

Zasady programowania badań geotechnicznych, opracowywanie wyników badań oraz zawartość dokumentacji geotechnicznych ustala PN-B-02479. Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.

W normie tej ustalono zasady programowania badań geotechnicznych. Uzyskiwane z nich dane i opracowania tych danych są przeznaczone do wykorzystania przy projektowaniu budowli, ustalaniu geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych, ocenie przydatności terenu pod planowaną inwestycję lub określaniu potrzeby, możliwości i rodzaju zabiegów uzdatniających podłoże.

Wyniki badań przedstawia się w postaci dokumentacji geotechnicznej lub oceny warunków geotechnicznych posadowienia obiektu. W normie ustalono zasady dokumentowania badań i wymagania dotyczące dokumentacji geotechnicznej oraz metod ustalania parametrów geotechnicznych.

Poniżej przedstawiono najważniejsze zapisy normy.

Zakres normy

W normie ustalono zasady ogólne dotyczące dokumentowania geotechnicznego. Norma ma zastosowanie przy rozpoznawaniu terenów pod projektowane obiekty budowlane, a także przy wykonywaniu prac modernizacyjnych i remontowych.

Norma stanowi podstawę ustalania zakresu badań do projektowania budowlanego.

W normie określono warunki, jakie ma spełniać dokumentacja powyższych badań.

Norma nie dotyczy badań geologiczno-inżynierskich, które ujęto w odrębnych przepisach.

Norma powołana

PN-B-02481:1997 Geotechnika - Terminologia podstawowa - Symbole literowe i jednostki miar

DEFINICJE

Podstawowe terminy i definicje wg PN-B-02481:1997; ponadto dla potrzeb niniejszej normy przyjęto następujące definicje:

kategoria geotechniczna

kategoria zagrożenia bezpieczeństwa obiektu wynikająca ze stopnia skomplikowania projektowanej konstrukcji, jej fundamentów i oddziaływań oraz warunków geotechnicznych, mająca wpływ na zaprogramowanie rodzaju i zakresu badań geotechnicznych, obliczeń projektowych i kontroli konstrukcji

dokumentacja geotechniczna

dokumentacja powstała na podstawie zespołu czynności badawczych, wykonywanych w celu określenia rodzaju, właściwości, cech wytrzymałościowych i odkształcalności gruntów, ich zmienności, poziomu wody gruntowej oraz stateczności wykopów i nasypów.

Badania geotechniczne obejmują roboty terenowe nie wywołujące negatywnych zmian środowiska naturalnego, jak małośrednicowe wiercenia geotechniczne, sondowania statyczne i dynamiczne, badania presjometrem i dylatometrem, geofizyczne (bez użycia materiałów wybuchowych), odkrywki fundamentów, wykopy badawcze oraz laboratoryjne określanie cech fizycznych, mechanicznych i chemicznych gruntów i wód gruntowych itp.

geotechniczna ocena warunków posadowienia

integralna część projektu budowlanego służąca do właściwego i bezpiecznego zaprojektowania obiektu na podstawie przeprowadzonego rozpoznania podłoża

Ocena obejmuje określenie kategorii geotechnicznej budowli lub jej fragmentów, zestawienie informacji i danych liczbowych właściwości gruntów oraz wartości charakterystycznych i obliczeniowych parametrów geotechnicznych gruntów w podłożu i bezpośrednim otoczeniu obiektu; zawiera zalecenia konstrukcyjne dotyczące: wykonawstwa robót ziemnych i fundamentowych, prognozy współdziałania konstrukcji z podłożem, zachowania się podłoża w czasie budowy i eksploatacji - w odniesieniu do konkretnego obiektu, a także dane dotyczące koniecznej ochrony gruntów i wód gruntowych przed zanieczyszczeniem; jest ustalana na podstawie wszystkich dostępnych danych geologicznych i geotechnicznych.

punkt badawczy

miejsce, w którym przeprowadzono obserwacje, pomiary lub badania geotechniczne

Punkt badawczy umożliwia uzyskanie danych o warunkach geotechnicznych od powierzchni terenu do głębokości, na której te dane mają wpływ na projektowanie, wykonywanie i eksploatację budowli. W punkcie badawczym może być wykonane: wiercenie, sondowanie, odkrywka, szybk, wykop lub inne techniki "in situ".

odkrywka

naturalne lub sztuczne odsłonięcie podłoża, w którym można przeprowadzić bezpośrednie obserwacje i pomiary oraz pobrać próbki gruntów lub skał do szczegółowych badań oraz wykonywać inne badania in situ

szybik

obudowane wyrobisko w podłożu, o głębokości do kilku metrów
Szybiki najczęściej głębiej są jedynie do poziomu występowania wody gruntowej.

wykop badawczy

wyrobisko nieobudowane, o dowolnych wymiarach warunkowanych statecznością ścian

małośrednicowe wiercenie geotechniczne

małośrednicowy otwór badawczy nie naruszający równowagi środowiska geologicznego, wykonany sprzętem ręcznym lub mechanicznym (w rurach osłonowych lub bez rur)

program badań geotechnicznych

opracowanie określające przeznaczenie i cel badań, kategorię geotechniczną obiektu, zakres i sposób wykonania badań, rodzaj i zakres dokumentacji, granice terenu badań oraz przedsięwzięcia konieczne do zastosowania ze względu na ochronę obiektów sąsiednich i ochronę środowiska

wizja lokalna i obserwacje terenów sąsiednich

wstępny etap rozpoznania każdego problemu geotechnicznego, w ramach którego uzyskuje się informacje o terenie

badania laboratoryjne

badania próbek gruntów i wody wykonywane w celu oznaczania fizycznych i mechanicznych, a także chemicznych, cech podłoża
Badania te wykonuje się zgodnie z procedurami zawartymi w Polskich Normach lub według specjalnie opracowanego projektu badań.

geotechniczna prognoza zjawisk w podłożu

wstępnie przewidywana ocena współpracy obiektu budowlanego z podłożem, uwzględniająca zmiany w podłożu jakie mogą powstać wskutek wykonywania obiektu

Najczęściej uwzględnia się następujące elementy i zjawiska:

- odkształcenie współpracującego układu konstrukcja - podłoże,
- zmiany warunków wodnych,
- skurcz i pęcznienie,
- powierzchniowe ruchy mas ziemnych (osuwiska, zsuwy, pełzanie, itp.),
- osiadanie zapadowe,
- zmiany termiczne w gruncie,
- szkody górnicze,
- skutki technologiczne robót (wpływ wibracji, konsolidacji itp.).

