

GEOLOOK Łukasz Skrok  
09-400 Płock, ul. Przyjazna 84

NIP 5110131036    [www.geo-look.com](http://www.geo-look.com)    [biuro@geo-look.com](mailto:biuro@geo-look.com)    Tel. 504 720 799

**Opinia geotechniczna  
Dokumentacja badań podłoża gruntowego  
Projekt geotechniczny**

dotycząca  
warunków posadowienia obiektów budowlanych

- 1. Obiekt: Budowa zbiorników i instalacji tlenu dla potrzeb modernizacji układu ozonowania stacji uzdatniania wody przy ul. Górnej 56b w Płocku**

**Lokalizacja:**

**miejsowość: Płock, ul. Górna 56b** - dz. nr ew. 777/8, 812  
**gmina: Płock**  
**powiat: płocki**  
**województwo: mazowieckie**

- 2. Zleceniodawca: AQUA S.A., 60-327 Poznań, ul. Kanclerska 28**

**3. Autor:**

mgr Łukasz Skrok  
upr. geolog. nr VII-1553

Egzemplarz nr

*Płock, sierpień 2024 r.*

## Spis treści:

|  |   |
|--|---|
| 1. PODSTAWA I CEL BADAŃ .....  | 3 |
| 2. LOKALIZACJA I CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ .....                      | 3 |
| 3. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU.....  | 3 |
| 4. ZAKRES BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO .....                                 | 4 |
| 5. CHARAKTERYSTYKA WARUNKÓW GEOTECHNICZNYCH .....                        | 4 |
| 5.1. LITOLOGIA .....   | 4 |
| 5.2. GEOTECHNICZNY PODZIAŁ GRUNTÓW .....                                 | 4 |
| 5.3. HYDROGEOLOGIA.....  | 6 |
| 6. GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA OBIEKTU .....                      | 6 |
| 6.1. OPINIA GEOTECHNICZNA (KATEGORIA GEOTECHNICZNA OBIEKTU) .....        | 6 |
| 6.2. DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO (POSADOWIENIE OBIEKTU)) ..... | 6 |
| 6.3. PROJEKT GEOTECHNICZNY .....   | 7 |

## Spis załączników:

1. Mapa lokalizacyjna w skali 1:25000
2. Mapa dokumentacyjna w skali 1:400
- 3.1.-3.4. Karty dokumentacyjne badania geotechnicznego
4. Objasnienia symboli i znaków
5. Przekrój geotechniczny nr I.
- 6.1-6.2. Tabele parametrów geotechnicznych
7. Karta interpretacji sondowania statycznego CPTu

## 1. Podstawa i cel badań

Niniejsze opracowanie zawiera opis wyników badań podłoża gruntowego, których celem było rozpoznanie geotechnicznych warunków posadowienia projektowanej inwestycji - budowy zbiorników i instalacji tlenu dla potrzeb modernizacji układu ozonowania stacji uzdatniania wody w Płocku przy ul. Górnej 56b.

Opracowanie sporządzono na podstawie zlecenia firmy AQUA S.A. oraz w oparciu o Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 27 kwietnia 2012 r., poz.463) oraz normy:

- PN-B-04452 Geotechnika. Badania polowe.
- PN-EN 1997-1: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne,
- PN-EN 1997-2: Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

Celem prac jest rozpoznanie i udokumentowanie gruntowego podłoża budowlanego, w obszarze projektowanej inwestycji, oraz przedstawienie ogólnych uwarunkowań projektowych i wykonawczych dla realizacji zadania.

## 2. Lokalizacja i charakterystyka terenu badań

Inwestycja dla której wykonano badania geotechniczne zlokalizowana jest w miejscowości Płock, ul. Górna 56b na dz. nr ew. 777/8, 812. Działki te są częściowo zabudowane i ogrodzone (teren Wodociągów Płockich). Położenie obszaru badań pokazano na mapie lokalizacyjnej w skali 1:25000 - załącznik nr 1 oraz na mapie dokumentacyjnej - załączniki nr 2.

## 3. Charakterystyka obiektu

Przedsięwzięciem inwestycyjnym, dla którego dokumentuje się wykonanie robót geologicznych, jest budowa zbiorników i instalacji tlenu dla potrzeb modernizacji układu ozonowania stacji uzdatniania wody w Płocku przy ul. Górnej 56b.

Projektowana jest budowa:

- stanowiska dla zbiorników tlenu (orientacyjne wymiary fundamentu 3,0x6,0m i 3,7x1,6m zagłębione około 1,0m)
- wykonanie instalacji przesyłu tlenu i estakady (fundamenty pod słupy zagłębione ok. 1,0m)

Położenie obszaru badań widoczne jest na mapie dokumentacyjnej w skali 1:400 - załącznik nr 2.

Posadowienie projektowanych fundamentów przebiegać będzie na głębokości 1,00 m ppt.



#### 4. Zakres badań podłoża gruntowego

Badania geotechniczne wykonano w dniu 12 sierpnia 2024 r. Zakres badań ustalono z Projektantem inwestycji. Lokalizację wierceń i sondowań pokazano na mapie dokumentacyjnej – załącznik nr 2.

W ramach prac odwiercono cztery otwory badawcze do 9,0 m pod powierzchnią terenu (ppt.). W otworach wiertniczych prowadzono profilowanie geologiczne, z pomiarem głębokości otworów i głębokości położenia stropów i spągów warstw oraz pomiary hydrogeologiczne zwierciadła wody.

W celu oceny stopnia zagęszczenia  $I_D$  i stopnia plastyczności  $I_L$  przeprowadzono jedno badania sondą statyczną CPTU do głębokości 8,0 m ppt. (dotyczy otworu nr 1).

W pozostałych otworach w celu oceny stopnia zagęszczenia  $I_D$  gruntów niespoistych wykonano jedno sondowania dynamiczne sondą lekką DPL do głębokości 3,0 m ppt., zaś w celu ustalenia stopnia plastyczności  $I_L$  grunty spoiste badano penetrometrem wciskowym PW-1.

#### 5. Charakterystyka warunków geotechnicznych

##### 5.1. Litologia

W dokumentowanym podłożu, w strefie rozpoznanej wykonanymi wierceniami badawczymi, występują utwory czwartorzędowe holoceni i plejstoceni.

Holocen reprezentowany jest przez powierzchniowe grunty nasypowe piaszczyste z domieszką piasku gliniastego, humusu, śmieci i gruzem. Miąższość utworów holoceni, osiągają głębokość 1,0-2,8 m ppt.

Plejstocen reprezentowany jest poniżej przez utwory zastoiskowe, wykształcone w postaci pyłów piaszczystych. Osady te występują do głębokości 2,2-3,0 m ppt. (dotyczy to otworów nr 1, 2 i 3) Poniżej osadów holoceni i utworów zastoiskowych, nawiercone zostały osady piaszczyste, wykształcone w postaci piasków drobnych i średnich. Osady te występują do głębokości 2,4-3,7 m ppt. (dotyczy otworów nr 1, 2 i 3). Poniżej powyższych osadów nawiercone zostały utwory lodowcowe, wykształcone w postaci glin piaszczystych z laminami i przewarstwieniami osadów piaszczystych oraz ze żwirem. Osady te do głębokości 9,0 m ppt nie zostały przewiercone.

##### 5.2. Geotechniczny podział gruntów

Grunty, stwierdzone w dokumentowanym podłożu, należą do naturalnych rodzimych mineralnych oraz organicznych.

Strefę przypowierzchniową podłoża budują grunty nasypowe piaszczyste z domieszką piasku gliniastego, humusu, śmieci i gruzem. Wyłączono je ze szczegółowej charakterystyki geotechnicznej, z uwagi na ich zróżnicowany skład i dużą anizotropię parametrów

wytrzymałościowych, uniemożliwiającą wyprowadzenie wartości parametrów charakterystycznych.

Grunty rodzime podzielono na warstwy geotechniczne, w oparciu o wydzielenia geologiczne. Wiodące parametry wytrzymałościowe ( $I_D$  i  $I_L$ ), ustalono metodą **A**, wg PN-81/B-03020, tj. na drodze bezpośrednich badań instrumentalnych i makroskopowych, przeprowadzonych w terenie. Pozostałe parametry ustalono metodą **B** - na podstawie podanych w ww. normie zależności korelacyjnych, pomiędzy tymi parametrami, a cechami wiodącymi.

Grunty spoiste o genezie zastoiskowej, wyodrębniono jako warstwę geotechniczną nr **I**.  
Warstwa **I** – pyły piaszczyste i pyły piaszczyste na pograniczu pyłów, lokalnie z laminami piasków pylastych. Są wilgotne, w stanie plastycznym i miękkoplastycznym, o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,50$ .  
Zgodnie z p. 1.4.6 normy PN-81/B-03020, grunty spoiste warstw **I** należą do grupy konsolidacyjnej **C**.

Grunty niespoiste pochodzenia wodnolodowcowego, wydzielono jako warstwę geotechniczną nr **II**.  
Warstwa **II** - piaski średnie zaglinione i piaski drobne z domieszką piasków pylastych, wilgotne i nawodnione (poniżej zwierciadła wód gruntowych), średnio zagęszczone (lokalnie luźne – w otworze nr 1), o wartości charakterystycznej stopnia zagęszczenia  $I_D^{(n)} = 0,52$ .

Grunty spoiste o genezie lodowcowej, wyodrębniono jako trójdzielną warstwę geotechniczną nr **III**.  
Warstwa **IIIa** – gliny piaszczyste ze żwirem i laminami piasków drobnych. Są wilgotne, w stanie miękkoplastycznym, o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,57$ .  
Warstwa **IIIb** – gliny piaszczyste ze żwirem i laminami piasków drobnych. Są wilgotne, w stanie plastycznym, o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,38$ .  
Warstwa **IIIc** – gliny piaszczyste ze żwirem i laminami piasków drobnych. Są wilgotne, w stanie twardoplastycznym, o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,208$ .  
Zgodnie z p. 1.4.6 normy PN-81/B-03020, grunty spoiste warstw **III** należą do grupy konsolidacyjnej **B**.

Grunty spoiste warstw geotechnicznych **I** i **III** mają własności wysadzinowe, a ponadto charakteryzują się podatnością na zmiany (wzrost) wilgotności, szczególnie w warunkach naruszenia ich naturalnej struktury. Mogą wówczas ulegać znacznemu, dalszemu uplastycznieniu.

W tabelach na załącznikach nr 6.1-6.2 zestawiono wartości charakterystyczne i obliczeniowe parametrów geotechnicznych gruntów wydzielonych warstw.

Obraz budowy podłoża gruntowego przedstawiono na przekroju geotechnicznym - załącznik nr 5 i kartach dokumentacyjnych badania geotechnicznego – załączniki 3.1-3.4.



### 5.3. Hydrogeologia

Woda podziemna, występuje w wodnolodowcowych osadach piaszczystych, gdzie posiada zwierciadło napięte swobodne (otwory nr 1, 2 i 4) oraz w postaci sączeń z piaszczystych lamin śródglinowych (otwór nr 3). Jej poziom piezometryczny w okresie wykonywanych badań (sierpień 2024r.) stabilizował się na głębokości od 2,20 do 2,60 m p.p.t.

Dokumentowany stan wód gruntowych należy uznać za zbliżony do średniego wieloletniego. Poziom wysoki może być (na tym terenie) wyższy od zanotowanego o około 0,4 - 0,8 m, co ma bezpośredni związek z intensywnymi i długotrwałymi opadami atmosferycznymi oraz roztopami pokrywy śniegowej.

## 6. Geotechniczne warunki posadowienia obiektu

### 6.1. Opinia geotechniczna (kategoria geotechniczna obiektu)

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych, projektowana inwestycja zalicza się do drugiej kategorii geotechnicznej.

### 6.2. Dokumentacja badań podłoża gruntowego (posadowienie obiektu)

Przy zakładanym poziomie posadawiania fundamentów obiektów na głębokości 1,0 m ppt., w bezpośrednim podłożu fundamentów, występują:

- mułki zastoiskowe warstwy geotechnicznej nr **I** – wilgotne, plastyczne o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności  $I_L^{(n)} = 0,50$ .
- grunty nasypowe o nieustalonych parametrach geotechnicznych.

Grunty nasypowe mają generalnie znacznie ograniczoną zdolność do przenoszenia obciążeń od obiektów budowlanych. W przypadku posadawiania obiektów, wywierających na podłoże skoncentrowane naciski, grunty nasypowe należy wybrać z podłoża fundamentów w całości i zastępować gruntem mineralnym niespoistym stabilizowanym cementem lub chudym betonem.

Wszystkie opisane grunty spoiste mają własności wysadzinowe, a ponadto grunty te mogą charakteryzować się podatnością na zmiany wilgotności, szczególnie w warunkach naruszenia ich naturalnej struktury i dodatkowego zawilgocenia (szczególnie dotyczy to gruntów warstwy nr **I** i **IIIa**). Mogą wówczas ulegać znacznemu uplastycznieniu. Prace ziemne w tych gruntach muszą być prowadzone „na sucho”, tak aby nie spowodować niekorzystnych zmian w podłożu fundamentów. Wykopy należy chronić przed zalewaniem wodami opadowymi, a wodę pochodzącą z ewentualnych sączeń w glinach zbierać drenażem roboczym, prowadzonym w dnie wykopu i odprowadzać na zewnątrz. Otwartych wykopów nie wolno pozostawiać na dłuższy okres, szczególnie zimowy, w czasie którego mogłoby nastąpić przemoczenie lub przemarznięcie gruntów (głębokość przemarzania wynosi 1,0 m).

Wszystkie ewentualnie rozmoczone, przemarznięte, bądź naruszone partie gruntu wybrać narzędziami ręcznymi i zastąpić chudym betonem lub materiałem mineralnym niespoistym stabilizowanym cementem.

Woda podziemna, występuje w wodnolodowcowych osadach piaszczystych, gdzie posiada zwierciadło napięte swobodne (otwory nr 1, 2 i 4) oraz w postaci sączeń z piaszczystych lamin śródglinowych (otwór nr 3). Jej poziom piezometryczny w okresie wykonywanych badań (sierpień 2024r.) stabilizował się na głębokości od 2,20 do 2,60 m p.p.t.

Dokumentowany stan wód gruntowych należy uznać za zbliżony do średniego wieloletniego. Poziom wysoki może być (na tym terenie) wyższy od zanotowanego o około 0,4 - 0,8 m, co ma bezpośredni związek z intensywnymi i długotrwałymi opadami atmosferycznymi oraz roztopami pokrywy śniegowej.

Zaleca się, aby prace ziemne i fundamentowe prowadzone były pod stałym nadzorem geotechnicznym. Dla zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych wskazane jest wykonanie oględzin oraz przeprowadzenie badań instrumentalnych i makroskopowych gruntów w wykopach, z ustaleniem parametrów wytrzymałościowych podłoża oraz ich pełnej korelacji z założeniami projektowymi.

Dokumentowane warunki geotechniczne w obszarze lokalizacji projektowanego obiektu budowlanego nie będą ulegały zmianie podczas ich budowy, w stopniu zmieniającym przyjęty na etapie projektowania sposób posadawiania obiektu. Warunkiem powyższego jest ochrona gruntów wysokoplastycznych przed destrukcją wytrzymałościową, przestrzeganie zasad bezpiecznego prowadzenia robót ziemnych i fundamentowych, związanych przede wszystkim z zabezpieczeniem stateczności ścian wykopów, zabezpieczeniem wykopów przed zalewaniem wodami opadowymi i roztopowymi.

### **6.3. Projekt geotechniczny**

#### **1. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie**

Budowa zbiorników i instalacji tlenu dla potrzeb modernizacji układu ozonowania stacji uzdatniania wody nie wpłynie znacząco na zmianę właściwości podłoża gruntowego zarówno podczas realizacji inwestycji, jak również w trakcie użytkowania. Warunkiem powyższego jest ochrona gruntów przed destrukcją wytrzymałościową, przestrzeganie zasad bezpiecznego prowadzenia robót ziemnych i instalacyjnych, związanych przede wszystkim z zabezpieczeniem stateczności ścian ewentualnych wykopów, zabezpieczeniem stateczności fundamentów ewentualnych obiektów sąsiadujących, zabezpieczeniem wykopów przed zalewaniem wodami opadowymi i roztopowymi. Obiekty nie mają wpływu na warunki wodne. W podłożu nie występują grunty zmieniające samoistnie właściwości.



|   |   |
|---|---|
| Zachowanie się podłoża w czasie budowy i eksploatacji | Naturalne, neutralne  |
| Zmiany warunków wodnych                               | Nie wystąpią  |
| Skurcz i pęcznienie gruntów, rozmakanie gruntów       | Zjawiska te mogą wystąpić, z uwagi na występowanie w poziomie posadowień gruntów spoistych. |
| Powierzchniowe ruchy masowe                           | Nie wystąpią  |
| Osiadanie zapadowe                                    | Nie wystąpi   |
| Zmiany termiczne w gruncie                            | Nie wystąpią  |
| Szkody górnicze                                       | Nie dotyczy   |

## 2. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych

Wartości obliczeniowych parametrów geotechnicznych należy przyjmować zgodnie z dołączoną do opracowania tabelą parametrów. Wielkości parametrów geotechnicznych wyznaczono na podstawie określonych metodą B stanów gruntu ( stopień plastyczności i stopień zagęszczenia). Wartości efektywne kąta tarcia wewnętrznego i spójności , potrzebne do wymiarowania według Eurokody 7 można określać poprzez korelację z wyżej wymienionymi parametrami i na podstawie literatury: *Pisarczyk S, Rymsza B „ Badania laboratoryjne i polowe gruntu” Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 1993r.* Konkretnie wielkości parametrów geotechnicznych zostaną podane niżej, podczas symulacji obliczeniowej potwierdzającej zasadność wyboru metody posadowienia.

## 3. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa do obliczeń geotechnicznych

Przy projektowaniu według zasadami Eurokodów PN-EN 1997-1 i 1997-2, należy sprawdzić warunek ogólny:

$$E_d \leq R_d$$

gdzie:

$E_d$  – wartość obliczeniowa efektu oddziaływań (siła przekazywana na podłoże)

$R_d$  – wartość obliczeniowa oporu granicznego podłoża.

Komitet Techniczny ds. geotechniki przy PKN ustalił, że w Polsce stosowane będzie tzw. 2\* podejście obliczeniowe, poza przypadkiem sprawdzania stateczności ogólnej (podejście 3). Taki też wariant zapewnienia właściwego bezpieczeństwa przy sprawdzaniu powyższego warunku należy zastosować przy projektowaniu fundamentów wszystkich obiektów przedsięwzięcia.

Przy przyjętym podejściu obliczeniowym 2\*, ogólny zapis warunku stanu granicznego nośności ma postać następującą:

$$E_d = E(\gamma F_{Frep}; \gamma F_{Fg}(X_k)) \leq R(F_k; X_k) / \gamma_R = R_d$$

gdzie:

$X_k$  – symbol wartości charakterystycznej właściwości gruntu,

$F_g$  – symbol oddziaływań geotechnicznych,



$\gamma_F$  – częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla oddziaływań,

$\gamma_R$  – współczynnik bezpieczeństwa dla oporu gruntu,

Siły przekazywane przez fundament na podłoże wyznaczać należy od wartości obliczeniowych obciążeń konstrukcyjnych i geotechnicznych. Wartości obliczeniowe obciążeń geotechnicznych wyznaczać należy przy charakterystycznych wartościach parametrów gruntu i mnożyć przez odpowiedni współczynnik obciążeń.

Opór graniczny podłoża w przyjętym podejściu 2\* wyznaczać należy przy charakterystycznych wartościach parametrów gruntu ( $X_k$ ) i charakterystycznych wartościach obciążeń, a wynik dzielić przez ogólny współczynnik oporu  $\gamma_R$ .

Wartości częściowych współczynników bezpieczeństwa dla posadowień bezpośrednich w podejściu obliczeniowym 2\* przedstawiono w poniższych tablicach:

Współczynniki częściowe do oddziaływań( $\gamma_F$ ) lub efektów oddziaływań ( $\gamma_E$ )

| Oddziaływanie |              | Symbol     | Zestaw |     |
|---------------|--------------|------------|--------|-----|
|               |              |            | A1*    | A2  |
| Stałe         | Niekorzystne | $\gamma_G$ | 1,35   | 1,0 |
|               | Korzystne    |            | 1,0    | 1,0 |
| Zmienne       | Niekorzystne | $\gamma_Q$ | 1,5    | 1,3 |
|               | Korzystne    |            | 0      | 0   |

Współczynniki częściowe do oporu/nośności ( $\gamma_R$ )dotyczące fundamentów bezpośrednich

| Nośność         | Symbol         | Zestaw |     |     |
|-----------------|----------------|--------|-----|-----|
|                 |                | R1     | R2* | R3  |
| Nośność podłoża | $\gamma_{R;V}$ | 1,0    | 1,4 | 1,0 |
| Przesunięcie    | $\gamma_{R;h}$ | 1,0    | 1,1 | 1,0 |

\* - zestaw miarodajny przy liczeniu według podejścia 2

Przy projektowaniu według normy polskiej PN-B-03020 „Projektowanie posadowień bezpośrednich”, należy przyjmować współczynnik bezpieczeństwa 0,9 bądź 1,1 w zależności od tego, która wartość determinuje zjawisko niekorzystne.

#### 4. Określenie oddziaływań od gruntu

W przedmiotowej inwestycji, oddziaływania od gruntu nie będą miały wpływu na konstrukcję zbiorników i instalacji tlenu dla potrzeb modernizacji układu ozonowania stacji uzdatniania wody. Parcie wody gruntowej również nie wystąpi z uwagi na niski jej poziom (woda gruntowa występuje poniżej ewentualnych robót ziemnych i fundamentowych).

#### 5. Przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego

W przypadku sytuacji obliczeniowej trwałej i sytuacji obliczeniowej przejściowej przy występowaniu pod fundamentem gruntów niespoistych, za miarodajne do obliczeń można

uznać warunki „z odpływem”. W przypadku występowania pod fundamentem gruntów spoistych, należy wykonać obliczenia przy założeniu warunków „z odpływem”, jak i „bez odpływu”.

Model obliczeniowy określony jest poprzez:

- przyjęcie wymiarów fundamentów
- ustalenie układu i rodzaju gruntów pod fundamentem
- określenie poziomu wody gruntowej
- określenie parametrów wytrzymałościowych gruntów niezbędnych do obliczeń

Wszystkie parametry modelu obliczeniowego podane zostaną przy sprawdzaniu stanów granicznych fundamentu.

### ***Sprawdzanie oporu granicznego podłoża na wyparcie gruntu spod fundamentu***

Wartości bezwymiarowych współczynników we wzorze na jednostkowy opór graniczny należy ustalać według poniższych zależności:

- współczynniki nośności:

$$N_q = e^{\pi g \varphi'} \cdot t g^2 (45^\circ + \varphi' / 2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot c t g \varphi'$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot t g \varphi'$$

- współczynniki kształtu fundamentu:

$$s_q = 1 + B' / L' \cdot \sin \varphi'$$

$$s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1)$$

$$s_\gamma = (1 - 0,3 \cdot B' / L')$$

- współczynniki nachylenia obciążenia:

$$i_q = [1 - H_k / (V_k + A' \cdot c' \cdot c t g \varphi')]^m$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / N_c \cdot t g \varphi'$$

$$i_\gamma = [1 - H_k / (V_d + A' \cdot c' \cdot c t g \varphi')]^{m+1}$$

gdzie:

$$m = m_b = [2 + (B' / L')] / [1 + (B' / L')], \text{ gdy obciążenie } H \text{ działa w kierunku } B'$$

$$m = m_L = [2 + (L' / B')] / [1 + (L' / B')], \text{ gdy obciążenie } H \text{ działa w kierunku } L'$$

W przypadku, gdy składowa pozioma obciążenia działa w kierunku tworzącym kąt  $\theta$  z kierunkiem  $L'$ , wartość współczynnika  $m$  należy obliczać wg wzoru:

$$m = m_\theta = m_L \cdot \cos^2 \theta + m_B \cdot \sin^2 \theta$$

Zaleca się w tym względzie stosowanie metody podanej w załączniku D do PN-EN-1997-1. W metodzie tej jako miarodajną do sprawdzenia oporu granicznego podłoża przyjąć należy wartość obliczeniową siły, przekazywanej przez fundament na podłoże, prostopadle do



podstawy fundamentu  $V_d$ .

Warunek obliczeniowy przyjmuje postać:

$$V_d < R_d$$

Wartość obliczeniową oporu granicznego podłoża  $R_d$  dla przyjętego podejścia 2\* wyznaczać należy z zależności:

$$R_d = R_k / \gamma_R$$

gdzie:

$R_k$  – wartość charakterystyczna oporu granicznego

$\gamma_R$  – współczynnik bezpieczeństwa dom oporu granicznego – przyjęty w tym przypadku = 1,4.

Jednostkowy opór graniczny w warunkach „z odpływem”, w sytuacji obliczeniowej trwałej, wyznaczać należy wg wzoru:

$$R_k / A' = c_k' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma$$

Jednostkowy opór graniczny w warunkach „bez odpływu”, w sytuacji obliczeniowej przejściowej, wyznaczać należy wg wzoru:

$$R_k / A' = (\pi + 2) \cdot c_u \cdot s_c \cdot i_c + q$$

gdzie:

$q$  – całkowite naprężenia w gruncie (obok fundamentu) bez uwzględnienia siły wyporu

$$s_c = 1 + 0,2 \cdot (B' / L')$$

$$i_c = 0,5 \cdot \left[ 1 + \left( 1 - H_k / A' c_u \right)^{0,5} \right]$$

#### - Sprawdzanie nośności gruntu na ściecie w poziomie posadowienia

Należy sprawdzić warunek:

$H_d < R_d$ , gdzie:

$H_d$  – obliczeniowa wartość siły poziomej przekazywanej przez fundament na grunt

$R_d$  – opór graniczny podłoża pod fundamentem na ściecie

Opór graniczny podłoża pod fundamentem na ściecie w warunkach „z odpływem”, w sytuacji obliczeniowej trwałej, wyznaczać należy wg wzoru:

$$R_d = (V_k' \cdot \tan \Phi_k) / \gamma_{R,h}$$

$$\gamma_{R,h} = 1,1$$

$V_k'$  – oznacza wartość charakterystyczną pionowych obciążeń przekazywanych przez fundament na podłoże

Opór graniczny na ścinanie w warunkach „bez odpływu” dla podejścia 2\* określić należy z zależności:

$$R_d \leq (A_c c_{u,k}) / \gamma_{R,h}$$

W której  $A_c$  – pole powierzchni podstawy przekazującej naciski na grunt

#### 6. Obliczenie nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności

Przy przeprowadzaniu obliczeń zgodnie z Eurokodem 7, należy posługiwać się efektywnymi

wartościami parametrów wytrzymałościowych –  $\phi'_k$ ,  $c'_k$ .

#### **7. Ustalenie danych niezbędnych do zaprojektowania fundamentów**

Do ewentualnych obliczeń przyjąć należy przekrój geotechniczny, określającą rzędne spągów i stropów poszczególnych warstw gruntowych, rzędną wody gruntowej i rzędną bezwzględną terenu.

#### **8. Specyfikację badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych i specjalistycznych robót geotechnicznych**

Dla zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych i fundamentowych wskazane jest wykonanie oględzin oraz przeprowadzenie badań instrumentalnych i makroskopowych gruntów w wykopach.

Roboty ziemne i fundamentowe należy prowadzić pod stałym nadzorem geotechnicznym.

Do zasyпки wykopów można wykorzystać grunt wydobyty na odkład, po wcześniejszym zabezpieczeniu go przed zanieczyszczeniem.

Zasypkę wykopów należy sprawdzić badaniami geotechnicznymi w zakresie zagęszczenia.

#### **9. Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekty budowlane i sposobów przeciwdziałania tym zagrożeniom**

Projektowane posadowienie zbiorników i instalacji tlenu dla potrzeb modernizacji układu ozonowania stacji uzdatniania wody będzie przebiegać powyżej poziomu wody gruntowej.

