



Dr inż. Jacek KAWALEC, jacek.kawalec@polsl.pl
Katedra Geotechniki Politechniki Śląskiej w Gliwicach

STAN AWARYJNY FUNDAMENTÓW WIELKOPOWIERZCHNIOWEGO OBIEKTU HANDLOWEGO POSADOWIONYCH NA ŹLE ROZPOZNANYM NASYPIE

CRITICAL CONDITION OF LARGE FLOOR SURFACE SHOPPING CENTRE FOUNDATIONS
FOUNDED ON WRONGLY INVESTIGATED EMBANKMENT

Streszczenie Realizacja wielkopowierzchniowego obiektu handlowego na obszarach o gęstej zabudowie często związana jest z decyzją o lokalizacji na obszarze częściowo geotechnicznie zdegradowanym. Przykładem takiej popularnej inwestycji jest obiekt handlowy, zaprojektowany na nasypie niebudowlanym o dużej miąższości, nieprawidłowo zakwalifikowanym jako nasyp budowlany. Podanie przez dokumentację geologiczno-inżynierską parametrów dla celów projektowych doprowadziło do znacznego osiadania fundamentów pod własnym ciężarem, przekraczającego stan graniczny już na początku budowy. Referat ma na celu przedstawienie warunków geotechnicznych podłoża, podjętych decyzji projektowych oraz całego ciągu przyczynowo-skutkowego, który doprowadził do powstania stanu awaryjnego jeszcze przed zakończeniem budowy.

Abstract Realization of large in scale trade centre in areas of dense building development is often connected with decision to localize object on geotechnically degraded surface. An example of this kind of popular investment presented in the paper is trade centre designed over deep, uncontrolled soil deposit wrongly classified as good embankment. Design parameters of those soils wrongly estimated by geological report brought to foundations unexpected and unacceptable settlement under their weight only at the very beginning of construction process. Paper is presenting geotechnical condition of substratum, decisions taken by designers and whole cause-effect link which before end of construction works has created the emergency condition of the structure.

1. Wstęp

Gwałtowny rozwój sieci handlowych w ostatnich latach przekłada się na dużą dynamikę wzrostu ilości obiektów handlowych budowanych i oddawanych do użytku. Proces inwestycyjny został bardzo przyspieszony w czasie, Inwestorzy dążą do zamknięcia go w ramach kilkunastu miesięcy. Problematyka projektowania obiektów pod presją czasu, przy dużej powtarzalności pewnych elementów projektu obarczona jest większym ryzykiem popełnienia błędu w sytuacji odmiennych uwarunkowań zewnętrznych. Takim zmiennym parametrem są z pewnością warunki geotechniczne pod obiektem. Szczególnym przypadkiem, wymagającym często zastosowania niekonwencjonalnych metod są obszary zdegradowane, w tym nasypy niekontrolowane [13]. Projekt fundamentów jest w takim wypadku rozwiązaniem „niepowtarzalnym” i z pewnością wymaga każdorazowej, szczególnej uwagi w trakcie podejmowania decyzji o sposobie posadowienia. Regulują to

odpowiednie przepisy, choć jak pokazuje praktyka, i tak nie zawsze nawet trudne warunki gruntowe skłaniają do pochylenia się nad problemem i dokładnej analizy sytuacji.

W referacie opisano przykład obiektu handlowego zlokalizowanego na Śląsku, realizowanego na przełomie roku 2004/2005.

2. Opis inwestycji i charakterystyka warunków gruntowych

Zaprojektowany obiekt handlowy o powierzchni zabudowy w pierwszym etapie ok. 3500 m² w konstrukcji stalowej z rozstawem słupów 12 x 24 m, realizowany był jako rozwiązanie typowe dla Inwestora. Założono posadowienie obiektu na stopach fundamentowych o wymiarach 2,0 x 2,0 m oraz 2,3 x 1,5 m na głębokości uwzględniającej głębokość przemarzania dla Śląska $h_z = 1,0$ m. Przyjęto, iż podłoże gruntowe musi spełnić wymóg minimalnej wartości jednostkowego oporu obliczeniowego podłoża pod fundamentami $q_{fn} = 250$ kPa.