PROGRAMOWANIE BADAŃ GEOTECHNICZNYCH**Ustalanie kategorii geotechnicznych**

Opracowanie programu badań geotechnicznych zależy od ustalenia kategorii geotechnicznej. Program opracowuje się na podstawie materiałów archiwalnych, wizji lokalnych oraz danych o budowlach.

W trakcie badań terenowych powinno się potwierdzić ustaloną w programie badań kategorię geotechniczną lub wprowadzić zmiany do programu. W uzasadnionych przypadkach rozpoznanie można wykonywać w kategorii wyższej niż to wynika z przyjętej kategorii geotechnicznej

Przy ustalaniu kategorii geotechnicznej należy uwzględnić:

- stopień złożoności warunków gruntowych,
- wielkość budowli i jej koszt,
- rozkład i sposób przekazywania obciążeń na podłoże,
- możliwość występowania różnic osiadań,
- oddziaływanie podłoża na budowlę w zależności od jej sztywności i podatności podłoża, z uwzględnieniem zmian w trakcie budowy,
- warunki dodatkowe, jak np. agresywne oddziaływanie środowiska na budowlę lub budowli na środowisko, wrażliwość podłoża na odsłonięcie, np. pęcznienie, wysychanie.

Rozróżnia się następujące stopnie złożoności warunków gruntowych podane w tablicy 1.

Tablica 1 - Stopnie złożoności warunków geotechnicznych

Proste warunki gruntowe	- jednorodne, genetyczne i litologiczne równoległe warstwy gruntów dobrej nośności - poziom wody gruntowej poniżej projektowanego poziomu posadowienia - brak niekorzystnych zjawisk geologicznych
Złożone warunki gruntowe	- niejednorodne, nieciągłe warstwy zmienne wykształcenie genetyczne i litologiczne - występowanie warstw gruntów słabych w tym organicznych i nasypów niekontrolowanych - poziom wody gruntowej w poziomie posadowienia lub powyżej - brak niekorzystnych zjawisk geologicznych (czynnych procesów geologicznych)
Skomplikowane warunki gruntowe	- występowanie niekorzystnych zjawisk geologicznych (zjawiska i formy krasowe, osuwiskowe, sufozyjne) - szkody górnicze - obszary delt

Kategorie geotechniczne

Kategoria I

Obejmuje proste konstrukcje w niewielkich obiektach budowlanych i prostych warunkach gruntowych, dla których wystarcza jakościowe określenie właściwości gruntów.

Badania kategorii I można stosować jedynie przy wstępnie rozpoznanych warunkach gruntowych, niewielkich obiektach i gdy zagrożenie życia i mienia jest małe.

Stosowanie kategorii I jest możliwe tylko w przypadkach zwykłych konstrukcji, gdy występują proste warunki gruntowe, przy czym uwzględniać należy doświadczenia uzyskane z obserwacji sąsiednich budowli.

Przykłady konstrukcji, które mogą być zaliczone do kategorii I:

- jedno- lub dwukondygnacyjne budynki o prostej konstrukcji i budynki rolnicze przy maksymalnym obciążeniu obliczeniowym na słup równym 250 kN, a na ściany 100 kN/m, na fundamentach bezpośrednich, palowych lub na studniach,
- ściany oporowe i zabezpieczenia wykopów, gdy różnica poziomów nie przekracza 2 m,
- płytkie wykopy powyżej zwierciadła wody i niewielkie nasypy do wysokości 3 m.

Kategoria II

Obejmuje konstrukcje i fundamenty nie podlegające szczególnemu zagrożeniu, w prostych lub złożonych warunkach gruntowych przy mało skomplikowanych przypadkach obciążenia. Konstrukcje te są przeważnie projektowane i wykonywane z zastosowaniem powszechnie stosowanych metod.

Przykłady konstrukcji, które mogą być zaliczone do kategorii II:

- powszechnie spotykane konstrukcje posadowione bezpośrednio, a także na fundamentach płytowych lub palowych,
- ściany oporowe wyższe niż w kategorii I lub inne konstrukcje oporowe utrzymujące grunt lub wodę,
- przyczółki i filary mostowe oraz nabrzeża,
- nasypy i budowle ziemne, poza kategorią I,
- nawierzchnie lotnisk o sztywnej i podatnej konstrukcji,
- kotwy gruntowe i inne konstrukcje kotwiące,
- tunele w twardych niespękanych skałach, nie wymagające pełnej szczelności lub spełnienia innych specjalnych warunków.

Kategoria III

Obejmuje obiekty bardzo duże czy rzadko występujące, wrażliwe na osiadania, konstrukcje w skomplikowanych warunkach gruntowych lub konstrukcje obciążone nadzwyczajnym ryzykiem nawet w prostych lub złożonych warunkach, obiekty na obszarach działania czynnych procesów geologicznych, czynnych szkód górniczych, konstrukcje zagrażające środowisku.

Konstrukcje, które mogą być zaliczone do kategorii III, nawet w przypadku prostych warunków gruntowych, to:

- budowle o szczególnie dużych obciążeniach, budynki wysokie,
- budynki z wielokondygnacyjnymi podziemiami,
- zapory i inne konstrukcje działające w warunkach dużych różnic ciśnienia wody,
- przejścia komunikacyjne pod drogami o dużym natężeniu ruchu,
- duże mosty, wiadukty, estakady,
- fundamenty maszyn o znacznym obciążeniu dynamicznym,
- skomplikowane konstrukcje nabrzeżne,
- obiekty zakładów stosujących niebezpieczne substancje chemiczne,
- głębokie wykopy wykonywane w pobliżu budowli,
- konstrukcje osłonowe reaktorów jądrowych itp.,
- tunele w skałach miękkich i spękanych obciążone wodami naporowymi lub wymagające szczelności.

ZAKRES BADAŃ

Postanowienia ogólne

Zaleca się wstępne ustalenie kategorii geotechnicznej przed rozpoczęciem badań geotechnicznych, na podstawie rozpoznania wstępnego. Kategoria może ulegać zmianie podczas badań. Przyjętą w projekcie kategorię geotechniczną należy weryfikować i potwierdzać lub zmieniać na każdym etapie projektowania i wykonywania budowli. W przypadku zmiany kategorii na wyższą należy wykonać badania uzupełniające.

Poszczególne części projektu mogą wymagać opracowania w różnych kategoriach geotechnicznych.

Niekiedy przeprowadzenie badań zgodnie z wymaganiami wyższej kategorii może być uzasadnione możliwością zastosowania korzystniejszych rozwiązań projektowych przy szczegółowej znajomości podłoża.

Badania kategorii I

Program badań

Badania kategorii I dotyczą tylko prostych warunków gruntowych. Wstępne informacje o występowaniu prostych warunków gruntowych można uzyskać z materiałów geologicznych i archiwalnych profili wierceń w otoczeniu projektowanej budowli; wykorzystać tu można również doświadczenia regionalne i wywiady dotyczące posadowienia sąsiednich obiektów, spostrzeżenia dotyczące rzeźby terenu, rodzaju szaty roślinnej itp.

Badania kategorii I obejmują:

- rozpoznanie gruntów zalegających w poziomie posadowienia,
- rozpoznanie gruntów do poziomu posadowienia w celu ustalenia prawidłowej organizacji robót ziemnych,
- określenie profilu gruntowego od 2 m do 3 m poniżej poziomu posadowienia,
- ustalenie zwierciadła, wahań poziomu wody gruntowej i jej agresywności.

Rozpoznanie warunków geotechnicznych kategorii I odbywa się zazwyczaj na podstawie:

- a) dokumentacji archiwalnych,
- b) małośrednicowych wierceń geotechnicznych,
- c) obserwacji studni lub innych punktów umożliwiających ustalenie poziomu wód gruntowych i agresywności środowiska.

Badania laboratoryjne wykonuje się tylko sporadycznie w celu sprawdzenia oznaczeń makroskopowych.

Rodzaj i liczbę niezbędnych punktów badawczych oraz ich rozmieszczenie ustala się zależnie od stopnia wstępnego rozpoznania geologicznego terenu, warunków gruntowych i wodnych oraz projektowania zabudowy. Nowe punkty sytuuje się zwykle od 2 m do 3 m poza obrysem budynku, a w przypadku budowli wielonawowych również w osiach słupów wewnętrznych. Dla jednego budynku o powierzchni mniejszej niż 600 m² należy wykonać co najmniej trzy otwory wiertnicze lub wykopy badawcze względnie sondowania. Dla obiektów o powierzchni większej niż 600 m² liczbę otworów lub wykopów należy zwiększyć, zgodnie z tablicą 2, przy czym odległość między nimi nie powinna przekraczać od 30 m do 50 m.

Dla obiektów liniowych odległość między punktami badawczymi nie powinna przekraczać 100 m.

Przy projektowaniu dróg można stosować większe odległości.

Podane liczby oznaczają łączną liczbę punktów badanych.

Tablica 2 - Liczba punktów badawczych przy badaniach podłoża w kategorii I, w zależności od powierzchni projektowanej zabudowy

Liczba punktów dla powierzchni zabudowy w m ²				
do 600	od 600 do 1 500	od 1 500 do 5 000	od 5 000 do 20 000	więcej niż 20 000
od 3 do 5	od 5 do 8	od 8 do 12	od 12 do 18	od 5 do 7 na każdy następny ha

W wyjątkowo prostych warunkach gruntowych, przy dobrym wstępnym rozpoznaniu tych warunków, zmniejsza się podane w tablicy 2 liczby lub można zrezygnować z badań i do projektowania przyjmuje się dane na podstawie rozpoznania archiwalnego (wstępnego). Przyjęte do projektu dane sprawdza się wówczas w wykopie budowlanym. W dokumentacjach wielostadiowych, gdy nie jest określona lokalizacja obiektu, wykonuje się badania wstępne jako badania kategorii I niezależnie od zróżnicowania podłoża.

Dokumentacja geotechniczna kategorii I

Dokumentacja badań geotechnicznych kategorii I składa się z części opisowej, planu sytuacyjnego zawierającego lokalizację budowli i punktów badań geotechnicznych, profili i przekrojów geotechnicznych z naniesionymi danymi o gruntach i poziomach wód gruntowych oraz ewentualne zestawienia profili archiwalnych wierceń i wykonanych w trakcie badań polowych.

Część opisowa dokumentacji powinna obejmować:

- opis stanu działki i jej otoczenia w okresie badań,
- informacje o wcześniejszym sposobie użytkowania terenu,
- opis projektowanych budowli, jeśli to możliwe również opis ich oddziaływań na podłoże gruntowe,
- opis wyników wykonanych badań,
- analizę warunków geotechnicznych oraz ustalenie geotechnicznych warunków posadowienia i zalecenia dotyczące fundamentów i robót ziemnych,
- zestawienie źródeł informacji oraz stosowanych norm i przepisów,
- wskazanie związanych z geotechniką prac sprawdzających i czynności, które powinny być wykonane podczas budowy.

