

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
kanalizacji deszczowej w ul. Długiej
w Mierzynie, gmina Dobra Szczecińska,
powiat Police, woj. zachodniopomorskie

Opracował:

BARG-ARTGEO Sp. z o.o.

mgr Marek Ober
CZŁONEK ZARZĄDU
uprawnienia geologiczne nr 070947

Szczecin, styczeń 2015

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. Przekrój geotechniczny II w skali 1:100/1000
- 6. Przekroje geotechniczne III - VI w skali 1:100/1000
- 7 – 10. Karty otworów (4 ark.)
- 11 - 17. Wyniki sondowań DPL (7 ark.)
- 18 - 23. Wyniki sondowań FVT (6 ark.)
- 24. Wyniki sondowania ITB-ZW
- 25 - 27. Obliczenie stopnia zagęszczenia I_D i wytrzymałości na ścinanie T_{max} dla warstw I, III, IV, VI, VII i Mg2

I. Wstęp

Celem niniejszej opinii jest ustalenie warunków gruntowo - wodnych w podłożu projektowanej sieci kanalizacji sanitarnej w ulicy Długiej w Mierzynie. Projektowany kanał przebiegać będzie w poboczach, chodnikach i jezdni ulicy na jej odcinku o długości ok. 1600 m, z uwagi na ukształtowanie powierzchni terenu zagłębienie kanału dochodzić będzie lokalnie do ok. 5.0 m p.p.t. Badaniami dla niniejszej opinii objęta także lokalizację planowanego zbiornika retencyjnego wód deszczowych w sąsiedztwie ulicy. Opinia służyć ma do projektu budowlanego inwestycji.

W ramach prac polowych w dniach 2014.12.23 i 27 wykonano we wskazanych przez Biuro Projektów punktach 14 otworów (sondowań próbnikiem przelotowym RKS) do głębokości 3.5 – 6.0 m p.p.t. (łącznie 58.5 mb), 10 sondowania mechaniczną sondą udarową DPL (wg PN-EN 1997-2 i EN ISO 22476-2) do głębokości 1.0 – 6.0 m p.p.t. (29.0 mb), 10 sondowań sondą krzyżakową FVT (wg PN-EN 1997-2) do głębokości 3.5 – 6.0 m p.p.t. (23.5 mb) wraz z 33 ścinaniami gruntów spoistych, oraz jedno sondowanie sondą udarowo – obrotową ITB-ZW do głębokości 3.0 m p.p.t. (1.0 mb), wraz z 3 ścinaniami gruntów organicznych. Sonda ITB-ZW nie jest wprowadzicie sprzętem objętym normą PN-EN 1997-2, jednak dzięki wymiarom standardowej końcówki krzyżakowej 64 x 90 mm umożliwia badania słabych gruntów organicznych, w których mała końcówka zalecanej przez ww. normę sondy FVT nie daje mierzalnych wyników oporu ścinania.

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

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

II. Położenie i morfologia terenu badań

Badany teren położony jest w południowej części wsi Mierzyn, gmina Dobra Szczecińska, powiat Police, woj. zachodniopomorskie, ul. Długa jest drogą łączącą Mierzyn ze Stobnem. Badaniami objęto odcinek ulicy od skrzyżowania z ul. Wędrówną na południowym zachodzie, do skrzyżowania z ul. Kolorową na północnym wschodzie.

Pod względem geomorfologicznym badana trasa przebiega po wschodnim zboczu Wału Stobniańskiego – czołowomorenowego wału osiagającego w kulminacjach rzędne ok. 60 – 80 m n.p.m., biegnący łukiem od Wołczkowa na północy, przez Bezrzecze, Skarbimierzyce, Stobno, Warnik, Barnisław i Smolęcín po Siadło Dolne, gdzie kończy się krawędzią opadającą ku dolinie dolnej Odry. Rzeźbę zbocza Wału Stobniańskiego urozmaicają liczne zagłębienia wytopiskowe, trasa projektowanego kanału przecina trzy takie obniżenia.

Powierzchnia terenu nachylona jest generalnie na północ, rzędne otworów obniżają od 46.47 m n.p.m. (otwór nr 1 na początku trasy), do 26.52 m n.p.m. (otw. nr 14 na jej końcu);

deniwelacja wynosi 19.95 m.

III. Opis budowy geologicznej

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

Utwory zwałowe budują z pewnością głębsze partie podłoża na całej długości trasy, jednak na ogół zalegają poniżej objętej badaniami strefy; ich strop osiągnięto tylko w 5 otworach (nr 1, 2, 8, 9 i 11) na głębokości 3.0 – 5.8 m p.p.t. Utwory zwałowe wykształcone są wyłącznie jako grunty spoiste – piaski gliniaste (clsiSa wg PN-EN 1997-2, w otworach nr 1, 2, 9 i 11), oraz podrzędnie, tylko w otworze nr 8, gliny pylaste (sacsiSi wg PN-EN 1997-2). Zwałowych piasków gliniastych i glin pylastych nie przewiercono w ww. otworach do głębokości 3.5 – 6.0 m p.p.t.

Utwory wodnolodowcowe to piaski średnie z domieszką żwiru (grMSa wg PN-EN 1997-2), budujące cały profil gruntów rodzimych (do głębokości ponad 4.5 m p.p.t.) lokalnie w otworze nr 7.

Utwory deluwialne, powstałe w holocenie wskutek spłukiwania i spelzwywania gruntu ze stoku zagłębień wytopiskowych, dzielą się na dwie odmienne pod względem litologicznym serie – deluwialne grunty spoiste i grunty niespoiste. Deluwia, występujące w niemal wszystkich otworach (brak ich jedynie w otworze nr 8), tworzą na ogół grubą pokrywę na stropie utworów zwałowych; w pięciu otworach (nr 1, 2, 8, 9 i 11) sięgają one głębokości 3.0 – 5.8 m p.p.t., natomiast w 8 otworach (nr 3, 4, 5, 6, 10, 12, 13 i 14) nie przewiercono ich do głębokości 3.5 – 4.5 m p.p.t.

Deluwialne grunty niespoiste to piaski drobne (FSa wg PN-EN 1997-2), często, zwłaszcza w partiach stropowych, z domieszką humusu (orFSa wg PN-EN 1997-2), podrzędnie w otworze nr 9 także piaski pylaste (siSa wg PN-EN 1997-2), a w otworze nr 11 piaski ilaste (clSa wg PN-EN 1997-2, grunty te określano dawniej jako piaski drobne silnie zaglinione). Deluwialne piaski występują w 8 otworach (nr 1, 2, 5, 8, 9, 11, 12 i 13); ich miąższość wynosi od 0.5 – 3.2 m (najwięcej w otworze nr 8).

Deluwialne grunty spoiste to gliny piaszczyste (saCl wg PN-EN 1997-2), oraz gliny pylaste (sacsiSi wg PN-EN 1997-2). Deluwialne gliny występują w 12 otworach (nr 1 – 6 – 9 – 14), przy czym gliny piaszczyste zalegają zarówno w wyższych partiach zbocza (otwory nr 1 – 6) jak i dolnej części trasy (otw. nr 9, 11, 12 i 13), natomiast na deluwialne gliny pylaste natrafiono jedynie w otworach nr 10 i 14.

Deluwialne i wodnolodowcowe piaski, w tym również piaski średnie ze żwirem (grMSa) w otworze nr 7, to grunty o stosunkowo niskim współczynniku jednorodności uziarnienia $C_U < 4.0$. Norma PN-EN 1997-2 określa grunty niespoiste o $C_U < 6$ jako „grunty źle uziarnione”.

Lokalnie w dnie zagłębień wytopiskowych zalegają bagienne grunty organiczne (Or wg PN-EN 1997-2), wykształcone jako namuły organiczne [Or(Nm)]. Na trasie

projektowanego kanału natrafiono na nie jedynie w otworze nr 12, gdzie zalegają w obrębie utworów deluwialnych, osiągając miąższość 1.0 m (2.0 – 3.0 m p.p.t.). Namuły organiczne występują ponadto w otworach nr 3 i 6 w miejscu planowanego zbiornika wód deszczowych – budując tam stropowe partie podłoża, do głębokości 1.7 – 2.0 m.

Na stropie gruntów rodzimych w rejonie dwóch otworów (nr 5 i 11) leży warstwa próchnicza gleby o miąższości 0.3 m – jest to humus piaszczysty (saOr wg PN-EN 1997-2). W 9 otworach na gruntach rodzimych zalegają nasypy niekontrolowane (Mg wg PN-EN 1997-2) o miąższości 0.8 – 1.4 m, złożone z humusowego piasku drobnego [Mg(orFSa)], niekiedy przemieszanego z kamieniami lub z gliną. Nasypów i gleby brak w otworach nr 3, 4 i 6 w zagłębieniu wytopiskowym.

IV. Charakterystyka warunków wodnych

W 8 spośród 14 wykonanych dla niniejszej opinii otworów (nr 1, 2, 5, 7, 9, 11 i 12) w deluwialnych i wodnolodowcowych piaskach występuje woda o zwierciadle swobodnym, lokalnie w otworze nr 11 lekko napiętym przez nadkład słabo przepuszczalnych glin, stabilizującym się na zróżnicowanej głębokości, od zaledwie 0.4 m p.p.t. w otworach nr 2 i 5, do 4.0 m p.p.t. w otworze nr 7. W kolejnych 5 otworach (nr 3, 4, 6, 10 i 13) stwierdzono jedynie sączenia wody infiltracyjnej na stropie lub w obrębie gruntów spoistych i organicznych, na głębokości 0.1 – 3.6 m p.p.t. Tylko w otworze nr 8 do głębokości 6.0 m p.p.t. nie stwierdzono żadnych przejawów wody gruntowej lub infiltracyjnej.

Na przekrojach i profilach geotechnicznych otworów liczbami barwy niebieskiej podano 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.

Ilość, poziom i wydajność przejawów wody, jakie stwierdzono w podłożu podczas prac polowych, uznać należy za podwyższoną w stosunku do stanu przeciętnego (w przypadku zwierciadła wody o ok. 0.2 – 0.3 m) z uwagi na znacznie zwiększoną w grudniu 2014 r. sumę opadów atmosferycznych.

W okresach roztopów grubej pokrywy śniegu i długotrwałych, szczególnie intensywnych opadów deszczu, poziom zwierciadła wody gruntowej może podnosić się maksymalnie o ok. 0.4 m w stosunku do stanu stwierdzonego w otworach, do głębokości ok. 0.0 – 3.6 m p.p.t.. Oznacza to, że dno wytopiskowego obniżenia, w którym planowany jest zbiornik retencyjny, może w okresach takich ulegać podtapianiu.

Dla nawodnionych gruntów niespoistych w podłożu badanej trasy należy dla celów odwodnień przyjąć następujące wartości współczynnika filtracji:

- dla wodnolodowcowych piasków średnich z domieszką żwiru (grMSa) $k = 15.0 \text{ m/d}$
- dla deluwialnych czystych piasków drobnych (FSa) $k = 6.0 \text{ m/d}$
- dla deluwialnych piasków drobnych humusowych (orFSa) $k = 5.0 \text{ m/d}$
- dla deluwialnych piasków pylastych (siSa) $k = 0.5 \text{ m/d}$
- dla deluwialnych piasków ilastych (clSa) $k = 0.2 \text{ m/d}$.

V. Ocena technicznych właściwości podłoża

W obrębie gruntów rodzimych, budujących podłoże badanej trasy, z uwagi na zróżnicowanie ich litologii i genezy wydzielono 7 warstw geotechnicznych.

WARSTWA I to deluwialne piaski drobne z domieszką humusu (orFSa wg PN-EN 1997-2), wilgotne i nawodnione, luźne o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 31\%$. Są to grunty o obniżonej nośności, budują stropowe partie rodzimego podłoża o miąższości 0.3 – 1.8 m lokalnie w otworach nr 4 i 5.

WARSTWA II to deluwialne piaski drobne (FSa wg PN-EN 1997-2), piaski pylaste (siSa wg PN-EN 1997-2) i piaski ilaste (clSa wg PN-EN 1997-2), a także wodnolodowcowe piaski średnie ze żwirem (grMSa wg PN-EN 1997-2), wilgotne i nawodnione, średniozagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 41\%$. Są to grunty nośne, budują przeważającą część piasków deluwialnych i całość piasków wodnolodowcowych, występując w otworach nr 1, 2, 7, 8, 9, 11, 12 i 14. Miąższość piasków w-wy II dochodzi do ponad 3.5 m w otworze nr 7.

WARSTWA III to deluwialne gliny piaszczyste (saCl wg PN-EN 1997-2), wilgotne, w stanie plastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsolidacji $I_c = 0.61$. Są to grunty o obniżonej nośności, budują znaczne partie deluwialnych gruntów spoistych w otworach nr 1 – 6, 9 i 11; ich miąższość waha się od 0.6 do ponad 3.2 m.

WARSTWA IV to deluwialne gliny piaszczyste (saCl), wilgotne, w stanie twardoplastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsolidacji $I_c = 0.77$. Są to grunty nośne, występują w otworach nr 12 i 13, ich miąższość dochodzi do ponad 2.6 m.

WARSTWA V to deluwialne gliny pylaste (sacISi wg PN-EN 1997-2), wilgotne, w stanie twardoplastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsolidacji $I_c = 0.76$. Są to grunty nośne, lokalnie w otworze nr 10 budują cały profil gruntów rodzimych, a w otworze nr 14 zalegają poniżej 2.0 m p.p.t.

WARSTWA VI to zwałowe gliny pylaste (sacISi), wilgotne, w stanie twardoplastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsolidacji $I_c = 0.78$. Są to grunty nośne, występują lokalnie w otworze nr 8, gdzie budują cały profil gruntów rodzimych.

WARSTWA VII to zwałowe piaski gliniaste (clsiSa wg PN-EN 1997-2), wilgotne, w stanie twardoplastycznym, o obliczeniowej wartości wskaźnika konsolidacji $I_c = 0.79$. Są to grunty nośne, budują najgłębsze partie podłoża, poniżej 3.0 – 5.8 m p.p.t., w otworach 1, 2, 9 i 11.

Ponadto w obrębie nasypów, w ich partiach złożonych w przewodzie z piasku drobnego humusowego wydzielono jako kolejną warstwę. Poza podziałem pozostawiono nasypy złożone z humusu piaszczystego, oznaczając je na przekrojach symbolem „Mg”.

Warstwa Mg1 to nasypowe piaski drobne [Mg(FSa)], wilgotne i nawodnione, luźne o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 28\%$. Są to grunty o obniżonej nośności, budują całą miąższość nasypów (0.8 – 1.3 m) w otworach nr 1, 7 i 10.

Warstwa Mg1 to nasypowe piaski drobne [Mg(FSa)], wilgotne i nawodnione, średniozagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 35\%$. Są to grunty nośne, budują całą miąższość nasypów (0.8 – 1.4 m) w otworach nr 2, 8, 9, 13 i 14.

Dla bagiennych namulów organicznych w otworze nr 12 ustalono na podstawie ścinań bez filtracji krzyżakową końcówką sondy ITB-ZW obliczeniową wartość wytrzymałości na ścinanie $T_{max} = 78$ kPa.

Na podstawie ww. wartości wytrzymałości na ścinanie, oraz wyników badań laboratoryjnych analogicznych gruntów z rejonu Mierzyna, określić można dla namulów organicznych następujące wartości najważniejszych parametrów geotechnicznych: edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej $M_0 = 750$ kPa, kąt tarcia wewnętrznego $\phi = 6^\circ$, spójność $c_u = 12$ kPa. Wskutek obciążenia nasypami i deluwialnymi piaskami namuły organiczne w otworze nr 12 osiągnęły stopień konsolidacji wyższy o ok. 25% w stosunku do gruntu nieobciążonego.

Rozprzestrzenienie i układ warstw przedstawiono na przekrojach geotechnicznych I - VI w skali 1:100/1000 (załączniki 4 - 6).

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

Wartości obliczeniowe stopnia plastyczności gruntów spoistych wyprowadzono z wartości wytrzymałości glin piaszczystych 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 „C” dla gruntów spoistych warstw III – V, oraz „B” dla warstw VI – VII).

Nazwa parametru	Warstwa I	Warstwa II
-----------------	-----------	------------

Rodzaj gruntu	FSa	FSa
Stopień zagęszczenia I_D	31%	41%
Wilgotność naturalna W_n (%) dla gruntu: - wilgotnego	19	16
- nawodnionego	28	24
Gęstość objętościowa ρ ($t \cdot m^{-3}$) dla gruntu: - wilgotnego	1.70	1.75
- nawodnionego	1.85	1.90
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	29.48	29.99
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej M_0 (kPa)	43300	52740
Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu E_0 (kPa)	32261	39380
Współczynnik nośności N_D	17.38	18.39
Współczynnik nośności N_B	6.95	7.52

Nazwa parametru	W-wa III	W-wa IV	W-wa V	W-wa VI	W-wa VII
Rodzaj gruntu	saCl	saCl	saclSi	saclSi	clsiSa
Wskaźnik konsolidacji I_c	0.61	0.77	0.76	0.78	0.79
Wilgotność naturalna W_n (%)	17	12	20	20	16
Gęstość objętościowa ρ ($t \cdot m^{-3}$)	2.10	2.20	2.10	2.10	2.10
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	11.81	14.32	14.21	17.86	15.41
Spójność c_u (kPa)	10.95	15.74	15.48	30.73	26.25
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej M_0 (kPa)	19721	27497	27077	35010	26078
Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu E_0 (kPa)	13804	27497	18954	26607	19819
Współczynnik nośności N_D	2.90	3.70	3.66	5.19	4.10
Współczynnik nośności N_B	0.30	0.52	0.50	1.01	0.64
Współczynnik nośności N_c	9.11	10.57	10.50	12.99	11.25

VI. WNIOSKI

1. W podłożu projektowanej kanalizacji **sanitarnej** w ul. Długiej w Mierzynie występują zwałowe piaski gliniaste (clsiSa) i gliny pylaste (sacIiSi), oraz lokalnie wodnolodowcowe piaski średnie ze żwirem (grMSa), na niemal całej długości trasy przykryte deluwialnymi piaskami drobnymi (FSa), glinami piaszczystymi (saCl) i glinami pylastymi, których miąższość na ogół (w 8 otworach) przekracza głębokość objętej badaniami strefy. Lokalnie w otworze nr 12 w obrębie deluwii leży bagienny namuł organiczny o miąższości 1.0 m, a w otworach nr 3 i 6 w miejscu planowanego zbiornika retencyjnego namuły o miąższości 1.7 – 2.0 m leżą na deluwialnych glinach. Na gruntach rodzimych w rejonie 9 otworów zalegają nasypy niekontrolowane (Mg) o miąższości 0.8 – 1.4 m.

2. Warunki wodne są zróżnicowane. W 8 spośród 14 wykonanych dla niniejszej opinii otworów (nr 1, 2, 5, 7, 9, 11 i 12) w deluwialnych i wodnolodowcowych piaskach występuje woda o zwierciadle swobodnym lub lekko napiętym, stabilizującym się na głębokości od 0.4 m p.p.t. w otworach nr 2 i 5, do 4.0 m p.p.t. w otworze nr 7. W kolejnych 5 otworach (nr 3, 4, 6, 10 i 13) stwierdzono jedynie sączenia wody infiltracyjnej na głębokości 0.1 – 3.6 m p.p.t. Tylko w otworze nr 8 do głębokości 6.0 m p.p.t. brak jakichkolwiek przejawów wody.

Warunki wodne są wobec powyższego korzystne dla budowy projektowanego kanału jedynie w rejonie otworów nr 7, 8, 10 i 13. W rejonie otworów nr 1, 2, 9, 11 i 12, gdzie zwierciadło wody gruntowej występuje powyżej poziomu, na którym ułożony zostanie kanał, konieczne będzie odwodnienie wykopu za pomocą igłofiltrów.

3. Warunki gruntowe są korzystne, ponieważ poniżej poziomu, na którym ułożony zostanie kanał, zalegają grunty nośne, lub o nośności wystarczającej dla posadowienia rur i studni. Występujące w profilu otworu nr 12 namuły organiczne zalegają w całości powyżej poziomu posadowienia.

4. 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) projektowany kanał deszczowy jest obiektem należącym do drugiej kategorii geotechnicznej, a stwierdzone w poziomie posadowienia kanału warunki gruntowe są proste.

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

Opracował: