



PRZEDSIĘBIORSTWO GEOTECHNICZNO-KONSULTINGOWE

**GEOTECH<sup>®</sup>** Sp. z o.o.

85-383 BYDGOSZCZ

UL. KARTUSKA 15

Nr pracy

2023/2004

Nr opracowania

01

Starostwo Powiatowe  
w Aleksandrowie Kujawskim

Zatwierdzam projekt budowlany  
Załączniki do decyzji  
z dnia 24.02.2010r  
Nr 112.9351-69/10

**Budowa kanalizacji sanitarnej w**  
ZADANIE **Aleksandrowie Kujawskim**

**IZOL mgr inż. Krystyna Bieniecka**  
ZAMAWIAJĄCY **87 - 800 Włocławek, ul. Płocka 26**

TEMAT OPRACOWANIA

# Dokumentacja określająca warunki geotechniczne

|                     | Imię i nazwisko, numer uprawnień                           | Data                 | Podpis |
|---------------------|--|----------------------|--------|
| Autorzy opracowania | Zbigniew Ciesielski<br>uprawnienia geologiczne VII- 071024 | listopad<br>2004 rok |        |
|                     | Piotr Kalamon  | listopad<br>2004 rok |        |
|                     | Joanna Mikołajczak   | listopad<br>2004 rok |        |
|                     | Tomasz Wilczyński  | listopad<br>2004 rok |        |
|                     | Krzysztof Kawczyński                                       | listopad<br>2004 rok |        |

**BYDGOSZCZ, LISTOPAD 2004 ROK**



**SIPS TREŚCI**

do dokumentacji określającej warunki geotechniczne  
dla projektowanej kanalizacji sanitarnej

|  |           |
|--|-----------|
| <b>SIPS TREŚCI</b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>SPIS ZAŁĄCZNIKÓW</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>CZĘŚĆ OPISOWA</b> .....   | <b>7</b>  |
| <b>1. WSTĘP</b> .....  | <b>7</b>  |
| 1.1. Podstawa opracowania dokumentacji .....   | 7         |
| 1.2. Przedmiot dokumentacji .....  | 7         |
| 1.3. Cel i zakres badań oraz dokumentacji .....  | 7         |
| 1.4. Kategoria geotechniczna .....   | 8         |
| <b>2. WYKONANE BADANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO</b> .....  | <b>8</b>  |
| 2.1. Prace terenowe .....  | 8         |
| 2.1.1. Wiercenia geotechniczne .....   | 9         |
| 2.1.2. Terenowe badania geotechniczne .....  | 10        |
| 2.1.3. Opróbowanie wyrobisk .....  | 10        |
| 2.2. Badania laboratoryjne .....   | 10        |
| 2.3. Prace kameralne .....   | 11        |
| <b>3. FIZJOGRAFIA</b> .....  | <b>11</b> |
| <b>4. BUDOWA GEOLOGICZNA</b> .....   | <b>11</b> |
| 4.1. Holocen ( $Q_h$ ) .....   | 12        |
| 4.2. Plejstocen ( $Q_p$ ).....   | 12        |
| <b>5. CHARAKTERYSTYKA HYDROGEOLOGICZNA</b> .....   | <b>12</b> |
| 5.1. Charakterystyka warunków hydrogeologicznych w zakresie głębokości<br>wykonanych wierceń ..... | 13        |
| 5.2. Warunki filtracji .....   | 13        |
| <b>6. CHARAKTERYSTYKA GEOTECHNICZNA PODŁOŻA<br/>GRUNTOWEGO</b> .....                               | <b>14</b> |
| <b>7. PODSUMOWANIE, WNIOSKI I ZALECENIA</b> .....  | <b>18</b> |
| 7.1. Podsumowanie wyników prac geologicznych w rejonie lokalizacji<br>kanalizacji.....             | 18        |
| 7.2. Zalecenia projektowe .....  | 19        |
| 7.3. Zalecenia realizacyjne .....  | 19        |
| 7.3.1. Odbiory podłoża pod projektowane obiekty .....  | 19        |
| 7.3.2. Odwodnienie podłoża gruntowego .....  | 20        |

|  |           |
|--|-----------|
| 7.3.3. Dobór materiału do wykonania zasypek i podsypek oraz technologia zagęszczania ..... | 20        |
| 7.3.4. Kontrola zagęszczenia podłoża.....  | 22        |
| 7.3.5. Obsługa geotechniczna budowy .....  | 23        |
| 7.3.6. Uwagi końcowe .....   | 23        |
| <b>8. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI .....</b>                                      | <b>24</b> |
| 8.1. Przepisy prawne .....   | 24        |
| 8.2. Normy przedmiotowe .....  | 24        |
| 8.3. Mapy geologiczne i sytuacyjne.....  | 25        |
| 8.4. Literatura i inne opracowania. ....   | 25        |

## SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

### do dokumentacji określającej warunki geotechniczne dla projektowanej kanalizacji sanitarnej

- Z1. *Mapy orientacyjne*<sup>1</sup>
- Z1/1. Mapa orientacyjna z terenem wykonanych prac. Arkusz Aleksandrów Kujawski. Skala 1:50 000.
  - Z1/2. Mapa geologiczna Polski utworów powierzchniowych. Arkusz Toruń. Skala 1:200 000 (oryginał mapy powiększony do skali 1:50 000).
  - Z1/3. Mapa hydrologiczna Polski. Arkusz Toruń. Skala 1:200 000 (oryginał mapy powiększony do skali 1:50 000).
- Z2. *Mapy dokumentacyjne*
- Z2/1. Schemat arkuszy mapy dokumentacyjnej
  - Z2/2.1÷10 Mapa dokumentacyjna z lokalizacją wykonanych otworów geotechnicznych. Skala 1:5 000.
- Z3. Objaśnienie symboli i znaków użytych na metrykach.
- Z4. Legenda do metryk
- Z5/1÷39. Metryki wykonanych otworów geotechnicznych.
- Z6/1÷39. Wyniki sondowania sondą ZW-ITB.

<sup>1</sup> Tytuły pisane pismem pochyłym nie stanowią odrębnych załączników lecz jedynie nazwy grup załączników umieszczonych w dokumentacji.



# CZĘŚĆ OPISOWA

## do dokumentacji określającej warunki geotechniczne dla projektowanej kanalizacji sanitarnej

### 1. WSTĘP

#### 1.1. Podstawa opracowania dokumentacji

Opracowanie wykonano na podstawie zlecenia firmy IZOL mgr inż. Krystyna Bieniecka (87-800 Włocławek, ul. Płocka 26). Praca została zarejestrowana a Przedsiębiorstwie Geotechniczno-Konsultingowym GEOTECH<sup>®</sup> Sp. z oo. (85-383 Bydgoszcz, ul. Kartuska 15) pod numerem 2023/04.

#### 1.2. Przedmiot dokumentacji

Przedmiotem opracowania jest dokumentacja ustalająca warunki geotechniczne dla budowy kanalizacji sanitarnej w miejscowości Aleksandrów Kujawski. W opracowaniu zawarto wyniki badań przeprowadzonych dla tego zadania, wykonanych w zakresie zgodnym z oczekiwaniami Zleceniodawcy.

Teren badań położony jest na terenie miasta Aleksandrów Kujawski. Lokalizację obszaru badań przedstawiono na mapie topograficznej stanowiącej załącznik nr Z1.

#### 1.3. Cel i zakres badań oraz dokumentacji

Celem badań jest rozpoznanie właściwości fizycznych rozpoznanych metodami makroskopowymi występujących w podłożu gruntowym w zakresie pozwalającym na stwierdzenie ich przydatności dla potrzeb budownictwa. Celem badań było również rozpoznanie budowy geologicznej podłoża gruntowego i występujących w tym podłożu warunków hydrogeologicznych oraz innych własności gruntów, które mogą mieć wpływ na warunki wykonania zamierzonej inwestycji.

W szczególności celem badań było:

- rozpoznanie budowy geologicznej z uwzględnieniem litologii i miąższości poszczególnych warstw,

- określenie warunków hydrogeologicznych,
- określenie cech fizycznych i mechanicznych gruntów podłoża w zakresie niezbędnym do ustalenia koncepcji posadowienia obiektów.

Dokumentacja swoim zakresem obejmuje przedstawienie:

- metodyki, zakresu i wyników wykonanych badań terenowych, laboratoryjnych oraz prac kameralnych,
- zarysu fizjografii,
- warunków geologicznych i hydrogeologicznych,
- geotechnicznej oceny gruntów występujących w podłożu budowlanym,
- zgeneralizowanej wartości parametrów fizyczno-mechanicznych gruntów podłoża budowlanego,
- podsumowania z wykonanych prac, zaleceń i wniosków końcowych.

Lokalizacje punktów badań, ich ilość oraz ich głębokość określił Zleceniodawca. Ze względu na stosunkowo duży rozstaw punktów badań, rozpoznanie warunków geotechnicznych ma charakter punktowy.

#### 1.4. Kategoria geotechniczna

Występujące warunki gruntowe można określić jako proste. Kategorię zagrożenia bezpieczeństwa projektowanego obiektu wynikającą ze stopnia skomplikowania konstrukcji, jej posadowienia, oddziaływań oraz warunków geotechnicznych (kategorię geotechniczną) określono według [1] jako I.

## 2. WYKONANE BADANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO

Dla potrzeb ustalenia warunków geotechnicznych wykonano prace terenowe, badania laboratoryjne oraz prace kameralne.

### 2.1. Prace terenowe

Prace terenowe obejmowały wizję terenu badań, wykonanie otworów wiertniczych, pobieranie próbek gruntu do kontrolnych badań laboratoryjnych a także prace geodezyjne.



### 2.1.1. Wiercenia geotechniczne

W trakcie realizacji terenowych prac geotechnicznych wykonano 39 rurowanych otworów wiertniczych z poziomu istniejącego terenu, metodą obrotową, o średnicy 4". Wiercenia prowadzono zgodnie z metodyką podana w normie [9].

Głębokości wykonanych otworów geotechnicznych były następujące:

|                          |              |
|--------------------------|--------------|
| ▪ otwór wiertniczy nr 1  | - 6,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 2  | - 6,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 3  | - 6,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 4  | - 6,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 5  | - 6,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 6  | - 6,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 7  | - 6,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 8  | - 6,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 9  | - 6,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 10 | - 6,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 11 | - 6,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 12 | - 6,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 13 | - 3,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 14 | - 4,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 15 | - 6,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 16 | - 3,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 17 | - 4,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 18 | - 3,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 19 | - 4,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 20 | - 4,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 21 | - 4,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 22 | - 4,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 23 | - 3,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 24 | - 4,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 25 | - 4,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 26 | - 4,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 27 | - 4,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 28 | - 4,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 29 | - 3,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 30 | - 4,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 31 | - 4,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 32 | - 3,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 33 | - 4,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 34 | - 3,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 35 | - 3,0 m ppt, |
| ▪ otwór wiertniczy nr 36 | - 4,0 m ppt, |

- otwór wiertniczy nr 37 - 4,0 m ppt,
- otwór wiertniczy nr 38 - 6,0 m ppt,
- otwór wiertniczy nr 39 - 4,0 m ppt,

Łącznie wykonano 176,0 m wierceń. W trakcie wierceń wykonywano rozpoznanie makroskopowe występujących gruntów.

Orientacyjną lokalizację wykonanych wierceń geotechnicznych przedstawiono na mapie topograficznej w skali 1:50 000 w załączniku nr Z1/1. Bardziej szczegółowe położenie wykonanych otworów wiertniczych zawierają załączniki nr Z2/2÷10, gdzie lokalizacja poszczególnych punktów została przedstawiona na mapach w skali 1:50 000. Wyniki przeprowadzonych wierceń przedstawiono na metrykach stanowiących załączniki nr Z5/1÷39. Na metrykach tych przedstawiono również bardzo szczegółową lokalizację wykonanych wierceń na mapach sytuacyjno-wysokościowych w skali 1:500.

### 2.1.2. Terenowe badania geotechniczne

Po wykonaniu otworu wykonywano badania geotechniczne. Badania te obejmowały sondowania sondą ZW-ITB przypowierzchniowo występujących gruntów niespoistych. Sondowania lokalizowano w odległości 25 średnic wykonanego otworu wiertniczego. Interpretacje sondowań przeprowadzono zgodnie z pracą [9]. Uzyskanie wyniki posłużyło do wyliczenia wartości stopnia zagęszczenia gruntów niespoistych.

### 2.1.3. Opróbowanie wyrobisk

Podczas wykonywania otworów wiertniczych pobrano 90 próbek gruntu kategorii B (o naturalnej wilgotności NW) lub C (o naturalnym uziarnieniu) dla których dokonano szczegółowego rozpoznania makroskopowego. W trakcie badań makroskopowych określano dla wszystkich gruntów ich rodzaj, barwę, wilgotność oraz stan.

## 2.2. Badania laboratoryjne

Pobrane w terenie próbki gruntów poddano w laboratorium badaniom kontrolnym.

| Lp. | Rodzaj badania       | Liczba badanych prób | Metodyka badania |
|-----|----------------------|----------------------|------------------|
| 1.  | Badania makroskopowe | 90                   | [5]              |

Wykonane badania pozwoliły na ustalenie właściwości gruntów występujących przypowierzchniowo w obszarze budowanej kanalizacji sanitarnej.

### 2.3. Prace kameralne

Wykonane prace kameralne swoim zakresem obejmowały:

- analizę dokumentacji i materiałów archiwalnych, map hydrogeologicznych i geologicznych oraz literatury,
- analizę wyników z wyrobisk badawczych łącznie z wykonanymi badaniami makroskopowymi, obserwacjami dokonanymi w terenie oraz pomiarami zwierciadła wody gruntowej,
- opracowanie mapy topograficznej, geologicznej oraz dokumentacyjnej z lokalizacją wykonanych wierceń,
- sporządzenie części opisowej dokumentacji,
- sformułowanie wniosków końcowych zawierających również podsumowanie z wykonanych badań.

## 3. FIZJOGRAFIA

Pod względem fizjograficznym rozpatrywany obszar badań stanowi część Równiny Inowrocławskiej (315.55)<sup>2</sup>, należącej do Pojezierza Wielkopolskiego (315.5).

## 4. BUDOWA GEOLOGICZNA

Bardziej szczegółowe informacje o budowie geologicznej rozpatrywanego obszaru uzyskano na podstawie wierceń. Uwzględniając prowadzone badania, literaturę geologiczną [25] oraz mapy geologiczne [15] stwierdzono, że podłoże gruntowe w zakresie głębokości wykonanych wierceń zbudowane jest wyłącznie z utworów czwartorzędowych pokrywających badany teren ciągłą warstwą. Czwartorzęd (Q) reprezentowany jest przez utwory holocenu i plejstocenu.

Bardzo ogólne dane dotyczące budowy geologicznej przedstawiono w załączniku nr Z1/2. Załącznik Z1/2 opracowano na podstawie mapy [15]. Wynika z niego, że rozpatrywany teren położony jest w zasięgu występowania utworów rzecznych fazy pomorskiej oraz glin

<sup>2</sup> Numerację poszczególnych jednostek przyjęto według pracy [26].

zwałowych fazy poznańsko-dobrzyńskiej stadiału głównego zlodowacenia północnopolskiego.

#### 4.1. Holocen ( $Q_h$ )

Holocen reprezentowany jest przez występujące przypowierzchniowo nasypy niekontrolowane ( $^{nN}H$ ) o miąższości od 0,4 m (otwór geotechniczny nr 3) do 2,5 m (otwór geotechniczny nr 10) oraz utwory organiczne w postaci humusu ( $^hH$ ) o miąższości 0,4 m (otwory geotechniczne nr 2, 6, 7, 24, 30, 31).

#### 4.2. Plejstocen ( $Q_p$ )

Podstawowym gruntem budującym rozpatrywane podłoże są utwory plejstoceńskie reprezentowane przez utwory rzeczne oraz osady lodowcowe. Utwory rzeczne ( $^fB^{Pm}$ ) wykształcone zostały w postaci piasków oraz mułków. Osady lodowcowe ( $^{gz}B^P$ ) reprezentowane są przez glinę zwałową. Gliny zwałowe zostały wykształcone przede wszystkim jako gliny piaszczyste, gliny pylaste oraz piaski gliniaste. Piaski rzeczne zostały wykształcone przede wszystkim jako piaski drobne, piaski pylaste, piaski średnie oraz piaski grube, natomiast mułki rzeczne zalegają w postaci pyłów piaszczystych.

Ogólną budowę geologiczną podłoża gruntowego przedstawiono na mapie w załączniku nr Z1/2.

### 5. CHARAKTERYSTYKA HYDROGEOLOGICZNA

Rozpatrywany obszar należy do rejonu (III3A) pradoliny toruńsko-eberswaldzkiej położonej w podregionie (III3) kujawskim i jest częścią regionu (XII) pomorsko-kujawskiego. Na badanym obszarze główny poziom użytkowy wód podziemnych znajduje się w utworach czwartorzędowych na głębokości 2-72 m ppt. Eksploatowany jest również, ale mniej intensywnie, poziom trzeciorzędowy z głębokości 40-70 m. Dane dotyczące ochrony tego poziomu nie są jednoznaczne.

## 5.1. Charakterystyka warunków hydrogeologicznych w zakresie głębokości wykonanych wierceń

W trakcie prowadzonych prac stwierdzono występowanie wody podziemnej w otworach nr 6, 7, 8, 12, 16, 18, 33, 34, 36, 37, 38. Na podstawie przeprowadzonych wierceń, w tabeli zestawiono rzędne występowania zwierciadła wody podziemnej.

| Nr otworu | Poziom wody podziemnej [m ppt] |                | Ciśnienie hydrostatyczne [m] |
|-----------|--------------------------------|----------------|------------------------------|
|           | nawiercony                     | ustabilizowany |                              |
| 6         | 1,35                           | 1,35           | 0,00                         |
| 7         | 0,90                           | 0,90           | 0,00                         |
| 8         | 5,50                           | 5,50           | 0,00                         |
| 12        | 1,50                           | 1,50           | 0,00                         |
| 16        | 2,20                           | 2,20           | 0,00                         |
| 18        | 1,80                           | 1,80           | 0,00                         |
| 33        | 1,40                           | 1,40           | 0,00                         |
| 34        | 1,80                           | 1,80           | 0,00                         |
| 36        | 2,05                           | 2,05           | 0,00                         |
| 37        | 1,55                           | 1,55           | 0,00                         |
| 38        | 2,90                           | 2,90           | 0,00                         |
| 38        | 4,30                           | 2,90           | 1,40                         |

Powyższa tabela pokazuje występowanie wody podziemnej, ale jedynie w zakresie głębokości prowadzonych wierceń.

Poziom wód podziemnych po intensywnych i długotrwałych opadach atmosferycznych lub roztopach wiosennych może się bardzo istotnie zmieniać. Występowanie wód gruntowych prowadzono w porze roku, gdzie ich poziom nie osiąga poziomu maksymalnego. Ostatnie lata powszechnie uważane są za lata, gdzie występuje generalnie obniżony poziom wód gruntowych. W rejonie lokalizacji wykonanych badań nie prowadzono wieloletnich obserwacji poziomu wód podziemnych, dlatego też dokładna prognoza ich zmian w okresie roku jak również wieloletnim nie jest możliwa. Istniejące wyniki pomiarów nie pozwalają na rzetelne zaprognozowanie wahań wody podziemnej w rejonie wykonywanych prac.

## 5.2. Warunki filtracji

Występujące w podłożu nasypy niekontrolowane mają przepuszczalność zbliżoną do budujących je gruntów.

Utwory piaszczyste zbudowane są w przewadze z piasków drobnych. Są to utwory mało przepuszczalne o orientacyjnej wartości współczynnika filtracji  $k_{10}=2,2\div 8,6$  m/d. Przepuszczalność utworów piaszczystych będzie rosła wraz ze wzrostem zawartości grubszych frakcji. Piaski średnie wykazują już wartości współczynnika filtracji  $k_{10}=8,6\div 25,1$  m/d a piaski grube  $k_{10}=1,9\div 77,8$  m/d.

Występujące w podłożu utwory spoiste są generalnie mało przepuszczalne. Reprezentowane są one przez gliny piaszczyste dla których orientacyjny współczynnik filtracji wynosi około  $k_{10}=0,01\div 0,4$  m/d, gliny pylaste dla których współczynnik filtracji wynosi około  $k_{10}=0,09\div 0,9$  m/d oraz piasek gliniasty dla którego współczynnik filtracji wynosi około  $k_{10}=0,09\div 0,4$  m/d. Natomiast pyły piaszczyste posiadają orientacyjny współczynnik filtracji rzędu  $k_{10}=0,04\div 0,3$  m/d.

## 6. CHARAKTERYSTYKA GEOTECHNICZNA PODŁOŻA GRUNTO- WEGO

W podłożu gruntowym dokonano wydzielenia warstw geotechnicznych. Podstawowym kryterium podziału na warstwy, była budowa geologiczna. Niezależnie od klasyfikacji geologicznej, w podziale uwzględniono dodatkowo wymagania normy [2].

Zgodnie z normą [4] grunty rozpatrywanego podłoża zaliczono do nasypowych oraz rodzimych mineralnych spoistych i niespoistych. Występujące w podłożu grunty ujęto w sześć warstw o zbliżonym pochodzeniu geologicznym. W obrębie trzeciej warstwy wydzielono trzy podwarstwy natomiast w obrębie warstw IV, V i VI wydzielono dwie podwarstwy ujmując w nie gruntu o zbliżonych wartościach cech fizyczno-mechanicznych. Cechy fizyczno-mechaniczne ustalono dla wyodrębnionych warstw na podstawie badań terenowych, badań makroskopowych oraz zależności korelacyjnych podanych w normach [2, 3].

Uogólnione wartości cech fizyczno-mechanicznych dla poszczególnych warstw geotechnicznych podano w załączniku nr Z4.

Grunty podłoża budowlanego ujęto w sześć warstw:

- ◆ **Warstwę I** - stanowią osady współczesne występujące w postaci nasypów niekontrolowanych. Nasypy niekontrolowane są zbudowane z szumusowanego piasku drobnego i piasku średniego. Lokalnie nasypy zbudowane są z piasku drobnego z domieszką gliny piaszczystej, żużla, gruzu betonowego oraz gruzu ceglanego. Grunty reprezentujące tą warstwę występują generalnie w stanie luźnym przy średniej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D=0,26$  przy bardzo wysokiej wartości współczynnika materiałowego (zmienności)  $\gamma_m = 1\pm 0,37$ . Grunty tej warstwy są wątpliwe nie nadają się do bezpośredniego posadowienia ze względu na zmienny skład, dodatek części organicznych oraz bardzo zmienne wartości parametrów geotechnicznych.
  
- ◆ **Warstwę II** - stanowią holocenijskie utwory organiczne występujące w postaci humusu. Warstwa humusu II jest wątpliwa do bezpośredniego posadowienia ze względu na zmienny skład, dodatek części organicznych oraz bardzo zmienne wartości parametrów geotechnicznych.
  
- ◆ **Warstwę III** - stanowią plejstocenijskie piaski rzeczne. Wykształcone zostały one jako piaski drobne, piaski pylaste, piaski drobne na pograniczu piasków pylastych oraz piaski drobne na pograniczu piasków średnich. W formie domieszek lokalnie stwierdzono obecność piasku gliniastego. Ze względu na zróżnicowane zagęszczenie w obrębie III warstwy wyróżniono trzy podwarstwy:
  - ◆ **podwarstwę III<sub>a</sub>** - obejmującą piaski drobne oraz piaski drobne na pograniczu piasków średnich z domieszkami otoczków. Grunty tej podwarstwy występują w stanie luźnym o średniej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D=0,26$  ( $\gamma_m=1\pm 0,20$ ),
  - ◆ **podwarstwę III<sub>b</sub>** – obejmującą piaski drobne, piaski pylaste, piaski drobne na pograniczu piasków średnich oraz piaski drobne na pograniczu piasków pylastych z domieszkami pyłów. Grunty tej podwarstwy występują w stanie średniozagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D=0,51$  ( $\gamma_m=1\pm 0,20$ ),
  - ◆ **podwarstwę III<sub>c</sub>** – obejmującą piaski drobne, piaski drobne na pograniczu piasków średnich oraz piaski drobne na po-

graniczu piasków pylastych. Grunty tej podwarstwy występują w stanie zagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D=0,71$  ( $\gamma_m=1\pm 0,10$ ).

Grunty warstwy III są niewysadzinowe oraz wątpliwe pod względem wysadzinowości.

◆ **Warstwę IV** - stanowią plejstocenijskie piaski rzeczne. Wykształcone jako piaski średnie, piaski grube oraz piaski średnie na pograniczu piasków grubych. W formie domieszek lokalnie stwierdzono obecność kamieni i otoczków. Ze względu na zróżnicowane zagęszczenie w obrębie IV warstwy wyróżniono dwie podwarstwy:

◆ **podwarstwę IV<sub>a</sub>** - obejmującą piaski średnie. Grunty tej podwarstwy występują w stanie luźnym o średniej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D=0,32$  ( $\gamma_m=1\pm 0,17$ ),

◆ **podwarstwę IV<sub>b</sub>** - obejmującą piaski średnie, piaski grube oraz piaski średnie na pograniczu piasków grubych z domieszkami kamieni i otoczków. Grunty tej podwarstwy występują w stanie średniozagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D=0,53$  ( $\gamma_m=1\pm 0,15$ ).

Grunty warstwy IV są niewysadzinowe.

◆ **Warstwę V** - stanowią plejstocenijskie utwory lodowcowe występujące w postaci glin zwałowych. Uwzględniając kryteria zawarte w normie [2], utwory spoiste warstwy V gruntów zaliczono do spoistych morenowych nieskonsolidowanych - grupa konsolidacyjna B. Gliny zwałowe występują głównie w postaci glin piaszczystych, glin pylastych, piasku gliniastego oraz glin piaszczystych na pograniczu piasku gliniastego. Ze względu na zróżnicowane wartości stopnia plastyczności w obrębie V warstwy gruntów wyodrębniono dwie podwarstwy:

◆ **podwarstwę V<sub>a</sub>** - obejmującą gliny zwałowe w konsystencji plastycznej i stanie plastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności  $I_L=0,38$  ( $\gamma_m=1\pm 0,25$ ).

◆ **podwarstwę V<sub>b</sub>** - obejmującą zwałowe w konsystencji plastycznej i stanie twardoplastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności  $I_L=0,13$  ( $\gamma_m=1\pm 0,25$ ).

Gliny zwałowe są wrażliwe na zmiany wilgotności oraz naruszenie naturalnej struktury. Wzrost wilgotności lub narusze-



nie naturalnej struktury mogą prowadzić do zwiększenia plastyczności tych gruntów. Do uplastycznienia tych gruntów dochodzi szczególnie łatwo gdy wzrostowi wilgotności towarzyszą drgania, wywołane na przykład drganiami ciężkiego sprzętu budowlanego. Z tych też powodów grunty te należy bardzo starannie chronić przed rozmakaniem i przemarzeniem.

**Warstwę VI** - stanowią plejstocenijskie utwory rzeczne występujące w postaci mułków. Dla mułków przyjęto grupę konsolidacyjną C [2]. Mułki występują głównie w postaci pyłów piaszczystych. Jako przewarstwienia i domieszki stwierdzono występowanie piasków pylastych, glin pylastych oraz glin piaszczystych. Ze względu na zróżnicowane wartości stopnia plastyczności w obrębie VI warstwy gruntów wyodrębniono dwie podwarstwy:

- ◆ **podwarstwę VI<sub>a</sub>** – obejmującą pyły piaszczyste. Przewarstwienia i domieszki stanowi piasek pylasty oraz glina pylasta. Grunty tej warstwy występują w konsystencji plastycznej i stanie miękkoplastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności  $I_L=0,75$  ( $\gamma_m=1\pm 0,25$ ),
- ◆ **podwarstwę VI<sub>b</sub>** - obejmującą pyły piaszczyste. Domieszki stanowi glina piaszczysta. Grunty tej warstwy występują w konsystencji plastycznej i stanie twardoplastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności  $I_L=0,13$  ( $\gamma_m=1\pm 0,25$ ),

Mułki są wrażliwe na zmiany wilgotności oraz naruszenie naturalnej struktury. Wzrost wilgotności lub naruszenie naturalnej struktury mogą prowadzić do zwiększenia plastyczności tych gruntów. Do uplastycznienia tych gruntów dochodzi szczególnie łatwo gdy wzrostowi wilgotności towarzyszą drgania, wywołane na przykład drganiami ciężkiego sprzętu budowlanego.

W okresie wykonywania badań część gruntów znajdowała się pod wpływem oddziaływania wody podziemnej. W związku z tym, w obliczeniach statycznych, należy uwzględnić wpływ wyporu wody na ciężar objętościowy tych gruntów. Orientacyjne obliczenia tego wpływu można przeprowadzić z zależności:  $\gamma'=(1-n)(\gamma_s-\gamma_w)$ ,  $n=1-\gamma/[\gamma_s(1+w_n)]$ ;  $\gamma_s=26,5$  kN/m<sup>3</sup>;  $\gamma_w=10,0$  kN/m<sup>3</sup>;  $\gamma$ ,  $w_n$ - według załącznika Z4. Lokalnie, woda podziemna znajduje się również pod ciśnieniem hydrostatycznym. W tych przypadkach należy również określić wpływ ciśnienia sphywowego na wartości ciężaru objętościowego gruntów z zależności  $\gamma''=\gamma\pm p_s$ ;

$p_s = \Delta h / l$  gdzie  $\Delta h$  – różnica pomiędzy nawierconym a ustabilizowanym poziomem wody podziemne,  $l$  – długość drogi przepływu wody.

Wzajemne położenie poszczególnych warstw geotechnicznych przedstawiono na metrykach geotechnicznych (załączniki nr Z5/1÷39).

## 7. PODSUMOWANIE, WNIOSKI I ZALECENIA

### 7.1. Podsumowanie wyników prac geologicznych w rejonie lokalizacji kanalizacji

- 7.1.1. W wyniku przeprowadzonych wierceń objętych niniejszą dokumentacją dokonano punktowego ustalenia budowy geologicznej, hydrogeologicznej oraz warunków geotechnicznych podłoża gruntowego w rejonie planowanej budowy kanalizacji sanitarnej.
- 7.1.2. Na rozpatrywanym obszarze występują generalnie dobre warunki budowlane a także mało skomplikowane warunki geologiczne i geotechniczne.
- 7.1.3. Przypowierzchniowo ciągłą warstwą występuje nasyp niekontrolowany o miąższości dochodzącej do 2,5 m oraz humus o miąższości 0,4 m. Nasyp zbudowany jest z shumusowanego piasku drobnego i piasku średniego. Lokalnie nasypy zbudowane są z piasku drobnego z domieszką gliny piaszczystej, żuźla, gruzu betonowego oraz gruzu ceglanego.
- 7.1.4. Podstawowym gruntem budującym rozpatrywane podłoże są jednak utwory plejstocieńskie reprezentowane przez osady rzeczne oraz lodowcowe.
- 7.1.5. Występujące utwory piaszczyste występują w różnych stanach zagęszczenia od luźnego do zagęszczonego. Stany gruntów spoistych również są bardzo zróżnicowane od twardoplastycznego do miękkoplastycznego.
- 7.1.6. W trakcie prowadzonych prac lokalnie stwierdzono występowanie wody podziemnej. Woda podziemna ma charakter ciągły. Woda o charakterze ciągłym posiada zwierciadło swobodne, jedynie w otworze nr 38 stwierdzono występowanie wody o zwierciadle napiętym.

- 7.1.7. Poziom wód podziemnych po intensywnych i długotrwałych opadach atmosferycznych lub roztopach wiosennych może się bardzo istotnie zmieniać.
- 7.1.8. W rejonie lokalizacji wykonanych badań nie prowadzono wieloletnich obserwacji poziomu wód podziemnych, dlatego też dokładna prognoza ich zmian w okresie roku jak również wieloletnim nie jest możliwa.
- 7.1.9. Głębokość przemarzania gruntów na rozpatrywanym terenie wynosi  $h_z=1,0$  m.

## 7.2. Zalecenia projektowe

- 7.2.1. Rozważając posadowienie kanalizacji sanitarnej należy uwzględnić rozpoznanie warunków geotechnicznych zamieszczone w załączniku nr Z4.
- 7.2.2. Parametry geotechniczne gruntów spoistych podane w załączniku Z4 mają charakter bardzo orientacyjny. Zostały one bowiem oparte wyłącznie o makroskopowe rozpoznanie gruntów.
- 7.2.3. Obliczając posadowienie obiektu należy:
- ◆ podłoże traktować jako uwarstwione,
  - ◆ uwzględnić najniekorzystniejsze położenie zwierciadła wody gruntowej.
- 7.2.4. Przy rozważaniu koncepcji posadowienia kanalizacji sanitarnej należy uwzględnić wpływ wody na ciężar objętościowy gruntów.
- 7.2.5. W rozważaniach wpływ wyporu wody na ciężar objętościowy gruntu znajdującego się poniżej jej zwierciadła należy określić z zależności:  $\gamma'=(1-n)(\gamma_s-\gamma_w)$ ,  $n=1-\gamma/[\gamma_s(1+w_n)]$ ;  $\gamma_s=26,5$  kN/m<sup>3</sup>;  $\gamma_w=10,0$  kN/m<sup>3</sup>;  $\gamma$ ,  $w_n$ - to odpowiednio ciężar objętościowy i wilgotność występujących gruntów.

## 7.3. Zalecenia realizacyjne

### 7.3.1. Odbiory podłoża pod projektowane obiekty

- 7.3.1.1. Realizacja poszczególnych prac budowlanych, związanych z wykonywaniem obiektów i budowli w podłożu gruntowym, wiąże się z koniecznością przeprowadzenia stosownych odbiorów podłoża gruntowego.

- 7.3.1.2. Przeprowadzone badania podłoża gruntowego mają charakter punktowy. Przedstawione uwarstwienie podłoża wynika z interpretacji wyników uzyskanych w poszczególnych punktach i może się nieco różnić od warunków rzeczywistych.
- 7.3.1.3. W przypadku braku innych ustaleń, odbiór podłoża pod projektowane obiekty można wykonać zgodnie z zasadami podanymi w odpowiednich normach przedmiotowych.
- 7.3.1.4. Zaleca się, aby odbiór robót związanych z realizacją posadowienia obiektów i budowlę odbył się przy udziale projektantów odpowiednich branż oraz geologa.

### 7.3.2. Odwodnienie podłoża gruntowego

- 7.3.2.1. Ze względu na miejscami wysoki poziom wód podziemnych konieczne będzie odwodnienie wykopów pod niektóre obiekty.
- 7.3.2.2. Rodzaj zastosowanego odwodnienia dostosować do rodzaju warstwy wodonośnej oraz wymaganej depresji.
- 7.3.2.3. Zależnie od przyjętego sposobu, zasięgu leja depresji i długości odwodnienia, rozważyć konieczność wystąpienia o stosowne pozwolenie wodnoprawne

### 7.3.3. Dobór materiału do wykonania zasypek i podsypek oraz technologia zagęszczania

- 7.3.3.1. W trakcie wykonywania robót ziemnych związanych z budową przepompowni zajdzie konieczność wykonywania zasypek i podsypek. Generalnie zaleca się wykonywanie zasypek z gruntów niespoistych (piaszczysto-żwirowych).
- 7.3.3.2. Zasyпки można również wykonywać z gruntów spoistych. Jednakże prawidłowe ich zagęszczenie wymaga doprowadzenie rodzimych gruntów spoistych do wilgotności optymalnej. Jest to zabieg stosunkowo kosztowny.
- 7.3.3.3. Zwraca się uwagę, że większość gruntów niespoistych występujących w warunkach naturalnych, jest źle uziarniona pod względem możliwości ich zagęszczania, gdyż wskaźnik jednorodności uziarnienia tych gruntów z reguły nie przekracza wartości  $C_u < 6$  a wskaźnik krzywizny jest mniejszy od  $C_c < 1$ .

- 7.3.3.4. Przy niskich wartościach wskaźników ( $3 < C_u < 6$ ;  $C_c < 1$ ), lecz wyższych od wskaźników, jakie wykazują grunty występujące na terenie przeprowadzonych badań, zagęszczenie jest możliwe, lecz w celu uzyskania wymaganych wysokich parametrów zagęszczania konieczne jest bardzo ściśle przestrzeganie wymogów technologicznych
- 7.3.3.5. Podstawowym warunkiem technologicznym skutecznego zagęszczania gruntów przeznaczonych na zasypki, podsypki, itp. jest ich prowadzenie przy wilgotności optymalnej ( $w^{opt}$ ), uprzednio określonej w badaniach laboratoryjnych.
- 7.3.3.6. Grunt o wskaźniku jednorodności uziarnienia  $C_u < 3$  w zasadzie nie powinien być używany do wykonania zasypek i podsypek chyba, że badania na poletku doświadczalnym wykażą możliwość jego zagęszczenia.
- 7.3.3.7. Do zagęszczania źle uziarnionych gruntów niespoistych konieczne jest używanie sprzętu wibracyjnego o stosunkowo wysokiej masie.
- 7.3.3.8. Proces zagęszczania źle uziarnionych gruntów powinien przebiegać przy stosunkowo niewielkiej grubości warstw.
- 7.3.3.9. W przypadku, gdy zagęszczanie przy wilgotności optymalnej ( $w^{opt}$ ) warstwami o niewielkiej miąższości nie da oczekiwanych rezultatów, konieczne będzie doziarnienie zagęszczanych gruntów tak odpowiednio dobranymi frakcjami lub innymi gruntami, aby spełniony został warunek  $C_u > 6$  oraz  $3 > C_c > 1$ .
- 7.3.3.10. Przed przystąpieniem do realizacji prac należy przeprowadzić wstępne badania przydatności gruntu do zamierzonych robót, wybierając kruszywo najkorzystniejsze. Badania te powinny swoim zakresem obejmować, co najmniej wilgotność optymalną  $w^{opt}$ , maksymalny ciężar szkieletu gruntowego  $\gamma_d^{max}$ , uziarnienie (w tym wskaźnik jednorodności uziarnienia  $C_u$ , wskaźnik krzywizny  $C_c < 1$ ) oraz jednorodność gruntów.
- 7.3.3.11. Wskazane jest, aby materiał stosowany do wbudowywania był w miarę możliwości jednorodny. Wskaźnik zagęszczenia,  $I_s$  wylicza się, bowiem w oparciu o uprzednio wyznaczona wartość maksymalnego ciężaru szkieletu gruntowego  $\gamma_d^{max}$  ( $\gamma_d^{max}$  ma w pewnym sensie charakter stałej materiałowej).

- 7.3.3.12. W przypadku zmiany rodzaju wbudowywanego gruntu lub jego dużej niejednorodności, wartość maksymalnego ciężaru szkieletu gruntowego  $\gamma_d^{\max}$  musi być ponownie lub każdorazowo wyznaczana, co podraża koszty odbiorów.
- 7.3.3.13. Uwzględniając ewentualne problemy związane z odbiorami zagęszczanego podłoża, zaleca się rozważenie zasadności technicznej i ekonomicznej stosowania w szczególnie odpowiedzialnych miejscach odpowiedniego materiału gwarantującego bezproblemowo skuteczne zagęszczanie (np. pospółki frakcji 0/12).

#### 7.3.4. Kontrola zagęszczenia podłoża

- 7.3.4.1. Podstawowym miarodajnym parametrem do odbioru zasypek, podsypek itp. nie jest stopień zagęszczenia  $I_D$ , lecz wskaźnik zagęszczenia  $I_S$ .
- 7.3.4.2. Odbiór zagęszczanego podłoża powinien odbywać się poszczególnymi warstwami. Do wykonania kolejnej warstwy powinno się przystąpić po dokonaniu odbioru warstwy poprzedniej. Ze względu na metodykę badań wartości wskaźnika zagęszczenia  $I_S$ , odbiory zagęszczenia podłoża mają charakter zanikający.
- 7.3.4.3. W przypadku, gdy kontrola nie będzie się odbywać zagęszczanymi warstwami, lecz w sposób kompleksowy, wyznaczenie wartości wskaźników zagęszczenia  $I_S$  w przekroju pionowym jest możliwe, lecz niezwykle kosztowne, gdyż wymaga pobrania prób o nienaruszonej strukturze z poszczególnych głębokości.
- 7.3.4.4. Do określania wartości wskaźnika zagęszczenia  $I_S$  nie zaleca się wykorzystywania sondowań dynamicznych zasypki wykonanej z gruntów niespoistych, gdyż korelacje pomiędzy wartościami wskaźnika zagęszczenia  $I_S$  a stopniem zagęszczenia  $I_D$  są bardzo niedokładne i mają charakter orientacyjny.
- 7.3.4.5. Sondowania gruntu są natomiast bardzo przydatne do oceny jednorodności zagęszczenia podłoża w całym profilu pionowym.
- 7.3.4.6. Do oszacowania wartości wskaźnika zagęszczenia  $I_S$  można też używać metod pośrednich. Przykładowo można badać dynamiczny wskaźnik odkształcenia  $E_D$  a na jego podstawie, z zależności korelacyjnych, oszacować wartość wskaźnika odkształcenia  $I_S$ .

- 7.3.4.7. W przypadku braku kryteriów odbioru, można wykorzystać, zależnie od charakteru zasypki, zalecenia podane w normach przedmiotowych.
- 7.3.4.8. Parametry związane z prowadzonymi pracami ziemnymi a w szczególności charakteryzujące zagęszczenie nasypów, zasypek i podsypek powinny być kontrolowane na bieżąco w trakcie budowy a ich wyniki zapisywane do dziennika budowy.

### 7.3.5. Obsługa geotechniczna budowy

- 7.3.5.1. Ze względu na przewidywany zakres prac ziemnych oraz stopień znaczenia projektowanej inwestycji, zaleca się, aby na czasach trwania robót inwestor ustanowił stały nadzór geotechniczny, którego zadaniem będzie prowadzenie geotechnicznej obsługi budowy.
- 7.3.5.2. Zadaniem obsługi geotechnicznej budowy byłoby:
- udział w precyzowaniu wymagań dla podłoża gruntowego oraz określaniu stosowanych kontrolnych metod badawczych,
  - udział w odbiorach podłoża gruntowego i sprawdzenie występujących gruntów z opracowaną dokumentacją geotechniczną,
  - kontrola własności materiału przewidzianego do wykonywania ewentualnych nasypów i podsypek,
  - kontrola zagęszczenia wbudowywanych gruntów.

### 7.3.6. Uwagi końcowe

Zalecenia dotyczące samych zasad odbioru podłoża gruntowego i poszczególnych elementów robót ziemnych należy traktować wyłącznie jako sugestię. Zasady odbioru (wymagana liczba oraz rodzaj badań kontrolnych) powinny zostać określone wspólnie przez inwestora i projektanta z ewentualnym udziałem geologa (geotechnika) z uwzględnieniem właściwości a przede wszystkim zmienności występujących gruntów. Wymienione w niniejszej dokumentacji normy, ustalające zasady odbioru podłoża gruntowego oraz prac ziemnych w większości przypadków nie mają charakteru obligatoryjnego (obowiązkowego). **Jednakże część z nich, w przypadku wykonywania zadań z środków publicznych ma charakter obowiązkowy.** Natomiast same wartości liczbowe poszczególnych wymaganych parametrów zagęszczania podłoża (wskaźnik zagęszczenia  $I_s$ , stopień zagęszczenia  $I_D$ , moduły odkształcenia  $E_1$  i  $E_2$  oraz wskaźnik odkształcenia  $I_o$ , dynamiczny moduł odkształcenia  $E_D$ ) powinny wynikać bez

pośrednio z projektu budowlanego lub odpowiednich norm przedmiotowych, jeżeli autorzy projektu na te normy się powołają.

## 8. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI

Przy sporządzaniu dokumentacji geotechnicznej, wykorzystano niżej wymienione materiały:

### 8.1. Przepisy prawne

- [1]. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 września 1998 roku w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (*Dz.U. Nr 126, poz. 839*).

### 8.2. Normy przedmiotowe

- [2]. PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [3]. PN-83/B-02482. Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych.
- [4]. PN-86/B-02480. Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- [5]. PN-88/B-04481. Grunty budowlane. Badania próbek gruntów.
- [6]. PN-92/B-10735. Kanalizacja. Przewody Kanalizacyjne. Wymagania i badania przy odbiorze.
- [7]. PN-B-02479:1998. Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne: Zasady ogólne.
- [8]. PN-B-02481:1998. Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- [9]. PN-B-04452:2002. Geotechnika. Badania polowe.
- [10]. PN-B-06050:1999. Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.
- [11]. PN-B-10725:1997. Wodociągi. Przewody zewnętrzne. Wymagania i badania.
- [12]. PN-B-10736:1999. Roboty ziemne. Wykopy otwarte dla przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych. Warunki techniczne wykonania.
- [13]. PN-S-02205:1998. Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.



### 8.3. Mapy geologiczne i sytuacyjne

- [14]. Mapa geologiczna Polski utworów przypowierzchniowych (Arkusz 27 Toruń). Skala 1:200 000 Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa 1978 rok.
- [15]. Mapa hydrogeologiczna Polski (Arkusz 27 Toruń). Skala 1:200 000 Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa 1983 rok.
- [16]. Mapa regionalizacji fizycznogeograficznej Polski. Skala 1:1 250 000. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 1978 rok.
- [17]. Mapa topograficzna Polski. Arkusz N-34-110-A Aleksandrów Kujawski. Skala 1:50 000. Państwowa Służba Geodezyjna i Kartograficzna. Warszawa 2001 rok.
- [18]. Mapa topograficzna w skali 1:4 000 dostarczona przez Zleceniodawcę.
- [19]. Mapa topograficzna w skali 1:500 dostarczona przez Zleceniodawcę.

### 8.4. Literatura i inne opracowania.

- [20]. Bialik J., Czarnecka H., Hołdakowska J., Majewska I., Malinowska M., Marcinkowska Z., Stephen W., Sztreker A., Woronce T.: Podział hydrograficzny Polski. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Warszawa 1983 rok.
- [21]. Galon R. (red.): Geomorfologia Polski. Tom 2. Niż Polski. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 1972 rok.
- [22]. Ignut R., Kłębek A., Puchalski R.: Terenowe badania geologiczno-inżynierskie. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa 1973.
- [23]. Kozłowska M., Kozłowski I.: Objasnienia do mapy geologicznej Polski. Arkusz Toruń. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa 1979.
- [24]. Kondracki J.: Geografia fizyczna Polski. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 1978 rok.
- [25]. Pazdro Z.: Hydrogeologia ogólna. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa 1977 rok.
- [26]. Wiłun Z.: Pisarczyk St.: Fundamenty. Poradnik inżyniera i technika budowlanego. Tom 4. Arkady. Warszawa 1983 rok.
- [27]. Wiłun Z.: Zarys geotechniki. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Warszawa 1982 rok.

Bydgoszcz, listopad 2004 rok