Dla ochrony ewentualnych żelbetowych elementów konstrukcyjnych wystarczające będzie zastosowanie następujących rozwiązań:

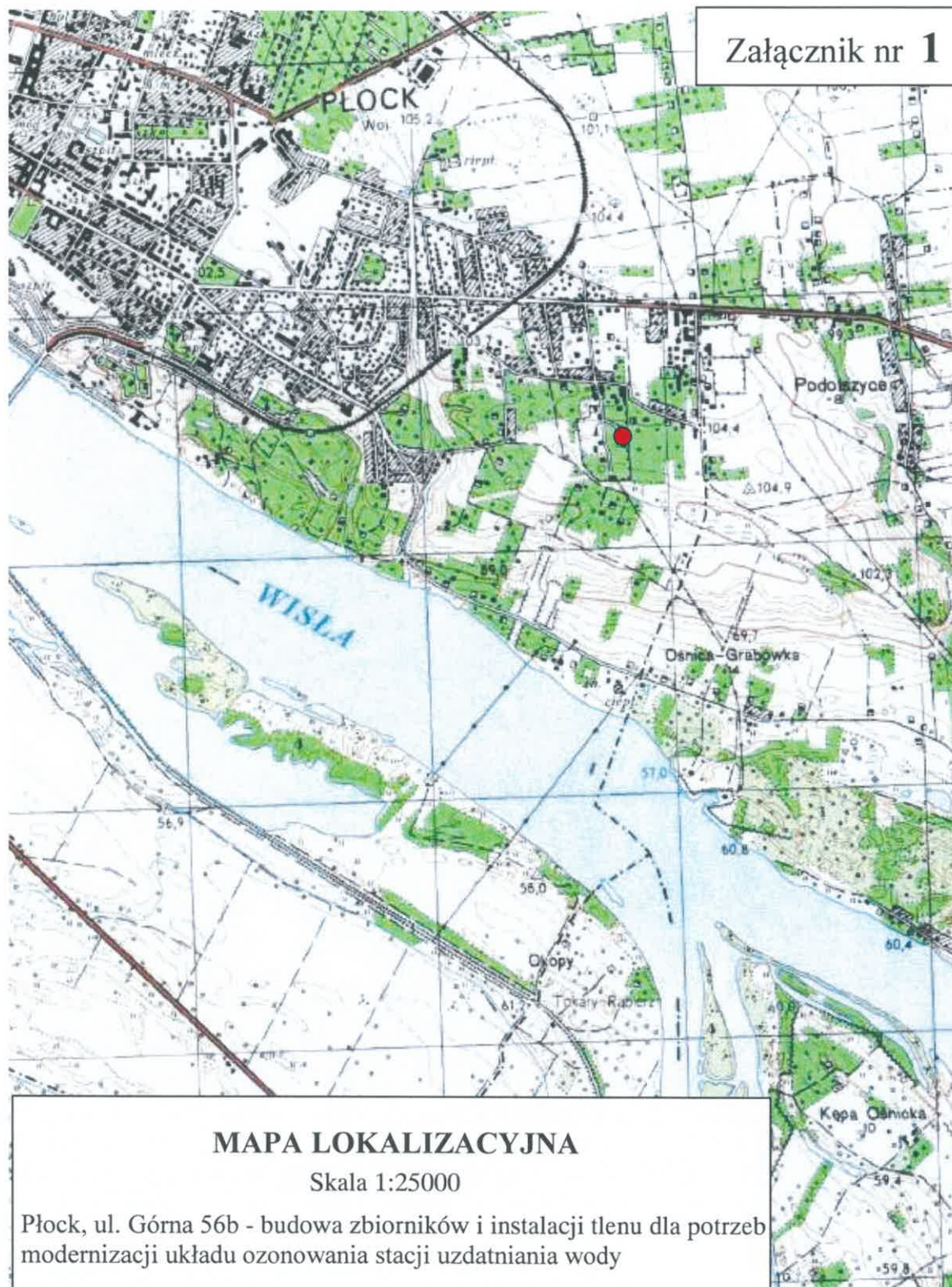
- zastosowanie betonu klasy nie niższej niż C25/30,
- zastosowanie betonu o wskaźniku w/c nie większym niż 0,45
- szerokość rozwarcia rys nie większa niż 0,30 mm
- odpowiednie zagęszczenie betonu i jego pielęgnacja
- zabezpieczenie przeciwwilgociowe powierzchni betonowych np. poprzez smarowanie preparatami bitumicznymi.

#### **10. Określenie zakresu niezbędnego monitorowania wybudowanych obiektów budowlanych, obiektów sąsiadujących i otaczającego gruntu, niezbędnego do rozpoznania zagrożeń mogących wystąpić w trakcie robót budowlanych lub w ich wyniku oraz w czasie użytkowania obiektów budowlanych**

Dla obiektów zaliczonych do drugiej kategorii geotechnicznej, posadowionych w sposób bezpośredni, zakres monitoringu można ograniczyć do typowego nadzoru robót w czasie budowy i do okresowych przeglądów stanu technicznego obiektów w okresie ich eksploatacji. Projekt budowy zbiorników i instalacji tlenu dla potrzeb modernizacji układu ozonowania stacji uzdatniania wody powinien dodatkowo określać sposób bezpiecznego prowadzenia robót, a w przypadku stwierdzenia zagrożenia dla innych obiektów budowlanych, powinien określać, na



których obiektach powinien być założony reper, umożliwiający geodezyjne monitorowanie ewentualnych zmian. Kierownik budowy powinien podjąć natychmiastowe środki zaradcze przypadku pojawienia się nadmiernych przemieszczeń.



## MAPA LOKALIZACYJNA

Skala 1:25000

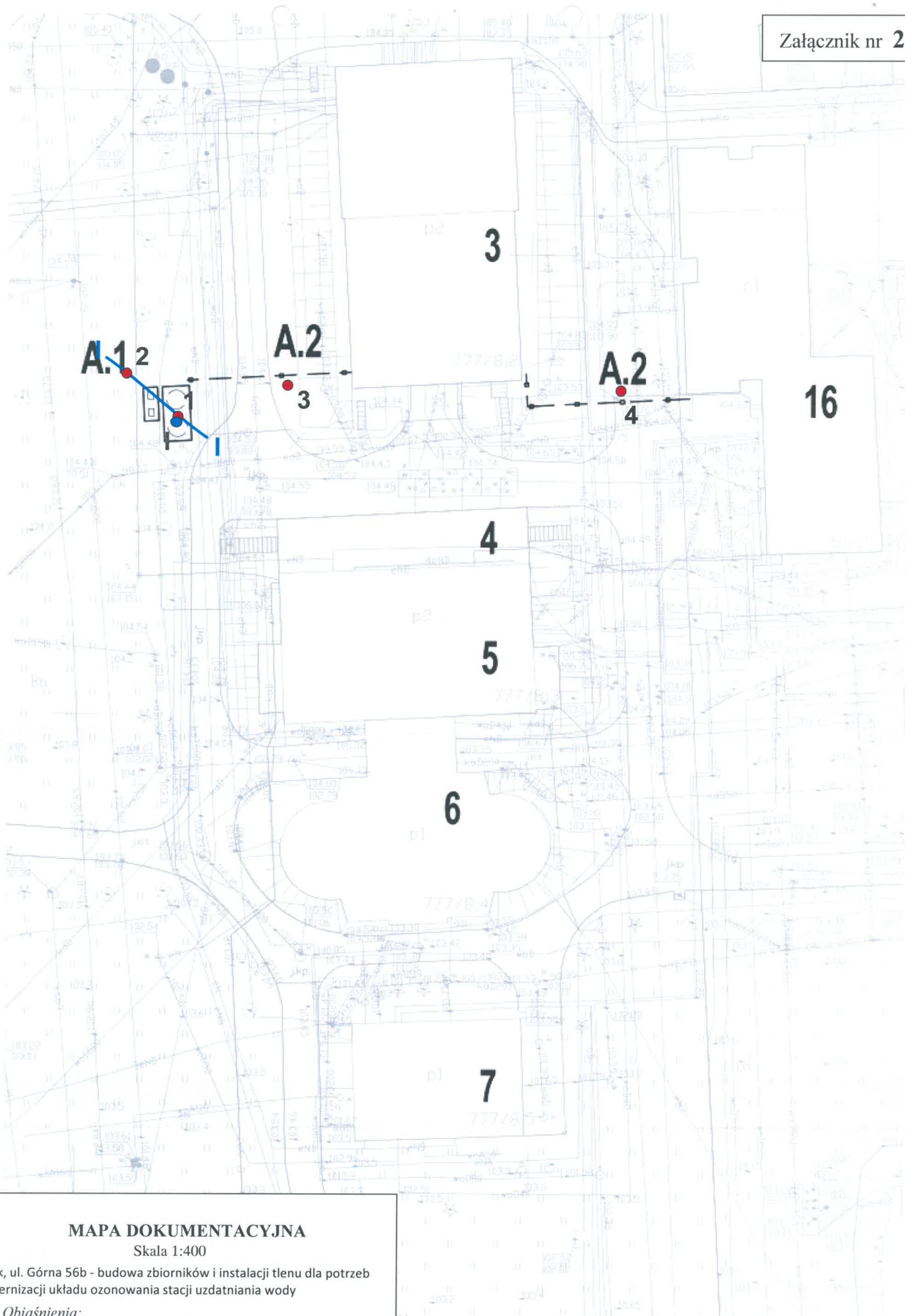
Płock, ul. Górna 56b - budowa zbiorników i instalacji tlenu dla potrzeb modernizacji układu ozonowania stacji uzdatniania wody

### Objaśnienia:

● - obszar badań geotechnicznych

Opracowanie: mgr Łukasz Skrok, uprawnienia geologiczne: VII-1553





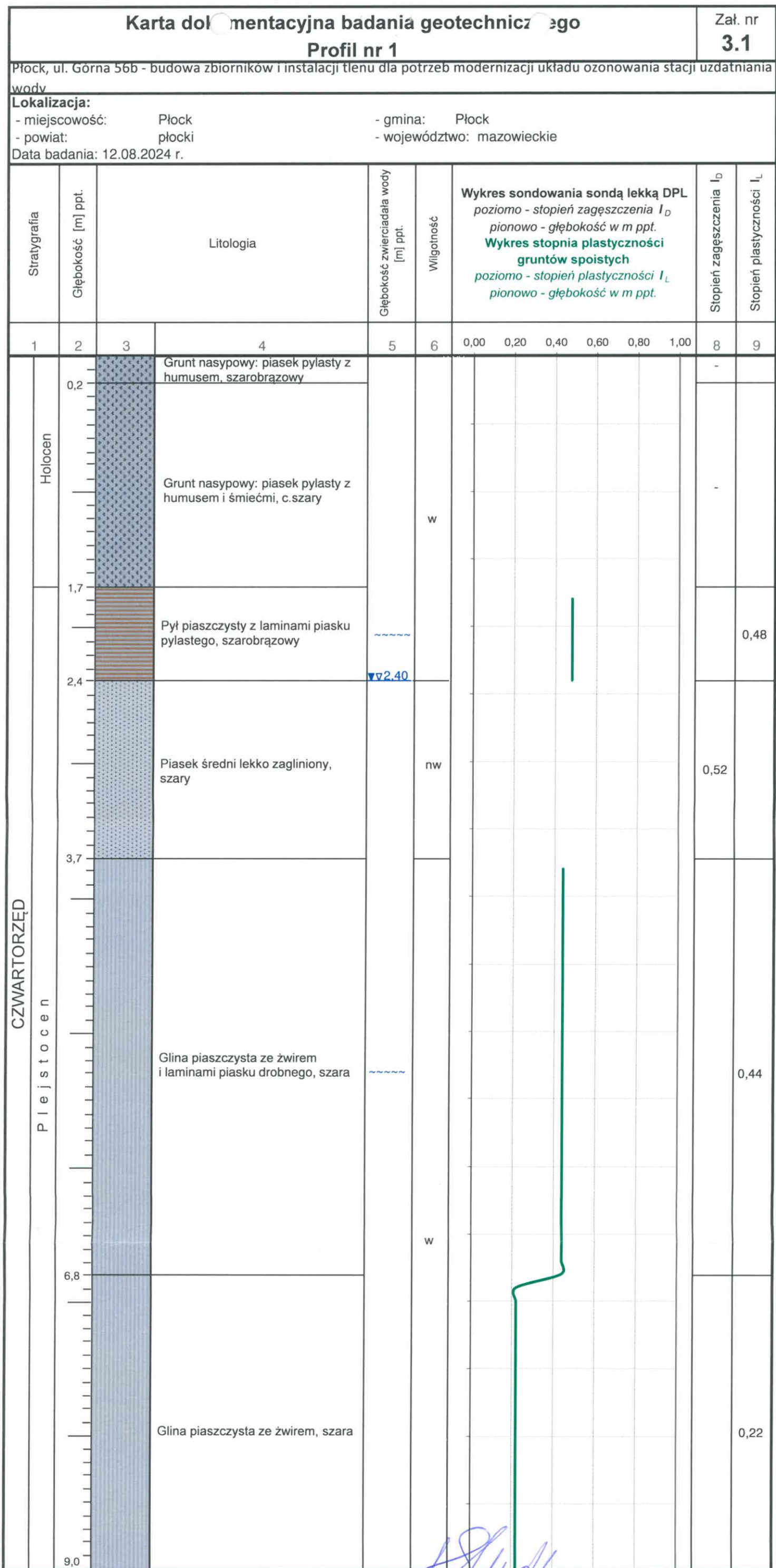
### MAPA DOKUMENTACYJNA

Skala 1:400

Płock, ul. Górna 56b - budowa zbiorników i instalacji tlenu dla potrzeb modernizacji układu ozonowania stacji uzdatniania wody

Objaśnienia:

- 1 - położenie i numer wiercenia geotechnicznego
- | - położenie i numer sondowania statycznego CPTU nr 1
- - przekrój geotechniczny nr 1











| Karta dokumentacyjna badania geotechnicznego   |                    |   |  |                                     |            |   | Zał. nr |                            |                             |
|--|--------------------|---|--|-------------------------------------|------------|---|---------|----------------------------|-----------------------------|
| Profil nr 4  |                    |   |  |                                     |            |   | 3.4     |                            |                             |
| Płock, ul. Górna 56b - budowa zbiorników i instalacji tlenu dla potrzeb modernizacji układu ozonowania stacji uzdatniania wody |                    |   |  |                                     |            |   |         |                            |                             |
| Lokalizacja:   |                    |   |  |                                     |            |   |         |                            |                             |
| - miejscowość: Płock   |                    |   | - gmina: Płock   |                                     |            |   |         |                            |                             |
| - powiat: płocki   |                    |   | - województwo: mazowieckie                                 |                                     |            |   |         |                            |                             |
| Data badania: 12.08.2024 r.  |                    |   |  |                                     |            |   |         |                            |                             |
| Stratygrafia   | Głębokość [m] ppt. | Litologia   |  | Głębokość zwierciadła wody [m] ppt. | Wilgotność | Wykres sondowania sondą lekką DPL<br>poziomo - stopień zagęszczenia $I_D$<br>pionowo - głębokość w m ppt.<br>Wykres stopnia plastyczności<br>gruntów spoistych<br>poziomo - stopień plastyczności $I_L$<br>pionowo - głębokość w m ppt. |         | Stopień zagęszczenia $I_D$ | Stopień plastyczności $I_L$ |
| 1  | 2                  | 3   | 4  | 5                                   | 6          | 0,00 0,20 0,40 0,60 0,80 1,00   |         | 8                          | 9                           |
| CZwartorzęd Plejstocen   | Holocen            | 0,2   | Grunt nasypowy: piasek pylasty z humusem, szarobrazowy     |                                     |            |   |         | -                          |                             |
|  |                    |   | Grunt nasypowy: piasek pylasty z humusem i gruzem, c.szary |                                     |            |   |         | -                          |                             |
|  |                    | 1,2   | Piasek drobny z piaskiem pylastym, szary                   | 2,40                                | w          |   | 0,53    |                            |                             |
|  |                    | 2,6   | Pył piaszczysty z laminami piasku pylastego, szary         |                                     |            |   |         |                            | 0,57                        |
|  | 3,0                | Gлина piaszczysta ze żwirem i laminami piasku drobnego, szara |  |                                     |            |   |         | 0,57                       |                             |
|  |                    | 3,7   | Gлина piaszczysta ze żwirem, szara                         |                                     |            |   | 0,34    |                            |                             |
|  |                    | 5,0   | Gлина piaszczysta ze żwirem, szara                         |                                     | w          |   |         | 0,37                       |                             |
|  |                    | 6,6   | Gлина piaszczysta ze żwirem, szara                         |                                     |            |   |         | 0,20                       |                             |
|  |                    | 9,0   |  |                                     |            |   |         |                            |                             |

## Objaśnienia symboli i znaków

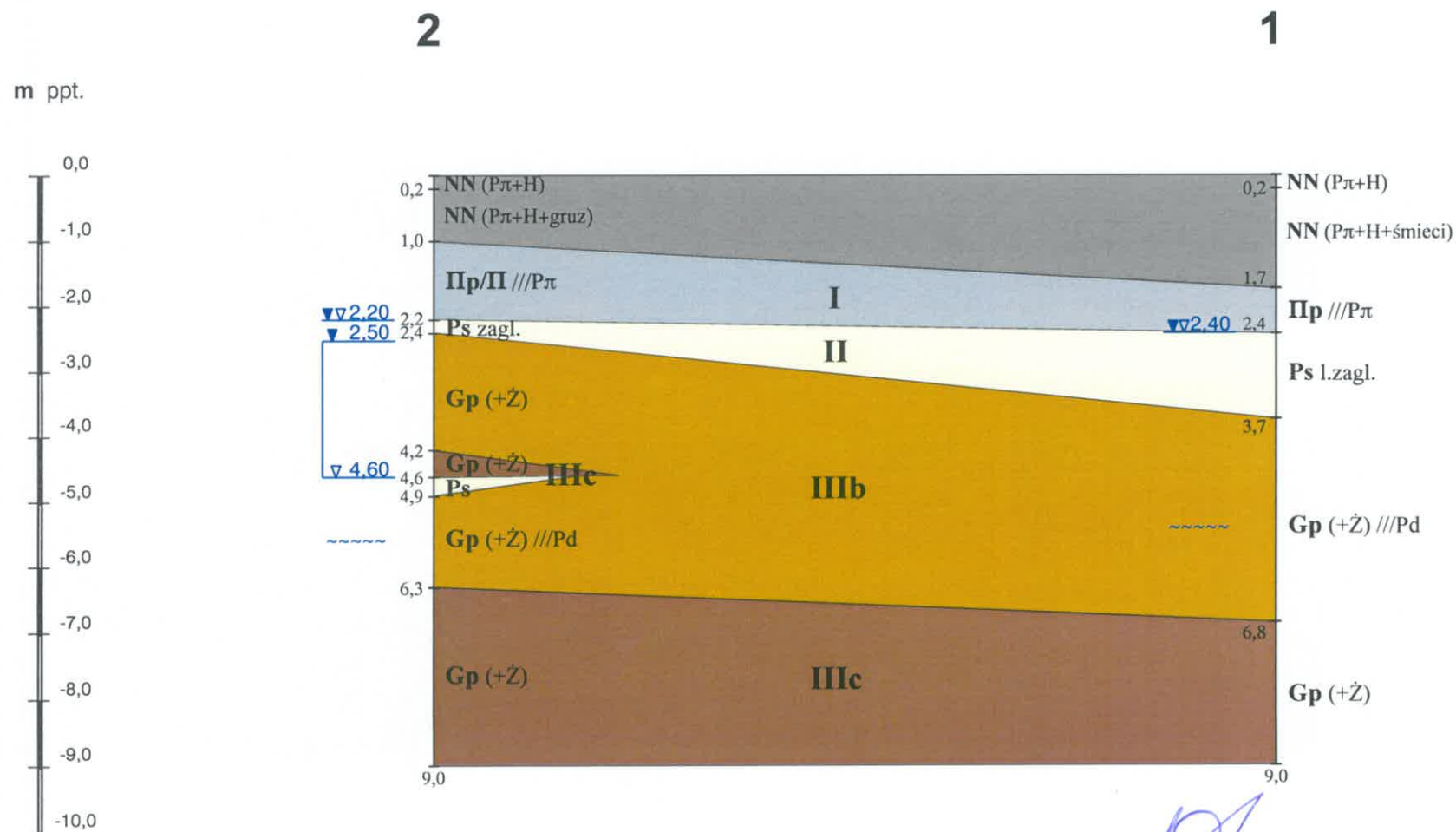
|             |   |
|-------------|---|
| ▽           | - poziom zwierciadła wód gruntowych nawiercony                    |
| ▼           | - poziom zwierciadła wód gruntowych ustabilizowany                |
| <u>3,72</u> | - głębokość zwierciadła wód gruntowych poniżej powierzchni terenu |
| ↑           | - zwiercadło wody o charakterze napiętym                          |
| ~~~~~       | - sączenia wody gruntowej   |
| w           | - grunt wilgotny  |
| m           | - grunt mokry   |
| nw          | - grunt nawodniony  |
| [ ]         | - wartość szacowana   |
| NN          | - grunty nasypowe   |
| H           | - grunt próchniczny (humus)                                       |
| P $\pi$     | - piasek pylasty  |
| Pd          | - piasek drobny   |
| Ps          | - piasek średni   |
| Pr          | - piasek gruby  |
| Po          | - pospółka  |
| Ż           | - żwir  |
| KO          | - otoczaki  |
| G           | - glina   |
| G $\pi$     | - glina pylasta   |
| Gp          | - glina piaszczysta   |
| Gpz         | - glina piaszczysta zwięzła                                       |
| Pg          | - piasek gliniasty  |
| II          | - pył   |
| IIp         | - pył piaszczysty   |
| +           | - domieszki   |
| ///         | - laminy  |
| //          | - przewarstwienia   |
| /           | - na pograniczu   |

  
 Dozór geotechniczny i opracowanie:  
 mgr Łukasz Skrok, uprawnienia geologiczne nr VII-1553



## PRZEKRÓJ GEOTECHNICZNY NR I.

Obiekt: Płock, ul. Górna 56b - budowa zbiorników i instalacji tlenu dla potrzeb modernizacji układu ozonowania stacji uzdatniania wody



## TABELA PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH

Obiekt: Płock, ul. Górna 56b - budowa zbiorników i instalacji tlenu dla potrzeb modernizacji układu ozonowania stacji uzdatniania wody

| Objaśnienia geologiczne |   |               | Parametry geotechniczne |             |             |  |                              |                    |  |  |                |
|-------------------------|---|---------------|-------------------------|-------------|-------------|--|------------------------------|--------------------|--|--|----------------|
| Nr warstwy geotech.     | Rodzaj gruntu   | Symbol gruntu | Symbol konsolidacji     | Stan gruntu |             | Gęstość objętościowa $\rho$ t/m <sup>3</sup> | Wilgotność naturalna $w_n$ % | Spójność $c_u$ kPa | Kąt tarcia wewnętrznego $\phi_u$ stop. | Edometryczny moduł ściśliwości $M_o$ MPa | Uwagi          |
|                         |   |               |                         | $I_D^{(n)}$ | $I_L^{(n)}$ |  |                              |                    |  |  |                |
| 1                       | 2   | 3             | 4                       | 5           | 6           | 7  | 8                            | 9                  | 10                                     | 11                                       | 12             |
| I                       | Mułki, zastoiskowe  | Πp, Π         | C                       | -           | 0,50        | 2,02   | 21,0                         | 8,5                | 10,1                                   | 15,5                                     | grunt wilgotny |
| II                      | Piaski drobno i średnioziarniste, wodnolodowcowe                  | Pd, Ps        | -                       | 0,52        | -           | 1,75   | 16,0                         | -                  | 30,6                                   | 65,0                                     |                |
|                         |   |               |                         | 0,52        |             | 1,90   | 24,0                         |                    | 30,6                                   | 65,0                                     |                |
| IIIa                    | Gliny piaszczyste z laminami piasków drobnych i żwirem, lodowcowe | Gp            | B                       | -           | 0,57        | 2,03   | 21,5                         | 19,5               | 11,3                                   | 17,0                                     | grunt wilgotny |
| IIIb                    |   |               |                         |             | 0,38        | 2,09   | 17,0                         | 25,5               | 14,9                                   | 24,0                                     |                |
| IIIc                    |   |               |                         |             | 0,20        | 2,16   | 13,5                         | 32,0               | 18,3                                   | 37,0                                     |                |

Współczynnik materiałowy  $\gamma_m = 0,9$



# TABELA PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH

Parametry określone według sondowania statycznego CPTU (dotyczy otworu nr 1)

Obiekt: Płock, ul. Górna 56b - budowa zbiorników i instalacji tlenu dla potrzeb modernizacji układu ozonowania stacji uzdatniania wody

| Objaśnienia geologiczne |   |               | Parametry geotechniczne |             |             |                            |  |                    |  |  |                  |
|-------------------------|---|---------------|-------------------------|-------------|-------------|----------------------------|--|--------------------|--|--|------------------|
| Nr warstwy geotech.     | Rodzaj gruntu   | Symbol gruntu | Symbol konsolidacji     | Stan gruntu |             | Opór na stożku $q_c$ [Mpa] | Wytrzymałość na ścinanie w warunkach bez odpływu $s_u$ [Mpa] | Spójność $c_u$ kPa | Kąt tarcia wewnętrznego $\phi_u$ stop. | Edometryczny moduł ściśliwości $E_{oed}$ MPa | Uwagi            |
|                         |   |               |                         | $I_D^{(n)}$ | $I_L^{(n)}$ |                            |  |                    |  |  |                  |
| 1                       | 2   | 3             | 4                       | 5           | 6           | 7                          | 8  | 9                  | 10                                     | 11   | 12               |
| I                       | Mułki, zastoiskowe  | IIp, II       | C                       | -           | 0,48        | 1,83                       | 0,1  | 22,3               | 21,0                                   | 11,3   | grunt wilgotny   |
| II                      | Piaski drobno i średnioziarniste, wodnolodowcowe                  | Pd, Ps        | -                       | 0,28        | -           | 4,68                       | -  | -                  | 34,0                                   | 47,15  | grunt nawodniony |
|                         |   |               |                         | 0,52        |             | 9,26                       |  |                    | 36,0                                   | 93,15  |                  |
| IIIa                    | Gliny piaszczyste z laminami piasków drobnych i żwirem, lodowcowe | Gp            | B                       | -           | 0,57        | brak danych                |  |                    |  |  | grunt wilgotny   |
| IIIb                    |   |               |                         |             | 0,44        | 0,97                       | 0,06   | 25,5               | 20,02                                  | 5,85   |                  |
| IIIc                    |   |               |                         |             | 0,22        | 2,04                       | 0,13   | 32,0               | 21,69                                  | 12,22  |                  |

Współczynnik materiałowy  $\gamma_m = 0,9$

GEOLOOK Łukasz Skrok  
09-400 Płock, ul. Przyjazna 84

NIP 5110131036    [www.geo-look.com](http://www.geo-look.com)    [biuro@geo-look.com](mailto:biuro@geo-look.com)    Tel. 504 720 799

Załącznik nr 7

**Karta interpretacji sondowania statycznego CPTu nr I  
(przy otworze nr 1)**





# KARTA INTERPRETACJI SONDOWANIA STATYCZNEGO CPT

Zal.Nr.

Profil/Sonda

X: 0.00  
Y: 0.00

Miejscowość:

Gmina:

Powiat:

Województwo:

Obiekt:

Inwestor:

Dozór geol.:

Rzędna: 0.00 m n.p.m.

Skala 1 : 100

Data wiercenia:

Głęb.: 8.08 m

| Profil | Skala [m] | Przelot [m] | Miąższość [m] | Głębokość zwierniady wody [m p.p.t.] | Symbol gruntu | qc 0 - 20 [MPa] | Rf [%] | Qc    | Parametry wyliczone z CPT |      |              |                      |          |                |            |
|--------|-----------|-------------|---------------|--------------------------------------|---------------|-----------------|--------|-------|---------------------------|------|--------------|----------------------|----------|----------------|------------|
|        |           |             |               |                                      |               |                 |        |       | ID                        | IL   | Fi [stopnie] | Fi spoiste [stopnie] | Su [MPa] | Spójność [kPa] | Eoed [MPa] |
| 1      | 2         | 3           | 4             | 5                                    | 6             | 7               | 8      | 9     | 10                        | 11   | 12           | 13                   | 14       | 15             | 16         |
|        | 1.0       |             | 1.9           |                                      | NN(I)         |                 |        | 13.05 |                           |      |              |                      |          |                |            |
|        | 2.0       | 1.90        | 0.5           |                                      | Πp            |                 |        | 1.83  |                           | 0.48 |              | 21                   | 0.12     | 22.28          | 11.32      |
|        | 2.40      |             | 0.7           |                                      | Ps zag        |                 |        | 4.68  | 0.28                      |      | 34           |                      |          |                | 47.15      |
|        | 3.10      |             | 0.6           |                                      | Ps            |                 |        | 9.26  | 0.52                      |      | 36           |                      |          |                | 93.15      |
|        | 3.70      |             | 0.4           |                                      |               |                 |        | 2.37  |                           | 0.20 |              | 21                   | 0.16     | 23.52          | 14.73      |
|        | 4.10      |             |               |                                      |               |                 |        |       |                           |      |              |                      |          |                |            |
|        | 5.0       |             | 2.8           |                                      | Gp            |                 |        | 0.97  |                           | 0.44 |              | 20                   | 0.06     | 20.02          | 5.85       |
|        | 6.0       |             |               |                                      |               |                 |        |       |                           |      |              |                      |          |                |            |
|        | 7.0       | 6.90        |               |                                      | Gp+Z          |                 |        | 2.04  |                           | 0.22 |              | 21                   | 0.13     | 21.69          | 12.22      |
|        | 8.0       |             | 1.2           |                                      |               |                 |        |       |                           |      |              |                      |          |                |            |