

**O P I N I A**  
**geotechniczna do projektu budowlanego**  
**kanalizacji deszczowej w ulicy Bratkowej**  
**w Dołujach, gm. Dobra Szczecińska, powiat Police, woj.**  
**zachodniopomorskie**

Opracował:

**Szczecin, luty 2013 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 - 3. Mapa dokumentacyjna w skali 1:1000 (2 ark.)
- 4. Objasnienie symboli i znaków użytych na przekrojach
- 5. Przekroje geotechniczne I - II w skali 1:100/1000
- 6. Profil geotechniczny otworu nr 7 w skali pionowej 1:100
- 7 - 8. Karty otworów (2 ark.)
- 9 - 14. Wyniki sondowań DPL i FVT (6 ark.)
- 15. Obliczenie wytrzymałości na ścinanie  $T_{\max}$  dla warstw I - III i V

## **I. Wstęp**

Celem niniejszej opinii jest ustalenie geotechnicznych warunków posadowienia projektowanej kanalizacji deszczowej w ulicy Bratkowej w Dołujach, oraz osadnika na istniejącym już kanale. Głębokość kanałów i studni wynosić będzie ok. 2.0 – 2.5 m p.p.t. Opinia służyć ma do projektu budowlanego inwestycji.

W ramach prac polowych w dniach 2013.02.08, 11 i 18 wykonano 7 otworów (sondowań próbnikiem przelotowym RKS) do głębokości 3.0 - 7.0 m p.p.t. (łącznie 27.0 mb), 1 sondowanie mechaniczną sondą udarową DPL (wg PN-EN 1997-2 i EN ISO 22476-2) do głębokości 2.0 m p.p.t., 7 sondowań sondą krzyżakową FVT (wg PN-EN 1997-2) do głębokości 2.5 – 7.0 m p.p.t. (17.5 mb) wraz z 39 ścinaniami gruntów spoistych. Ponadto przy otworach nr 2 i 3 wykonano 2 sondowania sondą udarowo – obrotową ITB-ZW ze standardową końcówką krzyżakową do głębokości 1.5 – 5.5 m p.p.t. (3.5 mb), z 9 ścinaniami gruntów organicznych. Sonda ITB-ZW nie jest wprawdzie sprzętem zalecanym przez PN-EN 1997-2, umożliwia jednak badania słabych gruntów organicznych, w których mała końcówka sondy FVT nie daje mierzalnych wyników oporu ścinania. Punkty otworów wytyczono w nawiązaniu do szczegółów terenowych i punktów granicznych działek, oraz zaniwelowano do pokryw studzienek telekomunikacyjnych w pobliskich ulicach, 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 ścinań, obliczenia geotechniczne, oraz opracowanie załączników i tekstu opinii. Na tym etapie wykorzystano archiwalny otwór nr 3 z archiwalnej dokumentacji geotechnicznych warunków posadowienia do projektu budowlanego budynku jednorodzinnego na działce nr 186/166 w Dołujach, opracowanej przez ArtGeo w marcu 2011 r. Otwór z dokumentacji archiwalnej włączono do przekroju geotechnicznego II, oznaczając go dodatkowo literą "A".

Opinię niniejszą wykonano w 4 egzemplarzach.

## **II. Położenie i morfologia terenu badań**

Badany teren obejmuje wschodnią i środkową część ul. Bratkowej (działka nr 696) o długości ok. 330 m, oraz oddaloną o ok. 150 m lokalizację osadnika na zachodnim krańcu ulicy. Całość badanego obszaru położony jest na gruntach wsi Dołuje, gm. Dobra Szczecińska, pow. Police, woj. zachodniopomorskie.

Pod względem geomorfologicznym jest to fragment zachodniego zbocza Wału Stobniańskiego - moreny czołowej spiętrzonej, ciągnącej się od Bezrzecza na północy, przez Skarbimierzyc, Stobno, Bobolin i Smolęcin do Siadła Dolnego.

Jedna z lokalnych kulminacji Wału Stobniańskiego, położona bezpośrednio na zachód od Skarbimierzyc (1200 m na wschód od wschodniego krańca badanej trasy), osiąga rzędną 63.8 m n.p.m. Rzeźbę Wału urozmaicają liczne zagłębienia wytopiskowe, powstałe po ustąpieniu lądolodu ostatniego zlodowacenia w miejscach, gdzie zalegały niewielkie bryły

martwego lodu. Trasa projektowanej kanalizacji przebiega po wschodnim stoku i dnie lokalnego obniżenia wytopiskowego; osadnik usytuowany w najniższej partii stoku Wału..