Dla powyższych założeń zlecono wykonanie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. W ramach opracowywania dokumentacji wykonano 9 otworów badawczych w rejonie projektowanego obiektu oraz 7 otworów w rejonie projektowanego parkingu otaczającego obiekt. Charakterystyka podłoża opisana została w dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Stwierdzono, iż w rejonie projektowanego obiektu na początku XX-go stulecia zlokalizowane było wyrobisko gliny sięgające głębokości kilkunastu metrów. Wyrobisko to zostało w okresie późniejszym zasypane materiałem odpadowym pochodzącym z kopalni oraz gruntami z budowy okolicznych osiedli mieszkaniowych. W późniejszym okresie cała powierzchnia terenu została jeszcze przykryta warstwą nasypu żużlowo-kamienisto-piaszczystego z domieszkami gliny. Wypełnienie wyrobiska odbywało się w sposób niekontrolowany. Głębokość zasypanego wyrobiska była zmienna, w rejonie projektowanego pawilonu wahała się w granicach 9,8 – 14,2 m ppt.

W głębszych partiach podłoża pod nasypami stwierdzono zaleganie utworów karbonu wykształconych jako gliny pylaste zwarte oraz iły oraz w głębszych partiach mułowce i iłowce z laminami węgla. Przykładowy przekrój geologiczno-inżynierski z dokumentacji [2] przedstawiony został na rysunku 1.

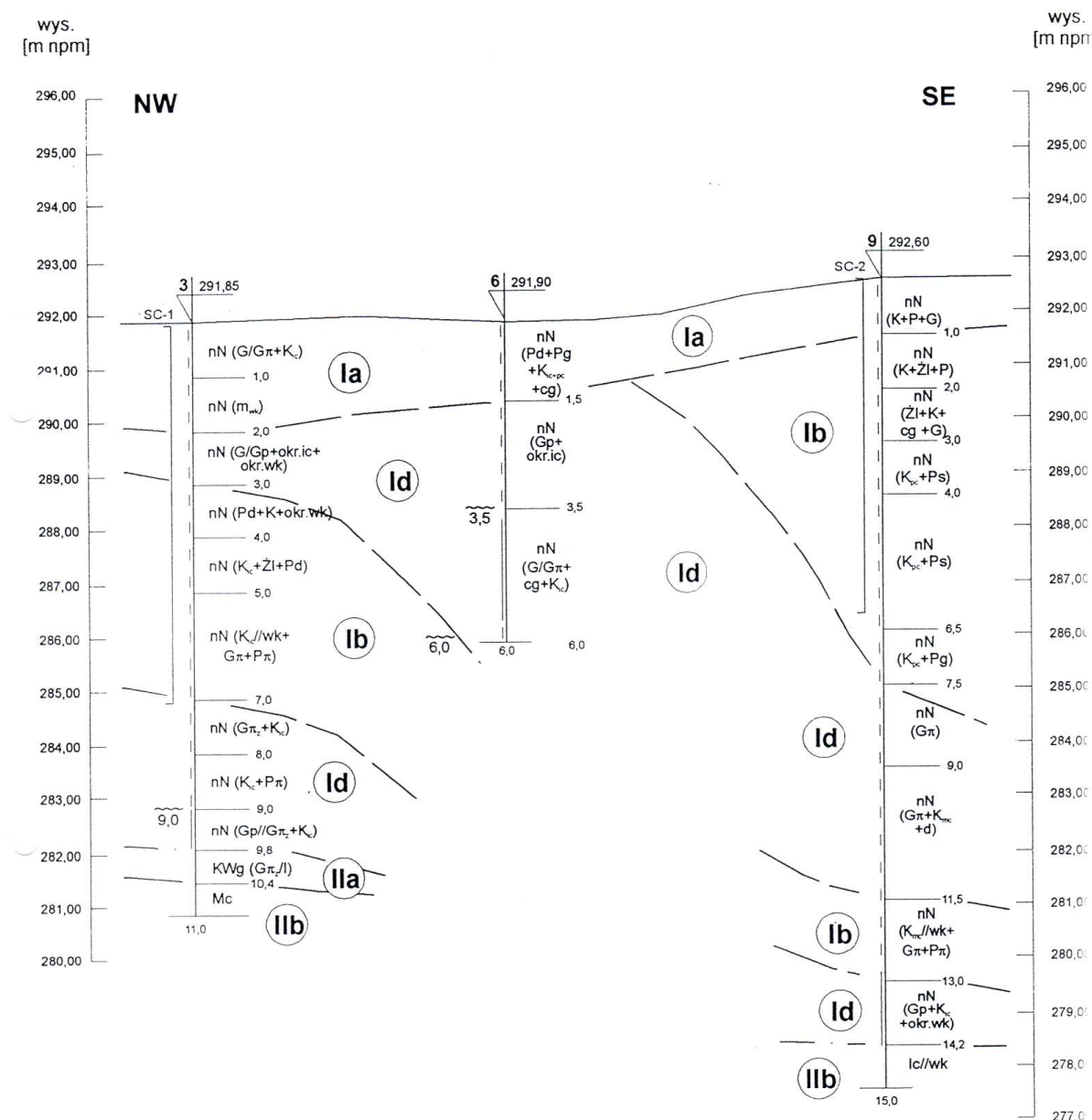
Dodatkowo, stwierdzając występowanie gruntów nasypowych, w celu określenia ich stanu, wykonano 3 sondowania sondą dynamiczną ciężką (SD-63,5)[2]. Reprezentatywny profil sondowania dynamicznego przedstawiono na rysunku 2.

3. Wnioski i wytyczne zawarte w dokumentacji geologiczno-inżynierskiej

Ku zaskoczeniu, autorzy dokumentacji geologiczno inżynierskiej [2] podłoże, zbudowane w obszarze zasięgu wpływu fundamentów obiektu z gruntów nasypowych, podzielili na warstwy o różnych właściwościach na podstawie wyników sondowań dynamicznych. W pakiecie współczesnych gruntów nasypowych (Q_n^n) wydzielono 4 warstwy geotechniczne:

- Warstwa Ia – nasypy kamienisto gliniaste z domieszkami antropogenicznymi w stanie luźnym. Miąższość warstwy określono na maksymalnie 2m.
- Warstwa Ib – średniozagęszczona mieszanina gruntów kamienisto-gliniastych o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D = 0,56$
- Warstwa Ic – nasypy zbudowane z okruchów, częściowo rozlasowanych skał karbońskich. Ich stan określono jako zwarty i półzwarty.
- Warstwa Id – nasypy zbudowane w przewadze z „rozlasowanych” iłowców i pyłowców w stanie twardoplastycznym. Dla tej warstwy określono na podstawie badań laboratoryjnych przybliżony stopień plastyczności $I_L = 0,18$.

W dalszym kroku, w oparciu o zależności korelacyjne podane w normie PN-81/B-03020 „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie” [8] opracowano orientacyjne uogólnione wartości parametrów geotechnicznych w zestawieniu tabelarycznym (tablica 1).

