

projekty i dokumentacje geologiczno- inżynierskie    projekty i dokumentacje warunków hydrogeologicznych dla obiektów mogących zanieczyścić wody podziemne    monitoring wód podziemnych    dokumentacje geotechniczne    nadzór geotechniczny

## **I. WSTĘP**

Niniejszą opinię wykonano na zlecenie Miasta Szczecinek, 78-400 Szczecinek, Pl. Wolności 13.

Celem prac jest wstępne rozpoznanie i udokumentowanie warunków gruntowo-wodnych dla projektu budowy planetarium z dostrzegalnią astronomiczną oraz przebudowy byłej wieży ciśnień na wieżę widokową na dz. 94/2, 114/4, obr. 0013 w m-ści Szczecinek.

Opracowanie wykonano zgodnie z rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012 r., w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. z dnia 27.04.2012 r., poz. 463) oraz z Polskimi Normami PN-EN 1997-1: Eurokod 7: „Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne” i PN-EN 1997-2: Eurokod 7: „Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego”.

## **II. ZAKRES PRAC**

### **2.1. Prace polowe**

Zakres robót został ustalony przez inwestora. W miejscu planowanej zabudowy wykonano 7 otworów badawczych do głębokości 7,0 m. Łączny metraż wierceń wyniósł 49,0 m. Wszystkie otwory zostały odwiercone mechanicznie świdrami jednozwojowymi o średnicy 110 mm. Podczas badań prowadzono ciągłe badania makroskopowe oraz obserwowano opory podczas wiercenia. W celu uściślenia stopnia zagęszczenia gruntów sypkich, przy otworach nr 1, 4 i 6 wykonano sondowania średnią sondą udarową typu DPM do głębokości 5,0 m. Łączny metraż sondowań wyniósł 15,0 m.

Prace i badania terenowe prowadzono zgodnie z normami wymienionymi we wstępie (rozdział I) oraz wymogami PN-B-04452:2002 „Geotechnika - badania polowe” między innymi w zakresie makroskopowych badań gruntu oraz pomiarów zwierciadła wody gruntowej w wyrobiskach badawczych. Otwory po opróbowaniu starannie zlikwidowano. Likwidację

otworów prowadzono sukcesywnie zgodnie z zasadami sztuki wiertniczej, co nie pogorszyło stanu środowiska.

## **2.2. Prace geodezyjne**

Otwory badawcze wyznaczono w terenie na podstawie mapy sytuacyjno–wysokościowej w skali 1:500 (koncepcja zagospodarowania terenu). Współrzędne otworów w układzie 2000/6 odczytano z wersji elektronicznej tej mapy. Lokalizację wierceń w terenie oraz rzędne wysokościowe w układzie PL-EVRF2007-NH określono za pomocą odbiornika GNSS Smart Mini RTK v3 GeoPuls.

## **2.3. Prace kameralne**

W ramach prac kameralnych wykonano:

- mapę orientacyjną w skali 1:10000 (mapa topograficzna), na której zaznaczono rejon badań (załącznik nr 1),
- mapę dokumentacyjną w skali 1:500 (mapa zasadnicza), na której zaznaczono miejsca otworów badawczych oraz linie przekrojów geotechnicznych (załącznik nr 2),
- przekroje geotechniczne w skali 1:100/250, na których przedstawiono profile otworów, przestrzenny układ gruntów, podział na warstwy geotechniczne, stany gruntów i poziom wody gruntowej (załączniki nr 3.1 – 3.4),
- wykresy sondowania średnią sondą udarową DPM (załączniki nr 4.1 i 4.2),
- objaśnienia symboli użytych w opracowaniu (załącznik nr 5),
- część tekstową, którą opracowano w oparciu o wyniki wykonanych prac i badań, materiały archiwalne, dane z literatury oraz aktualne wytyczne i rozporządzenia.

### **III. BUDOWA GEOLOGICZNA I WARUNKI WODNE**

Zgodnie z objaśnieniami do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:5000<sup>1</sup>, pod względem geomorfologicznym jest to piaszczysto-żwirowy pagórek moreny martwego lodu. Wzniesienie to nazywane jest Wzgórzem św. Jerzego, Wzgórzem Stodół czy górką wodociągową. Obecnie jest on niezabudowany, poza dawną wieżą ciśnień. Teren w miejscach wierceń wznosi się do rzędnych 144,0 – 146,7 m n.p.m., a przy dawnej wieży ciśnień wynosi 147,5 m n.p.m. Budowa geologiczna jest tutaj prosta, a w podłożu, do zbadanej głębokości 7,0 m, stwierdzono występowanie utworów czwartorzędowych wieku holocenijskiego i plejstocenijskiego.

Holocen reprezentowany jest przez przypowierzchniową warstwę gruntów pochodzenia antropogenicznego, które związane są z dawną zabudową. W składzie nasypów stwierdzono piaski z humusem (glebą) oraz gruz (głównie ceglany), natomiast ich miąższość waha się w miejscach wierceń w granicach od 0,2 m (otwór nr 5) do 1,5 (otwór nr 7). Niżej nawiercono różnoziarniste piaski i żwiry moren martwego lodu. Miejscami natrafiano także na niewielkie przewarstwienia pyłów lub soczewkę piasków gliniastych (otwór nr 1). Utwory te nie zostały przewiercone.

Do zbadanej głębokości nie nawiercono zwierciadła wody gruntowej. Lokalnie natrafiano jedynie na niewielkie głębsze sączenia na stropie przewarstwień słabiej przepuszczalnych pyłów. Ich intensywność zależeć będzie od pory roku i wielkości opadów atmosferycznych. W suchych okresach będą one zanikać.

Orientacyjny obraz budowy geologicznej i warunków wodnych został przedstawiony w części graficznej na przekrojach geotechnicznych (załączniki nr 3.1 – 3.4).

---

<sup>1</sup> Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50000 wraz z objaśnieniami, Arkusz Szczecinek (160), Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2004 i 2006 r.

#### **IV. WARUNKI GEOTECHNICZNE**

Występujące w podłożu grunty zaliczono do 3 warstw geotechnicznych, o zbliżonych cechach fizyko-mechanicznych. Z podziału wyłączono niekontrolowane nasypy, ze względu na ich płytkie zaleganie, zmienny skład oraz chaotyczne ułożenie cząstek. Wyszczególniono następujące warstwy:

- **warstwa geotechniczna Ia** obejmująca piaski drobne i pyłaste, występujące w stanie średniozagęszczonym. Wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia tej warstwy przyjęto w wysokości  $I_D^{(n)} = 0,60$ ;
- **warstwa geotechniczna Ib** obejmująca piaski średnie i grube ze żwirami, występujące w stanie średniozagęszczonym. Wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia tej warstwy przyjęto w wysokości  $I_D^{(n)} = 0,55$ ;
- **warstwa geotechniczna II** obejmująca piaski gliniaste ze żwirem (soczewka nawiercono jedynie w otworze nr 1), występujące w stanie twardoplastycznym. Wartość charakterystyczną stopnia plastyczności przyjęto w wysokości  $I_L^{(n)} = 0,20$ . Grunty tej warstwy zaliczono do grupy konsolidacyjnej B według normy PN-81/B-03020 „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli”.

Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych ustalono na podstawie doświadczenia porównywalnego w rozumieniu normy PN-EN 1997-2 (metoda B i C w korelacji z wartościami  $I_D$  i  $I_L$  według normy PN-81/B-03020) i podano w tabeli 1 (str. 5).

#### **V. WNIOSKI**

1. W świetle rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012 r., w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. z dnia 27.04.2012 r., poz. 463), na badanym terenie występują proste warunki gruntowe. Projektowaną zabudowę proponuje się zaliczyć do pierwszej lub drugiej kategorii geotechnicznej (ostateczną decyzję w tej sprawie pozostawia się w gestii projektanta opracowującego projekt budowlany).

Tabela 1. Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych

Warstwa geotechniczna	Rodzaj gruntu	Stan gruntu	Stopień zagęszczenia	Stopień plastyczności	Grupa	Wilgotność naturalna	Gęstość objętościowa	Kąt tarcia wewnętrzznego	Spójność	Edometyczny moduł ścisłości pierwotnej	Edometyczny moduł ścisłości wtórnej
			$I_D^{(n)}$	$I_L^{(n)}$		$w_n$ [%]	$\rho^{(n)}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\phi_u^{(n)}$ [°]	$c_u^{(n)}$ [kPa]	$M_o^{(n)}$ [kPa]	$M^{(n)}$ [kPa]
Ia	piasek drobny, piasek pylasty	średnio-zagęszczony	0,6	—	—	16	1,75	31	—	75000	93750
Ib	piasek średni, piasek gruby ze żwirem	średnio-zagęszczony	0,55	—	—	14	1,85	33,3	—	105000	116667
II	piasek gliniasty	twardo-plastyczny	—	0,2	B	13	2,15	18,3	32	37000	49333

- Ostateczną decyzję co do sposobu posadowienia, a więc pośrednio co do nośności gruntów poszczególnych warstw, podejmie projektant konstruktor po przeprowadzeniu sprawdzających obliczeń statycznych. Według autora opracowania, występujące w podłożu grunty, z wyjątkiem płytkich niekontrolowanych nasypów, posiadają odpowiednie parametry wytrzymałościowe do bezpośredniego posadowienia planowanej zabudowy.
- Obliczenia statyczne powinno się wykonać zgodnie z Eurokodem 7. W Załączniku Krajowym PN-EN 1997-1:2008/NA w punkcie N.A.2.6., jako metodę projektową wskazano podejście obliczeniowe DA2\*. W podejściu tym obliczeniową wartość oddziaływania, traktowaną jako niekorzystną, wyznacza się, stosując współczynnik częściowy  $\gamma_G = 1,35$  dla obciążeń stałych i  $\gamma_Q = 1,50$  dla obciążeń zmiennych. Obliczeniową wartość oporu granicznego podłoża oblicza się na podstawie charakterystycznych parametrów geotechnicznych gruntu, a następnie dzieli się obliczoną wartość przez współczynnik częściowy dla oporu gruntu  $\gamma_{R,V} = 1,40$  (nośność podłoża) lub  $\gamma_{R,h} = 1,1$  (przesunięcie – poślizg). W podejściu tym wartości obliczeniowe parametrów geotechnicznych odpowiadają

wartościom charakterystycznym (współczynniki częściowe do parametrów geotechnicznych wynoszą  $\gamma_M = 1,0$ ).

4. Sprawdzające obliczenia statyczne można także wykonać zgodnie z wcześniejszą normą PN-81/B-03020 „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli”. Jest to powszechnie stosowana praktyka, tym bardziej, że nie odnotowano do tej pory awarii lub katastrofy budowlanej, związanej z projektowaniem posadowień w oparciu o PN-81/B-03020<sup>2</sup>. Bezpieczne posadowienie konstrukcji jest zapewnione, gdy obliczona wartość granicznego oporu podłoża według PN-EN 1997-1 jest porównywalna z obliczoną według PN-81/B-03020. Na podstawie danych literaturowych fundamenty projektowane według Eurokodu w standardowych warunkach gruntowych nie powinny się znacząco różnić od projektowanych na podstawie wcześniejszej normy<sup>3</sup>. W tym przypadku przy wyznaczaniu wartości obliczeniowych parametrów geotechnicznych należy przyjmować bardziej niekorzystną wartość współczynnika materiałowego  $\gamma_m$ , tj. zapewniającego większe bezpieczeństwo budowli. Zgodnie z p. 3.3.4. powyższej normy wartość współczynnika korekcyjnego  $m$ , potrzebnego do wyznaczenia obliczeniowego oporu granicznego gruntu, należy zmniejszyć mnożąc go, przez 0,9 ponieważ wartości parametrów geotechnicznych ustalono metodą B i C. Potrzebne do obliczeń statycznych współczynniki nośności podaje się w tabeli 3. Zgodnie z w/w normą wyznaczono je dla poszczególnych warstw geotechnicznych, w zależności od wartości obliczeniowych kątów tarcia  $\phi_u^{(r)}$  wynoszących:

$$\phi_u^{(r)} = \phi_u^{(n)} \cdot \gamma_m$$

gdzie:

$\phi_u^{(n)}$  – wartość charakterystyczna kąta tarcia dla poszczególnej warstwy geotechnicznej podana w tabeli nr 1,

<sup>2</sup> Olchawa A., Zawasłki A. Zasady właściwego uwzględnienia parametrów wytrzymałościowych w obliczeniach nośności gruntów spoistych, Inżynieria Morska i Geotechnika, nr 2/2015

<sup>3</sup> Nepelski K., Projektowanie fundamentów bezpośrednich według Eurokodu na tle polskiej normy, Przegląd Budowlany 10/2012

$\gamma_m$  – współczynnik materiałowy wynoszący 0,9 dla gruntów mineralnych.

Tabela 3. Wartości współczynników nośności

Warstwa geotechniczna	$\phi_u^{(r)}$ [°]	Współczynniki nośności		
		$N_D$	$N_C$	$N_B$
Ia	27,9	14,56	25,61	5,38
Ib	29,97	18,34	30,07	7,50
II	16,47	4,53	11,94	0,78

5. Wszelkie przegłębienia poniżej przyjętego poziomu posadowienia należy uzupełnić materiałem nośnym (podsypka piaszczysto-żwirowa lub chudy beton), o którego parametrach zadecyduje projektant konstruktor. Można w tym celu użyć rodzimych piasków średnich i grubych.
6. Prace ziemne należy prowadzić starannie, aby nie naruszyć naturalnej struktury gruntów, co obniżyłoby ich nośność. Wykopy należy chronić również przed zalewaniem wodą i zamarzaniem. Rozluźnione partie gruntów należy usunąć z podłoża i zastąpić materiałem nośnym (j.w.).
7. Występujące w podłożu grunty posiadają dobrą przepuszczalność, a ich współczynniki filtracji można według Wiłuna<sup>4</sup> przyjąć w wysokości:
  - $k = 10^{-3} - 10^{-4}$  m/s – dla piasków średnich i grubych,
  - $k = 10^{-4} - 10^{-4}$  m/s – dla piasków drobnych,
  - $k = 10^{-5} - 10^{-6}$  m/s – dla piasków pylastych.
8. Głębokość przemarzania w tym rejonie wynosi 0,8 m według normy PN-81/B-03020. Grunty występujące w strefie przemarzania są niewysadzinowe.

<sup>4</sup> Wiłun Zenon. Zarys geotechniki. Wydawnictwo Komunikacji Łączności. Warszawa 1982