

Zasady sporządzania projektu geotechnicznego związanego z likwidacją osuwisk w drogownictwie

Andrzej Batog, Maciej Hawrysz

W roku 2012 wprowadzono nowe przepisy dotyczące ustalania warunków posadowienia obiektów budowlanych, zmieniające m.in. zasady dokumentowania badań podłoża gruntowego oraz projektowania i rozwiązywania problemów geotechnicznych. Zmiany te związane są z dostosowaniem krajowych przepisów stosowanych w budownictwie do Eurokodów. Jedną z nowych form dokumentacji jest projekt geotechniczny. W artykule omówiono szczegółowo zasady jego sporządzania. Podano przykład opracowania projektu geotechnicznego związanego z likwidacją osuwiska drogowego.

Artykuł recenzowany zgodnie z wytycznymi MNiSW

data zgłoszenia do redakcji: 07.01.2013

data akceptacji do druku: 22.02.2013



dr inż. Andrzej Batog
Politechnika Wrocławska
Instytut Geotechniki
i Hydrotechniki
andrzej.batog@pwr.wroc.pl



dr inż. Maciej Hawrysz
Politechnika Wrocławska
Instytut Geotechniki
i Hydrotechniki
maciej.hawrysz@pwr.wroc.pl

W latach 2007-2012 wprowadzono w życie szereg przepisów zmieniających zasadniczo podejście do badań podłoża gruntowego oraz projektowania i rozwiązywania problemów geotechnicznych. Przyjęcie Eurokodu 7 [1, 2] wraz z załącznikiem krajowym [3] zmieniło dotychczasowe podejścia obliczeniowe w projektowaniu zagadnień geotechnicznych, w niektórych przypadkach jak np. ocena stateczności skarp gruntowych, wprowadzając całkowicie odmienne zasady przeprowadzania analiz. Z kolei w zakresie przeprowadzania oraz sposobie dokumentowania badań geologiczno-inżynierskich, jak i badań geotechnicznych znaczące zmiany przyniosły przepisy wdrożone w latach 2011-2012. Jedną z nowych form dokumentacji jest projekt geotechniczny wprowadzony w najnowszym rozporządzeniu Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z 25. kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowiania obiektów budowlanych [4].

Osuwiska skarp nasypów drogowych oraz zniszczenia dróg występujących na zboczach są jednym ze stosunkowo często zdarzających się przypadków, w których, w świetle nowych przepisów, konieczne będzie sporządzanie m.in. projektów geotechnicznych dotyczących sposobów zabezpieczenia i likwidacji osuwiska.

W artykule przedstawiono przykład osuwiska powstałego na lokalnej drodze w miejscowości Ostrężna na Dolnym Śląsku, dla którego opracowano projekt geotechniczny jego likwidacji, zgodny z nowo wprowadzonymi przepisami [4]. Przedstawiono elementy, jakie projekt geotechniczny powinien zawierać, w tym ustalenie przyczyn rozwoju procesu osuwiskowego, ustalenie parametrów wytrzymałości na powstałej powierzchni poślizgu metodą analizy odwrotnej oraz przygotowanie schematów obliczeniowych dla sprawdzenia stanu granicznego stateczności GEO dla odbudowanego podłoża gruntowego drogi.

Ponadto w projekcie geotechnicznym, rozumianym jako element Projektu Budowlanego, zawarto projekt koncepcyjny odbudowy drogi i udroźnienia koryta potoku (główna przyczyna osuwiska), biorąc pod uwagę lokalne możliwości i ograniczone środki finansowe na likwidację powstałej awarii.