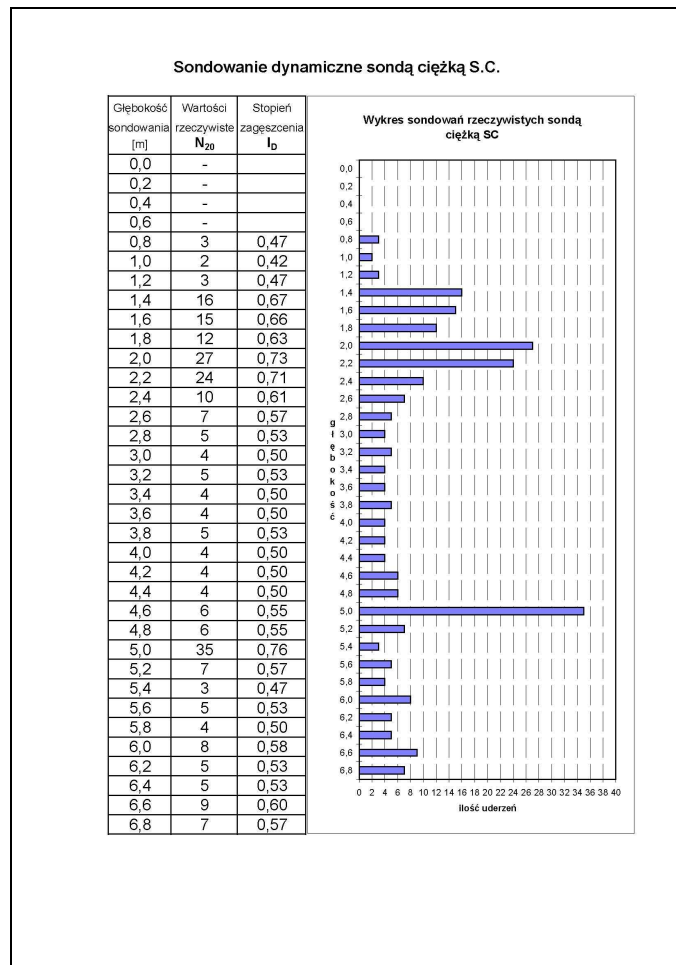


Rys. 1 Typowy przekrój geologiczno-inżynierski wg dokumentacji [2]

W dalszej części dokumentacja geologiczno-inżynierska zawiera wytyczne dla przygotowania podłoża pod fundamenty obiektu. Znalazł się tu zapis, iż podłożo winno odpowiadać parametrowi wtórnego modułu odkształcenia, mierzonego płytą sztywną średnicy 30 cm, wynoszącemu $E_2 \geq 120$ MPa przy równoczesnym zachowaniu warunku stosunku modułów wtórnego do pierwotnego $I_0 \leq 2,2$. Są to wymagania zaczerpnięte z budownictwa komunikacyjnego, gdzie metoda kontroli poszczególnych warstw nasypów polega na potwierdzaniu uzyskiwania wymaganych modułów odkształcenia przy badaniu płytą sztywną (popularnie określana płytą VSS).

Tablica 1. Wartości parametrów geotechnicznych, charakterystyczne i obliczeniowe, dla wydzielonych warstw gruntów przytoczone za dokumentacją [2]

W-wa	Rodzaj gruntu	I_D	I_1	stan	w_n [%]	ρ [t/m ³] (n)	ρ [t/m ³] (r)	Cu [kPa] (n)	Cu [kPa] (r)	ϕ [°] (n)	ϕ [°] (r)	M_0 [MPa]	M [MPa]
Ia	nN	-	-	ln	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ib	nN	0,5 6	-	szg	9,0	1,76	1,58	30,0	27,0	30	27	44	73,5
Ic	nN	-	$\leq 0,00$	pzw	15,0	1,76	1,58	24,0	21,6	14	13	27	45,1
Id	nN	-	0,18	tpl	19,7	1,60	1,44	18,0	16,2	12	11	17,6	29,4
II a	KWg ($G_{\pi z}/J$)	-	0,10	tpl	27,0	2,00	1,80	54,3	48,9	13	12	22,2	37,1



Rys. 2 Wykres sondowania dynamicznego sondą SC

Stwierdzono również, iż dla osiągnięcia takich parametrów niezbędna jest częściowa wymiana gruntów pod fundamentami na głębokość 1,2 m. Zalecono wykonanie jej z odpowiedniego materiału wbudowywanego warstwami, po uprzednim dogęszczeniu dna wykopu, dla uzyskania parametru $E_2 \geq 45$ MPa. W przypadku trudności z uzyskaniem takich parametrów przez podłoże zalecono doziarnienie grubym kruszywem lub dodanie ok. 10% cementu na głębokość 0,5m. Zalecono odbiór każdej warstwy przez geologa i potwierdzenie tego faktu odpowiednim wpisem do dziennika budowy. Spełnienie tych warunków, zgodnie z zapisem w dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, pozwolić miało na posadowienie bezpośrednie fundamentów obiektu, przy równoczesnym przyjęciu wartości jednostkowego oporu obliczeniowego podłoża $q_{dop} = 250$ kPa.

4. Rozwiązanie projektowe posadowienia fundamentów obiektu

W projekcie [10], opierając się na dokumentacji geologiczno-inżynierskiej [2], założono, że nośne podłoże pod fundamentami i ławami fundamentowymi powinno spełniać warunki: dopuszczalnego jednostkowego oporu obliczeniowego podłoża gruntowego 250 kPa oraz dopuszczalnej, maksymalnej różnicy osiadań fundamentów 1 cm. Wykonano obliczenia konstrukcji oraz odpowiednie rysunki. Praktycznie, na część projektu dotyczącą posadowienia fundamentów obiektu, składały się przytoczone zapisy z dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Można by rzec, iż założono, że podłoże musi się dostosować do wymagań obiektu.

Analiza stanu granicznego nośności, przy podaniu wartości jednostkowego oporu obliczeniowego podłoża sprowadziła się do wymiarowania fundamentów, by spełnić warunek $q_{dop}=250$ kPa. W projekcie nie dokonano analizy drugiego stanu granicznego, by oszacować możliwe osiadania fundamentów. Przyjęto za dokumentacją geologiczną za pewnik, że po wykonaniu zaleceń technologicznych podłoże będzie odpowiednio przygotowane.

5. Realizacja obiektu do momentu powstania stanu awaryjnego

Projekt Architektoniczno-Budowlany [10] uzyskał pozwolenie na budowę, podjęto decyzję o wyborze Wykonawcy i prace rozpoczęto jesienią 2004 roku. Wykonawca rozpoczął prowadzenie prac zgodnie z projektem, stosując się do wytycznych zawartych w dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Dokonywano odbiorów kolejnych warstw wbudowywanego kruszywa. Po uzyskaniu rzędnej posadowienia rozpoczęto montaż prefabrykowanych fundamentów stopowych. W pierwszym etapie wykonano 14 fundamentów.

Prowadzone na bieżąco obserwacje i pomiary geodezyjne wykazały, iż w ciągu 10 kolejnych dni stycznia 2005 fundamenty, pod własnym ciężarem, osiadły w zakresie od 2 do 73 mm. Tym samym, już przy tak nieznacznym obciążeniu, zostały przekroczone zarówno warunki projektowe jak i również wymagania normowe [8]. Po wstrzymaniu prac i poinformowaniu wszystkich dotychczasowych uczestników procesu inwestycyjnego, zaczęto szukać przyczyny osiadania fundamentów. Autorzy dokumentacji geologiczno-inżynierskiej stali na stanowisku, iż przyczyną osiadania fundamentów są błędy spowodowane nieodpowiednim przygotowywaniem podłoża, w postaci gorszej jakości kruszywa oraz jego słabszego zagęszczenia.

6. Geotechniczna ocena warunków gruntowych oraz analiza błędów popełnionych przy ocenie stanu podłoża

W dokumentacji geologiczno-inżynierskiej [2] stwierdzono, iż na omawianym terenie grunty rodzime do głębokości kilkunastu metrów zostały wyeksploatowane, a powstałe wyrobisko zostało zasypane materiałem złożonym z odpadów kopalnianych oraz materiałem pochodzącym z robót ziemnych i wyburzeniowych. Materiał ten był deponowany w sposób niekontrolowany. Takie rozpoznanie terenu stawiało pod znakiem zapytania celowość wykonywania sondowań dynamicznych dla określania stanu gruntów nasypowych.

Wykonane sondowania dynamiczne prowadzone w nasypach niekontrolowanych złożonych z mieszanin kamienisto-gliniastych z przewagą odpadów kopalnianych nie mogą być bezpośrednią podstawą do określania stopnia zagęszczenia nasypu. Grunty antropogeniczne, zwłaszcza większych granulacji, dają bowiem fałszywy obraz o stanie nasypu. Końcówka sondy trafiając na większe okruchy powoduje zatrzymanie wpędu sondy do czasu rozbicia przeszkody, a w efekcie znacznie zawyża ilość uderzeń sondy na 20 cm

wpędu będącej podstawą interpretacji. Nie ocenia się w ten sposób stanu nasypów zbudowanych choćby częściowo z gruntów kamienistych, a takie grunty właśnie budowały analizowane podłoże. Dalszą konsekwencją jest podanie dla przedmiotowego nasypu niekontrolowanego charakterystycznych parametrów geotechnicznych. Takie podejście jest błędem, gdyż sugeruje możliwość bezpośredniego posadowienia fundamentów oraz możliwość dokonania analizy ich osiadania, co bez przeprowadzenia dokładnego rozpoznania stanu podłoża np. metodami sondowań statycznych [6] (co może być w przypadku grubych frakcji trudne technicznie) lub odpowiedniej liczby próbnych obciążeń [4] wydaje się w takim przypadku niemożliwe. Generalnie rzecz ujmując, obraz podłoża w wyniku jego rozpoznania uniemożliwiał posadowienie fundamentów obiektu sposobem bezpośrednim bez uprzedniego opracowania projektu jego wzmocnienia. Dla ewentualnego posadowienia obiektu na palach dokumentacja wymagałaby rozszerzenia, ze względu na fakt, iż tylko w 3-ch odwiertach (na 16 wykonanych) osiągnięto strop warstwy gruntów rodzimych [9]. Wykonane w późniejszym terminie sondowania statyczne CPT nasypu wykazały bardzo silne zróżnicowanie parametrów geotechnicznych i potwierdziły zbyt daleko idącą interpretację wyników i wnioskowanie [3].

Posadowienie bezpośrednio budowli należy sprawdzić na możliwość wystąpienia dwóch grup stanów granicznych podłoża gruntowego fundamentów, a mianowicie: grupy stanów granicznych nośności podłoża gruntowego (I stan graniczny) oraz grupy stanów granicznych użytkowania budowli (II stan graniczny).

Projekt jak i dokumentacja geologiczno-inżynierska całkowicie pominęły warunki II stanu granicznego. Należy zaznaczyć, iż przeprowadzenie obliczeń w oparciu o parametry podane w dokumentacji mogło wykazać spełnienie tego warunku. Z drugiej strony przystąpienie do obliczenia osiadań powinno zwrócić uwagę jego autorowi na zasadność przyjęcia poszczególnych parametrów. W przypadku I stanu granicznego zaproponowano zastosowanie metodyki badawczej przyjętej do kontroli formowania kolejnych warstw nasypów drogowych (płytą statyczną VSS). O ile stosowanie płyty VSS do kontroli zagęszczenia i nośności poszczególnych warstw nasypów formowanych na nośnym podłożu rodzimym jest uzasadnione, to podawanie wartości wtórnego modułu odkształcenia E_2 jako kryterium nośności podłoża fundamentu posadowionego na niekontrolowanym nasypie jest błędem. Takim samym błędem jest porównywanie pojęć wartości modułów odkształcenia E_2 uzyskiwanych w badaniach płytą statyczną VSS z wartościami jednostkowego oporu obliczeniowego podłoża. Wartości różnią się między sobą o rząd. Porównano q_m równe 250 kPa z $E_2 = 120$ wyrażonym w MPa.

Proponowane rozwiązanie polegające jedynie na częściowej wymianie gruntów pod fundamentami na głębokość 1,2 m, dogęszczeniu dna wykopu i wykonaniu poduszki, z podaniem jako kryterium wymaganej wartości E_2 , zagrażało bezpieczeństwu wznoszonej budowli i skończyć się musiało nadmiernym osiadaniem i stanem awaryjnym. Obciążenie z fundamentów przekazywane przez poduszki na niżej zalegający nasyp niekontrolowany doprowadziło do nierównomiernego jego osiadania. Nie ma możliwości dokonania oceny wartości nierównomiernego osiadania budowli posadowionej w proponowany sposób na nasypie niekontrolowanym bez jego ulepszenia wgłębnego. Można natomiast spodziewać się znacznych osiadań. Takie stanowisko zostało przedstawione w opinii [7] zamówionej już po wystąpieniu osiadań.