Rzędne otworów wykonanych wzdłuż trasy kanału wahają się od 34.42 m n.p.m. (otwór nr 1), do 47.52 m n.p.m. (otw. nr 6), deniwelacja terenu na długości kanału wynosi 13.10 m. Zlokalizowany w miejscu osadnika otwór nr 7 przypada o 3.64 m poniżej dolnego końca kanału, na rzędnej 30.78 m n.p.m. Deniwelacja w obrębie całego objętego badaniami obszaru wynosi 16.74 m.

Ulica Bratkowa, mająca stanowić oś zespołu nowo wydzielonych parcel pod zabudowę jednorodzinną, jest pasem gruntu na znacznej części pozbawionym jakiegokolwiek, nawet gruntowej, jezdni, tylko w wyższych partiach, w rejonie pojedynczych zrealizowanych już domów, ulepszona jest nasypem z gruzu. Odcinek ulicy przebiegający dnem wytopiska podtopiony jest przez wodę, której głębokość na południowym skraju pasa drogi dochodzi w rejonie otworu nr 2 do ok. 1 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, oraz holocenyjskie utwory deluwialne i bagiennie.

Utwory zwałowe, zalegające na całym badanym terenie pod pokrywą deluwii, poniżej 1.1 – 6.6 m p.p.t. (najpłycej w otworze nr 5); tylko w archiwalnym otworze nr 3/A, oddalonym o ok. 80 m na północ od ul. Bratkowej utwory zwałowe budują cały profil gruntów rodzimych. Utwory zwałowe to wyłącznie grunty spoiste – przede wszystkim glaciektoniczny porwak oligocenyjskich iłów pylastych (siCl wg PN-EN 1997-2), zalegający w otworach nr 1 – 6 i 3/A (na całej długości projektowanego kanału) poniżej głębokości 1.1 – 6.6 m p.p.t. Porwaka iłów nie przewiercono go głębokości 3.0 – 7.0 m p.p.t. W miejscu projektowanego osadnika (otwór nr 7) zamiast porwaka iłów w głębszych partiach utworów zwałowych, poniżej 2.5 m p.p.t., zalega piasek gliniasty (clsiSa wg PN-EN 1997-2). Iły pylaste zalegają w otworach nr 2 – 6 bezpośrednio pod utworami deluwialnymi, jedynie w otworach nr 6, 7 i 3/A na stropie iłu pylastego i piasku gliniastego leży cienka (0.3 – 1.0 m) warstwa glin pylastych (saclSi wg PN-EN 1997-2) – glina pylasta na iłach to sekwencja warstw typowa dla zaburzonych glaciektonicznie wzniesień Wału Stobniańskiego i Wysoczyzny Warszawskiej.

Utwory deluwialne, powstałe w holocenie przez splukiwanie i spelzywanie gruntów ze stoków Wału i akumulowane zwłaszcza w dnie wytopiskowego obniżenia, występują we wszystkich wykonanych dla niniejszej opinii otworach, budując na stropie zwałowych iłów pylastych i glin pylastych ciągłą pokrywę o miąższości od 0.9 m w otworze nr 6, do 1.7 m w otworze nr 2. W otworze nr 3 miąższość deluwii jest jeszcze większa (łącznie 2.7 m), jednak tworzą one tam dwie warstwy (1.6 i 1.1 m), rozdzielone grubą serią bagiennych gruntów organicznych (łączna miąższość deluwii i utworów bagiennych wynosi w tym otworze 3.5 m). Utwory deluwialne to niemal w całości grunty spoiste – gliny piaszczyste (saCl wg PN-EN 1997-2), niekiedy z charakterystycznymi dla deluwii cienkimi (poniżej 1

cm) warstewkami piasku (saCl//FSa, w otworze nr 2), często z domieszką humusu (orsaCl). Gliny piaszczyste występują we wszystkich wykonanych otworach, ich miąższość waha się od 0.4 m w otworze nr 6, do 1.7 m w otworach nr 2 i 4. Tylko w otworach nr 6 i 7 w stropowych partiach deluwialnej pokrywy (1.3 – 1.8 m p.p.t.) zalega piasek drobny humusowy (orFSa wg PN-EN 1997-2) o miąższości 0.2 - 0.5 m. Deluwialny piasek to grunt równoziarnisty, o niskim współczynniku jednorodności uziarnienia  $C_U$  (PN-EN 1997-2 określa tego rodzaju piaski o  $C_U < 6.0$  jako „grunty źle uziarnione”). Utworów deluwialnych brak jedynie poza badaną trasą, w archiwalnym otworze nr 3/A.

W otworach nr 2 i 3 w dnie wytopiskowego obniżenia, na stropie deluwialnych glin leżą bagienne grunty organiczne (Or wg PN-EN 1997-2) o łącznej miąższości 0.8 – 1.9 m, wykształcone jako torfy turzycowe o średnim stopniu rozkładu [Or(T)], oraz jako namuły organiczne [Or(Nm)]. Namuły budują stropowe partie utworów bagiennych o miąższości 0.4 m w otworze nr 2, oraz partie spągowe o miąższości 0.8 m w otworze nr 3. Torfy zalegają w otworze nr 2 w spągu utworów bagiennych (ich miąższość wynosi tam 0.4 m), oraz w ich partiach stropowych o miąższości 1.1 m w otworze nr 3. Bagienne grunty organiczne leżą w profilu otworu nr 2 na stropie deluwialnych glin piaszczystych, natomiast w otworze nr 3 rozdzielają dwie ich warstwy, zalegając na głębokości 3.6 – 5.5 m p.p.t.

Na stropie gruntów rodzimych leżą z reguły nasypy niekontrolowane o miąższości 0.6 – 2.0 m (najwięcej w otworze nr 3), złożone głównie z gruzu, jedynie w otworze nr 3 poniżej 0.6 m p.p.t. z gliny piaszczystej humusowej przemieszanej z gruzem i piaskiem. Nasypów brak jedynie w otworze nr 5, gdzie na powierzchni terenu zalega deluwialna glina piaszczysta humusowa (orsaCl).

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

W podłożu badanego terenu stwierdzono na ogół niekorzystne warunki wodne. W otworach nr 2, 3, 6 i 7 zwierciadło wody infiltracyjnej, podpartej przez słabo przepuszczalne grunty spoiste, stabilizuje się płytko i bardzo płytko, na głębokości od 0.2 i 0.3 m p.p.t. odpowiednio w otworach nr 2 i 3, do 1.2 i 0.6 m p.p.t. w otworach nr 6 i 7. Woda ta przesyca nasypy niekontrolowane i deluwialne piaski (w otworze nr 6). W otworach nr 1, 4, i 5 występują jedynie obfite sączenia wody infiltracyjnej na stropie i w obrębie glin i ilów, na głębokości 0.6 – 2.7 m p.p.t. Także w archiwalnym otworze nr 3/A zaobserwowano w marcu 2011 r. sączenie na głębokości 0.4 m p.p.t. W dnie wytopiskowego zagłębienia, na południe od otworu nr 1, woda podtapia powierzchnię terenu na głębokość ponad 1.0 m.

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.

Ilość i poziom przejawów wody, jakie stwierdzono podczas prac polowych, uznać należy za zwiększone w stosunku do stanu przeciętnego w uwagi na niedawne roztopy grubej pokrywy śnieżnej. Maksymalny poziom zwierciadła wody w otworach nr 2, 3 6 i 7 przypada jeszcze o ok. 0.2 – 0.3 m w stosunku do stanu stwierdzonego w otworach, na głębokości ok. 0.0 – 0.9 m p.p.t. (oznacza to, że także w miejscu otworu nr 2 woda może podtapiać

powierzchnię terenu). Stan taki może mieć miejsce w okresach szczególnie obfitych roztopów i długotrwałych, intensywnych opadów deszczu.

Dla nawodnionych deluwialnych piasków drobnych humusowych (orFSa) należy dla celów odwodnień wykopów przyjąć wartość współczynnika filtracji  $k = 4.0$  m/d.

## V. Ocena technicznych właściwości podłoża

W obrębie gruntów rodzimych, budujących podłoże badanego terenu, wydzielono 6 warstw geotechnicznych:

**WARSTWA I** to deluwialne piaski drobne humusowe (orFSa wg PN-EN 1997-2), nawodnione, średniozagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia  $I_b = 44\%$ . Są to grunty nośne, budują stropowe partie rodzimego podłoża o miąższości 0.2 - 0.5 m lokalnie w otworach nr 6 i 7.

**WARSTWA II** to deluwialne gliny piaszczyste humusowe (orsaCl wg PN-EN 1997-2), niekiedy z warstewkami piasku drobnego (saCl//FSa), wilgotne, w stanie plastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji  $I_c = 0.49$ . **Są to grunty o znacznie obniżonej nośności**, występują w otworach nr 2, 3, 5 i 7, budując z reguły stropowe partie rodzimych gruntów mineralnych o miąższości 0.3 – 1.7 m (najwięcej w otworze 2).