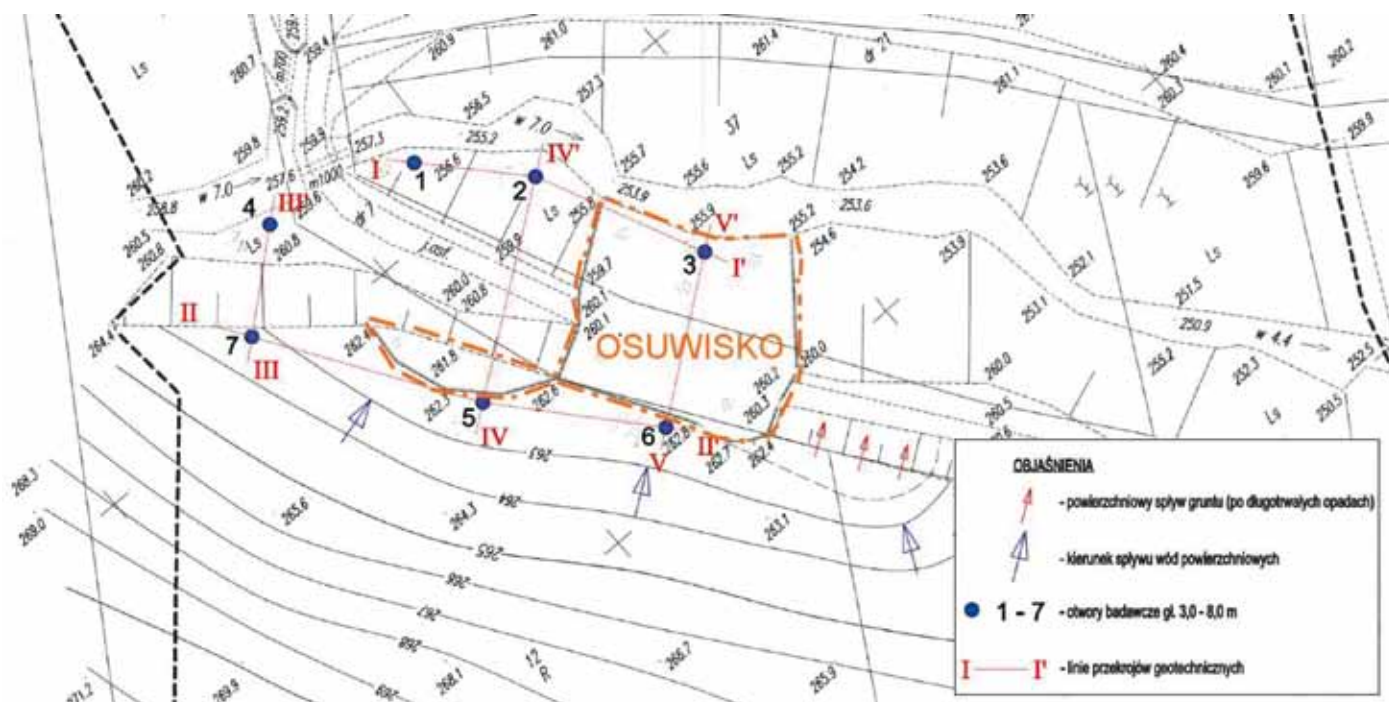
Podstawy prawne sporządzenia projektu geotechnicznego

W świetle aktualnych przepisów [4] projektowanie geotechniczne obejmuje trzy etapy sporządzania dokumentacji geotechnicznej. Pierwszym, wstępnym etapem jest opraco-

wanie opinii geotechnicznej, w której należy ustalić przydatność podłoża (gruntów) na potrzeby budownictwa oraz określić kategorię geotechniczną analizowanego problemu czy inwestycji. Następnie po przeprowadzeniu ustalonego zakresu badań polowych i laboratoryjnych, adekwatnych do przyjętej kategorii geotechnicznej (drugiej oraz trzeciej), sporządzana jest dokumentacja badań podłoża gruntowego. Dla najbardziej problematycznych przypadków zaliczonych do trzeciej kategorii geotechnicznej oraz drugiej kategorii w złożonych warunkach gruntowych należy dodatkowo sporządzić dokumentację geologiczno-inżynierską, opracowaną zgodnie z przepisami Prawa Geologicznego i Górniczego [5]. Trzecim etapem jest opracowanie projektu geotechnicznego, od sporządzenia którego można odstąpić jedynie w przypadkach obiektów zaliczonych do pierwszej kategorii geotechnicznej.

Projekt geotechniczny jest zupełnie nową formą opracowania geotechnicznego, które wprowadzono w miejsce opracowywanych według poprzednich przepisów ekspertyz geotechnicznych. O zawartości ekspertyzy geotechnicznej, z uwagi na brak jej precyzyjnej definicji w przepisach, decydowało doświadczenie autora (geotechnika) oraz potrzeby zleceniodawcy. W aktualnej edycji Rozporządzenia [4] szczegółowo wymieniono zawartość tematyczną projektu geotechnicznego, który zgodnie z Eurokodem 7 [1, 2, 3] w ogólnym przypadku powinien zawierać:

- prognozę zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie,
- określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych,
- określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa do obliczeń geotechnicznych,



1. Lokalizacja osuwiska, otworów badawczych i przekrojów geotechnicznych

- określenie oddziaływań od gruntu,
- przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego, a w prostych przypadkach projektowego przekroju geotechnicznego,
- obliczenie nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ocenę ogólnej stateczności,
- ustalenie danych niezbędnych do zaprojektowania fundamentów lub innych konstrukcji współpracujących z gruntem (np. warstw konstrukcyjnych drogi lub podtorza kolejowego),
- specyfikację badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych i specjalistycznych robót geotechnicznych,
- określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany i sposobów przeciwdziałania tym zagrożeniom,
- określenie zakresu niezbędnego monitorowania wybudowanego obiektu budowlanego, obiektów sąsiadujących i otaczającego gruntu, niezbędnego do rozpoznania zagrożeń mogących wystąpić w trakcie robót budowlanych (lub w wyniku ich wykonania) oraz w czasie użytkowania obiektu budowlanego.

Zatem projekt geotechniczny jest specjalistycznym opracowaniem, stanowiącym podstawę do sporządzenia bezpiecznego i prawidłowego z punktu widzenia geotechniki Projektu Budowlanego. Zawierać powinien zarówno niezbędne dane i parametry dla projektanta (m.in. wartości obliczeniowe parametrów geotechnicznych gruntów, przekroje i modele obliczeniowe, specjalistyczne obliczenia wykonywane przez geotechnika (np. ocena nośności i osiadań podłoża, stateczności skarp i in.) jak również

wytyczne dotyczące technologii i wykonawstwa robót ziemnych objętych projektem oraz niezbędny zakres monitorowania eksploatowanego obiektu.

Charakterystyka osuwiska drogowego

Sposób sporządzania projektu geotechnicznego na potrzeby opracowania projektu budowlanego likwidacji osuwiska przedstawiono na przykładzie osuwiska, które powstało na lokalnej drodze w miejscowości Ostrężna w powiecie strzelińskim na Dolnym Śląsku.

Okolice miejscowości Ostrężna charakteryzują się bardzo zróżnicowaną morfologią z licznymi wzniesieniami rozciętymi wąskimi i głębokimi dolinami i jarami, w których płyną

cieki wodne. Wiosną 2011 roku, w okresie znacznego ocieplenia i wystąpienia intensywnych roztopów, na zboczu obejmującym lokalną drogę asfaltową rozwinęło się osuwisko, powodując przerwanie drogi na długości ok. 50 m. Jęzoro osuwiska spłynął do koryta potoku, spiętrzając w nim wodę, co doprowadziło do podmycia pobliskiego przepustu oraz spowodowało powstanie dużych rozlewisk w dolinie potoku. Lokalizację osuwiska przedstawiono na rys. 1. Rozmiar uszkodzeń i zniszczeń oraz zasięgu rozwiniętego procesu osuwiskowego przedstawiono na fotografiach fot. 2 i fot. 3. Wskutek osuwiska ważna dla społeczności lokalnej droga komunikacyjna została wyłączona z użytkowania na długi okres czasu.



2. Osuwisko drogowo w rejonie miejscowości Ostrężna w powiecie strzelińskim



3. Zniszczona w wyniku osuwiska droga

Opinia geotechniczna i dokumentacja badań podłoża gruntowego

Osuwisko zostało w ramach opinii geotechnicznej przypisane do drugiej kategorii geotechnicznej, uwzględniając zmienność i niejednorodność warunków gruntowych, występowanie gruntów słabonośnych oraz lokalizację, wysokość i nachylenie skarpy.

W zakresie należącym do dokumentacji badań podłoża gruntowego rozpoznanie warunków gruntowo - wodnych przeprowadzono w siedmiu wybranych punktach przedmiotowego terenu badań, rozmieszczonych w miarę regularnej siatce. Lokalizację penetracyjnych otworów badawczych podano na rys. 1. Profile litologiczne podłoża gruntowego w miejscu wykonania otworów

badawczych opisano na podstawie analizy makroskopowej gruntów. Do badań laboratoryjnych pobrano próbki kat. B gruntów spoiстых dominujących w profilach litologicznych otworów badawczych. Wybrane próbki gruntów spoiстых poddano analizie granulometrycznej oraz oznaczono dla nich granice konsystencji Atterberga i określono stan gruntu. Dla wszystkich próbek które miały zachowaną wilgotność oznaczono wilgotność naturalną gruntu oraz gęstość objętościową. Badania wykonano zgodnie z normą [6].

Zawartość projektu geotechnicznego

Przeprowadzone rozpoznanie geotechniczne stanowiło podstawę do opracowania szeregu zagadnień wchodzących w skład

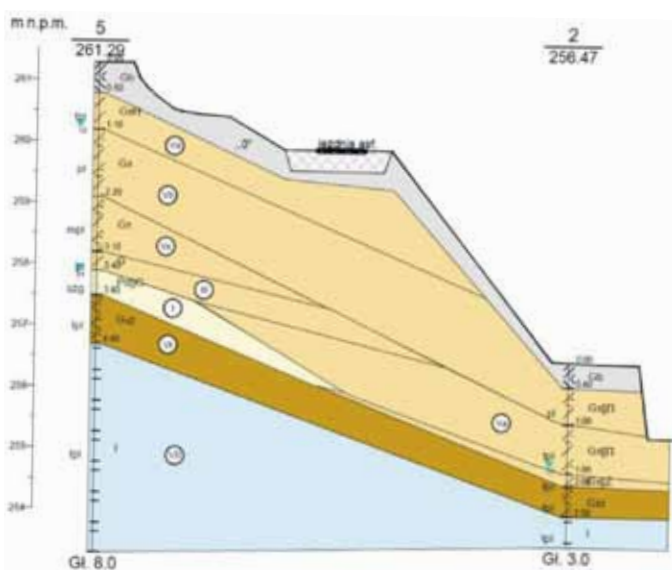
projektu geotechnicznego. Niektóre z wymienionych wyżej ogólnych elementów projektu geotechnicznego w przedmiotowym przypadku uznano za zbędne (np. ocena osiadań czy ustalenie parametrów do zaprojektowania fundamentów). W szczególności opracowano następujące elementy:

- model geotechniczny podłoża, obejmujący m.in. opracowanie przekrojów geotechnicznych obszaru osuwiska, wybrane przekroje przedstawiono na rys. 4 i rys. 5,
- ustalenie parametrów wytrzymałości na powstałej powierzchni poślizgu metodą analizy odwrotnej,
- ustalenie wartości wyprowadzonych parametrów geotechnicznych wydzielonych warstw gruntowych,
- określenie przyczyn powstania i rozwoju procesu osuwiskowego,
- schematy obliczeniowe dla sprawdzenia stanu granicznego stateczności GEO dla odbudowanej konstrukcji drogi,
- zalecenia dotyczące technicznie możliwych metod odbudowy zniszczonej drogi oraz monitoringu w czasie jej eksploatacji.

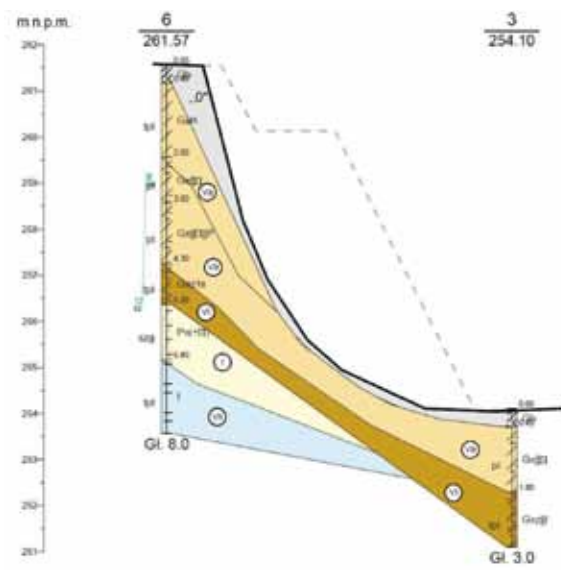
Wskazania do projektu likwidacji osuwiska i odbudowy drogi

Obserwacje poczynione w czasie wizji lokalnej wraz z wynikami przeprowadzonego rozpoznania geotechnicznego rejonu osuwiska dowodzą, że do jego powstania przyczyniły się:

- intensywny dopływ wód powierzchniowych w rejon osuwiska z pól uprawnych w wyniku niekorzystnego ukształtowania powierzchni tych działek i gwałtownego topnienia śniegu, kierunki napływu wód powierzchniowych pokazano na rys. 1, intensywnemu napływowi wód roztopowych i opadowych w rejon obecnego osuwiska sprzyjał również sposób orki



4. Przekrój geotechniczny IV-IV przeprowadzony poza obszarem osuwiska (skala pozioma skażona)



5. Przekrój geotechniczny V-V przeprowadzony przez osuwisko (skala pozioma skażona)

pola, który wytworzył swoiste zagłębienie wzdłuż górnej krawędzi skarpy gromadząc i przetrzymując w nim wodę,

- nieuregulowane koryto oraz zniszczone przepust pod drogą powyżej osuwiska spowodował powstanie licznych rozlewisk i podtopień stopy skarpy,
- w budowie geologicznej zbocza koryta potoku, w którym poprowadzono drogę gminną dominują utwory słabo przepuszczalne, łatwo ulegające uplastycznieniu w wyniku podniesienia ich wilgotności (pyły, gliny pylaste), na dodatek podścielone warstwą „śliskich” ilów o konsekwentnym nachyleniu.

Wskutek wzrostu wilgotności mało sporych gruntów podłoża drogi nastąpiło istotne obniżenie ich wytrzymałości na ściskanie i rozwój procesu osuwiskowego.

Możliwe rozwiązania projektowe

Podstawowe rozwiązania projektowe likwidacji osuwiska i odbudowy zniszczonego fragmentu drogi gminnej nr 7 powinny obejmować:

- ujęcie i odprowadzenie do potoku wód powierzchniowych spływających w kierunku górnej krawędzi skarpy z pól oraz ze skarpy wzdłuż drogi,
- odbudowę przepustu drogowego powyżej osuwiska i oczyszczanie koryta potoku zapewniając odpowiedni przepływ w nim wody, nie powodujący powstawania rozlewisk i stagnowania wody u stopy skarpy,
- wykonania konstrukcji oporowej dla zapewnienia wymaganego poziomu stateczności naruszonego zbocza po usunięciu niezbędnej części kolumium,
- odbudowę zniszczonej konstrukcji drogi.

Podsumowanie

Projekt geotechniczny jest zupełnie nową formą dokumentacji budowlanej, którego zakres opisany w rozporządzeniu go wprowadzającym w życie jest bardzo szeroki. Upłynie zapewne dużo czasu, nim zostaną wypracowane w praktyce projektowej powszechnie akceptowalne podejścia do jego tworzenia. Poniżej Autorzy podają kilka uwag dotyczących sporządzania projektów geotechnicznych, jakie wynikają z ich dotychczasowej praktyki:

1. Wprowadzony w kwietniu 2012r. do procesu projektowania budowlanego projekt geotechniczny praktycznie zastępuje dotychczasowe ekspertyzy geotechniczne i jednocześnie wskazuje i uszczegóławia zakres badań podłoża gruntowego. W konsekwencji pożądana jest już na etapie planowania badań geotechnicznych konsultacja ze specjalistą – geotechnikiem, pozwalająca na optymalizację zakresu tych badań, która również ograniczy do minimum konieczność wykonywania dodatkowych badań uzupełniających, już po przekazaniu dokumentacji badań podłoża gruntowego dla wykonawcy projektu geotechnicznego.

2. Współczesne projektowanie geotechniczne wymusza ograniczenie wykorzystywania ogólnopolskich zależności korelacyjnych dla ustalania charakterystycznych wartości parametrów geotechnicznych gruntów na rzecz ustalania parametrów geotechnicznych na podstawie badań lokalnych zależności uzyskiwanych różnymi metodami badań polowych (nie tylko sondowanie statyczne CPT/CPTU) lub specjalistycznymi badaniami laboratoryjnymi dla

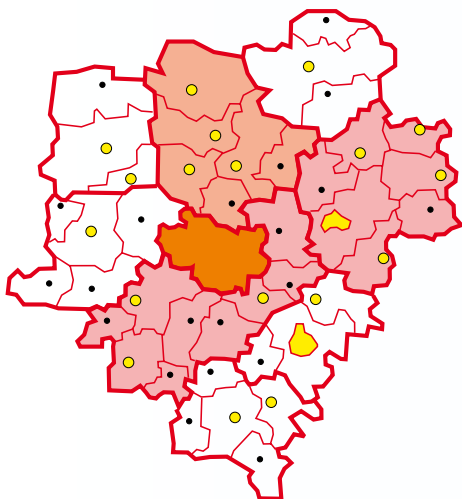
ważnych obiektów, a także na podstawie numerycznych analiz odwrotnych.

3. Wykonawca projektu geotechnicznego, kierując się wyspecyfikowanym w przywołanym Rozporządzeniu [4] ogólnym zakresem tego dokumentu, powinien wybrać niezbędne i istotne dla danego obiektu zadania pozwalające na sprawdzenie odpowiednich stanów granicznych według Eurokodu 7, określając w ten sposób stan bezpiecznej eksploatacji przedmiotowej inwestycji. ◀

Materiały źródłowe

- [1] PN-EN 1997-1: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne
- [2] PN-EN 1997-2: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego
- [3] PN-EN 1997-1: 2008/Ap2:2010 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne. Załącznik krajowy NA
- [4] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. Dz.U. z dn. 25.04.2012 poz. 463
- [5] Prawo geologiczne i górnicze. Ustawa z 9 czerwca 2011 r. Dz. U. Nr 163, poz. 981
- [6] Norma PN-86/B-04481. Badania próbek gruntu

Call for Papers — zaproszenie do publikacji „Plany Transportowe”



Redakcja „Przeglądu Komunikacyjnego” planuje wydać w połowie roku 2013 numer tematyczny dotyczący zagadnień związanych z opracowywaniem „Planów zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego” zgodnie z zakresem definiowanym w „Ustawie o publicznym transporcie zbiorowym”.

Prosimy o nadsyłanie materiałów dotyczących prowadzonych prac oraz opisów wdrożonych lub planowanych rozwiązań.

Termin nadsyłania artykułów: **30.04.2013 r.**

O zakwalifikowaniu do druku decyduje także kolejność zgłoszeń.

Artykuły przygotowane zgodnie z wytycznymi Przeglądu Komunikacyjnego należy nadsyłać na adres: artykuly@przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl

Informacje dotyczące sugerowanych obszarów tematycznych publikacji dostępne są na stronie <http://przeglad.komunikacyjny.pwr.wroc.pl/> w zakładce „Call for Papers”