

\_\_\_\_\_

WYDZIAŁ INŻYNIERSTWA  
ODDZIAŁ ADMINISTRACJI  
ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANEJ  
90-926 Łódź, ul. Piotrkowska 104  
Tel.: (42) 654 16 49

L.DZ. 14-11-1840.83.2013.MV

19. 02. 2014

~~P. P. Damanhuri  
P. S. Kumbale  
19.02.2014~~

mgr JAN MLYNARCZYK  
Upr. Nr. 050797

Tomaszów Maz. styczeń 2013 r.

## SPIS TREŚCI

### 1. CZĘŚĆ WSTĘPNA

### 2. OPINIA GEOTECHNICZNA PRZYDATNOŚCI GRUNTÓW DLA POSADOWIENIA KANALIZACJI SANITARNEJ WRAZ Z DOKUMENTACJĄ BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO

2.1. Dokumentacja badań podłoża gruntowego – opis wykonanych prac i badań

2.2. Opinia geotechniczna

2.2.1. Charakterystyka geologiczna i hydrogeologiczna podłoża gruntowego

2.2.2. Ocena geotechniczna podłoża gruntowego – parametry geotechniczne gruntów

2.2.3. Określenie kategorii geotechnicznej warunków gruntowych

### 3. PROJEKT GEOTECHNICZNY

3.1. Przyjęcie uśrednionego przekroju geotechnicznego

3.2. Określenie kategorii geotechnicznej projektowanej kanalizacji sanitarnej

3.3. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie i ustalenie szkodliwości oddziaływań wód

3.4. Określenie współczynników bezpieczeństwa do obliczeń geotechnicznych

3.5. Obliczenia maksymalnej nośności jednostkowej podłoża gruntowego w poziomie posadowienia kanalizacji

### 4. WNIOSKI

### Załączniki

1. Ogólna lokalizacja inwestycji - mapa w skali 1: 10 000
2. Szczegółowa lokalizacja otworów badawczych – mapa w skali 1: 1000
3. Zestawienie wyników wiercenia otworu nr 2 (kolor zielony na mapie zał. nr 2), wykonanego w sierpniu 2010 r.
4. Zestawienie wyników wiercenia otworu nr 2 (kolor różowy na mapie zał. nr 2), wykonanego w listopadzie 2010 r.
5. Zestawienie parametrów geotechnicznych gruntów dla regionu klejowego - ul. Białobrzaska i Radomska

## 1. CZĘŚĆ WSTĘPNA

Celost robót i badań geotechnicznych oraz niniejsza dokumentacja geotechniczna jest sporządzona wg Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (D.U., poz. 463 z dnia 27.04.2012 r.). W/w Rozporządzenie wprowadza zasady wykonywania terenowych robót i badań geotechnicznych – zgodnie z Polskimi Normami PN-EN 1997-1: Eurokod 7 i PN-EN 1997-2: Eurokod 7.

Normy te zostały przyjęte przez Polskę z Unii Europejskiej i są stopniowo wdrażane w naszym kraju, przy równoważnym uznawaniu dotyczących polskich norm w zakresie badań geotechnicznych podłoża gruntowego.

Tak więc, dopuszczalne jest tymczasowe wykonywanie robót i badań geotechnicznych wg dotychczasowych zasad, jednak geotechniczne warunki posadawiania obiektów budowlanych należy przedstawiać zgodnie z w/w eurokodami, w formie następujących dokumentów:

### 1. Opini geotechnicznej 2. Dokumentacji badań podłoża gruntowego 3. Projektu geotechnicznego

Zgodnie z § 3 ust. 4 w/w rozporządzenia, forma przedstawienia geotechnicznych warunków posadawienia oraz zakres niezbędnych badań powinny być uzależnione od zaliczenia obiektu budowlanego do odpowiedniej kategorii geotechnicznej.

Zgodnie z § 7 ust. 1 w/w rozporządzenia - opinię geotechniczną (dokument wg pkt. 1 – powyżej) opracowuje się dla obiektów budowlanych wszystkich kategorii geotechnicznych.

Zgodnie z § 8 w/w rozporządzenia - opinia geotechniczna powinna ustalać przydatność gruntów na potrzeby posadawienia obiektu budowlanego oraz wskazywać kategorię geotechniczną tego obiektu budowlanego.

Zgodnie z § 7 ust. 2 w/w rozporządzenia – w przypadku obiektów budowlanych drugiej i trzeciej kategorii geotechnicznej, w ramach opinii geotechnicznej opracowuje się dodatkowo dokumentację badań podłoża gruntowego i projekt geotechniczny.

Dokumentacja badań podłoża gruntowego zawiera opis przeprowadzonych prac i badań terenowych i ewentualnie badań laboratoryjnych gruntów, wyniki tych prac i badań oraz wydzielenie, ustalenie i zestawienie danych geotechnicznych dla poszczególnych warstw.

Dla II kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego, projekt geotechniczny powinien zawierać dane geotechniczne, dotyczące w/w kategorii geotechnicznej i określone w § 10, p- kty 1 – 10 cytowanego wyżej rozporządzenia.

## 2. OPINIA GEOTECHNICZNA PRZYDATNOŚCI GRUNTÓW DLA POSADOWIENIA KANALIZACJI SANITARNEJ WRAZ Z DOKUMENTACJĄ BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO

### 2.1. Dokumentacja badań podłoża gruntowego – opis wykonanych prac i badań

Merytorycznie, zarówno badania jak i ocena warunków geotechnicznych zostały wykonane zgodnie z:

- Rozp. Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 2012 r. poz. 463),

- obowiązującymi normami budowlanymi w zakresie geotechnicznego badania podłoża gruntowego.

Zgodnie z § 6, ust. 1 Rozporządzenia z dnia 25.04.2012 r., zakres badań geotechnicznych gruntu ustala się w zależności od kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego i zgodnie z § 6, ust. 3 w/w rozporządzenia – dla obiektów budowlanych wszystkich kategorii geotechnicznych, ostateczny zakres badań jest zależny od stopnia skomplikowania warunków gruntowych i charakteru obiektu budowlanego.

W przypadku obiektów drugiej kategorii geotechnicznej – zakres badań geotechnicznych może być ograniczony do wiercen i sondowań oraz określenia rodzaju i obliczeniowych parametrów geotechnicznych gruntów na podstawie terenowych badań geotechnicznych.

Podczas wiercenia otworów zostały wykonane makroskopowe badania geologiczne oraz polowe badania podstawowych parametrów geotechnicznych (IL, ID) przewiercanych gruntów – metodą A (badania zagęszczenia gruntów niespoistych sondą udarową lub badania plastyczności gruntów spoistych penetrometrem lub poprzez wateczkowanie), natomiast pozostałe parametry geotechniczne – metodą B, tzn. przy wykorzystaniu lokalnych

zależności korelacyjnych, na co pozwalają polskie i w dalszym ciągu prawnie ważne normy w zakresie geotechnicznych badań podłoża gruntowego. Podstawową normą w tym przypadku jest norma PN-81/B-03020 (Grunty Budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie) pozwala na zastosowanie do określenia parametrów geotechnicznych podłoża gruntowego metody B.

W omawianym przypadku, zostały wykorzystane:

- geotechniczne wiercenia badawcze, wykonane w sierpniu 2010 r. w ramach "Oceny warunków wodnych w ciągu drogi wojewódzkiej nr 713 na terenie Tomaszowa Maz., woj. łódzkie",
- dodatkowe geotechniczne wiercenia badawcze, wykonane w listopadzie 2010 r. w ramach "Oceny warunków wodnych - wodnych w ciągu drogi wojewódzkiej nr 713 na terenie Tomaszowa Maz., ul. Ujezdzka i Białobrzaska".

W ramach opracowania w/w dokumentacji, w opiniowanym terenie, były wykonane wiercenia badawcze o głębokościach od 3,0 m do 12 m od terenu i zostały wykorzystane wiercenia i badania geotechniczne w otworach, pokazanych na mapie zał. nr 2 w skali 1:1000 do niniejszej dokumentacji.

Na mapie – zał. nr 2 zostały oznakowane kolorami otwory o poszczególnych głębokościach. Część wyników wierzeń pływających została przedstawiona poniżej w tekście niniejszej dokumentacji, oznakowanych w tekście również kolorami – jak na mapie zał. nr 2. Wyniki wiercenia dwóch najgłębszych otworów są przedstawione na zał. nr 3 i 4 do niniejszej dokumentacji.

Wszystkie w/w wiercenia i badania geotechniczne były wykonane przez firmę HYDROGEOWIERST Sp. z o.o. z Tomaszowa Maz. pod nadzorem geologicznym Jana Włynarczyka.

Wyniki wiercenia otworów potwierdziły archiwalne informacje o budowie geologicznej i geotechnicznej omawianego rejonu i pozwoliły one na określenie stopnia skomplikowania budowy geotechnicznej podłoża

budowlanego.

Na podstawie tych wyników oraz archiwalnych materiałów geologicznych zostały wydzielone poszczególne warstwy geotechniczne, oraz określone parametry geotechniczne gruntów – zestawione w tabeli na zał. nr 5.

Uwaga: rzędne otworów badawczych zostały określone na podstawie mapy topograficznej w skali 1:1000.

## **Wyniki wiercenia otworów badawczych - teren kolejowy w rejonie ul. Białobrzaskiej i**

### **Radomskiej**

**Otwór nr 1 (głębokość 12,0 m) – rzędna 157,1 mnpm** (wykonanie – listopad 2010 r.)  
 Wyniki wiercenia otworu zestawione na zał. nr 4.

**Otwór nr 2 (głębokość 5,0 m) – rzędna 155,8 mnpm** (wykonanie – sierpień 2010 r.)  
 Woda gruntowa została nawiercona na głębokości 1,4 m od terenu.

0,0 - 0,80 m	humus / torf,
- 2,30 m	piasek drobny żółty,
- 3,80 m	piasek średni i gruby żółto-szary,
- 5,00 m	piasek grubo szary + otoczaki.

**Otwór nr 8 (głębokość 3,0 m) – rzędna 156,8 mnpm** (wykonanie – sierpień 2010 r.)  
 Woda gruntowa została nawiercona na głębokości 1,1 m od terenu.

0,0 - 0,50 m	humus,
- 1,00 m	piasek drobny żółty,
- 1,80 m	namul piasek drobny żółty organiczny - piasek drobny z domieszką części organicznych do 30%
- 3,00 m	piasek drobny brązowożółty.

**Otwór nr 16 (głębokość 4,0 m) – rzędna 156,6 mnpm** (wykonanie – sierpień 2010 r.)  
 Woda gruntowa została nawiercona na głębokości 1,2 m od terenu.

0,0 - 0,50 m	gleba piaszczysto-humusowa,
- 2,10 m	piasek drobny jasnożółty,
- 4,00 m	piasek średni żółto-szary.

Otwór nr 2 (głębokość 7,5 m) – rzędna 155,8 mnpm. (wykonanie – sierpień 2010 r.)

Wyniki wiercenia otworu zestawione na zat. nr 3.

Przewidywana głębokość otworu – 10 mb, jednak otwór został wykonany do głębokości 7,5 m od terenu z uwagi na pływające występowanie starszego podłoża skalistego.

## 2.2. Opinia geotechniczna

### 2.2.1. Charakterystyka geologiczna i hydrogeologiczna podłoża gruntowego

Na podstawie analizy Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Tomaszów Maz. można stwierdzić, że dokumentowany rejon jest położony w obrębie czwartorzędowej, plejstocenńskiej doliny rzeki Pilicy i grunty rodzime stanowią, rzeczne piaski różnej granulacji i prawego piaszczystego najniższego tarasu nadzalewowego i holocenńskiego prawego tarasu zalewowego rzeki Pilicy.

W profilu geologicznym do głębokości 12 m od terenu występują piaski rzeczne różnej granulacji:

- w części stropowej przeważają holocenские piaski drobne i lokalnie namuły organiczne piaszczyste, - w dolnych częściach profilu geologicznego przeważają piaski średnie i grube z domieszką żwiru i otoczków skał północnych.

Miąższność czwartorzędu w omawianym terenie wynosi ca 8-12 m.

Rzeczne piaski czwartorzędowe to grunty dobre i bardzo dobrze przepuszczalne o współczynniku filtracji:

$$k = \text{ca } 15 - 25 \text{ m/dobę.}$$

Swobodne lustro wody zostało nawiercone na głębokości 1,1 – 1,4 m od terenu w obrębie tarasu zalewowego i 2,8 m od terenu w obrębie tarasu nadzalewowego (jedynie otwór nr 1). Głębokość lustra wody gruntowej może wykazywać znaczne okresowe wahania w granicach od ca - 0,5m do ca + 1,0 m w stosunku do poziomu stwierdzonego w trakcie dokumentowania wiercen i badań – w zależności od wielkości opadów atmosferycznych.

Przewidywana głębokość posadowienia kanalizacji sanitarniej wynosi 3,82 – 4,94 m od terenu. Tak więc, stosunkowo płytkie zalęganie lustra wody gruntowej oraz duża wodoprzepuszczalność warstw piaszczystych spowodują konieczność zastosowania do odwodnienia otwartych wykopów pod kanalizację studni depresyjnych (konieczność obniżenia lustra wody w linii wykopów o ca 4,0 m poniżej terenu), gdyż igłofiltr nie będą w stanie odebrać dużych ilości napływających wód gruntowych.

### 2.2.2. Ocena geotechniczna podłoża gruntowego – parametry geotechniczne gruntów

#### Warstwy gleby i warstwy nasypowe.

Wszystkie przedstawione otwory badawcze, zostały wykonane tuż obok pasa drogowego i dlatego w tych otworach zostały stwierdzone tylko warstwy gleby humusowo-piaszczystej o miąższości w granicach 0,3-0,8 m od terenu. Wykonane badania geologiczne i geotechniczne są badaniami punktowymi i wykazały w różnych odcinkach drogi (grunty nasypowe lub zasypowe) pod warstwy konstrukcyjne są praktycznie w każdym punkcie inne i nie ma możliwości ich schematyzacji – takiej jaka została zastosowana w odniesieniu do gruntów rodzimych. Charakterystyka geotechniczna gruntów antropogenicznych nasypowych i zasypowych: grunty nasypowe lub zasypowe należy – z uwagi na znaczną zawartość humusu – zakwalifikować jako nasypy organiczne. Ponadto zagęszczenie tych gruntów jest bardzo zmienne i nie odpowiada zagęszczeniu, jakie przyjmuje się jako normatywne dla gruntów nasypowych lub zasypowych w korpusach. Vlg obowiązującej normy PN-S-02205 – wskaźnik zagęszczenia  $I_s$  dla nasypów lub zasypów w korpusach drogowych nie powinien być mniejszy niż 0,97 – 1,00. Tak więc zbadać i grunty nasypowe lub zasypowe należy zakwalifikować do całkowitej wymiany.

#### Charakterystyka geotechniczna gruntów rodzimych.

Rodzime podłoże gruntowe geotechniczne tworzą wyłącznie grunty niespoiste w postaci piasków rzecznych różnej granulacji, od mało wilgotnych, wilgotnych do nawodnionych, średnio zagęszczone, o znacznym zróżnicowaniu zagęszczenia – zarówno w kierunku poziomym jak i pionowym. Na podstawie litologii, pochodzenia stratygraficznego, parametrów geotechnicznych, zostały wyodrębnione dwie warstwy geotechniczne, w tym w obrębie warstwy nr 1 zostały wyodrębnione dwie podwarstwy:

**Warstwa nr 1a:** holocenytyczne piaski rzeczne głównie drobne z domieszką średnich, rdzawych, brązowożółtych, mało wilgotnych i w spodzie wilgotnych i nawodnionych, średnio zagęszczone, o stopniu zagęszczenia  $ID = 0,35 - 0,46$ , średnia wartość  $ID = 0,38$ . Dość duże zróżnicowanie zagęszczenia w pionie i w poziomie. Warstwa zalega do głębokości od 2,0 do ponad 3 m od terenu. Warstwa słabo przydatna do bezpośredniego posadowienia obiektów z uwagi na słabe zagęszczenie i nawodnienie od głębokości ca 1,2 m od terenu.

**Warstwa nr 1b:** holocenytyczne rzeczne namuły piaszczyste, głównie drobne z domieszką średnich z zawartością części organicznych do 30%, rdzawych i ciemnoszarych, wilgotnych i nawodnionych, średnio zagęszczone, o stopniu zagęszczenia  $ID = 0,35 - 0,40$ , średnia wartość  $ID = 0,37$ . Średnie zróżnicowanie zagęszczenia w pionie i w poziomie. Warstwa została stwierdzona w otworach: nr 2 (kolor zielony na mapie nr 2) na głębokości 0,3 - 1,0 m od terenu, nr 2 na głębokości 1,0 - 1,8 m od terenu. Warstwa słabo przydatna do bezpośredniego posadowienia obiektów z uwagi na słabe zagęszczenie i nawodnienie od głębokości ca 1,2 m od terenu.

**Warstwa nr 2:** piaski rzeczne głównie średnie i grube z domieszką żwirów, szaro-żółte, nawodnione, średnio zagęszczone, o stopniu zagęszczenia  $ID = 0,42 - 0,56$ . Dość duże zróżnicowanie zagęszczenia. Do obliczeń przyjmować wartość  $ID = 0,48$ . Warstwa zalega do głębokości ca 8,0 - 12,0 m od terenu, tj. do starszego jurajskiego skalistego podłoża. Warstwa przydatna do posadowienia obiektów, ale dużym utrudnieniem robót w wykopach będzie konieczność ich odwadniania.

## 2.2.3. Określenie kategorii geotechnicznej warunków gruntowych

Rozpoznanie podłoża gruntowego na podstawie wykonanych odwiertów i badań geotechnicznych oraz archiwalnych materiałów geologicznych, daje podstawę do określenia, że w rejonie projektowanego odcinka kanalizacji sanitarniej będą występowały w przewidywanym podłożu gruntowym złożone warunki geotechniczne – głównie z uwagi na wysoki poziom wód podziemnych i w związku z tym konieczność posadowienia kanalizacji w gruncie zawadionym. Będą to do głębokości ponad 5 m od terenu plejstocenytyczne rzeczne jednorodne genetycznie i litologicznie, grunty niespoiste w postaci piasków roznej granulacji, w obrębie których, na głębokości posadowienia kanalizacji (3,8 - 4,9 m od terenu) nie powinny występować słabo nośne grunty organiczne oraz inne słabo nośne grunty.

## 3. PROJEKT GEOTECHNICZNY

### 3.1. Przyjęcie średniego przekroju geotechnicznego

Na podstawie wykonanych otworów wiertniczych oraz terenowych badań geotechnicznych (pomiaru stopnia zagęszczenia gruntów) a także archiwalnych materiałów geologicznych zostały wyodrębnione oprócz gruntów nasypanych, warstwy geotechniczne w obrębie gruntów rodzimych – są to grunty niespoiste piaski rzeczne. Do dalszych obliczeń został uwzględniony faktyczny układ poszczególnych warstw geotechnicznych oraz przewidziany sposób posadowienia kanalizacji.

Do obliczeń nośności gruntu pod projektowaną kanalizacją w pasie drogowym, zostały przyjęte następujące średnie nośności geotechniczne, iliczone od średniej rzędnej nawierzchni ulic – "0" = 157,4 mnpm:

0,0 - 1,0 m od poziomu "0" - grunty nasypane (humus, piasek, gruz budowlany, materiał drogowy) - do usunięcia, - 2,5 m od poziomu "0" - grunty niespoiste piaski rzeczne drobne z wkładkami namułów organicznych piaszczystych do 1,0 m, warstwa geotechniczna nr 1 ( $ID = 0,38$ ), - 8,0 m od poziomu "0" - grunty niespoiste piaski rzeczne średnie i grube, warstwa geotechniczna nr 2 ( $ID = 0,48$ ).

Woda gruntowa na głębokości 1,1 m - 2,8 m (tylko otwór nr 1) od terenu (poza pasem drogowym) i 2,1-3,8 m od powierzchni ulic. Kanalizacja sanitarna będzie posadowiona w obrębie warstwy geotechnicznej nr 2 - na rzędnych w granicach 152,02 - 153,42 mnpm.

### 3.2. Określenie kategorii geotechnicznej projektowanej kanalizacji sanitarnej

Projektowaną sieć kanalizacji sanitarnej, Projektant określił jako obiekt budowlany II kategorii geotechnicznej. Będą to odcinki kanalizacji, układane w gruncie na głębokości do 3,82 – 4,94 mb od terenu. Kanalizacja będzie posadowiona bezpośrednio w gruncie rodzimym na podсыpcie z zagęszczonego piasku i z chudego betonu – bezpośrednio w gruncie rodzimym i wstępnie przedstawionym przez Projektanta sposobem posadowienia obiektu oraz zgodnie z § 4, ust. 3, pkt 2 cytowanego na wstępie Rozporządzenia z dnia 25.04.2012 r. – będzie to obiekt budowlany drugiej kategorii geotechnicznej – głównie z uwagi na znaczne głębokości posadowienia kanalizacji i zawodnienie terenu, wymagające odwadnianie w kłopot.

### 3.3. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie i ustalenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na kanalizację sanitarną

Stwierdzone warstwy geotechniczne są warstwami jednorodnymi, poziomymi i warstwa nr 2 jest nawodniona w całości. Kanalizacja będzie posadowiona na głębokości ca. 2,5 – 3,5 m poniżej lustra wody gruntowej i dlatego wahaniami lustra wody, zależne od wielkości opadów, nie będą miały wpływu na zawodnienie warstwy geotechnicznej nr 2 na poziomie posadowienia kanalizacji.

Inne niekorzystne zjawiska geologiczne i geotechniczne nie będą miały miejsca w rejonie projektowanej budowy.

### 3.4. Określenie współczynników bezpieczeństwa do obliczeń geotechnicznych

Zgodnie z Polskimi Normami, wartość obliczeniową parametru geotechnicznego dla gruntów, wyznacza się z zastosowaniem  $\gamma_m$  (współczynnika materiałowego). Dotyczy to wyznaczania parametrów geotechnicznych metodami B i C, na podstawie wyznaczonego w terenie parametru zasadniczego A – czyli w tym wypadku i stopnia zagęszczenia (ID) gruntów. W niniejszej dokumentacji, został zastosowany współczynnik materiałowy  $\gamma_m = 0,9$ .

Dodatkowo, przy dalszych obliczeniach geotechnicznych, do wyliczonych parametrów geotechnicznych z zastosowaniem współczynnika  $\gamma_m$ , należy zastosować dodatkowy współczynnik korekcyjny  $m = 0,9$ .

### 3.5. Obliczenia maksymalnej nośności jednostkowej podłoża gruntowego w poziomie posadowienia kanalizacji

Obliczenie maksymalnego oporu jednostkowego podłoża gruntowego pod rurociągami sanitarnymi w obrębie warstwy geotechnicznej nr 2

Kanalizacja będzie posadowiona w opiniowanym rejonie na głębokościach nawet - 3,82 – 4,95 m od poziomu "0", tj. na usłednionej rzędnej 152,7 mnpm, w obrębie warstwy nr 2, dla której został określony podstawowy parametr geotechniczny – stopień zagęszczenia  $ID = 0,48$ . Obliczenia maksymalnej jednostkowej nośności podłoża gruntowego w poziomie posadowienia kanalizacji o sanitarnie będą dokonywane przy założonym posadowieniu rurociągów na zagęszczonej podсыpcie piaskowej o grubości 0,25 m i o współczynniku zagęszczenia  $Is = 0,95$ . Szerokość zagęszczonej podсыпки piaskowej – 0,50 m. Obliczeniowy maksymalny opór jednostkowy podłoża gruntowego pod poziomem posadowienia projektowanej kanalizacji – tj. dla warstwy nr 2 zostanie obliczone wg wzoru:

$$q_r = (1 + 0,3 B/L) c' N_c i_c + (1 + 1,5 B/L) \gamma' D_m N_b i_b + (1 - 0,25 B/L) \gamma' B N_b i_b \quad \text{gdzie:}$$

B – szerokość fundamentu (zagęszczonej podсыпки piaskowej) = 0,5 m, L – długość fundamentów = powyżej 10 m. W takim przypadku wyrażenie B/L można przyjąć jako wartość "0". Obniżenie posadowienia podсыпки piaskowej poniżej najniższego poziomu terenu  $D_m = 4,00$  m.  $c'$  – obliczeniowa spójność gruntu, w tym przypadku  $c' = 0$ .  $\Phi^u$  obliczeniowy kąt tarcia wewnętrzznego gruntu  $\Phi^u = 33^\circ \times 0,9 = 29,7^\circ$ .

Nc, Nd i Nb – współczynniki zależne od obliczeniowego kąta tarcia wewnętrzznego gruntu pod fundamentem, które wynoszą: Nd = 14,57, Nb = 6,30.

## 5. WNIOSKI

1. Zbadane rodzime podłoże gruntowe jest podłożem wielowarstwowym o dosyć trudnych i średnio korzystnych warunkach geotechnicznych posadowienia kanalizacji z uwagi na słabe zagęszczenie warstwy nr 1 i zawodnienie warstwy częściowo nr 1 i w całości warstwy nr 2.

2. Projektant posadowienia obiektów nie musi wyliczać, czy wyliczone wyżej wartości maksymalnego oporu jednostkowego podłoża gruntowego w poziomach posadowienia projektowanych kanalizacji są wyższe od ogólnych obciążeń jednostkowych od projektowanych kanalizacji w podłożu w poziomie ich posadowienia. Wyliczone wartości tego oporu podłoża gruntowego kilkakrotnie przekraczają nacisk od kanalizacji sanitarnej.
3. Przy wykonywaniu prac fundamentowych przestrzegać zaleceń normy PN-68/B-06050-Roboty ziemne budowlane – zwłaszcza dotyczących zabezpieczenia wykopów przed wodami opadowymi i gruntowymi oraz ochrony struktury gruntu w dnie wykopów.

4. Zawodnienie podłoża gruntowego już od głębokości ca 1,2 – 1,4 m od terenu oraz duży współczynnik filtracji k piasków i żwirów warstw a zwłaszcza warstwy geotechnicznej nr 2 będzie powodował nieskuteczność odwadniania otwartych metodą igłofiltrów. W takim przypadku należy przewidzieć odwodnienia otwartych wykopów do głębokości ca 4,0 – 4,5 m od terenu metodą studni depresyjnych.

mgr inż. JAN MŁYŃCZYK  
050797  
050797

Wyliczona wartość oporu jednostkowego gruntu w poziomie posadowienia kanalizacji, oznacza, że kanalizacja może wywierac jednostkowy nacisk na 1 m<sup>2</sup> powierzchni na gruncie najszerszej warstwy (w warstwie nr 2) w wysokości :  
 $948 \text{ kPa} \times 100 \text{ kg/m}^2 = 94800 \text{ kg/m}^2 = \text{ca } 94,8 \text{ T/m}^2$  powierzchni podsytki

$$q_f = 948 \text{ kPa}$$

Tę wartość należy pomnożyć przez dodatkowy współczynnik korekcyjny  $m = 0,9$  i wówczas otrzymamy ostatnią wartość nośności podłoża pod poziomem posadowienia kanalizacji w obrębie warstwy nr 1 :

$$q_f = 1053,29 \text{ kPa}$$

Po wstawieniu podanych wartości do powyższego wzoru – otrzymujemy jednostkowy opór podłoża gruntowego pod poziomem posadowienia kanalizacji w obrębie warstwy nr 2

ic, id, ib - współczynniki wpływu nachylenia wypadkowej obciążenia, wyznaczane z nomogramów w normie budowlanej i przy centrycznym obciążeniu  $\text{taw}$  wynoszą, ca 1,00.  
Y<sub>D</sub> - ciężar objętościowy gruntu do poziomu posadowienia kanalizacji =  $1,9 \times 0,9 = 1,71 \text{ t/m}^3$   
Y<sub>B</sub> - ciężar objętościowy gruntu od poziomu posadowienia kanalizacji do głębokości B =  $2,00 \times 0,9 = 1,80 \text{ t/m}^3$