**WARSTWA III** to deluwialne gliny piaszczyste (saCl wg PN-EN 1997-2), wilgotne, w stanie twardoplastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji  $I_c = 0.77$ . Są to grunty nośne, występują w otworach nr 1, 3, 4, 5 i 6, zalegając w głębszych partiach deluwii. Miąższość glin w-wy III wynosi 0.4 – 1.7 m (najwięcej w otworze nr 4).

**WARSTWA IV** to zwałowe gliny pylaste (sacI Si wg PN-EN 1997-2), wilgotne, w stanie twardoplastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji  $I_c = 0.81$ . Gliny warstwy IV są gruntami nośnymi, występują w otworach nr 1, 7 i 3/A, budując stropowe partie utworów zwałowych o miąższości 0.4 – 1.0 m.

**WARSTWA V** to zwałowy porwak oligoceńskich ilów pylastych (siCl wg PN-EN 1997-2), wilgotnych, w stanie twardoplastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji  $I_c = 0.94$ . Ily warstwy V są gruntami nośnymi, budują najgłębsze partie objętej badaniami strefy w otworach nr 1 – 6 i 3/A, zalegając poniżej głębokości 1.1 – 6.6 m p.p.t. (najpłycej w otworze nr 5).

**WARSTWA VI** to zwałowe piaski gliniaste (clsiSa wg PN-EN 1997-2), mało wilgotne, w stanie półzwałowym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji  $I_c = 1.00$ . Piaski gliniaste warstwy VI są gruntami nośnymi, występują lokalnie w otworze nr 7 w miejscu projektowanego osadnika, budując głębsze partie podłoża, poniżej 2.5 m p.p.t.

Całość nasypów niekontrolowanych (Mg wg PN-EN 1997-2), złożonych w przewadze z gruzu, pozostawiono poza powyższym podziałem geotechnicznym. Nasypy cechuje bowiem wysoce niejednorodny skład, oraz – w miejscach ich większej miąższości – całkowity brak konsolidacji.

Podział geotechniczny nie objął także bagiennych torfów i namulów organicznych [Or(T) i Or(Nm) wg PN-EN 1997-2], zalegających w dnie wytopiska w otworach nr 2 i 3. Są to grunty słabonośne, bardzo ściśliwe, które mimo częściowego obciążenia deluwialnymi glinami uległy konsolidacji jedynie w niewielkim stopniu – świadczy o tym wynosząca ok. 1.5 m wielkość osiadań, jakie następowały po nawożeniu nasypów na dno wytopiska. Na podstawie ścinań bez filtracji wody, wykonanych sondą ITB-ZW, obliczono średnią wartość wytrzymałości na ścinanie  $T_{\max}$  tych gruntów, wynoszącą 44 kPa dla torfów i 61 kPa dla namulów. Na podstawie tych wartości, oraz analogii z archiwalnymi wynikami badań laboratoryjnych analogicznych gruntów z rejonu Dołuj, określić można dla torfów i namulów następujące wartości najważniejszych parametrów geotechnicznych:

- zawartość części organicznych  $I_{om}$                       50% dla torfu i 15% dla namułu
- wilgotność naturalna  $w_n$                               200% dla torfu i 120% dla namułu
- gęstość objętościowa  $\gamma$                                 1.1 t\*m<sup>-3</sup> dla torfu i 1.2 t\*m<sup>-3</sup> dla namułu
- edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej  $M_0$   
dla obciążeń 50 – 100 kPa                              600 kPa dla torfu i 1000 kPa dla namułu
- kąt tarcia wewnętrznego                                 $\phi = 3^\circ$
- spójność     $c_u = 12$  kPa.

Rozprzestrzenienie i sposób zalegania warstw ilustrują załączone przekroje geotechniczne I - II w skali 1:100/1000, oraz profil geotechniczny otworu nr 7 w skali pionowej 1:100 (załączniki 5 - 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 poniżej zwierciadła wody gruntowej.

Wartości obliczeniowe stopnia plastyczności glin piaszczystych 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).

