

Spis treści

1. WSTĘP.....	2
2. LOKALIZACJA I MORFOLOGIA TERENU.....	2
3. PRZEBIEG BADAŃ.....	3
3.1. Prace geodezyjne.....	3
3.2. Prace polowe.....	3
4. DANE DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI PODŁOŻA BUDOWLANEGO.....	4
4.1. Budowa geologiczna.....	4
4.2. Warunki hydrogeologiczne.....	5
4.3. Charakterystyka wydzielonych warstw geotechnicznych.....	6
5. WNIOSKI.....	8
6. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI.....	10
6.1. Przepisy prawne.....	10
6.2. Normy państwowe i branżowe oraz wykorzystana literatura.....	10

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

Tabela nr 1	Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych – wg PN-81/B-03020
Załącznik nr 1.1 – 1.12	Profile geotechniczne w skali 1 : 100 + objaśnienia
Załącznik nr 2.1 – 2.3	Przekroje geotechniczne w skali 1 : $\frac{100}{2000}$
Załącznik nr 3.1 – 3.3	Mapa dokumentacyjna w skali 1: 2 000
Załącznik nr 4	Mapa topograficzna w skali 1: 25 000

1. WSTĘP

Niniejszą dokumentację badań podłoża gruntowego opracowano w pracowni MS GEOLOGIA – Usługi geologiczne Michał Sulikowski na zlecenie firmy Zakład Techniki Sanitarnej "INSTECH"; ul. Letnia 27; 09-472 Słupno, Cekanowo.

Celem opracowania jest udokumentowanie warunków geotechnicznych występujących w miejscu planowanego posadowienia sieci kanalizacji sanitarnej w miejscowościach Wiśniew, Wiśniew-Kolonia, Mościbrody i Borki-Kosiorki, gm. Wiśniew, pow. siedlecki, woj. mazowieckie w zakresie wymaganym do opracowania projektu budowlanego i realizacji inwestycji.

Dozór geologiczny nad całością prowadzonych robót geologicznych sprawował mgr inż. Michał Sulikowski.

Podstawą prawną wykonania dokumentacji badań podłoża gruntowego jest Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. Ustaw nr 463 z dnia 27 kwietnia 2012 r.).

Zgodnie z powyższym rozporządzeniem dokumentacja została poprzedzona opinią geotechniczną, w której ustalono kategorię geotechniczną obiektu oraz złożoność warunków gruntowo-wodnych.

Dla niniejszej inwestycji przyjęto **II kategorię geotechniczną**, która wg § 4.3 pkt. 2. w/w rozporządzenia [1] - obejmuje obiekty budowlane posadawiane w prostych i złożonych warunkach gruntowych. Natomiast warunki gruntowe określono jako **proste** – wg § 4.2 pkt. 1 w/w rozporządzenia **druga kategoria geotechniczna**, obejmuje obiekty budowlane posadawiane w prostych i złożonych warunkach gruntowych, wymagające ilościowej i jakościowej oceny danych geotechnicznych i ich analizy.

2. LOKALIZACJA I MORFOLOGIA TERENU

Teren przeznaczony do badań położony jest na terenie miejscowości Wiśniew, Wiśniew-Kolonia, Mościbrody i Borki-Kosiorki, gm. Wiśniew, pow. siedlecki, woj. mazowieckie. Lokalizację terenu badań przedstawiono na mapie dokumentacyjnej oraz mapie topograficznej (vide załączniki nr 3 i nr 4).

Gmina Wiśniew położona jest w obrębie Obniżenia Podlaskiego należącego do Platformy Wschodnioeuropejskiej. Na osadach proteozoicznych zalegają tu morskie osady paleozoiku

i mezozoiku oraz lądowe osady trzeciorzędu. Osady trzeciorzędowe stanowią: oligoceńskie piaski glaukonitowe oraz piaski z wkładkami iłów; ioceneńskie ropy, piaski, mułki z wkładkami węgla brunatnego; plioceneńskie iłki i mułki z przewarstwieniami piasków drobnych. Ponad podłożem trzeciorzędowym występują osady czwartorzędowe. Obszar gminy Wiśniew pozostawał w zasięgu trzech zlodowaceń: podlaskiego, południowopolskiego i środkowopolskiego.

Na obszar ten nałożyły się w okresie współczesnym procesy związane z działalnością człowieka.

Powierzchnia terenu badań jest falista, o deniwelacjach sięgających kilku metrów oraz rzędnych niwelacyjnych wahających się w granicach od 149,0 m (otwór nr 15) do 163,2 m n.p.m. (otwór nr 20).

3. PRZEBIEG BADAŃ

3.1. Prace geodezyjne

W terenie wytyczono trzydzieści pięć (35) otworów badawczych metodą domiarów prostokątnych, w nawiązaniu do istniejącej sytuacji i naniesiono je na mapę sytuacyjną w skali 1:2000, dostarczoną przez Zleceniodawcę. Lokalizacja oraz głębokość otworów rozpoznawczych została wskazana przez Zleceniodawcę.

W ramach prowadzonych prac dokonano określenia rzędnych wysokościowych wykonanych otworów drogą niwelacji geodezyjnej.

3.2. Prace polowe

W celu udokumentowania warunków gruntowo-wodnych występujących na analizowanym terenie wykonano następujące prace polowe:

- trzydzieści pięć (35) otworów wiertniczych (Załączniki nr 1.1 – 1.12) do maksymalnej głębokości 2,0-5,0 m p.p.t. (łączny metraż wyniósł 135,0 mb). Wiercenia były prowadzone przy użyciu wiertnicy mechanicznej typu WSG-160, metodą udarowo-okrętą.
- badania makroskopowe przewiercanych gruntów,
- pomiary zwierciadła wód gruntowych.

Podstawowe cechy gruntu takie jak: rodzaj, barwa, wilgotność i stan określano sukcesywnie w trakcie wierceń, zgodnie z wytycznymi normy PN-86/B-02480.

Po zakończonych pracach polowych, otwory badawcze zlikwidowano wydobytym urobkiem z zachowaniem pierwotnych profili geologicznych.

Wyniki wierceń, badań terenowych, obserwacji i pomiarów stały się podstawą do kameralnego opracowania przedstawianej dokumentacji badań podłoża gruntowego.

4. DANE DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI PODŁOŻA BUDOWLANEGO

4.1. Budowa geologiczna

Wyniki przeprowadzonych wierceń dają podstawę do stwierdzenia, iż badany teren charakteryzuje się dość prostą budową geologiczną.

Wierceniami do maksymalnej głębokości 2,0-5,0 m p.p.t. zbadano jedynie stropową partię utworów czwartorzędowych stanowiących podłoże gruntowe projektowanego obiektu. Podłoże to reprezentują grunty plejstocénskie – osady wodnolodowcowe (**Qpfg**), gliny zwałowe (**Qpg**) oraz lokalnie stwierdzone osady zastoiskowe (**Qpl**). W przypowierzchniowej strefie podłoża gruntowego zalega warstwa holocénskiego humusu (**Qh**), budowlanych i niebudowlanych nasypów antropogenicznych (**Qhn**), a także stwierdzonych jedynie w otworach nr 15 i 16 osadach organicznych (**Qhh**).

W skład holocenu wchodzi:

humus (Qh) został stwierdzony jako warstwa powierzchniowa gruntu zalegająca do 0,2 – 0,3 m p.p.t.

grunty antropogeniczne (Qhn) - stanowią je niebudowlane nasypy złożone głównie z piasków, humusu i okruchów cegieł oraz piaszczysto-kamieniste nasypy budowlane. Stwierdzone w otworach nr 1, P3, P8. Miąższość tych gruntów waha się w przedziale 0,3 – 0,6 m.

osady organiczne (Qhh) – stwierdzone w otworach nr 15 i 16 w przypowierzchniowej partii podłoża gruntowego. Litologicznie są to torfy. Stwierdzona miąższość osadów organicznych wynosi od 0,8 m do 2,8 m.

Utwory reprezentujące plejstocen:

osady wodnolodowcowe (Qpfg) – ich występowanie odnotowano poniżej spągu utworów holocénskich i glin zwałowych. Litologicznie osady wodnolodowcowe są reprezentowane przez piaski drobne oraz piaski średnie, które lokalnie wykazują duże zagłębienie lub zawierają wkładki pyłów piaszczystych. Piaski drobne charakteryzują się średnią przepuszczalnością (orientacyjne wartości współczynnika filtracji k dla tych gruntów wahają się w granicach 10^{-4} – 10^{-5} m/s), piaski

średnie charakteryzują się wysoką przepuszczalnością (orientacyjne wartości współczynnika filtracji k dla tych gruntów wahają się w granicach $10^3 - 10^{-4}$ m/s).

gliny zwałowe (Qpg) – pod względem wykształcenia litostratygraficznego są reprezentowane przez gliny piaszczyste, które lokalnie zawierają wkładki piasków. Pod względem własności filtracyjnych gliny piaszczyste należą do bardzo słabo przepuszczalnych (orientacyjne wartości współczynnika filtracji k wynoszą około $k=10^{-8}-10^{-6}$ m/s).

osady zastoiskowe (Qpl) – stwierdzone jedynie w otworach nr P4 i P5. W toku prowadzonych prac wiertniczych do maksymalnej głębokości rozpoznania, tj. 5,0 p.p.t. spągu tych osadów nie osiągnięto. Pod względem wykształcenia litostratygraficznego osady spoiste są reprezentowane przez pyły piaszczyste, które lokalnie zawierają piaszczyste wkładki i domieszki (w tym duże ilości części organicznych). Pod względem właściwości filtracyjnych pyły piaszczyste charakteryzują się słabą przepuszczalnością o orientacyjnych wartościach współczynnika filtracji $k=10^{-6} - 10^{-5}$ m/s.

4.2. Warunki hydrogeologiczne

W trakcie wykonywania robót wiertniczych, tj. w dniu 17.07.2017 r, na omawianym terenie w rejonie otworów wiertniczych nr 3, 6, 11, 12, 16, 17, 23, 24, P2, P5, P6, P9, P10, P11 do zbadanej głębokości 2,0-5,0 m p.p.t. stwierdzono występowanie wody gruntowej o charakterze zwierciadła swobodnego. Nawiercony poziom lustra wody kształtuje się w przedziale głębokości od 1,5 m p.p.t do 3,1m p.p.t.

W otworach nr 5, 7, 15, P1, P3, P7 na głębokości 2,7-4,0 m p.p.t. odnotowano występowanie wód gruntowych o charakterze naporowym. Woda stabilizuje się na głębokości 1,3-3,5 m p.p.t. . Warstwę napinającą stanowi kompleks glin zwałowych lub osadów organicznych.

W otworach nr 5, 18, 22 na głębokości 2,5-3,0 odnotowano występowanie intensywnych sąceń wód gruntowych.

Zwraca się uwagę, że na stropie słabo przepuszczalnych glin zwałowych głównie w przypowierzchniowej partii podłoża gruntowego mogą stagnować niewielkie ilości wody pochodzenia atmosferycznego (w okresach przedłużającej się suszy – woda ta może zanikać).

4.3. Charakterystyka wydzielonych warstw geotechnicznych

Zgodnie z postanowieniami zawartymi w normie PN-81/B-03020, zbadane podłoże gruntowe podzielono na warstwy geotechniczne na podstawie zasadniczych odmienności litologiczno-facjalnych (kryteria geologiczne) oraz badań makroskopowych gruntów.

Dla warstw geotechnicznych wydzielonych w gruntach mineralnych rodzimych określono m.in. wilgotność naturalną, gęstość objętościową, kąt tarcia wewnętrznego, spójność, oraz moduł odkształcenia pierwotnego i edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej (*Tabela nr 1*).

Orientacyjne wartości współczynnika filtracji dla omawianych gruntów określono na podstawie „Hydrogeologia ogólna” - Z. Pazdro [8].

Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych dla wydzielonych warstw ustalono stosując metodę B wg PN-81/B-03020 [5]. Jako cechę wyróżniającą dla gruntów spoistych przyjęto stopień plastyczności I_L , a dla gruntów niespoistych – stopień zagęszczenia I_p . Z podziału na warstwy wyłączono zalegający na powierzchni humus oraz stwierdzonych lokalnie osadów organicznych.

Charakterystyka wydzielonych warstw geotechnicznych przedstawia się następująco:

- **Warstwa nr I** – stanowią ją piaszczyste nasypy budowlane oraz nasypy niebudowlane złożone z piasku, humusu, okruchów cegieł i betonu. W obrębie tej warstwy wyróżniono:
 - **warstwa nr IA** – stanowią ją niebudowlane nasypy złożone ze piasku, humusu i okruchów cegieł i betonu. Grunty te należą do utworów nienośnych.
 - **warstwa nr IB** – na podstawie wykonanych robót terenowych uznano, że piaszczyste nasypy budowlane występują w stanie średniozagęszczonym. Według Rozporządzenia Ministra Transportu [2] grunty warstwy IB należą do niewysadzinowych - zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G1** w każdych warunkach wodnych.
- **Warstwa nr II** – osady wodnolodowcowe. Wykształcone jako piaski drobne i piaski średnie. Według Rozporządzenia Ministra Transportu [2] grunty warstwy II należą do niewysadzinowych - zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G1** w każdych warunkach wodnych. W obrębie tej warstwy wyróżniono:
 - **Warstwa nr IIA** – piaski drobne, wilgotne i nawodnione, średniozagęszczone o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia $I_p^{(n)} = 0,40$.

- **Warstwa nr IIB** – piaski średnie, wilgotne i nawodnione, średniozagęszczone o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia $I_p^{(n)} = 0,40$.
- **Warstwa III** – gliny zwałowe – litologicznie są reprezentowane przez gliny piaszczyste. Lokalnie osady spoiste zawierają piaszczyste wkładki i domieszki. Według Rozporządzenia Ministra Transportu [2] grunty warstwy III należą do bardzo wysadzinowych - zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G3** w dobrych i **G4** w złych warunkach wodnych. W obrębie tej warstwy wyróżniono:
 - **Warstwa nr IIIA** – gliny piaszczyste, mało wilgotne występujące na granicy wilgotnych i wilgotne, występują w stanie twardoplastycznym na granicy stanu plastycznego i stanie plastycznym o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,30$. Do gruntów tej warstwy włączono utwory zwałowe o $I_L = 0,25-0,40$.
 - **Warstwa nr IIIB** – gliny piaszczyste, mało wilgotne, występują w stanie twardoplastycznym o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,20$.
 - **Warstwa nr IIIC** – gliny piaszczyste, mało wilgotne, występują w stanie twardoplastycznym o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,10$. Do gruntów tej warstwy włączono utwory zwałowe o $I_L = 0,05$.
- **Warstwa nr IV** – osady zastoiskowe – pod względem wykształcenia litostratygraficznego osady spoiste są reprezentowane przez pyły piaszczyste, które lokalnie zawierają piaszczyste wkładki i domieszki. Według Rozporządzenia Ministra Transportu [2] grunty warstwy IV należą do bardzo wysadzinowych - zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G3** w dobrych i **G4** w przeciętnych i złych warunkach wodnych. W obrębie tej warstwy wyróżniono:
 - **Warstwa nr IVA** – pyły piaszczyste, wilgotne, występują w stanie plastycznym o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,30$. Stwierdzone jedynie w otworze nr P4 (przelot 0,4 – 1,5 m p.p.t.).
 - **Warstwa nr IVB** – pyły piaszczyste, mało wilgotne, występują w stanie twardoplastycznym o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,20$.

5. WNIOSKI

1. Podłoże gruntowe terenu badań do głębokości 3,0-5,0 m p.p.t. charakteryzują proste warunki gruntowo-wodne.
2. Dla niniejszej Inwestycji przyjęto **II kategorię geotechniczną**.
3. Podłoże zbudowane jest z gruntów plejstoceniowych – glin zwałowych (Qpg), osadów wodnolodowcowych (Qpfg) i osadów zastoiskowych (Qpl).
4. W przypowierzchniowej strefie podłoża gruntowego zalega warstwa holoceniowego humusu, budowlanych i niebudowlanych nasypów antropogenicznych, a także osadów organicznych (otwory nr 15 i 16).
5. Humus, niebudowlane nasypy antropogeniczne i osady organiczne zalicza się do utworów nienośnych. Grunty te należy z podłoża budowlanego wybrać w całości i wymienić na grunty niespoiste, zagęszczane warstwami do przyjętych zgodnie z wymaganiami projektowymi wartości wskaźnika zagęszczenia gruntu, odpowiadających obciążeniom planowanych obiektów inwestycyjnych.
6. Zbadane grunty zostały ujęte w cztery warstwy geotechniczne, dla których wyznaczono charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych, które winny stać się podstawą do obliczeń statycznych przy projektowaniu (*Tabela nr 1*). Zbadane grunty (z wyjątkiem nasypów warstwy IA) są gruntami nośnymi o korzystnych parametrach geotechnicznych.
7. Zaznacza się, że osady spoiste warstw nr IIIA i IVA cechują się obniżonymi parametrami wytrzymałościowymi i stanowią zaledwie dostateczne podłoże dla projektowanego obiektu.
8. W obrębie zalegania glin piaszczystych grunty charakteryzują się niską przepuszczalnością, o orientacyjnych wartościach współczynnika filtracji $k=10^{-8} - 10^{-6}$ m/s. Piaszki pylaste oraz pyły piaszczyste należą do utworów słabo przepuszczalnych (orientacyjne wartości współczynnika filtracji k wynoszą około $k=10^{-6}-10^{-5}$ m/s), piaszki drobne charakteryzują się średnią przepuszczalnością (orientacyjne wartości współczynnika filtracji k dla tych gruntów wahają się w granicach $10^{-4} - 10^{-5}$ m/s), piaszki średnie charakteryzują się wysoką przepuszczalnością (orientacyjne wartości współczynnika filtracji k dla tych gruntów wahają się w granicach $10^{-3} - 10^{-4}$ m/s).
9. W trakcie wykonywania robót wiertniczych, tj. w dniu 17.07.2017 r, na omawianym terenie w rejonie otworów wiertniczych nr 3, 6, 11, 12, 16, 17, 23, 24, P2, P5, P6, P9, P10, P11 do zbadanej głębokości 2,0-5,0 m p.p.t. stwierdzono występowanie wody gruntowej

- o charakterze zwierciadła swobodnego. Nawiercony poziom lustra wody kształtuje się w przedziale głębokości od 1,5 m p.p.t do 3,1m p.p.t.
10. W otworach nr 5, 7, 15, P1, P3, P7 na głębokości 2,7-4,0 m p.p.t. odnotowano występowanie wód gruntowych o charakterze naporowym. Woda stabilizuje się na głębokości 1,3-3,5 m p.p.t. Warstwę napinającą stanowi kompleks glin zwałowych lub osadów organicznych.
11. W otworach nr 5, 18, 22 na głębokości 2,5-3,0 odnotowano występowanie intensywnych sączeń wód gruntowych.
12. Zwraca się uwagę, że na stropie słabo przepuszczalnych glin zwałowych głównie w przypowierzchniowej partii podłoża gruntowego mogą stagnować niewielkie ilości wody pochodzenia atmosferycznego (w okresach przedłużającej się suszy – woda ta może zanikać).
13. W przypadku prowadzenia prac w obszarach związanych z wysokim poziomem wody podziemnej należy brać pod uwagę ocenę konieczności stałego odwodnienia górotworu (przy wodzie swobodnej).
14. Średnia głębokość przemarzania gruntów, na rozpatrywanym terenie, wynosi około $H_z = 1,00$ m p.p.t.
15. Wg Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. - „Warunki techniczne jakim powinny podlegać drogi publiczne i ich usytuowanie” (Dz.U.1999.43.430) grunty warstwy IB, IIA, IIB, należą do niewysadzinowych - zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni G1 w każdych wodnych. Wyjątek stanowią piaski pylaste, które należą do gruntów wątpliwych - zaliczono je do grupy nośności podłoża G1 w dobrych oraz G2 w przeciętnych i złych warunkach wodnych. Natomiast grunty warstw III i IV zaliczono do grupy nośności podłoża nawierzchni G3 i G4.
16. Przy posadowieniu projektowanego obiektu w gruntach spoistych, roboty ziemne należy prowadzić ze szczególną dbałością. Wykopy należy bezwzględnie chronić przed dopływem wód atmosferycznych. Zawilgocenie gruntów podłoża prowadzi będzie do ich pęcznienia, rozmakania i dalszego uplastyczniania się, w efekcie prowadząc do pogorszenia parametrów geotechnicznych gruntów spoistych i znacznego obniżenia nośności podłoża budowlanego. Roboty ziemne (wykopy) zaleca się wykonywać w okresie możliwie suchym, bezdeszczowym.
17. Zaleca się, aby odbiór robót związanych z realizacją posadowienia obiektu odbył się przy udziale projektantów odpowiednich branż oraz uprawnionego geologa.

18. W miejscach, gdzie wyrobisko obejmować będzie swym zasięgiem górotwór zbudowany ze słabo przepuszczalnych osadów zwałowych, niezbędne stanie się zapewnienie odpowiedniej miąższości warstwy zabezpieczającej przed przebiciem hydraulicznym lub przełamem dna wykopu, zgodnie z zachowaniem równowagi, którą określa nierówność:

$$\rho_w \cdot H < \rho_g \cdot m$$

gdzie:

ρ_w – gęstość objętościowa wody ($1,0 \text{ t} \cdot \text{m}^3$),

ρ_g – gęstość objętościowa gruntu izolującego ($\text{w t} \cdot \text{m}^3$),

H – wysokość słupa wody (w m),

m – miąższość warstwy izolującej (w m).

19. W trakcie prowadzenia robót ziemnych należy ściśle stosować się do postanowień normy PN-B-06050 ze stycznia 1999 r. „Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.” oraz przepisów p. 2.4 normy PN-81/B-03020 „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie”.

6. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI

6.1. Przepisy prawne

[1]. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 r. poz. 463).

[2]. Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny podlegać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U.1999.43.430).

6.2. Normy państwowe i branżowe oraz wykorzystana literatura

[3]. – PN – EN 1997-1: Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.

[4]. – PN – EN 1997-2: Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

- [5]. PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [6]. PN-B-04452/2002. Geotechnika badania polowe.
- [7]. PN-B-06050. Geotechnika. Oznaczanie powierzchni właściwej gleby. Wymagania ogólne.
- [8]. „Hydrogeologia ogólna” - Z. Pazdro, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1977.
- [9]. „Projektowanie Geotechniczne według Eurokodu 7. Poradnik” – L. Wysokiński, W. Kotlicki, T. Godlewski. Instytut Techniki Budowlanej. Warszawa 2011.
- [10]. „Zarys geotechniki” - Z. Wiłun. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności Sp. z o.o., Warszawa 2007.