

Spis treści

1. WSTĘP.....	2
2. LOKALIZACJA I MORFOLOGIA TERENU.....	2
3. PRZEBIEG BADAŃ.....	4
3.1. Prace geodezyjne.....	4
3.2. Prace polowe.....	4
3.3. Sondowania dynamiczne.....	4
3.4. Badania laboratoryjne.....	5
4. DANE DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI PODŁOŻA BUDOWLANEGO.....	5
4.1. Budowa geologiczna.....	5
4.2. Warunki hydrogeologiczne.....	6
4.3. Charakterystyka wydzielonych warstw geotechnicznych.....	7
5. WNIOSKI.....	8
6. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI.....	10

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

Tabela nr 1	Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych – wg PN-81/B-03020
Załącznik nr 1.1 – 1.8	Profile geotechniczne w skali 1 : 100 + objaśnienia
Załącznik nr 2.1 – 2.4	Przekroje geotechniczne w skali 1: $\frac{100}{1000}$
Załącznik nr 3	Mapa dokumentacyjna w skali 1: 1000
Załącznik nr 4	Mapa topograficzna w skali 1: 10 000
Załącznik nr 5.1-5.2	Sondowania dynamiczne DPL w skali 1 : 100
Załącznik nr 6.1-6.2	Wyniki badań laboratoryjnych próbek gruntów i wody
Załącznik nr 7.1-7.2	Fragment Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Piaseczno (560) + objaśnienia

1. WSTĘP

Niniejszą dokumentację badań podłoża gruntowego opracowano w pracowni MS GEOLOGIA – Usługi geologiczne Michał Sulikowski na zlecenie Gminy Piaseczno z siedzibą przy ul. Kościuszki 5 w Piasecznie.

Celem opracowania jest udokumentowanie warunków geotechnicznych w podłożu projektowanej inwestycji polegającej na budowie Centrum Sportowego wraz z halą sportowo-widowiskową przy ulicy Chyliczkowskiej w Piasecznie, pow. piaseczyński, 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 posadowiane 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 posadowiane w prostych i złożonych warunkach gruntowych, wymagające ilościowej i jakościowej oceny danych geotechnicznych i ich analizy.

2. LOKALIZACJA I MORFOLOGIA TERENU

Obszar przeznaczony pod zabudowę zlokalizowany jest na działce ewidencyjnej nr 3/45 przy ulicy Chyliczkowskiej w Piasecznie, pow. piaseczyński, woj. mazowieckie. Jego szczegółową lokalizację przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w skali 1:1000 (załącznik nr 3) oraz na mapie topograficznej w skali 1: 10 000 (załącznik nr 4).

Pod względem morfologicznym, teren badań leży według podziału fizycznogeograficznego Polski (J. Kondracki, 2002) w obrębie Równiny Warszawskiej będącej częścią Niziny

Środkowomazowieckiej, która stanowi fragment Niziny Środkowopolskiej.

Równina Warszawska stanowi zdenudowaną powierzchnię akumulacji lodowcowej. Położona jest ona powyżej 100 m n.p.m. i opada 20-30 m skarpą ku dolinie Wisły. Od zachodu obniża się ku Równinie Łowicko-Błońskiej i sąsiaduje z Wysoczyzną Rawską (granice z tymi rejonami są niewyraźne). Równina Warszawska ciągnie się po lewej stronie Doliny Środkowej Wisły od Warszawy na północy po dolinę Pilicy na południu i zajmuje obszar około 1120 km².

Na terenie gminy Piaseczno, w obrębie Równiny Warszawskiej, wyróżnić można dwie podstawowe jednostki geomorfologiczne: wysoczyznę morenową oraz doliny rzeczne. Na obszarze Równiny przeważają wysokości od 110 do 120 m n.p.m., wykazując lekki spadek ku wschodowi i północy. Ponadto, spadki obserwowane są wzdłuż dolin rzecznych.

Na podstawie Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1 : 50 000 (Arkusz Piaseczno 560 – załącznik nr 7) oraz z analizy zebranych materiałów archiwalnych wynika, że obszar wykonanych badań położony jest w obrębie tzw. Niecki Warszawskiej, jednostki tektonicznej obejmującej najgłębszą część Niecki Brzeźnej (tzw. synklinorium brzeżne).

Niecka Brzeźna zbudowana jest z osadów paleozoiku, mezozoiku i trzeciorzędu, pokrytych utworami czwartorzędowymi. Nieckę Warszawską graniczy na północy z Niecką Pomorską, a na południu z Niecką Lubelską wzdłuż uskoku: Nowe Miasto – Grójec. Cały teren gminy zajmuje Równina Warszawska wraz z doliną Jeziorki rozpościerającą się po jej powierzchni. Nieckę Warszawską tworzą utwory kredowe, a wypełniają osady trzeciorzędu i czwartorzędu.

Najstarsze utwory czwartorzędowe leżące na utworach trzeciorzędowych to piaski ze żwirami poprzedzielane warstwami mułków. Wyższa część profilu reprezentowana jest głównie przez piaski ze żwirami, mułki rzeczne i torfy interglacjału mazowieckiego, poprzedzielane pasami gliny. Na wysokości 80 – 90 m n.p.m. znajdują się utwory takie jak: ility, mułki warwowe oraz piaski zastoiskowe dolne zlodowacenia środkowopolskiego (stadiał maksymalny), które największe miąższości osiągają w części zachodniej gminy Piaseczno. Na wysokości Orzeszyna i Chojnowa stadiów maksymalny reprezentowany jest przez ility i mułki warwowe oraz niewielką warstwę piasków zastoiskowych. Powyżej, na wysokości około 100 m n.p.m. w zachodniej części gminy, znajdują się piaski wodnolodowcowe ze żwirami, o miąższości około 10 m.

Cały teren gminy Piaseczno należy do II-go rzędowej zlewni rzeki Jeziorki, będącej dopływem Wisły. Główną rzeką przepływającą przez teren gminy Piaseczno jest Jeziorka wraz z dopływami: Głuskówką (lewostronny) oraz rzeką Małą (prawostronny).

Powierzchnia terenu badań jest nachylona w kierunku rzeki Perełki przepływającej w kierunku południowym. Deniwelacje terenu sięgają kilku metrów, a rzędne niwelacyjne wahają się w granicach od 97,0 m (otwór nr 16) do 101,3 m n.p.m. (otwór nr 1).

3. PRZEBIEG BADAŃ

3.1. Prace geodezyjne

W terenie wytyczono szesnaście (16) otworów badawczych metodą domiarów prostokątnych, w nawiązaniu do istniejącej sytuacji i naniesiono je na mapę sytuacyjną w skali 1:1000, dostarczoną przez Zleceniodawcę. Ponadto w toku prowadzonych prac terenowych określono rzędne wykonanych otworów wiertniczych drogą niwelacji geodezyjnej w nawiązaniu do reperów wysokościowych. Lokalizacja oraz głębokość otworów rozpoznawczych została wskazana przez Zleceniodawcę.

3.2. Prace polowe

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

- szesnaście (16) otworów wiertniczych (Załączniki nr 1.1-1.8) do maksymalnej głębokości 5,0 m p.p.t. (łącznie metraż wyniósł 80,0 mb). Wiercenia były prowadzone przy użyciu wiertnicy mechanicznej typu WSG-160, metodą udarowo-okrętą.
- badania makroskopowe przewiercanych gruntów,
- pomiary poziomu zwierciadła wód gruntowych,
- sondowania dynamiczne osadów niespoistych sondą lekką DPL.

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.

3.3. Sondowania dynamiczne

W celu określenia stanu zagęszczenia osadów wodnolodowcowych przy otworach nr 3 i 10 wykonano sondowania dynamiczne sondą dynamiczną lekką DPL (vide załączniki nr 5.1-5.2).

3.4. Badania laboratoryjne

Na potrzeby niniejszego opracowania pobrano trzynaście (13) próbek gruntów spoistych i niespoistych do badań laboratoryjnych oraz 1 próbkę wody gruntowej do badań laboratoryjnych określających jej agresywność w stosunku do betonu. Wyniki badań zestawiono w załącznikach nr 6.1 i 6.2.

Wyniki wierceń, badań terenowych, badań laboratoryjnych, 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 prostą budową geologiczną.

Wierceniami do maksymalnej głębokości 5,0 m p.p.t. zbadano jedynie stropową partię utworów czwartorzędowych stanowiących podłoże gruntowe projektowanego obiektu. Podłoże to reprezentują grunty plejstoceny – gliny zwałowe (**Qpg**) i osady wodnolodowcowe (**Qpfg**). W przypowierzchniowej strefie podłoża gruntowego zalega warstwa holoceny niebudowlanych nasypów antropogenicznych (**Qhn**) i humusu (**Qh**).

W skład holocenu wchodzi:

grunty antropogeniczne (Qhn) - tworzą je nasypy niebudowlane złożone przeważnie z piasków, humusu i okruszków cegieł. Lokalnie grunty te wykazują zagłębienie. Miąższość tych gruntów waha się przeważnie w przedziale 0,5 – 0,6 m.

humus (Qh) - stwierdzony w otworach nr 1-12, 15, 16. Stanowi przypowierzchniową warstwę gruntu zalegającą do głębokości 0,3 – 0,4 m p.p.t.

Utwory reprezentujące plejstocen:

gliny zwałowe (Qpg) – zostały stwierdzone bezpośrednio pod warstwą gruntów pochodzenia holceńskiego lub poniżej spągu osadów niespoistych. Strop glin zwałowych występuje w przedziale głębokości od 0,3 m p.p.t. do 4,3 m p.p.t. Pod względem wykształcenia litostratygraficznego gliny zwałowe są reprezentowane głównie przez gliny piaszczyste, gliny piaszczyste zawierające wkładki piasków drobnych, piasków gliniastych, domieszki głazików i otoczków, a także gliny piaszczyste występujące na granicy piasków gliniastych. 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) natomiast piaski gliniaste należą do utworów słabo przepuszczalnych (orientacyjne wartości współczynnika filtracji k wynoszą około $k=10^{-6}$ - 10^{-5} m/s).

osady wodnolodowcowe (Qpfg) – zalegają bezpośrednio pod warstwą gruntów antropogenicznych i humusu lub wewnątrz kompleksu glin zwałowych. Pod względem wykształcenia litologicznego seria osadów wodnolodowcowych zbudowana jest z piasków drobnych, piasków drobnych bliskich piaskom średnim oraz piasków średnich. Grunty serii wodnolodowcowej lokalnie wykazują zaglinienie. 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).

4.2. Warunki hydrogeologiczne

W trakcie wykonywania robót wiertniczych, tj. w dniu 13.03.2018 r, na omawianym terenie w rejonie otworów nr 4, 8, 12, 16 do zbadanej głębokości 5,0 m p.p.t. stwierdzono występowanie wody gruntowej o charakterze zwierciadła swobodnego. Nawiercony poziom lustra wody kształtuje się w przedziale głębokości od 2,5 m p.p.t. do 3,9 m p.p.t.

W rejonie otworów nr 13 i 15 stwierdzono występowanie wód o charakterze naporowym na głębokości 3,0-3,2 m p.p.t.. Warstwę napinającą stanowią gliny zwałowe. Woda stabilizuje się na głębokości 2,4-2,5 m p.p.t.

Z uwagi na bezpośrednie zasilanie i brak izolacji od powierzchni terenu poziom zwierciadła wody może ulegać sezonowym wahaniom $\pm 1,0$ m po obfitych opadach atmosferycznych oraz wiosennych roztopach. Stwierdzony w dniach wykonywania wierceń poziom wód uznać należy za średni.

W rejonie otworów nr 1, 5, 6, 9, 11 w obrębie glin zwałowych zawierających piaszczyste wkładki zanotowano występowanie intensywnych sączeń wód gruntowych. Zaznacza się, że przeprowadzone rozpoznanie geologiczne ma charakter punktowy i nie wyklucza to pojawienia się większej ilości sączeń w podłożu gruntowym.

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) badań terenowych oraz badań makroskopowych i laboratoryjnych 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 [7].

Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych dla wydzielonych warstw ustalono stosując metodę A i B wg PN-81/B-03020 [6]. Jako cechę wyróżniającą dla gruntów spoistych przyjęto stopień plastyczności I_L , a dla gruntów niespoistych - stopień zagęszczenia I_D .

Z podziału na warstwy geotechniczne wyłączono humus i niebudowlane nasypy antropogeniczne.

Charakterystyka wydzielonych warstw geotechnicznych przedstawia się następująco:

- **Warstwa nr I** – osady wodnolodowcowe wykształcone zostały jako piaski drobne, piaski drobne bliskie piaskom średnim oraz piaski średnie. Lokalnie grunty te wykazują zaglinienie. Grunty warstwy I należą do niewysadzinowych - zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G1** w każdych warunkach wodnych. W obrębie tej warstwy wyróżniono:
 - **Warstwa nr IA** – piaski drobne, wilgotne i nawodnione, średniozagęszczone o obliczonej na podstawie sondowań dynamicznych charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0,55$.
 - **Warstwa nr IB** – piaski średnie, wilgotne i nawodnione o obliczonej na podstawie sondowań dynamicznych charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0,50$.
- **Warstwa nr II** – gliny zwałowe – gliny piaszczyste, gliny piaszczyste zawierające wkładki piasków drobnych, piasków gliniastych, domieszki głazików i otoczków, a także gliny piaszczyste występujące na granicy piasków gliniastych. Grunty warstwy II należą do bardzo wysadzinowych - zaliczono je do grupy nośności podłoża nawierzchni **G3** w dobrych

warunkach wodnych oraz **G4** w złych warunkach wodnych. W obrębie tej warstwy wyróżniono:

- **Warstwa nr IIA** – gliny piaszczyste w stanie plastycznym o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,30$.
- **Warstwa nr IIB** – gliny piaszczyste w stanie twardoplastycznym o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,20$.
- **Warstwa nr IIC** – gliny piaszczyste mało wilgotne w stanie twardoplastycznym o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,10$. Do gruntów tej warstwy włączono utwory zwałowe o $I_L^{(n)} = 0,05$.

5. WNIOSKI

1. Podłoże gruntowe terenu badań do głębokości 5,0 m p.p.t. charakteryzują proste warunki gruntowo-wodne.
2. Dla niniejszej Inwestycji przyjęto **II kategorię geotechniczną**.
3. Podłoże to reprezentują grunty plejstocénskie – gliny zwałowe (**Qpg**) i osady wodnolodowcowe (**Qpfg**)
4. W przypowierzchniowej strefie podłoża gruntowego zalega warstwa holocénskich nasypów antropogenicznych (**Qhn**) i humusu (**Qh**).
5. Niebudowlane nasypy antropogeniczne oraz humus zalicza się do utworów nienośnych. Należy je w całości usunąć z podłoża projektowanej inwestycji. Po osiągnięciu docelowej rzędnej w wykopie zaleca się jego odbiór przez uprawnioną osobę (geologa, geotechnika).
6. Zbadane grunty (z wyjątkiem niebudowlanych nasypów antropogenicznych i humusu) zostały ujęte w dwie warstwy geotechniczne, dla których wyznaczono charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych, które winny stać się podstawą do obliczeń statycznych przy projektowaniu (*Tabela nr 1*). Zbadane grunty są gruntami nośnymi o korzystnych parametrach geotechnicznych.
7. Wyjątek stanowią grunty warstwy IIA występujące w stanie plastycznym, które stanowią zaledwie dostateczne podłoże dla fundamentów projektowanego obiektu.
8. W trakcie wykonywania robót wiertniczych, tj. w dniu 13.03.2018 r, na omawianym terenie w rejonie otworów nr 4, 8, 12, 16 do zbadanej głębokości 5,0 m p.p.t. stwierdzono

występowanie wody gruntowej o charakterze zwierciadła swobodnego. Nawiercony poziom lustra wody kształtuje się w przedziale głębokości od 2,5 m p.p.t. do 3,9 m p.p.t.

9. W rejonie otworów nr 13 i 15 stwierdzono występowanie wód o charakterze naporowym na głębokości 3,0-3,2 m p.p.t.. Warstwę napinającą stanowią gliny zwałowe. Woda stabilizuje się na głębokości 2,4-2,5 m p.p.t.

10. Z uwagi na bezpośrednie zasilanie i brak izolacji od powierzchni terenu poziom zwierciadła wody może ulegać sezonowym wahaniom $\pm 1,0$ m po obfitych opadach atmosferycznych oraz wiosennych roztopach. Stwierdzony w dniach wykonywania wierceń poziom wód uznać należy za średni.

11. W rejonie otworów nr 1, 5, 6, 9, 11 w obrębie glin zwałowych zawierających piaszczyste wkładki zanotowano występowanie intensywnych sączeń wód gruntowych. Zaznacza się, że przeprowadzone rozpoznanie geologiczne ma charakter punktowy i nie wyklucza to pojawienia się większej ilości sączeń w podłożu gruntowym.

12. Wykonana analiza próbki wody gruntowej stanowi, że środowisko wodne nie wykazuje własności agresywnych w stosunku do betonu.

13. Średnia głębokość przemarzania gruntów, na rozpatrywanym terenie, wynosi około $H_z = 1,00$ m p.p.t.

14. Do obliczeń posadowienia planowanych obiektów, można wykorzystać wartości cech fizyczno-mechanicznych gruntów zawartych w Tabeli nr 1. Ze względu na punktowy zakres badań, wartości parametrów mogą nieco odbiegać od podanych zgeneralizowanych wartości średnich.

15. W miejscach, gdzie wyrobisko obejmować będzie swym zasięgiem górotwór zbudowany z glin zwałowych, niezbędne stanie się zapewnienie odpowiedniej miąższości warstwy zabezpieczającej przed przebicciem 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).

16. Przy wyborze sposobu posadowienia obiektów (bezpośrednie lub pośrednie) należy uwzględnić jednocześnie:

- własności nośne i odkształcalność gruntów zalegających w podłożu,
- rodzaj, wielkość i charakter obciążeń przekazywanych na podłoże,
- wielkość dopuszczalnych osiadań średnich, różnic osiadań oraz dopuszczalnego przechyłu budowli, wynikających z wytycznych technologicznych i konstrukcyjnych.

17. Przy posadowieniu projektowanego obiektu w gruntach spoistych, roboty ziemne należy prowadzić ze szczególną dbałością (głównie w gruntach warstwy IIA). 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.

18. 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

[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]. „Zarys geotechniki” - Z. Wiłun. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Warszawa 1982.

[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]. „Hydrogeologia ogólna” - Z. Pazdro, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1977.
- [8]. „Projektowanie Geotechniczne według Eurokodu 7. Poradnik” – L. Wysokiński, W. Kotlicki, T. Godlewski. Instytut Techniki Budowlanej. Warszawa 2011.