7. Ocena poprawności podjętych działań na etapie przygotowywania Inwestycji

Zgodnie z rozporządzeniem [11], mającym zastosowanie w omawianym przypadku, podstawą wykonania projektu posadowienia jest dokumentacja geotechniczna. W ramach takiej dokumentacji należy określić rodzaj warunków gruntowych pod kątem ich współpracy z obiektem. Na podstawie dokumentacji geotechnicznej Projektant, wspólnie z osobą

upoważnioną do ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych, winien ustalić kategorię geotechniczną projektowanego obiektu i określić zakres niezbędnych badań podłoża. Dokumentacja geologiczno-inżynierska, wymagana z mocy prawa w sytuacji złożonych warunków geotechnicznych i drugiej kategorii geotechnicznej oraz bezwzględnie w przypadku trzeciej kategorii geotechnicznej, jest jednym, choć nie jedynym z wymaganych opracowań. W pewnych sytuacjach może również spełnić powyższe wymagania. Kolejnym etapem powinno być opracowanie geotechnicznych warunków posadowienia obiektu budowlanego. Prawidłową formą takiego opracowania winna być ekspertyza geotechniczna lub dokumentacja geotechniczna [11].

Takich opracowań w opisywanym przypadku zabrakło. W efekcie, błędna ocena autorów dokumentacji geologiczno-inżynierskiej została przez Projektanta uznana za wiążącą i wytyczne w niej zapisane zatwierdzono do realizacji. Zrezygnowano w ten sposób z oceny warunków posadowienia obiektu w świetle pełnej wiedzy o warunkach geotechnicznych oraz projektowanej konstrukcji. O konieczności współpracy geologów inżynierskich z geotechnikami, z korzyścią dla projektowanych konstrukcji, przekonana jest większość osób zajmujących się tą problematyką [1], [5]. Nie mogą się jednak zacieierać pewne istotne różnice w podejściach do zagadnienia. Dokumentator opisujący warunki geologiczne w momencie opracowywania wniosków nie musi mieć szczegółowej wiedzy o rzeczywistych zamierzeniach projektowych. Działając na mocy Prawa Geologicznego i Górniczego [15] nie ma obowiązku opracowywania wytycznych dot. posadowienia obiektu, a jeśli takie powstają to do momentu ich usankcjonowania przez Projektanta nie są w świetle Prawa Budowlanego [14] wiążące. Projektant, odpowiadający na mocy prawa [14] za poprawność rozwiązania projektowego, powinien przeanalizować wpływ fundamentów obiektu na podłoże a w przypadku wątpliwości bezwzględnie podjąć decyzję o rozszerzeniu zakresu niezbędnych opracowań o ekspertyzę geotechniczną. Zapisy rozporządzenia [11] wyraźnie narzucają taką procedurę. Niestety zapis ten nie jest zbyt często wykorzystywany. W opisanym przypadku jego wykorzystanie z pewnością skutecznie zweryfikowałoby zaproponowane rozwiązanie.

8. Podsumowanie i wnioski końcowe

1. Dokumentacje geologiczno-inżynierskie opracowywane na podstawie przepisów geologicznych [12] i Prawa Geologiczno-Górniczego [15], nie powinny zawierać zbyt daleko idących wniosków dotyczących sposobu posadowienia obiektów budowlanych. Niewątpliwie przydatny charakter tych opracowań powinien koncentrować się na dobrym rozpoznaniu budowy geologicznej oraz stwierdzeniu występowania wszelkich zagrożeń dla obiektu wynikających ze złożoności procesów geologicznych danego obszaru, jak np. tereny osuwiskowe zaburzenia tektoniczne czy zjawiska krasowe.
2. Szacowanie całego zakresu parametrów wytrzymałościowych wydzielonych warstw geotechnicznych w oparciu o nomogramy normy 03020 [8] i jeden parametr jak np. I_D , jest od wielu lat przedmiotem krytycznej dyskusji w środowisku geotechnicznym. Tym bardziej próby określania takich parametrów na dla gruntów nasypowych muszą się spotkać z silną i uzasadnioną krytyką.
3. Powoływanie się w projekcie posadowienia na wytyczne zapisane w dokumentacji geologiczno-inżynierskiej nie zwalnia Projektanta z odpowiedzialności, gdyż dokumenty te są w świetle Prawa Budowlanego materiałami pomocniczymi, choć w uzasadnionych przypadkach niezbędnymi dla procesu projektowego. Autorzy opracowań geologicznych nie są w świetle prawa [14] uczestnikami procesu budowlanego i z formalnego punktu widzenia nie mogą ponosić odpowiedzialności za błędnie wyciągnięte wnioski dotyczące posadowienia.

