

GeoPlus – Badania Geologiczne i Geotechniczne

Dr Piotr Zawrzykraj

02-775 Warszawa, ul. Alternatywy 5 m. 81, tel. 0-605-678-464, www.geoplus.com.pl

NIP 658-170-30-24, REGON 141437785

e-mail: Piotr.Zawrzykraj@uw.edu.pl, piotr1944@o2.pl

OPINIA GEOTECHNICZNA

dotycząca warunków wodno-gruntowych występujących wzdłuż przebudowy drogi powiatowej nr 4360W w Wołominie na odcinku od ul. Lwowskiej do ronda w miejscowości Czarna wraz z infrastrukturą związaną i niezwiązaną oraz wzdłuż budowy sieci kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej i tłocznej na odcinku od ul. Lwowskiej do wysokości działki ew. nr 2/2 obr. 04 Czarna wraz z odgałęzieniami sieci do działek zabudowanych oraz dwóch przepompowni i infrastrukturą towarzyszącą
(gmina Wołomin)

Zleceniodawca:

BIURO PROJEKTÓW INŻYNIERII
LĄDOWEJ SP. Z O.O.
Ul. Dywizjonu 303 127/77
01-470 Warszawa

Opracował:

Dr Piotr Zawrzykraj
nr upr. geol. VII-1407

Warszawa, lipiec 2013 r.

1. Wstęp.

Niniejsza opinia została przygotowana na zlecenie firmy BIURO PROJEKTÓW INŻYNIERII LĄDOWEJ SP. Z O.O., z siedzibą przy ul. Dywizjonu 303 127/77, 01-470 Warszawa.

Celem niniejszej opinii jest charakterystyka warunków wodno-gruntowych występujących w rejonie planowanej przebudowy drogi powiatowej nr 4360W w Wołominie na odcinku od ul. Lwowskiej do ronda w miejscowości Czarna (ul. Piłsudskiego, ul. Radzymińska) wraz z infrastrukturą związaną i niezwiązaną oraz wzdłuż budowy sieci kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej oraz tłocznej na odcinku od ul. Lwowskiej do wysokości działki ew. nr 2/2 obr. 04 Czarna (ul. Piłsudskiego, ul. Radzymińska i ul. Witosa) wraz z odgałęzieniami sieci do granic działek zabudowanych, a także budową dwóch przepompowni wraz z infrastrukturą towarzyszącą.

W skład prac modernizacyjnych zalicza się wymianę nawierzchni oraz przebudowę istniejących skrzyżowań i zjazdów, a także budowę nowych oraz przebudowę istniejących chodników dla pieszych. Ponadto planuje się wykonanie kanalizacji deszczowej pozwalającej na uporządkowanie systemu odprowadzania nadmiaru wody. Koncepcja zawiera również ewentualną przebudowę kolizji branż (energetycznej, telekomunikacyjnej, wodno-kanalizacyjnej). Planuje się również wykonanie ciągów głównych sieci kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej oraz ciągów kanalizacji sanitarnej tłocznej. Ciąg pierwszy (ETAP I) biegnący od ul. Willowej w ul. Radzymińskiej i ul. Piłsudskiego, poprzez odcinek tłoczny włączony będzie do istniejącej kanalizacji sanitarnej w ul. Piłsudskiego na wysokości ul. Białostockiej. Ciąg drugi (ETAP II) biegnący od ul. Willowej w ul. Radzymińskiej i ul. Witosa, do szkoły w Czarnej, włączony będzie poprzez kanał tłoczny do ciągu pierwszego na wysokości ul. Willowej. Długość odcinka objętego inwestycją wynosi ok. 2,1 km.

W podłożu planowanej inwestycji występują złożone warunki gruntowe a projektowany obiekt należy zaliczyć do II kategorii geotechnicznej.

W porozumieniu ze Zleceniodawcą przeprowadzono wizję lokalną oraz wykonano prace badawcze. W trakcie prac wykonano 19 wierceń do głębokości w zakresie od 3,0 – 6,0 m p.p.t. (patrz zał. 4.1 – 4.19). Otwory nr 2, 5, 7, 9, 12 wykonano w nawierzchni drogi celem oceny konstrukcji istniejącej ulicy. Ich schematy przedstawiono w zał. 7. Dla określenia parametrów geotechnicznych gruntów występujących w podłożu wykonano zgodnie z normą PN-B-04452/2002 2 sondowania dynamiczne DPL do głębokości w zakresie od ok. 1,7 m do ok. 2,5 oraz 2 sondowania dynamiczne SLVT do głębokości ok. 2,7 m (zał. 5). Wiercenia

zostały wykonywane pod stałym nadzorem geologicznym. W wyniku badań makroskopowych określono wykształcenie litologiczne, uziarnienie oraz ich genezę. Pomierzono położenie zwierciadła wody gruntowej. Otwory zostały zlikwidowane urobkiem. Przeprowadzono także analizę granulometryczną na sześciu pobranych próbkach gruntowych. Wykresy uziarnienia zestawiono w zał. 8. Lokalizację punktów badawczych i przekrojów geotechnicznych przedstawiono na zał. 2.

2. Warunki gruntowo-wodne.

W efekcie przeprowadzonych badań stwierdzono, że:

- ✓ Poziom glebowy (humus) ujęto jako **warstwę 0**. Jest to gleba piaszczysta, barwy czarnej, która nie powinna stanowić podłoża gruntowego dla konstrukcji. Z tego powodu nie podano dla niej parametrów geotechnicznych. Z uwagi na dużą zawartość substancji organicznej należy ją zaliczyć do gruntów wysadzinowych. Nawiercono ją w rejonie otworu nr 16, gdzie jej miąższość osiąga wartość ok. 0,4 m.
- ✓ Do **warstwy IA** zaliczono nasypy budowlane utworzone z piasków drobnych, piasków średnich ze żwirem i piasków średnich stabilizowanych cementem o brązowo-żółtej i szarej barwie. Warstwa ta występuje w stanie zagęszczonym ($I_D=0,70$), choć lokalnie przyjmują niższy stopień zagęszczenia występując w stanie średniozagęszczonym (rejon otw. nr 2 i 18). Stanowi ona podbudowę istniejącej drogi, którą nawiercono w rejonie otworów nr 2, 5, 9, 12 i 18. Warstwa ta osiąga zróżnicowaną miąższość, wahając się w zakresie od ok. 0,2 m do ok. 1,7 m
- ✓ Grunty **warstwy IB** to nasypy niebudowlane utworzone z przemieszania piasków średnich, humusu i żwiru o brązowo-czarnej barwie. Warstwa ta stanowi przypowierzchniowe partie zbadanego profilu. Została ona utworzona w efekcie formowania podbudowy drogi, bądź w trakcie zasypywania podziemnych instalacji. Uśredniony stopień zagęszczenia gruntów tej warstwy wynosi $I_D=0,50$. Warstwa ta osiąga zróżnicowaną miąższość, którą najlepiej przedstawiają przekroje geotechniczne (zał. 3.).
- ✓ Osady **warstwy IC** (nasypy niebudowlane – pospółki) zlokalizowane zostały wyłącznie w rejonie 13. Osiągają one miąższość ok. 0,50 m. Ich

stopień zagęszczenia został określony wartością $I_D=0,45$. Przyjmują one brązową barwę.

- ✓ Nasypy niebudowlane wykształcone w postaci piasków gliniastych i glin piaszczystych zaliczono do **warstwy ID**. Utwory te występują w stanie twardoplastycznym i charakteryzują się wartością stopnia plastyczności równą $I_L=0,25$. Przyjmują one brązowo-czarną barwę. Zostały one zlokalizowane w rejonie otworu nr 15, gdzie ich miąższość wynosi ok. 1,7 m.
- ✓ Do **warstwy II** zaliczono miękkoplastyczne namuły i piaski próchniczne, które stwierdzono w okolicach otworów nr 3, 4, 5, 6 i 8. Grunty te charakteryzują się czarno-brązową i szarą barwą. Należy je zaliczyć do słabonośnych. Są to osady wód stojących, zawierające od 5% do 30% substancji organicznej. Charakteryzują się znaczną ściśliwością ($M_0 \approx 2-4$ MPa); należą do wysadzinowych. Jest to najślabsza warstwa wydzielona w rejonie badań.
- ✓ Podziału rodzimych gruntów piaszczystych dokonano na podstawie genezy, uziarnienia oraz nawodnienia. **Warstwa IIIA** wykształcona jest w postaci piasków drobnych i piasków średnich. Są to grunty pochodzenia eolicznego, które występują powyżej lustra wody podziemnej. Stwierdzono je wyłącznie w okolicy otworów nr 1 i 2, gdzie osiągają miąższość od ok. 0,6 m do ok. 1,1 m. Utwory te znajdują się w stanie średniozagęszczonym o $I_D = 0,55$.
- ✓ **Warstwę IIIB** stanowią osady piaszczyste pochodzenia eolicznego, występujące w stanie zagęszczonym ($I_D = 0,75$). Wykształcone są w postaci żółto-brązowych i szarych piasków drobnych i piasków średnich. Układ przestrzenny, zasięg i miąższość osadów tej warstwy prezentują przekroje geotechniczne (zał. 3).
- ✓ Brązowe pospółki zalegające poniżej lustra wody podziemnej wydzielono jako **warstwę IVA**. Utwory tej warstwy zlokalizowane zostały wyłącznie w rejonie otworu nr 8, gdzie do głębokości rozpoznania ich spągu nie osiągnięto. Stopień zagęszczenia osadów tej warstwy wynosi $I_D = 0,50$. Są to osady powstałe w środowisku wodnolodowcowym.
- ✓ Nawodnione osady piaszczyste w postaci piasków średnich i piasków drobnych ujęto jako **warstwę IVB**. Są to żółto-brązowe i żółto-szare osady

pochodzenia fluwioglacjalnego. Układ przestrzenny, zasięg i miąższość osadów tej warstwy najlepiej widoczny jest na przekrojach geotechnicznych (zał. 3). Utwory te osiągają wartość stopnia zagęszczenia równą $I_D=0,70$; jedynie lokalnie przechodzą w stan średniozagęszczony (rejon otworu nr 12).

- ✓ Grunty spoiste o genezie lodowcowej rozdzielono ze względu na uziarnienie i konsystencję na trzy podwarstwy. Brązowo-szare gliny piaszczyste, piaski gliniaste i gliny pylaste w stanie plastycznym ujęto jako **warstwę VA**. Ich stopień plastyczności przyjęto $I_L=0,30$. Są to osady pochodzenia lodowcowego. Ich występowanie związane jest z otworami nr 3, 6 i 11 – 19. Tam, gdzie ich miąższość została stwierdzona wynosi ona ok. 0,6 – 2,4 m.
- ✓ **Warstwę VB** tworzą gliny piaszczyste i gliny pylaste zwięzłe w stanie twardoplastycznym. Stopień plastyczności tej warstwy geotechnicznej wynosi $I_L=0,15$. Genetycznie są to osady powstałe w efekcie wytapiania się materiału mineralnego z lodowca. Należą do osadów praktycznie nieprzepuszczalnych. Układ i zasięg gruntów tej warstwy przedstawiają przekroje geotechniczne (zał. 3).
- ✓ **Warstwę VC** stanowią miękkoplastyczne gliny piaszczyste. Osady te stwierdzono w rejonie otworów nr 4 i 5, gdzie stanowią dolne partie zbadanego podłoża. Do głębokości rozpoznania spągu osadów tej warstwy nie osiągnięto. Osady te przyjmują szarą barwę. Stopień plastyczności osadów tej warstwy wynosi $I_L=0,60$. Jest to zatem warstwa słabonośna.
- ✓ Pyły piaszczyste w stanie plastycznym ujęto jako **warstwę VI**. Utwory te nawiercono jedynie w rejonie otworu nr 6, gdzie ich miąższość wynosi ok. 0,3 m. Są to utwory o genezie zastoiskowej, których stopień plastyczności jest równy $I_L=0,20$. Grunty o takim uziarnieniu należą do wrażliwych na wibracje, stosunkowo łatwo mogą ulegać upłynnieniu pod wpływem drgań. Należą do gruntów wysadzinowych.
- ✓ Twardoplastyczne łyły ujęto jako **warstwę VII**. Utwory te stanowią dolne partie zbadanego podłoża w rejonie otworu nr 19. Zostały one nawiercone na głębokości ok. 5,5 m p.p.t. Charakteryzują się szarą barwą, a ich stopień plastyczności wynosi $I_L=0,10$. Są to osady o genezie zastoiskowej, powstałe w spokojnych zbiornikach wód stojących.

- ✓ Wodę gruntową stwierdzono w większości otworów badawczych. W rejonie otworów nr 2 – 13 i 16 woda tworzy ciągły poziom wodonośny (o zwierciadle swobodnym i napiętym) zlokalizowany w obrębie niespoistych utworów warstwy IV. Dodatkowo, poziom wodonośny nawiercono również w rejonie otworu nr 19, gdzie zwierciadło wody podziemnej posiadało charakter napięty (pod ciśnieniem ok. 20kPa). W okresie wykonywania wierceń zwierciadło wody podziemnej stabilizowało się na głębokości ok. 0,5 – 2,6 m p.p.t, tj., na rzędnych ok. 91,0 – 97,0 m n.p.m. Różnice w rzędnych zwierciadła wody związane są ze znaczną odległością pomiędzy otworami, wynoszącą nawet 1,8 km (między otworami 16 i 17). Poziom wody pochodzącej z sąsiedztwa udokumentowany w rejonie otworów nr 15 i 17, stabilizował się na głębokości ok. 1,7 – 3,5 m p.p.t., tj. na rzędnych ok. 92,7 – 94,1 m n.p.m. Z doświadczenia należy spodziewać się, iż w zależności od intensywności opadów i pory roku poziom wody podziemnej może wahać się o ok. 0,5 m względem stanu obecnego.

3. Podsumowanie i wnioski.

1. Na podstawie profili otworów badawczych i sondowań dynamicznych w strefie zainteresowań, wydzielono następujące warstwy geotechniczne (patrz zał. 3):
 - **0** – poziom glebowy (humus).
 - **IA** – nasypy budowlane (piaski drobne + piaski średnie), w stanie zagęszczonym, o stopniu zagęszczenia $I_D = 0,70$.
 - **IB** – nasypy niebudowlane (piaski średnie + humus + żwir), w stanie średniozagęszczonym, o stopniu zagęszczenia $I_D = 0,50$.
 - **IC** – nasypy niebudowlane (pospółki), nawodnione, w stanie średniozagęszczonym, o stopniu zagęszczenia $I_D = 0,45$.
 - **ID** – nasypy niebudowlane (piaski gliniaste + gliny piaszczyste), twar doplastyczne $I_L=0,25$.
 - **II** – namuły i piaski próchniczne, grunty organiczne – słabonośne.
 - **IIIA** – piaski drobne i piaski średnie, w strefie aeracji, w stanie średniozagęszczonym, o stopniu zagęszczenia $I_D = 0,55$.

- **IIIB** – piaski drobne i piaski średnie, w strefie aeracji, w stanie zagęszczonym, o stopniu zagęszczenia $I_D = 0,75$.
 - **IVA** – pospółki, nawodnione, w stanie średniozagęszczonym, o stopniu zagęszczenia $I_D = 0,50$.
 - **IVB** – piaski średnie i piaski drobne, nawodnione, w stanie zagęszczonym, o stopniu zagęszczenia $I_D = 0,70$.
 - **VA** – gliny piaszczyste, piaski gliniaste, gliny pylaste, plastyczne, $I_L=0,30$.
 - **VB** – gliny piaszczyste, gliny pylaste zwarte, twardoplastyczne, $I_L=0,15$.
 - **VC** – gliny piaszczyste, miękkoplastyczne, $I_L=0,60$.
 - **VI** – pyły piaszczyste, plastyczne, $I_L=0,40$.
 - **VII** – ropy, twardoplastyczne, $I_L=0,10$.
2. Parametry geotechniczne wydzielonych warstw określono metodą B wg normy PN-81/B-03020 i zestawiono w tabeli I.
 3. Charakterystykę gruntów budujących wydzielone warstwy przedstawiono w rozdziale 3 a ich przestrzenny układ na przekrojach geotechnicznych (zał. 3).
 4. W okresie wykonywania wierceń (19.02. – 04.07. 2013 r.) zwierciadło wody podziemnej stabilizowało się na głębokości od 0,5 m (otw. nr 12) do 2,6 m (otw. nr 2), tj. na rzędnych od ok. 91,0 m n.p.m. od ok. 97,0 m n.p.m. Poziom wody pochodzącej z sąsiedztwa udokumentowany w rejonie otworów nr 15 i 17, stabilizował się na głębokości ok. 1,7 – 3,5 m p.p.t., tj. na rzędnych ok. 92,7 – 94,1 m n.p.m.
 5. Podbudowę drogi należy zaprojektować i wykonać z gruntów gruboziarnistych, dobrze przepuszczalnych (np. piasek gruby, pospółka).
 6. Konstrukcję korpusu drogowego należy wykonać zgodnie z zaleceniami zawartymi w normie *PN-S-02205 Drogi samochodowe - Roboty ziemne - Wymagania i badania*.
 7. Zgodnie z *Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie* dokonano oceny warunków wodnych i grupy nośności podłoża.

Biorąc pod uwagę warunki wodne należy zauważyć, iż:

- Na odcinkach opisanych otworami 1-2, 9-10 i 14-15 oraz w rejonie otworów nr 18 i 19 występują dobre warunki wodne (głębokość do lustra wody > 2 m)

- Na odcinku opisanym otworami 3-8 oraz w rejonie otworów 11, 13 i 17 występują przeciętne warunki wodne (głębokość do lustra wody od 1 do 2m)
- W rejonie otworów nr 12 i 16 występują złe warunki wodne (głębokość do lustra wody < 1 m)

Biorąc pod uwagę warunki gruntowe należy stwierdzić, że:

- Na odcinkach opisanych otworami 1-2, 9-13 oraz w rejonie otworów nr 7, 17 i 18 przyjęto grupę nośności podłoża G1
 - W rejonie otworów nr 14 i 19 przyjęto grupę nośności podłoża G2 (z uwagi na występowanie gruntów mało wysadzinowych, tj. twar doplastycznych glin piaszczystych)
 - W rejonie otworu nr 15 przyjęto grupę nośności podłoża G3 (z uwagi na występowanie gruntów bardzo wysadzinowych, tj. piasków gliniastych)
 - Na odcinku opisanym otworami 3-6 oraz w rejonie otworów nr 8 i 16 przyjęto grupę nośności podłoża G4 (z uwagi na obecność pod nasypami gruntów słabonośnych, tj. miękko plastycznych namułów i piasków humusowych)
8. W miejscach występowania gruntów słabonośnych (warstwa II – otw. 3, 4, 5, 6, 8 i 16) zaleca się zastosowanie zbrojenia gruntów nasypowych z użyciem geotekstyliów

Tabela. I. Zestawienie obliczeniowych parametrów geotechnicznych (wg normy PN-81/B-03020, *) – na podstawie doświadczeń własnych).

Nr warstwy geotechnicznej	Stopień zagęszczenia I_D [-]	Stopień plastyczności I_L [-]	Gęstość objętościowa $\rho^{(r)}$ [t/m ³]	Kąt tarcia wewnętrznego $\phi^{(r)}$ [°]	Spójność $c_u^{(r)}$ [kPa]	Moduł ścisłości $M_o^{(r)}$ [kPa]	Symbole gruntów spoistych wg normy PN-81/B-03020
0 poziom glebowy (humus)	-	-	-	-	-	-	-
IA nasypy budowlane (piasek drobny + piasek średni), zagęszczone	0,70	-	1,67	28,9	-	78 100	-
IB nasypy niebudowlane (piasek średni + humus + żwir), średniozagęszczone	0,50	-	1,60 ^{*)}	27,0 ^{*)}	-	50 000 ^{*)}	-
IC nasypy niebudowlane (pospółka), nawodnione, średniozagęszczone	0,45	-	1,85	35,3	-	129 600	-
ID nasypy niebudowlane (piaski gliniaste + gliny piaszczyste), twar doplastyczne	-	0,25	1,90	12,6	13,5	23 600	-
II namuły i piaski średnie + części organiczne (grunty organiczne – słabonośne)	-	0,70	1,30 ^{*)}	4,0 ^{*)}	5,0 ^{*)}	2000-4000 ^{*)}	-
IIIA piaski drobne, piaski średnie, w strefie aeracji, średniozagęszczone	0,55	-	1,58	28,2	-	61 900	-
IIIB piaski drobne, piaski średnie, w strefie aeracji, zagęszczone	0,75	-	1,67	29,1	-	84 400	-

Tabela. I. c.d. Zestawienie obliczeniowych parametrów geotechnicznych (wg normy PN-81/B-03020).

Nr warstwy geotechnicznej	Stopień zagęszczenia I_D [-]	Stopień plastyczności I_L [-]	Gęstość objętościowa $\rho^{(r)}$ [t/m ³]	Kąt tarcia wewnętrznego $\phi^{(r)}$ [°]	Spójność $c_u^{(r)}$ [kPa]	Moduł ściśliwości $M_o^{(r)}$ [kPa]	Symbole gruntów spoistych wg normy PN-81/B-03020
IVA pospółki, nawodnione, średniozagęszczone	0,50	-	1,85	35,6	-	138 600	-
IVB piaski średnie, piaski drobne, nawodnione, zagęszczone	0,70	-	1,85	31,5	-	116 700	-
VA gliny piaszczyste, piaski gliniaste, gliny pylaste, plastyczne	-	0,30	1,85	14,9	25,2	26 400	B
VB gliny piaszczyste, gliny pylaste zwarte, twaroplastyczne	-	0,15	1,94	20,0	37,8	46 800	A
VC gliny piaszczyste, miękoplastyczne	-	0,60	1,77	9,9	17,1	14 600	B
VI pyły piaszczyste, plastyczne	-	0,40	1,81	10,3	9,9	16 800	C
VII iły, twaroplastyczne	-	0,10	1,77	10,5	49,5	28 100	D