

**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**  
**dróg osiedlowych i uzbrojenia**  
**w rejonie ulic Turkusowej – Wrzosowej**  
**w Warzymicach, gm. Kołbaskowo, pow. Police,**  
**woj. zachodniopomorskie**

Opracował:

**BARG-ARTGEO Sp. z o.o.**  
  
*mgr Marek Ober*  
**CZŁONEK ZARZĄDU**  
uprawnienia geologiczne nr 070947

**Szczecin, marzec 2015**

## **S p i s   t r e ś c i**

### **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. Przekrój geotechniczny III w skali 1:100/1000
- 7. Przekrój geotechniczny IV w skali 1:100/1000
- 8. Przekroje geotechniczne V - VI w skali 1:100/1000
- 9. Przekrój geotechniczny VII w skali 1:100/1000
- 10. Przekrój geotechniczny VIII w skali 1:100/1000
- 11 - 15. Karty otworów (5 ark.)
- 16 - 20. Wyniki sondowań DPL (5 ark.)
- 21. Wyniki sondowań DPH
- 22 - 32. Wyniki sondowań FVT (11 ark.)
- 33. Wyniki sondowań ITB-ZW
- 34 - 38. Obliczenie stopnia zagęszczenia  $I_D$  i wytrzymałości na ścinanie  $T_{max}$  dla warstw I, III, IV, V i Nm (5 ark.)

## **I. Wstęp**

Celem niniejszej opinii jest ustalenie warunków gruntowo - wodnych w podłożu projektowanych dróg osiedlowych i uzbrojenia na przeznaczonym pod zabudowę jednorodzinną obszarze w rejonie ulic Turkusowej – Wrzosowej w Warzymicach. Projekt inwestycji obejmuje budowę osiedlowych dróg, sieci wodociągowej, gazowej i elektrycznej, oraz kanalizacji sanitarnej i deszczowej. Głębokość kanałów, studni i przepompowni wahać będzie się od ok. 2.0 do ok. 7.5 m poniżej projektowanego poziomu terenu, który lokalnie wyższy będzie od poziomu istniejącego nawet o ok. 1.5 m. Opinia służyć ma do projektu budowlanego inwestycji.

W ramach prac polowych w dniach 2015.01.04 i 03.16 - 19 wykonano we wskazanych przez Biuro Projektów punktach łącznie 20 otworów (wierceń mechanicznych obrotowych świdrem ślimakowym przelotowym) do głębokości 2.5 – 9.0 m p.p.t. (łącznie 82.5 mb), 10 sondowań mechaniczną sondą udarową DPL (wg PN-EN 1997-2 i EN ISO 22476-2) do głębokości 1.0 – 4.0 m p.p.t. (19.7 mb), 2 sondowania mechaniczną sondą udarową DPH (wg ww. norm) do głębokości 6.5 – 9.0 m p.p.t. (6.0 mb), oraz 15 sondowań sondą krzyżakową FVT (wg PN-EN 1997-2) do głębokości 2.5 – 8.0 m p.p.t. (49.5 mb) wraz z 98 ścinaniami gruntów spoistych. Ponadto przy otworach nr 13 i 14 wykonano 2 sondowania sondą udarowo – obrotową ITB-ZW ze standardową końcówką krzyżakową (64 x 90 mm) do głębokości 2.0 – 3.0 m p.p.t. (0.0 mb), z 58 ścinaniami gruntów organicznych. Sonda ITB-ZW nie jest wprowadzicie sprzętem uwzględnionym przez PN-EN 1997-2, umożliwia jednak 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 telekomunikacyjnych w głównej wiejskiej ulicy Warzymic (osiedlowych ulicach, oraz do innych stałych punktów terenowych, których rzędne podane zostały na zaktualizowanej mapie w skali 1:500 i 1:1000.

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 – obszar projektowanego osiedla zabudowy jednorodzinnej na kilkudziesięciu działkach, które powstały przez podział pierwotnych dużych działek nr 209 i 210 obręb Warzymice - położony jest w zachodniej części gruntów wsi Warzymice, gm. Kołbaskowo, pow. Police, woj. zachodniopomorskie. Wschodnia granica przyszłego osiedla oddalona jest o ok. 350 m na zachód od centrum dawnego obszaru zabudowy wsi. Przeznaczony pod osiedle teren o rozciągłości ok. 600 m w kierunku WSW – ENE, oraz ok. 300 – 350 m w kierunku NW – SE, ograniczony jest od północnego zachodu drogą gruntową,

która urządzona zostanie jako ul. Wrzosowa; od południowego wschodu drogą Warzymice – Karwowo. Prostopadłe do ul. Turkusowej projektowane ulice noszą nazwy (kolejno od zachodu) Wrzosowa, Oliwkowa i Szafirowa (prostopadła do ul. Oliwkowej), oraz Słoneczna.

Pod względem geomorfologicznym jest to fragment dolnych partii wschodniego zbocza Wału Stobniańskiego - moreny czołowej spiętrzonej, ciągnącej się od Wołczkowa i Bezzecza na północy, przez Skarbimierzyce, Stobno, Bobolin i Smolęcín do krawędzi doliny dolnej Odry w Siadle Dolnym. Rzeźba grzbietu i zboczy Wału urozmaicona jest nie tylko przez rozcięcia erozyjne, lecz także przez szereg zagłębień wytopiskowych o różnych kształtach i rozmiarach, powstałych w miejscach, gdzie podczas recesji lądolodu ostatniego zlodowacenia zalegały bryły martwego lodu. Badany obszar obejmuje dno i stoki okrągłego wytopiska (w części zachodniej), które włączone zostało w ciąg dolinki erozyjnej, biegnącej w kierunku ENE, a także lokalne wzniesienie o rzędnej kulminacji 43.8 m n.p.m. przy ul. Turkusowej. Rzędne wykonanych dla niniejszej opinii otworów wahają się od 34.07 m n.p.m. (otwór nr 13 w dnie dolinki erozyjnej na wschodnim skraju obszaru), do 42.99 m n.p.m. (otw. nr 5 przy ul. Turkusowej); deniwelacja pomiędzy otworami wynosi 8.92 m.

Teren przyszłego osiedla jest w większości niezabudowany, użytkowany był dawniej jako grunty orne. Wschodnia część ul. Turkusowej jest obecnie prowizorycznie utwardzona gruzem i żużlem, stanowi bowiem dojazd do pierwszych zrealizowanych już domów jednorodzinnych, usytuowanych na północno – wschodnim skraju osiedla.

### **III. Opis budowy geologicznej**

Na podstawie wykonanych wyrobisk, oraz analizy materiałów kartograficznych stwierdzono, że podłoże badanego terenu budują osady wieku czwartorzędowego, wykształcone jako plejstocénskie utwory zwałowe, oraz holocénskie utwory deluwialne i lokalnie bagiennne.

Utwory zwałowe, które budują cały profil rodzimego podłoża jedynie w otworze nr 8, w kolejnych 16 otworach leżą pod pokrywą utworów deluwialnych i lokalnie bagiennych, poniżej 0.6 – 7,1 m p.p.t., a w otworach nr 1 i 13, 14 ich stropu nie osiągnięto do głębokości 2.5 – 4.0 m p.p.t. Nie ulega wątpliwości, że utwory deluwialne budują głębsze partie podłoża, poniżej objętej badaniami strefy, także w ww. trzech otworach. Utwory zwałowe dzielą się na dwie odmienne pod względem litologicznym serie – zwałowe grunty spoiste i grunty niespoiste.

Zdecydowanie przeważające w objętej badaniami strefie zwałowe grunty spoiste, występujące w 17 otworach, to piaski gliniaste (clsiSa wg PN-EN 1997-2), gliny piaszczyste (saCl wg PN-EN 1997-2), gliny pylaste (saclSi wg PN-EN 1997-2), oraz porwak oligocénskich íłów pylastych (siCl wg PN-EN 1997-2). Piaski gliniaste (clsiSa) budują w otworach nr 3 i 4 najgłębsze partie podłoża,

poniżej 1.2 m p.p.t.. Zwałowe gliny piaszczyste (saCl) występują w 8 otworach (nr 2, 5, 9, 15 i 17 – 20, osiągając miąższość od 0.4 do ponad 3.0 m (najwięcej w otworze nr 9). Gliny pylaste (saClSi) występują w 7 otworach (nr 6 – 8, 10 – 12 i 16), z reguły budując najgłębsze partie objętej badaniami strefy; ich miąższość dochodzi do ponad 6.9 m w otworze nr 11. Lokalnie w otworze nr 6 pod gliną pylastą o miąższości 1.7 m, na głębokości 3.6 m p.p.t., zalega porwak ilów pylastych (siCl), których nie przewiercono do głębokości 5.0 m p.p.t. Gliny pylaste leżące na ilach to sekwencja warstw typowa dla czołowomorenowych Wzniesień Szczecińskich, których fragmentem jest Wał Stobniański.

Zwałowe grunty niespoiste wykształcone są jako piaski pylaste (siSa wg PN-EN 1997-2), oraz piaski drobne (FSa wg PN-EN 1997-2). Piaski pylaste budują w otworach nr 15 i 18 głębokie (7.5 i 4.6 m p.p.t.) śródglinowe warstwy o miąższości do 1.8 m; piaski drobne budują lokalnie w otworze nr 17 stropowe partie utworów zwałowych o miąższości 1.0 m (2.0 – 3.0 m p.p.t.).

Utwory deluwialne, powstałe w holocenie wskutek splukiwania i spęływania gruntów ze stoku Wału, tak jak utwory zwałowe, poprzez których grawitacyjne przemieszczenie powstały, dzielą się na grunty spoiste, oraz grunty niespoiste. Deluwia tworzą na niemal całym badanym obszarze (za wyjątkiem otworu nr 8) ciągłą pokrywę o miąższości od 0.3 do 6.8 m na stropie utworów zwałowych.

Deluwialne grunty spoiste to gliny piaszczyste (saCl) i gliny piaszczyste humusowe (orsaCl wg PN-EN 1997-2), występujące w 8 otworach (nr 1, 6, 7, 11, 12, 15, 18 i 19). Miąższość glin piaszczystych waha się od 0.3 do 6.8 m (najwięcej w otworze nr 15).

Deluwialne grunty niespoiste zalegają w profilach 13 otworów (nr 2 – 5, 9, 10, 13, 14 i 16 – 20). Najczęściej (w 11 otworach) są to piaski drobne humusowe (orFSa wg PN-EN 1997-2), w otworze nr 14 piasek drobny bez domieszki humusu (FSa), natomiast w 4 otworach (13, 14, 16 i 18) w obrębie piasków drobnych humusowych występują charakterystyczne dla deluwii, cienkie (poniżej 1 cm) warstewki (tzw. laminy) gliny piaszczystej (orFSa//saCl). Piaski budują całą miąższość deluwialnej pokrywy w 11 otworach (nr 2 – 5, 9, 10, 13, 14, 16, 17 i 20).

Zarówno zwałowe, jak i deluwialne piaski drobne (FSa) i piaski pylaste (siSa), to grunty o niskim współczynniku jednorodności uziarnienia  $C_U < 3.5$ . Norma PN-EN 1997-2 określa grunty niespoiste o  $C_U < 6$  jako „grunty źle uziarnione”.

Lokalnie w otworach nr 13 i 14 w dnie dolinki erozyjnej w obrębie deluwialnych piasków zalega warstwa bagiennych namulów organicznych [Or(Nm) wg PN-EN 1997-2], akumulowanych w niewielkim zbiorniku wodnym, który w jednym z wcześniejszych etapów rozwoju erozyjnej rzeźby stoku Wału Stobniańskiego wypełniał przegłębione w tym miejscu dno dolinki. Głębokość do

stropu namulów organicznych wynosi 1.3 – 2.0 m p.p.t.; głębokość do ich spagu to 2.3 – 3.2 m p.p.t.

W rejonie 15 otworów (nr 2 – 4, 6 – 8, 10, 12 – 15 i 17 – 20) na stropie gruntów rodzimych zalega warstwa próchnicza gleby – humus piaszczysty (saOr wg PN-EN 1997-2) o miąższości 0.2 – 0.6 m. Tylko w trzech otworach (nr 1, 9 i 11) natrafiono na nasypy niekontrolowane (Mg wg PN-EN 1997-2) o miąższości 0.3 – 1.2 m. Nasyp o największej miąższości w otworze nr 1 buduje piasek drobny humusowy [Mg(orFSa)], cienką pokrywę nasypów w otworach nr 9 i 11 tworzy gruz z humusem, użyty do prowizorycznego utwardzenia dróg.

#### **IV. Charakterystyka warunków wodnych**

W 9 spośród 20 wykonanych dla niniejszej opinii otworów (nr 1, 3, 4, 8, 10 – 12, 16 i 20) do głębokości 2.5 – 7.5 m p.p.t. nie stwierdzono żadnych przejawów wody. W 6 otworach (nr 2, 5, 6, 7, 9 i 19) zaobserwowano jedynie sączenia wody na stropie lub w obrębie gruntów spoistych, na głębokości od 0.8 m p.p.t. w otworze nr 7, do 2.4 m p.p.t. w otworze nr 9. Tylko w 5 otworach stwierdzono występowanie w deluwialnych i zwałowych piaskach wody o zwierciadle swobodnym (w otworach nr 13, 14 i 17), lub napiętym, stabilizującym się na głębokości 0.7 – 1.9 m p.p.t. (najpłycej w otworze nr 13, najgłębiej w otworze nr 17). Woda ta występuje głównie w dnie wytopiska i dolinki erozyjnej.

Na przekrojach geotechnicznych 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.

Poziom wody gruntowej, jaki zaobserwowano podczas prac polowych, uznać należy za zbliżony do stanu przeciętnego. Z uwagi na usytuowanie środkowej części badanego obszaru w dnie wytopiska i doliny erozyjnej, których stoki budują w większości słabo przepuszczalne grunty spoiste, w okresach obfitych roztopów, oraz długotrwałych, intensywnych opadów, poziom wody w otworach nr 13 – 15, 17 i 81 może podnosić się maksymalnie o ok. 0.6 m w stosunku do stanu stwierdzonego podczas prac polowych, do głębokości ok. 0.1 – 1.3 m p.p.t. W okresach takich znacznie liczniejsze będą również sączenia wody infiltracyjnej stropowych partiach podłoża, występujące szczególnie na stropie słabo przepuszczalnych gruntów spoistych.

Dla celów odwodnień wykopów należy przyjąć następujące wartości współczynnika filtracji gruntów niespoistych:

- dla piasków drobnych (FSa)  $k = 5.0 \text{ m/d}$
- dla piasków drobnych z humusem (orFSa)  $k = 4.0 \text{ m/d}$
- dla piasków pylastych (siSa)  $k = 0.5 \text{ m/d}$ .

Dla piasków drobnych z laminami gliny piaszczystej (orFSa//saCl) współczynnik filtracji dla przepływu równoległego do lamin wynosi przeciętnie  $k = 1.0 \text{ m/d}$ ; dla przepływu w kierunku poprzecznym jest przynajmniej o rząd wielkości niższy.

## V. Ocena technicznych właściwości podłoża

W obrębie gruntów rodzimych, budujących podłoże badanego obszaru, wydzielono 7 warstw geotechnicznych.

**WARSTWA I** to deluwialne i zwałowe piaski drobne (FSa wg PN-EN 1997-2), wilgotne i nawodnione, średniozagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D = 38\%$ . Są to grunty nośne, występują w 13 otworach (nr 2 – 5, 9, 10, 13, 14 i 16 – 20), budując przeważającą część deluwialnej pokrywy, a lokalnie w otworze nr 17 także płytką warstwę piasków zwałowych; ich miąższość wynosi od 0.3 do 2.6 m (najwięcej w otworze nr 17).

**WARSTWA II** to zwałowe piaski pylaste (siSa wg PN-EN 1997-2), nawodnione, zagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D = 70\%$ . Są to grunty nośne, występują lokalnie w otworach nr 15 i 18, budując głębokie (7.5 i 4.6 m p.p.t.) śródglinowe warstwy o miąższości do 1.8 m.

**WARSTWA III** to deluwialne gliny piaszczyste (saCl wg PN-EN 1997-2), często z domieszką humusu (orsaCl), wilgotne, w stanie plastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji  $I_C = 0.64$ . **Są to grunty o obniżonej nośności**, występują w 8 otworach (nr 1, 6, 7, 11, 12, 15, 18 i 19), budując partie deluwialnej pokrywy o miąższości od zaledwie 0.3 m, do 6.8 m w otworze nr 15.

**WARSTWA IV** to zwałowe gliny piaszczyste (saCl), wilgotne, w stanie twardoplastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji  $I_C = 0.78$ . Gliny warstwy IV są gruntami nośnymi, budują głębsze partie podłoża o miąższości od 0.4 do ponad 3.0 m w 9 otworach (2, 5, 7, 9, 15 i 17 – 20).

**WARSTWA V** to zwałowe gliny pylaste (saclSi wg PN-EN 1997-2), wilgotne, w stanie twardoplastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji  $I_C = 0.77$ . Są to grunty nośne, występują w 6 otworach (nr 6, 8, 10 – 12 i 16); ich miąższość wynosi 1.3 – 6.9 m (najwięcej w otworze nr 11).

**WARSTWA VI** to zwałowy porwak ilów pylastych (siCl wg PN-EN 1997-2) wieku oligoceńskiego, wilgotnych, w stanie twardoplastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji  $I_C = 0.89$ . Są to grunty nośne, budują najgłębsze partie objętej badaniami strefy, poniżej 3.6 m p.p.t., lokalnie w otworze nr 6.

**WARSTWA VII** to zwałowe piaski gliniaste (clsiSa wg PN-EN 1997-2), mało wilgotne, w stanie półzwałowym, o obliczeniowej wartości wskaźnika konsolidacji  $I_C = 1.00$ . Są to grunty nośne, budują głębsze partie podłoża, poniżej 1.2 m p.p.t., lokalnie w rejonie otworów nr 3 i 4.

Ponadto w obrębie nasypów niekontrolowanych, ich partie złożone w przewadze z gruntów mineralnych wydzielono jako kolejną warstwę:

**Warstwa Mg1** to nasypowe humusowe piaski drobne [Mg(orFSa)], wilgotne, średniozagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D = 36\%$ . Są to grunty nośne, budują całą miąższość nasypów (1.2 m) w profilu otworu nr 1.

Podział geotechniczny nie objął także bagiennych namulów organicznych [Or(Nm) wg PN-EN 1997-2], zalegających w dnie dolinki erozyjnej w otworach nr 13 i 14. Są to grunty słabonośne, bardzo ściśliwe, które pomimo obciążenia deluwialnymi piaskami, uległy konsolidacji jedynie w niewielkim stopniu. Na podstawie ścinów bez filtracji wody, wykonanych sondą ITB-ZW, obliczono średnią wartość wytrzymałości na ścinanie  $T_{max}$  dla namulów, wynoszącą 87 kPa. Na podstawie tej wartości określić można dla namulów organicznych następujące wartości najważniejszych parametrów geotechnicznych:

- gęstość objętościowa  $\gamma$   $1.25 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$
- edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej  $M_0$   
dla obciążeń 50 – 100 kPa  $700 \text{ kPa}$
- kąt tarcia wewnętrznego  $\phi = 5^\circ$
- spójność  $c_u = 12 \text{ kPa}$

Rozprzestrzenienie i układ warstw przedstawiono na przekrojach geotechnicznych I – VIII w skali 1:100/1000 (załączniki 4 - 10).

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 gruntów spoistych wyprowadzono z wartości wytrzymałości gruntu na ścinanie bez odpływu wody, obliczonej na podstawie ścinów 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 glin warstwy III, „B” dla gruntów warstw IV, V i VII, oraz „D” dla ilów w-wy VI).



Nazwa parametru	Warstwa I	Warstwa II	Warstwa III
Rodzaj gruntu	FSa	siSa	saCl
Stopień zagęszczenia $I_D$	<b>38%</b>	<b>70%</b>	-
Wskaźnik konsystencji $I_C$	-	-	<b>0.64</b>
Wilgotność naturalna $w_n$ (%) dla gruntu: - wilgotnego - nawodnionego	16 24	- 22	17 -
Gęstość objętościowa $\rho$ (t * m <sup>-3</sup> ) dla gruntu: - wilgotnego - nawodnionego	1.75 1.90	- 2.00	2.10 -
Kąt tarcia wewnętrznego $\phi$ (°)	29.81	31.40	12.24
Spójność $c_u$ (kPa)	-	-	11.63
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej $M_0$ (kPa)	49157	88639	20848
Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu $E_0$ (kPa)	36692	65818	14593
Współczynnik nośności $N_D$	18.03	21.64	3.04
Współczynnik nośności $N_B$	7.32	9.46	0.33
Współczynnik nośności $N_C$	-	-	9.41

Nazwa parametru	W-wa IV	W-wa V	W-wa VI	W-wa VII
Rodzaj gruntu	saCl	sacSi	siCl	clsiSa
Wskaźnik konsystencji $I_C$	<b>0.78</b>	<b>0.77</b>	<b>0.89</b>	<b>1.00</b>
Wilgotność naturalna $W_n$ (%)	12	20	33	10
Gęstość objętościowa $\rho$ (t * m <sup>-3</sup> )	2.20	2.10	1.90	2.20
Kąt tarcia wewnętrznego $\phi$ (°)	17.95	17.65	11.55	19.80
Spójność $c_u$ (kPa)	30.92	30.34	53.85	36.00
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej $M_0$ (kPa)	35434	34103	29971	59191
Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu $E_0$ (kPa)	26930	25918	16933	44986
Współczynnik nośności $N_D$	5.24	5.09	2.82	6.28
Współczynnik nośności $N_B$	1.03	0.98	0.28	1.42
Współczynnik nośności $N_C$	13.06	12.83	8.89	14.65

Nazwa parametru	Warstwa Mg1
Rodzaj gruntu	Mg(FSa)
Stopień zagęszczenia $I_D$	36%
Wilgotność naturalna $w_n$ (%)	16
Gęstość objętościowa $\rho$ ( $t \cdot m^{-3}$ )	1.75
Kąt tarcia wewnętrznego $\phi$ ( $^\circ$ )	29.70
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej $M_0$ (kPa)	47144
Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu $E_0$ (kPa)	35175
Współczynnik nośności $N_D$	17.82
Współczynnik nośności $N_B$	7.20

## VI. WNIOSKI

1. W podłożu projektowanych dróg osiedlowych i uzbrojenia w rejonie ulic Turkusowej – Wrzosowej w Warzemicach występują zwałowe gliny piaszczyste (saCl) i gliny pylaste (saclSi), a podrzędnie także piaski gliniaste (clsiSa), ily pylaste (siCl), piaski pylaste (siSa) i piaski drobne (FSa); przykryte deluwialnymi piaskami drobnymi i glinami piaszczystymi, a lokalnie także bagiennymi namułami organicznymi o miąższości 1.0 – 1.2 m. ki średnie (MSa) i podrzędnie piaski pylaste (siSa), lokalnie podścielone zwałowymi piaskami ilastymi (clSa), glinami piaszczystymi (saCl) i piaskami gliniastymi (clsiSa).

2. Warunki gruntowe są korzystne. W podłożu projektowanych ulic i sieci zalegają wyłącznie grunty mineralne, w pełni nośne lub o nośności ograniczonej, jednak w pełni wystarczającej dla posadowienia elementów projektowanych sieci. Bagiennie namuły organiczne zalegają jedynie w miejscu projektowanego zbiornika wód deszczowych, przy czym przypadają powyżej poziomu dna zbiornika.

3. Warunki wodne są zróżnicowane. W 9 spośród 20 wykonanych dla niniejszej opinii otworów (nr 1, 3, 4, 8, 10 – 12, 16 i 20) do głębokości 2.5 – 7.5 m p.p.t. brak jakichkolwiek przejawów wody. W 6 otworach (nr 2, 5, 6, 7, 9 i 19) występują jedynie sączenia wody na głębokości od 0.8 m p.p.t. w otworze nr 7, do 2.4 m p.p.t. w otworze nr 9. Tylko w 5 otworach stwierdzono wodę o zwierciadle swobodnym (w otworach nr 13, 14 i 17), lub napiętym, stabilizującym się na głębokości 0.7 – 1.9 m p.p.t. Woda ta występuje głównie w dnie wytopiska i dolinki erozyjnej.

W okresach obfitych roztopów, oraz długotrwałych, intensywnych opadów, poziom wody w otworach nr 13 – 15, 17 i 81 może podnosić się maksymalnie o ok. 0.6 m w stosunku do stanu stwierdzonego podczas prac polowych, do głębokości ok. 0.1 – 1.3 m p.p.t. W okresach takich znacznie liczniejsze będą również sączenia wody infiltracyjnej stropowych partiach podłoża, występujące szczególnie na stropie słabo przepuszczalnych gruntów spoistych.

Warunki wodne są niekorzystne dla budowy sieci jedynie w rejonie otworów nr 13, 14, 15, 17 i 18, gdzie konieczne będzie odwodnienie wykopów, najlepiej za pomocą igłofiltrów, lub – w przypadku zagłębiania komory przepompowni – otoczenie wykopu ścianką szczelną.

4. 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 dróg są dobre, tylko w rejonie otworów nr 17, i 18 przeciętne. W miejscu otworów nr 13 i 14, gdzie woda występuje najpłycej, nie projektuje się budowy dróg.

W strefie oddziaływania podłoża na nawierzchnie podatne w rejonie otworów nr 5, 6, 7, 8, 11, 12, 15 i 18 zalegają grunty wysadzinowe, w pozostałej części tras dróg występują grunty niewysadzinowe.

W świetle kryteriów ww. rozporządzenia podłoże dróg w rejonie otworów nr 5, 6, 7, 8, 11, 12, 15, 17 i 18 zaliczyć należy do grupy nośności G3. Podłoże dróg w rejonie otworów nr 1 – 4, 9, 10, 16, 19 i 20 należy do grupy nośności G1.

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 sieci są obiektem należącym do drugiej kategorii geotechnicznej, a stwierdzone w podłożu warunki gruntowe są proste, także w poziomie dna zbiornika wód deszczowych, który przypada poniżej zalegającej tam warstwy bagiennych namulów organicznych.

4. 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