


DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO

Przebudowa al. Marszałka Józefa Piłsudskiego w Wyszkanie, woj. mazowieckie

Położenie	<i>Aleja Marszałka Józefa Piłsudskiego, Wyszkanie gmina Wyszkanie, powiat wyszkowski, województwo mazowieckie</i>
Inwestor	<i>BURMISTRZ WYSZKOWA Aleja Róż 2 07-200 Wyszkanie</i>
Zamawiający	<i>ROSBUD Robert Rosiński Ul. Stanisława Moniuszki 3 07-202 Wyszkanie</i>

Opracowanie:	<i>mgr Paweł Stępczak upr. geol. inż. VII-1911 MŚ upr. geol. XI-067 MAZ</i>	 GEO PROSPEKT PAWEŁ STĘPCZAK Ul. Kazimierza Wielkiego 6/43 • 05-200 Wołomin NIP 125-123-95-55 • REGON 147457180 tel. 517 115 475
Współpraca badania terenowe	<i>inż. Maciej Matus</i>	

Kierownik Pracowni


Paweł Stępczak

Warszawa, czerwiec 2019 r.

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP.....	3
1.1 Cel badań	3
1.2 Charakterystyka projektowanej Inwestycji.....	3
2. ZAKRES BADAŃ	4
2.1 Badania terenowe – geologiczne i geotechniczne	4
2.2 Prace geodezyjne	5
3. WYNIKI BADAŃ.....	5
3.1. Położenie geograficzne i budowa geologiczna.....	5
3.2. Charakterystyka podłoża gruntowego - wydzielone warstwy.....	6
3.3. Warunki wodne.....	7
4. PODSUMOWANIE i WNIOSKI	8
5. MATERIAŁY, NORMY ORAZ PODSTAWA PRAWNA.....	10

ZAŁĄCZNIKI:

Załącz. 1 Mapa dokumentacyjna

Załącz. 2 Model budowy geologicznej

Załącz. 3 Parametry modelu geologicznego – parametry wg. PN-B-03020

Załącz. 4 Karty dokumentacyjne otworów badawczych (4.1-4.3)

Załącz. 5 Objasnienia znaków i symboli stosowanych na załącznikach graficznych

1. WSTĘP

1.1 Cel badań

Badania oraz niniejsze opracowanie zrealizował zespół pracowni GEO-Prospekt reprezentowanej przez Pawła Stępczaka przy ul. Duchnickiej 3 w Warszawie, z siedzibą przy ulicy Kazimierza Wielkiego 6/43 w Wołominie.

Celem badań było rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych podłoża projektowanej ulicy. Zgodnie z informacją przekazaną przez Zamawiającego, na badanym terenie projektuje się przebudowę Alei Marszałka Józefa Piłsudskiego w Wyszku, gmina Wyszki, powiat wyszki, województwo mazowieckie.

Podstawę prawną opracowania podano w rozdziale nr 4 części tekstowej (Dz. U. 2012, poz. 463 oraz Dz. U. 1999, nr 43, poz. 430).

1.2 Charakterystyka projektowanej inwestycji

W zakres opracowania projektu budowlanego wchodzi branża drogowa oraz częściowo branża instalacyjna w zakresie sieci kanalizacji deszczowej wraz z infrastrukturą. Dla przedmiotowej Inwestycji z uwagi na głębokości wykopów przekraczające 1,2 m p.p.t. sugeruje się przyjęcie II kategorii geotechnicznej. Zgodnie z Rozporządzeniem MTBiGM (Dz. U. 2012, poz. 463) kategorię geotechniczną obiektu budowlanego określa Projektant.

Branża drogowa - podstawowe założenia:

- droga gminna o nawierzchni bitumicznej;
- kategoria ruchu drogowego – KR2;
- projektowana niweleta – w przybliżeniu zgodna z rzędnymi istniejącymi;
- grubość nowej konstrukcji nawierzchni – w zależności od decyzji projektanta i inwestora podjęta zostanie ewentualna decyzja o wymianie konstrukcji i wzmocnieniu podłoża gruntowego;
- utwardzenia i uszczelnienia poboczy (brak danych),
- odwodnienie - kanalizacja deszczowa (głębokość ok. 1,5 m p.p.t.) wraz z infrastrukturą.

Na etapie opracowania dokumentacji nie znane były autorom niniejszej dokumentacji bardziej szczegółowe dane dotyczące posadowienia sieci podziemnych oraz konstrukcji nawierzchni. Finalne ustalenia w zakresie rozwiązań drogowo-konstrukcyjnych oraz instalacyjnych zostaną przedstawione przez Projektantów branżowych.

Usytuowanie projektowanej inwestycji liniowej przedstawia załącznik 1 – mapa dokumentacyjna. Szczegółowe rozwiązania drogowo-konstrukcyjne oraz instalacyjne będą przedmiotem Projektu budowlanego.

2. ZAKRES BADAŃ

2.1 Badania terenowe – geologiczne i geotechniczne

Zakres badań uzgodniono z Zamawiającym:

- tyczenie punktów badawczych i dowiązanie ich rzędnych do udostępnionej mapy sytuacyjno-wysokościowej;
- 3 wiercenia badawcze do głębokości 3,0 m p.p.t. o średnicy $\varnothing_{\max}=90\text{mm}$ za pomocą ręcznego systemu wierceń w celu rozpoznania podłoża gruntowego pod nawierzchnią;
- pobór próbek gruntów o naturalnej wilgotności NW i naturalnym uziarnieniu NU do badań makroskopowych do oznaczeń makroskopowych w terenie;
- pomiary poziomu nawiercenia i poziomu piezometrycznego (stabilizacji) wody gruntowej w otworach wiertniczych;
- likwidacja otworów wiertniczych poprzez zasypanie materiałem z urobku z odtworzeniem litologicznych warstw i zagęszczeniem ich przez ubicie.

Badania i dokumentowanie przeprowadzono na podstawie norm: PN-EN 1997-2: 2009/AC: 2010P, PN-EN ISO 14688-1: 2006/A1: 2014-02E, PN-EN ISO 14688-2: 2006/A: 2014-02E, PN-EN ISO 14689-1: 2006P, PN-EN ISO 22475-1: 2006E, PN-EN ISO 22476-2: 2005/A1: 2012E, PN-B-02481: 1998P, PN-B-02480: 1986, PN-B-03020: 1981 (z późn. zm.), PN-B-04452:2002, PN-88/B-04481 oraz na podstawie wybranych wytycznych *Instrukcji badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych* (GDDP - IBDiM, 1998).

Geolog dokumentujący w ramach kontroli i dozoru wierceń ustalił m.in. zmienność litologiczną profilu wiercenia, parametry stanu gruntów oraz ogólny charakter hydrodynamiczny wód podziemnych - w strefie do głębokości wykonanych badań. W trakcie wierceń na bieżąco obserwowano opory wiercenia.

Wartości parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych gruntów, na obecnym etapie, określono za pomocą metody korelacyjnej B wg. PN-81/B-03020. Wszystkie podane w dokumentacji wartości parametrów geotechnicznych mają charakter wstępnego szacowania.

Wymagane głębokości rozpoznania podłoża oraz metodykę badań uzgodniono z Projektantem. Ostateczna ocena zakresu uzyskanych danych geotechnicznych powinna brać pod uwagę zarówno wskazania niniejszej dokumentacji, wyniki obliczeń i analiz oraz własne doświadczenia projektowe. Po stwierdzeniu wystarczalności uzyskanych danych można dokonać parametryzacji przyjętego modelu geotechnicznego podłoża (wartości charakterystyczne i obliczeniowe parametrów).

Na obecnym etapie Inwestycji nie wykonywano szczegółowych badań laboratoryjnych w celu np. oznaczenia parametrów przydatności gruntów do robót ziemnych i stabilizacji (mechanicznej i spoiwami), badań wysadzinowości, nośności, odkształcalności podłoża, obliczeń stateczności skarp, badań pod drogowe obiekty inżynierskie, badań dla potrzeb konkretnych technologii wzmocnień podłoży. Wymienione metody badań bezpośrednich są zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 1997-2:2007 oraz PN-EN 1997-1:2007 oraz najnowszymi wytycznymi do realizacji inwestycji drogowych (por. PIG-AGH-PW, 2018 czy IBDiM, 1999).

Na etapie wykonawczym przeprowadza się odbiór geotechniczny (np. w dnie wykopu, korytowania oraz w rejonie skarp), który powinien być poprzedzony badaniami kontrolnymi kierowanymi przez uprawnionego geologa inżynierskiego – geotechnika.

2.2 Prace geodezyjne

Miejsca otworów badawczych wytyczono metodą domiarów prostokątnych w dowiązaniu do obiektów wykazanych na udostępnionej mapie sytuacyjno-wysokościowej (zał. 1). Rzędne wysokościowe terenu w miejscach badań określono w m n.p.m.

3. WYNIKI BADAŃ

3.1. Położenie geograficzne i budowa geologiczna

Obszar badań usytuowany jest przy pograniczu Doliny Dolnego Bugu i Międzyrzecza Łomżyńskiego (rejonizacja fizycznogeograficzna za Kondrackim, 2002). Jest to region fizycznogeograficzny w środkowej Polsce na Mazowszu, stanowiąca część Niziny Środkowomazowieckiej. Badany teren charakteryzuje się zróżnicowaną budową geologiczną - wzdłuż projektowanego pasa drogowego zaznacza się zmienność litologiczno-genetyczna.

Według Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski (arkusz 451 – Wyszaków) w analizowanym rejonie spodziewane są następujące wydzielienia:

- Przypowierzchniowo i lokalnie na badanym terenie występują:
 - piaski humusowe – holocen (przeważnie w obrębie tarasów rzecznych);
 - piaski pyłowe zwietrzelinowe (eluwialne) – czwartorzęd nierozdzielony;
- Piaski i żwiry wodnolodowcowe - stadiał środkowy zlodowacenia warty, plejstocen;
- Gliny zwałowe – stadiał środkowy zlodowacenia warty, plejstocen;
- Piaski i mułki rzeczne – interstadiał, zlodowacenie Warty, plejstocen.

Według uzyskanych danych GIS, Inwestycja znajduje się poza obszarami aktywnych procesów geodynamicznych wynikających z ruchów masowych ziemi, współczesnej erozji, czynnej eksploatacji i szkód górniczych, jak również poza nieciągłymi deformacjami górotworu, obszarami delt rzek oraz obszarami morskimi. Brak również występowania zjawisk i form krasowych oraz gruntów zapadowych.

Na badanym terenie do innych niekorzystnych czynników geologicznych można zaliczyć: występowanie gruntów o genezie antropogenicznej - nasypów niekontrolowanych oraz na możliwe występowanie gruntów mineralnych słabonośnych (gr. spoistych – plastycznych oraz gr. niespoistych w stanie luźnym).

Należy również zwrócić uwagę występowanie, piasków pylastych oraz piasków drobnych „zapyłonych” i „zailonych” które wykazują wrażliwość strukturalną i w określonych warunkach wykonania robót ziemnych i odwodnień budowlanych mogą być narażone na zjawiska tiksotropowe. W powyższych gruntach może również zachodzić zjawisko sufozji.

Obszar badań nie został szczegółowo zwaloryzowany na Mapie Obszarów Zagrożonych Podtopieniami. Dla badanego terenu opracowano Mapę Zagrożenia Powodziowego (dostępną w systemie ISOK – KZGW), jednakże obszar badań znajduje się poza obszarem uznanym na mapie za zagrożony powodzią. W odległości ok. 1,5 km w kierunku południowo-wschodnim od Inwestycji znajduje się koryto rzeki Bug. Na podstawie danych z Mapy Hydrogeologicznej Polski na obszarze inwestycji swobodne zwierciadło wód podziemnych występuje na rzędnych 85 - 90 m n. p. m.

3.2. Charakterystyka podłoża gruntowego - wydzielone warstwy

Syntezę modelu budowy geologicznej przedstawiono na przekroju geologicznych (Zał. 2.1-2.4), kartach dokumentacyjnych wierceń badawczych (Zał. 4.1-4.3). Lokalizacje otworów podano na mapie dokumentacyjnej (Zał. 1).

GRUNTY ANTROPOGENICZNE – SYMBOL GENEZY Mg (PN-EN ISO 14688):

- **Warstwa nr I** – wg. PN-86/B-02480 **nasyp niekontrolowany** (nazwa gruntu wg PN-EN ISO 14688 – grunty antropogeniczne);

Warstwa wykazuje niejednorodność pod względem składu litologicznego i stanu. Dla omawianej warstwy nie określano wartości wiodących parametrów geotechnicznych. Do warstwy nr I zaliczono również warstwę glebową – piaski drobne humusowe.

INNE GRUNTY SPOISTE NIESKONSOLIDOWANE – C (PN-81/B-03020) – SYMBOL GENEZY GL_H (PN-EN ISO 14688):

- **Warstwa nr IIa** – wg. PN-86/B-02480 – piaski gliniaste, piaski gliniaste na pograniczu gliny piaszczystej oraz gliny piaszczyste;
- stan twardoplastyczny;
- przyjęto wartość wiodącą stopnia plastyczności – $I_L^{(n)}=0,25$;
- grunty bardzo wysadzinowe,
- warstwa słabo przepuszczalna (wartość współczynnika filtracji dla piasków gliniastych i pyłów $k=10^{-6}$ - 10^{-5} – wg. Pazdro, Kozerski, 1990) lub warstwa półprzepuszczalna (wartość współczynnika filtracji dla glin piaszczystych $k=10^{-8}$ - 10^{-6} – wg. Pazdro, Kozerski, 1990);
- **Warstwa nr IIb** – wg. PN-86/B-02480 – gliny piaszczyste, gliny piaszczyste na pograniczu piasku gliniastego, piasek gliniasty;
- stan twardoplastyczny;
- przyjęto wartość wiodącą stopnia plastyczności – $I_L^{(n)}=0,15$;
- grunty bardzo wysadzinowe,
- warstwa półprzepuszczalna (wartość współczynnika filtracji dla glin piaszczystych $k=10^{-8}$ - 10^{-6} – wg. Pazdro, Kozerski, 1990) lub warstwa słabo przepuszczalna (wartość współczynnika filtracji dla piasków gliniastych i pyłów $k=10^{-6}$ - 10^{-5} – wg. Pazdro, Kozerski, 1990);

GRUNTY NIESPOISTE – SYMBOL GENEZY GL_F (PN-EN ISO 14688):

- **Warstwa nr III** – piaski pylaste, piaski drobne wg. PN-86/B-02480, PN-EN ISO 14688;
- stan średniozagęszczony;
- przyjęto wartość wiodącą stopnia zagęszczenia – $I_D=0,50$;
- grunty wątpliwe (piaski pylaste) oraz grunty niewysadzinowe (piaski drobne);
- warstwa słabo przepuszczalna (współczynnik filtracji dla piasków pylastych $k=10^{-6}$ - 10^{-5} m/s – wg. Pazdro, Kozerski, 1990) lub warstwa średnio przepuszczalna (współczynnik filtracji dla piasków drobnych $k=10^{-5}$ - 10^{-4} m/s – wg. Pazdro, Kozerski, 1990);

Grunty niespoiste (warstw nr III) występujące pod nasypem obciążonym ruchem drogowym mogą wykazywać lokalnie stan zagęszczony.

Przyjęty model geologiczny podłoża gruntowego jest interpretacją pomiędzy punktami badawczymi (wierceniami usytuowanymi w rozstawie 67 – 138 m) dlatego model ten może różnić się od rzeczywistego rozkładu przestrzennego litologii i wartości parametrów fizyczno-mechanicznych.

W celu dokładniejszego wyznaczenia przestrzennej zmienności parametrów (wytrzymałości i odkształcalności) oraz doprecyzowania zasięgu nasypu niekontrolowanego i gruntów o niskich parametrach mechanicznych, przydatne są badania bezpośrednie stosowane w drogownictwie a także sondowania DPL, SLVT/FVT, SPT i wiercenia badawcze z zastosowaniem rur osłonowych. W zależności od dalszych potrzeb może być niezbędne określenie parametrów fizycznych i mechanicznych metodami bezpośrednimi stosowanymi w drogownictwie.

W celu określenia parametrów zagęszczalności, wysadzinowości i nośności podłoża zalecane są kryteria oceny z zaawansowanych metod laboratoryjnych.

W przypadku potwierdzenia laboratoryjnego niskich wartości wskaźnika $C_u < 6$ piasków, zgodnie z PN-EN ISO 14688-2: 2006/Ap:2012 tab.2, grunty te należy określać jako równomiernie uziarnione, które są poza grupą gruntów dobrze zagęszczalnych.

Ewentualne stwierdzenie w wykopie / dnie korytowania gruntów o zwiększonej zawartości frakcji drobnych (pyłowej i ilowej) bądź gruntów organicznych skutkować to może zmianą kwalifikacji gruntów pod względem wysadzinowości. Dotyczy to np. tzw. „piasków zaglinionych (zailonych) i zapyłonych”, które pod względem uziarnienia odpowiadają gruntom niespoistym, bliskim granicy z gruntami mało spoistymi), na co zwraca uwagę *Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych* GDDP IBDiM, 1998.

3.3. Warunki wodne

W okresie wykonywania badań i pomiarów (maj 2019 r.) nie nawiercono warstwy wodonośnej do głębokości rozpoznania geotechnicznego w otworach wiertniczych 3,0 m p.p.t. (zał. 2, zał. 4.1-4.3).

Należy wrócić uwagę, że po intensywnych opadach atmosferycznych na stopie gruntów spoistych warstwy II mogą występować nagromadzenia wód opadowych.

Poziom wody gruntowej w okresie opracowania opinii zakwalifikowano do stanu wysokiego. Głębokość wód będzie ulegać naturalnym wahaniom. Wstępnie szacuje się amplitudę sezonową ok. +/- 0,5-1,0 m, jednak nie wyklucza się możliwości wystąpienia większych wahań.

W ramach niniejszego opracowania nie analizowano szczegółowo wpływu ewentualnych czynników antropogenicznych na zasięg pionowy zmian poziomu wód (np. czynne ujęcia wód podziemnych, odwodnienia budowlane). Dokładne wyznaczenie strefy wahań poziomu wód podziemnych i powierzchniowych wymagałoby zainstalowania piezometru, w którym prowadzone byłyby w dłuższym okresie czasu obserwacje wód podziemnych. Zaleca się uwzględnienie doświadczeń lokalnych (wyników archiwalnych badań geologicznych i geotechnicznych) i państwowych zasobów danych (Bank Hydro, CBDG, dokumentacje archiwalne zgromadzone w NAG i archiwach lokalnych).

Na podstawie wytycznych *Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych* (GDDKiA, 2016) na badanym terenie, w okresie przeprowadzonych badań, występowały dobre warunki wodne. Zgodnie z ww. wytycznymi do projektowania zalecane

jest przyjmowanie najwyższych notowanych stanów na terenie inwestycji, które pogarszają powyższą kwalifikację do przeciętnych warunków wodnych. Należy uwzględnić projektowany sposób odwodnienia nawierzchni oraz zakres utwardzeń poboczy.

Przybliżoną charakterystykę wodonośca pod względem wodoprzepuszczalności omówiono w rozdziale 3.2., na podstawie danych literaturowych (Pazdro, Kozerski, 1990).

4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

- Na podstawie wykonanych badań dokonano charakterystyki budowy geologicznej podłoża gruntowego Inwestycji oraz warunków wodno-gruntowych – rozdz. 3. Dokumentację należy rozpatrywać łącznie z częścią graficzną – przekrojem geologicznym (zał. 2), kartami dokumentacyjnymi (zał. 4.1-4.3) i tabelą parametrów (zał. 3). Lokalizację punktów badawczych podano na mapie dokumentacyjnej (zał. 1). Należy również uwzględnić wskazania i zalecenia rozdziału 2 odnośnie zakresu i metodyki badań.
- W dniu przeprowadzonych badań i pomiarów terenowych nie udokumentowano występowanie wód gruntowych do głębokości wykonanych otworów (zał. 2, zał. 4.1-3).
Po intensywnych opadach atmosferycznych na stopie gruntów spoistych, mogą występować nagromadzenia wód opadowych.
- Stan wody określono jako niski w skali wahań sezonowych. Założono wstępnie amplitudę wahań +/- 0,5-1,0 m, jednak nie można wykluczyć ekstremalnie wysokich stanów.
- Dokonano kwalifikacji podłoża pod względem wysadzinowości (ocena makroskopowa):
 - warstwa nr: I – podłoże niejednorodne (wysadzinowe do niewysadzinowych) ;
 - warstwa nr: II – grunty bardzo wysadzinowe;
 - warstwa nr: III – przeważnie grunty wątpliwe lub grunty niewysadzinowe.
- Przy projektowaniu konstrukcji nawierzchni należy rozważyć wzmocnienie strefy występowania w podłożu gruntów antropogenicznych (nasypy niekontrolowane) oraz na możliwe występowanie gruntów spoistych plastycznych jak również gruntów niespoistych w stanie luźnym.
- Grunty należy chronić przed zmianą wilgotności naturalnej oraz utratą pierwotnej struktury gruntu i właściwości mechanicznych w efekcie drgań i wibracji generowanych np. przez użyty ciężki sprzęt. Gruntami szczególnie wrażliwymi pod tym względem są pyły oraz pyły piaszczyste. Niepożądanemu uplastycznieniu np. w wykopie ulegają również pozostałe grunty spoiste.

Pyły, piaski drobne zapyłone i zailone oraz grunty na pograniczu spoistych i niespoistych, w określonych warunkach wykonania robót ziemnych i odwodnień budowlanych mogą być narażone na zjawiska tiksotropowe. W powyższych gruntach może również zachodzić zjawisko sufozji.

Zabezpieczenia powinny obejmować zarówno etap wykonawczy (głównie wykopy) jak i eksploatację obiektu budowlanego, która również ma wpływ na ww. zmiany właściwości podłoża gruntowego w czasie.
- Zgodnie z PN-EN 1997 na etapie wykonawczym, przed przystąpieniem do robót ziemnych i budowlano-montażowych, zaleca się, niezależnie od pozostałych wskazań

dokumentacji projektowej, przeprowadzenie kontroli i odbioru podłoża gruntowego w celu sprawdzenia zgodności z założeniami projektowymi.

Podłoże powinno charakteryzować się jednorodnymi wartościami wskaźnika zagęszczenia, modułu sprężystości i innych parametrów określonych w projektach branżowych.

- Dla stwierdzonych gruntów słabych zaleca się wzmocnienie podłoża, np. przez wymianę na grunt niespoisty, niewysadzinowy o dobrej zagęszczalności - stabilizowany mechanicznie. Wskazane są również metody stabilizacji podłoża spoiwami (podłoża ulepszone).

W przypadku zagęszczenia mechanicznego oraz stabilizacji spoiwami, należy dokonać szczegółowej oceny przydatności gruntów dla zastosowania danej technologii.

- Założono II kategorię geotechniczną w prostych warunkach gruntowych. Zgodnie z Rozporządzeniem MTBiGM (Dz. U. 2012, poz. 463) decyzję w tym zakresie podejmuje Projektant.

5. MATERIAŁY, NORMY ORAZ PODSTAWA PRAWNA

- PN-EN 1997-1: 2008/A1: 2014-05E - Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- PN-EN 1997-2: 2009/AC: 2010P - Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- PN-EN ISO 14688-1: 2006/A1: 2014-02E - Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczanie i opis.
- PN-EN ISO 14688-2: 2006/A1: 2014-02E - Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów - Część 2: Zasady klasyfikowania.
- PN-EN ISO 14689-1: 2006P – Badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie skał – część 1: Oznaczanie i opis.
- PN-EN ISO 22475-1: 2006E – Rozpoznanie i badania geotechniczne – Pobieranie próbek metodą wiercenia i odkrywek oraz pomiary wód gruntowych – Część 1: Techniczne zasady wykonania.
- PN-EN ISO 22476-2: 2005/A1: 2012E – Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania polowe – Część 2: Sondowanie dynamiczne.
- PN-EN ISO 22476-3: 2005/A1: 2012E – Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania polowe – Część 3: Sonda cylindryczna SPT.
- PN-EN ISO 22476-12: 2009 – Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania polowe. Część 12: Badanie sondą stożkową (CPTM) o końcówce mechanicznej.
- PN-EN 206-1: 2003 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- PN-B-02479: Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne. Zastąpiona przez PN-EN 1997 – 1: 2009
- PN-B-02481: 1998 – Geotechnika – Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- PN-B-02480: 1986 – Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- PN-B-03020: 1981 - Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie. (z późn. zm.).
- PN-B-04452:2002 Grunty budowlane. Badania polowe.
- PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badanie próbek gruntów.
- PN-B-06050: 1999/Ap 1: 2012 - Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne..
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. 2016 poz.124)
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012, poz. 463).
- Ustawy: Prawo budowlane (Dz. U. 2016 poz. 290), Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2016 poz. 672), Prawo wodne (Dz. U. 2017 poz. 1566 z późn. zm.).
- Wiłun Z., 2013. Zarys geotechniki. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- Wysokiński L., Kotlicki W. Godlewski T. Projektowanie geotechniczne według Eurokodu 7. Poradnik. ITB, Warszawa, 2011 r.
- Frankowski Z., Wysokiński L. (red.), 2000 — Atlas geologiczno-inżynierski Warszawy. Centr. Arch. Geol. PIB-PIB, Warszawa.
- Myślińska E. Laboratoryjne badania gruntów i gleb. Wyd. UW. Warszawa, 2016.

- Hawrysz M., Stróżyk J., 2015 - Kontrowersyjna interpretacja wyników sondowań dynamicznych w praktyce inżynierskiej, Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Inżynieria Morska i Geotechnika, nr 3/2015.
- Batog A., Hawrysz M.– Projektowanie budowli ziemnych w skomplikowanych i złożonych warunkach geotechnicznych - „Geoinżynieria” lipiec-wrzesień 3 (44) 2013.
- Pazdro Z., 1977. Hydrogeologia ogólna. Wyd. Geol. Warszawa.
- Macioszczyk A. i in. Podstawy hydrogeologii stosowanej. Wyd. PWN, Warszawa 2012
- Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych, Cz. 2 (GDDP, 1998)
- Katalog wzmocnień i remontów nawierzchni podatnych i półsztywnych, Instytut Badawczy Dróg i Mostów. IBDiM, 2001.
- Wytoczne wzmocnienia podłoża gruntowego w budownictwie drogowym. GDDP, 2002.
- Kondracki J., 2002. Geografia fizyczna Polski, PWN Warszawa.
- Ocena stateczności skarp i zboczy. Instrukcja ITB nr 424/2006.
- Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski 1:50000, Państwowy Instytut Geologiczny
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych. Część A: Roboty ziemne i konstrukcje. Zeszyt 1: Roboty ziemne. Instrukcja ITB nr 427/2007.

CZĘŚĆ GRAFICZNA