

BARG-ARTGEO
Spółka z o.o.
ul. Chmielewskiego 13
70-028 Szczecin
NIP 955-236-30-76
REGON 360230882, KRS 0000534180

O P I N I A
geotechniczna do projektu budowlanego
rozbudowy i przebudowy ulic Przemysłowej
i Jedności Robotniczej na terenie podstrefy
Kostrzyńsko – Słubickiej Specjalnej Strefy
Ekonomicznej w Strzelcach Krajeńskich,
powiat strzelecko – drezdenecki, woj. lubuskie

Opracował:

BARG-ARTGEO Sp. z o.o.

mgr Marek Ober
CZŁONEK ZARZĄDU
uprawnienia geologiczne nr 070947

Szczecin, wrzesień 2015 r.

Spis treści

T e k s t

- I. Wstęp
- II. Położenie i morfologia terenu badań
- III. Opis budowy geologicznej
- IV. Charakterystyka warunków wodnych
- V. Ocena technicznych właściwości podłoża
- VI. Wnioski

Załączniki

- 1. Plan orientacyjny wg mapy w skali 1:10000
- 2. Mapa dokumentacyjna w skali 1:1000
- 3. Objaśnienie symboli i znaków użytych na przekrojach
- 4. Przekrój geotechniczny I w skali 1:100/1000
- 5. Przekroje geotechniczne II - III w skali 1:100/1000
- 6 - 8. Karty otworów (2 ark.)
- 9 - 12. Wyniki sondowań DPL (4 ark.)
- 13 – 15. Wyniki sondowań DPH (3 ark.)
- 16 - 20. Wyniki sondowań FVT (5 ark.)
- 21 - 22. Obliczenia stopnia zagęszczenia I_D i wytrzymałości na ścinanie T_{max} (2 ark.)

I. Wstęp

Celem niniejszej opinii jest ustalenie geotechnicznych warunków posadowienia odcinków ulic Przemysłowej i Jedności Robotniczej w Strzelcach Krajeńskich, dla których projektowana jest przebudowa i rozbudowa, wraz z budową kanalizacji deszczowej. Inwestycja – trasa dwóch krzyżujących się pod kątem prostym ulic o łącznej długości ok. 1300 m - projektowana jest w ramach uzbrojenia terenów strzeleckiej podstrefy Kostrzyńsko – Słubickiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej. Opinia służyć ma do projektu budowlanego inwestycji.

W ramach prac polowych wykonano w dniu 2015.09.25 we wskazanych przez Biuro Projektów punktach 10 otworów (wierceń mechanicznych obrotowych świdrem ślimakowym przelotowym) do głębokości 3.0 – 5.5 m p.p.t. (łącznie 41.5 mb), 7 sondowań mechaniczną sondą udarową DPL (wg PN-EN 1997-2 i EN ISO 22476-2) do głębokości 1.0 – 3.0 m p.p.t. (11.8 mb), 4 sondowania mechaniczną sondą udarową DPH (wg ww. norm) do głębokości 4.8 – 5.0 m p.p.t. (10.3 mb); oraz 7 sondowań sondą krzyżakową FVT (wg PN-EN 1997-2) do głębokości 3.0 – 5.5 m p.p.t. (14.5 mb), wraz z 29 ścinaniami gruntów spoistych.

Punkty otworów i sondowań wytyczono w nawiązaniu do szczegółów terenowych, oraz zaniwelowano do pokryw studzienek kanalizacyjnych i telekomunikacyjnych w ul. Przemysłowej, Gorzowskiej i cmentarnej, których rzędne podane zostały na zaktualizowanej mapie w skali 1:500. Mapa ta po pomniejszeniu do skali 1:1000 posłużyła za podkład do dołączonej do niniejszej opinii mapy dokumentacyjnej.

Prace kameralne objęły interpretację wyników wierceń, sondowań i ścinań, obliczenia geotechniczne, oraz opracowanie załączników i tekstu opinii. Opinię niniejszą wykonano w 4 egzemplarzach.

II. Położenie i morfologia terenu badań

Badany teren położony jest na południowo – zachodnim skraju miasta Strzelce Krajeńskie, powiat strzelecko – drezdenecki, woj. lubuskie. Ulica Przemysłowa biegnie prostopadle od ul. Cmentarnej (drogi z Barlinka) w kierunku południowo – zachodnim; w większości posiada nawierzchnię bitumiczną, jedynie na końcowym odcinku o długości ok. 270 m jest drogą gruntową. Objęty badaniami odcinek ul. Jedności Robotniczej pomiędzy ulicami Przemysłową i Gorzowską, jest drogą gruntową, poprowadzoną po niskim nasypie dawnej bocznicy kolejowej.

Pod względem geomorfologicznym trasy obu ulic położone są na falistej wysoczyźnie morenowej o rzędnych ok. 70 – 80 m n.p.m.; rozciętej rynną glacialną o przebiegu NW – SE, w której położone są m.in. jeziora Górne, Dolne i Młyńskie. Na południe od badanych ulic powierzchnię wysoczyzny urozmaica

lokalny pagórek o rzędnej kulminacji ok. 81 m n.p.m.; oraz położone ok. 120 m dalej na zachód niewielkie zagłębienie wytopiskowe, którego okresowo podtapiane przez wodę dno przypada na rzędnych ok. 73.0 – 74.4 m n.p.m.

Rzędne otworów nr 1 – 8 i 10, wykonanych wzdłuż badanych ulic, wynoszą od 74.43 m n.p.m. (otwór nr 3 na skrzyżowaniu ulic) do 80.63 m n.p.m. (otw. nr 1 na południowo – zachodnim końcu ul. Przemysłowej (jest to początek kilometrażu badanego odcinka ulicy); rzędna otworu nr 9, wykonanego na skraju dna wytopiska, wynosi 73.23 m n.p.m. Deniwelacja pomiędzy otworami wynosi 7.40 m.

III. Opis budowy geologicznej

Na podstawie wykonanych wyrobisk, oraz analizy materiałów kartograficznych i archiwalnych stwierdzono, że podłoże badanego terenu budują osady wieku czwartorzędowego, wykształcone jako plejstoceny utwory zwałowe i wodnolodowcowe.

Przeważające w objętej badaniami strefie utwory zwałowe, występujące w 9 otworach (brak ich jedynie w otworze nr 4, natomiast w otworach nr 7 i 9 budują cały profil gruntów rodzimych), to niemal wyłącznie grunty spoiste – piaski gliniaste (clsiSa wg PN-EN 1997-2, występują w otworach nr 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9 i 10) i podrzędnie gliny piaszczyste (saCl wg PN-EN 1997-2, natrafiono na nie jedynie w otworze nr 8, zalegają poniżej 2.5 m p.p.t.). Tylko lokalnie w otworze nr 5 poniżej 3.0 m p.p.t. utwory zwałowe buduje piasek ilasty (clSa wg PN-EN 1997-2, grunt ten określano dawniej jako piasek drobny silnie zagliniony). Miąższość piasków gliniastych wynosi od 0.6 do ponad 2.6 m; gliny piaszczyste ponad 1.0 m, piasku ilastego ponad 2.0 m.

Utwory wodnolodowcowe, występujące w 8 otworach (brak ich tylko w otworach nr 7 i 9), to wyłącznie grunty niespoiste – piaski drobne (FSa wg PN-EN 1997-2, w otworach nr 1, 2, 5, 6 i 8) i piaski średnie (MSa wg PN-EN 1997-2, w otworach nr 3, 4 i 6), a lokalnie w otworze nr 10 piaski drobne na pograniczu piasku średniego (FSa/MSa). Wodnolodowcowe piaski budują cały profil gruntów rodzimych w otworze nr 4, natomiast w otworach nr 1, 2, 3, 5, 6, 8 i 10 zalegają łącznie z utworami zwałowymi, najczęściej jako pokrywa o miąższości 0.2 – 2.1 m na stropie piasków gliniastych (lokalnie także piasków ilastych), a w otworach nr 3 i 6 jako śródglinowe warstwy o miąższości 1.3 – 1.5 m.

Wodnolodowcowe i zwałowe piaski są gruntami o niskim współczynniku jednorodności uziarnienia $C_U < 3.0$. Norma PN-EN 1997-2 określa grunty niespoiste o $C_U < 6.0$ jako „grunty źle uziarnione”.

Na stropie gruntów rodzimych w rejonie otworów nr 1, 2, 6, 7 i 9 leży warstwa próchnicza gleby – humus piaszczysty (saOr wg PN-EN 1997-2). W otworach nr 3, 4, 5, 8 i 10 natrafiono natomiast na nasypy niekontrolowane (Mg

wg PN-EN 1997-2), złożone z piasku drobnego humusowego [Mg(orFSa)] i z humusu piaszczystego [Mg(saOr)], niekiedy z domieszką gruzu, o miąższości od 0.9 m w otworze nr 10, do 1.7 m w otworze nr 4.

IV. Charakterystyka warunków wodnych

W 8 spośród 10 wykonanych dla niniejszej opinii otworów do głębokości 3.0 – 5.5 m p.p.t. nie stwierdzono żadnych przejawów wody gruntowej lub infiltracyjnej. Tylko w otworze nr 3 w wodnolodowcowych piaskach średnich na głębokości 3.2 m p.p.t. (tj. na rzędnej 71.23 m n.p.m.) natrafiono na wodę o zwierciadle napiętym, stabilizującym się na głębokości 2.8 m p.p.t. (tj. 71.63 m n.p.m.). W otworze nr 7 zaobserwowano sączenie śródglinowe na głębokości 1.3 m p.p.t. (tj. 74.19 m n.p.m.).

Ilość i poziom przejawów wody, jakie stwierdzono podczas prac polowych, uznać należy za obniżone w stosunku do stanu przeciętnego, z uwagi na znacznie zmniejszoną latem 2015 r. sumę opadów. W okresach roztopów grubej pokrywy śnieżnej, oraz o znacznie podwyższonej sumie opadów deszczu, na stropie zwałowych piasków gliniastych, na głębokości ok. 0.8 – 3.0 m p.p.t., mogą pojawiać się sączenia wody infiltracyjnej. Napięte zwierciadło wody gruntowej w otworze nr 3, izolowane od powierzchni terenu warstwą słabo przepuszczalnych piasków gliniastych, nie wykazuje wahań zależnych od krótkotrwałych zmian ilości opadów.

Na przekrojach geotechnicznych, oraz kartach otworów, liczbami barwy niebieskiej podano przy poszczególnych otworach informacje o przejawach wody gruntowej – większa liczba oznacza głębokość do przejawu wody w metrach p.p.t.; mniejsza liczba, ujęta w nawias, oznacza jego rzędną w metrach n.p.m.

Zwałowe piaski gliniaste (clsiSa) i gliny piaszczyste (saCl) są gruntami słabo przepuszczalnymi, o przeciętnej wartości współczynnika filtracji $k < 0.01$ m/d. Dla wodnolodowcowych i zwałowych piasków należy do obliczeń odwodnienia drogi przyjąć następujące wartości współczynnika filtracji:

- | | |
|-------------------------------|----------------|
| - dla piasków średnich (MSa) | $k = 15.0$ m/d |
| - dla piasków drobnych (FSa) | $k = 7.0$ m/d |
| - dla piasków ilastych (clSa) | $k = 0.2$ m/d. |

V. Ocena technicznych właściwości podłoża

W obrębie gruntów rodzimych, budujących podłoże badanego terenu, wydzielono 7 warstw geotechnicznych:

WARSTWA I to wodnolodowcowe piaski drobne (FSa wg PN-EN 1997-2), lokalnie w otworze nr 10 na pograniczu piasku średniego (FSa/MSa), wilgotne, średniozagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 44\%$. Są to grunty nośne, budują stropowe partie rodzimego podłoża o miąższości 0.2 – 2.1 m w otworach nr 1, 2, 5, 8 i 10, sięgając głębokości 0.8 – 3.0 m p.p.t. (najgłębiej w otworach nr 5 i 10).

WARSTWA II to wodnolodowcowe piaski średnie (MSa wg PN-EN 1997-2), wilgotne, średniozagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 50\%$. Są to grunty nośne, występują lokalnie w profilu otworu nr 4, gdzie tworzą stropowe partie utworów wodnolodowcowych o miąższości 1.6 m (1.7 – 3.3 m p.p.t.).

WARSTWA III to wodnolodowcowe i zwałowe piaski drobne (FSa), oraz podrzędnie piaski ilaste (clSa wg PN-EN 1997-2), wilgotne, zagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 66\%$. Są to grunty nośne, występują w otworach nr 5 i 6 na głębokości 3.0 – 3.3 m p.p.t., ich miąższość wynosi od 0.8 do ponad 2.0 m.

WARSTWA IV to wodnolodowcowe piaski średnie (MSa), nawodnione, zagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 68\%$. Są to grunty nośne, budują najgłębsze partie wodnolodowcowych piasków w otworach nr 3, 4 i 6; ich miąższość wynosi od 0.5 do ponad 1.7 m.

WARSTWA V to zwałowe gliny piaszczyste (saCl wg PN-EN 1997-2), wilgotne, w stanie plastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji $I_C = 0.67$. Są to grunty o obniżonej nośności, występują lokalnie w profilu otworu nr 8, zalegając poniżej 2.5 m p.p.t.

WARSTWA VI to zwałowe piaski gliniaste (clsiSa wg PN-EN 1997-2), wilgotne, w stanie twardoplastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji $I_C = 0.84$. Są to grunty nośne, budują przeważającą część utworów zwałowych, występując w otworach nr 1 – 3, 6 – 8 i 10. Miąższość piasków gliniastych warstwy VI wynosi od 0.8 do ponad 2.2 m.

Podział geotechniczny podłoża pominął partie nasypów niekontrolowanych złożone z humusu piaszczystego – nasypy te oznaczono na przekrojach i w kartach otworów symbolem „Mg”. Pozostałą część nasypów wydzielono jako kolejną warstwę:

Warstwa Mg1 to nasypowe piaski drobne humusowe [Mg(orFSa) wg PN-EN 1997-2], wilgotne, średniozagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 36\%$. Są to grunty nośne, budują całość, lub przeważające partie nasypów o miąższości 0.6 – 1.7 m w otworach nr 3, 4, 5, 8 i 10.

Rozprzestrzenienie i sposób zalegania warstw ilustrują załączone przekroje geotechniczne I – III w skali 1:100/1000 (załączniki 4 - 5).

Wartości obliczeniowe stopnia zagęszczenia piasków obliczono z wyników sondowań DPL i DPH, stosując podaną w PN-EN 1997-2, załącznik G, pkt G.1 interpretację dla gruntu źle uziarnionego powyżej i poniżej zwierciadła wody gruntowej.

Wartości obliczeniowe stopnia plastyczności piasków gliniastych wyprowadzono z wartości wytrzymałości gruntu na ścinanie bez odpływu wody, obliczonej na podstawie ścinań FVT.

Wartości pozostałych zestawionych w poniższych tabelach parametrów geotechnicznych gruntów wyprowadzono na podstawie doświadczenia porównywalnego w rozumieniu PN-EN 1997-2 (metoda B w korelacji z wartością I_D wg PN-81/B-03020, przy uwzględnieniu symbolu konsolidacji „B” dla gruntów warstw V - VII).

Nazwa parametru	W-wa I	W-wa II	W-wa III	W-wa V
Rodzaj gruntu	FSa	MSa	FSa,clSa	MSa
Stopień zagęszczenia I_D	44%	50%	66%	68%
Wilgotność naturalna W_n (%):				
- gruntu wilgotnego	16	14	14	12
- gruntu nawodnionego	-	-	-	18
Gęstość objętościowa ρ ($t \cdot m^{-3}$):				
- gruntu wilgotnego	1.75	1.85	1.85	1.90
- gruntu nawodnionego	-	-	-	2.00
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	30.10	32.97	31.19	34.12
Edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej M_0 (kPa)	54883	94030	82425	128237
Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu E_0 (kPa)	40981	79351	61284	107800
Współczynnik nośności N_D	18.61	26.01	21.11	23.53
Współczynnik nośności N_B	7.66	12.17	9.14	10.61

Nazwa parametru	W-wa IX	W-wa X	W-wa XI
Rodzaj gruntu	saCl	clsiSa	clsiSa
Wskaźnik konsystencji I_C	0.67	0.84	1.00
Wilgotność naturalna W_n (%):			
- wilgotnego	17	13	-
- małowilgotnego	-	-	10
Gęstość objętościowa ρ ($t \cdot m^{-3}$):			
- wilgotnego	2.10	2.15	-
- małowilgotnego	-	-	2.20
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	15.75	18.98	19.80
Spójność c_u (kPa)	26.84	32.99	36.00
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej M_0 (kPa)	27101	40651	59191
Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu E_0 (kPa)	20596	30895	44986
Współczynnik nośności N_D	4.42	5.79	6.28
Współczynnik nośności N_B	0.69	1.24	1.42
Współczynnik nośności N_C	11.47	13.91	14.65

Nazwa parametru	Warstwa Mg1
Rodzaj gruntu	Mg(FSa)
Stopień zagęszczenia I_D	36%
Wilgotność naturalna w_n (%)	16
Gęstość objętościowa ρ ($t \cdot m^{-3}$)	1.75
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	29.72
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej M_0 (kPa)	47504
Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu E_0 (kPa)	35446
Współczynnik nośności N_D	17.85
Współczynnik nośności N_B	7.22

VI. WNIOSKI

1. W podłożu ulic Przemysłowej i Jedności Robotniczej w Strzelcach Krajeńskich występują zwałowe piaski gliniaste (clsiSa), podrzędnie także gliny piaszczyste (saCl) i piaski ilaste (clSa), przykryte lub przewarstwione wodnolodowcowymi piaskami drobnymi (FSa) i piaskami średnimi (MSa). Na gruntach rodzimych leży gleba (saOr), lub nasypy niekontrolowane (Mg) o miąższości 0.9 – 1.7 m.

2. W otworze nr 3 stwierdzono wodę o zwierciadle napiętym, nawierconym na głębokości 3.2 m p.p.t. (tj. na rzędnej 71.23 m n.p.m.), a stabilizującym się na głębokości 2.8 m p.p.t. (tj. 71.63 m n.p.m.). W otworze nr 7 zaobserwowano sączenie śródglinowe na głębokości 1.3 m p.p.t. (tj. 74.19 m n.p.m.). W pozostałych ośmiu otworach do głębokości 3.0 – 5.5 m p.p.t. nie stwierdzono żadnych przejawów wody gruntowej lub infiltracyjnej.

Ilość i poziom przejawów wody, jakie stwierdzono podczas prac polowych, uznać należy za obniżone w stosunku do stanu przeciętnego, z uwagi na znacznie zmniejszoną latem 2015 r. sumę opadów. W okresach roztopów grubej pokrywy śnieżnej, oraz o znacznie podwyższonej sumie opadów deszczu, na stropie zwałowych piasków gliniastych, na głębokości ok. 0.8 – 3.0 m p.p.t., mogą pojawiać się sączenia wody infiltracyjnej. Napięte zwierciadło wody gruntowej w otworze nr 3 nie wykazuje wahań zależnych od krótkotrwałych zmian ilości opadów.

Według kryteriów załącznika nr 4 do rozporządzenia MTiGM z dnia 2 marca 1999 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. 43, 430), warunki wodne dla budowy drogi są na całej długości badanych ulic dobre.

3. Warunki hydrogeologiczne dla odprowadzenia wód opadowych w głąb podłoża są korzystne w rejonie otworów nr 4, 5 i 10, gdzie pod nasypami zalegają wodnolodowcowe piaski o znacznej miąższości, w których nie zaobserwowano wody gruntowej.

W dnie zagłębienia wytopiskowego na południe od skrzyżowania ulic, gdzie wykonano otwór nr 9, zalegają wyłącznie słabo przepuszczalne piaski gliniaste (clsiSa), o współczynniku filtracji $k < 0.01$ m/d. W przypadku urządzenia zbiornika wód deszczowych w dnie wytopiska pełnić będzie on funkcję zbiornika odparowującego, natomiast infiltracja gromadzonych w nim wód w głąb podłoża będzie minimalna, przy czym z upływem czasu ulegnie dalszemu obniżeniu przez postępujące uszczelnienie niecki zbiornika akumulowanym we wodzie detrytusem roślinnym, oraz nawiewanymi przez wiatry mineralnymi ziarnami najdrobniejszych frakcji.

4. Warunki gruntowe są korzystne, gdyż praktycznie całość podłoża w objętej badaniami strefie budują nośne grunty rodzime i nasypowe. Uplastycznione gliny warstwy V, zalegające lokalnie w otworze nr 8 poniżej 2.5 m p.p.t., nie mają znaczenia dla nośności podłoża drogowego, a dla kanalizacji deszczowej ich nośność jest w pełni wystarczająca.

W rejonie otworów nr 6, 7 i 9 w strefie oddziaływania podłoża na drogowe nawierzchnie podatne zalegają grunty wysadzinowe – zwałowe piaski gliniaste w stanie twardoplastycznym i półzwardym.

Podłoże drogi w świetle kryteriów ww. rozporządzenia zaliczyć należy do grupy nośności G1 w rejonie otworów nr 1 – 5, 8 i 10; oraz do grupy nośności G2 w rejonie otworów nr 6, 7 i 9.

5. Według kryteriów określonych w rozporządzeniu MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 27 kwietnia 2012 r., poz. 463) projektowane ulice z uwagi na zagłębienie elementów kanalizacji deszczowej są obiektami należącymi do drugiej kategorii geotechnicznej, a warunki gruntowe w podłożu badanego terenu są złożone.

6. Powyższe wnioski należy rozpatrywać łącznie z normą PN-EN 1997-2.

Opracował:

mgr Marek Ober
uprawnienia geologiczne nr 070947

71-280 Szczecin, Mickiewicza 109/1