Nazwa parametru	W-wa I	W-wa II	W-wa III	W-wa IV	W-wa V	W-wa VI
Rodzaj gruntu	FSa	saCl	saCl	sacI Si	siCl	siCl Sa
Stopień zagęszczenia $I_D$	<b>44%</b>	-	-	-	-	-
Wskaźnik konsolidacji $I_c$	-	<b>0.491</b>	<b>0.768</b>	<b>0.806</b>	<b>0.935</b>	<b>1.00</b>
Wilgotność naturalna $W_n$ (%)						
- wilgotnego	-	17	12	20	33	10
- nawodnionego	24	-	-	-	-	-
Gęstość objętościowa $\rho$ (t * m <sup>-3</sup> )						
- wilgotnego	-	1.890	1.980	1.890	1.710	1.980
- nawodnionego	1.710	-	-	-	-	-
Kąt tarcia wewnętrznego $\phi$ (°)	27.30	9.53	13.16	16.84	10.99	19.80
Spójność $c_u$ (kPa)	-	8.35	14.85	29.20	50.94	36.00
Edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej $M_0$ (kPa)	54176	15210	25815	35296	30460	59191
Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu $E_0$ (kPa)	40439	10647	18070	26824	17210	44986
Współczynnik nośności $N_D$	13.66	2.37	3.31	4.70	2.63	6.28
Współczynnik nośności $N_B$	4.91	0.17	0.40	0.84	0.24	1.42
Współczynnik nośności $N_C$	-	8.14	9.90	12.23	8.41	14.65

## VI. WNIOSKI

1. W podłożu projektowanej kanalizacji deszczowej i osadnika w ulicy Bratkowej w Dołujach występują zwałowe iły pylaste (siCl - glacitektoniczny porwak osadów wieku oligoceńskiego) i podrzędnie piaski gliniaste (clsiSa) i gliny pylaste (sacI Si); przykryte deluwialnymi glinami piaszczystymi (saCl), a w dnie wytopiska także bagiennym torfem i namulem. Na gruntach rodzimych leżą nasypy niekontrolowane o miąższości do 2.0 m.



**2.** Warunki wodne są mało korzystne w rejonie otworów nr 2, 3, 6 i 7; gdzie zwierciadło wody gruntowej występuje na głębokości 0.2 – 1.2 m p.p.t., powyżej elementów projektowanej kanalizacji. W otworach nr 1, 4, i 5 występują obfite sączenia wody infiltracyjnej na stropie i w obrębie glin i ilów, na głębokości 0.6 – 2.7 m p.p.t. Także w archiwalnym otworze nr 3/A zaobserwowano w marcu 2011 r. sączenie na głębokości 0.4 m p.p.t. W dniu wytopiskowego zagłębienia, na południe od otworu nr 1, woda podtapia powierzchnię terenu na głębokość ponad 1.0 m.

Na części trasy – w dniu zagłębienia wytopiskowego - budowa projektowanego kanału wymagać będzie odwodnienia wykopów. Z uwagi na zalegające w tym rejonie grunty organiczne celowe będzie zastosowanie jako czasowej obudowy wykopu ścianki szczelnej, zagłębionej do stropu ilów pylastych.

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 dobre w rejonie otworów nr 1, 4 i 5; przeciętne w rejonie otworu nr 6, natomiast złe w rejonie otworów nr 2, 3 i 7.

**3.** Warunki gruntowe dla budowy kanału są zróżnicowane. Warunki dobre stwierdzono w rejonie otworów nr 1, 4, 5, 6 i 7; gdzie w poziomie posadowienia zalegają grunty nośne, lub grunty o nośności wprawdzie obniżonej, lecz w pełni wystarczającej dla posadowienia rur i studni. Warunki niekorzystne stwierdzono w dniu wytopiska w otworach nr 2 i zwłaszcza nr 3, gdzie zalegają słabonośne torfy i namuły organiczne. W rejonie tym konieczna będzie wymiana gruntu (wysoce wskazana także z uwagi na konieczność przygotowania podłoża nawierzchni ulicy), lub podwieszenie kanału w kieszeni z geotkaniny.

Całość gruntów wydobytych z wykopów będzie nieprzydatna na zasypki wykonywane w strefie jezdni, poboczy i chodników ulicy.

Podłoże ulicy w świetle kryteriów ww. rozporządzenia MTiGM zaliczyć należy do grup nośności G3 – G4; zalegające w otworach nr 2 i 3 grunty organiczne pozostają poza ww. klasyfikacją gruntów na podłoża drogowe i podłoże musi zostać uzdatnione poprzez wymianę gruntu, lub przynajmniej wzmocnione za pomocą materiałów geotekstylnych (np. materace z piasku w geotkaninie).

**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) projektowana kanalizacja jest obiektem należącym 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: