysowania lub pęknięcia ścian można z łatwością zamaskować, ale bez usunięcia głównej przyczyny będą stale powracały i stopniowo narastały. Wskazanie podstaw wadliwej pracy umożliwia zaproponowanie rozwiązania najdokładniejszego do zaistniałej sytuacji, uwzględniającego bieżący stan konstrukcji i warunki gruntowo-wodne. Konieczne jest też opracowanie kosztów prac i oszacowanie możliwości wykonawców [2].

W artykule nie skupiono uwagi na wzmocnieniu i stabilizacji gruntu jako sposobie do poprawy pracy fundamentów ze względu na obszerność i różnorodność metod będących obecnie w użyciu.



Rys. 1. Najczęstsze przyczyny uszkodzeń fundamentów

Mając na względzie jedynie właściwą konstrukcję posadowienia, sposób wzmocnienia można generalnie podzielić na trzy główne typy:

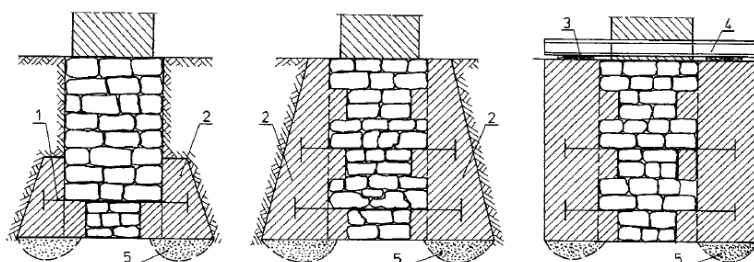
- poprzez pogłębienie fundamentów,
  - poprzez poszerzenie fundamentów,
  - poprzez zmianę sposobu przekazywania obciążeń,
- ewentualnie jako dodatkowy sposób stosuje się wymianę całości lub części fundamentu na nowy.

Pogłębienie fundamentów polega na ich „podbiciu” (podmurowaniu). Wynika zazwyczaj z potrzeb dotarcia do niżej położonych warstw nośnych z powodu zwiększenia przekazywanych na grunt obciążeń czy osłabienia istniejącej warstwy. Częstym powodem podbijania jest też przypadkowe wypłylenie fundamentów, np. poprzez zmianę niwelety drogi na niższą. Prace tym sposobem należy prowadzić odcinkowo (na długości ok. 1÷1,5 m) z wykorzystaniem technologii z betonu monolitycznego, a do znacznych głębokości za pomocą pali lub studni.

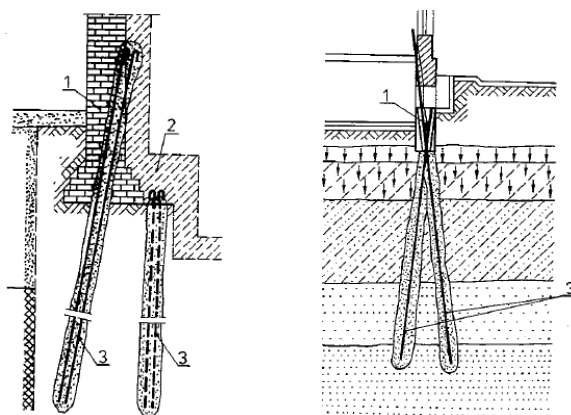
Poszerzenie fundamentów stosuje się przy założeniu, że podłoże jest wystarczająco korzystne i przeniesie zwiększoną wartość obciążeń z budynku. Wykonuje się je na tym samym poziomie co istniejący poziom posadowienia lub z niewielkim podmurowaniem. Prace polegają na zwiększeniu sztywności fundamentu poprzez dwu- lub jednostronne wykonanie odsadzek, najczęściej żelbetowych, trwale połączonych z istniejącą częścią konstrukcji (rys. 2).

Pale w podparciu fundamentów bezpośrednich stosuje się głównie w gruncie słabonośnym lub o wysoko ustabilizowanym poziomie wody gruntowej. Poprzez pale (wbijane lub wiercone) zmienia się sposób pracy fundamentu na pośredni. Ława przy odpowiednio gęstym podparciu palami oraz ewentualne wzmocnienie poziomymi belkami stalowymi u podstawy muru tworzy belkę ciągłą, przekazując

obciążenia w miejscu styku z pałem. W przypadku pali wierconych (rys. 3), otwory wierce się bezpośrednio przez fundamente wymagające wzmocnienia.



Rys. 2. Sposób poszerzenia fundamentu z kamienia [2]: 1 - kotew, 2 - nowe ławy, 3 - podklinowanie, 4 - belka poprzeczna, 5 - ubity grunt



Rys. 3. Sposób wzmocnienia fundamentu palami wierconymi [2]: 1 - istniejący fundament, 2 - nowy fundament, 3 - pale wiercone - iniektowane

### 3. Przykład wzmocnienia fundamentu domu jednorodzinnego

Wzmocnienie fundamentu zaprezentowano na rzeczywistym obiekcie w postaci dwukondygnacyjnego domu jednorodzinnego położonego w miejscowości Kleszczów w powiecie bełchatowskim. Pomimo niewielkich rozmiarów i obciążeń przekazywanych na fundament przez obiekt doszło do licznych uszkodzeń i pęknięć (poziomych, pionowych i ukośnych) ścian i filarków (rys. 4).

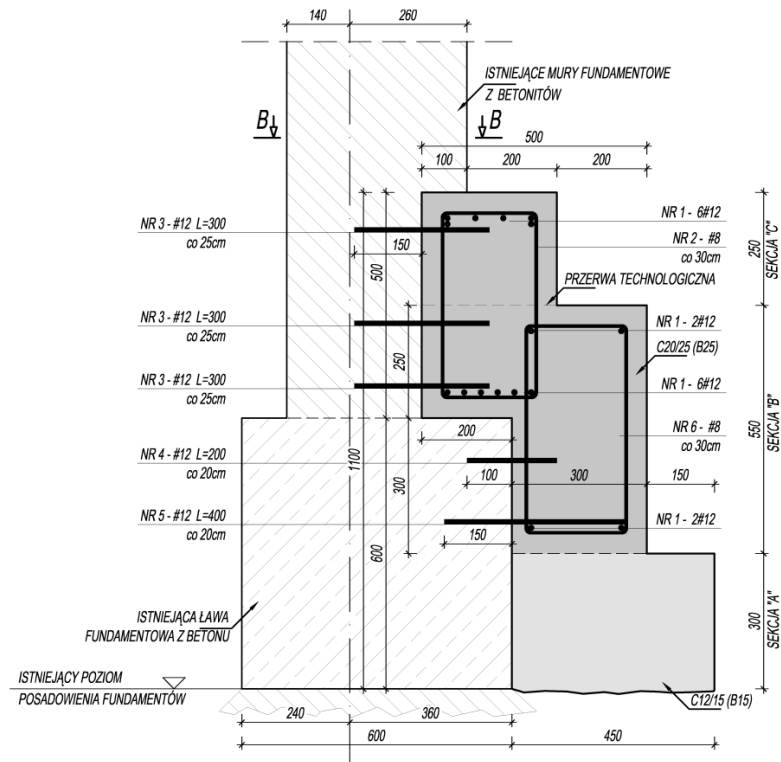
Po wizji lokalnej w budynku i przeanalizowaniu czynników zewnętrznych wskazano na dwie główne przyczyny powstałych szkód [5]:

- nierównomierne osiadanie budynku spowodowane zmianami warunków grunto-wodnych pod wpływem eksploatacji górniczej na terenie „Pole Bełchatów”; bliskie sąsiedztwo /~7 km/ terenów górniczych odkrywkowej Kopalni Węgla Brunatnego „Bełchatów”.
- niską jakość betonitów w murach fundamentowych, powodujących dodatkowe naprężenia i zmniejszające zdolność przenoszenia nierównomiernych obciążeń.



Rys. 4. Przykładowe uszkodzenia obiektu: a) pęknięcie ukośne i poziome filarka przy wejściu, b) pęknięcie ukośne ławy fundamentowej

Ze względu na problem osiadań związanych z obszarem posadowienia obiektu zaproponowano wzmocnienie w postaci podwyższenia nośności na zginanie ławy oraz powiększenia sztywności w kierunku poprzecznym. Z uwagi na wykończony stan budynku i dostęp tylko od „zewnątrznej strony” ławy zalecono wykonanie wzmocnienia ławy w postaci podwójnej belki (rys. 5), okalającej na obwodzie budynek.



Rys. 5. Sposób wzmocnienia istniejącego fundamentu poprzez poszerzenie ławy

Dodatkowo zalecono wykonanie w fundamentach otworów umożliwiających ewentualne późniejsze wykonanie iniekcji oraz usunięcie z muru fundamentowego betonitów złej jakości i zastąpienie ich nowymi. Uszkodzenia ścian w budynku zalecono monitorować poprzez obserwację /placki gipsowe/. Skalę uszkodzeń obiektu oraz realizację prac mających na celu wznoszenie łąw fundamentowych przedstawiono na rysunkach 6 i 7.



Rys. 6. Początkowe etapy wykonywania wzmocnienia łąw fundamentowych [6]:  
po lewej: nowa łąwa z betonu C12/15, po prawej: skute elementy  
muru fundamentowego z betonitów niskiej jakości



Rys. 7. Główne etapy wykonywania wzmocnienia łąw fundamentowych [6]:  
po lewej: zbrojenie obwodowe łąwy, po prawej: przerwa technologiczna  
w trakcie prac żelbetowych

Po upływie dwóch lat od czasu wykonania wzmocnienia nie zaobserwowano oznak odnowienia się dawnych uszkodzeń. Brak również nowych rys i pęknięć ścian nadziemnych, mogących świadczyć o dalszych problemach w pracy łąw fundamentowych.

## Literatura

- [1] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 27.04.2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych.
- [2] Masłowski E., Spiżewska D., Wzmacnianie konstrukcji budowlanych, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 2000.
- [3] Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych, Rozdział 8, praca zbiorowa pod kierunkiem prof. dra hab. inż. J. Kwiatka, [w:] Usuwanie skutków eksploatacji górniczej w budynkach, Wydawnictwo Głównego Instytutu Górniczego, Katowice 1998.
- [4] Lambe T., Whitman R., Mechanika gruntów, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 1977.
- [5] „Ekspertyza techniczna uszkodzenia ścian nośnych i fundamentów dla budynku mieszkalnego jednorodzinnego”, wg opracowania: Z. Kucharzewski, J. Polachoszko, B. Stachecki, wrzesień 2012, dla potrzeb inwestora - właściciela obiektu.
- [6] Dokumentacja fotograficzna wykorzystana za zgodą właściciela obiektu i autora zdjęć Pana Marka Pyki.

## Streszczenie

W artykule przedstawiono problematykę związaną z nieprawidłową pracą fundamentów budynków jednorodzinnych. Podkreślono istotną rolę i znaczenie fundamentów, co często jest pomijane w konstrukcji. Wskazano główne powody ich uszkodzeń oraz skupiono uwagę na sposobach wzmocnień. W ostatniej części przedstawiono wyniki ekspertyzy wykonanej w 2012 r. dla domu jednorodzinnego wymagającego wzmocnienia fundamentów, a także wnioski wraz z dokumentacją fotograficzną z wykonanych prac.

## Ways of strengthening and damage causes of single-family building foundations

### Abstract

The article presents the issues related to the problems of malfunction of the single-family houses foundations. The role and significance of the foundation indicating the great importance which is often overlooked in the design is presented. There are indicated the main reasons for their failures and attention focused on ways of strengthening. The last part presents the results of expertise developed in 2012 for single-family home in need of strengthening the foundations - conclusions and photographic documentation of the performed works is included.