



FIRMA GEOLOGICZNA

**GEOTAR**

33-113 Zbylitowska Góra, ul. Zbylitowska 152 tel. (014) 674 33 71 tel. kom. 0601 684 060 www.geotar.tarnow.pl e-mail: geotar@td.wp.pl

---

**EKSPERTYZA GEOTECHNICZNA**  
**w związku z projektowaną siecią kanalizacji sanitarnej**  
**dla miejscowości Zalas-Wschód, Sanka, Frywałd, gm. Krzeszowice**

Obiekt: **projektowana sieć kanalizacji sanitarnej**  
Zleceniodawca: **Pro-In-Mat, 33-100 Tarnów, ul. Ujejskiego 12**  
Miejscowość: **Zalas-Wschód, Sanka, frywałd**  
Powiat: **krakowski**  
Województwo: **małopolskie**

Autorzy:

mgr Bogusław Kaczor  
upr. geolog. kat. VII-1258, V-1371 .....

mgr inż. Dorota Godyń  
upr. geolog. kat. VII-1306, V-1440 .....

Zbylitowska Góra, styczeń 2007r.

## Spis treści:

1. Wstęp.....	3
2. Charakterystyka przedmiotowego terenu.....	3
2.1 Lokalizacja .....	3
2.2 Morfologia .....	4
3. Warunki geologiczne.....	4
4. Warunki hydrogeologiczne.....	5
5. Warunki geotechniczne.....	5

## Spis załączników:

zał.1 Mapa sytuacyjna, skala 1 : 10 000

zał.2.1 – 2.6 Mapy dokumentacyjne, skala 1 : 2 000

zał.3.1 – 3.6 Karty małosrednicowych sondowań S-1 ÷ S-6

## **1. Wstęp**

Opracowanie niniejsze wykonane zostało na zlecenie Pro-In-Mat, ul. Ujejskiego 12, 33-100 Tarnów, w celu określenia warunków geotechnicznych podłoża gruntowego w związku z projektowaną siecią kanalizacji sanitarnej dla miejscowości Zalas-Wschód, Sanka, Frywałd w gminie Krzeszowice.

Wykonano 6 małosrednicowych sondowań przelotowych S-1 ÷ S-6, do głębokości od 4,50m ppt do 6,00m ppt, przeprowadzono profilowanie litologiczne oraz pobrano próbki do badań makroskopowych w celu określenia stanu i rodzaju gruntów.

Liczbę, lokalizację, głębokość sondowań oraz zakres badań ustalono z projektantem.

Ekspertyzę niniejszą wykonano w oparciu o analizę materiałów archiwalnych i badania terenowe bez wykonywania robót geologicznych. Ekspertyza nie podlega zatwierdzeniu przez organ administracji państwowej.

W celu wykonania niniejszej ekspertyzy bazowano na materiałach archiwalnych:

§ H. Kaziuk, J. Lewandowski „Mapa Geologiczna Polski, A-utworów powierzchniowych; arkusz Kraków, skala 1:200000” WG Warszawa, 1978r.

§ H. Kaziuk, J. Lewandowski „Mapa Geologiczna Polski, B-mapa bez utworów powierzchniowych; arkusz Kraków, skala 1:200 000” WG Warszawa, 1978 r.

§ Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 września 1998r. (Dz.U. Nr126, poz.839) w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych.

§ NORMY :

a/ PN-81/B-03020 Posadowienie bezpośrednie budowli - obliczenia statyczne i projektowe,

b/ PN-88/B-04481 Badanie próbek gruntu,

c/ PN-B-04452:2002 Badania polowe,

d/ PN-86/B-02480 Grunty budowlane-określenia, symbole, podział i opis gruntów,

e/ PN-B-02479:1998 Dokumentowanie geotechniczne.

f/ Projekt normy PN/B-03020 dostosowany do EN 1997-1 (11.2000r.) Geotechnika - Projektowanie posadowień bezpośrednich; zmiana PN-81/B-03020”.

## **2. Charakterystyka przedmiotowego terenu**

### **2.1 Lokalizacja**

Miejscowości Zalas, Sanka i Frywałd, na których terenie prowadzono badania geotechniczne położone są w województwie małopolskim, w południowo-zachodniej części powiatu krakowskiego, w gminie Krzeszowice.

Lokalizacja wykonywanych sondowań zgodna była z przebiegiem projektowanej sieci kanalizacji sanitarnej (zał.1).

Dokładną lokalizację przeprowadzonych sondowań przedstawiono na mapie dokumentacyjnej - załącznik 2.

## 2.2 Morfologia

Obszar prowadzonych badań geotechnicznych leży na typowym terenie pagórkowatym Garbu Tenczyńskiego, który na południe opada ku dolinie rzeki Wisły, natomiast ku północy w stronę Rowu Krzeszowickiego. Morfologia terenu jest urozmaicona licznymi dolinami potoków, wzgórza pocięte są przez obniżenia, jary i wąwozy.

Rzędne terenu prac przyjęto z przybliżeniem na podstawie mapy w skali 1:2.000 na poziomie:

- S-1 ~345,0m npm,
- S-2 ~365,0m npm,
- S-3 ~331,0m npm,
- S-4 ~293,0m npm,
- S-5 ~267,0m npm,
- S-6 ~348,0m npm.

## 3. Warunki geologiczne

Teren badań znajduje się w obrębie Garbu tenczyńskiego, który stanowi równoleżnikowe pasmo wzniesień o pow.~ 270 km<sup>2</sup> ograniczone na północy Rowem Krzeszowickim, a od południa opadającymi uskokami w kierunku doliny Wisły.

Garb Tenczyński ma założenia trzeciorzędowe (paleogeńskie - związane z orogenezą alpejską), stanowi skrzydło wiszące dyslokacji będzińsko-krakowskiej. Jest to fragment Wyżyny o najbardziej urozmaiconej budowie geologicznej, obszar charakterystycznych progów o genezie zrębowej i denudacyjnej - zbudowany z triasowych i jurajskich wapieni, w okolicach Grojca i Mirowa oraz licznych odsłoneń utworów starszych: dewońskich, karbońskich piaskowców (arkozy ze skamieniałymi pniami araukarii) oraz permских skał wulkanicznych (melafiry, porfiry i diabazy w Zalasie).

Stoki i wierzchowiną wzgórz okrywają lessy i gliny, jary wypełnione są gliną, madami i piaskami morenowymi.

W budowie geologicznej wykonanymi sondowaniami stwierdzono jedynie powierzchniowe utwory antropogeniczne – nasypy i grunty Czwartorzędu.

### Utwory antropogeniczne

Nasypy stwierdzono jedynie w dwóch sondowaniach S-3 do głębokości 1,40m i w sondowaniu S-6 do głębokości 0,60m ppt. Są to nasypy gliniaste złożone z lokalnego materiału gruntowego jakim są gliny i pyły, posiadają niewielkie domieszki gruzu z drobnym żwirem, nasypy są w stanie twardoplastycznym i plastycznym.

### Czwartorzęd

Profil litologiczny poszczególnych sondowań jest bardzo zróżnicowany zależny od miejsca wykonywanego badania.

Na przedmiotowym terenie stwierdzono:

- § grunty spoiste mineralne – gliny, gliny pylaste, gliny zwięzłe, pyły i pyły piaszczyste oraz lokalnie piaski gliniaste,
- § grunty spoiste organiczne: torfy oraz mady wykształcone w postaci glin organicznych i pyłów piaszczystych organicznych,
- § utwory niespoiste (sympkie): piaski drobne i żwiry (żwir jedynie w sondowaniu S-4).

W dolnej części profilu w sondowaniach S-2, S-4 i S-5 wśród zalegających warstw widoczne są domieszki drobnego rumoszu wapienno-krzemienego.

#### **4. Warunki hydrogeologiczne**

W trakcie prowadzenia geotechnicznych prac terenowych stwierdzono występowanie wód gruntowych w formie sączeń i nacieków w obrębie gruntów czwartorzędowych, a także o charakterze swobodnym i napiętym. Poziom zwierciadła wody gruntowej kształtuje się na różnych głębokościach w zależności od morfologii terenu i litologii warstw:

- w S-1 nacieki na głębokości 0,80m ppt,
- w S-3 nacieki na głębokości 2,40m ppt,
- w S-4 zwierciadło wody naporowe na głębokości 0,60m ppt, zwierciadło ustabilizowane na głębokości 0,30m ppt,
- w S-5 zwierciadło wody swobodne na głębokości 1,25m ppt,
- w S-6 nacieki na głębokości 0,60m ppt oraz nacieki na głębokości 2,60m ppt.

W sondowaniu S-2 nie stwierdzono objawów wód gruntowych, należy jednak zaznaczyć, iż po opadach lub okresach roztopowych mogą występować nacieki i sączenia w obrębie gruntów spoistych.

Wahania stanu położenia zwierciadła wody mogą dochodzić do 0,5 - 1m, poziom wód gruntowych zależy od warunków atmosferycznych /intensywności opadów, roztopów po zimie, itp./ oraz stanów pobliskich potoków.

#### **5. Warunki geotechniczne**

Badania geotechniczne przeprowadzono w styczniu 2007r. Wykonano 6 sondowań małośrednicowym próbnikiem przelotowym do głębokości 4,50m - 6,00m ppt.

Charakterystyki gruntów dokonano zgodnie z normami: PN-81/B-03020, PN-88/B-04481, PN-86/B-02480, PN-B-04452:2002, PN-B-02479:1998 oraz projektem normy PN/B-03020 dostosowanym do EN 1997-1.

Podziału na warstwy geotechniczne dokonano ze względu na stan i rodzaj gruntu. Parametry gruntów określono metodą A i B.

Nasypów nie wydzielano jako warstwy geotechnicznej.

***Podział warstw geotechnicznych przedstawia się następująco:***

##### **grunty spoiste mineralne**

- warstwa **la** stan zwarty i półzwarty
- warstwa **lb** stan twardoplastyczny
- warstwa **lc** stan plastyczny
- warstwa **ld** stan miękkoplastyczny

##### **grunty spoiste organiczne**

- warstwa **IIa** stan twardoplastyczny
- warstwa **IIb** stan plastyczny
- warstwa **IIc - torf**

##### **grunty niespoiste (sympkie)**

warstwa **IIIa** - piaski drobne - stan luźny ( $I_D=0,30$ )

warstwa **IIIb** - piaski drobne - stan średniozagęszczony ( $I_D=0,35$ )

warstwa **IIIc** – żwiry - stan średniozagęszczony ( $I_D=0,65$ )

### **GRUNTY SPOISTE MINERALNE**

Do grupy tej zaliczono grunty spoiste rodzime mineralne, tj. grunty, w których zawartość części organicznych jest równa lub mniejsza 2 %.

#### **Warstwa geotechniczna Ia**

Do warstwy tej zaliczono gliny, gliny pylaste zwięzłe, gliny zwięzłe, pyły i pyły piaszczyste w stanie zwartym i półzwartym.

Warstwę tę stwierdzono w sondowaniach:

- S-1            1,40 – 4,50 m ppt,
- S-2            2,90 – 4,50 m ppt,
- S-3            4,30 – 4,50 m ppt,
- S-4            2,60 – 3,00 m ppt,
- S-6            0,60 – 2,60 m ppt.

Uogólnione parametry geotechniczne:

gęstość objętościowa:  $\rho = 2,15 \text{ t/m}^3$

wilgotność naturalna:  $w_n = 16 \%$

stopień plastyczności:  $I_L \leq 0$

kąt tarcia wewnętrznego:  $\varphi_u = 18^\circ$

spójność:  $c_u = 30 \text{ kPa}$

edometryczny moduł ścisłości pierwotnej (ogólnej):  $M_o = 48 \text{ MPa}$

moduł pierwotnego odkształcenia gruntu:  $E_o = 34 \text{ MPa}$

#### **Warstwa geotechniczna Ib**

Do warstwy tej zaliczono gliny, gliny zwięzłe, pyły i pyły piaszczyste w stanie twardoplastycznym, które stwierdzono w sondowaniach:

- S-1            1,20 – 1,40 m ppt,
- S-2            0,20 – 1,00 m ppt oraz 1,90 – 2,90m ppt,
- S-3            4,10 – 4,30 m ppt,
- S-4            3,50 – 4,50 m ppt,
- S-6            2,60 – 3,30 m ppt.

Uogólnione parametry geotechniczne:

gęstość objętościowa:  $\rho = 2,09 \text{ t/m}^3$

wilgotność naturalna:  $w_n = 19 \%$

stopień plastyczności:  $I_L = 0,25$

kąt tarcia wewnętrznego:  $\varphi_u = 14^\circ$

spójność:  $c_u = 15 \text{ kPa}$

edometryczny moduł ścisłości pierwotnej (ogólnej):  $M_o = 27 \text{ MPa}$

moduł pierwotnego odkształcenia gruntu:  $E_o = 18 \text{ MPa}$

#### **Warstwa geotechniczna Ic**

Do warstwy tej zaliczono gliny, gliny pylaste, gliny zwięzłe, pyły i pyły piaszczyste oraz piaski gliniaste w stanie plastycznym. Warstwę tę stwierdzono w sondowaniach:

- S-1            0,40 – 1,00 m ppt,

- S-2            1,00 – 1,90 m ppt,
- S-3            1,40 – 1,70 m ppt,
- S-4            0,30 – 0,50 m ppt oraz 1,20 – 1,70m ppt oraz 3,00 – 3,50m ppt,
- S-6            3,30 – 4,50 m ppt oraz 4,90 – 6,00m ppt.

Uogólnione parametry geotechniczne:

gęstość objętościowa:	$\rho = 2,18 \text{ t/m}^3$
wilgotność naturalna:	$w_n = 22,2 \%$
stopień plastyczności:	$I_L = 0,50$
kąt tarcia wewnętrznego:	$\varphi_u = 10^\circ$
spójność:	$c_u = 8 \text{ kPa}$
edometryczny moduł ścisłości pierwotnej (ogólnej):	$M_o = 15 \text{ MPa}$
moduł pierwotnego odkształcenia gruntu:	$E_o = 11 \text{ MPa}$

### **Warstwa geotechniczna Id**

Do warstwy tej pyły, pyły piaszczyste i piaski gliniaste w stanie miękkoplastycznym, które stwierdzono w sondowaniach:

- S-1            1,00 – 1,20 m ppt,
- S-6            4,50 – 4,90 m ppt.

Uogólnione parametry geotechniczne:

gęstość objętościowa:	$\rho = 2,00 \text{ t/m}^3$
wilgotność naturalna:	$w_n = 22,3 \%$
stopień plastyczności:	$I_L = 0,75$
kąt tarcia wewnętrznego:	$\varphi_u = 6^\circ$
spójność:	$c_u = 5 \text{ kPa}$
edometryczny moduł ścisłości pierwotnej (ogólnej):	$M_o = 10 \text{ MPa}$
moduł pierwotnego odkształcenia gruntu:	$E_o = 7 \text{ MPa}$

### **GRUNTY SPOISTE ORGANICZNE**

Do grupy tej zaliczono gliny zwięzłe organiczne - mady. Są to grunty rodzime, przeważnie słabo skonsolidowane, w których zawartość części organicznych przekracza 2% co powoduje dużą ścisłość i małą nośność gruntu.

### **Warstwa geotechniczna IIa**

Do warstwy tej zaliczono mady wykształcone jako pyły piaszczyste organiczne w stanie twardoplastycznym z dużą zawartością części organicznych. Warstwę tę stwierdzono jedynie w sondowaniu S-3 w przedziale głębokości od 2,80 do 3,00 m ppt oraz w przedziale głębokości od 3,80 do 4,10 m ppt.

Uogólnione parametry geotechniczne:

gęstość objętościowa:	$\rho = 2,05 \text{ t/m}^3$
wilgotność naturalna:	$w_n = 20 \%$
stopień plastyczności:	$I_L = 0,25$
kąt tarcia wewnętrznego:	$\varphi_u = 7^\circ$
spójność:	$c_u = 10 \text{ kPa}$
edometryczny moduł ścisłości pierwotnej (ogólnej):	$M_o = 5 \text{ MPa}$

### **Warstwa geotechniczna IIb**

Do warstwy tej zaliczono mady wykształcone jako pyły piaszczyste organiczne i gliny organiczne w stanie plastycznym. Warstwę tę stwierdzono w sondowaniu S-3 w przedziale głębokości od 1,70 do 2,80 m ppt oraz w przedziale głębokości od 3,00 do 3,80 m ppt, a także w sondowaniu S-4 w przedziale głębokości 1,70 – 2,00m ppt.

Uogólnione parametry geotechniczne:

gęstość objętościowa:	$\rho = 2,00 \text{ t/m}^3$
wilgotność naturalna:	$w_n = 23,6 \%$
stopień plastyczności:	$I_L = 0,50$
kąt tarcia wewnętrznego:	$\varphi_u = 3^\circ$
spójność:	$c_u = 7 \text{ kPa}$
edometryczny moduł ścisłości pierwotnej (ogólnej):	$M_o = 2 \text{ MPa}$

### **Warstwa geotechniczna IIc**

Do warstwy tej zaliczono torfy. Warstwę tę stwierdzono w sondowaniu S-5 w przedziale głębokości od 2,00 do 2,00 m ppt oraz w przedziale głębokości od 2,40 do 2,60 m ppt, a także w przedziale głębokości 3,00 – 3,50m ppt.

*Nie określano parametrów geotechnicznych tej warstwy*

## **GRUNTY NIESPOISTE (SYPKIE)**

### **Warstwa geotechniczna IIIa**

Do warstwy tej zaliczono piaski drobne w stanie luźnym o stopniu zagęszczenia  $I_D=0,30$ , które stwierdzono w sondowaniach:

- S-4            0,50 – 1,20 m ppt,
- S-5            0,40 – 1,20 m ppt oraz 2,60 – 3,00 m ppt oraz 3,50 – 5,50 m ppt.

Uogólnione parametry geotechniczne:

gęstość objętościowa:	$\rho = 1,75 \text{ t/m}^3 - 1,90 \text{ t/m}^3$
wilgotność naturalna:	$w_n = 16\% - \text{nawodniony}$
stopień zagęszczenia:	$I_D = 0,30$
kąt tarcia wewnętrznego:	$\varphi_u = 29,5^\circ$
edometryczny moduł ścisłości pierwotnej (ogólnej):	$M_o = 42 \text{ MPa}$
moduł pierwotnego odkształcenia gruntu:	$E_o = 32 \text{ MPa}$

### **Warstwa geotechniczna IIIb**

Do warstwy tej zaliczono piaski drobne w stanie średniozagęszczonym o stopniu zagęszczenia  $I_D=0,35$ . Warstwę tę stwierdzono jedynie w sondowaniu S-5 w przedziale głębokości od 1,20 – 2,00 m ppt oraz 2,20 – 2,40 m ppt oraz 5,50 – 6,00 m ppt.

Uogólnione parametry geotechniczne:

gęstość objętościowa:	$\rho = 1,90 \text{ t/m}^3$
wilgotność naturalna:	$w_n = \text{nawodniony}$
stopień zagęszczenia:	$I_D = 0,35$

kąt tarcia wewnętrznego:  $\varphi_u = 29,8^\circ$   
 edometryczny moduł ścisłości pierwotnej (ogólnej):  $M_o = 50 \text{ MPa}$   
 moduł pierwotnego odkształcenia gruntu:  $E_o = 36 \text{ MPa}$

### **Warstwa geotechniczna IIIc**

Do warstwy tej zaliczono żwiry w stanie średniozagęszczonym o stopniu zagęszczenia  $I_D=0,65$ . Warstwę tę stwierdzono jedynie w sondowaniu S-4 w przedziale głębokości od 2,00 do 2,60m ppt.

Uogólnione parametry geotechniczne:

gęstość objętościowa:  $\rho = 2,05 \text{ t/m}^3$   
 wilgotność naturalna:  $w_n = \text{nawodniony}$   
 stopień zagęszczenia:  $I_D = 0,65$   
 kąt tarcia wewnętrznego:  $\varphi_u = 39,5^\circ$   
 edometryczny moduł ścisłości pierwotnej (ogólnej):  $M_o = 190 \text{ MPa}$   
 moduł pierwotnego odkształcenia gruntu:  $E_o = 168 \text{ MPa}$

### **Tabelaryczne zestawienie wartości parametrów geotechnicznych gruntów**

numer warstwy geotechnicznej	$w_n$ [%]	$I_L$	$I_D$	$\rho_o$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\Phi_u$ [°]	$c_u$ [kPa]	$M_o$ [MPa]	$E_o$ [MPa]
<b>Ia pzw</b>	13-18 16	$\leq 0$		2,10-2,20 2,15	18	30	48	34
<b>Ib tpl</b>	16-22 19	0,25		2,05-2,15 2,09	14	15	27	18
<b>Ic pl</b>	16-25 22,2	0,50		2,00-2,10 2,18	10	8	15	11
<b>Id mpl</b>	19-26 22,3	0,75		1,95-2,05 2,00	6	5	10	7
<b>Ila tpl</b>	20	0,25		2,05	7	10	5	
<b>IIb pl</b>	23,6	0,50		2,00	3	7	2	
<b>IIc</b>	<b>torf</b>							
<b>IIIa In</b>	16- nawodniony		0,30	1,75 - 1,90	29,5		42	32
<b>IIIb szg</b>	nawodniony		0,35	1,90	29,8		50	36
<b>IIIc szg</b>	nawodniony		0,65	2,05	39,5		190	168

Objaśnienia symboli w tabeli:

$\rho_o$  - gęstość objętościowa,  
 $w_n$  - wilgotność naturalna,  
 $I_L$  - stopień plastyczności,  
 $I_D$  - stopień zagęszczenia,

$\Phi_u$  - kąt tarcia wewnętrznego,

$c_u$  - spójność,

$M_o$  - edometryczny moduł ścisłości

$E_o$  - moduł odkształcenia pierwotnego gruntu

Szczegółowe profile litologiczne wraz z podziałem poszczególnych warstw geotechnicznych zamieszczono na kartach dokumentacyjnych sondowań - zał. 3.1 - 3.6.

### **Uwagi dodatkowe**

Grunty występujące na badanym terenie to w dużej większości pyły, pyły piaszczyste, gliny i gliny pylaste. Są to grunty słabonośne, szczególnie wrażliwe na zmiany wilgotności. Parametry tych gruntów, np. ich stan, gęstość objętościowa, kąt tarcia wewnętrznego, spójność i inne, pod wpływem wilgoci i wody /intensywne opady, wiosenne roztopy/ szybko mogą ulec zmianie na słabsze i gorsze. Pod wpływem wody grunty te szybko mogą ulegać uplastycznieniu.

Należy zwrócić uwagę na grunty organiczne – mady. Są to grunty rodzime, przeważnie słabo skonsolidowane, w których zawartość części organicznych przekracza 2% co powoduje dużą ścisłość i małą nośność gruntu.

Zaleca się prowadzić prace budowlane w okresach suchych, w odpowiednio przygotowanych i zabezpieczonych wykopach. Podczas prowadzenia robót ziemnych należy zwrócić szczególną uwagę na bezpieczne prowadzenie prac ciężkim sprzętem zmechanizowanym, a także na możliwość zaciskania ścian wykopu, ze względu na plastyczny stan gruntów spoistych.

Należy przewidzieć wykonanie robót montażowych w wąsko-przestrzennych wykopach liniowych z odpowiednim umocnieniem wykopów zwłaszcza w gruntach nawodnionych oraz na terenach morfologicznie zróżnicowanych i na nachylonych stokach (np. szalunki, ścianki szczelne).

Podczas robót wykonywania sieci kanalizacyjnej zwracać bacznie uwagę na istniejące i projektowane uzbrojenie. Ręczne roboty ziemne prowadzić przede wszystkim w obrębie istniejącego uzbrojenia podziemnego i nadziemnego oraz w miejscach niemożliwych do wykonania sprzętem mechanicznym.

Na trasie projektowanej sieci kanalizacji sanitarnej można spodziewać się wystąpienia wody gruntowej.

Wykopy zabezpieczyć przed napływem wód opadowych i gruntowych, poprzez wykorzystanie naturalnych warunków terenowych (odprowadzenie grawitacyjne) bądź wykonanie drenów, w przypadku wystąpienia wód gruntowych należy przewidzieć odwodnienie - obniżenia poziomu wody przy zastosowaniu np. igłofiltrów (ewentualne odwodnienie powinno wyprzedzać wykonanie wykopów).

*Zbylitowska Góra, styczeń 2007r.*