Badania kategorii II

Program badań

Program powinien określać zadania i podawać sposoby ich rozwiązania oraz zawierać specyfikację badań terenowych i laboratoryjnych.

Podstawę programu badań stanowią:

- założenia inwestycyjne,
- plan sytuacyjno-wysokościowy (w skali co najmniej 1:1 000) z lokalizacją projektowanych budowli i informacjami o uzbrojeniu terenu,
- archiwalne informacje o terenie, wiercenia, mapy geologiczne, literatura dotycząca terenu i jego podłoża, także w strefie możliwego oddziaływania obiektu.
- Program badań podłoża powinien zakładać taki zakres badań, aby wyjaśnić istotne problemy geotechniczne wynikające z wymagań projektu.
- W ramach tych badań należy:
 - sprecyzować problemy, które mają być rozwiązane, oraz określić zmiany w podłożu, jakie mogą wywołać przewidywane prace budowlane,
 - ustalić adekwatny do potrzeb zakres badań,
 - opracować część tekstową i graficzną programu.

Prace wstępne

W ramach prac wstępnych należy zebrać materiały na temat badanego terenu i jego otoczenia, które należy wykorzystać do ustalenia warunków geotechnicznych.

W pracach wstępnych należy uwzględnić:

- dane - publikowane i archiwalne - dotyczące budowy geologicznej terenu badań i jego najbliższego otoczenia,
- ocenę ogólnej przydatności terenu do programowanej inwestycji,
- topografię, rzeźbę terenu, szatę roślinną,
- warunki wodne,
- informacje o zmianach jakie miały miejsce w przeszłości (wykopy, nasypy, uzbrojenie, zabudowa),
- stan sąsiednich budowli i informacje wynikające z prowadzonych w okolicy robót ziemnych i budowlanych,
- doświadczenia wynikające z budownictwa w regionie,
- inne informacje, mogące służyć określeniu warunków geotechnicznych.

Zakres badań terenowych

Liczba podstawowych punktów obserwacyjnych i ich usytuowanie w terenie powinny umożliwić wydzielenie warstw geotechnicznych z dokładnością odpowiadającą wymaganiom obliczeń projektowych. Przyjmuje się następujące wymagania minimalne:

- Najmniejsza dopuszczalna liczba punktów obserwacyjnych dla jednej budowli wynosi cztery w tym co najmniej jeden otwór wiertniczy; jeżeli istnieje możliwość wykorzystania archiwalnych otworów wiertniczych, wykonywanie otworu nie jest konieczne.
- Dla obiektów liniowych rozstaw punktów obserwacyjnych nie powinien przekraczać 100 m - w przypadku prostych oraz 50 m - w przypadku złożonych warunków gruntowych.
- Dla obiektów o zwartym obrysie w planie odległość między punktami obserwacyjnymi nie powinna być większa niż 40 m - w przypadku prostych oraz większa niż 20 m - w przypadku złożonych warunków gruntowych, w razie potrzeby dla uściślenia warunków geotechnicznych należy zwiększyć liczbę punktów badawczych.
- Jeżeli podczas badań stwierdzone zostanie występowanie gruntów słabych, mogących wpływać w istotny sposób na wartości osiadań i nośności podłoża, liczbę punktów badawczych należy zwiększyć tak, aby można było jednoznacznie ustalić rozciągłość i miąższość warstw geotechnicznych obejmujących te grunty.
- W przypadku lokalizacji projektowanych budowli w bezpośrednim sąsiedztwie budowli istniejących, należy - szczególnie gdy brak dokumentacji tych budowli - wykonać odkrywki istniejących fundamentów w celu określenia ich stanu, rodzaju, wymiarów i głębokości posadowienia, po czym należy zbadać możliwość wzajemnego niekorzystnego oddziaływania nowych i starych budowli.

- W trakcie prowadzenia prac polowych należy prowadzić obserwację zwierciadła wód gruntowych w dostępnych miejscach i otworach.

Wiercenia i sondowania powinny obejmować sferę podłoża, w której właściwości gruntów mają istotny wpływ na projektowanie, wykonywanie i eksploatację budowli. Jako zasadę przyjmuje się następujące minimalne głębokości badań.

- dla stóp i ław fundamentowych - od 1 do 3 szerokości fundamentu poniżej przewidywanego poziomu posadowienia, lecz nie mniej niż 5 m,
- dla fundamentów płytowych - szerokość płyty poniżej przewidywanego poziomu posadowienia,
- dla fundamentów palowych - zazwyczaj 5-krotna średnica pala i nie mniej niż 3 m poniżej jego podstawy i każdorazowo głębokość zapewniająca bezpieczeństwo posadowienia,
- w obszarach występowania gruntów antropogenicznych głębokość zależy od ich miąższości, ściśliwości i strefy oddziaływania budowli.

W każdym przypadku należy ustalić miąższość nasypów.

W uzasadnionych przypadkach - np. gdy dane geologiczne lub wcześniejsze badania wskazują na występowanie warstw o dużej nośności i miąższości - głębokość badań można ograniczyć do poziomu około 0,5 m poniżej stropu warstwy nośnej występującej w podłożu.

W czasie wykonywania prac terenowych konieczne jest bieżące analizowanie wyników. W przypadku stwierdzenia istotnych różnic budowy geologicznej w porównaniu z przewidywaną w programie badań, zakres badań należy uaktualnić, a nawet zmienić kategorię geotechniczną.

W szczególności dotyczy to:

- a) zagęszczenia wierceń lub sondowań w celu uściślenia zasięgu gruntów słabych,
- b) pogłębienia otworów badawczych poniżej spągu gruntów słabych,
- c) zmniejszenia liczby punktów badawczych lub ich głębokości, jeżeli stwierdza się korzystniejsze od przewidywanych warunki geotechniczne.

