

Zlecniodawca:



Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad
Oddział w Warszawie
03-908 Warszawa, ul. Mińska 25

Wykonawca:



Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL S.A.
03-908 Warszawa, ul. Berezyńska 39

OPINIA GEOTECHNICZNA

OKREŚLAJĄCA GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA
ODCINKA KANALIZACJI DESZCZOWEJ W KM 408+979 – 409+613
DROGI EKSPRESOWEJ S-8

miejsowość: Adamowice
gmina: Mszczonów
powiat: żyrardowski
województwo: mazowieckie

Wykaz autorów opracowania:

funkcja	tytuł, imię, nazwisko	specjalność	nr uprawnień	podpis
samodzielny dokumentator	mgr Łukasz Pająk	geologia inżynierska	VII-1721	
geolog	mgr Marcin Mazur	geologia inżynierska	-	
samodzielny dokumentator	mgr Agnieszka Wichowska	geologia inżynierska	VII-1449	
samodzielny dokumentator	mgr Marcin Zwierzyński	geologia inżynierska	VII-1709	

Dyrektor:

Warszawa, kwiecień 2015 r.

SPIS TREŚCI

1. Podstawa prawna opracowania	3
2. Cel wykonania opinii	3
3. Konstrukcja projektowanych obiektów wraz ze wskazaniem ich kategorii geotechnicznej	4
4. Opis terenu inwestycji	4
5. Budowa geologiczna	4
6. Warunki hydrogeologiczne	5
7. Zakres i metodyka wykonywanych badań	5
8. Interpretacja wyników badań	6
9. Wskazanie niezbędnych do wykonania dodatkowych badań	7
10. Warunki geotechniczne	8
11. Wnioski	11

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

- 1. Mapa dokumentacyjna przeprowadzonych prac**
- 2. Wycinek Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski z zaznaczonym terenem inwestycji**
- 3.1 – 3.9 Karty otworów geotechnicznych**
- 4. Wyniki badań sondą statyczną CPT**
- 5.1 – 5.2 Wyniki badań sondą dynamiczną DPL**
- 6. Przekrój geotechniczny**
- 7. Objasnienia symboli i znaków użytych na przekrojach i kartach dokumentacyjnych**

1. Podstawa prawna opracowania

Niniejsza opinia geotechniczna wykonana została w Przedsiębiorstwie Geologicznym POLGEOL S.A., 03-908 Warszawa, ul. Berezyńska 39, na podstawie umowy o nr 03/KP-11/2015 z dnia 8 kwietnia 2015 roku z Generalną Dyrekcją Dróg Krajowych i Autostrad, 03-908 Warszawa, ul. Mińska 25.

2. Cel wykonania opinii

Celem opracowania jest określenie przydatności gruntów dla potrzeb planowanej inwestycji oraz określenie geotechnicznych warunków posadowienia projektowanej przebudowy kanalizacji deszczowej na odcinku drogi od km 408+979 – 409+613 drogi ekspresowej S-8.

Opracowanie sporządzono na zasadach określonych w Rozporządzeniu Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 roku w *sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych* (Dz.U. 2012, nr 0, poz. 463). Przy sporządzaniu niniejszego opracowania uwzględniono również Zarządzenie nr 2 Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych z dnia 11 lutego 1998 r. w sprawie wprowadzenia „Instrukcji badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych”. W opracowaniu wykorzystano także następujące normy:

- PN-EN 1997-1 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- PN-EN 1997-2 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- PN-B-04452:2002 Geotechnika. Badania polowe.
- PN-81-B-03020:1981 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli.
- PN-B-02481: 1998 Geotechnika. Pojęcia podstawowe, oznaczenia, jednostki.
- PN-B-02479: 1998 Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.
- PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntów.

Przy sporządzaniu niniejszego opracowania wykorzystano także arkusz Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50000 o numerze 594 – Wola Pękoszewska wraz z Objasnieniami, M. Włodek, PIG-PIB, Warszawa, 2012 r.

3. Konstrukcja projektowanych obiektów wraz ze wskazaniem ich kategorii geotechnicznej

W chwili obecnej znana jest tylko przypuszczalna niweleta projektowanej kanalizacji. Nie jest znana konstrukcja przebudowywanego systemu ani też średnica rur. Kategoria geotechniczna obiektów zostanie określona przez projektanta po uwzględnieniu m.in. warunków gruntowo – wodnych określonych w niniejszej opinii. Z uwagi na głębokość posadowienia kolektora, przekraczającą niekiedy 3 metry, proponowane jest zakwalifikowanie planowanej inwestycji do II kategorii geotechnicznej.

4. Opis terenu inwestycji

Obszar badań znajduje się administracyjnie na terenie miejscowości Adamowice, gmina Mszczonów, powiat żyrardowski, województwo mazowieckie. Przeprowadzenie kanalizacji deszczowej planowane jest w rowach przydrożnych wzdłuż prawego pasa drogowego drogi krajowej nr 8 będącej w trakcie przystosowywania do parametrów drogi ekspresowej. Wiercenia geotechniczne wykonano w rowie drogowym poza otworem OW-4, który to został wykonany obok rowu, tuż przy wykonanym w tym miejscu sondowaniu CPT. Rów drogowy, w którym wykonywano wiercenia jest rowem otwartym, znajdowała się w nim niewielka, kilkucentymetrowa warstwa wody. Teren badań wznosi się ku centralnego odcinkowi przebudowywanej kanalizacji by pod koniec odcinka znów opadać w kierunku pobliskiego cieku wodnego. Różnice wysokości pomiędzy najwyższym a najniższym punktem prawego rowu drogowego na omawianym odcinku osiąga 4,3 metra.

5. Budowa geologiczna

Według szczegółowej mapy geologicznej Polski arkusz Wola Pękoszewska (594) omawiany obszar znajduje się w obrębie następujących jednostek geologicznych: otwory OW-1 oraz OW-2 w jednostce geologicznej o symbolu: $fg Q_p^w$ – piaski wodnolodowcowe (sandrowe na glinach zwałowych) zlodowacenia Warty. W jednostce tej znajdują się także otwory OW-3, OW-4, OW-8 oraz OW-9. W wykonanych otworach geotechnicznych niespoiste zostały stwierdzone (poza OW-1 i OW-2) jako niewielkie przewarstwienia wśród glin pochodzenia lodowcowego tego samego zlodowacenia – jednostka $gz^g Q_p^w$. Gliny te nie zostały przewiercone otworami badawczymi do głębokości 5 m p.p.t. Otwory nr OW-5, OW-

6 oraz OW-7 znajdują się na terenie jednostki $_{p\dot{z}z\dot{g}}^{gs}Q_{p^3}^w$ – piaski, żwiry i głazy akumulacji szczelinowej. W otworach stwierdzono jednak zdecydowaną przewagę utworów spoistych.

Profile nawierconych utworów zilustrowano na kartach otworów geotechnicznych (załączniki nr 3.1 – 3.9). Położenie oraz przestrzenne rozmieszczenie wyznaczonych warstw geotechnicznych przedstawiono na załączonym przekroju geotechnicznym w załączniku nr 6.

6. Warunki hydrogeologiczne

Na omawianym terenie stwierdzono złożone warunki występowania wód podziemnych. W otworach OW-1 oraz OW-2 stwierdzono występowanie zwierciadła swobodnego praktycznie na dnie rowu. W czasie wykonywania badań geotechnicznych ani też w okresie je poprzedzającym nie obserwowano opadów atmosferycznych, stąd też tak wysoki poziom wód gruntowych jest w tym miejscu normą. W pozostałych otworach występowanie wód podziemnych związane jest z przewarstwieniami piaszczystymi wśród utworów gliniastych. Warstwa wodonośna nie tworzy w tym rejonie ciągłej warstwy a głębokość jej nawiercenia oraz stabilizacji jest bardzo różna. W poniższej tabeli przedstawiono głębokości nawiercenia i ustabilizowania zwierciadła wody w poszczególnych otworach:

Tabela 1. Zestawienie obserwacji hydrogeologicznych

Numer otworu	zwierciadła nawiercone [m p.p.t.]	zwierciadła ustalone [m p.p.t.]	sączenie [m p.p.t.]
OW-1	0,2	0,2	-
OW-2	0,2	0,2	-
OW-3	-	1,8	0,7 ; 1,2 ; 1,8
OW-4	-	1,2	1,6
OW-5	-	0,8	0,8
OW-6	-	0,5	1,1
OW-7	-	4,0	3,3; 4,0
OW-8	-	4,1	4,1
OW-9	-	1,5	0,7; 1,5

7. Zakres i metodyka wykonywanych badań

Na potrzeby sporządzenia niniejszej opinii wykonano następujące badania terenowe:

- 9 wierceń geotechnicznych o głębokości od 2 do 5 m. p.p.t.
- 1 sondowanie statyczne CPT do głębokości 5 m. p.p.t.
- 2 sondowanie dynamiczne DPL o głębokości 1,5 m. p.p.t.

Głębokość wierceń geotechnicznych została ustalona w porozumieniu ze Zlecniodawcą i miała ona obejmować ona strefę 1 metra poniżej projektowanej niwelety kanalizacji deszczowej. Rzędnią kanalizacji deszczowej odczytano z przekazanymi przez Zlecniodawcę profilu podłużnego projektowanej kanalizacji. I tak minimalna oraz wykonana głębokość wierceń w punktach wykonywanych z dna rowu oraz z powierzchni terenu (otwór OW-4) została przedstawiona w poniższej tabeli:

Tabela 2. Minimalna oraz wykonana głębokość wierceń geotechnicznych

Numer otworu	kilometraż	głębokość minimalna [m p.p.t.]	głębokość wykonana [m p.p.t.]
OW-1	408+988/P	1,5	2,0
OW-2	409+048/P	2,0	3,0
OW-3	409+128/P	2,5	3,5
OW-4	409+208/P	4,6	5,0
OW-5	409+288/P	3,7	4,0
OW-6	409+368/P	4,5	5,0
OW-7	409+428/P	4,3	5,0
OW-8	409+518/P	3,2	4,2
OW-9	409+609/P	1,5	3,0

Badania geotechniczne wykonano zgodnie z metodyką określoną w normie PN-EN 1997-2 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego (rozdziały 4.3 i 4.7). Badanie sondą dynamiczną wykonano sondą firmy GEOLAB o napędzie pneumatycznym natomiast badanie sondą statyczną wykonano urządzeniem holenderskiej firmy GOUDA o nacisku maksymalnym 200KN i żerdziach Ø zew. 36 mm, każda długości 1 m. Sonda była wyposażona w mechaniczny stożek Begemann'a. Taki zestaw pozwala punktowo mierzyć opór na stożku q_c i tarcie na tulei f_s , których wartości odczytywane są na olejowych manometrach umieszczonych na końcu zespołu żerdzi. Pomiarów tych dokonuje się z częstotliwością co 20 cm podczas pogrążania stożka z prędkością 2 cm/s.

Prace terenowe wykonane zostały w dniach 20 – 24 kwietnia b.r. Dodatkowo na sporządzenie niniejszej opinii złożyły się prace kameralne obejmujące analizę map geologicznych i hydrogeologicznych oraz interpretację wyników prac terenowych.

8. Interpretacja wyników badań

Wartość stopnia zagęszczenia uzyskaną z sondowania dynamicznego interpretowano w oparciu o wzór podany w normie PN-B-04452:2002 Geotechnika. Badania polowe

($I_D = 0,429 \cdot \log N_{10} + 0,071$, gdzie N_{10} – ilość uderzeń na 10 cm wpędu sondy). Z wyników sondowania statycznego CPT wyinterpretowano następujące parametry geotechniczne: stopień plastyczności I_L , stopień zagęszczenia I_D , wytrzymałość na ścinanie w warunkach bez odpływu τ_{fu} , naprężenie prekonsolidacji σ'_p , współczynnik prekonsolidacji OCR, współczynnik parcia bocznego w spoczynku K_0 , moduł odkształcenia ogólnego E , moduł ściśliwości M , kąt tarcia wewnętrznego ϕ .

Parametry gruntowe z sondowania CPT obliczono na podstawie następujących wzorów:

- wytrzymałość na ścinanie bez odpływu $\tau_{fu} = \frac{q_c - \sigma'_{vo}}{N_{KT}} - A$ – Aas i inni 1986
- stopień plastyczności: $I_L = A - 0,5 \cdot \log(q_c - \sigma'_{vo})$ – według formuły Geoteko
- stopień zagęszczenia $I_D = 0,709 \cdot \log_{10}(q_c) - 0,165$ – według normy Geotechnika – Badania polowe PN-B-04452
- naprężenie prekonsolidacji $\sigma'_p = 0,33 (q_c - \sigma'_{vo})$ – Lunne i in. 1997
- współczynnik prekonsolidacji $OCR = \sigma'_p / \sigma'_{vo}$
- współczynnik parcia gruntu w spoczynku $K_0 = 0,47 OCR^{0,53}$ – Lunne i in. 1997

gdzie:

- q_c – opór na stożku
- f_s – tarcie na tulei
- σ'_{vo} – całkowite naprężenie pionowe na danej głębokości
- σ'_{vo} – efektywne naprężenie pionowe na danej głębokości
- N_{KT} – współczynnik empiryczny zależny od rodzaju gruntu (15-25, dla analizowanego gruntu przyjęto 20)
- A – współczynnik zależny od rodzaju gruntu, przyjęto 0,4.

9. Wskazanie niezbędnych do wykonania dodatkowych badań

Dla obiektów liniowych norma PN-EN 1997-2 w załączniku informacyjnym nr B zaleca rozstaw punktów badawczych w przedziale od 20 do 200 metrów. Na potrzeby niniejszej opinii wykonano wiercenia badawcze co około 80 metrów, co wydaje się

wystarczające. Decyzje o przeprowadzeniu ewentualnych dodatkowych badań należy podjąć w uzgodnieniu z projektantem odcinka kanalizacji deszczowej.

10. Warunki geotechniczne

Nawiercone w rejonie badań osady sklasyfikowano w warstwach geotechnicznych zgodnie z PN-EN 1997-2, na podstawie PN-81/B-03020, gdzie warstwę geotechniczną w myśl PN-B-02481 nazwano strefę podłoża gruntowego, dla której ustala się jednakowe wartości parametrów geotechnicznych. Z analizy przeprowadzonych wierceń oraz badań terenowych (sondowanie CPT, DPL, badania makroskopowe gruntów,) wydzielono 7 warstw geotechnicznych. Podstawą do wydzielenia warstw geotechnicznych było przeprowadzone sondowanie CPT oraz DPL jak również pomocniczo analiza makroskopowa stanu gruntów spoistych.

Charakterystyka wydzielonych warstw geotechnicznych

- Warstwa geotechniczna 0 – warstwa ta obejmuje nasypy niekontrolowane składające się z humusu oraz piasku zmieszanego z humusem. Grunty te z uwagi na swoją niejednorodność oraz wysoką zawartość substancji organicznej stanowią złe podłoże budowlane, nie nadające się do bezpośredniego posadowienia budowli.
- Warstwa geotechniczna IA – warstwa ta obejmuje grunty spoiste wykształcone jako gliny piaszczyste, gliny piaszczyste na pograniczu piasku gliniastego oraz gliny piaszczyste z przewarstwieniami piasku drobnego w stanie miękkoplastycznym o uśrednionym stopniu plastyczności $I_L = 0,63$. Grunty te z uwagi na swoją dużą ściśliwość oraz niskie parametry wytrzymałościowe stanowią złe podłoże budowlane, nie nadające się do bezpośredniego posadowienia budowli.
- Warstwa geotechniczna IB – warstwa ta obejmuje grunty spoiste wykształcone jako gliny piaszczyste, gliny piaszczyste na pograniczu piasku gliniastego pyły piaszczyste w stanie plastycznym o uśrednionym stopniu plastyczności $I_L = 0,43$. Grunty te z uwagi na dość niskie parametry wytrzymałościowe i odkształceniowe stanowią niekorzystne podłoże budowlane dla ciężkich obiektów inżynierskich.
- Warstwa geotechniczna IC – warstwa ta obejmuje grunty spoiste wykształcone jako gliny piaszczyste w stanie plastycznym o uśrednionym stopniu plastyczności $I_L = 0,34$. Grunty te z uwagi na dość niskie parametry wytrzymałościowe i

odkształceniowe stanowią niekorzystne podłoże budowlane dla ciężkich obiektów inżynierskich.

- Warstwa geotechniczna ID – warstwa ta obejmuje grunty spoiste wykształcone jako gliny piaszczyste w stanie twardoplastycznym o uśrednionym stopniu plastyczności $I_L = 0,25$. Są to grunty o dość dobrych właściwościach wytrzymałościowych i odkształceniowych.
- Warstwa geotechniczna IIA – warstwa ta obejmuje grunty niespoiste wykształcone jako piaski pylaste oraz piaski drobne w stanie średniozagęszczonym o wyprowadzonej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 0,58$. Są to grunty o dobrych właściwościach wytrzymałościowych i odkształceniowych.
- Warstwa geotechniczna IIB – warstwa ta obejmuje grunty niespoiste wykształcone jako piaski pylaste w stanie zagęszczonym o wyprowadzonej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 0,69 - 0,74$. Są to grunty o dobrych właściwościach wytrzymałościowych i odkształceniowych.

Ocena warunków geotechnicznych

W podłożu terenu badań, na zakładanej głębokości niwelety kanalizacji, najniekorzystniejsze warunki geotechniczne panują w okolicach otworów OW-3, OW-4 oraz OW-9. W otworach tych na głębokości posadowienia znajdują się gliny w stanie plastycznym (warstwy IB i IC) a w otworze OW-4 plastycznym (warstwa IC) na granicy z miękkoplastycznym (warstwa IA). Poza tymi otworami na głębokości niwelety występują gliny w stanie twardoplastycznym (warstwa ID) lub piaski pylaste w stanie zagęszczonym (warstwa IB). Z uwagi na występowanie w zakładanej głębokości posadowienia glin w stanie plastycznym oraz miękkoplastycznym warunki należy uznać za niekorzystne. Dodatkowo kanalizacja deszczowa, według otrzymanego profilu podłużnego, będzie posadowiona na głębokości poniżej ustabilizowanego zwierciadła wody. Na analizowanym terenie stwierdzono występowanie swobodnej warstwy wodonośnej na głębokości niewiele poniżej dna rowu w otworach OW-1 oraz OW-2. W pozostałych otworach występowanie wód podziemnych związane jest z przewarstwieniami piaszczystymi wśród utworów gliniastych. Warstwa wodonośna nie tworzy w tym rejonie ciągłej warstwy a głębokość jej nawiercenia oraz stabilizacji jest bardzo różna. Zakładana niweleta kanalizacji deszczowej znajduje się (poza OW-7 i OW-8) poniżej ustabilizowanego zwierciadła wody. W okolicach otworów OW-7 i OW-8 w czasie wykonywania robót w wykopie, woda będzie napływać z rejonów

wyżej położonych (otwór OW-6). Należy więc uznać, że na całym przebiegu odcinka kanalizacji deszczowej ustabilizowany poziom wody podziemnej znajdować się będzie powyżej projektowanej niwelety kolektora, co wiąże się z koniecznością odwodnienia wykopu budowlanego.

Z uwagi na powyższe, warunki gruntowe należy uznać za złożone. Wśród wydzielonych warstw geotechnicznych najkorzystniejszymi warunkami charakteryzują się warstwy kolejno IIA, IIB i ID. Warstwy nr IB i IC posiadają dość słabe parametry geotechniczne natomiast warstwy nr IA oraz 0 charakteryzują się złymi parametrami wytrzymałościowymi i odkształceniowymi.

Z uwagi na występowanie gruntów wysadzinowych w podłożu (grunty spoiste) w przypadku posadowienia rury kanalizacyjnej na głębokości mniejszej niż 1,0 metr p.p.t. należy zastosować podsypkę piaskową do głębokości przemarzania (1,0 metra p.p.t. zgodnie z pkt. 2.2.2 normy PN-81-B-03020:1981 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli).

11. Wnioski

1. „Opinia geotechniczna określająca geotechniczne warunki posadowienia dla potrzeb opracowania projektu budowlanego odcinka kanalizacji deszczowej w km 408+979 – 409+613 drogi ekspresowej S-8” wykonano w Przedsiębiorstwie Geologicznym POLGEOL S.A. na zlecenie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad, Oddział w Warszawie.
2. W celu sporządzenia niniejszej opinii wykonano 9 wierceń geotechnicznych o głębokości od 2,0 do 5,0 metrów oraz 1 sondowanie sondą statyczną CPT do głębokości 5,0 metra oraz 2 sondowania sondą dynamiczną DPL do głębokości 1,5 metra każde.
3. Na przedmiotowym obszarze, z uwagi na występowanie glin w stanie miękkoplastycznym oraz plastycznym oraz płytkie występowania wody podziemnej, warunki gruntowo – wodne należy uznać za złożone.
4. Projektowany odcinek kanalizacji deszczowej, z uwagi na głębokość posadowienia kolektora, przekraczającą niekiedy 3 metry, wstępnie proponuje się zaliczyć do II kategorii geotechnicznej. Kategorię geotechniczną w myśl Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 roku w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (*Dz. U. z 2012 r., poz. 463*) określi projektant kanalizacji deszczowej.
5. Z uwagi na występowanie gruntów wysadzinowych w podłożu (grunty spoiste) w przypadku posadowienia rury kanalizacyjnej na głębokości mniejszej niż 1,0 metr p.p.t. należy zastosować podsypkę piaskową do głębokości przemarzania (1,0 metra p.p.t. zgodnie z pkt. 2.2.2 normy PN-81-B-03020:1981 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli).
6. Na analizowanym terenie stwierdzono występowanie swobodnej warstwy wodonośnej w otworach OW-1 oraz OW-2 na głębokości niewiele poniżej dna rowu. W pozostałych otworach występowanie wód podziemnych związane jest z przewarstwieniami piaszczystymi wśród utworów gliniastych. Warstwa wodonośna nie tworzy w tym rejonie ciągłej warstwy a głębokość jej nawiercenia oraz stabilizacji jest bardzo różna. Należy jednak uznać, że na całym przebiegu odcinka kanalizacji deszczowej znajduje się ona powyżej projektowanej niwelety co wiąże się z koniecznością odwodnienia wykopu budowlanego.
7. W celu określenia warunków geotechnicznych na analizowanym terenie wydzielono 7 warstw geotechnicznych. Warstwy nr 0 (nasypy) oraz IA (grunty spoiste w stanie

miękkoplastycznym) nie nadają się do bezpośredniego posadowienia. Warstwa nr IB i IC charakteryzuje się dość słabymi właściwościami wytrzymałościowymi i odkształceniowymi. Pozostałe wydzielone warstwy (IIA i IIB) posiadają dobre parametry geotechniczne.

8. W celu zachowania pierwotnej struktury gruntu w poziomie posadowienia ostatnie 10 – 20 centymetrów wykopu należy wykonać ręcznie lub koparkami wyposażonymi w gładkie łyżki tak aby nie rozluźnić gruntu na dnie.
9. Grunty na dnie wykopu należy chronić przed opadami i przemarzaniem.
10. Wykonane otwory geotechniczne dają punktowe rozpoznanie podłoża, natomiast wykonany przekrój geotechniczny stanowi interpretację tych materiałów.