



## **GEOPROGRAM**

**Wojciech Andrzejewski**

85-739 Bydgoszcz, ul. Fordońska 110

tel. 602322297, 523717949, fax 523717900

NIP 953-217-16-00, REGON: 092345820

Konto: PKO BP 80 1440 1215 0000 0000 0379 8577

e-mail: [office@geoprogram.pl](mailto:office@geoprogram.pl) [www.geoprogram.pl](http://www.geoprogram.pl)

### **OPINIA GEOTECHNICZNA z dokumentacją badań podłoża gruntowego do projektu budowy układu drogowego - ulic osiedlowych w SOLCU KUJAWSKIM**

**INWESTOR:**

*Urząd Miasta i Gminy*

*w Solcu Kujawskim*

*ul. 23 Stycznia 7, 86-050 Solec Kujawski*

**ZAMAWIAJĄCY:**

*P.P. EMDROG Tomasz Wiese*

*ul. Zapolskiej 14/90, 85-149 Bydgoszcz*

**DATA ZLECENIA:**

*październik 2017r*

**PRZEDMIOT OPRACOWANIA:**

*Badania podłoża gruntowego w miejscu  
projektowanej przebudowy układu drogowego*

**ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA:**

*Określenie geotechnicznych warunków  
posadowienia projektowanych obiektów*

<b>Autor:</b>	<b>mgr Wojciech Andrzejewski</b> - <i>upr. geol. VII-1281</i> - <i>upr. geol. V-1436</i>	
<b>Współpraca:</b>	<b>mgr Paweł Wesółowski</b>	
	<b>inż. Jacek Kulczyk</b>	

*Bydgoszcz, listopad 2017r*

## **SPIS TREŚCI**

<b>1.WSTĘP</b>	<b>3</b>
1.1. Podstawa opracowania	3
1.2 Zakres opracowania	3
1.3. Materiały wykorzystane w opracowaniu	3
<b>2.DANE OGÓLNE</b>	<b>5</b>
2.1. Lokalizacja i opis terenu	5
2.2. Charakterystyka obiektu	5
<b>3. BADANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO</b>	<b>7</b>
3.1. Zakres i metody wykonywanych badań	7
3.1.1. Prace polowe	7
3.1.2. Badania laboratoryjne	7
3.1.3.Prace kameralne	8
3.2. Środowisko geograficzne. Geomorfologia.	8
3.3. Budowa geologiczna	8
3.4. Warunki wodne	9
<b>4.GEOTECHNICZNA CHARAKTERYSTYKA PODŁOŻA</b>	<b>11</b>
<b>5. WNIOSKI I ZALECENIA</b>	<b>14</b>

## 1.WSTĘP

### 1.1. Podstawa opracowania

- Podstawę opracowania stanowi zlecenie Projektanta: P.P EMDROG Tomasz Wiese działającego w imieniu i z upoważnienia Inwestora: Urzędu Miasta i Gminy w Solcu Kujawskim z października 2017r.
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. (Dz. U. z dnia 27 kwietnia 2012r., poz. 463).

### 1.2 Zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest Opinia Geotechniczna z dokumentacją badań podłoża gruntowego do projektu przebudowy układu drogowego - ulic osiedlowych w Solcu Kujawskim.

**Zakres opracowania obejmuje przedstawienie:**

- warunków geotechnicznych, zarysu geomorfologii, budowy geologicznej i stosunków wodnych,
- wyników wykonanych badań polowych i laboratoryjnych,
- miarodajnych wartości parametrów geotechnicznych gruntu,
- podsumowania i zaleceń końcowych.

*W niniejszej dokumentacji zastosowano podwójną klasyfikację gruntów zgodną z PN-EN ISO 14688-1/2 w myśl wprowadzonego Eurokod-7 [1,2] oraz starą opartą o polskie normy w tym PN-86/B-02480. Podwójne nazewnictwo ma, w okresie przejściowym, zwiększyć czytelność opracowania dla wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego.*

*Konieczność stosowania norm opartych o Eurokod-7 wynika z Rozporządzenia [9].*

### 1.3. Materiały wykorzystane w opracowaniu

1. PN-EN 1997-1:2008; Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne.
2. PN-EN 1997-2:2009; Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
3. PN EN ISO 14688-1-12. Badania geotechniczne. Oznaczenia i klasyfikacja gruntów.
4. PKN-CEN ISO/TS 17892-1 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów.



5. PN-86/B-02480 Grunty budowlane. Podział, nazwy, symbole i określenia.
6. Geografia Regionalna Polski –J. Kondracki, PWN Warszawa 2000.
7. Przeglądowa Mapa Geologiczno-Inżynierska Polski, skala 1:300000.
8. Mapa Topograficzna Polski, skala 1:10000.
9. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. (Dz. U. z dnia 27 kwietnia 2012r., poz. 463).
10. Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 23.12.2015 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (tekst jednolity z dnia 29 stycznia 2016 r., poz. 124).
11. Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych. Część 1 i 2. GDDP. Opr. IBDiM, Warszawa 1998.
12. Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych – Politechnika Gdańska (załącznik do zarządzenia nr 31 GDDKiA z dnia 16.06.2014r.).
13. Mapa sytuacyjno-wysokościowa i koncepcja przestrzenna przekazana przez Zamawiającego.

## 2.DANE OGÓLNE

### 2.1. Lokalizacja i opis terenu

Analizowany teren znajduje się w województwie kujawsko-pomorskim, w powiecie bydgoskim, w gminie i mieście Solec Kujawski. Inwestycja obejmuje przebudowę ulic osiedlowych – ul. Prostej, ul. Tęczowej, ul. Zbożowej, ul. Kolorowej, ul. Wiejskiej, ul. Łąkowej, ul. Zielonej, ul. Śnieżnej, ul. Mrożnej, ul. Zimowej, ul. Jesiennej, ul. Letniej, ul. Słonecznej, ul. Wiosennej, ul. Malinowej, ul. Spokojnej, ul. Barwnej, ul. Pogodnej, ul. Błękitnej, ul. Srebrnej, ul. Złotej, ul. Kościelnej.

Jest to zachodnia część miasta o charakterze mieszkalnym jednorodinnym. Analizowane ulice posiadają nawierzchnie gruntowe nieutwardzone, jedynie lokalnie fragment ul. Zbożowej posiada nawierzchnię betonową. W zachodniej części analizowanego terenu badań przebiegają płytkie rowy odprowadzające wody powierzchniowe.

Z uwagi na znaczną rozciągłość terenu badań powierzchnia wykazuje znaczne zróżnicowanie. Powierzchnia terenu jest stosunkowo płaska, opadająca w kierunku północnym. Rzędne terenu w rejonie wyrobisk badawczych mieszczą się w przedziale 36,18-39,48m n.p.m.

W rejonie projektowanego układu drogowego stwierdzono obecność uzbrojenia podziemnego w postaci sieci wodociągowej, sieci gazowej, kolektorów kanalizacji sanitarnej oraz sieci energetycznych i teletechnicznych.

Szczegóły lokalizacyjne przedstawiono na mapie sytuacyjno-wysokościowej w skali 1:1000 dostarczonej przez Zamawiającego, załącznik 1.

### 2.2. Charakterystyka obiektu

Projektuje się przebudowę i modernizację następujących ulic: ul. Prostej, ul. Tęczowej, ul. Zbożowej, ul. Kolorowej, ul. Wiejskiej, ul. Łąkowej, ul. Zielonej, ul. Śnieżnej, ul. Mrożnej, ul. Zimowej, ul. Jesiennej, ul. Letniej, ul. Słonecznej, ul. Wiosennej, ul. Malinowej, ul. Spokojnej, ul. Barwnej, ul. Pogodnej, ul. Błękitnej, ul. Srebrnej, ul. Złotej, ul. Kościelnej.

Modernizacja będzie dotyczyć przebudowy koryta drogowego, wyodrębnienia chodników i miejsc postojowych oraz zainstalowania urządzeń poprawiających bezpieczeństwo ruchu.

Omawiane ulice stanowią będą drogi o lekkim obciążeniu ruchu (KR1).

W ramach prac przygotowawczych przebudowane zostaną elementy odwodnienia ulic oraz podziemnego uzbrojenia ulic. Według ustnych informacji głębokość ułożenia podziemnych kolektorów nie powinna przekraczać 3,0m p.p.t.

Nawierzchnie projektuje się z kostki betonowej typu pol-bruk, zaś podbudowy z piasku ulepszanego spoiwem cementowym, stabilizowanego mechanicznie.

### **3. BADANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO**

#### **3.1. Zakres i metody wykonywanych badań**

Program technicznych badań podłoża gruntowego (ilość, lokalizacja i głębokość) został uzgodniony z Zamawiającym.

##### **3.1.1. Prace polowe**

Prace polowe wykonano w dniach 27 i 28 października 2017 roku. Przeprowadzone prace obejmowały wiercenie otworów badawczych, sondowania dynamiczne, pobranie próbek do badań laboratoryjnych, badania makroskopowe gruntów, ustalenie litologii i genezy gruntów podłoża oraz niwelację geodezyjną punktów badawczych.

Lokalizację wykonanych wyrobisk przedstawiono w załączniku nr 1.

##### **a/ wiercenia**

Na terenie badań wykonano systemem mechanicznym (wiertnica hydrauliczna H16S) łącznie 29 otworów o średnicy 110mm, o głębokości maksymalnie 6,0m p.p.t. Otwory zostały zlokalizowane w uzgodnieniu z Zamawiającym obiektem, co przedstawiono na załączniku 1 - Mapa sytuacyjno-wysokościowa. Łącznie wywiercono 109,5mb otworów.

##### **b/ opróbowanie wyrobisk i badania makroskopowe**

Podczas wykonanych prac polowych pobrano 46 próbek gruntu niespoistego oraz 5 próbek gruntu organicznego, które przeznaczono do szczegółowych badań w laboratorium geotechnicznym. Kategoria poboru B, klasa 3.

##### **c/ sondowania dynamiczne**

Wykonano sondowanie automatyczną sondą dynamiczną lekką DPL jako poprzedzające wiercenie w miejscu otworów geotechnicznych o1, o4, o10, o11, o13, o19, o25 i o28. Łącznie przesondowano 22,8mb podłoża gruntowego.

##### **d/ prace geodezyjne**

Prace geodezyjne przeprowadzono w dowiązaniu do istniejącej sytuacji w terenie. Współrzędne wysokościowe wyznaczono w nawiązaniu do przyjętych reperów roboczych i mapy sytuacyjno-wysokościowej.

##### **3.1.2. Badania laboratoryjne**

Pobrane w terenie próbki poddano kontrolnym badaniom makroskopowym. Wytypowane próbki gruntów zostały szczegółowo badane w laboratorium geotechnicznym.

Wykonano oznaczenia:

- analizy granulometrycznej – 27 oznaczeń wraz z wyznaczeniem współczynników filtracji na podstawie krzywych uziarnienia wzorami empirycznymi,
- oznaczenia wilgotności naturalnej – 27 oznaczeń gruntów niespoistych oraz 4 oznaczenia gruntów organicznych,
- oznaczenia gęstości objętościowej gruntów organicznych – 3 oznaczenia,
- rodzaju gruntów.

Badania przeprowadzono zgodnie z normą (5).

### 3.1.3. Prace kameralne

Wykonane prace kameralne obejmowały:

- analizę wyników wyrobisk badawczych, łącznie z wykonanymi badaniami makroskopowymi oraz obserwacjami występowania wody gruntowej,
- oszacowanie parametrów geotechnicznych w oparciu o wytyczne PN-B-04452:2002, PN-EN 1997-2:2009,
- analizę i opracowanie otrzymanych wyników badań laboratoryjnych,
- ocenę materiału archiwalnego w świetle obecnych testów in-situ,
- ustalenie miarodajnych wartości parametrów geotechnicznych na podstawie wykonanych badań, obliczeń, norm i literatury,
- ustalenie wniosków geotechnicznych.

## 3.2. Środowisko geograficzne. Geomorfologia.

Dokumentowany obszar położony jest w obrębie Pradoliny Toruńsko – Eberswaldzkiej (315.3), rozległej formie wklęsłej rozdzielającej pojezierza pomorskie od wielkopolskich. Zlokalizowany jest w jej wschodniej części – Kotlinie Toruńskiej (315.35).

Pod względem geomorfologicznym obszar stanowi lewy, nadzalewowy taras rzeki Wisły. Teren położony jest na wysokości 36,18-39,48m n.p.m. Obszar badań został w znacznym stopniu przekształcony antropogenicznie. Lokalnie poprzecinany jest kanałami melioracyjnymi.

Pod względem hydrograficznym teren należy do zlewni Wisły.

## 3.3. Budowa geologiczna

Budowę geologiczną podłoża budowlanego rozpoznano przy pomocy wykonanych badań do głębokości maksymalnie 6,0m p.p.t.

Na podstawie wykonanych prac stwierdzono zaleganie w podłożu utworów czwartorzędowych. Utwory czwartorzędowe są wieku holoceniowego i plejstoceniowego.





**Czwartorzęd  $Q$** ***Holocen  $Q_h$*** 

Reprezentowany jest przez nasypy niekontrolowane występujące do głębokości 0,3-2,0m p.p.t. Nasyp zbudowany jest z gruntów mineralnych niespoistych – piasków drobnych, piasków średnich z dodatkiem gruntu próchnicznego oraz kamieni i żużlu. Lokalnie poniżej gruntów nasypowych stwierdzono obecność gruntów akumulacji bagiennej reprezentowanych przez torfy, namuły gliniaste oraz podrzędnie namuły piaszczyste. Głębiej występują grunty piaszczyste, lokalnie z domieszkami gruntów organicznych. Rozdzielenie ich od niżej leżących piasków plejstocenijskich jest zadaniem bardzo trudnym.

***Plejstocen i holocen nie rozdzielone  $Q_{h-p}$*** 

Osady plejstocenu w rejonie analizowanej Inwestycji reprezentowane są przez plejstocenijsko-holocenijski kompleks rzecznych utworów piaszczystych. Tworzą go głównie piaski drobne, piaski średnie i piaski grube. Utworów piaszczystych nie przewiercono do końca penetrowanej głębokości tj. 6,0m p.p.t.

**3.4. Warunki wodne**

W czasie prac terenowych przeprowadzono bezpośrednie obserwacje poziomu występowania wody gruntowej.

Stwierdzono występowanie zwierciadła wody gruntowej o charakterze swobodnym oraz lokalnie lekko napiętym. Warstwą napinającą są w analizowanym przypadku grunty organiczne. Ustabilizowane zwierciadło wody gruntowej kształtowało się na głębokości 0,70-2,27m p.p.t. tj. w zakresie rzędnych 35,40-37,38m n.p.m.

Obecny (październik/ listopad 2017r) stan wód gruntowych ocenić można jako niski w rocznym cyklu hydrologicznym. Możliwe wahania wynoszą  $\pm 0,5$ m. Wahania poziomu wody gruntowej są ściśle uzależnione od stanu wody w Wiśle.

W poniższej tabeli zestawiono warunki wodne rozpoznane w poszczególnych punktach badawczych.

Nr otworu	Rzędna terenu [m n.p.m.]	Głębokość ZWG ( $Q_1$ ) [m p.p.t.]	Rzędna ZWG ( $Q_1$ ) [m n.p.m.]	Charakter ZWG ( $Q_1$ )	Warunki wodne
<b>o1</b>	36,38	0,88	35,50	swobodne	złe
<b>o2</b>	36,34	0,87	35,47	swobodne	złe
<b>o3</b>	36,79	1,21	35,58	swobodne	przeciętne
<b>o4</b>	36,46	1,04	35,42	swobodne	przeciętne
<b>o5</b>	37,37	1,53	35,84	swobodne	przeciętne
<b>o6</b>	36,18	0,70	35,48	swobodne	złe
<b>o7</b>	36,34	0,79	35,55	swobodne	złe
<b>o8</b>	36,71	0,98	35,73	swobodne	złe
<b>o9</b>	36,72	0,98	35,74	swobodne	złe



<b>o10</b>	37,06	1,12	35,94	swobodne	przeciętne
<b>o11</b>	37,29	1,54	35,75	swobodne	przeciętne
<b>o12</b>	36,46	1,06	35,40	swobodne	przeciętne
<b>o13</b>	36,69	0,84	35,85	swobodne	złe
<b>o14</b>	36,70	0,75	35,95	swobodne	złe
<b>o15</b>	37,11	0,93	36,18	swobodne	złe
<b>o16</b>	37,58	1,32	36,26	swobodne	przeciętne
<b>o17</b>	36,37	0,88	35,49	napięte	złe
<b>o18</b>	37,52	1,39	36,13	swobodne	przeciętne
<b>o19</b>	37,75	1,46	36,29	napięte	przeciętne
<b>o20</b>	37,52	0,98	36,54	napięte	złe
<b>o21</b>	37,81	1,24	36,57	swobodne	przeciętne
<b>o22</b>	38,34	1,64	36,70	napięte	przeciętne
<b>o23</b>	38,23	1,39	36,84	napięte	przeciętne
<b>o24</b>	38,49	1,62	36,87	swobodne	przeciętne
<b>o25</b>	39,48	2,10	37,38	swobodne	dobrze
<b>o26</b>	37,14	1,30	35,84	swobodne	przeciętne
<b>o27</b>	37,77	1,52	36,25	swobodne	przeciętne
<b>o28</b>	38,81	2,27	36,54	swobodne	dobrze
<b>o29</b>	38,02	1,19	36,83	swobodne	przeciętne

Środowisko gruntowe w poziomie posadowienia ocenić należy jako ślabo agresywne suche do nawodnionego.

Szczegółowo warunki gruntowo - wodne przedstawiono na przekrojach geotechnicznych i metrykach otworów badawczych– załącznik 4.

## 4. GEOTECHNICZNA CHARAKTERYSTYKA PODŁOŻA

Grunty badanego obszaru zaliczono do rodzimych gruntów organicznych i mineralnych niespoistych. Z uwagi na charakter opracowania do klasyfikacji włączono także nasypy. Zalegające w podłożu budowlanym grunty ujęto w jednostki geotechniczne. Wydzielono cztery serie geotechniczne ze względu na genezę, stratyografię i litologię, tj. **seria I – nasypy niekontrolowane; seria II – grunty akumulacji bagiennej; seria III – fluwialne piaski drobne; seria IV – fluwialne piaski średnie i grube.**

Parametry geotechniczne gruntów ustalono na podstawie wyników badań terenowych i laboratoryjnych. W oznaczeniach gruntów zastosowano podwójną klasyfikację tj. obowiązującą zgodnie z PN-EN ISO 14688-1/2 oraz starą zgodnie z PN-86/B-02480. Współczynniki materiałowe dla parametrów geotechnicznych zgodnie z Eurokod-7.

Uogólnioną wartość parametrów geotechnicznych dla wydzielonych warstw podano w załączniku 3.

### Jednostki geotechniczne

#### Seria geotechniczna I,

Serię tą stanowią nasypy niekontrolowane o składzie piasku drobnego i piasku średniego z domieszką gruntu próchnicznego oraz kamieni i żużlu. Znajdują się w stanie od średniozagęszczonego do zagęszczonego o wartości wyprowadzonej stopnia zagęszczenia  $I_D=37-75\%$  ( $I_D=0,37-0,75$ ). Z uwagi na udział substancji organicznej nie powinny stanowić podłoża projektowanego obiektu liniowego. Cechuje się obniżoną nośnością i podwyższoną ściśliwością.

#### Seria geotechniczna II,

Seria ta zbudowana jest z holocenijskich gruntów organicznych akumulacji bagiennej reprezentowanych przez torfy, namuły gliniaste oraz podrzędnie namuły piaszczyste. Są to grunty bardzo ściśliwe, o niskiej wytrzymałości na ścinanie. Mogą generować osiadania obiektów posadowionych nad nimi. Należą one do słabonośnego i ściśliwego podłoża, niezalecane do posadowienia bezpośredniego. Na większości odcinków stanowi 10-20cm przewarstwienia w piaskach, jednakże w rejonie ciekłu tworzy warstwę o miąższości 1,1m.

#### Seria geotechniczna III,

Do serii III zaliczono fluwialne piaski drobne. Są to grunty umiarkowanie przepuszczalne o współczynniku filtracji rzędu  $k_{USBSC}=3,6-6,9 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ . Z uwagi na zróżnicowanie wartości liczbowych stopnia zagęszczenia serię tę podzielono na trzy warstwy geotechniczne.

#### *Warstwa IIIa*

Zbudowana jest z piasków drobnych w stanie średnio zagęszczonym, o wartości charakterystycznej stopnia zagęszczenia  $I_D=0,55\%$  ( $I_D=0,55$ ). Grunty tej warstwy



rozpoznano głównie w stropowej partii podłoża. Grunty te cechują się korzystnymi właściwościami geotechnicznymi.

#### ***Warstwa IIIb***

Reprezentowana jest przez piaski drobne w stanie zagęszczonym o wartości charakterystycznej stopnia zagęszczenia  $I_D = 65\%$  ( $I_D = 0,65$ ). Grunty te występują w głębszej partii podłoża gruntowego. Grunty zaliczone do tej warstwy posiadają wysoką nośność i niską odkształcalność.

#### ***Warstwa IIIc***

Stanowią ją piaski drobne w stanie zagęszczonym o wartości charakterystycznej stopnia zagęszczenia  $I_D = 73\%$  ( $I_D = 0,73$ ). Grunty te występują w głębszej partii podłoża gruntowego. Cechują się bardzo korzystnymi właściwościami geotechnicznymi.

#### **Seria geotechniczna IV,**

Budują ją fluwialne piaski średnie, piaski grube i piaski grube z dodatkiem kamieni oraz lokalnie piaski średnie z dodatkiem rozproszonej substancji organicznej. Są to grunty dobrze przepuszczalne o współczynniku filtracji rzędu  $k_{USBSC} = 7,1 \cdot 10^{-5} - 2,9 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ .

Z uwagi na zróżnicowanie wartości liczbowych stopnia zagęszczenia serię tę podzielono na dwie warstwy geotechniczne.

#### ***Warstwa IVa***

Reprezentowana jest przez piaski średnie, piaski grube oraz piaski średnie z dodatkiem rozproszonej substancji organicznej w stanie średnio zagęszczonym o wartości charakterystycznej stopnia zagęszczenia  $I_D = 63\%$  ( $I_D = 0,63$ ). Grunty zaliczone do tej warstwy posiadają wysoką nośność i niską odkształcalność.

#### ***Warstwa IVb***

Stanowią ją piaski średnie, piaski grube oraz piaski grube z dodatkiem kamieni w stanie zagęszczonym o wartości charakterystycznej stopnia zagęszczenia  $I_D = 73\%$  ( $I_D = 0,73$ ). Grunty te występują w głębszej partii podłoża gruntowego. Cechują się bardzo korzystnymi właściwościami geotechnicznymi.

## 5. GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA I REALIZACJI INWESTYCJI DROGOWEJ

Przeprowadzone rozpoznanie podłoża gruntowego, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 23.12.2015r w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (tekst jednolity z dnia 29 stycznia 2016 r., poz. 124) pozwoliło na zaliczenie całego projektowanego układu drogowego do:

- **grupy nośności podłoży drogowych G1 – w miejscu występowania mineralnych utworów niespoistych pod niewielkiej miąższości warstwą gruntów nasypowych,**
- **wymaga indywidualnego projektowania w miejscu występowania gruntów organicznych serii II. Na większości odcinka obecność cienkiego przewarstwienia torfów w obrębie piasków nie będzie miała wpływu na odkształcenia i osiadania konstrukcji drogowej. W miejscu gdzie namuły i torfy występują bezpośrednio pod konstrukcją wymagają wymiany na zasypkę piaskowo-żwirową.**

Warunki wodne na całym obszarze uznano jako przeciętne lokalnie złe i dobre.

Szczegółową charakterystykę gruntów budujących podłoże analizowanego obiektu, przedstawiono w załączniku nr 3, a budowę geologiczną i warunki wodno-gruntowe zawarto w załączniku nr 4 – Przekroje geotechniczne i metryki otworów badawczych.

## 6. WNIOSKI I ZALECENIA

W wyniku przeprowadzonych badań polowych i laboratoryjnych, w analizowanym podłożu budowlanym projektowanej budowy ulic osiedlowych w Solcu Kujawskim należy stwierdzić:

- W podłożu budowlanym analizowanego układu drogowego występują głównie proste warunki gruntowo-wodne,
- Podłoże traktować należy jako genetycznie niejednorodne,
- Podłoże analizowanego układu drogowego budują słabonośne nasypy, lokalnie występujące grunty organiczne oraz grunty mineralne niespoiste,
- Nasypy niekontrolowane zawierające w składzie grunty z dużym udziałem gruntu próchnicznego charakteryzują się niską nośnością i wysoką odkształcalnością. Utwory te nie powinny stanowić warstwy nośnej,
- Grunty akumulacji bagiennej reprezentowane przez torfy, namuły gliniaste oraz podrzędnie namuły piaszczyste zaliczone do serii II należą do ściśliwego i słabonośnego podłoża, wymagają odpowiedniego wzmocnienia lub wymiany,
- Występujące grunty organiczne serii II często ograniczone jest do cienkiego 10-20cm przewarstwienia w piaskach nie mających wpływu na warunki posadowienia,
- Zasadniczą partię podłoża stanowią fluwialne utwory piaszczyste – piaski drobne, piaski średnie i piaski grube zaliczone do serii III i IV,
- Grunty niespoiste serii III – IV charakteryzują się korzystnymi właściwościami geotechnicznymi,
- Grunty zaliczone do warstwy IVa zawierające rozproszoną substancję organiczną mogą stanowić warstwę nośną projektowanych obiektów liniowych,
- Woda gruntowa w rejonie analizowanej inwestycji występuje w postaci swobodnego oraz lokalnie lekko napiętego zwierciadła wody na głębokości 0,70-2,27m p.p.t. tj. w zakresie rzędnych 35,40-37,38m n.p.m.
- Z uwagi na równoziarnistość piasków serii IV dogęszczanie gruntów w korytach może być pracochłonne, będzie wymagało doprowadzenia gruntów do wilgotności zbliżonej do optymalnej,
- Zaleca się wykonywanie prac ziemnych w okresie letnio – jesiennym o najniższych stanach wód gruntowych,
- Proponuje się zastosowanie zbrojenia geosyntetycznego projektowanych korpusów drogowych,
- Podłoże analizowanych dróg zaliczone zostało do grupy nośności podłoża G1 w miejscu występowania gruntów niespoistych serii III i IV,



- W miejscach występowania gruntów organicznych serii II podłoże wymaga indywidualnego projektowania,
- W projekcie przewidzieć częściowe wykorytowanie nasypów słabonośnych z zastąpieniem ich nasypem piaszczystym,
- Grunty organiczne występujące bezpośrednio w obrębie projektowanego koryta drogowego należy całkowicie usunąć, w miejscach głębszego zalegania przy niewielkiej ich miąższości grunty organiczne można pozostawić,
- Z uwagi na istniejące i projektowane podziemne uzbrojenie terenu zaleca się stosowanie podbudowy podatnej, rozbieralnej z kruszywa łamanego stabilizowanego mechanicznie,
- Dogęszczenie koryta/nasypu prowadzić do uzyskania  $I_s=1,00$  oznaczanego wg. normalnej próby Proctora oraz wartości wtórnego modułu odkształcenia  $E_{v2}>120\text{MPa}$  przy wskaźniku odkształcenia  $I_o<2,2$  według obciążeń statycznych płytą VSS,
- Podbudowę z kamienia łamanego stabilizowanego mechanicznie (tłucznią) dogęścić do uzyskania modułów odkształcenia  $E_{v1}>100\text{MPa}$  obciążeń statycznych płytą VSS.
- Wykopy pod instalacje podziemne prowadzone poniżej głębokości 1,2m realizować jako rozparte,
- Ukopane grunty niespoiste można zabudować ponownie w zasypkę wykopu, zagęszczając je na mokro przy wilgotności optymalnej,
- Zasypki wykopów kanalizacyjnych prowadzić z gruntów niespoistych zagęszczanych warstwami do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia  $I_s=0,97$  na głębokości  $>1,2\text{m}$  od konstrukcji drogi oraz  $I_s=1,00$  powyżej 1,2m od konstrukcji drogi, miąższość zagęszczanych warstw nie powinna przekraczać 50cm,
- W przypadku układania kolektorów kanalizacji poniżej ZWG Iszej warstwy wodonośnej przewidzieć odwodnienie zestawami igłofiltrowymi,
- W strefie zalegania wód gruntowych poniżej 1,5m p.p.t. można rozważyć odprowadzenie wód do gruntu stosując studnie chłonne lub skrzynki rozsączające, zapewnić wymaganą retencję układu,
- Do obliczenia nośności podłoża można wykorzystać dane zawarte w załączniku 3 - legendzie do przekrojów w powiązaniu z budową geologiczną przedstawioną na przekrojach geotechnicznych i metrykach otworów – Załączniki 4.
- Prace ziemne należy wykonać zgodnie z obowiązującymi normami oraz zasadami BHP.

*Bydgoszcz, listopad 2017r*



### ***SPIS ZAŁĄCZNIKÓW***

Załącznik 1 – Plan sytuacyjny wraz z rozmieszczeniem wyrobisk badawczych

Załącznik 2 – Objasnienie symboli i znaków użytych na przekrojach i metrykach  
otworów

Załącznik 3 – Legenda do przekrojów geotechnicznych i metryk otworów

Załącznik 4 – Przekroje geotechniczne i metryki otworów badawczych

Załącznik 5 – Metryki sondowania dynamicznego DPL

Załącznik 6 – Analizy granulometryczne

Załącznik 7 – Zestawienie badań laboratoryjnych gruntów niespoistych i  
organicznych