W celu wydzielenia warstw geotechnicznych, badania gruntów należy prowadzić w zakresie umożliwiającym określenie parametrów geotechnicznych wydzielanych warstw.

Próbki gruntów pobiera się w takiej liczbie, aby dla każdej wydzielanej warstwy geotechnicznej można było oznaczyć cechy identyfikacyjne gruntu oraz określić potrzebne parametry geotechniczne.

Próbki wody w celu zbadania jej agresywności należy pobierać wówczas, gdy projektuje się posadowienie obiektów poniżej zwierciadła wód gruntowych lub w strefie wahań zwierciadła wód gruntowych.

Zakres badań laboratoryjnych

W przypadku kategorii II nie zawsze zachodzi konieczność ustalania parametrów geotechnicznych na podstawie badań laboratoryjnych. Badania laboratoryjne służą zwykle do potwierdzenia ustaleń dokonanych w terenie; są to badania identyfikacyjne gruntów określające ich skład granulometryczny, wilgotność, granice płynności i plastyczności, stan gruntu.

Dokumentacja geotechniczna kategorii II

Dokumentację geotechniczną opracowuje się na podstawie analizy materiałów archiwalnych oraz wyników badań terenowych i laboratoryjnych.

Wynikiem badań jest ustalenie warstw geotechnicznych i charakteryzujących je parametrów geotechnicznych.

Stosownie do możliwości i potrzeb zaleca się wartość każdego określonego parametru geotechnicznego porównywać z danymi wynikającymi z regionalnych doświadczeń geotechnicznych, a także uwzględnić publikowane korelacje. Parametry geotechniczne warstwy można określić z wystarczającą dokładnością na podstawie wyników sondowań w połączeniu z analizą makroskopową, na podstawie korelacji lub doświadczenia. Określa się je także przez laboratoryjne badania próbek. Wybór metody ustalania parametrów zależy od warunków lokalnych, dokładności wstępnego rozpoznania, kategorii geotechnicznej, dopuszczalnego stopnia ryzyka.

Przy ustalaniu wartości parametrów geotechnicznych uwzględnia się fakt, że wartości wielu z nich nie są stałe, lecz zależą od takich czynników jak stan naprężenia, warunki konsolidacji, zmienna zawilgocenia.

Wykonuje się tyle badań, aby na ich podstawie możliwe było określenie zmienności i odchyień standardowych metodami przyjętymi w geotechnice oraz podanie wartości wyprowadzonych parametrów.

Dokumentacja geotechniczna kategorii II powinna zawierać niezbędne dane ilościowe potrzebne do projektowania.

Dokumentacja geotechniczna składa się z części opisowej i części graficznej, ujmujących całość wyników badań.

Część opisowa dokumentacji powinna zawierać:

- kartę tytułową z informacją ogólną (nazwa inwestora, nazwiska: projektanta, wykonawcy badań geotechnicznych, konsultantów i podwykonawców).
- określenie zadania i celu badań,
- lokalizację terenu badań,
- charakterystykę projektowanej budowli: wymiary, przewidywane obciążenia,

- zakres badań geotechnicznych,
- typ urządzeń wykorzystywanych w badaniach terenowych,
- dane o zespołach, które wykonywały badania,
- termin wykonywania prac terenowych i laboratoryjnych,
- analizę materiałów archiwalnych oraz zakres ich wykorzystania,
- charakterystykę terenu badań, stosownie do potrzeb pod względem geologicznym, hydrogeologicznym, morfologicznym i hydrograficznym,
- dokładną charakterystykę warunków geotechnicznych w obrębie dokumentowanego terenu, zawierającą przede wszystkim charakterystykę wydzielonych warstw geotechnicznych z omówieniem wartości parametrów budujących je gruntów,
- wartości parametrów uzyskane na podstawie wykonanych badań,
- jako szczególnie istotne: wnioski i zalecenia dotyczące realizacji i eksploatacji budowli, w tym:
 - ocenę podłoża określającą możliwość zrealizowania projektowanej budowli,
 - ocenę projektowanej głębokości posadowienia lub kryteria właściwego doboru tej głębokości.

Zaleca się umieszczenie w części opisowej - stosownie do potrzeb i możliwości - także następujących danych:

- omówienia i uzasadnienia ewentualnych zmian w zakresie badań i wykonaniu prac w stosunku do programu,
- oceny zgodności wyników badań terenowych i laboratoryjnych oraz ich krytyczną ocenę na tle danych archiwalnych i z literatury,
- prognozy osiadań,
- ustalenia poziomów piezometrycznych wód gruntowych i ich wahań, a także kierunków filtracji oraz charakterystyki agresywności wód w stosunku do materiałów konstrukcyjnych,
- oceny długookresowych zmian warunków wodnych, zwłaszcza w odniesieniu do pierwszego poziomu wód gruntowych, lub mogących mieć wpływ na zmiany gruntów,
- wskazania sposobów odwodnienia okresowego lub trwałego,
- zaleceń dotyczących sposobu wykonania robót ziemnych, szczególnie w bezpośrednim sąsiedztwie istniejących obiektów,
- zaleceń dotyczących sposobu zabezpieczenia powierzchni terenu przyległego do budowli przed infiltracją wód opadowych, innych, w zależności od potrzeb.

W skład części graficznej dokumentacji kategorii II wchodzi:

- plan sytuacyjno-wysokościowy w skali 1:500 (w uzasadnionych przypadkach w innej skali), z lokalizacją wykonanych i archiwalnych punktów badawczych, przekrojów geotechnicznych oraz projektowanych obiektów,
- profile analityczne wierceń i sondowań (wykonanych i archiwalnych),
- rysunki wykopów badawczych,
- rysunki odkrywek fundamentowych,
- przekroje geotechniczne,
- problemowe mapy geotechniczne (np. mapa zasięgu, stropu i miąższości gruntów słabych, izoliniowa mapa występowania pierwszego poziomu wód gruntowych itp.).

Badania kategorii III

Program badań

Budowle zaliczone do kategorii III wymagają szczególnie dokładnego i wnikliwego zbadania podłoża gruntowego oraz opracowania również dokumentacji geologiczno-inżynierskiej zgodnie z wymaganiami prawa geologicznego i górnictwa.

Na wstępie należy dokładnie zapoznać się z całym planowanym przedsięwzięciem. Należy rozpatrzyć rodzaj i funkcje projektowanej budowli, jej rozmiary, zagłębienie, rodzaj i sposób przekazywania obciążeń, wrażliwość na osiadania. Ważna jest także lokalizacja budowli i możliwości jej zmiany w obrębie działki oraz sposób zagospodarowania otoczenia.

Wszystkie te dane - jako założenia technologiczne i konstrukcyjno-budowlane, stosownie do potrzeb - powinny być dostarczone wraz z planem sytuacyjno-wysokościowym w skali 1:500 (w uzasadnionych przypadkach w innej skali). Na planie powinien być przedstawiony aktualny stan terenu i jego uzbrojenia oraz położenie projektowanych obiektów. Ponadto należy zgromadzić dane dotyczące budowy geologicznej okolicy, ewentualnie występowania czynnych procesów geologicznych i inne dane ogólne o okolicy, mogące mieć znaczenia dla dalszych badań.

W czasie wizji lokalnej należy zapoznać się z obecnym stanem zagospodarowania terenu, jego morfologią i topografią, określić jednostkę lub jednostki geomorfologiczne występujące na rozpatrywanym obszarze, w miarę możliwości stwierdzić, czy występują czynne procesy geodynamiczne, obserwować wody powierzchniowe, stan sąsiednich obiektów, ewentualnie istniejących w pobliżu wyrobisk, zebrać informacje od miejscowych wykonawców robót budowlanych i ludności. Podczas wizji lokalnej należy zebrać także inne informacje i dane, które mogą być przydatne przy opracowywaniu projektu prac geologicznych.

Wybór metody badań powinien być uzależniony od warunków geotechnicznych w jakich podłoże będzie pracować w czasie realizacji i eksploatacji projektowanej budowli.

Metody badań można podzielić na badania, które pozwalają na ustalenie właściwości gruntów "in situ" oraz uzupełniające badania laboratoryjne.

Zakres badań kategorii III powinien odpowiadać co najmniej zakresowi badań kategorii II, z możliwością rozszerzenia go o badania specjalistyczne. Oprócz obserwacji, odkrywek, wierceń badawczych, sondowań statycznych i dynamicznych, próbnych obciążeń - stosuje się badania współczynnika filtracji, badania geofizyczne (radarowe, elektrooporowe, sejsmiczne, grawimetryczne) i inne badania specjalne zależnie od potrzeby.

Zaleca się, aby zakres i metody laboratoryjnych badań próbek gruntu i wody ukierunkowane były ściśle na rozwiązanie problemów projektu. W badaniach należy odtwarzać stany oddziaływań jakie będą występować podczas pracy obiektu i w tych stanach określać potrzebne parametry geotechniczne do projektowania.

Analizując materiały archiwalne należy wykorzystać między innymi:

- przeglądowe, podstawowe i szczegółowe mapy geologiczne Polski,
- opracowania fizjograficzne,
- dokumentacje geologiczne i geotechniczne,
- wiercenia archiwalne,
- dane dotyczące pierwszego poziomu wód gruntowych - jego głębokości i wahań,
- dla obszarów dolinnych - dane dotyczące stanów powodziowych rzek.

Wyniki uzyskane z analizy materiałów archiwalnych przedstawia się w formie opisowej i graficznej.

Zaprojektowane roboty i badania geotechniczne powinny dawać obraz warunków geotechnicznych w zakresie koniecznym do projektowania inwestycji na wszystkich etapach przygotowania inwestycji (studium, koncepcja techniczna), a przede wszystkim danych do opracowania projektu budowlanego i wykonawczego.

Część graficzna projektu badań powinna zawierać:

- przewidywane przekroje geologiczne przez teren,
- mapę dostosowaną do skali przedsięwzięcia inwestycyjnego (1:1 000, 1:500, 1:2 000 itp.) z zaznaczonymi archiwalnymi punktami badawczymi i innymi danymi uzyskanymi z materiałów archiwalnych, np.:
- głębokość zalegania gruntów słabych,
- miejsca występowania procesów geodynamicznych,
- podmokłości,
- miejsca okresowo zalewane,
- spodziewane głębokości poziomów wód gruntowych itp.

W projekcie należy jednoznacznie określić zakres prac badawczych (np. liczba odkrywek i otworów badawczych, zakres badań specjalistycznych), który wynika przede wszystkim z warunków geologicznych, ale także z wielkości obiektu, jego rodzaju i konstrukcji, zakresu przebudowy oraz warunków miejscowych.

W pracach rozpoznawczych powinny być preferowane prace inżyniersko-geologiczne. Punkty badawcze (wiercenia, wykopy) należy rozmieścić w ten sposób, aby możliwe było uzyskanie przestrzennego obrazu budowy geologicznej podłoża. Rodzaj projektowanych badań polowych powinien być dostosowany do spodziewanych warunków geologicznych. Należy zaprojektować taką liczbę otworów badawczych, aby możliwe było pobranie niezbędnych próbek gruntów do badań laboratoryjnych. Obszar i głębokość rozpoznania powinny obejmować przyszłą strefę oddziaływania budowli na środowisko gruntowe.

Przykładowo zaleca się przyjmowanie następujących głębokości badań:

- w przypadkach sprawdzenia stateczności podłoża - 5 m poniżej najgłębszych prawdopodobnych powierzchni poślizgu,
- przy głębokim posadowieniu obiektów - co najmniej 5 m poniżej przewidywanego zagłębienia podstaw pali, studni opuszczonych, ścianek szczelnych, ścian szczelinowych, innych,
- w innych przypadkach głębokość rozpoznania można określić podobnie jak dla II kategorii geotechnicznej.

W celu wyznaczenia metodą laboratoryjną parametrów fizycznych i mechanicznych gruntów każdej wydzielonej warstwy geotechnicznej trzeba przewidzieć pobranie co najmniej sześciu próbek, z użyciem metody A.1 klasy jakości, umożliwiających wykonanie badań parametrów wytrzymałościowych oraz odkształceniowych warstwy (tablica 3).

Tablica 3 - Klasy jakości próbek wymagane dla określonych właściwości gruntów

Klasy jakości próbek	1	2	3	4	5
Nienaruszone właściwości gruntu w próbce					
skład ziarnowy	+	+	+	+	+
wilgotność, konsystencja dla spoistych, zawartość części organicznych	+	+	+		
gęstość, stopień zagęszczenia, przepuszczalność	+	+			
ściśliwość, wytrzymałość na ścinanie	+				
Następstwo warstw	+	+	+	+	+
granice warstw	+	+	+	+	+
Metoda pobierania próbek	A				
				B	
					C

Metoda A - próbki pobierane bez naruszania struktury gruntu z zachowaną wilgotnością i porowatością

Metoda B - próbki z zachowaną wilgotnością i składem ziarnowym

Metoda C - próbki umożliwiające jedynie określenie składu ziarnowego

Należy dążyć by na próbkach z każdej wstępnie wydzielonej warstwy geotechnicznej wykonać minimum pięć badań trójosiowych lub/i konsolidometrycznych lub innych, przy czym metodyka badań powinna być dostosowana do zadania geotechnicznego. W przypadku warstw mogących mieć jedynie drugorzędny wpływ na wnioski dotyczące podłoża, zakres prac może być zmniejszony.

Jeśli warstwy wodonośne występują powyżej poziomu posadowienia (również pali, studni itp.), należy przewidzieć pobranie próbek wody z każdej warstwy w celu zbadania jej agresywności.

Należy również rozważyć potrzebę wykonania badań i pomiarów hydrogeologicznych, a szczególnie:

- pobrania próbek gruntów niespoistych w celu określenia ich współczynnika filtracji metodami empirycznymi lub laboratoryjnymi,
- obserwacji i pomiarów prędkości dopływu wody do otworu badawczego oraz polowych badań wodochłonności i nasiąkliwości warstw,
- próbnych pompowań w badawczych studniach depresyjnych,
- badań geofizycznych.

Przy wszystkich problemach nietypowych mogą być projektowane badania specjalne w celu rozwiązania konkretnego zadania. W projekcie prac należy przewidzieć obserwacje, badania i pomiary geotechniczne, jakie będą prowadzone w czasie budowy i podczas eksploatacji obiektu (np. pomiary osiadań, obserwacje procesów geodynamicznych, pomiary hydrogeologiczne itp.).

Przewidziane w projekcie badania laboratoryjne, w połączeniu z badaniami polowymi, powinny umożliwić empiryczne wyznaczenie parametrów wydzielonych warstw geotechnicznych. Zakres badań laboratoryjnych należy rozszerzyć o badania specjalne (np. rozmakanie, pęcznienie, skurcz, ciśnienie pęcznienia, oznaczanie wskaźnika osiadania zapadowego itp.), jeśli przewiduje się, że w warunkach pracy podłoża charakterystyki te będą miały znaczenie.

Wykonywanie badań

Badania należy wykonywać zgodnie z projektem. W przypadku stwierdzenia istotnych różnic budowy geologicznej w porównaniu z przewidywaną w projekcie prac, należy ich zakres na bieżąco uaktualniać. W razie konieczności powiększenia zakresu badań należy stosować zasadę stopniowego zwiększania szczegółowości rozpoznania podłoża gruntowego, a więc zagęszczać badania w miarę postępu prac. Należy rejestrować wszelkie niezgodności planu sytuacyjno-wysokościowego ze stanem rzeczywistym oraz zjawiska i fakty, które mogą mieć wpływ na bezpieczeństwo i trwałość projektowanej budowli.

Badania laboratoryjne wykonuje się według projektu badań, zgodnie z Polskimi Normami. W przypadku badań nietypowych (specjalnych) należy wraz z wynikami podać szczegółowe dane dotyczące metodyki badań.

Zasady sporządzania dokumentacji

Dokumentację sporządza się na podstawie wszystkich danych osiągniętych w trakcie prac geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych.

Występują trzy rodzaje dokumentacji kategorii III:

- a) Pełna dokumentacja geologiczno-inżynierska wraz z geotechnicznymi warunkami posadowienia.
- b) Uproszczona dokumentacja geologiczno-inżynierska wraz z geotechnicznymi warunkami posadowienia.
- c) Dokumentacja geotechniczna będąca uzupełnieniem dokumentacji geologiczno-inżynierskiej wraz z geotechnicznymi warunkami posadowienia.

Geotechniczne warunki posadowienia mogą być opracowane jako załącznik na podstawie analizy dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Dokumentacje te, opracowane na podstawie informacji uzyskanych w wyniku przeprowadzonych badań i analiz, powinny zawierać dostatecznie dokładną prognozę zjawisk występujących w podłożu gruntowym i w konstrukcji budowli współpracującej z podłożem. Prognoza powinna być podana w takiej formie, aby mogła być wykorzystana przez projektanta, wykonawcę i użytkownika obiektu. Prognoza zjawisk, które mogą wystąpić w podłożu oraz projekt budowlany powinny uwzględnić wszystkie stany graniczne (użytkowości, nośności) przewidywane przez normy. Jeżeli to wynika ze specyficznych warunków lub wymagań, to należy również uwzględniać warunki dodatkowe, zapewniające zabezpieczenie obiektu przed niekorzystnymi wpływami i oddziaływaniami miejscowego środowiska (w całym okresie jego istnienia), z uwzględnieniem specyfiki budowli oraz warunków jej wykonania i eksploatacji. Dokumentacja kategorii III powinna zawierać część opisową i graficzną (wraz z zestawieniami tabelarycznymi) oraz załączniki.

Część opisowa dokumentacji kategorii III powinna zawierać:

- kartę tytułową z tytułem opracowania, określeniem autorów i osób odpowiedzialnych za opracowanie oraz uprawnionych do jego przyjęcia,
- określone przez jednostkę projektującą wymagania budowlane i techniczne,
- spis załączników,
- spis literatury i materiałów wykorzystywanych przy opracowywaniu dokumentacji,
- spis treści,
- tekst.

W tekście dokumentowania powinny znaleźć się:

- a) Informacje ogólne, podane w zwartej formie (karta tytułowa i ewentualnie synteza za kartą tytułową): - nazwa inwestora, - nazwiska projektanta i wykonawcy badań terenowych, podwykonawców i konsultantów, terminy wykonania badań, - zakres rzeczowy dokumentacji,
- b) Charakterystyka terenu badań: - opis badań przeprowadzonych na dokumentowanym terenie, - rodzaj materiałów archiwalnych i zakres ich wykorzystania, - hipsometria i morfologia terenu badań wraz z hydrografią rejonu, - aktualny sposób użytkowania terenu oraz projektowanych zmian z informacją o stanie budowli istniejących na danym terenie lub w jego bezpośrednim sąsiedztwie, - charakter techniczny projektowanej budowli lub całego zadania, z uwzględnieniem rozwiązań alternatywnych, - inne zagadnienia techniczne mające znaczenie dla oceny warunków geotechnicznych.
- c) Opis warunków geologicznych dokumentowanego terenu, którego szczegółowość powinna być dostosowana do potrzeb rozwiązywanego zadania.
- d) Opis warunków hydrogeologicznych uwzględniający: - charakterystykę poziomów wodonosnych ze szczególnym uwzględnieniem określenia wahań zwierciadła wody gruntowej oraz stopnia jej agresywności na terenie badań. - inne dane specjalne, zależnie od potrzeb.
- e) Opis zjawisk i procesów geodynamicznych (rozmiarów i zakres) występujących na terenie badań i w jego sąsiedztwie uwzględniający analizę przyczyn wywołujących te zjawiska oraz ocenę ich znaczenia dla projektowanej inwestycji.
- f) Opis warunków geotechnicznych uwzględniający: - opis wydzielonych warstw geotechnicznych wraz z podaniem określonych w badaniach właściwości fizycznych i mechanicznych gruntów, - opis zastosowanych metod rozpoznania podłoża, - obserwacje i pomiary przemieszczeń terenu i konstrukcji sąsiednich, - badania na poletkach doświadczalnych, - proponowane modele gruntu i jego współpracy z konstrukcją, - obliczenia nośności, stateczności, osiadań przy ewentualnym uwzględnieniu różnych modeli współpracy gruntu i konstrukcji, - zmiany warunków terenowych, gruntowych i wodnych w czasie wykonywania i eksploatacji budowli.
- g) Ocena warunków geotechnicznych uwzględniająca w szczególności: - ocenę zastosowanych metod badawczych, - syntezę wyników badań terenowych i laboratoryjnych, - interpretację uzyskanych wyników badań, - wartości wyprowadzonych parametrów do obliczeń projektowych, - wskazań dotyczących racjonalnego posadowienia, zabezpieczeń terenu i projektowanych budowli, a także metod realizacji robót. - prognozy jakościowe i ilościowe zmian warunków geotechnicznych, jakie mogą wystąpić na badanym terenie podczas realizacji i eksploatacji budowli. Jeżeli projektuje się posadowienie w specyficznych warunkach (np. zagrożenia przez zjawiska geodynamiczne, szkody górnicze) lub posadowiane są budowle o specyficznych wymaganiach (np. żądanie podwyższonego stopnia bezpieczeństwa), to wynikające stąd warunki dodatkowe należy uwzględnić zarówno w projekcie prac, jak i w dokumentacji geotechnicznej.

Część graficzna dokumentacji powinna zawierać:

- a) mapy, profile, przekroje geotechniczne;

- b) zestawienia tabelaryczne właściwości gruntów oraz wód gruntowych, wartości z analiz przemieszczeń, osiadań, nośności, inne;
- c) wyprowadzone parametry do obliczeń projektowych. Mapy i przekroje należy przedstawić w formie załączników. Skala przekrojów powinna być dostosowana do treści i nie powinna wpływać na czytelność przedstawionego obrazu. W przekroju nie należy stosować większego przewyższenia niż od 1:10 do 1:5. W niektórych zagadnieniach (np. stateczność zboczy) należy stosować skale nieprzewyższone.

Nadbudowy i przebudowy W przypadku nadbudowy, przebudowy, rekonstrukcji, remontu kapitalnego, modernizacji budowli itp., gdy brak jest dokumentacji projektowej wyznaczającej sposób posadowienia, należy wykonać odkrywki fundamentów pod elementami nośnymi konstrukcji, w takiej liczbie i do takiej głębokości, aby można było wystarczająco dokładnie określić sposób i głębokość posadowienia. Poza tym do nadbudów i przebudów stosuje się identyczne zasady jak do nowo wznoszonych budowli, podobnie ustalając kategorię geotechniczną i wynikające z niej wymagania.