

# Oddziaływanie geotechniczne na zabudowę sąsiednią w świetle analizowanych przypadków

dr inż. Jerzy Sendkowski, Biuro Budowlane ANKRA Sp. z o.o., Kielce, dr inż. Anna Tkaczyk, dr inż. Łukasz Tkaczyk, Biuro Budowlane BAUKO s.c., Kielce

## 1. Wprowadzenie

Obserwujemy dynamiczny rozwój budownictwa na terenach miejskich. Powstawały i powstają galerie, wieżowce, apartamentowce, budynki mieszkalne wielokondygnacyjne, budynki wielorodzinne, obiekty użytku publicznego (filharmonie) itp. Zwiększa się zapotrzebowanie w zakresie wykorzystania przestrzeni podziemnej (parkingi, tunele, przesiłki itp.). Związane jest to z realizacją głębokich wykopów z uwzględnieniem istniejącej infrastruktury podziemnej, wielokrotnie w bliskim sąsiedztwie istniejącej zabudowy, czy zabudowy objętej ochroną konserwatorską.

Powstaje konieczność przeprowadzenia oceny wpływu powstających obiektów na sąsiadujące obiekty. Wynika to bezpośrednio z pakietu norm dotyczących zagadnień związanych z niezawodnością obiektu budowlanego w czasie całego okresu jego przygotowania, realizacji i eksploatacji (aż po rozbiórkę włącznie). Aktualny stan wiedzy pozwala na takie działania inwestycyjne, aby realizacja konkretnego zadania inwestycyjnego pozwalała na uzyskanie koniecznej niezawodności obiektu budowlanego jako odpowiedzi na zapotrzebowanie przyszłego użytkownika. Różnicowanie poziomu koniecznej niezawodności obiektu budowlanego powinno prowadzić do równowagi pomiędzy konsekwencjami zniszczenia obiektu z wysokością koniecznych nakładów finansowych, również tych, które prowadzą do zabezpieczenia interesu i mienia osób trzecich znajdujących się w strefie wpływów (geotechnicznych S, wpływów drgań parasejsmicznych, wpływów oddziaływania akustycznego i innych) związanych z realizacją i eksploatacją danego obiektu budowlanego, infrastruktury komunikacyjnej itp. Występują przypadki, że obiekty tego typu realizuje się z naruszeniem przepisów prawa, wymogów technicznych, jakim winny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, dostępnej wiedzy technicznej, często z naruszeniem interesów osób trzecich. Poniżej przedstawiono kilka przykładów popierających powyższe stwierdzenia.

## 2. Przykłady realizacji obiektów wymagających ochrony zabudowy sąsiedniej

### Przypadek 1

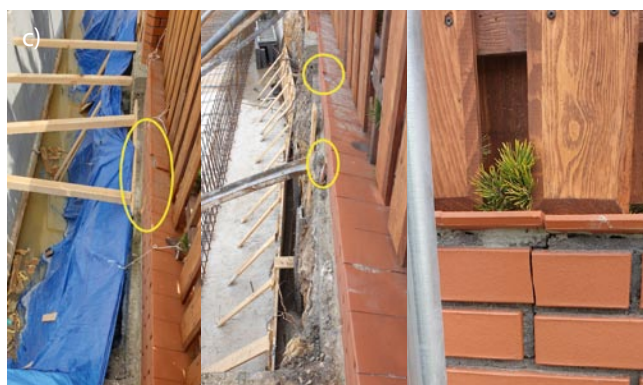
Dotyczy budynku mieszkalnego wielorodzinnego, wolnostojącego, siedmiokondygnacyjnego przeznaczonego



**Rys. 1.** Budynek mieszkalny wielorodzinny: a) widok braku zabezpieczenia wykopu, wobec strefy bezpośredniego oddziaływania wykopu realizowanej budowy na działkę sąsiednią



b) wizualizacja terenu i strefy bezpośredniego oddziaływania wykopu realizowanej budowy na działkę sąsiednią; linią żółtą zaznaczono ogrodzenie biegnące w granicy między sąsiednimi działkami, linią czerwoną zaznaczono strefę oddziaływania geotechnicznego realizowanego wykopu



c) widok braku zabezpieczenia wykopu wobec strefy bezpośredniego oddziaływania wykopu realizowanej budowy na działkę sąsiednią oraz skutków braku zabezpieczenia wykopu

na cele mieszkalne. Według projektu budowlanego w całym podziemiu przewidziano garaż na samochody osobowe. Budynek zaprojektowano w nowoczesnej formie architektonicznej, ale w technologii tradycyjnej. Posadowienie budynku zrealizowano na płycie fundamentowej. Ściany zewnętrzne zaprojektowano jako murowane z bloczków SILKA o grubości 18 cm, ocieplone styropianem EPS. Fasada o grubości 16 cm. Dach płaski o nachyleniu 1,5°. Pokrycie dachu ze styropapy. Stropy nad piwnicą oraz pomiędzy poszczególnymi kondygnacjami zaprojektowano jako monolityczne (rys. 1a–1c).

### Przypadek 2

Dotyczy budynku mieszkalnego wielorodzinnego z częścią usługową (w tym usługi handlu o powierzchni sprzedaży 283,32 m<sup>2</sup>) oraz garażem podziemnym wraz z instalacjami wewnętrznymi (kanalizacji sanitarnej, kanalizacji deszczowej, wentylacji mechanicznej, ciepłej wody użytkowej, wody zimnej, wody do celów ppoż., centralnego ogrzewania, gazowej, elektrycznej, teletechnicznej) oraz instalacjami zewnętrznymi (wodociągową, kanalizacją sanitarną, kanalizacją deszczową, gazową i elektryczną) wraz z zagospodarowaniem terenu oraz rozbiórką budynków istniejących



**Rys. 2.** Budynek mieszkalny wielorodzinny z częścią usługową: a) widok zabezpieczenia wykopu według rozwiązania projektowego ścianek „berlińskich”



b) widok zabezpieczenia wykopu według rozwiązania projektowego ścianek „berlińskich”, a na „długości budynku” w postaci palisady z pali żelbetowych, których rozmieszczenie i dobór przerzucono na wykonawcę, zamiast wykonać stosowną dokumentację, na etapie opracowania projektu geotechnicznego

na przedmiotowych działkach. Obiekt realizowany jest według prawomocnego pozwolenia. Widok realizacji robót fundamentowych wraz zabezpieczeniem wykopu pokazano na rysunkach 2a–2e.

### Przypadek 3

Realizacja obiektu biurowo-usługowego, z dwoma kondygnacjami podziemnym zgodnie z obowiązującymi przepisami, normami i wiedzą techniczną. Realizowany obiekt pokazano na rysunkach 3a–3b.



c) widok nieskutecznego zabezpieczenia wykopu; palisady nie wykonano na całej długości budynku, nastąpiło przemieszczanie się gruntu do wykopu pomiędzy palisadami oraz w obszarze przejścia z palisady na „ściankę berlińską”



d) widok skutków błędów projektowych i wykonawczych; występuje przemieszczanie się gruntu pod budynkiem przyległym do realizowanej budowy, ewidentny, negatywny wpływ realizowanej budowy na zabudowę sąsiednią, powstałe uszkodzenia wymagają będą skutecznej naprawy



e) widok nieudolnej próby „ratowania” i podpierania sąsiedniej zabudowy; tylko zbiegowi okoliczności i braku nadmiernych opadów udało się opóźnić sytuację, niemniej na budynku, ścianach fundamentowych zarejestrowano uszkodzenia, które będą wymagały naprawy



**Rys. 3.** Obiekt biurowo-usługowy: a) widok realizacji obiektu z pełnym monitoringiem na zabudowie sąsiedniej



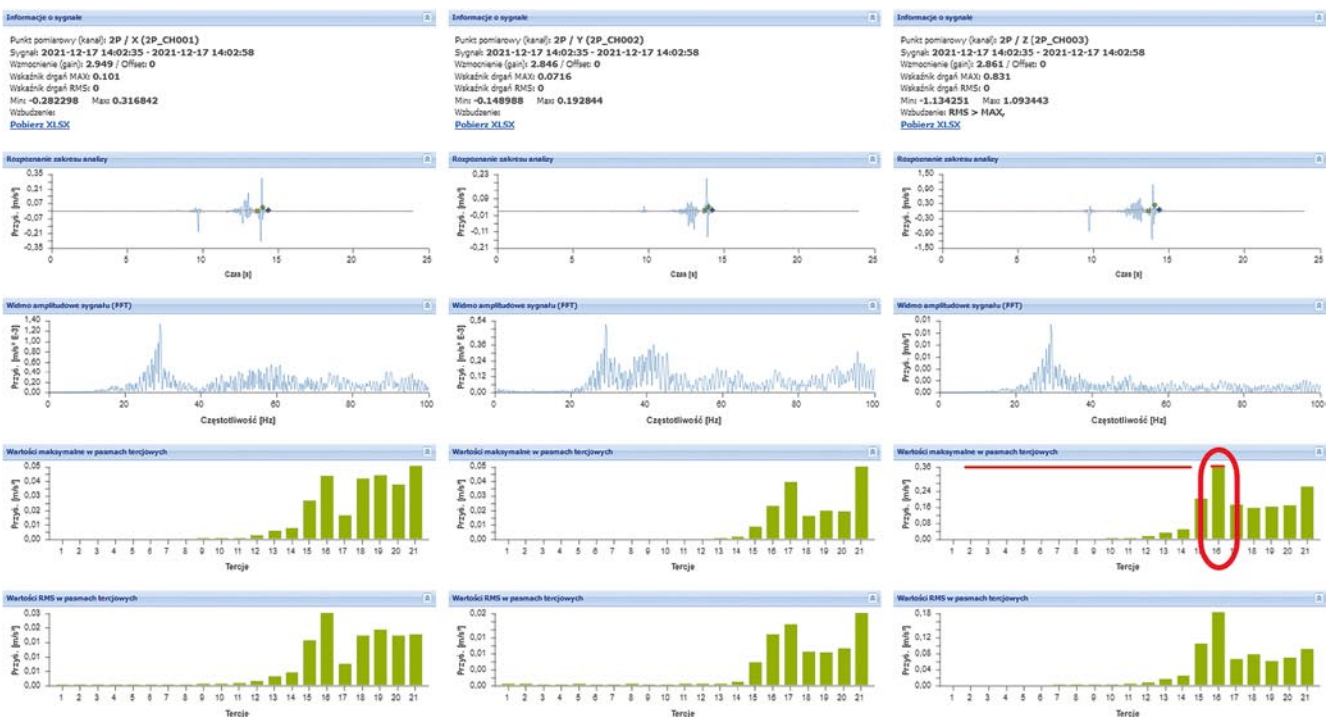
b) widok monitorowanego budynku w strefie oddziaływania geotechnicznego i widok realizacji obiektu oddziaływającego geotechnicznie na zabudowę sąsiednią

Realizując obiekt w intensywnej zabudowie inwestor zażądał o rozpoznanie oddziaływania na zabudowę sąsiednią. Wdrożył wymagany (EC-7) monitoring przemieszczeniowy. Zarządcy infrastruktury sąsiedniej zadbał o monitoring drganiowy, realizowany np. na budynku Signum Work Station.

### 3. Analiza

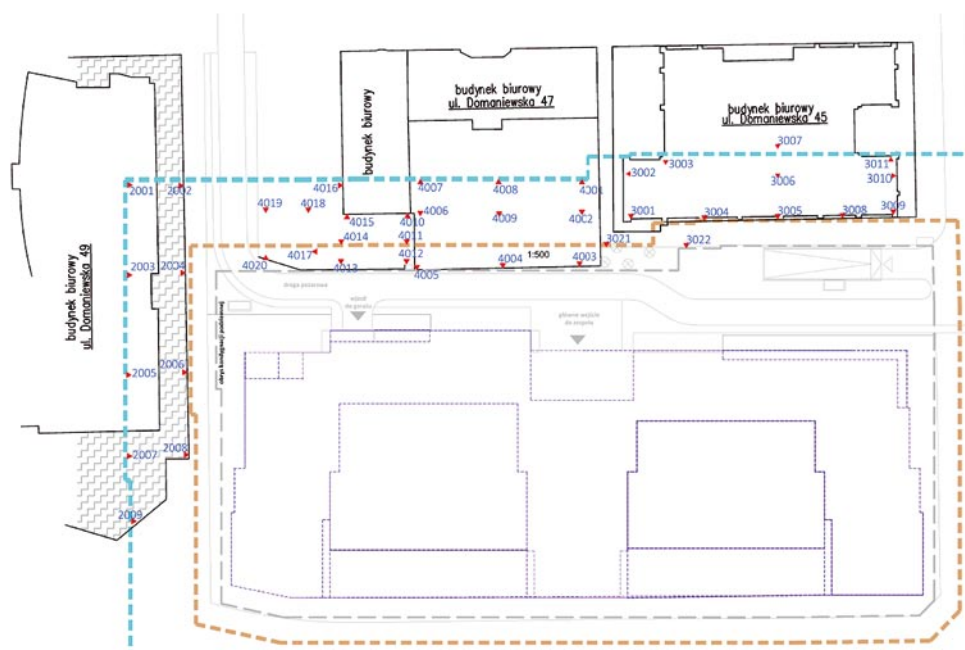
W pierwszym przypadku występowały braki w projekcie budowlanym, którego zawartość weryfikowano z dokumentacją złożoną do pozwolenia na budowę w starostwie powiatowym. Projekt budowlany nie zawierał opinii geotechnicznej, a w projekcie geotechnicznym brak było analizy oddziaływania geotechnicznego na zabudowę sąsiednią. Brak było również projektu zabezpieczenia wykopu budynku mieszkalnego wielorodzinnego z garażem podziemnym. Sposób realizacji robot budowlanych był niezgodny z wiedzą i sztuką budowlaną, poprzez zaniechanie analizy oddziaływania geotechnicznego i opracowania projektu zabezpieczenia wykopu i jego wpływu na zabudowę sąsiednią. W wyniku przemieszczeń gruntu wobec, niezabezpieczonego wykopu, wystąpiły uszkodzenia ogrodzenia.

W drugim przypadku projektant potwierdził kompletność projektu budowlanego, a w rzeczywistości brak było dokumentacji z badania podłoża gruntowego, opinii geotechnicznej sporządzonej przez osoby uprawnione (geotechnika, nie geolog, jest to nagminne w opracowaniach sporządzonych przez osoby nieuprawnione, nienależące do izby inżynierów i techników budownictwa, bez opłaconych składek



**Rys. 4.** Widok zapisanej dynamicznej maksymalnej odpowiedzi monitorowanego obiektu Signum Work Station, wartości ekstremalne na kierunku Z oznaczono na czerwono

**Rys. 5.** Widok osnowy geodezyjnej budowy i monitorowanego obiektu Signum Work Station (lewa strona)



członkowskich, wymaganych na etapie ubezpieczenia obiektu w czasie jego realizacji) oraz projektu geotechnicznego.

Ponadto w załącznikach do projektu budowlanego dostępnego w PINB nie było dokumentacji z badania podłoża gruntowego, opinii geotechnicznej sporządzonej przez osoby uprawnione oraz projektu geotechnicznego.

W trzecim przypadku zarządca infrastruktury sąsiedniej (fundusze powiernicze), korzystając z dostępnych metod zarządzania ryzykiem, unikając nadmiernego ryzyka, wdrożył dostępne środki, by nie wystawiać obiektu Signum Work Station na ewentualne roszczenia. Zarządca obiektu sąsiedniego wdrożył niezależnie od inwestora ochronę własną. Wprowadzono niezależny monitoring drganiowy i przemieszczeniowy. Na rysunku 4 pokazano przykładowy raport miesięczny (za grudzień 2021 r.) z prowadzonego monitoringu drganiowego i geodezyjnego.

#### Monitoring drganiowy

Dla zarejestrowanej dynamicznej odpowiedzi budynku Signum Work Station i wyznaczonej w procedurze Szybkiej Transformaty Fouriera maksymalna wartość wskaźnika drgań WODB zarejestrowana w grudniu 2021 r. wynosiła 0,8310. Odpowiadająca wartość przyspieszenia mogącego negatywnie wpłynąć na konstrukcję monitorowanego obiektu (wzięta z linii B' na skali SWDII (dla pasma nr 16 – częstotliwość 31,5 Hz) wynosiła ok. 0,38 m/s<sup>2</sup>.

$$0,3158 \text{ m/s}^2 / 0,38 \text{ m/s}^2 = 0,8310$$

$$0,3158 \text{ m/s}^2 < 0,38 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Wskaźnik WODB} = 0,8310$$

Wskaźnik WODB podaje, jak odległe są parametry drgań generujące się w przedmiotowych budynkach od dolnej granicy uwzględnienia parasejsmicznych wpływów dynamicznych na budynki (WODB < 1) albo iluokrotnie granica ta została przekroczona (WODB > 1).

$$A = 0,3158 \text{ m/s}^2 < a_{\text{max}} = 0,38 \text{ m/s}^2 \text{ (warunek spełniony).}$$

Stwierdzono brak przekroczenia bezpiecznej granicy oddziaływań dynamicznych na monitorowany budynek od prac budowlanych prowadzonych na sąsiedniej posesji w grudniu 2021 roku.

#### Monitoring geodezyjny

W wyniku pomiarów geodezyjnych otrzymano:

- maksymalne osiadanie reperów na obiekcie wynosiło 0,7 mm na reperze nr 2005 i 2008;
- w okresie od 08.12.2021 do 22.12.2021 na budynku nie zaszły żadne zmiany, stan budynku nie uległ w tym okresie pogorszeniu;
- miesięczne pomiary geodezyjne nie pokazały zmian większych niż 0,7 mm (dokładność pomiarów geodezyjnych 0,4 mm);
- przemieszczenia (pionowe i poziome) reperów nie wykazały zmian większych niż 0,7 mm;
- budowa sąsiednia prowadzona poprawnie pod względem obsługi geodezyjnej,
- obserwacje geotechniczne i geodezyjne prawidłowe, bez oznak jakichkolwiek zagrożeń.

#### 4. Podsumowanie

Sposób zalecanego trybu postępowania przy projektowaniu i wykonywaniu głębokich wykopów w sąsiedztwie istniejących obiektów według PN EN 1900, PN EN 1997-1, dostępnej wiedzy, np. w [4] pokazano w tabeli 1.

Jest to konieczne i winno być na każdym możliwym kroku podnoszone.

Brak profesjonalizmu i ignorancja wymagań podanych w EC7 [1, 2, 3] to nadal częsty obraz z naszego rynku budowlanego. Bardzo częstymi przypadkami jest wykonywanie opinii geotechnicznych i projektów geotechnicznych przez geologów, wbrew zapisom Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej (poz. 463) w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych z dnia 25 kwietnia 2012 r.

**Tabela 1.** Sposób zalecanego trybu postępowania przy projektowaniu i wykonywaniu głębokich wykopów w sąsiedztwie istniejących obiektów

Fazy realizacji	Niezbędne czynności
Decyzja o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu	Koncepcja obiektu i części podziemnej
	Wstępna ocena oddziaływań rodzaj wykopu, zasięg strefy oddziaływań, wskazanie obiektów w strefie S
Projekt budowlany	Projektowanie obudowy i technologii wykonania wykopu (części podziemnej) prognoza ekstremalnych przemieszczeń terenu w sąsiedztwie ścian obudowy
	Ocena wpływu budynków na stan sąsiednich obiektów rozpoznanie konstrukcji i występujących uszkodzeń, ocena skutków, granicznych wartości przemieszczeń, dodatkowe zalecenia w razie potrzeby
	Uzgodnienia z właścicielami/zarządcami sąsiednich obiektów (w razie potrzeby)
Projekt wykonawczy	Program monitorowania obiektów Baza pomiarowa, częstotliwość pomiarów, zasady oceny wyników – wartości graniczne
	Szczegółowa inwentaryzacja uszkodzeń (obiekty w strefie S)
Budowa	Monitorowanie zachowania się obiektów (obiekty w strefie S) Prowadzenie pomiarów, bieżąca ocena wyników
	Monitorowanie zachowania się wybranych obiektów (obiekty w strefie S) Prowadzenie pomiarów, bieżąca ocena wyników (w razie potrzeby)

S – strefa oddziaływania wykopu – przestrzeń podłoża wokół wykopu, w którym wykonanie wykopu powoduje wystąpienie pionowych i poziomych przemieszczeń gruntu

**Referat był wygłoszony na Konferencji Warsztat Pracy Rzecznawcy Budowlanego w Cedzynie w październiku 2022.**

**BIBLIOGRAFIA**

- [1] PN-EN 1997-1 Projektowanie geotechniczne, Część 1, Zasady ogólne
- [2] PN-EN 1997-2 Projektowanie geotechniczne, Część 2, Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego
- [3] Wysokiński L., Kotlicki W., Godlewski T., Projektowanie geotechniczne wg Eurokodu 7, Poradnik, ITB, Warszawa, 2011
- [4] Kotlicki W., Godlewski T., Łukasik S., Bogusz W., Ochrona zabudowy w sąsiedztwie głębokich wykopów, Poradnik, ITB, Warszawa, 2020
- [5] Sendkowski J., Tkaczyk A., Tkaczyk Ł., Rozpoznanie jako podstawa projektowania geotechnicznego, XIII Konferencja Naukowo-Techniczna, Warsztat Pracy Rzecznawcy Budowlanego, Kielce, 2014
- [6] Sendkowski J., Tkaczyk A., Tkaczyk Ł., Geotechniczne uwarunkowania posadowienia obiektów budowlanych, XIV Konferencja Naukowo-Techniczna, Warsztat Pracy Rzecznawcy Budowlanego, Kielce, 2016
- [7] Sendkowski J., Tkaczyk A., Tkaczyk Ł., Posadowienie obiektu budowlanego w skomplikowanych warunkach gruntowych, Studium przypadku, XV Konferencja Naukowo-Techniczna, Warsztat Pracy Rzecznawcy Budowlanego, Kielce, 2018
- [8] Sendkowski J., Tkaczyk A., Tkaczyk Ł., Geotechniczne uwarunkowania budowy tunelu metodą przecisku, XVI Konferencja Naukowo Techniczna, Warsztat Pracy Rzecznawcy Budowlanego, Kielce, 2020
- [9] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej (poz. 463) w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych z dnia 25 kwietnia 2012 r.
- [10] PN-EN 1990 Podstawy projektowania konstrukcji
- [11] Starosolski W., Niezawodność obiektu budowlanego (w świetle pakietu norm PN-ISO), Przegląd budowlany 1/2008

**XIII KONFERENCJA NAUKOWA – KONSTRUKCJE ZESPOLONE 2023 | Zielona Góra, 29–30 czerwca 2023 r.**



Konferencja jest poświęcona szeroko rozumianym konstrukcjom zespolonym, które powszechnie stosowane są w budownictwie. Tematyka konferencji dotyczy aktualnej problematyki konstrukcji zespolonych z zakresu teorii, badań, projektowania, nowych technologii, realizacji, diagnostyki, wzmocnień, normalizacji i perspektyw rozwoju. Podczas konferencji zostaną wygłoszone dwa referaty problemowe, a jedna z sesji będzie poświęcona jubileuszowi 90 urodzin Profesora Tadeusza Bilińskiego.

Organizatorem konferencji jest Instytut Budownictwa Uniwersytetu Zielonogórskiego.

Patronat honorowy nad konferencją objęli: Andrzej Adamczyk – Minister Infrastruktury, Kazimierz Furtak – Przewodniczący Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej Polskiej Akademii Nauk, Wojciech Strzyżewski JM Rektor Uniwersytetu Zielonogórskiego, Janusz Kubicki – Prezydent Miasta Zielona Góra i Tadeusz Glapa – Przewodniczący Lubuskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Przyjęte przez Komitet Naukowy referaty konferencyjne będą opublikowane w czasopiśmie „Przegląd Budowlany”. Opłata konferencyjna wynosi 1600 zł, a dla uczestników nieprzekraczających 35 roku życia opłata wynosi 1000 zł.

Przewodniczący Komitetu Naukowego: Kazimierz Flaga  
Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego: Jacek Korentz

[www.konstrukcje-zespolone.uz.zgora.pl](http://www.konstrukcje-zespolone.uz.zgora.pl)  
Serdecznie zapraszamy do Zielonej Góry.

