

O P I N I A
geotechniczna do projektu budowlanego
kanalizacji deszczowej w rejonie ulic Paproci -
- Tulipanowej w Dobrej Szczecińskiej,
powiat Police, woj. zachodniopomorskie

Opracował:

Szczecin, styczeń 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. Mapa dokumentacyjna w skali 1:1000
3. Objasnienie symboli i znaków użytych na przekrojach
4. Przekrój geotechniczny P1 w skali 1:100/1000
5. Przekroje geotechniczne P2 – P3 w skali 1:100/1000
6. Przekrój geotechniczny P4 w skali 1:100/1000
7. Przekrój geotechniczny P5 w skali 1:100/1000
8. Przekrój geotechniczny P6 w skali 1:100/1000
9. Przekrój geotechniczny P7 w skali 1:100/1000
10. Przekrój geotechniczny P8 w skali 1:100/1000
11. Przekrój geotechniczny P9 w skali 1:100/1000
12. Przekroje geotechniczne P10 – P11 w skali 1:100/1000
13. Przekroje geotechniczne P12 – P13 w skali 1:100/1000
- 14 - 21. Karty otworów (8 ark.)
- 22 - 48. Wyniki sondowań DPL (27 ark.)
- 49 – 50. Wyniki sondowań DPH (2 ark.)
51. Wyniki sondowań FVT
- 52 - 53. Obliczenie stopnia zagęszczenia I_D i wytrzymałości na ścinanie T_{max} dla warstw II i V

I. Wstęp

Celem niniejszej opinii jest ustalenie geotechnicznych warunków posadowienia projektowanej kanalizacji deszczowej osiedla domów jednorodzinnych w rejonie ulic Paproci – Tulipanowej w Dobrej Szczecińskiej, zbiornika wód deszczowych na północnym skraju osiedla, oraz wylotu wód deszczowych do Małej Gunicy. Głębokość kanałów i studni wynosić będzie ok. 2.0 – 2.5 m p.p.t.; przepompownia zagłębiona będzie do ok. 5.0 m p.p.t. Opinia służyć ma do projektu budowlanego inwestycji.

W ramach prac polowych w dniach 2012.12.12 - 31 wykonano 35 otworów (sondowań próbnikiem przelotowym RKS) do głębokości 3.0 - 6.0 m p.p.t. (łącznie 127.0 mb), 34 sondowania mechaniczną sondą udarową DPL (wg PN-EN 1997-2 i EN ISO 22476-2) do głębokości 1.5 – 4.0 m p.p.t. (115.5 mb), 3 sondowania mechaniczną sondą udarową DPH (wg ww. norm) do głębokości 3.0 – 6.0 m p.p.t. (9.0 mb); oraz 3 sondowania sondą krzyżakową FVT (wg PN-EN 1997-2) do głębokości 3.0 – 4.0 m p.p.t. (3.2 mb) wraz z 8 ścinaniami gruntów spoistych. Punkty otworów wytyczono w nawiązaniu do szczegółów terenowych i punktów granicznych działek, oraz zaniwelowano do pokryw studzienek telekomunikacyjnych w badanych 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. Opinię niniejszą wykonano w 4 egzemplarzach.

II. Położenie i morfologia terenu badań

Badany teren obejmuje ulice i niezabudowany fragment osiedla domów jednorodzinnych na północno – zachodnim skraju wsi Dobra Szczecińska, pow. Police, woj. zachodniopomorskie.

Projektowane kanały deszczowe przebiegać będą wzdłuż ulic Paproci, Kameliowej, Konwaliowej, Frezjowej i Tulipanowej

Pod względem geomorfologicznym badany obszar stanowi fragment dna wypełnionej osadami rzecznyymi i lokalnie bagiennymi doliny o szerokości ok. 1300 m, będącej wysuniętym najdalej na południe płatem średniego poziomu terasowego równiny akumulacyjnej Puszczy Wkrzańskiej. Dolinę tę od wschodu i od zachodu otacza falista wysoczyzna morenowa, osiągająca w kulminacji na północ od Dobrej rzędną 35.9 m n.p.m. Niemal płaskie dno doliny, zbudowane z rzecznych piasków i niekiedy gruntów organicznych, nachylone jest lekko na północ. Rzędne wykonanych otworów wahają się od 13.98 m n.p.m. (otwór nr 4 w miejscu projektowanego zbiornika wód deszczowych na północnym skraju osiedla), do 17.63 m n.p.m. (otw. nr 35 na południowym skraju); deniwelacja w obrębie całego osiedla wynosi 3.65 m.

Ulice, w obrębie których poprowadzone zostaną projektowane kanały, są drogami gruntowymi ulepszonymi tłuczniami i gruzem. W ulicach przebiega kanalizacja sanitarna, sieć wodna, elektryczna i telekomunikacyjna.

III. Opis budowy geologicznej

Na podstawie wykonanych wyrobisk, oraz analizy materiałów kartograficznych stwierdzono, że podłoże badanego terenu budują osady wieku czwartorzędowego, wykształcone jako plejstoceny utwory zwałowe, późnoplejstoceny utwory rzeczne, oraz holoceny utwory bagienne.

Utwory zwałowe, budujące z pewnością głębsze podłoże całego badanego obszaru, zalegają z reguły poniżej objętej badaniami strefy, ich strop osiągnięto tylko lokalnie w otworach nr 19 i 25 na południowo – zachodnim skraju osiedla – zalega on na głębokości 2.1 – 2.2 m p.p.t. (tj. na rzędnych 13.90 – 13.98 m n.p.m.). Strop utworów zwałowych obniża się z pewnością ku północy, w kierunku zgodnym z nachyleniem powierzchni terenu. Utwory zwałowe to wyłącznie grunty spoiste – gliny piaszczyste (saCl wg PN-EN 1997-2), których nie przewiercono do głębokości 3.0 m p.p.t.

Na utworach zwałowych leży gruba seria utworów rzecznych, w większości otworów budujących całość objętej badaniami strefy. Utwory rzeczne to niemal wyłącznie grunty niespoiste – piaski drobne (FSa wg PN-EN 1997-2) o miąższości 0.2 - 0.5 m; lokalnie w otworach nr 3 i 5 na północnym skraju osiedla piaski pylaste (siSa wg PN-EN 1997-2). Stropowe partie piasków drobnych w otworach nr 4, 9, 10, 29 i 33, o miąższości 0.2 – 1.2 m, to piaski drobne humusowe (orFSa wg PN-EN 1997-2); w otworze nr 29 piasek drobny zawiera domieszkę ziaren żwiru (grFSa wg PN-EN 1997-2). Lokalnie w otworze nr 5 poniżej głębokości 2.6 m p.p.t. leży madowa glina pylasta z warstewkami piasku pylastego (saClSi//siSa wg PN-EN 1997-2) – jest to osad, który akumulowany był w lokalnych zagłębieniach po wezbraniach wód rzecznych, gdy zawierały one zwiększoną ilość drobnoziarnistych frakcji rumowiska. Miąższość utworów rzecznych waha się od 1.6 m w otworze nr 19, do ponad 3.7 m w otworach nr 11, 18 i 33; serii rzecznej nie przewiercono aż w 33 otworach.

Całość rzecznych gruntów niespoistych, w tym także piasek drobny z domieszką żwiru w otworze nr 29, to grunty o niskim współczynniku jednorodności uziarnienia C_U (PN-EN 1997-2 określa tego rodzaju piaski o $C_U < 6.0$ jako „grunty źle uziarnione”).

W otworach nr 3, 4, 5 i 6 w miejscu projektowanego zbiornika wód deszczowych (w miejscu tym istnieje obecnie mniejszy, sztuczny zbiornik wodny na owalnym rzucie ok. 13 x 25 m) na stropie rzecznych piasków leżą bagienne grunty organiczne (Or wg PN-EN 1997-2) o łącznej miąższości 1.0 – 2.2 m, o zróżnicowanej litologii. Grunty organiczne wypełniają płytkie (ok. 2.0 m) lokalne obniżenie (starorzecze lub małe wytopisko) w terasowej równinie. Utwory bagienne wykształcone są jako humus piaszczysty (saOr wg PN-EN 1997-2) o miąższości 0.4 – 1.3 m (występuje on we wszystkich czterech ww. otworach), jako namuł organiczny [Or(Nm)] w otworze nr 3 (miąższość namułu wynosi 0.9 m), jako torf turzycowy o średnim stopniu rozkładu [Or(T)] o miąższości 0.6 m w otworze nr 6; oraz jako kreda

jeziorna [Or(Kr)] o miąższości 0.2 – 0.8 m w otworach nr 5 i 6. W profilach poszczególnych otworów zalegają kolejno humus piaszczysty i namuł organiczny (otwór nr 3), humus piaszczysty (otw. nr 4), humus piaszczysty i kreda jeziorna (otw. nr 5), oraz humus, torf, kreda jeziorna i ponownie warstwa humusu (otw. nr 6).

Na stropie gruntów rodzimych leżą z reguły nasypy niekontrolowane o miąższości 0.2 – 1.3 m (najczęściej 0.2 – 0.6 m) – jest to przemieszany z piaskiem gruz, tłuczeń lub kamienie, czyli materiał użyty do ulepszenia gruntowej nawierzchni ulic. Nasypów brak jedynie w otworach nr 3 - 6, zlokalizowanych poza ulicami.

IV. Charakterystyka warunków wodnych

W podłożu badanego terenu stwierdzono występowanie wody gruntowej, której zwierciadło - swobodne lub lokalnie w otworze nr 6 napięte przez nadkład torfu i kredy jeziornej - stabilizuje się płytko i bardzo płytko, na głębokości od 0.0 m p.p.t. w otworze nr 22 (oznacza to, że woda podtapia powierzchnię terenu), do 1.2 m p.p.t. w wykonanym na wale przy korycie Małej Gunicy otworze nr 8. Rzędne zwierciadła wody obniżają się – tak jak powierzchnia terenu - w kierunku północnym od 16.92 m n.p.m. w otworze nr 32 na południowym skraju ul. Tulipanowej, do 13.78 m n.p.m. w otworach nr 4 i 6 w miejscu projektowanego zbiornika. Deniwelacja zwierciadła wody gruntowej wynosi 3.14 m i jest tylko o 0.51 m mniejsza od deniwelacji powierzchni terenu.

Podczas prac polowych wody Małej Gunicy przy otworze nr 8 przypadają na rzędnej 14.45 m n.p.m. (wynika stąd, że rzeka w minimalnym stopniu drenaże wodę gruntową w swoim otoczeniu), natomiast zwierciadło wody w zbiorniku wodnym na północnym skraju osiedla przypadało blisko 1.5 m poniżej zwierciadła wody gruntowej w najbliższych otworach, na rzędnej 12.43 m n.p.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.

Dno doliny, w której położone jest osiedle, odwadniane było pierwotnie rzadką siecią rowów melioracyjnych, dla których funkcje odbiornika pełniła Mała Gunica (której koryto stanowi wschodnią granicę terenu osiedla), będąca sztucznie przekopany przez nieznaczne wzniesienie kanałem melioracyjnym. Bardzo małe spadki dna doliny w kierunku północnym, a także likwidacja rowów wskutek zabudowy osiedla, są przyczyną bardzo powolnego odpływu wód gruntowych i infiltracyjnych, które poza bezpośrednimi opadami zasilane są dodatkowo obustronnym dopływem podziemnym ze zboczy doliny. Takie warunki wodne, typowe dla wilgotnych pastwisk, przesądzą o małej przydatności dna doliny dla zabudowy. Mimo to – a także bez jakichkolwiek przedsięwzięć prowadzących do trwałego obniżenia poziomu wody gruntowej (jak np. system drenażu) - obszar ten przeznaczono pod rozległe osiedle domów jednorodzinnych.

Poziom wody gruntowej, jaki stwierdzono podczas prac polowych, uznać należy za lekko (o ok. 0.1 m) podwyższony w stosunku do stanu przeciętnego w uwagi na roztopę grubej pokrywy śnieżnej, jakie miały miejsce w drugiej połowie grudnia 2012 r. 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 rejonie otworów nr 4, 23, 28, 29, 31 i 32 woda może okresowo podtapiać powierzchnię terenu). Stan taki może mieć miejsce w okresach obfitych roztopów i długotrwałych, intensywnych opadów deszczu (powtarzające się podtopienia powierzchni terenu są zjawiskiem typowym dla badanego terenu).

Dla nawodnionych rzecznych piasków drobnych (FSa) należy dla celów odwodnień wykopów przyjąć wartość współczynnika filtracji $k = 6.0$ m/d.

V. Ocena technicznych właściwości podłoża

W obrębie gruntów rodzimych, budujących podłoże badanego terenu, wydzielono 5 warstw geotechnicznych:

WARSTWA I to rzeczne piaski drobne i piaski pylaste (FSa i siSa wg PN-EN 1997-2), niekiedy z domieszką humusu (orFSa), wilgotne i nawodnione, luźne o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 31\%$. Są to grunty o obniżonej nośności, budują stropowe partie mineralnego podłoża o miąższości 0.2 - 1.3 m lokalnie w otworach nr 4, 5, 9 i 33. Piaski w-wy I sięgają głębokości 1.2 – 2.6 m p.p.t. (najgłębiej w otworze nr 5).

WARSTWA II to rzeczne piaski drobne i piaski pylaste (FSa i siSa), wilgotne i nawodnione, średniozagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 44\%$. Są to grunty nośne, występują w niemal wszystkich otworach (brak ich jedynie w otworze nr 5), w większości z nich budując całą miąższość utworów rzecznych w objętej badaniami strefie. Piasków w-wy II nie przewiercono do 3.0 – 4.0 m p.p.t. w 29 otworach.

WARSTWA III to rzeczne piaski drobne i piaski pylaste (FSa i siSa), nawodnione, zagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 64\%$. Są to grunty nośne, występują lokalnie w otworach nr 3, 29 i 33, gdzie budują najgłębsze partie objętej badaniami strefy, poniżej 1.5 – 5.0 m p.p.t.

WARSTWA IV to rzeczne gliny pylaste z warstewkami piasku pylastego (saclSi//siSa wg PN-EN 1997-2), wilgotne, w stanie plastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji $I_C = 0.62$. Są to grunty o obniżonej nośności, występują lokalnie w otworze 5, zalegając poniżej 2.6 m p.p.t

WARSTWA V to zwałowe gliny piaszczyste (saCl wg PN-EN 1997-2), wilgotne, w stanie twaroplastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji $I_C = 0.80$. Są to grunty nośne, zalegają pod rzecznyimi piaskami, poniżej 2.1 – 2.2 m p.p.t., lokalnie w otworach nr 19 i 25.

Całość cienkiej pokrywy nasypów niekontrolowanych (Mg wg PN-EN 1997-2),

złożonych w przewadze z gruzu, pozostawiono poza powyższym podziałem geotechnicznym.

Geotechniczny podział podłoża nie objął także bagiennych torfów, namulów organicznych i kredy jeziornej [Or(T), Or(Nm) i Or(Kr) wg PN-EN 1997-2], zalegających w rejonie otworów nr 3 - 6. Są to grunty słabonośne, bardzo ściśliwe, które wobec braku jakiegokolwiek obciążenia nadkładem pozostają całkowicie nieskonsolidowane. W torfach, namulach i kredzie wykonano próby ścinania końcówką krzyżakową sondy ITB-ZW, nie uzyskano jednak mierzalnych wyników wytrzymałości na ścinanie. Na podstawie analogii z archiwalnymi wynikami badań laboratoryjnych podobnie nieskonsolidowanych gruntów z rejonu Szczecina, określić można dla gruntów organicznych (za wyjątkiem humusu piaszczystego, saOr) następujące wartości najważniejszych parametrów geotechnicznych:

- edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej M_0
dla obciążeń 50 – 100 kPa 400 kPa
- kąt tarcia wewnętrznego $\phi = 2^\circ$
- spójność $c_u = 5$ kPa.

Dla humusu piaszczystego można przyjąć jako zastępczy rodzaj gruntu bardzo luźny piasek drobny (FSa) o wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 15\%$. Bardzo niskie parametry nośności gruntów organicznych nie będą utrudniać budowy kanalizacji, ponieważ w miejscu ich zalegania projektowane jest jedynie wykopanie zbiornika wód deszczowych.

Rozprzestrzenienie i sposób zalegania warstw ilustrują załączone przekroje geotechniczne P1 – P13 w skali 1:100/1000 (załączniki 4 - 13).

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 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 i I_L wg PN-81/B-03020).

Nazwa parametru	Warstwa I	Warstwa II	Warstwa III
Rodzaj gruntu	FSa, siSa	FSa, siSa	FSa, siSa
Stopień zagęszczenia I_D	31%	44%	64%
Wilgotność naturalna w_n (%) dla gruntu:			
- wilgotnego	19	16	-
- nawodnionego	28	24	22
Gęstość objętościowa ρ ($t \cdot m^{-3}$) dla gruntu:			
- wilgotnego	1.530	1.575	-

- nawodnionego	1.665	1.710	1.800
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	26.67	27.31	28.28
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej M_0 (kPa)	41240	54379	80598
Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu E_0 (kPa)	30758	40590	59835
Współczynnik nośności N_D	12.75	13.68	15.21
Współczynnik nośności N_B	4.43	4.91	5.74

Nazwa parametru	Warstwa IV	Warstwa V
Rodzaj gruntu	saclSi	saCl
Wskaźnik konsolidacji I_c	0.623	0.795
Wilgotność naturalna w_n (%)	25	12
Gęstość objętościowa ρ (t * m ⁻³)	1.800	1.980
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	11.26	16.68
Spójność c_u (kPa)	10.88	28.86
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej M_0 (kPa)	19436	34417
Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu E_0 (kPa)	13605	26157
Współczynnik nośności N_D	2.72	4.63
Współczynnik nośności N_B	0.26	0.81
Współczynnik nośności N_C	8.64	12.11

VI. WNIOSKI

1. W podłożu projektowanej kanalizacji deszczowej w rejonie ulic Paproci – Tulipanowej w Dobrej Szczecińskiej występują rzeczne piaski drobne (FSa), podrzędnie piaski pylaste (siSa) i glina pylasta (saclSi), na południowym skraju osiedla podścielone zwałowymi glinami piaszczystymi (saCl). W rejonie projektowanego zbiornika na północnym skraju osiedla na rzecznych piaskach leżą bagienne grunty organiczne o miąższości 1.0 – 2.2 m.

2. Warunki wodne na całym badanym terenie są niekorzystne dla budowy kanalizacji. Zwierciadło wody gruntowej stabilizuje się płytko i bardzo płytko, na głębokości od 0.0 m p.p.t. w otworze nr 22, do 1.2 m p.p.t. w otworze nr 8. Rzędne zwierciadła wody obniżają się w kierunku północnym od 16.92 m n.p.m. w otworze nr 32, do 13.78 m n.p.m. w otworach nr 4 i 6.

Poziom wody gruntowej, jaki stwierdzono podczas prac polowych, uznać należy za lekko (o ok. 0.1 m) podwyższony w stosunku do stanu przeciętnego w uwagi na roztopę grubej pokrywy śnieżnej, jakie miały miejsce w drugiej połowie grudnia 2012 r. 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 rejonie otworów nr 4, 23, 28, 29, 31 i 32 woda może okresowo podtapiać

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

Budowa całej projektowanej kanalizacji wymagać będzie wglębnego odwodnienia wykopów, najlepiej za pomocą igłofiltrów. Luźna zabudowa osiedla, z budynkami odsuniętymi przeciętnie o ok. 5 m od granicy pasa drogowego, pozwoli odwodnić wykopy bez zagrożenia zabudowy osiadaniem spowodowanymi przez depresję zwierciadła wody.

Zalegające w dnie projektowanego zbiornika wód opadowych grunty organiczne, w większości słabo przepuszczalne, stanowią naturalne uszczelnienie jego dna i skarp.

3. Warunki gruntowe dla budowy kanałów deszczowych są na całej długości badanych ulic korzystne. Całość gruntów mineralnych – w tym także luźne piaski w-wy I - to grunty o nośności w pełni wystarczającej dla posadowienia rur i studni.

Słabonośne grunty organiczne zalegają jedynie w miejscu projektowanego zbiornika wód opadowych, wobec czego nie będą stanowiły utrudnienia w jego budowie. Do umocnienia skarp zbiornika należy użyć materiałów geotekstylnych, jak np. materace z geotkaniny, lub maty bentonitowe. Podłoże w tym rejonie nie nadaje się do stosowania ciężkich elementów, jak gabiony czy prefabrykaty betonowe.

Praktycznie całość gruntów wydobytych z wykopów będzie przydatna na zasypki wykonywane w strefie jezdni, poboczy i chodników ulic.

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) projektowana kanalizacja jest obiektem należącym do drugiej kategorii geotechnicznej, a warunki gruntowe w podłożu badanego terenu są proste. Warunki gruntowe złożone stwierdzono jedynie w podłożu zbiornika wód opadowych, który zaliczyć należy do pierwszej kategorii geotechnicznej.

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

Opracował: