

Temat opracowania:

# **DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO**

Budowa odcinków sieci kanalizacji sanitarnej  
w ul. 11-go Listopada oraz ul. Kilińskiego w Sierpcu

AUTOR OPRACOWANIA:

mgr inż. Tomasz Michałek  
Uprawnienia geologiczne nr: **VII-1582**

.....

Inwestor:

**Miejskie Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej  
„EMPEGEK” Sp. z o.o. w Sierpcu**  
ul. Konstytucji 3-go Maja 48, 09-200 Sierpc

Zamawiający:

**JRP INSTALACJE Waldemar Lis**  
ul. Mickiewicza 53, 09-200 Sierpc

Wykonawca:

**GEOsolutions Tomasz Michałek**  
ul. Ku Wiatrakom 7/89, 85-856 Bydgoszcz



## SPIS TREŚCI

<b>SPIS TREŚCI .....</b>	<b>3</b>
<b>SPIS ZAŁĄCZNIKÓW .....</b>	<b>4</b>
<b>CZĘŚĆ OPISOWA.....</b>	<b>5</b>
<b>1. WSTĘP.....</b>	<b>5</b>
<b>2. WYKONANE PRACE GEOTECHNICZNE.....</b>	<b>6</b>
2.1. Prace terenowe .....	6
2.1.1. Wiercenia geotechniczne.....	6
2.1.2. Sondowania gruntów niespoistych .....	6
2.1.3. Opróbowanie wyrobisk.....	6
2.2. Prace laboratoryjne.....	7
2.3. Prace geodezyjne .....	7
2.4. Prace kameralne.....	7
<b>3. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ.....</b>	<b>7</b>
3.1. Lokalizacja i położenie terenu badań .....	7
3.2. Fizjografia, morfologia .....	8
3.3. Budowa geologiczna .....	8
3.4. Zjawiska geodynamiczne.....	8
3.5. Charakterystyka pierwszego nieużytkowego poziomu wód podziemnych.....	8
3.5.1. Obserwacje występowania pierwszego poziomu wody podziemnej.....	9
3.5.2. Warunki filtracji.....	9
<b>4. MODEL GEOTECHNICZNY PODŁOŻA GRUNTOWEGO.....</b>	<b>9</b>
4.1. Charakterystyka wydzielonych warstw geotechnicznych i ich własności .....	9
4.2. Ocena przydatności gruntów z wykopów do wbudowania.....	11
<b>5. GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA.....</b>	<b>12</b>
5.1. Parametry geotechniczne podłoża i obliczenia statyczne.....	12
5.1.1. Właściwości wg PN-81/B-03020 oraz PN-83/B-02482.....	12
5.1.2. Parametry wg PN-EN 1997-1:2008 (Eurokod 7).....	13
5.1.3. Częściowe współczynniki bezpieczeństwa do obliczeń .....	13
5.1.4. Zalecenia dotyczące obliczeń statycznych .....	13
5.1.5. Obliczenia nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności .....	13
<b>6. ZALECENIA REALIZACYJNE.....</b>	<b>13</b>
6.1. Odbiory podłoża pod projektowane obiekty.....	13
6.2. Dobór materiału do wykonania podsypki i zasypki oraz technologia zagęszczania .....	14
6.3. Kontrola zagęszczenia podłoża.....	15
<b>7. PODSUMOWANIE, WNIOSKI I ZALECENIA .....</b>	<b>15</b>
7.1. Podsumowanie wyników prowadzonych badań geotechnicznych .....	15
7.2. Wnioski z przeprowadzonych badań geotechnicznych, dotyczące posadowienia.....	16
7.3. Zalecenia projektowe .....	16
<b>8. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI .....</b>	<b>17</b>

**SPIS ZAŁĄCZNIKÓW**

1. Mapa topograficzna Polski. Skala 1:10 000.
2. Mapa sytuacyjno-wysokościowa. Skala 1:2 000.
3. objaśnienia znaków i symboli.
4. Legenda do kart otworów.
5. Karty otworów wiertniczych.

## CZĘŚĆ OPISOWA

### 1. WSTĘP

Opracowanie wykonano na podstawie zlecenia JRP INSTALACJE Waldemar Lis (ul. Mickiewicza 53, 09-200 Sierpc).

Inwestorem zadania jest Miejskie Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej „EMPEGEK” Sp. z o.o. w Sierpcu (ul. Konstytucji 3-go Maja 48, 09-200 Sierpc).

Przedmiotem opracowania jest dokumentacja badań podłoża gruntowego dla potrzeb ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektu budowlanego dla zadania: „Opracowanie dokumentacji projektowej dla budowy odcinków sieci kanalizacji sanitarnej w ul. 11-go Listopada oraz ul. Kilińskiego w Sierpcu”.

#### Charakterystyka inwestycji:

Zasięg opracowania obejmuje zaprojektowanie sieci rozgałęznej o średnicy  $\phi$  160 mm od istniejących sieci kanalizacji sanitarnej zlokalizowanych w pasach drogowych dróg wojewódzkich - ul. 11-Listopada oraz ul. Kilińskiego w Sierpcu do każdej zabudowanej posesji, oraz działek przeznaczonych pod zabudowę (posiadających pozwolenie na budowę lub zgłoszenie wykonania budynku na dzień 30.10.2016 r.). Sieci te winny być zaprojektowane z normatywnymi spadkami i zakończone studzienkami inspekcyjnymi PCV  $\phi$  315 mm umożliwiającymi bezpośrednie podłączenie kanalizacji w budynkach do tych studzienek lub w przypadku braku możliwości wybudowania studzienki lub braku deklaracji przyłączenia się do sieci, do granicy nieruchomości. Zasięg opracowania: od wysokości posesji nr 6 przy ul. 11-go Listopada do ostatniej posesji przed skrzyżowaniem ul. Kilińskiego z drogą krajową nr 10. Opracowanie nie obejmuje posesji posiadających przyłącza do miejskiej sieci kanalizacji sanitarnej. Odgałęzienia sieci kanalizacji sanitarnej do posesji nr 19, 31, 35 oraz dz. nr ew. 982 przy ul 11-go Listopada oraz do posesji nr 17, 37 przy ul. Kilińskiego winny zakończyć się zakorkowaną rurą zlokalizowaną poza pasem jezdnym pasa drogi wojewódzkiej.

W opracowaniu zawarto wyniki badań przeprowadzonych dla tego zadania.

Celem badań geotechnicznych jest rozpoznanie budowy geologicznej podłoża budowlanego i występujących w tym podłożu warunków hydrologicznych, cech fizycznych i mechanicznych gruntów oraz innych własności gruntów, które mogą mieć wpływ na warunki wykonania zamierzonej inwestycji.

W szczególności celem było:

- rozpoznanie przestrzennego układu warstw geotechnicznych podłoża budowlanego,
- określenie głębokości występowania wody gruntowej,
- wydzielenie warstw geotechnicznych,
- określenie wiodących parametrów fizyczno-wytrzymałościowych wydzielonych warstw,
- określenie kategorii gruntu budowlanego,
- wskazanie kategorii geotechnicznej w zależności od stopnia skomplikowania warunków gruntowych oraz konstrukcji obiektu budowlanego,
- ustalenie przydatności gruntów na potrzeby budownictwa.

Dokumentacja swoim zakresem obejmuje przedstawienie:

- metodyki, zakresu i wyników wykonanych badań terenowych, laboratoryjnych oraz prac kameralnych,
- zarysu fizjografii, geomorfologii i hydrografii,
- warunków geologicznych i hydrogeologicznych,
- charakterystyki geotechnicznej podłoża gruntowego,
- warunków gruntowo-wodnych podłoża,
- zaleceń i wniosków końcowych.

Ustalenie kategorii gruntów w podłożu projektowanej inwestycji dokonano według KNR 2-01 01 Budowle i Roboty Ziemi.

W niniejszej dokumentacji zastosowano podwójną klasyfikację gruntów zgodną z PN-EN ISO 14688-1/2 w myśl wprowadzonego Eurokod-7 [16,17] oraz starą opartą o polskie normy w tym [10]. Podwójne nazewnictwo ma, w okresie przejściowym, zwiększyć czytelność opracowania dla wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego. Konieczność stosowania norm opartych o Eurokod-7 wynika z Rozporządzenia [1].

Orientacyjną lokalizację omawianego terenu badań przedstawiono w załączniku nr 1.

Szczegółową lokalizację badań przedstawiono w załączniku nr 2.

Podstawą do opracowania dokumentacji były wyniki wizji lokalnej i wyniki prac polowych przeprowadzonych w drugiej połowie września 2016 roku.

Jako podkład geodezyjny wykorzystano plan sytuacyjno-wysokościowy terenu dostarczony przez Zleceniodawcę.

Niniejsze opracowanie wykonano w pięciu egzemplarzach: cztery z przeznaczeniem dla Zleceniodawcy, jedno do celów archiwalnych.

## **2. WYKONANE PRACE GEOTECHNICZNE**

W ramach prac geotechnicznych wykonano prace terenowe (wiercenia, sondowania dynamiczne, pobranie próbek oraz prace geodezyjne), badania laboratoryjne (próbek gruntów, próbki wody) oraz prace kameralne.

### **2.1. Prace terenowe**

Prace terenowe obejmowały wizję terenu badań, wykonanie otworów wiertniczych, przeprowadzenie terenowych badań geotechnicznych w otworach badawczych w całym profilu otworów wiertniczych oraz pobieranie próbek gruntu do dalszych badań laboratoryjnych.

Prace terenowe przeprowadzono pod stałym nadzorem autora opracowania.

#### **2.1.1. Wiercenia geotechniczne**

Z poziomu istniejącego terenu wykonano 5 otworów wiertniczych o głębokości od 3,0 m do 4,0 m, o łącznym metrażu 16,0 m. Wiercenia prowadzono zgodnie z wymaganiami normy [14].

Ilość wykonanych wierceń, lokalizacja i ich głębokość była zgodna z uzgodnieniami dokonanymi ze Zleceniodawcą. Wyniki wierceń przedstawiono w kartach otworów wiertniczych w załącznikach nr 5.

#### **2.1.2. Sondowania gruntów niespoistych**

Występujące w podłożu grunty niespoiste poddano sondowaniu sondą dynamiczną SD-10 (DPL). Sondowanie sondą DPL prowadzono zgodnie z metodyką podaną w normie [13].

Wykonano łącznie 4 sondowania dynamiczne, łączna miąższość wyniosła 12,7 m. Wyniki sondowań podłoża przedstawiono w załącznikach nr 4.

#### **2.1.3. Opróbowanie wyrobisk**

Podczas wykonywania otworów wiertniczych pobrano łącznie 25 próbek. Próbki gruntów pobierano z każdej makroskopowo różnej warstwy i nie rzadziej niż, co około 1 m. Próbki gruntów przewieziono do laboratorium i ponownie poddano kontrolnym badaniom makroskopowym. W trakcie badań makroskopowych określano dla wszystkich gruntów ich rodzaj, barwę oraz wilgotność a dla

gruntów spoistych dodatkowo ich stan. Miejsca pobrania próbek przedstawiono w kartach otworów wiertniczych, załączniki nr 5.

## 2.2. Prace laboratoryjne

Pobrane w terenie próbki gruntów rodzimych poddano w laboratorium kontrolnym badaniom makroskopowym. W trakcie badań makroskopowych oznaczono rodzaj gruntów, barwę oraz wilgotność a dla gruntów spoistych dodatkowo ich stan.

Badania laboratoryjne obejmowały wykonanie:

- ✓ badania makroskopowe – 25 szt.
- ✓ granica plastyczności – 4 szt.
- ✓ granica płynności – 3 szt.
- ✓ wilgotność – 4 szt.

Laboratoryjne rozpoznanie makroskopowe zostało uwzględnione przy sporządzaniu kart otworów, przedstawionych w załącznikach nr 5.

## 2.3. Prace geodezyjne

Lokalizację wyrobisk wyznaczono na podstawie domiarów prostokątnych w dowiązaniu do istniejącej sytuacji (istniejąca zabudowa) w oparciu o plan sytuacyjno-wysokościowy dostarczony przez Zleceniodawcę.

Rzędną wysokościowe odczytano z planu sytuacyjno-wysokościowego dostarczonego przez Zleceniodawcę.

## 2.4. Prace kameralne

Wykonane prace kameralne swoim zakresem obejmowały prace:

- analizę i ocenę wyników badań polowych,
- opracowanie załączników graficznych w formie kart otworów wiertniczych,
- opracowanie mapy sytuacyjno-wysokościowej z lokalizacją wykonanych wierceń,
- ustalenie parametrów geotechnicznych gruntów na podstawie przeprowadzonych badań oraz zależności korelacyjnych [8,9],
- opracowanie zestawienia tabelarycznego wybranych wartości cech fizyczno-mechanicznych gruntów,
- opracowanie części tekstowej dokumentacji razem z wnioskami oraz zaleceniami.

## 3. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ

### 3.1. Lokalizacja i położenie terenu badań

Projektowana inwestycja położona jest w województwie mazowieckim, w powiecie sierpeckim, na terenie miasta Sierpc przy ulicy 11-go Listopada oraz ulicy Kilińskiego.

Projektowana inwestycja nie leży na obszarach chronionych w tym na Natura 2000.

Projektowana inwestycja nie leży na obszarach i terenach górniczych.

Lokalizację terenu badań przedstawiono w załączniku nr 1.

### 3.2. Fizjografia, morfologia

Pod względem fizjograficznym (fizycznogeograficznym) dokumentowany teren położony jest w obrębie podprovincji Niziny Środkowopolskiej. Szczegółowo obszar inwestycji znajduje się w mezoregionie: Wysoczyzna Płońska, będąca częścią makroregionu: Niziny Północnomazowieckiej.

**Wysoczyzna Płońska** (318.61) znajduje się na północ od Kotliny Warszawskiej i przedstawia równinę morenową urozmaiconą łańcuchem wzgórz morenowych i kemowych, ciągnących się równolegle do Wisły poniżej ujścia Narwi. Od północy i wschodu przylega do Równiny Raciąskiej i doliny Wkry, od zachodu granicę stanowi najdalszy zasięg form terenu związanych z fazą leszczyńską zlodowacenia wiślańskiego na wschód od Płocka. Wysokości nad poziomem morza przekraczają 100 m, przy czym najwyższe wzniesienie osiąga 163 m. Region ma powierzchnię około 1780 km<sup>2</sup>. Jest to kraina rolnicza z małym udziałem lasów, o glebach płowych i brunatnoziemnych na glinie morenowej i piaskach naglinowych. W południowej części utworzono rezerwat „Noskowo” (75,8 ha) z fragmentem naturalnego lasu liściastego. Głównym ośrodkiem miejskim jest Płońsk, położony przy linii kolejowej z Nasielska przez Sierpc do Torunia, wybudowanej w latach 1924-1937. Sierpc leży w północno-zachodniej części regionu i jest miastem od pierwszej ćwierci XIV w., ale zabytki sakralne pochodzą z XVI-XVIII w. W mieście jest browar, wytwórnia pasz i zakłady młynarskie. Sierpc jest także lokalnym węzłem kolejowym z połączeniem do Płocka i Brodnicy. Miasta położone na 30-40 m skarpie nad drogą wodną Wisły straciły swe dawniejsze znaczenie. Są to: Zakroczym z drobnym przemysłem spożywczym i skórzanym, Czerwińsk, który był miastem w latach 1373-1869 i zachował zabytkowy kościół wraz z opactwem kanoników regularnych (XII w.), Wyszogród, położony na przeprawie przez Wisłę (długi drewniany most), mający również kilka zabytków sakralnych (XV-XVIII w.). Na południo-wschodzie, nad ujściem Narwi do Wisły wznoszą się mury wybudowanej w XIX w. forticy Modlin.

Pod względem hydrograficznym, teren badań leży w dorzeczu rzeki Wisły, w obszarze zlewni „Sierpienica od dopł. spod Zbojna do ujścia” (275649).

### 3.3. Budowa geologiczna

Na podstawie wykonanych prac, literatury geologicznej oraz map geologicznych stwierdzono, że podłoże gruntowe w przypowierzchniowej warstwie oddziaływania budowli zbudowane jest z utworów czwartorzędowych holoceniskich oraz plejstoceniskich oraz tzw. czwartorzędu nierozdzielonego.

Holocen reprezentowany jest przez utwory organiczne w postaci gleby próchnicznej (humusu) oraz namulów. Holocen reprezentowany jest również przez utwory współczesne w postaci nasypów niekontrolowanych oraz nasypów budowlanych.

Czwartorzęd tzw. nierozdzielony reprezentowany jest przez piaski, piaski pyłowe deluwialne oraz przez mułki zastoiskowe.

Plejstocen reprezentowany jest przez piaski wodnolodowcowe oraz przez lodowcowe gliny zwałowe.

### 3.4. Zjawiska geodynamiczne

Podczas wykonywania prac terenowych nie stwierdzono występowania zjawisk geodynamicznych.

### 3.5. Charakterystyka pierwszego nieużytkowego poziomu wód podziemnych

Na podstawie literatury geologicznej oraz map geologicznych stwierdzono że na terenie projektowanej inwestycji płyciej występuje nieużytkowy poziom wód podziemnych. Wynika z niego, że pierwszy poziom wody podziemnej może występować na głębokościach od 0 m ppt do 2 m ppt, ze



zmianami głębokości w ciągu roku do 2 m oraz od 5 m ppt do 10 m ppt, ze zmianami głębokości w ciągu roku do 2 m. Uzależnione od morfologii terenu.

### 3.5.1. Obserwacje występowania pierwszego poziomu wody podziemnej

W trakcie wykonywania prac geotechnicznych, stwierdzono występowanie swobodnego oraz napiętego zwierciadła poziomu wody podziemnej na głębokości od 2,5 m ppt do 3,2 m ppt. Stabilizacja wody na głębokości od 2,2 m ppt do 2,5 m ppt. W obrębie utworów organicznych oraz nasypowych (spoiстых) zaobserwowano również sączenia.

Woda okresowo (po opadach atmosferycznych lub roztopach zimowych) może okresowo gromadzić się na stropie utworów spoiowych oraz utworów organicznych w obrębie lokalnie występujących przypowierzchniowo gruntów przepuszczalnych.

Poziom wód podziemnych, po intensywnych i długotrwałych opadach atmosferycznych, roztopach wiosennych lub długotrwałych okresach podwyższonych temperatur może się zmieniać. Ostatnie lata, powszechnie uważane są za lata, gdzie występuje generalnie obniżony poziom wód gruntowych.

W rejonie wykonanych otworów nie prowadzono wieloletnich obserwacji poziomu wód gruntowych, dlatego też dokładna prognoza ich zmian w czasie nie jest możliwa.

### 3.5.2. Warunki filtracji

Podłoże gruntowe wykazuje bardzo zmienne warunki filtracji.

Występujące w podłożu nasypy są gruntami o bardzo zróżnicowanych właściwościach filtracyjnych wynikających z ich zróżnicowanego składu mechanicznego. Nasypy zbudowane przeważnie z gruntów niespoistych wykazują właściwości filtracyjne zbliżone do gruntów sypkich je budujących.

Grunty organiczne wykazują bardzo zmienne wartości współczynnika filtracji zawierające się w przedziale od 0,001 m/d do 40 m/d. Przepuszczalność podłoża organicznego uzależniona jest od rodzaju i frakcjonowania części mineralnych. W miarę wzrostu stopnia rozkładu oraz dużej zawartości frakcji ilastych oraz pylastych, współczynniki filtracji gruntów organicznych maleją, osiągając przy bardzo wysokim stopniu rozłożenia wartości skrajnie niskie.

Przepuszczalność gruntów niespoistych uzależniona jest od ich uziarnienia. Dla piasków pylastych wynosi od 0,9 m/d do 2,0 m/d a dla piasków drobnych od 2 m/d do 8 m/d.

Przepuszczalność gruntów spoiowych jest zależna od zawartości i uziarnienia frakcji piaszczystej. Orientacyjne wartości współczynnika wodoprzepuszczalności dla piasków gliniastych wynoszą od 0,009 m/d do 2 m/d a dla glin piaszczystych od 0,005 m/d do 0,34 m/d.

## 4. MODEL GEOTECHNICZNY PODŁOŻA GRUNTOWEGO

### 4.1. Charakterystyka wydzielonych warstw geotechnicznych i ich właściwości

W celu dokładniejszej charakterystyki występujących warunków, w podłożu gruntowym dokonano wydzielenia warstw geotechnicznych. Podstawowym kryterium podziału na warstwy, była budowa geologiczna.

Cechy wiodące dla wydzielonych warstw geotechnicznych wyznaczono na podstawie analizy makroskopowej próbek gruntu, interpretacji wyników sondowań dynamicznych DPL oraz wyników badań laboratoryjnych.

Za cechę przewodnią dla gruntów spoistych przyjęto stopień plastyczności  $I_L$  (wyznaczony na podstawie badań laboratoryjnych) dla gruntów niespoistych przyjęto stopień zagęszczenia  $I_D$  (wyznaczony na podstawie sondowania dynamicznego sondą DPL).

W oznaczeniach gruntów zastosowano podwójną klasyfikację tj. obowiązującą zgodnie z PN-EN ISO 14688-1/2 oraz starą zgodnie z [10].

Grunty podłoża budowlanego ujęto w następujące pięć warstw geotechnicznych.

**Warstwę I** – stanowią przypowierzchniowo występujące współczesne nasypy niekontrolowane, Ze względu na skład i rodzaj w obrębie I warstwy wyróżniono dwie podwarstwy:

- **podwarstwę  $I_a$**  - obejmującą nasypy niekontrolowane, w których składzie zaobserwowano humus, gruz ceglany, piaski drobne, piaski gliniaste, namuły. Nasypy tej podwarstwy występują w stanie przeważnie luźnym o średniej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D=0,28$  ( $\gamma_m=1\pm0,17$ ). Nasypy te również lokalnie występują z przewagą gruntów spoistych (piaski gliniaste), charakteryzującą się konsystencją plastyczną i występują w stanie plastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności  $I_L=0,35$  ( $\gamma_m=1\pm0,10$ ). Grunty te zaliczane są do kat. III (wg KNR 2-01 01 Budowle i Roboty Ziemne).
- **podwarstwę  $I_b$**  - obejmującą nasypy budowlane zbudowane głównie z udziałem piasku drobnego z kamieniami. Nasypy tej podwarstwy występują w stanie średniozagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D=0,39$  ( $\gamma_m=1\pm0,14$ ). Grunty te zaliczane są do kat. III (wg KNR 2-01 01 Budowle i Roboty Ziemne).

**Warstwę II** – stanowią występujące holocenijskie utwory organiczne, występujące w postaci humusu (gleby próchnicznej) oraz namulów. Grunty należące do tej warstwy cechuje bardzo duża zmienność właściwości cech fizycznych i mechanicznych wynikająca przede wszystkim ze zmiennej zawartości części organicznych. Są to grunty bardzo wątpliwe do bezpośredniego posadowienia ze względu na zmienny skład, występowanie części organicznych, bardzo zmienne wartości parametrów geotechnicznych, małą nośność oraz dużą odkształcalność. W obrębie warstwy II wydzielono dwie podwarstwy:

- **podwarstwę  $II_a$**  - obejmującą humus (gleba próchnicza). Grunty te zaliczane są do kat. II (wg KNR 2-01 01 Budowle i Roboty Ziemne).
- **podwarstwę  $II_b$**  - stanowią występujące holocenijskie utwory organiczne, występujące w postaci namulów gliniastych występujących lokalnie z domieszkami torfu. Grunty należące do tej warstwy cechuje bardzo duża zmienność właściwości cech fizycznych i mechanicznych wynikająca przede wszystkim ze zmiennej zawartości części organicznych. Są to grunty wątpliwe lub nie nadające się do bezpośredniego posadowienia ze względu na zmienny skład, występowanie części organicznych, bardzo zmienne wartości parametrów geotechnicznych, małą nośność oraz dużą odkształcalność. Grunty te zaliczane są do kat. II (wg KNR 2-01 01 Budowle i Roboty Ziemne).

**Warstwę III** - stanowią utwory deluwialne (zastoiskowe) występujące w postaci mułków. Dla utworów tych przyjęto grupę konsolidacji geologicznej C, według normy [8]. Obejmują piaski gliniaste występujące z przewarstwieniami piasku drobnego. Grunty warstwy III charakteryzują się konsystencją plastyczną i występują w stanie plastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności  $I_L=0,35$  ( $\gamma_m=1\pm0,10$ ). Grunty te zaliczane są do kat. II (wg KNR 2-01 01 Budowle i Roboty Ziemne).

**Warstwę IV** – stanowią czwartorzędowe piaski. Grunty te zaliczane są do kat. II (wg KNR 2-01 01 Budowle i Roboty Ziemne). Ze względu na zróżnicowane wartości stopnia zagęszczenia w obrębie IV warstwy gruntów wyodrębniono trzy podwarstwy:

- **podwarstwę IV<sub>a</sub>** – obejmują piaski drobne występujące lokalnie z przewarstwieniami torfu lub namulów. Grunty tej podwarstwy występują w stanie średniozagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D=0,35$  ( $\gamma_m=1\pm 0,10$ ),
- **podwarstwę IV<sub>b</sub>** – obejmują piaski pylaste oraz piaski drobne. Grunty tej podwarstwy występują w stanie średniozagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D=0,41$  ( $\gamma_m=1\pm 0,10$ ).
- **podwarstwę IV<sub>c</sub>** – obejmują piaski drobne występujące lokalnie z przewarstwieniami piasków pylastych. Grunty tej podwarstwy występują w stanie średniozagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D=0,51$  ( $\gamma_m=1\pm 0,10$ ).

**Warstwę V** – stanowią utwory lodowcowe występujące w postaci glin piaszczystych i piasków gliniastych. Dla utworów tych przyjęto grupę konsolidacji geologicznej B, według normy [8]. Ze względu na zróżnicowane wartości stopnia plastyczności w obrębie V warstwy gruntów wyodrębniono dwie podwarstwy:

- **podwarstwę V<sub>a</sub>** – obejmują gliny piaszczyste. Grunty podwarstwy V<sub>a</sub> charakteryzują się konsystencją plastyczną i występują w stanie twardoplastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności  $I_L=0,22$  ( $\gamma_m=1\pm 0,10$ ), grunty tej podwarstwy zaliczane są do kat. III (wg KNR 2-01 01 Budowle i Roboty Ziemne),
- **podwarstwę V<sub>b</sub>** – obejmują piaski gliniaste i gliny piaszczyste. Grunty podwarstwy V<sub>b</sub> charakteryzują się konsystencją plastyczną i występują w stanie twardoplastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności  $I_L=0,09$  ( $\gamma_m=1\pm 0,10$ ), grunty tej podwarstwy zaliczane są do kat. II (piaski gliniaste) i kat. III (gliny piaszczyste, wg KNR 2-01 01 Budowle i Roboty Ziemne).

Wzajemne położenie poszczególnych warstw przedstawiono na kartach otworów wiertniczych, które zamieszczono jako załączniki nr 5.

Budowa geologiczna na trasie projektowanej inwestycji jest stosunkowo mało skomplikowana. Teren można podzielić na dwie części (dwa tarasy, górny i dolny). Cały taras dolny praktycznie charakteryzuje się zbliżonymi warunkami gruntowymi, dla których dokonano podziału w profilu gruntowym na kategorie gruntu według KNR 2-01 Budowle i Roboty Ziemne, również cały taras górny charakteryzuje się zbliżonymi warunkami gruntowymi.

Uogólniając w badanym podłożu przeważają grunty kategorii II oraz kategorii III.

#### 4.2. Ocena przydatności gruntów z wykopów do wbudowania

Z analizy wykonanego odwiertu wynika, że w trakcie prowadzenia robót ziemnych z wykopów będą pozyskiwane grunty spoiste reprezentowane przez piaski gliniaste oraz marginalnie gliny piaszczyste. Lokalnie rozbiórce ulegnie także część obecnych piasków oraz występujących przede wszystkim na "dolnym tarasie" istniejących nasypów niekontrolowanych.

Na podstawie występujących rodzajów gruntów oraz w przypadku gruntów spoistych i niespoistych, dokonano na podstawie normy [18] oceny przydatności gruntów pochodzących z wykopów do ich ponownego wbudowania.

Rodzaj gruntu	Określenie przydatności
nB, Pd	Przydatne na dolne partie wykopów; mogą być również przydatne na górne partie, gdy ich wskaźnik nośności będzie większy niż 10 ( $w_{noś} > 10$ ); gdy ten warunek nie będzie spełniony grunty te przydatne są na górne warstwy pod warunkiem ich ulepszenia spoiwami.
Pg	Przydatne na dolne warstwy, gdy będą wbudowane w miejsca suche lub zabezpieczone od wód gruntowych i powierzchniowych. Przydatne również na górne warstwy, pod warunkiem ich ulepszenia spoiwami.
Gp	Przydatne na dolne warstwy, gdy będą wbudowane w miejsca suche lub tylko przejściowo zawilgocone. Przydatne również na górne warstwy, pod warunkiem ich ulepszenia spoiwami. Granica płynności glin powinna być mniejsza niż 35%.
nN	Przydatność zależna od składu mineralnego.
Nmg	Nie przydatne.

Przyjmuje się, że grunty są dobrze uziarnione pod względem ich przydatności do zagęszczenia, gdy wartość wskaźnika jednorodności uziarnienia jest większa od 6 ( $C_u > 6$ ) (dla pospółek  $C_u > 4$ ), natomiast wskaźnik krzywizny jest większy od 1 ale mniejszy od 3 ( $1 < C_c < 3$ ). Przed wbudowaniem tych gruntów, należy więc wykonać poletka próbne i ustalić sposób zagęszczenia (np. statyczny, wibracyjny) oraz niezbędną ilość przejazdów urządzenia zagęszczającego dla uzyskania oczekiwanych efektów zagęszczania.

Należy zwrócić uwagę aby w trakcie realizacji nie pogorszyć własności występujących gruntów poprzez doprowadzenie do wzrostu wilgotności naturalnej. Wilgotność ta może wzrosnąć wskutek doprowadzenia do przemarzania podłoża lub jego uplastycznienia. W trakcie robót należy przewidzieć zabiegi ochronne przed rozmakaniem wskutek np. opadów atmosferycznych. Zastosowane zabiegi ochronne wraz z oceną ich skuteczności należy odnotowywać w dzienniku budowy. Należy także dokumentować czynniki mogące powodować rozmakanie lub przemarzanie podłoża gruntowego.

## 5. GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA

### 5.1. Parametry geotechniczne podłoża i obliczenia statyczne.

Parametry geotechniczne do obliczeń statycznych należy przyjmować zależnie od podstaw normatywnych wykorzystywanych w projektowaniu.

#### 5.1.1. Właściwości wg PN-81/B-03020 oraz PN-83/B-02482

Własności fizyczno-mechaniczne występujących gruntów opisane zostały z wykorzystaniem zasad zawartych w normach [8,9]. W związku z tym podane wielkości można wprost wykorzystać do tworzenia parametrów geotechnicznych przyjmując:

- jako wartość charakterystyczną parametru geotechnicznego – wartość średnią,
- jako wartość obliczeniową parametru geotechnicznego – wartość charakterystyczną wymnożoną przez wartość współczynnika zmienności przy czym zależnie od rozpatrywanego zagadnienia, należy przyjmować najbardziej niekorzystną wartość tego współczynnika.

W przypadku, gdy wartość współczynnika zmienności ma wysoką wartość zaleca się jednak przyjmować jako wartość charakterystyczną, wartość bardziej niekorzystną, niż wartość średnią.

Należy zauważyć, że przedział zmienności danego wiodącego parametru geotechnicznego, wyznaczony współczynnikiem zmienności ma określone prawdopodobieństwo. Z uwagi na to, że uwzględnia się jedną wartość odchylenia standardowego prawdopodobieństwo to wynosi około 68%. Oznacza, to że około 32% wyników może wykraczać poza przedział zmienności.

### 5.1.2. Parametry wg PN-EN 1997-1:2008 (Eurokod 7)

Norma Eurokod 7 [16] zupełnie inaczej definiuje pojęcie parametru charakterystycznego – jako ostrożne oszacowanie wartości decydującej o wystąpieniu stanu granicznego. Parametr ten można oszacować wykorzystując metody statystyczne. Powyższa dokumentacja zawiera podstawowe charakterystyki statystyczne parametrów warstw – wartość średnią oraz odchylenie standardowe (zawarte we współczynniku zmienności), które umożliwiają oszacowanie parametrów charakterystycznych według wymagań Eurokodu 7. Przy wykorzystywaniu metod statystycznych, norma [16] zaleca wyznaczyć taką wartość charakterystyczną, żeby obliczone prawdopodobieństwo wystąpienia mniej korzystnej wartości, decydującej o powstaniu rozpatrywanego stanu granicznego, nie było większe niż 5%.

Parametry zawarte w normach [8,9] można traktować jako ostrożne oszacowanie parametrów charakterystycznych. W przypadku zamiaru korzystania z tych parametrów zaleca się jednak wyznaczanie parametrów wiodących, na podstawie których wyznacza się inne wartości, z prawdopodobieństwem 95% a nie w oparciu o wartość średnią jak to jest w normie [8].

Wartości obliczeniowe parametrów geotechnicznych wg [16] należy wyznaczać na podstawie wartości charakterystycznych, dzieląc je przez częściowe współczynniki bezpieczeństwa wynoszące zależnie od rozpatrywanego przypadku stanu granicznego:

- dla kąta tarcia wewnętrznego  $\gamma_\phi = 1,0 \div 1,25$ ,
- dla spójności efektywnej  $\gamma_c = 1,0 \div 1,25$ ,
- dla ciężaru objętościowego  $\gamma_\gamma = 1,0$ .

### 5.1.3. Częściowe współczynniki bezpieczeństwa do obliczeń

Częściowe współczynniki bezpieczeństwa do obliczeń statycznych (geotechnicznych) należy przyjmować zgodnie z wartościami podawanymi przez normy przedmiotowe wykorzystywane w projektowaniu.

### 5.1.4. Zalecenia dotyczące obliczeń statycznych

Obliczenia statyczne posadowienia bezpośredniego zaleca się wykonać według normy [8] a pośredniego według normy [9], pomimo iż nie są to normy już aktualne, w praktyce inżynierskiej nadal powszechnie stosowane.

Przy obliczeniach statycznych posadowienia bezpośredniego zaleca się przyjąć wartość współczynnika korekcyjnego  $m=0,81$  zgodnie z postanowieniami normy [8]. Należy jednak rozważyć zasadność zmniejszenia i przyjęcie go według propozycji zawartej w pracy [19] ( $m=0,60 \div 0,80$ ).

W obliczeniach statycznych należy uwzględnić wpływ wyporu wody na ciężar objętościowy gruntu z zależności: ( $\gamma' = (1-n)(\gamma_s - \gamma_w)$ ,  $n = 1 - \gamma_n / [\gamma_s(1 + w_n)]$ ); wartości  $\gamma_s$  oraz  $w_n$  należy przyjąć z normy [7] dla danego rodzaju gruntu;  $\gamma_w = 10,0 \text{ kN/m}^3$ . Do obliczeń przyjąć najmniej korzystne położenie zwierciadła wody podziemnej uwzględniając stan obecny jak również możliwe wahania.

### 5.1.5. Obliczenia nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności

Obliczenia nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności należy wykonywać zgodnie z normami przedmiotowymi wykorzystywanymi w projektowaniu.

## 6. ZALECENIA REALIZACYJNE

### 6.1. Odbiory podłoża pod projektowane obiekty

- ✓ Realizacja poszczególnych prac budowlanych, związanych z budową sieci kanalizacji wiąże się z koniecznością przeprowadzenia stosownych odbiorów podłoża gruntowego.
- ✓ Przeprowadzone badania podłoża gruntowego mają charakter punktowy i przy dużych odległościach pomiędzy poszczególnymi otworami występujące warunki mogą się różnić od założonych.

Z tych względów w trakcie odbioru podłoża każdorazowo należy sprawdzić zgodność występujących warunków z założeniami.

- ✓ W przypadku braku innych ustaleń, odbiór podłoża pod projektowaną sieć kanalizacyjną można wykonać z zasadami podanymi w odpowiednich normach przedmiotowych.
- ✓ Zaleca się, aby odbiór robót związanych z realizacją posadowienia obiektów odbył się przy udziale projektantów odpowiednich branż oraz geologa. Nie jest to jednak wymóg obligatoryjny.

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

- ✓ W trakcie wykonywania robót ziemnych zajdzie konieczność wykonywania zasypek i podsypek. Generalnie zaleca się wykonywanie zasypek z gruntów niespoistych (piaszczysto-żwirowych).
- ✓ Dopuszczalne jest również wykonywanie zasypek z gruntu spoistego, o ile spełnia on wymagania normy [8] i jest wbudowany w odpowiednie miejsca wykopu. Zwraca się jednak uwagę, że niemal wszystkie grunty spoiste w stanie naturalnym wykazują wilgotność wyższą od wilgotności optymalnej. Ich właściwe zagęszczanie będzie wymagać uprzedniego przesuszenia w sposób naturalnych lub sztuczny (np. przez stabilizację wapnem).
- ✓ 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  $C_c < 1$ .
- ✓ 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.
- ✓ Podstawowym warunkiem technologicznym skutecznego zagęszczania gruntów przeznaczonych na nasypy i zasypki, podsypki itp. jest ich wprowadzenie przy wilgotności optymalnej ( $w^{opt}$ ), uprzednio określonej w badaniach laboratoryjnych.
- ✓ Grunt o wskaźniku jednorodności uziarnienia  $C_u < 3$  w zasadzie nie powinien być używany do wykonania nasypów chyba, że badania na poletku doświadczalnym wykażą możliwość jego zagęszczenia.
- ✓ Do zagęszczania źle uziarnionych gruntów niespoistych konieczne jest używanie sprzętu wibracyjnego o stosunkowo wysokiej masie, przy czym sposób zagęszczenia (z wibracją lub bez oraz liczba przejść maszyny zagęszczającej) powinien być ustalano doświadczalnie na poletku próbnym.
- ✓ Proces zagęszczania źle uziarnionych gruntów powinien przebiegać przy stosunkowo niewielkiej grubości warstw.
- ✓ Walce wibracyjne o dużej masie pozwalają na zagęszczanie źle uziarnionego podłoża niespoistego warstwami większej miąższości.
- ✓ 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  $3 > C_c > 1$ .
- ✓ 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.
- ✓ Wskazane jest, aby materiał stosowany do wbudowywania był w miarę możliwości jednorodny. Wskaźnik zagęszczenia  $I_s$  wylicza się bowiem w oparciu o uprzednio wyznaczoną wartość maksymalnego ciężaru szkieletu gruntowego  $\gamma_d^{max}$  ( $\gamma_d^{max}$  ma w pewnym sensie charakter stałej materiałowej).

- ✓ 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.
- ✓ 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. kruszywo frakcjonowane).

### 6.3. Kontrola zagęszczenia podłoża

- ✓ Podstawowym miarodajnym parametrem do odbioru zasypek, podsypek itp. nie jest stopień zagęszczenia  $I_D$ , lecz wskaźnik zagęszczenia  $I_S$ .
- ✓ 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.
- ✓ 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.
- ✓ Do określania wartości wskaźnika zagęszczenia  $I_S$  nie zaleca się wykorzystywania sondowań podłoża, gdyż korelacje pomiędzy wartościami wskaźnika zagęszczenia  $I_S$  a stopniem zagęszczenia  $I_D$  są niedokładne i mają charakter orientacyjny.
- ✓ Sondowania gruntu są natomiast bardzo przydatne do oceny jednorodności zagęszczenia podłoża w całym profilu pionowym.
- ✓ W przypadku braku kryteriów odbioru, można wykorzystać, zależnie od charakteru nasypu czy zasypki, zalecenia podane w normach.
- ✓ Zastępczo, zamiast badania wskaźnika zagęszczenia  $I_S$ , można stosować oznaczanie dynamicznego modułu odkształcenia  $E_D$ . W przypadku, gdy projekt budowlany nie będzie określał wymaganej wartości dynamicznego modułu odkształcenia  $E_D$  lecz tylko wymagane wartości wskaźnika zagęszczenia  $I_S$ , dla każdego rodzaju gruntu należy opracować zależności korelacyjne pomiędzy wartościami  $E_D$  a  $I_S$ .
- ✓ Przy końcowym odbiorze robót ziemnych związanych z korpusem drogowym (poziom płaszczyzny robót ziemnych) należy posługiwać się wartościami pierwotnego i wtórnego modułu odkształcenia ( $E_1$  i  $E_2$ ) oraz wskaźnikiem odkształcenia ( $I_0$ ).

## 7. PODSUMOWANIE, WNIOSKI I ZALECENIA

### 7.1. Podsumowanie wyników prowadzonych badań geotechnicznych

- ✓ W wyniku wykonanych terenowych oraz laboratoryjnych badań geotechnicznych dokonano rozpoznania podłoża budowlanego w obrębie projektowanej inwestycji.
- ✓ Utworami podścielającymi dla występujących utworów organicznych i utworów nasypowych są utwory spoiste oraz utwory niespoiste.
- ✓ Utwory spoiste występują jako plastyczne oraz twar doplastyczne.
- ✓ Utwory niespoiste występują jako średniozagęszczone.
- ✓ W trakcie wykonywania prac geotechnicznych, stwierdzono występowanie swobodnego oraz napiętego zwierciadła poziomu wody podziemnej. W obrębie utworów organicznych oraz nasypowych (spoistych) zaobserwowano również sączenia.
- ✓ Woda może okresowo gromadzić się (po intensywnych opadach atmosferycznych lub roztopach) na stropie warstwy glin zwałowych oraz na stropie utworów organicznych (namuły) w obrębie wyżej występujących utworów przepuszczalnych.

- ✓ Projektowana inwestycja nie leży na terenie zalewowym.
- ✓ Podczas wykonywania prac terenowych nie stwierdzono występowania zjawisk geodynamicznych.
- ✓ Średnia głębokość przemarzania gruntów, na rozpatrywanym terenie, wynosi około 1,0 m ppt. choć podczas surowych zim może dochodzić do 1,5 m ppt.
- ✓ Ze względu na punktowy zakres badań (przy stosunkowo dużych odległościach pomiędzy poszczególnymi otworami), nie można wykluczyć nieco bardziej złożonej budowy podłoża gruntowego w rejonie projektowanej inwestycji.

## 7.2. Wnioski z przeprowadzonych badań geotechnicznych, dotyczące posadowienia

- ✓ Należy usunąć i całkowicie wybrać z dna wykopów warstwę gleby próchnicznej oraz namulów gliniastych (warstwa II).
- ✓ Wszelkie rozmoczone, przesuszone, przemarznięte lub wtórnie uplastycznione partie gruntów należy wybrać z dna wykopów i zastąpić zagęszczoną do  $I_D=0,60$  pospółką lub chudym betonem.
- ✓ W przypadku występowania sączeń wody ze skarp po wykonaniu wykopu, niedopuszczalne jest bezpośrednie pompowanie wody z dna wykopu, wodę oprowadzać rowkami do studni zbiorczej i odpompowywać do odbiornika.

## 7.3. Zalecenia projektowe

- ✓ Przy wyborze sposobu posadowienia (bezpośrednie, pośrednie, wzmocnienie podłoża) 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 ewentualnie dopuszczalnego przechyłu budowli, wynikających z wytycznych technologicznych i konstrukcyjnych.
- ✓ Do obliczeń posadowienia, można wykorzystać wartości cech fizyczno-mechanicznych gruntów zawartych w załączniku nr 4. Ze względu na punktowy zakres badań, wartości parametrów mogą nieco odbiegać od podanych zgeneralizowanych wartości średnich.
- ✓ Przy obliczeniach statycznych posadowienia bezpośredniego zaleca się przyjąć wartość współczynnika korekcyjnego  $m=0,81$  zgodnie z postanowieniami normy [8].
- ✓ W obliczeniach statycznych należy uwzględnić wpływ wyporu wody na ciężar objętościowy gruntu z zależności:  $(\gamma'=(1-n)(\gamma_s-\gamma_w), n=1-\gamma_n/[\gamma_s(1+w_n)])$ ; wartości  $\gamma_s$  oraz  $w_n$  należy przyjąć z normy [8] dla danego rodzaju gruntu;  $\gamma_w=10,0 \text{ kN/m}^3$ . Do obliczeń przyjąć najmniej korzystne położenie zwierciadła wody podziemnej uwzględniając stan obecny jak również możliwe wahania.
- ✓ Ze względu na rodzaj występujących gruntów, maksymalne pochylenie skarp wykopów nieumocnionych, przy nieobciążonej koronie, nie powinno przekraczać wartości kąta tarcia wewnętrznego poszczególnych warstw gruntu, z jednoczesnym uwzględnieniem wymagań normy: „PN-B-06050 :1999. Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.”
- ✓ Zgodnie z normą: „PN-B-06050 :1999. Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne” maksymalne pochylenie skarp wykopów tymczasowych, nieumocnionych, nie powinno przekraczać 1:1,5, przy czym w tym przypadku głębokość wykopu nie powinna być większa niż 4 m.
- ✓ Zaleca się, aby projekt budowlany, a przede wszystkim wykonawczy określał wymagane zagęszczenie, wyrażone minimalną wartością stopnia zagęszczenia  $I_D$  lub wskaźnika zagęszczenia  $I_S$ , dla gruntów niespoistych stanowiących zasypkę lub podsypkę poszczególnych elementów projektowanych obiektów.
- ✓ Prace ziemne i fundamentowe zaleca się prowadzić w „suchych” okresach roku.
- ✓ Roboty ziemne i fundamentowe należy prowadzić zgodnie z aktualnie obowiązującymi normami.



## 8. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI

Przy sporządzaniu dokumentacji korzystano z niżej wymienionych przepisów prawnych, norm państwowych i branżowych, map geologicznych, sytuacyjnych i topograficznych a także literatury, materiałów archiwalnych oraz dokumentacji projektowych oraz geologicznych:

- [1]. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 roku w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (*poz. 463*).
- [2]. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 roku w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (*Dz.U. Nr 43, poz. 430*).
- [3]. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 roku w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (*Dz.U. Nr 282, poz. 1657*).
- [4]. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 maja 2014 roku w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej (*poz. 596*).
- [5]. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 roku - Prawo budowlane (*Dz.U. Nr 89, poz. 414 z późn. zm*).
- [6]. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 roku - Prawo ochrony środowiska (*Dz.U. Nr 62, poz. 627 z późn. zm*).
- [7]. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 roku – Prawo geologiczne i górnicze (*Dz.U. Nr 163, poz. 981 z późn. zm*).
- [8]. PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [9]. PN-83/B-02482. Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych.
- [10]. PN-86/B-02480. Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- [11]. PN-88/B-04481. Grunty budowlane. Badania próbek gruntów.
- [12]. PN-B 02479:1998. Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.
- [13]. PN-B 02481:1998. Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- [14]. PN-B 04452:2002. Geotechnika. Badania polowe.
- [15]. PN-B-06050:1999. Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.
- [16]. PN-EN 1997-1:2008. Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- [17]. PN-EN 1997-2 2008 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- [18]. PN-S-02205:1998. Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
- [19]. Wiłun Z.: Zarys geotechniki. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Warszawa 1982 roku.

Bydgoszcz, październik 2016 rok