4. Wydaje się, na podstawie omówionego przykładu, iż konieczność odrębnego opracowania wytycznych posadowienia obiektu przez osoby przygotowane do rozwiązywania problemów z zakresu współpracy obiektu budowlanego z podłożem, często w oparciu o własne doświadczenie zawodowe [16], jest całkowicie uzasadniona. Powyższe opracowanie leży w interesie Projektanta, odpowiadającego przecież za bezpieczeństwo obiektu jak również całego społeczeństwa. Dokumentacja geologiczno-inżynierska nie powinna zastępować wymogu opracowania ekspertyzy czy dokumentacji geotechnicznej.

Wyjaśnienie

Zgodnie z intencją autora opisana w referacie konkretna inwestycja służyć ma jedynie jako przykład dla analizy problemu, z tego powodu wszelkie informacje mogące służyć do identyfikacji uczestników tego procesu inwestycyjnego zostały oznaczone jako xxxxxx.

Literatura

1. Broś B.: „Miejsce geologii w inżynierii i budownictwie”, Inżynieria i Budownictwo, 2/95,
2. Dokumentacja geologiczno – inżynierska dla projektowanego obiektu handlowego xxxxxx (Etap I Inwestycji), opracowanej przez Przedsiębiorstwo Geologiczne xxxxxx, w maju 2004,
3. Ekspertyza geotechniczna na temat przyczyn nadmiernych osiadań stóp fundamentowych obiektu handlowego xxxxxx, wraz z podaniem zaleceń odnośnie rozwiązania problemu, luty 2005,
4. Gryczmański M.: „Analiza współdziałania budowli z podłożem – trendy, problemy, perspektywy, I problemowa Konferencja Geotechniki *Współpraca budowli z podłożem*, Białystok-Wigry 1998, Referaty problemowe, 7-34,
5. Kaczyński R.: „Rola geologii inżynierskiej w badaniu podłoża gruntowego”, Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej, Zeszyt 28, 2006, Tom I, 155-168,
6. Młynarek Z., Tschuschke W.: „Parametry geotechniczne z badań in-situ dla potrzeb projektowania posadowień”. XX Jubileuszowa Ogólnopolska Konferencja, Warsztat Pracy Projektanta Konstrukcji, Wisła, 2005,
7. Opinia geotechniczna w sprawie warunków gruntowo-wodnych, dokumentacji geologiczno-inżynierskiej oraz przyjętego sposobu posadowienia fundamentów obiektu handlowego xxxxxx, styczeń 2005,
8. PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednio budowli,
9. PN-B-02479:1998: Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne,
10. Projekt Architektoniczno-Budowlany wykonany przez Biuro Architektoniczne xxxxxx, Sierpień 2004,
11. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24.09.1998 w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. Nr 126 poz. 839),
12. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 19.12.2001 w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie (Dz. U. Nr 153, poz. 1779),
13. Sękowski J.: „Nasypy niebudowlane – problemy i wyzwania”, Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej, Zeszyt 28, 2006, Tom II, 429-438,
14. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 Prawo budowlane, (Dz. U. Nr 89 poz. 414 z późniejszymi zmianami),
15. Ustawa z dnia 4 lutego 1994 - Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. Nr 27, poz. 96 z późniejszymi zmianami),
16. Wysokiński L.: „Podstawy projektowania geotechnicznego”, XX Jubileuszowa Ogólnopolska Konferencja, Warsztat Pracy Projektanta Konstrukcji, Wisła, 2005.