



Rok założenia 1992

**GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geotechniczne Spółka z o.o.**  
ul. Wałbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa, tel./ faks (22) 853 14 65, (22) 853 15 82,  
www.geoteko.com.pl, e-mail: info@geoteko.com.pl,  
NIP 113-00-07-283, REGON 012558187,  
KRS 0000204617 Sąd Rejonowy dla M. St. Warszawy w Warszawie XIII Wydział Gospodarczy  
Wysokość Kapitału Zakładowego 100 000,00 zł

## DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO

dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią,

na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A.,

przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi

**Zlecniodawca  
i Inwestor:**

Veolia Energia Łódź S.A.

ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-550 Łódź

**Umowa:**

1300007835

**Nr tematu:**

139/6001/23

**Opracowanie:**

mgr Maciej Pabich

upr. geol. V-1919, VII-1323

**Współautor-weryfikacja:**

mgr inż. Piotr Paprocki

upr. geol. V - 1572, VI-0363

**Prezes Geoteko**

dr inż. Tadeusz Barański

Warszawa, luty 2024

**GEOTECHNIKA, GEOLOGIA INŻYNIERSKA, HYDROGEOLOGIA,  
BADANIA TERENOWE I LABORATORYJNE,  
PROJEKTOWANIE I ANALIZY NUMERYCZNE**

Firma jest członkiem:

**PZW  
BPG**

Polskie Zrzeszenie  
Wykonawców Badań  
Podłoża Gruntowego

## SPIS TREŚCI

<b>1. WSTĘP .....</b>	<b>2</b>
<b>2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA .....</b>	<b>2</b>
<b>3. CHARAKTERYSTYKA INWESTYCJI .....</b>	<b>3</b>
<b>4. POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE I ZAGOSPODAROWANIE TERENU .....</b>	<b>3</b>
<b>5. OPIS METODYKI BADAŃ POŁOWYCH I LABORATORYJNYCH .....</b>	<b>4</b>
5.1. Zakres wykonanych prac .....	4
5.2. Prace geodezyjne .....	4
5.3. Wiercenia badawcze .....	5
5.4. Pobór próbek gruntu .....	6
5.5. Likwidacja otworów badawczych .....	7
5.6. Sondowania sondą statyczną CPT .....	7
5.7. Badania laboratoryjne .....	9
5.7.1. <i>Badania właściwości fizycznych i mechanicznych gruntów .....</i>	<i>9</i>
5.7.2. <i>Badania agresywności gruntu i wody gruntowej .....</i>	<i>9</i>
5.7.3. <i>Badania stopnia zanieczyszczenia środowiska wodno-gruntowego .....</i>	<i>10</i>
5.8. Prace kameralne .....	15
<b>6. MODEL GEOLOGICZNY .....</b>	<b>15</b>
<b>7. WARUNKI WODNE .....</b>	<b>16</b>
<b>8. ANALIZA I OCENA WARUNKÓW GEOTECHNICZNYCH .....</b>	<b>18</b>
<b>9. WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNO-MECHANICZNE GRUNTÓW (PARAMETRY     GEOTECHNICZNE) .....</b>	<b>20</b>
<b>10. WARUNKI POSADOWIENIA .....</b>	<b>20</b>
<b>11. WYKAZ WYKORZYSTANYCH MATERIAŁÓW .....</b>	<b>21</b>
<b>12. WNIOSKI I ZALECENIA .....</b>	<b>22</b>

## SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

- Załącznik nr 1**    Wycinek Mapy topograficznej, skala 1: 10 000;
- Załącznik nr 2**    Wycinek Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski; ark. Łódź Wschód  
wraz z objaśnieniami, skala 1: 50 000;
- Załącznik nr 3**    Mapa dokumentacyjna, skala 1: 500;
- Załącznik nr 4**    Profile otworów wiertniczych;
- Załącznik nr 5**    Wyniki sondowań statycznych CPT;
- Załącznik nr 6**    Wyniki badań laboratoryjnych;
- Zał. nr 6.1                Sprawozdanie z badań laboratoryjnych Geoteko;*
- Zał. nr 6.2                Wyniki badań chemicznych gruntu i wody gruntowej;*
- Załącznik nr 7**    Przekroje geotechniczne.

## 1. WSTĘP

Niniejsze opracowanie zostało wykonane przez firmę *GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o. o.* (ul. Wałbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa) na zlecenie firmy Veolia Energia Łódź S.A. (ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-550 Łódź - nr umowy: 1300007835 z dnia 28 września 2023 r. (nr tematu Geoteko: 139/6001/23).

Inwestorem przedsięwzięcia i właścicielem działki ew. nr 56/228 z obrębu W-32 jest firma Veolia Energia Łódź S.A.

Dokumentacja została opracowana na podstawie Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania *geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych* (Dz. U. z 2012 r. poz. 463).

Dokumentacja badań podłoża gruntowego stanowi etap badań do celów projektowania zgodnie z PN-EN 1997-2:2009 Eurokod 7 *Projektowanie geotechniczne, Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego*, ustalający przydatność gruntów podłoża do właściwego i bezpiecznego zaprojektowania inwestycji.

W dokumentacji wykorzystano dane zawarte w opracowaniu „*Dokumentacja geologiczno-inżynierska sporządzona w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich w podłożu planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi*” (Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o., styczeń 2024).

## 2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Celem prac badawczych opisanych w przedmiotowej dokumentacji było przedstawienie danych:

- dotyczących budowy i wyprowadzonych parametrów geotechnicznych podłoża gruntowego współpracującego z projektowanym obiektem oraz w strefie oddziaływania projektowanych robót ziemnych,
- umożliwiających rozpoznanie zagrożeń, wynikających z budowy podłoża gruntowego i warunków wodnych mogących wystąpić na etapie realizacji inwestycji lub w jej wyniku,
- wymaganych do bezpiecznego i racjonalnego zaprojektowania posadowień planowanych obiektów oraz ich wykonania.
- pozwalających na określenia kategorii geotechnicznej inwestycji.

Zakres opracowania obejmuje opis wykonanych badań polowych i laboratoryjnych, określenie modelu geologicznego, określenie geotechnicznej charakterystyki podłoża

Zleceniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: luty 2024



gruntowego, przedstawienie warunków wodnych i warunków posadowienia. W trakcie prac kameralnych przeanalizowano szereg materiałów archiwalnych i dokonano wizji badanego terenu.

### 3. CHARAKTERYSTYKA INWESTYCJI

Wstępnie zakłada się bezpośrednie posadowienie obiektów, ostateczne przyjęcie rodzaju i głębokości posadowienia zostanie rozwiązane na podstawie wyników badań ujętych w niniejszej dokumentacji.

Charakterystyka projektowanego akumulatora ciepła:

- jest to zbiornik stalowy o średnicy 30 m i wysokości ok. 60 ÷ 70 m, wypełniony wodą;
- zakładana średnica fundamentów to ok. 37 m;
- obiekt będzie posiadał klakę schodową połączoną ze zbiornikiem;
- zakładany poziom posadowienia to ok. -1.0 m p.p.t.;
- zakładane obciążenie charakterystyczne na grunt w poziomie posadowienia to ok. 800 kPa.

### 4. POŁOŻENIE ADMINISTRACYJNE I ZAGOSPODAROWANIE TERENU

Inwestycja zlokalizowana jest w województwie łódzkim, powiat m. Łódź, gmina m. Łódź, w północno-zachodniej części Elektrociepłowni EC-4, na terenie Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5, na dz. nr ew. 56/228, obręb W-32.

Obecnie na działce przeznaczonej pod inwestycję część terenu porośnięta jest trawą, a część utwardzona płytami żelbetowymi.

W bezpośrednim sąsiedztwie EC-4 znajdują się:

- od strony północnej: ul. J. Andrzejewskiej i zlokalizowane po jej przeciwnej stronie stacja energetyczna „Łódź-EC4” oraz rodzinny ogród działkowy „Elektron”. Za terenem ogrodów znajdują się obiekty usługowo-handlowe i dalej stacja paliw, zlokalizowana przy ul. Przybyszewskiego;
- od strony wschodniej: tereny użytkowane przez elektrociepłownię, za nimi, przy ul. Zakładowej 4, zlokalizowany jest cmentarz rzymsko - katolicki;
- od strony południowej: bocznicę kolejową i dalej tereny zabudowy przemysłowej, zajmujące obszar do ul. Dąbrowskiego;
- od strony zachodniej: ulica A. Puszkina ze zlokalizowanymi przy niej terenami zabudowy przemysłowej (Polbruk, Hutchinson Poland), na północ od ul. J. Andrzejewskiej - Cmentarz Komunalny.

Lokalizację terenu badań przedstawiono na wycinku mapy topograficznej w skali 1: 10 000 (Zał. nr 1).

Zlecniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: luty 2024

## 5. OPIS METODYKI BADAŃ POLOWYCH I LABORATORYJNYCH

### 5.1. Zakres wykonanych prac

Zakres wykonanych badań został dostosowany do przewidywanych warunków gruntowo-wodnych. Prace terenowe zostały przeprowadzone w dniach 27 i 28 grudnia 2023 roku i obejmowały wykonanie:

- geodezyjnego wytyczenia punktów badań w terenie wraz z określeniem rzędnej,
- 1 otworu badawczego o głębokości 6.0 m;
- 6 otworów badawczych o głębokości 8.0 m, łącznie 48.0 mb;
- 1 otworu badawczego o głębokości 20.0 m;
- pobranie prób gruntów i wód do badań laboratoryjnych;
- likwidację wykonanych otworów;
- 3 sondowań statycznych CPT o głębokości 20.0 m, łącznie 60.0 mb;
- 2 sondowań statycznych CPT o głębokości 8.0 m, łącznie 16.0 mb;
- badania laboratoryjne cech fizycznych i mechanicznych gruntów (uziarnienie, granice konsystencji i zawartość części organicznych),
- badania chemiczne gruntów i wody,
- badania agresywności gruntu i wody w stosunku do materiałów konstrukcyjnych.

W sumie, w trakcie prac terenowych wykonano 150.0 m.b. badań.

Wykonane prace miały na celu rozpoznanie warunków gruntowo - wodnych w rejonie projektowanej inwestycji. Lokalizacja badań została przedstawiona na mapie dokumentacyjnej (Zał. nr 3).

### 5.2. Prace geodezyjne

Prace geodezyjne wykonane zostały w oparciu o wektorową mapę zasadniczą w skali 1: 1000 dostarczoną przez Zamawiającego. Otwory badawcze wraz z sondowaniami zostały wyznaczone w terenie, zgodnie z ich lokalizacją przedstawioną na mapie dokumentacyjnej. Punkty zostały wytyczone i zaniwelowane metodą pomiaru bezpośredniego przy użyciu zestawu pomiarowego GPS firmy Trimble SPS 882.

Współrzędne (X, Y i rzędne) punktów wierceń i sondowań zostały wyznaczone za pomocą systemu geodezyjnego GNSS (metoda RTN-ASG.pl) w nawiązaniu do państwowej osnowy geodezyjnej. Wyniki pomiarów zostały podane z dokładnością wynikającą z grupy dokładnościowej (współrzędne płaskie z dokładnością co najmniej 0.3 m i wysokości

Zleceniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: luty 2024

z dokładnością co najmniej 0.1 m). Rzędne terenu w miejscach badań podano w układzie PL-EVRF2007-NH.

Prace geodezyjne prowadzone były przez uprawnionego geodetę. Zestawienie współrzędnych punktów badawczych w układzie 2000 strefa 6, zamieszczono na profilach wykonanych otworów (Zał. nr 4.1 i 4.2).

### 5.3. Wiercenia badawcze

W ramach prac terenowych wykonano 8 otworów badawczych o głębokości  $6 \div 20.0$  m, łącznie 74.0 mb. Ich lokalizację przedstawiono na mapie dokumentacyjnej (Zał. nr 3). Ilość i głębokość wierceń została uzgodniona ze Zleceniodawcą.

Wszystkie otwory badawcze zostały wykonane wiertnicą mechaniczną Nordmeyer typ RSB 0/1.4, systemem okrętym i okrężno-udarowym przy użyciu następujących narzędzi:

- świdry ciągłe (spiralne)  $\varnothing 110$  mm,
- świdry rurowe- łyżki wiertnicze  $\varnothing 100$  mm,
- rury osłonowe  $\varnothing 140$  mm,
- narzędzia ratunkowe i olinowanie.

Dobór techniki wykonywania otworów wiertniczych dostosowany został do rodzaju gruntu oraz kategorii i klasy jakości pobranych próbek zgodnie z Polską Normą PN-EN ISO 22475-1:2022-04 *Rozpoznanie i badania geotechniczne. Metody poboru próbek oraz pomiarów wody gruntowej. Część 1: Zasady techniczne poboru próbek gruntu, skał oraz wody gruntowej.*

Wiercenia odbywały się krótkimi marszami, odpowiadającymi długości narzędzia wierzącego. W utworach niespoistych wiercenia wykonano systemem obrotowym - świdrem ślimakowym lub szapą, a poniżej zwierciadła wód gruntowych systemem udarowym przy pomocy łyżki wiertniczej, w rurach osłonowych o średnicy 140 mm. W utworach spoistych, wiercenia wykonano systemem obrotowym, przy użyciu świdrów ślimakowych.

W czasie drażenia otworu, po każdej zmianie warstwy geologicznej (jednak nie rzadziej niż co 2 m), zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 1997-2:2009 *Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego*, wykonywano pełne badania makroskopowe pozwalające na określenie:

- rodzaju gruntu,
- barwy gruntu,
- wilgotności gruntu,
- stanu i spoistości gruntów spoistych.

Zleceniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: luty 2024

Prowadzono również badania i obserwacje poziomów piezometrycznych wody gruntowej zgodnie z ww. normą, po ustabilizowaniu się zwierciadła wody. Pomiary głębokości występowania warstw geotechnicznych oraz poziomów wody gruntowej, wykonano w nawiązaniu do państwowego układu geodezyjnego (w m n.p.m.).

Opisy stanu gruntów spoistych na kartach dokumentacyjnych otworów badawczych pochodzą z oceny makroskopowej gruntu dokonywanej w terenie przez geologa nadzorującego wiercenie. Dla potrzeb interpretacji warunków geotechnicznych stan gruntów spoistych określano z uwzględnieniem wyników sondowań statycznych CPT oraz badań laboratoryjnych i dokumentowano na przekrojach geotechnicznych.

Profile wykonanych otworów badawczych zamieszczono w Zał. nr 4.1, natomiast profile archiwalne zamieszczono w Zał. nr 4.2.

#### 5.4. Pobór próbek gruntu

W trakcie wykonywania wierceń pobierane były próbki gruntu kategorii B, wg ww. normy PN-EN ISO 22475-1:2022-04, tj. próbki o naturalnym uziarnieniu (NU) i naturalnej wilgotności (NW). Próbki do badań cech fizycznych pobierano z każdej napotkanej warstwy gruntu różniące się stanem, wilgotnością lub barwą, lecz nie rzadziej niż co 2 m.

Z warstw gruntów spoistych pobierano również próbki kategorii A, wg EN ISO 22475-1, tj. próbki o nienaruszonej strukturze (NNS) do badań laboratoryjnych właściwości mechanicznych. Próbki NNS pobierano do cienkościennych cylindrów z kwasoodpornej stali polerowanej o średnicy wewnętrznej 89 mm i grubości ścianki 2 mm, przy użyciu próbnika typu Shelby.

Ponadto, z wytypowanych otworów badawczych (OW-1 i OW-6) pobrano próbki gruntu, a z otworu OW-2 pobrano próbki wody gruntowej do badań chemicznych.

Po wstępnej selekcji, część próbek została przekazana do badań laboratoryjnych. Próbki poddane badaniom laboratoryjnym zestawiono tabelarycznie w Zał. nr 6.1. Sposób pobrania, przechowywanie i transport próbek wykonano zgodnie z wymaganiami określonymi w ww. normie PN-EN ISO 22475-1:2022-04 *Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Metody poboru próbek oraz pomiarów wody gruntowej -- Część 1: Zasady techniczne poboru próbek gruntu, skał oraz wody gruntowej*.

Zleceniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: luty 2024

### 5.5. Likwidacja otworów badawczych

Ze względu na charakter wykonanych prac i sposób ich wykonania bezpośrednio na placu budowy nie było konieczności przeprowadzania rekultywacji gruntów. Otwór wiertniczy, bezpośrednio po jego zakończeniu (tj. tego samego dnia) i wykorzystaniu (pobór próbek, pomiar zwierciadła wody) został zlikwidowany przez zasypanie pozyskanym w trakcie wiercenia urobkiem. Po zakończeniu prac powierzchnia terenu wokół wyrobiska została przywrócona do stanu pierwotnego.

### 5.6. Sondowania sondą statyczną CPT

Celem sondowań statycznych CPT było określenie stanu gruntu w podłożu i parametrów mechanicznych w warunkach „in situ”. Zostały wykonane za pomocą urządzenia hydraulicznego na podwoziu gąsienicowym PAGANI TG 63-150, z użyciem mechanicznego stożka typu Begemanna. Zarówno wymiary stożka jak i przebieg badania były zgodne z wymogami normy PN-EN ISO 22476-12:2009 *Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania polowe. Część 12: Badania sondą stożkową (CPTM) o końcówce mechanicznej*.

Podczas prac terenowych wykonano 5 sondowań statycznych CPT o głębokości 8.0 ÷ 20.0 m (łącznie 76.0 mb), których lokalizacja została przedstawiona na mapie dokumentacyjnej (Zał. nr 3).

Interpretację profilu gruntowego (podział na grunty spoiste i niespoiste) wykonano w oparciu o nomogram Robertsona [2010], natomiast rodzaje gruntów ustalono w oparciu o sąsiednie profile wierceń (również archiwalnych) i pomierzone wartości współczynnika tarcia  $R_f$ . Na wykresach przedstawiających wartości pomierzone i interpretację wyników sondowań, rodzaje gruntów ustalone na podstawie wyników sondowania w oparciu o nomogram Robertsona mogą częściowo odbiegać od zaprezentowanych na przekrojach geotechnicznych.

Bezpośrednio z otrzymanych wyników sondowań określono parametry:

- opór na stożku,  $q_c$ ,
- opór tarcia gruntu na tulei,  $f_s$ ,
- współczynnik tarcia,  $R_f$ .

$$R_f = \frac{f_s}{q_c} 100\%$$

Parametry gruntowe obliczono (przy zastosowaniu programu „CPT-pro” firmy „Geosoft”) z następujących formuł:

Zleceniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: luty 2024

- **Stopień plastyczności  $I_L$**  (formuła Geoteko):

$$I_L = A - 0.5 * \log (q_t - \sigma'_{vo})$$

gdzie:

$$q_t = q_c + u_2 (1 - a)$$

$q_c$  – pomierzony opór na stożku,

$q_t$  – opór na stożku netto [MPa],

$\sigma'_{vo}$  – pionowe efektywne naprężenie geostatyczne,

$u_2$  – pomierzone ciśnienie porowe [MPa],

$a$  – geometryczny współczynnik stożka,

$A$  – współczynnik zależny od rodzaju gruntu

- **Stopień zagęszczenia  $I_D$**  (formuła Baldi, 1986):

$$I_D = 0.42 * \ln (q_c / (248 * \sigma'_{vo})) + 0.55$$

gdzie:

$q_t$  – opór na stożku netto [MPa],

$\sigma'_{vo}$  – pionowe efektywne naprężenie.

- **Wytrzymałość na ścinanie w warunkach bez odpływu  $S_u$**  (Schmertmann 1978):

$$S_u = (q_c - \sigma'_{vo}) / N_{kt}$$

gdzie:

$q_t$  – opór na stożku netto [MPa],

$\sigma'_{vo}$  – pionowe całkowite naprężenie geostatyczne [MPa].

$N_{kt} = 4 * q_c + 8$  (wg Geoteko)

*Wartość współczynnika  $N_{kt}$  zależy głównie od genezy i stanu gruntu. Wartości przedstawione powyżej powstały w oparciu o wieloletnie doświadczenia GEOTEKO, tj. korelacje pomiędzy wynikami badań laboratoryjnych i terenowych.*

- **Kąt tarcia wewnętrznego  $\varphi'$**  (Kulhawy i Mayne 1990) – dla gruntów niespoistych:

$$\varphi' = 17.6 + 11 * \log (Q_{tn})$$

gdzie:

$Q_{tn}$  = skorygowana wartość znormalizowanego oporu stożka [-].

- **Moduł ściśliwości  $M$**  (Robertson 2009):

$$M = \alpha * (q_t - \sigma'_{vo}) \quad [\text{Mpa}]$$

gdzie:

$\alpha$  – współczynnik zależny od rodzaju gruntu [-],

$q_t$  – opór na stożku netto [MPa],

$\sigma_{vo}$  – pionowe całkowite naprężenie geostatyczne [MPa].

*Moduł ściśliwości wyznaczony z badania CPT odnosi się do wartości naprężeń zbliżonych do „in situ” i wartości odkształceń ok. 0.5%. Określony na tej podstawie moduł  $M$  nie może być bezpośrednio stosowany do celów projektowych. Wykres tego parametru należy traktować jako charakterystykę zmienności sztywności gruntu w profilu oraz daje ogólny pogląd co do rzędu wielkości tego parametru.*

Zleceniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: luty 2024

Stopień zagęszczenia  $I_D$  oraz stopień plastyczności  $I_L$ , określony na podstawie sondowań CPT wykorzystano do wyznaczenia (metodą B) parametrów gruntów. Do wyznaczania wartości parametrów fizyko-mechanicznych wydzielonych warstw gruntu przyjęto sposób postępowania określony w PN-EN 1997-2:2009 *Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego*.

Wyniki sondowań CPT wraz z interpretacją przedstawiono w Zał. nr 5.

## 5.7. Badania laboratoryjne

### 5.7.1. Badania właściwości fizycznych i mechanicznych gruntów

Badania laboratoryjne zostały wykonane w celu identyfikacji i wyznaczenia parametrów gruntów podłoża. Badania właściwości fizycznych i mechanicznych gruntów wykonano dla 45 próbek. Sprawozdanie z wykonanych badań przedstawiono w Zał. nr 6.1.

### 5.7.2. Badania agresywności gruntu i wody gruntowej

Badania agresywności gruntu i wody gruntowej w stosunku do betonu i stali zostały wykonane w laboratorium i2 Analytical Ltd Sp. z o. o. Oddział w Polsce (ul. Pionierów 39, 41-711 Ruda Śląska), które posiada akredytację UKAS zgodnie z normą PN EN ISO / IEC 17025 Ogólne wymagania dotyczące laboratoriów badawczych i wzorcujących (certyfikat i zakres akredytacji UKAS 4041) oraz uczestniczy w programie akredytacyjnym MCERTS.

Dla 2 **próbek gruntu** pobranych z otworów badawczych OW-1 (na gł. 2.9 m) oraz OW-6 (na gł. 2.0 m) wykonano badania agresji chemicznej względem betonu. Interpretację wyników wykonano wg normy PN-EN 206:2013+A2:2021, obie analizy wykazały, że badany grunt nie stanowi środowiska chemicznie agresywnego względem betonu.

Dla 1 **próbki wody** pobranej z otworu badawczego OW-2 wykonano badania agresji chemicznej względem betonu i stali. Interpretację wyników wykonano wg normy PN-EN 206:2013+A2:2021 *Beton - Wymagania, właściwości użytkowe, produkcja i zgodność* (względem betonu) i PN-72 C-04609 *Woda i ścieki. Wstępna jakościowa ocena korozyjnego działania zimnych wód naturalnych na przewody z żeliwa, stali zwykłej i ocynkowanej* (względem stali).

Wykonane analizy wykazały że badana woda gruntowa stanowi środowisko chemiczne o **słabej agresywności (XA1) względem betonu** oraz stanowi środowisko chemicznie **agresywne względem stali**.

Wyniki analiz przedstawiono w Zał. nr 7.2.

Zleceniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: luty 2024

### 5.7.3. Badania stopnia zanieczyszczenia środowiska wodno-gruntowego

W celu oceny zanieczyszczenia środowiska wodno-gruntowego na badanym terenie pobrano i przebadano:

- 2 **próbki gruntu** z przedziału głębokości > 0.25 m: otwór OW-1 (głębokość 2.9 m) oraz OW-6 (gł. 2.0 m),
- 1 **próbkę wody** gruntowej z otworu OW-2.

Zakres oznaczeń w badanych **próbkach gruntu** obejmował następujące wskaźniki zanieczyszczeń:

- metale ciężkie: arsen, bar, kadm, chrom, kobalt, miedź, ołów, rtęć, molibden, nikiel, cyna, cynk;
- całkowite siarczany SO<sub>4</sub>;
- olej mineralny (C<sub>12</sub> - C<sub>35</sub>);
- benzyny (C<sub>6</sub> - C<sub>12</sub>);
- wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA).

W trakcie wykonywania prac terenowych, w pobranych próbkach gruntu nie stwierdzono organoleptycznie wyczuwalnego zapachu węglowodorów i przebarwień – cech charakterystycznych dla gruntów zanieczyszczonych substancjami petropochodnymi.

Sposób użytkowania przedmiotowego terenu należy określić jako tereny przemysłowe (Ba) i zaliczyć do grupy gruntów IV.

W związku z planowanym sposobem użytkowania terenu, uzyskane ze szczegółowych badań laboratoryjnych wartości stężeń oznaczanych wskaźników w próbkach gruntu porównano z wartościami dopuszczalnymi dla grupy gruntów IV, wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. *w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi* (Dz. U. z 2016, poz.1395).

Zestawienie wyników analiz próbek gruntu przedstawiono w tabeli poniżej.

Zleceniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: luty 2024



**Tabela nr 1.** Wyniki analiz na zawartość zanieczyszczeń chemicznych w próbkach gruntu (głębokość przekraczająca 0.25m p.p.t.).

Opis	Jedno s- tka	OW-1 gł. 2.9 m (Ps/Pg)	OW-6 gł. 2.0 m (Gp)	Dopuszczalne zawartości substancji
				Grupa gruntów IV
<b>Wodorzpuszczalność k [m/s]</b>	-	<b>10<sup>-7</sup>m/s</b>	<b>10<sup>-7</sup>m/s</b>	<b>k≥10<sup>-7</sup>m/s</b>
Całkowite siarczany (SO <sub>4</sub> )	mg/kg	96	87	
Benzyny suma (węglowodory C <sub>6</sub> -C <sub>12</sub> )	mg/kg	<0.43	<0.43	<b>50</b>
Olej mineralny (węglowodory C <sub>12</sub> -C <sub>35</sub> )	mg/kg	<10	<10	<b>1000</b>
Naftalen	mg/kg	<0.05	<0.05	<b>10</b>
Acenaftylen	mg/kg	<0.05	<0.05	
Acenaften	mg/kg	<0.05	<0.05	
Fluoren	mg/kg	<0.05	<0.05	
Fenantren	mg/kg	0.06	0.26	
Antracen	mg/kg	<0.05	<0.05	<b>10</b>
Fluoranten	mg/kg	<0.05	0.28	
Piren	mg/kg	<0.05	0.25	
Benzo(a)antracen	mg/kg	<0.05	0.15	<b>10</b>
Chryzen	mg/kg	<0.05	0.16	<b>10</b>
Benzo(b)fluoranten	mg/kg	<0.05	0.12	<b>5</b>
Benzo(k)fluoranten	mg/kg	<0.05	0.06	<b>5</b>
Benzo(a)piren	mg/kg	<0.05	0.08	<b>5</b>
Indeno(1,2,3-c,d)piren	mg/kg	<0.05	<0.05	<b>5</b>
Dibenzo(a,h)antracen	mg/kg	<0.05	<0.05	<b>5</b>
Benzo(g,h,i)perylen	mg/kg	<0.05	<0.05	<b>5</b>
Suma wykrytych WWA	mg/kg	<0.80	1.36	
Arsen (As)	mg/kg	1.7	3	<b>25</b>
Bar (Ba)	mg/kg	14	28	<b>300</b>
Kadm (Cd)	mg/kg	< 0.2	< 0.2	<b>6</b>
Chrom (Cr)	mg/kg	5.5	8.1	<b>300</b>
Kobalt (Co)	mg/kg	1.5	3.2	<b>50</b>
Miedź (Cu)	mg/kg	4.5	11	<b>200</b>
Ołów (Pb)	mg/kg	5.6	12	<b>200</b>
Rtęć (Hg)	mg/kg	<0.3	<0.3	<b>4</b>
Molibden (Mo)	mg/kg	<0.25	<0.25	<b>30</b>
Nikiel (Ni)	mg/kg	4.2	10	<b>100</b>
Cyna (Sn)	mg/kg	1.1	2.5	<b>40</b>
Cynk (Zn)	mg/kg	21	40	<b>300</b>

Otrzymane wyniki porównano z wartościami dopuszczalnymi dla IV grupy gruntów wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (Dz. U. z 2016 poz.1395).

Zleceniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: luty 2024

Wyniki wykonanych analiz próbek gruntu znajdują się w granicach dopuszczalnych wartości określonych dla IV grupy gruntów zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (Dz. U. z 2016 poz.1395). W żadnej z przebadanych próbek, w zakresie przeprowadzonych analiz, nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych zawartości substancji powodujących ryzyko.

Zakres oznaczeń w badanej **próbce wody** gruntowej obejmował następujące wskaźniki zanieczyszczeń:

- wskaźniki fizyczne:  
przewodność elektrolityczna właściwa (PEW), odczyn pH, ChZT(KMnO<sub>4</sub>), tlen rozpuszczony.
- wskaźniki nieorganiczne:  
chlorki (Cl), siarczany (SO<sub>4</sub>), wodorowęglany (HCO<sub>3</sub>), sól (Na), potas (K), magnez (Mg), wapń (Ca), fluorki (F), fosforany (PO<sub>4</sub>), amoniak (NH<sub>4</sub>), azotyny (NO<sub>2</sub>), azotany (NO<sub>3</sub>), żelazo (Fe), mangan (Mn), agresywny CO<sub>2</sub>, zasadowość ogólna (CaCO<sub>3</sub>).
- mikroelementy:  
arsen (As), bar (Ba), kadm (Cd), chrom (Cr), kobalt (Co), miedź (Cu), ołów (Pb), mangan (Mn), rtęć (Hg), molibden (Mo), nikiel (Ni), cyna (Sn), cynk (Zn).
- wskaźniki organiczne:  
TOC (ogólny węgiel organiczny OWO), suma węglowodorów ropopochodnych (TPH: C<sub>10</sub> – C<sub>40</sub>), wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), lotne węglowodory aromatyczne (BETX).

Uzyskane wartości stężeń oznaczanych wskaźników porównano z wartościami granicznymi dla III klasy jakości wód podziemnych (wody zadowalającej jakości), wg klasyfikacji zawartej w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. *w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych* (Dz. U. z 2019 poz. 2148). Przywołane rozporządzenie wprowadza klasyfikację stanu wód podziemnych obejmującą pięć klas jakości tych wód, tj.: klasę I (wody bardzo dobrej jakości), klasę II (wody dobrej jakości), klasę III (wody zadowalającej jakości), klasę IV (wody niezadowalającej jakości) i klasę V (wody złej jakości).

Zestawienie wyników analiz w porównaniu z wartościami dopuszczalnymi dla III klasy jakości wód podziemnych przedstawiono w poniższej tabeli.

Zleceniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: luty 2024

**Tabela nr 2.** Zestawienie wyników badań fizyko-chemicznych wód podziemnych (styczeń, 2024).

Parametr	Jednostka	Miejsce poboru próbki	Wartości graniczne klasa III
		OW-2	
PEW <i>klasa wody</i>	μS/cm	1600 II	2 500
Odczyn <i>klasa wody</i>	pH	7.2 I/III	6.5 – 9.5
Zasadowość og.	mg CaCO <sub>3</sub> /dm <sup>3</sup>	480	
Tlen rozpuszczony <i>klasa wody</i>	mg /dm <sup>3</sup>	7.5 I	<0.5
Agresywność	mg CO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	< 10	
ChZT (KMnO <sub>4</sub> )	mg/dm <sup>3</sup>	7.3	
Chlorki <i>klasa wody</i>	mg Cl/dm <sup>3</sup>	25 I	250
Siarczany <i>klasa wody</i>	mg SO <sub>4</sub> /dm <sup>3</sup>	336 I	250
Wodorowęglany <i>klasa wody</i>	mg HCO <sub>3</sub> /dm <sup>3</sup>	590 IV	500
Sód <i>klasa wody</i>	mg Na/dm <sup>3</sup>	59 I	200
Potas <i>klasa wody</i>	mg K/dm <sup>3</sup>	3.6 I	15
Magnez <i>klasa wody</i>	mg Mg/dm <sup>3</sup>	37 II	100
Wapń <i>klasa wody</i>	mg Ca/dm <sup>3</sup>	410 V	200
Jon amonowy <i>klasa wody</i>	mg NH <sub>4</sub> /dm <sup>3</sup>	0.36 I	1.5 <sup>1</sup>
Azotany <i>H klasa wody</i>	mg NO <sub>3</sub> /dm <sup>3</sup>	6.39 I	50
Azotyny <i>H klasa wody</i>	mg NO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	0.17 III	0.5
Fosforany <i>klasa wody</i>	mg PO <sub>4</sub> /dm <sup>3</sup>	< 0.062 I	1
Fluorki <i>H klasa wody</i>	mg F/dm <sup>3</sup>	0.073 I	1.5
Żelazo <i>klasa wody</i>	mg Fe/dm <sup>3</sup>	< 0.004 I	5
Mangan <i>klasa wody</i>	mg Mn/dm <sup>3</sup>	0.730 III	1
Arsen <i>H klasa wody</i>	mg As/dm <sup>3</sup>	0.0088 I	0.02
Bar <i>klasa wody</i>	mg Ba/dm <sup>3</sup>	0.150 I	0.7
Kadm <i>H klasa wody</i>	mg Cd/dm <sup>3</sup>	<0.00008 I	0.005
Chrom og. <i>H klasa wody</i>	mg Cr/dm <sup>3</sup>	0.0008 I	0.05
Kobalt <i>klasa wody</i>	mg Co/dm <sup>3</sup>	0.0019 I	0.2

Zleceniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: luty 2024

Miedź <i>klasa wody</i>	mg Cu/dm <sup>3</sup>	0.011 	0.2
Ołów <i>H klasa wody</i>	mg Pb/dm <sup>3</sup>	<0.001 	0.1
Rtęć <i>H klasa wody</i>	mg Hg/dm <sup>3</sup>	<0.0005 	0.001
Molibden <i>klasa wody</i>	mg Mo/dm <sup>3</sup>	0.0008 	0.02
Nikiel <i>H klasa wody</i>	mg Ni/dm <sup>3</sup>	0.0038 	0.02
Cyna <i>klasa wody</i>	mg Sn/dm <sup>3</sup>	<0.001 	0.2
Cynk <i>klasa wody</i>	mg Zn/dm <sup>3</sup>	0.190 	1
OWO <i>klasa wody</i>	mg/dm <sup>3</sup>	3.51 	10
TPH (C <sub>10</sub> - C <sub>40</sub> ) <i>H klasa wody</i>		<001 	0.3
Benzen <i>H klasa wody</i>		<0.003 	0.01
Benzo(a)piren <i>H klasa wody</i>		<0.00001 	0.00003
Suma WWA (6) <i>H klasa wody</i>		<0.00006 	0.0003 <sup>2</sup>
Suma BETX <i>H klasa wody</i>		<0,003 	0.1

*H klasa wody* – element fizykochemiczny, dla którego nie dopuszcza się przekroczenia wartości granicznej przy określaniu klasy jakości wód podziemnych w punkcie pomiarowym.

**590** – wartość wskaźnika przekraczająca dopuszczalną wartość dla III klasy jakości wody.

<sup>1</sup> - zawartość jonu amonowego 1.5 mgNH<sub>4</sub><sup>+</sup>/dm<sup>3</sup> odpowiada stężeniu azotu amonowego (amoniaku) 1.14 mgN-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/dm<sup>3</sup>. Utlenialność KMnO<sub>4</sub>- 5 mgO<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> - Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) obejmują sumę: benzo(a)pirenu, benzo(b)fluorantenu, benzo(k)fluorantenu, benzo(g,h,i)perylenu, dibenzo(a,h)antracenu oraz ideno(1,2,3-cd)pirenu.

W badanej próbce wody większość zbadanych elementów fizykochemicznych stanu wód podziemnych mieści się w wartościach granicznych dla III klasy jakości wody. Wykazano ich przekroczenie dla wodorowęglanów (590 mg/dm<sup>3</sup> – IV klasa jakości wody) oraz wapnia (410 mg/dm<sup>3</sup> – V klasa jakości wody).

Badania chemiczne wykonane zostały przez laboratorium i2 Analytical Limited Sp. z o. o., posiadającym certyfikat akredytacji UKAS 4041 wydany przez Brytyjską Instytucję Akredytacji UKAS.

Wyniki laboratoryjnych badań chemicznych próbek gruntu i wody gruntowej zamieszczono w tabelach w niniejszym rozdziale oraz przedstawiono w Zał. nr 7.2.

Zleceniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: luty 2024

## 5.8. Prace kameralne

Przeprowadzone prace kameralne obejmowały:

- analizę i ocenę materiałów archiwalnych i dostępnej literatury;
- analizę materiałów z wykonanych wyrobisk;
- naniesienie na plany sytuacyjne lokalizacji wykonanych wyrobisk;
- wykonanie profili otworów badawczych i sondowań CPTu;
- opracowanie przekrojów geotechnicznych;
- ustalenie parametrów wytrzymałościowych gruntów.

## 6. MODEL GEOLOGICZNY

Badany teren znajduje się w obrębie strefy krawędziowej Wyżyny Łódzkiej, która charakteryzuje się wyraźnymi spiętrzeniami glaciektonicznymi. Podłoże gruntowe zbudowane jest z osadów lodowcowych i wodnolodowcowych zlodowacenia środkowopolskiego, wykazujące znaczną zmienność i nieregularność zarówno w rozprzestrzenieniu poziomym jak i pionowym.

Powierzchnia terenu w wyniku prac niwelacyjnych została miejscami nadbudowana przez nasypy antropogeniczne w skład których wchodzi piaski o różnej granulacji, grunty spoiste, żwiry i kamienie oraz humus, gruz i żużel. Miąższość nasypów wynosi ok.  $1.1 \div 4.2$  m.

Bezpośrednio pod nasypami zalegają naprzemianległe gliny zwałowe i piaski wodnolodowcowe zlodowacenia Warty.

Gliny zwałowe pod względem litologicznym reprezentowane są głównie przez gliny piaszczyste i piaski gliniaste.

W serii osadów glacyfluwalnych występują przeważnie piaski drobne i średnie oraz lokalnie przewarstwienia pospółki. W serii piaszczystej częstą domieszką są żwiry i otoczaki.

Z uwagi na występujące w tym rejonie zaburzenia glaciektoniczne podłoże gruntowe może być mocno urozmaicone. Może być ono niejednorodne, warstwy gruntów są nieciągłe oraz charakteryzują się dużą zmiennością genetyczną i litologiczną. Możliwe jest niezgodne zaleganie na sobie różnowiekowych serii osadów i odwrócona kolejność warstw. Deformacje powstałe w okresie stadiału mazowiecko-podlaskiego (i wcześniej) mogły utworzyć formy z wyciśnięcia i spiętrzenia w podłożu gruntowym. Ponadto, w okresie interglacjału eemskiego występowały procesy erozyjno-denudacyjne, w czasie których mogły powstawać rozcięcia erozyjne dochodzące do kilkunastu metrów głębokości.

Zleceniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: luty 2024

W rejonie badań miąższość czwartorzędu osiąga  $\sim 100 \div 110$  m, w tym kompleks osadów piaszczystych  $\sim 70$  m.

Budowę geologiczną w rejonie wykonanych robót przedstawiono na wycinku Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski (Zał. nr 2), na profilach otworów wiertniczych (Zał. Nr 4) i przekrojach geotechnicznych (Zał. nr 7).

## 7. WARUNKI WODNE

Zgodnie z przedstawioną powyżej budową geologiczną na obszarze Łodzi główne poziomy wodonośne występują w utworach czwartorzędu, kredy górnej, kredy dolnej i jury górnej. Wody występujące w osadach neogenu (piaski miocénskie) ze względu na ograniczone rozprzestrzenienie oraz niekorzystne parametry hydrogeologiczne i hydrochemiczne nie stanowią poziomu użytkowego.

Wodonośny poziom czwartorzędu charakteryzuje się bardzo skomplikowanym modelem warunków hydrogeologicznych. Według Mapy Hydrogeologicznej Polski, arkusz 628 - Łódź Wschód (opr. M. Bierkowska, 2002) teren projektowanych robót geologicznych znajduje się w obrębie jednostki hydrogeologicznej **9 Q/cbCr3I / Cr1**.

W jej obrębie główny użytkowy poziom wodonośny występuje w utworach kredy górnej (Cr3), natomiast poziomy wodonośne czwartorzędu (Q) i kredy dolnej (Cr1) są poziomami użytkowymi o znaczeniu podrzędnym. Średnia przewodność poziomu głównego (Cr3) wynosi około  $720 \text{ m}^2/24\text{h}$ , średni współczynnik filtracji  $8 \text{ m}/24 \text{ h}$ , wydajność potencjalna studni wynosi od 70 do ponad  $120 \text{ m}^3/\text{h}$ . Wody tego poziomu charakteryzują się niskim stopniem zagrożenia. Moduł zasobów odnawialnych wynosi  $110 \text{ m}^3/24\text{h}/\text{km}^2$ , a dyspozycyjnych  $80 \text{ m}^3/24\text{h}/\text{km}^2$ .

Według Mapy Hydrogeologicznej Polski PPW arkusz 628 - Łódź Wschód (opr. B. Pęczkowska, Z. Figiel, 2002) teren projektowanych robót geologicznych znajduje się w obrębie jednostki hydrogeologicznej **3 p,z,pog[gl]/wm/zwwP/Q**.

Jest to obszar występowania glin zwałowych częściowo zwietrzałych i spiaszczonych. W obrębie tego wydzielenia studnie kopane ujmują przewarstwienia wodonośne i soczewy nie wykazujące ciągłości w skali całego wydzielenia. W południowo-wschodnich dzielnicach Łodzi głębokość do PPW wynosi  $< 5$  m i sporadycznie tylko przekracza 5 m.

Zleceniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: luty 2024



## 8. ANALIZA I OCENA WARUNKÓW GEOTECHNICZNYCH

Charakterystyka geotechniczna podłoża budowlanego została wykonana w oparciu o przeprowadzone badania terenowe, tj. badania archiwalne, wiercenia badawcze i sondowania statyczne CPT oraz badania laboratoryjne właściwości fizycznych i mechanicznych gruntów.

Dla opisu warunków gruntowych w podłożu projektowanej inwestycji wyróżniono warstwy geotechniczne o zbliżonych właściwościach fizycznych (rodzaj i stan gruntu) oraz mechanicznych (parametry odkształceniowe i wytrzymałościowe). Przy ich wydzielaniu, za główne kryterium podziału przyjęto stratygrafię i genezę gruntu oraz dodatkowo (w obrębie jednostek stratygraficzno-genetycznych) litologię i stan gruntu (stopień plastyczności w przypadku gruntów spoistych lub stopień zagęszczenia w przypadku gruntów niespoistych). Kierując się zatem stratygraficzno-genetyczno-litologicznym zróżnicowaniem osadów dokonano podziału podłoża na 5 zasadniczych warstw geotechnicznych.

W warstwach III i V wydzielono dodatkowo podwarstwy, ze względu rodzaj i stan gruntu. Numery warstw geotechnicznych w niniejszej dokumentacji zostały ujednolicone z numerami warstw w dokumentacji archiwalnej [3]. Wzajemny układ wyodrębnionych warstw geotechnicznych w podłożu inwestycji zilustrowano na przekrojach geotechnicznych (Zał. nr 7). Rzeczywisty układ warstw w podłożu gruntowym może być inny niż przedstawiony na przekrojach, co wynika z faktu interpolacji granic warstw pomiędzy punktowymi profilami badawczymi. Zasadnicze różnice mogą występować w miąższości poszczególnych warstw, natomiast sekwencja (następstwo) występowania powinna odpowiadać prezentowanej na przekrojach geotechnicznych.

**Warstwę geotechniczną I** stanowią nasypy antropogeniczne o maksymalnej stwierdzonej miąższości wynoszącej ok. 4.2 m (CPT-1). Nasypy zbudowane są głównie z gruntów spoistych oraz domieszek gruntów piaszczystych (piaski drobne, piaski średnie i żwir) oraz kamieni. Mogą zawierać gruz, szkło, drewno, żużel, popiół oraz śmieci. Ze względu na niekontrolowany proces formowania nasypów oraz różnorodność ich składu nie określano dla nich parametrów fizyczno-mechanicznych. Warstwę tę należy usunąć podczas prowadzenia robót ziemnych.

**Warstwa IIb** – to wodnolodowcowe piaski drobne zlodowacenia środkowopolskiego. Zawierają domieszki żwirów i przewarstwienia gruntów spoistych, lokalnie mogą przechodzić w piaski pylaste. Występują w stanie średniozagęszczonym, stopień zagęszczenia  $I_D = 0.60$ .

Zleceniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: luty 2024



**Warstwa III** – piaski wodnolodowcowe zlodowacenia środkowopolskiego wykształcone jako piaski średnie. Dość często zawierają domieszki żwirów i otoczków oraz lokalnie przewarstwienia gruntów spoistych. Miejscami przechodzą w piaski grube. Z uwagi na stan gruntu warstwę tę podzielono na trzy podwarstwy:

- **podwarstwa IIIa** – piaski w stanie średniozagęszczonym,  $I_D = 0.47$ ;
- **podwarstwa IIIb** – piaski w stanie średniozagęszczonym,  $I_D = 0.60$ ;
- **podwarstwa IIIc** – piaski w stanie zagęszczonym, o stopniu zagęszczenia  $I_D = 0.77$ .

**Warstwa IV** – niewielkie soczewki pospółki, która znajduje się w stanie średniozagęszczonym,  $I_D = 0.47$ .

**Warstwę V** – stanowią plejstoceny, spoiste osady lodowcowe zlodowacenia środkowopolskiego wykształcone głównie jako gliny piaszczyste i piaski gliniaste. Zawierają znaczne ilości żwirów i kamieni. Mogą być podatne na uplastycznienie w wyniku urabiania, przy jednoczesnym kontakcie z wodą gruntową/ opadową. Należą do gruntów wysadzinowych. W oparciu o PN-81/B-03020 grunty te zaliczono do grupy B – *inne grunty skonsolidowane oraz grunty morenowe nieskonsolidowane*. Z uwagi na stan gruntu warstwę tę podzielono na trzy podwarstwy:

- **podwarstwa Va** – grunty spoiste w stanie plastycznym, stopień plastyczności  $I_L = 0.33$ ;
- **podwarstwa Vb** – grunty spoiste w stanie twardoplastycznym,  $I_L = 0.07$ .
- **podwarstwa Vc** – grunty spoiste w stanie półzwałym,  $I_L = -0.05$ .

Na terenie projektowanej inwestycji nie stwierdzono występowania obszarów, gdzie warunki geotechniczne uniemożliwiłyby realizację przedmiotowej inwestycji. Tym samym, należy stwierdzić, że grunty występujące w podłożu nadają się do posadowienia projektowanego obiektu. Warunki gruntowe należy ocenić jako złożone (warstwy gruntów niejednorodne, nieciągłe, zmienne litologicznie, obejmujące nasypy niekontrolowane).

Wyprowadzone wartości parametrów geotechnicznych (w rozumieniu normy PN-EN 1997-2:2009 *Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego*) zostały określone dla poszczególnych warstw geotechnicznych na podstawie cech wiodących gruntów (stopnia zagęszczenia  $I_D$  gruntów niespoistych i stopnia plastyczności  $I_L$  gruntów spoistych) oraz wyznaczone z testów polowych (sondowania statyczne CPT). Ponadto, bezpośrednio z sondowań statycznych CPT, dla gruntów spoistych, wyznaczono wytrzymałość na ścinanie w warunkach bez odpływu  $S_u$ . Zestawienie parametrów fizyczno-mechanicznych dla w/w warstw podłoża przedstawiono w Tabeli nr 3.

Zlecienniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: luty 2024

## 9. WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNO-MECHANICZNE GRUNTÓW (PARAMETRY GEOTECHNICZNE)

Przy ustalaniu wartości parametrów fizyko-mechanicznych wydzielonych warstw gruntu przyjęto sposób postępowania określony w PN-EN 1997-2:2009 *Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego* dotyczący określania wartości parametrów fizyko-mechanicznych gruntów. Zgodnie z ww. normą wyniki badań i wartości wyprowadzone stanowią podstawę wyboru wartości charakterystycznej parametru. Przywołana norma definiuje wartość wyprowadzoną parametru jako wartość parametru uzyskiwaną z wyników badań, na podstawie teorii korelacji albo doświadczenia. Stosując to podejście podane w niniejszej dokumentacji wartości stopnia zagęszczenia  $I_D$ , stopnia plastyczności  $I_L$ , wartości wytrzymałości na ścinanie  $S_u$  (z sondowań CPT) należy traktować jako wartości wyprowadzone. Podane w tabeli parametrów fizyko mechanicznych gruntów (Tabela nr 3) wartości zostały ustalone w wyniku ostrożnego oszacowania odniesionego do przedziału zmienności parametru ograniczonego do jednego stanu gruntu (w przypadku gruntów niespoistych stanu średnio zagęszczonego i zagęszczonego, w przypadku gruntów spoistych stanu plastycznego i twardoplastycznego) zgodnie z PN-EN 1997-1:2008 *Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne*.

## 10. WARUNKI POSADOWIENIA

Bezpośrednim podłożem budowlanym projektowanych obiektów budowlanych są niekontrolowane nasypy antropogeniczne (warstwa I) oraz zalegające poniżej średnio zagęszczone piaski wodnolodowcowe (warstwy IIIa i IIIb), pospółka (warstwa IV) oraz grunty spoiste w stanie plastycznym (warstwa Va), twardoplastycznym (warstwa Vb) i półzwartym (warstwa Vc).

Grunty te poddane obciążeniom od konstrukcji mogą się lekko zagęszczać (piaski) i odkształcać (grunty spoiste) powodując osiadanie konstrukcji. Zagęszczanie piasków i odkształcanie gruntów spoistych może wystąpić zarówno w trakcie budowy jak i w czasie eksploatacji obiektów o dużych obciążeniach, szczególnie dynamicznych. Należy zwrócić na to uwagę przy rozważaniu posadowienia bezpośredniego. W celu obliczenia dokładnych przemieszczeń (osiadań) konstrukcji zaleca się wykonanie obliczeń numerycznych z jednoczesnym modelowaniem ośrodka gruntowego.

Zaleca się wymianę niekontrolowanych nasypów antropogenicznych na nasypy budowlane.

Zleceniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: luty 2024

## 11. WYKAZ WYKORZYSTANYCH MATERIAŁÓW

### Akty prawne:

- Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 *Prawo Geologiczne i Górnicze* (Dz. U. z 2023 poz. 633 ze zm.);
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 25 kwietnia 2014 r. *w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu zakładów górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi* (Dz. U. z 2014 poz. 812);
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. *w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych* (Dz. U. z 2012 poz. 463);
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. *w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia pożarowego w zakładach górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi* (Dz. U. Nr 109 poz. 961 z późn. zm.).

### Akty normatywne:

- PN-EN ISO 22475-1:2022-04 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Metody poboru próbek oraz pomiarów wody gruntowej. Część 1: Zasady techniczne poboru próbek gruntu, skał oraz wody gruntowej;
- PN-EN ISO 14688-1:2018-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów -- Część 1: Oznaczanie i opis;
- PN-EN ISO 14688-2:2018-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów -- Część 2: Zasady klasyfikowania;
- PN-EN 1997 – 1: 2008 Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne;
- PN-EN 1997 – 2: 2009 Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne – Część 2: Rozpoznanie i badania podłoża gruntowego;
- PN-EN ISO 22476-12:2009 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania polowe. Część 12: Badania sondą stożkową (CPTM) o końcówce mechanicznej;
- PN-G-02305-5:2002P Wiercenia małosrednicowe i hydrogeologiczne. Wiertnice. Wymagania bezpieczeństwa\*;
- PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie\*;
- PN-B-04481:1988 Grunty budowlane - Badania próbek gruntu\*;
- PN-B-06050.1999 Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne\*;

Zlecniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: luty 2024

- PN-B-02481:1998 Geotechnika - Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar\*.

\* - *normy wycofane, pozostające w praktycznym użyciu.*

#### Pozostałe materiały:

- 1 Opinia Geotechniczna dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi. Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o. o., październik 2023 r.;
- 2 Dokumentacja geologiczno-inżynierska sporządzona w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich w podłożu planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi. Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o. o., styczeń 2024 r.;
- 3 Dokumentacja geologiczno-inżynierska sporządzona w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby posadowienia projektowanej nowej jednostki kogeneracji gazowej w układzie CCGT, na terenie EC-4 w Łodzi, Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o. o., 09. 2020 r.;
- 4 Kondracki J. - Geografia regionalna Polski, PWN 2013;
- 5 Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1: 50 000, ark. Łódź Wschód (628). Opr. B. Trzmiel, K. Nowacki, IG (1984 – mapa, 1987 – objaśnienia).

## 12. WNIOSKI I ZALECENIA

### **Kategoria geotechniczna**

- Wg Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. *w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych* (Dz. U. z 2012 poz. 463) projektowaną inwestycję należy zaliczyć do **drugiej kategorii geotechnicznej**.

### **Warunki gruntowe**

- W rejonie projektowanej inwestycji podłoże gruntowe zbudowane jest z osadów czwartorzędowych, lodowcowych i wodnolodowcowych zlodowacenia środkowopolskiego, które wykazują znaczną zmienność w profilu pionowym.

Na obszarze przewidzianym pod inwestycję warstwę powierzchniową stanowią nasypy antropogeniczne o miąższości do ok. 4.2 m (warstwa I). Nasypy zbudowane są głównie z gruntów spoistych oraz domieszek gruntów piaszczystych (piaski drobne, piaski średnie i żwir) oraz kamieni. Mogą zawierać gruz, szkło, drewno, żużel, popiół oraz śmieci. Pod

Zlecniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: luty 2024

nimi zalegają naprzemianległe gliny zwałowe i piaski wodnolodowcowe zlodowacenia Warty.

Gliny zwałowe pod względem litologicznym reprezentowane są głównie przez gliny piaszczyste i piaski gliniaste. Występują w stanie plastycznym (**warstwa Va**), twaroplastycznym (**warstwy Vb**) i półzwartym (**warstwy Vc**).

W serii osadów glacifluwialnych występują przeważnie piaski drobne i średnie oraz lokalnie przewarstwienia pospółki. W serii piaszczystej częstą domieszką są żwiry i otoczaki. Osady piaszczyste znajdują się w stanie średniozagęszczonym (**warstwy IIb, IIIa, IIIb i IV**) oraz zagęszczonym (**warstwa IIIc**).

- Z uwagi na występujące w tym rejonie zaburzenia glacitektoniczne podłoże gruntowe może być mocno urozmaicone. Może być ono niejednorodne, warstwy gruntów są nieciągłe oraz charakteryzują się dużą zmiennością genetyczną i litologiczną. Możliwe jest niezgodne zaleganie na sobie różnowiekowych serii osadów i odwrócona kolejność warstw. Deformacje powstałe w okresie stadiału mazowiecko-podlaskiego (i wcześniej) mogły utworzyć formy z wyciśnięcia i spiętrzenia w podłożu gruntowym. Ponadto, w okresie interglacjału eemskiego występowały procesy erozyjno-denudacyjne, w czasie których mogły powstawać rozcięcia erozyjne dochodzące do kilkunastu metrów głębokości.
- W podłożu gruntowym analizowanego obszaru występują osady plastyczne (**warstwa Va**) o obniżonych parametrach wytrzymałościowych i odkształceniowych. Występują one do głębokości ok. 6.3 m.
- W oparciu o wykonane analizy stwierdzono, że badany grunt (OW-1 i OW-6) **nie stanowi środowiska chemicznie agresywnego względem betonu**.
- Rejon planowanej inwestycji nie jest miejscem występowania aktywnych zjawisk geologicznych oraz zjawisk i procesów geodynamicznych. Nie należy również do obszarów chronionych. Nie stwierdzono występowania terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi. Jest to teren przemysłowy silnie przekształcony w wyniku działalności człowieka.
- Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. *w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych* (Dz. U. z 2012 poz. 463) warunki gruntowe należy uznać za **złożone**.

Zleceniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: luty 2024

### Warunki wodne

- W czasie prac terenowych swobodne zwierciadło wód zawieszonych na glinach zwałowych nawiercono na głębokości  $4.0 \div 4.2$  m (rzędna  $218.7 \div 218.8$  m n.p.m.). Swobodne zwierciadło wód gruntowych nawiercono na głębokości 12.5 m (rzędna 210.4 m n.p.m.), zwierciadło napięte nawiercono na głębokości 17.4 m.
- W porównaniu z archiwalnymi pomiarami wód gruntowych, obecnie wody gruntowe stabilizują się o ok.  $3 \div 4$  m poniżej.
- Amplitudę wahań zwierciadła wody gruntowej szacuje się na ok.  $\pm 1.0$  m. Jednak w przypadku wyjątkowo wysokich i długotrwałych opadów lub długich okresów suszy wahania te mogą być większe. Obecny poziom wód jest stanem średnim.
- Zasilanie warstwy wodonośnej odbywa się przez bezpośrednią infiltrację wód opadowych i roztopowych oraz z dopływów bocznych.
- W oparciu o wykonane badania laboratoryjne stwierdzono, że badana woda (OW-2) stanowi środowisko chemiczne o **słabej agresywności (XA1) względem betonu** oraz stanowi środowisko chemicznie **agresywne względem stali**
- Teren badań położony jest poza obszarami zagrożonymi podtopieniami.

### Warunki fundamentowania obiektów budowlanych

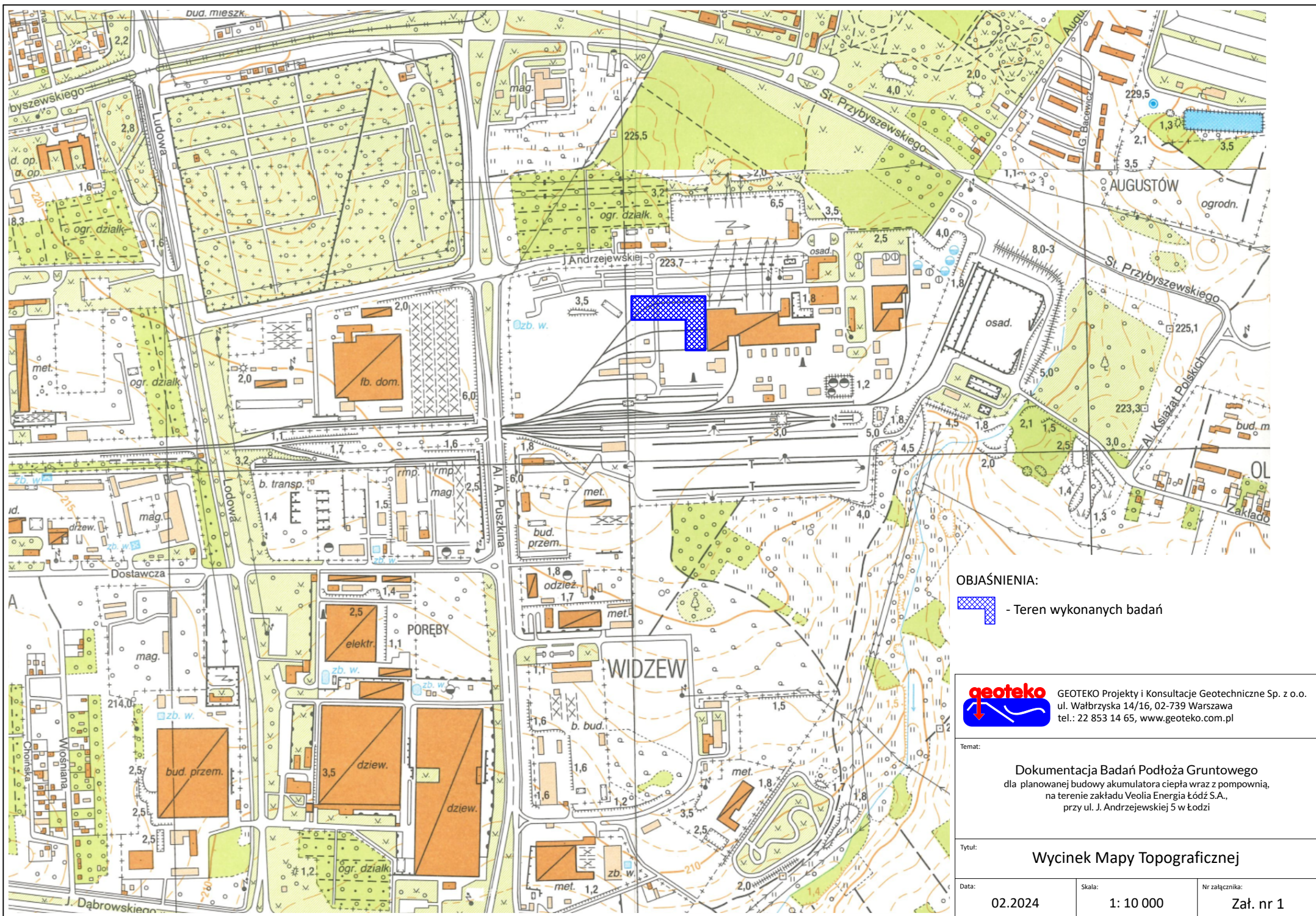
- Teren projektowanej inwestycji położony jest w strefie, dla której zgodnie z wytycznymi PN-81/B-03020 *Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie* głębokość przemarzania gruntów wynosi  $h_z = 1.0$  m poniżej powierzchni terenu.
- Głębokość posadowienia inwestycji wynosi ok. -1.0 m (rzędna ok. 221.7 m n.p.m.). Zakładając powyższy poziom posadowienia, w dnie wykopu fundamentowego będą występowały niekontrolowane grunty antropogeniczne (warstwa I).
- Warstwa I (nasypy antropogeniczne) charakteryzuje się bardzo dużą niejednorodnością. Posadowienie w jej obrębie powinno być poprzedzone wnikliwą analizą obliczeniową. Potencjalnie konieczne może być ich wzmocnienie lub całkowita wymiana.
- Dla potrzeb realizacji inwestycji nie przewiduje się wykorzystania kopalin, nie analizowano więc pod tym kątem zasobów złóż.

Zleceniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: luty 2024

- W przypadku pojawienia się w wykopie wód opadowych/ roztopowych należy je ująć drenażem i odpompować. Pompowanie można prowadzić bezpośrednio z dna wykopu przy użyciu pomp zatapialnych.

Zleceniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: luty 2024





OBJAŚNIENIA:



- Teren wykonanych badań



GEOTEKO Projekt i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.  
ul. Wałbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa  
tel.: 22 853 14 65, [www.geoteko.com.pl](http://www.geoteko.com.pl)

Temat:

Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego  
dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią,  
na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A.,  
przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi

Tytuł:

Wycinek Mapy Topograficznej

Data:

02.2024

Skala:

1: 10 000

Nr załącznika:

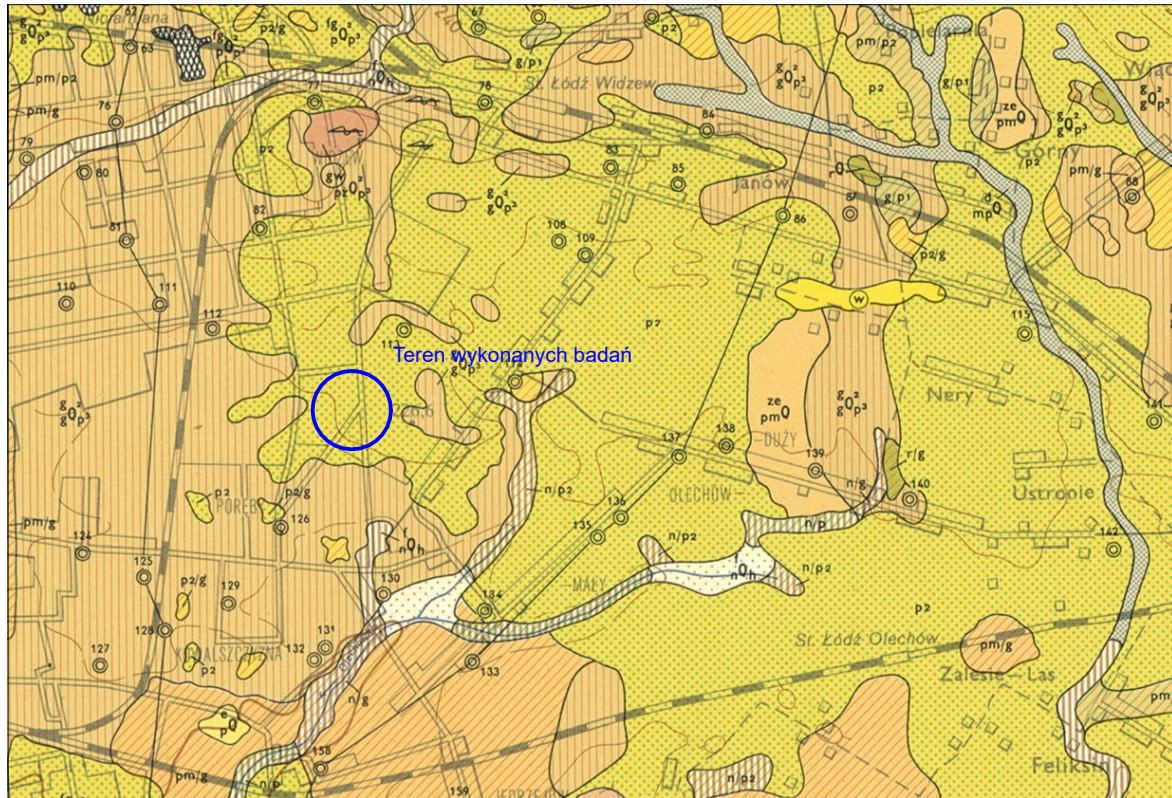
Zał. nr 1



# WYCINEK SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ POLSKI

Zał. nr 2

Arkusz: Łódź Wschód (628), skala 1:50 000, wyd. IG - 1984



## OBJAŚNIENIA BARW I SYMBOLI

HOLOCEN		Torfy: na namulach den dolinnych i zagłębieniach bezodpływowych (t/n), na piaskach rzecznych (t/p), na glinach zwałowych stadiu mazowiecko-podlaskiego (t/g)
		Namuły den dolinnych i zagłębieniach bezodpływowych: na piaskach rzecznych (n/p), na piaskach wodnolodowcowych górnych (n/p2), na glinach zwałowych stadiu mazowiecko-podlaskiego (n/g), na piaskach wodnolodowcowych dolnych i nie rozdzielonych (n/p1)
		Piaski rzeczne: na namulach den dolinnych i zagłębieniach bezodpływowych (p/n), na glinach zwałowych stadiu mazowiecko-podlaskiego (p/g)
		Piaski eoliczne
		Piaski eoliczne w wydymach
		Rezydwa glin zwałowych: na glinach zwałowych stadiu mazowiecko-podlaskiego (r/g), na piaskach wodnolodowcowych dolnych (r/p1)
		Piaski i mulki eluwialno-eoliczne: na piaskach wodnolodowcowych górnych (pm/p2), na glinach zwałowych stadiu mazowiecko-podlaskiego (pm/g), na rezydwach glin zwałowych (pm/r)
		Mulki i piaski deluwialne, miejscami na glinach zwałowych stadiu mazowiecko-podlaskiego (mp/g)
		Piaski rzeczne tarasów nadzalewowych 1–2 m n.p. rzeki
		Piaski i żwiry, miejscami mulki kemów
PLEJSTOCEN		Żwiry i piaski moren martwego lodu
		Piaski i żwiry, miejscami gliny zwałowe moren czołowych
		Piaski i żwiry, miejscami gliny zwałowe, mulki i łyły w morenach wy-cisnienia i spiętrzenia
		Gliny zwałowe, miejscami na piaskach wodnolodowcowych dolnych (g/p1)
		Piaski i żwiry lodowcowe: na piaskach wodnolodowcowych dolnych (p2/p1)
		Piaski wodnolodowcowe dolne i górne nie rozdzielone (p), piaski wodnolodowcowe dolne (p1) i górne (p2), miejscami na glinach zwałowych (p2/g)
		Gliny zwałowe

ZŁODOWACENIE  
PÓŁNOCNOPOLSKIE

ZŁODOWACENIE  
ŚRODKOWOPOLSKIE

Stadial mazowiecko-  
podlaski (Warty)

Stadial  
maksymalny



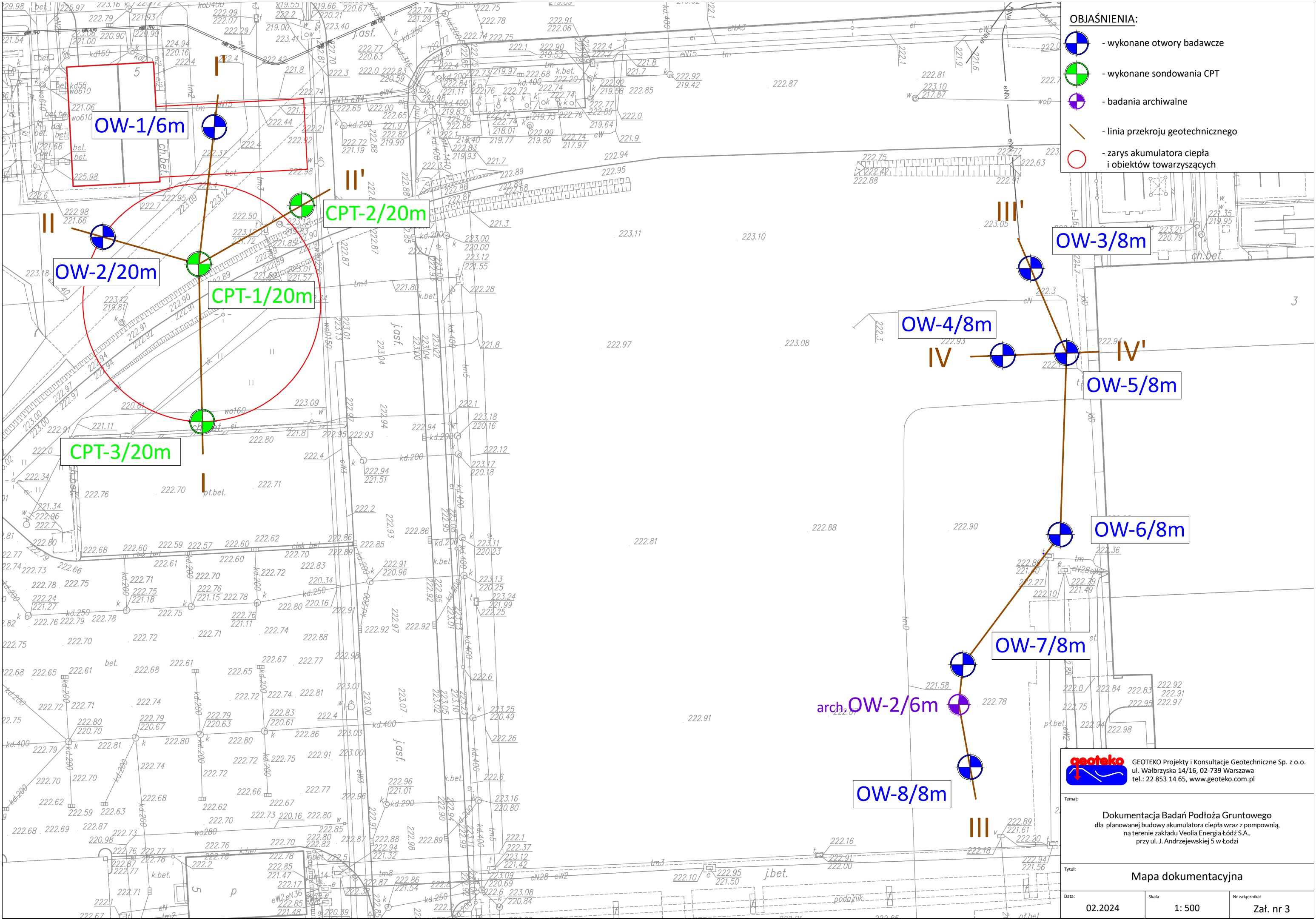
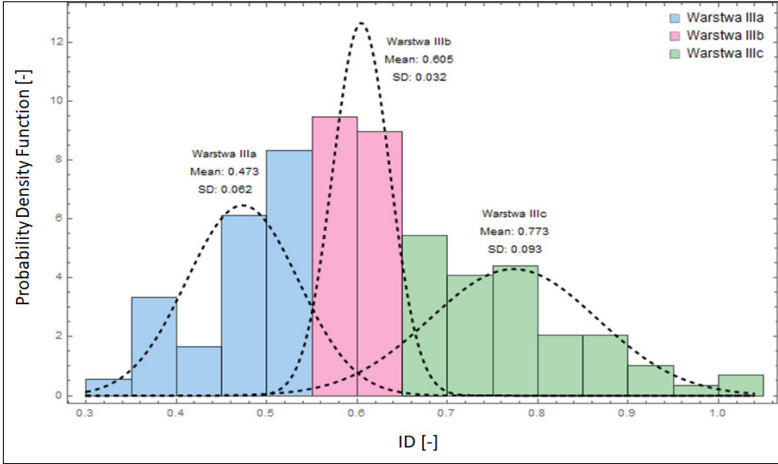


Tabela nr 3. Zestawienie właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów

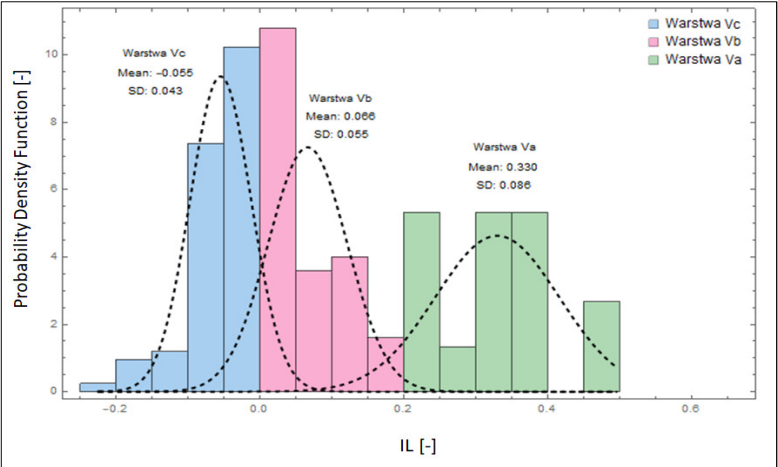
Wydzielenia geologiczno-inżynierskie					wg PN-81/B-03020						wg CPT		Parametry wyznaczone w aparacie trójosiowego ściskania				Edometr	
Nr warstwy geologiczno-inżynierskiej	Dominujący rodzaj gruntu	Stan gruntu (średnia) $I_L$	Stan gruntu (średnia) $I_D$	Odchylenie standardowe dla warstwy	Symbol gruntów spoistych	Gęstość objętościowa	Kąt tarcia wewnętrznego	Spójność	Edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej	Edometryczny moduł ściśliwości wtórnej	Średnia wartość oporu na stożku	Wytrzymałość na ścinanie w warunkach bez odpywu	W warunkach z odpywem w odniesieniu do naprężeń efektywnych		Moduł odkształcenia dla $\sigma_v'=50$ kPa		Moduł ściśliwości dla naprężeń pionowych 200 - 400 kPa	
						$\rho^{(n)}$	$\phi_u^{(n)}$	$c_u^{(n)}$	$M_0$	M			Kąt tarcia wewn.	Spójność	$E_{\varepsilon=0.1\%}$	$E_{\varepsilon=0.5\%}$	Mo	M
						[t/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kPa]	[MPa]	[MPa]			$\phi'$	$c'$	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
I	nN	-	-	-														
IIb	Pd	-	0.60	-	-	1.75	30	-	74	92	11.16	-	-	-	-	-	-	-
IIIa	Ps, Ps+Ż	-	0.47	0.062	-	1.85/2.00*	32	-	89	99	8.55	-	-	-	-	-	-	-
IIIb		-	0.60	0.032	-	1.85/2.00*	33	-	112	124	11.72	-	-	-	-	-	-	-
IIIc		-	0.77	0.093	-	1.90/2.05*	34	-	147	163	19.19	-	-	-	-	-	-	-
IV	Po	-	0.47	-	-	1.90/2.05*	38	-	146	146	-	-	-	-	-	-	-	-
Va	Gp, Gp+Ż	0.33	-	0.043	B	2.10	15	27	27	36	1.76	50 ÷ 150	31	0	22	8	7	60
Vb		0.07	-	0.055	B	2.20	20	36	52	69	4.44	135 ÷ 190	33	3	25	8	7	-
Vc		-0.05	-	0.086	B	2.20	22	40	65	87	6.79	140 ÷ 220	-	-	-	-	-	-

\* - gęstość objętościowa gruntu poniżej zwierciadła wody gruntowej

Symbole gruntów spoistych: **A** - grunty morenowe skonsolidowane, **B** - grunty morenowe nieskonsolidowane oraz pozostałe skonsolidowane, **C** - pozostałe grunty nieskonsolidowane, **D** - iły bez względu na genezę.





Rozkład statystyczny stopnia zagęszczenia  $I_D$  dla warstw: IIIa, IIIb i IIIc





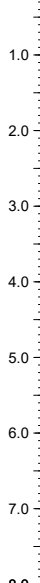
Rozkład statystyczny stopnia plastyczności  $I_L$  dla warstw: Va, Vb i Vc

## PROFILE OTWORÓW WIERTNICZYCH


## **Profile wykonanych otworów wiertniczych**


<div>Wykonawca:</div> <div></div> <div>GEOTEKO Projekty i Konsultacje</div> <div>Geotechniczne Spółka z o. o.</div> <div>ul. Walbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa</div>			<div>KARTA DOKUMENTACYJNA</div> <div>OTWORU WIERTNICZEGO</div> <div>OW-1</div>			<div>Załącznik nr: 4.1.1</div>					
<div>Gmina:</div> <div>Łódź Widzew</div>			<div>Temat:</div> <div>VEOLIA</div>			<div>Rzędna:</div> <div>222.94 m n.p.m.</div>		<div>Układ odniesienia:</div> <div>2000/6</div>			
<div>Powiat:</div> <div>Łódź</div>			<div>Zlecniodawca:</div> <div>Veolia Energia Łódź S.A.</div>			<div>Współrzędna X:</div> <div>5735883.183</div>					
						<div>Współrzędna Y:</div> <div>6606099.220</div>					
<div>Województwo:</div> <div>łódzkie</div>			<div>Operator sprzętu:</div> <div>Łukasz Parol</div>		<div>System wiercenia:</div> <div>mechaniczny</div>		<div>Kilometraż:</div>				
<div>Skala:</div> <div>1:100</div>			<div>Nadzór geologiczny:</div> <div>mgr Paweł Rzeźnicki</div>		<div>Typ wiertnicy:</div> <div>Nordmeyer typ RSB 0/1.4</div>		<div>Data wykonania wiercenia:</div> <div>28.12.2023 r.</div>				
<div>Poziom zwierciadła wody [m p.p.t.]</div>	<div>Głębokość [m]</div>	<div>Symbol gruntu wg PN-B-02480:1986</div>	<div>Rodzaj gruntu wg PN-B-02480:1986 i barwa</div>			<div>Symbole gruntów zgodnie z PN-EN ISO 14688:2006</div>	<div>Młazszość warstwy [m]</div>	<div>Wilgotność</div>	<div>Makroskopowy stan gruntu</div>	<div>Rodzaj i głębokość zbadanej próbki gruntu</div>	
1.	2.	3.	4.			5.	6.	7.	8.	9.	
<div>4.0</div>	0.0	nN	Nasyp niebudowlany(Glina piaszczysta+Żwir/Piasek gliniasty+Żwir) (brązowa)			Mg	1.10	mw	tpl	NNS (1.0 - 1.4 m)  NW 1.90	
	1.0	nN	Nasyp niebudowlany(Glina piaszczysta+Żwir) (brązowa)			Mg	0.90	mw	tpl		
	2.0	nN	Nasyp niebudowlany(Glina piaszczysta) (szara)			Mg	0.30	w	pl		
		nN	Nasyp niebudowlany(Piasek gliniasty/Glina piaszczysta) (czarna)			Mg	0.30	mw	tpl		
	3.0	Ps/Pg+Ż	Piasek średni/Piasek gliniasty+Żwir (szara)			clSa+Gr	0.50	w		NU 2.90	
		Po	Pospółka (szara)			Sa	0.50	w		NU 3.50	
	4.0	Ps	Piasek średni (żółta)			Sa	0.50	w/nw		NU 3.90	
	5.0	Gp	Glina piaszczysta (jasno-szaro-brązowa)			clSa	1.40	w	pl	NU 5.90	
6.0	Ps	Piasek średni (jasno-szara)			Sa	0.50	w				










<div>Wykonawca:</div> <div></div> <div>GEOTEKO Projekty i Konsultacje</div> <div>Geotechniczne Spółka z o. o.</div> <div>ul. Wąbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa</div>			<div>KARTA DOKUMENTACYJNA</div> <div>OTWORU WIERTNICZEGO</div> <div>OW-2</div>			<div>Załącznik nr: 4.1.2</div>					
<div>Gmina:</div> <div>Łódź Widzew</div>			<div>Temat:</div> <div>VEOLIA</div>			<div>Rzędna:</div> <div>222.93 m n.p.m.</div>		<div>Układ odniesienia:</div> <div>2000/6</div>			
<div>Powiat:</div> <div>Łódź</div>			<div>Zlecniodawca:</div> <div>Veolia Energia Łódź S.A.</div>			<div>Współrzędna X:</div> <div>5735866.076</div>					
						<div>Współrzędna Y:</div> <div>6606081.879</div>					
<div>Województwo:</div> <div>łódzkie</div>			<div>Operator sprzętu:</div> <div>Łukasz Parol</div>		<div>System wiercenia:</div> <div>mechaniczny</div>		<div>Kilometraż:</div>				
<div>Skala:</div> <div>1:100</div>			<div>Nadzór geologiczny:</div> <div>mgr Paweł Rzeźnicki</div>		<div>Typ wiertnicy:</div> <div>Nordmeyer typ RSB 0/1.4</div>		<div>Data wykonania wiercenia:</div> <div>28.12.2023 r.</div>				
<div>Poziom zwierciadła wody [m p.p.t.]</div>	<div>Głębokość [m]</div>	<div>Symbol gruntu wg PN-B-02480:1986</div>	<div>Rodzaj gruntu wg PN-B-02480:1986 i barwa</div>			<div>Symbole gruntów zgodnie z PN-EN ISO 14688:2006</div>	<div>Młazszość warstwy [m]</div>	<div>Wilgotność</div>	<div>Makroskopowy stan gruntu</div>	<div>Rodzaj i głębokość zbadanej próbki gruntu</div>	
1.	2.	3.	4.			5.	6.	7.	8.	9.	
<div><div>▼ 4.2 ▼</div></div>	0.0	<div>nN</div>	Nasyp niebudowlany(Piasek gliniasty+Glina piaszczysta+Żwir) (brązowa)			Mg	2.20	w		NW 3.00	
	1.0		Nasyp niebudowlany(Glina piaszczysta) (brązowo-szara)			Mg	0.50	mw	tpl		
	2.0		Nasyp niebudowlany(Piasek gliniasty//Glina piaszczysta) (jasno-szaro-brązowa)			Mg	0.40	mw	tpl		
	3.0		Nasyp niebudowlany(Piasek gliniasty//Glina piaszczysta) (brązowa)			Mg	0.30	mw	tpl		
	4.0	Gp	Glina piaszczysta (brązowo-szara)			clSa	0.80	mw	pzw	NNS (3.6 - 4.2 m)	
	4.2	Ps	Piasek średni (jasno-szara)			Sa	0.30	nw			
	5.0	Gp/Pg	Glina piaszczysta// Piasek gliniasty (jasno-szaro-brązowa)			clSa	1.00	w/mw	pl	NW 4.90	
	6.0	<div>Ps/Pd</div>	Piasek średni/Piasek drobny (jasno-szaro-żółta)			Sa	6.30	w		NNS (5.0 - 5.5 m)	
	7.0										
	8.0										
	9.0										
	10.0	<div>Po</div>	Pospółka (żółta)			Sa	1.60	nw		NU 12.50	
11.0											
12.0											
12.5											
13.0	<div>Gp+Ż</div>	Glina piaszczysta+Żwir (szara)			saCl+Gr	4.00	mw	tpl/pzw	NW 13.80		
14.0											
15.0											
16.0											
17.0	<div>Ps</div>	Piasek średni (szara)			Sa	0.30	nw		NW 15.00		
17.4											
18.0											
	Gp+Ż	Glina piaszczysta+Żwir (szara)			clSa+Gr	2.30	mw	pzw	NW 18.00		
	20.0										

<div>Wykonawca:</div> <div></div> <div>GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geotechniczne Spółka z o. o. ul. Wąlbzrzska 14/16, 02-739 Warszawa</div>			<div>KARTA DOKUMENTACYJNA OTWORU WIERTNICZEGO</div> <div>OW-3</div>			<div>Załącznik nr: 4.1.3</div>					
<div>Gmina:</div> <div>Łódź Widzew</div>			<div>Temat:</div> <div>VEOLIA</div>			<div>Rzędna:</div> <div>222.79 m n.p.m.</div>		<div>Układ odniesienia:</div> <div>2000/6</div>			
<div>Powiat:</div> <div>Łódź</div>			<div>Zlecniodawca:</div> <div>Veolia Energia Łódź S.A.</div>			<div>Współrzędna X:</div> <div>5735861.199</div>					
<div>Województwo:</div> <div>łódzkie</div>			<div>Operator sprzętu:</div> <div>Łukasz Parol</div>		<div>System wiercenia:</div> <div>mechaniczny</div>		<div>Współrzędna Y:</div> <div>6606226.161</div>				
<div>Skala:</div> <div>1:100</div>			<div>Nadzór geologiczny:</div> <div>mgr Paweł Rzeźnicki</div>		<div>Typ wiertnicy:</div> <div>Nordmeyer typ RSB 0/1.4</div>		<div>Data wykonania wiercenia:</div> <div>27.12.2023 r.</div>				
<div>Poziom zwierciadła wody [m p.p.t.]</div>	<div>Głębokość [m]</div>	<div>Symbol gruntu wg PN-B-02480:1986</div>	<div>Rodzaj gruntu wg PN-B-02480:1986 i barwa</div>			<div>Symbol gruntów zgodnie z PN-EN ISO 14688:2006</div>	<div>Młazszość warstwy [m]</div>	<div>Wilgotność</div>	<div>Makroskopowy stan gruntu</div>	<div>Rodzaj i głębokość zbadanej próbki gruntu</div>	
1.	2.	3.	4.			5.	6.	7.	8.	9.	
	0.0	nN	Nasyp niebudowlany(Piasek średni//Piasek gliniasty+Żwir) (brązowa)			Mg	1.10	w			
	1.0	nN	Nasyp niebudowlany(Glina piaszczysta+Żwir) (brązowa)			Mg	0.50	mw	tpl		
	2.0	nN	Nasyp niebudowlany(Piasek drobny/Piasek średni) (jasno-żółta)			Mg	0.50	w			
	3.0	nN	Nasyp niebudowlany(Glina piaszczysta+Piasek gliniasty+Piasek średni+Kamienie) (brązowa)			Mg	1.30	w		NW 3.00	
	4.0	Gp	Glina piaszczysta (szaro-brązowa)			clSa	1.90	w/mw	tpl	NNS (3.3 - 3.9 m)	
	5.0									NNS (4.0 - 4.6 m)	
	6.0	Ps	Piasek średni (żółto-brązowa)			Sa	2.20	w		NNS (4.9 - 5.3 m)	
	7.0									NU 6.50	
	8.0	Pd	Piasek drobny (jasno-żółta)			Sa	0.50	w		NU 7.00	
										NU 7.90	


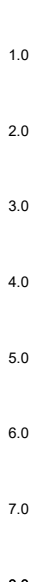


<div>Wykonawca:</div> <div></div> <div>GEOTEKO Projekty i Konsultacje</div> <div>Geotechniczne Spółka z o. o.</div> <div>ul. Waiłbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa</div>			<div>KARTA DOKUMENTACYJNA</div> <div>OTWORU WIERTNICZEGO</div> <div>OW-4</div>			<div>Załącznik nr: 4.1.4</div>					
<div>Gmina:</div> <div>Łódź Widzew</div>			<div>Temat:</div> <div>VEOLIA</div>			<div>Rzędna:</div> <div>222.75 m n.p.m.</div>		<div>Układ odniesienia:</div> <div>2000/6</div>			
<div>Powiat:</div> <div>Łódź</div>			<div>Zlecniodawca:</div> <div>Veolia Energia Łódź S.A.</div>			<div>Współrzędna X:</div> <div>5735847.661</div>					
						<div>Współrzędna Y:</div> <div>6606221.828</div>					
<div>Województwo:</div> <div>łódzkie</div>			<div>Operator sprzętu:</div> <div>Łukasz Parol</div>		<div>System wiercenia:</div> <div>mechaniczny</div>		<div>Kilometraż:</div>				
<div>Skala:</div> <div>1:100</div>			<div>Nadzór geologiczny:</div> <div>mgr Paweł Rzeźnicki</div>		<div>Typ wiertnicy:</div> <div>Nordmeyer typ RSB 0/1.4</div>		<div>Data wykonania wiercenia:</div> <div>27.12.2023 r.</div>				
<div>Poziom zwierciadła wody [m p.p.t.]</div>	<div>Głębokość [m]</div>	<div>Symbol gruntu wg PN-B-02480:1986</div>	<div>Rodzaj gruntu wg PN-B-02480:1986 i barwa</div>			<div>Symbole gruntów zgodnie z PN-EN ISO 14688:2006</div>	<div>Młazszość warstwy [m]</div>	<div>Wilgotność</div>	<div>Makroskopowy stan gruntu</div>	<div>Rodzaj i głębokość zbadanej próbki gruntu</div>	
1.	2.	3.	4.			5.	6.	7.	8.	9.	
	0.0	nN	Nasyp niebudowlany(Piasek średni+Piasek gliniasty) (żółto-brązowa)			Mg	0.80	w		NW 1.90	
	1.0	nN	Nasyp niebudowlany(Piasek gliniasty+Piasek średni+Glina piaszczysta) (brązowa)			Mg	1.30	w			
	2.0	nN	Nasyp niebudowlany(Glina piaszczysta+Piasek gliniasty+Piasek średni+Żwir+Kamienie) (brązowa)			Mg	0.80	w			
	3.0	Gp/Pg+Ż	Glina piaszczysta//Piasek gliniasty+Żwir (brązowa)			clSa+Gr	0.60	w	pl	NW 3.00	
	4.0	Gp/Pg+Ż	Glina piaszczysta//Piasek gliniasty+Żwir (brązowa)			clSa+Gr	0.80	mw	tpl	NW 4.00	
	5.0	Gp+Ż	Glina piaszczysta+Żwir (szaro-brązowa)			clSa+Gr	1.10	w/mw	pl/tpl	NW 5.00	
	6.0	Ps	Piasek średni (żółto-brązowa)			Sa	0.30	w		NU 7.50	
	7.0	Ps	Piasek średni (jasno-żółta)			Sa	2.30	w			
	8.0										


<div>Wykonawca:</div> <div></div> <div>GEOTEKO Projekty i Konsultacje</div> <div>Geotechniczne Spółka z o. o.</div> <div>ul. Wąlbzyska 14/16, 02-739 Warszawa</div>			<div>KARTA DOKUMENTACYJNA</div> <div>OTWORU WIERTNICZEGO</div> <div>OW-5</div>			<div>Załącznik nr: 4.1.5</div>					
<div>Gmina:</div> <div>Łódź Widzew</div>			<div>Temat:</div> <div>VEOLIA</div>			<div>Rzędna:</div> <div>222.79 m n.p.m.</div>		<div>Układ odniesienia:</div> <div>2000/6</div>			
<div>Powiat:</div> <div>Łódź</div>			<div>Zlecniodawca:</div> <div>Veolia Energia Łódź S.A.</div>			<div>Współrzędna X:</div> <div>5735848.045</div>					
<div>Województwo:</div> <div>łódzkie</div>			<div>Operator sprzętu:</div> <div>Łukasz Parol</div>		<div>System wiercenia:</div> <div>mechaniczny</div>		<div>Współrzędna Y:</div> <div>6606231.750</div>				
<div>Skala:</div> <div>1:100</div>			<div>Nadzór geologiczny:</div> <div>mgr Paweł Rzeźnicki</div>		<div>Typ wiertnicy:</div> <div>Nordmeyer typ RSB 0/1.4</div>		<div>Data wykonania wiercenia:</div> <div>27.12.2023 r.</div>				
<div>Poziom zwierciadła wody [m p.p.t.]</div>	<div>Głębokość [m]</div>	<div>Symbol gruntu wg PN-B-02480:1986</div>	<div>Rodzaj gruntu wg PN-B-02480:1986 i barwa</div>			<div>Symboly gruntów zgodnie z PN-EN ISO 14688:2006</div>	<div>Młazszość warstwy [m]</div>	<div>Wilgotność</div>	<div>Makroskopowy stan gruntu</div>	<div>Rodzaj i głębokość zbadanej próbki gruntu</div>	
1.	2.	3.	4.			5.	6.	7.	8.	9.	
	0.0	nN	Nasyp niebudowlany(Glina piaszczysta+Piasek gliniasty) (brązowa)			Mg	0.80	w		NW 1.00	
	1.0	nN	Nasyp niebudowlany(Glina piaszczysta+Piasek gliniasty) (ciemno-brązowa)			Mg	0.90	w			
	2.0	nN	Nasyp niebudowlany(Piasek średni+Żwir+Kamienie+Piasek gliniasty) (szaro-brązowa)			Mg	0.50	m			
	3.0	nN	Nasyp niebudowlany(Piasek średni//Glina piaszczysta+Piasek gliniasty) (brązowa)			Mg	1.40	w		NW 3.00	
	4.0	Gz	Glina zwięzła (brązowo-szara)			sasiCl	0.60	mw/w	tpl/pl	NW 4.00	
	5.0	Gp+Ż	Glina piaszczysta+Żwir (brązowa)			ciSa+Gr	1.30	w	pl	NW 5.00	
	6.0	Ps	Piasek średni (brązowa)			Sa	0.30	w		NU 6.00	
	7.0	Ps	Piasek średni (jasno-żółta)			Sa	2.20	w			
	8.0										

<div>Wykonawca:</div> <div></div> <div>GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geotechniczne Spółka z o. o. ul. Walbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa</div>			<div>KARTA DOKUMENTACYJNA OTWORU WIERTNICZEGO</div> <div>OW-6</div>			<div>Załącznik nr: 4.1.6</div>					
<div>Gmina:</div> <div>Łódź Widzew</div>			<div>Temat:</div> <div>VEOLIA</div>			<div>Rzędna:</div> <div>222.91 m n.p.m.</div>		<div>Układ odniesienia:</div> <div>2000/6</div>			
<div>Powiat:</div> <div>Łódź</div>			<div>Zlecniodawca:</div> <div>Veolia Energia Łódź S.A.</div>			<div>Współrzędna X:</div> <div>5735819.814</div>					
						<div>Współrzędna Y:</div> <div>6606230.768</div>					
<div>Województwo:</div> <div>łódzkie</div>			<div>Operator sprzętu:</div> <div>Łukasz Parol</div>		<div>System wiercenia:</div> <div>mechaniczny</div>		<div>Kilometraż:</div>				
<div>Skala:</div> <div>1:100</div>			<div>Nadzór geologiczny:</div> <div>mgr Paweł Rzeźnicki</div>		<div>Typ wiertnicy:</div> <div>Nordmeyer typ RSB 0/1.4</div>		<div>Data wykonania wiercenia:</div> <div>27.12.2023 r.</div>				
<div>Poziom zwierciadła wody [m p.p.t.]</div>	<div>Głębokość [m]</div>	<div>Symbol gruntu wg PN-B-02480:1986</div>	<div>Rodzaj gruntu wg PN-B-02480:1986 i barwa</div>			<div>Symbole gruntów zgodnie z PN-EN ISO 14688:2006</div>	<div>Młazszość warstwy [m]</div>	<div>Wilgotność</div>	<div>Makroskopowy stan gruntu</div>	<div>Rodzaj i głębokość zbadanej próbki gruntu</div>	
1.	2.	3.	4.			5.	6.	7.	8.	9.	
	0.0		Nasyp niebudowlany(Piasek gliniasty//Glina piaszczysta) (brązowa)			Mg	1.20	mw/w	tpl/pl	NW 2.00	
	1.0		Nasyp niebudowlany(Piasek średni//Piasek gliniasty+Kamienie) (żółto-brązowa)			Mg	0.40	w/mw	pl/tpl		
	2.0		Glina piaszczysta (szaro-brązowa)			clSa	0.60	w/mw	pl/tpl		
			Piasek średni (brązowa)			Sa	0.60	w		NU 3.00	
	3.0										
	4.0		Piasek gliniasty//Glina piaszczysta (brązowa)			clSa	1.90	w		NU 5.00	
	5.0		Piasek średni (żółto-brązowa)			Sa	1.10	w		NU 6.00	
	6.0		Piasek drobny (jasno-żółta)			Sa	0.70	w		NU 7.00	
	7.0		Piasek średni (jasno-żółta)			Sa	1.50	w			
	8.0										



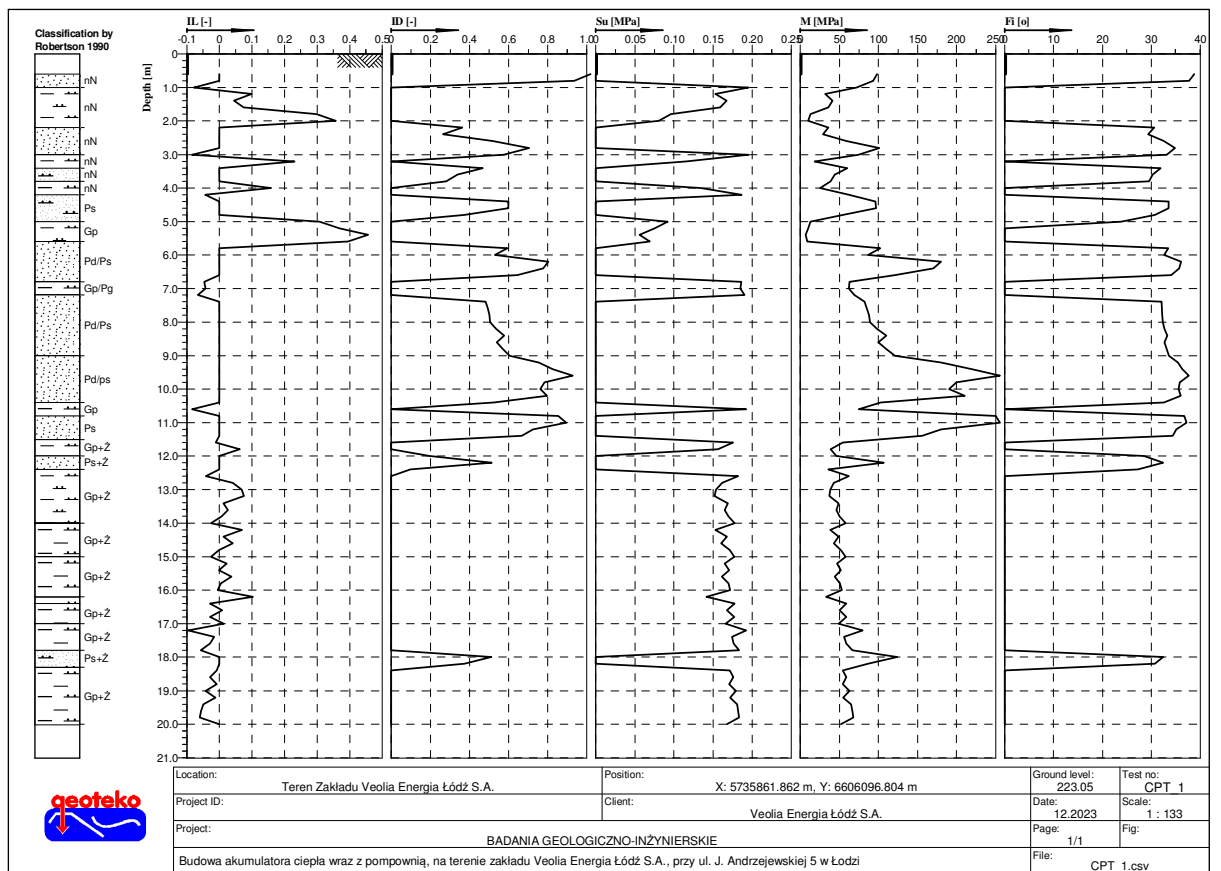
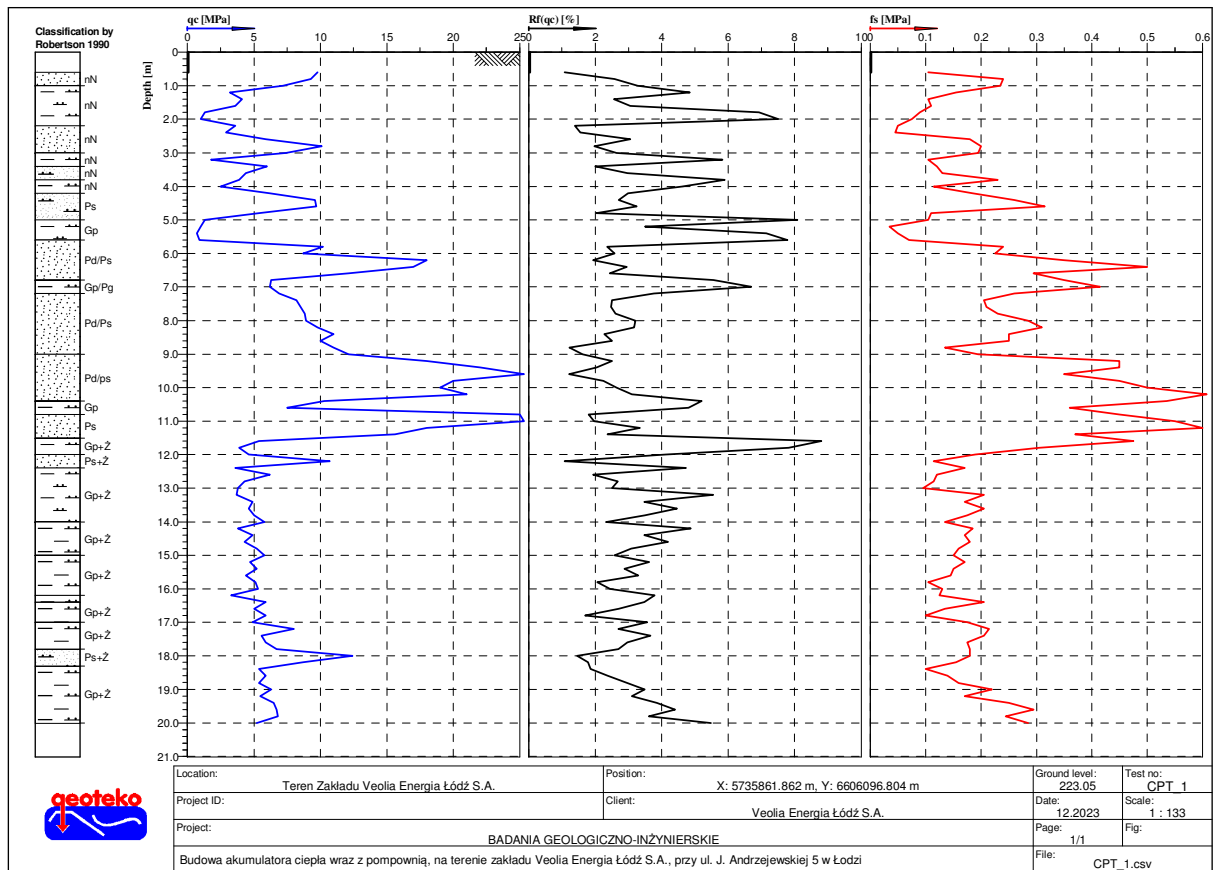
<div>Wykonawca:</div> <div></div> <div>GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geotechniczne Spółka z o. o. ul. Waiłbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa</div>			<div>KARTA DOKUMENTACYJNA OTWORU WIERTNICZEGO</div> <div>OW-8</div>			<div>Załącznik nr: 4.1.8</div>				
						Rzędna: 5222.86 m n.p.m.		Układ odniesienia: 2000/6		
Gmina: Łódź Widzew			Temat: VEOLIA			Współrzędna X: 5735783.657				
Powiat: Łódź			Zlecniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.			Współrzędna Y: 6606216.746				
Województwo: łódzkie			Operator sprzętu: Łukasz Parol		System wiercenia: mechaniczny		Kilometraż:			
Skala: 1:100			Nadzór geologiczny: mgr Paweł Rzeźnicki		Typ wiertnicy: Nordmeyer typ RSB 0/1.4		Data wykonania wiercenia: 27.12.2023 r.			
Poziom zwierciadła wody [m p.p.t.]	Głębokość [m]	Symbol gruntu wg PN-B-02480:1986	Rodzaj gruntu wg PN-B-02480:1986 i barwa			Symbol gruntu zgodnie z PN-EN ISO 14688:2006	Młazszość warstwy [m]	Wilgotność	Makroskopowy stan gruntu	Rodzaj i głębokość zbadanej próbki gruntu
1.	2.	3.	4.			5.	6.	7.	8.	9.
	0.0	nN	Nasyp niebudowlany(Piasek średni+Piasek gliniasty+Gлина piaszczysta+Żwir) (brązowa)			Mg	1.20	w		NW 1.00
	1.0	nN	Nasyp niebudowlany(Glina piaszczysta/Piasek gliniasty) (brązowa)			Mg	1.10	w		NW 2.00
	2.0	nN	Nasyp niebudowlany(Piasek gliniasty+Piasek średni+Gлина piaszczysta) (brązowa)			Mg	1.00	w		
	3.0	nN	Nasyp niebudowlany(Piasek gliniasty+Żwir+Kamienie+Piasek średni) (ciemno-brązowa)			Mg	0.60	w		
	4.0	Gp	Glina piaszczysta (szaro-brązowa)			clSa	1.10	mw/w	tpl	NW 4.60
	5.0	Gp	Glina piaszczysta (szaro-brązowa)			clSa	0.70	mw/w	tpl/pl	NW 5.40
	6.0	Ps	Piasek średni (żółta)			Sa	0.40	w		
	7.0	Po	Pospółka (ciemno-brązowa)			Sa	0.70	w		NU 6.50
	8.0	Ps	Piasek gruby (ciemno-brązowa)			Sa	0.90	w		NU 7.50
			Piasek średni (jasno-żółta)			Sa	0.30	w		NU 7.90

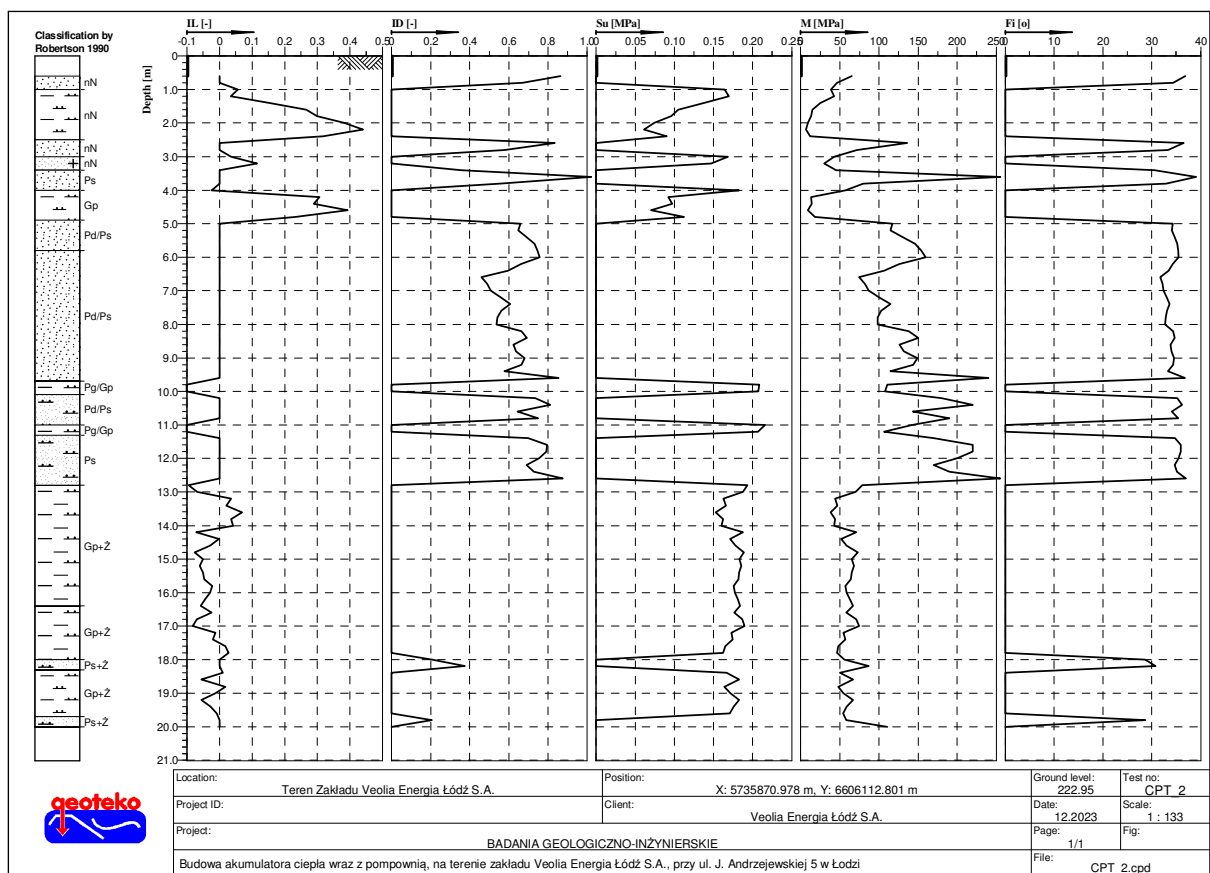
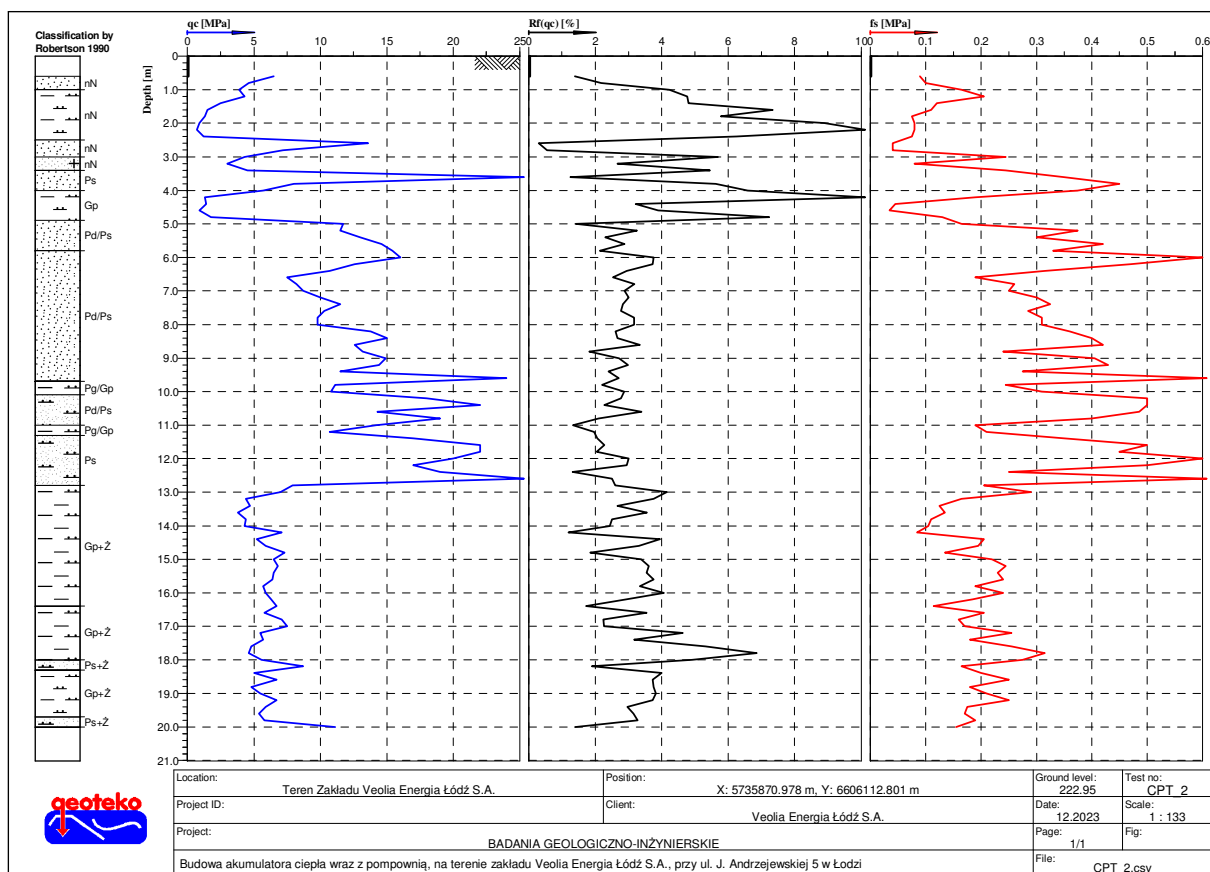
## **Profil archiwalnego otworu wiertniczego**

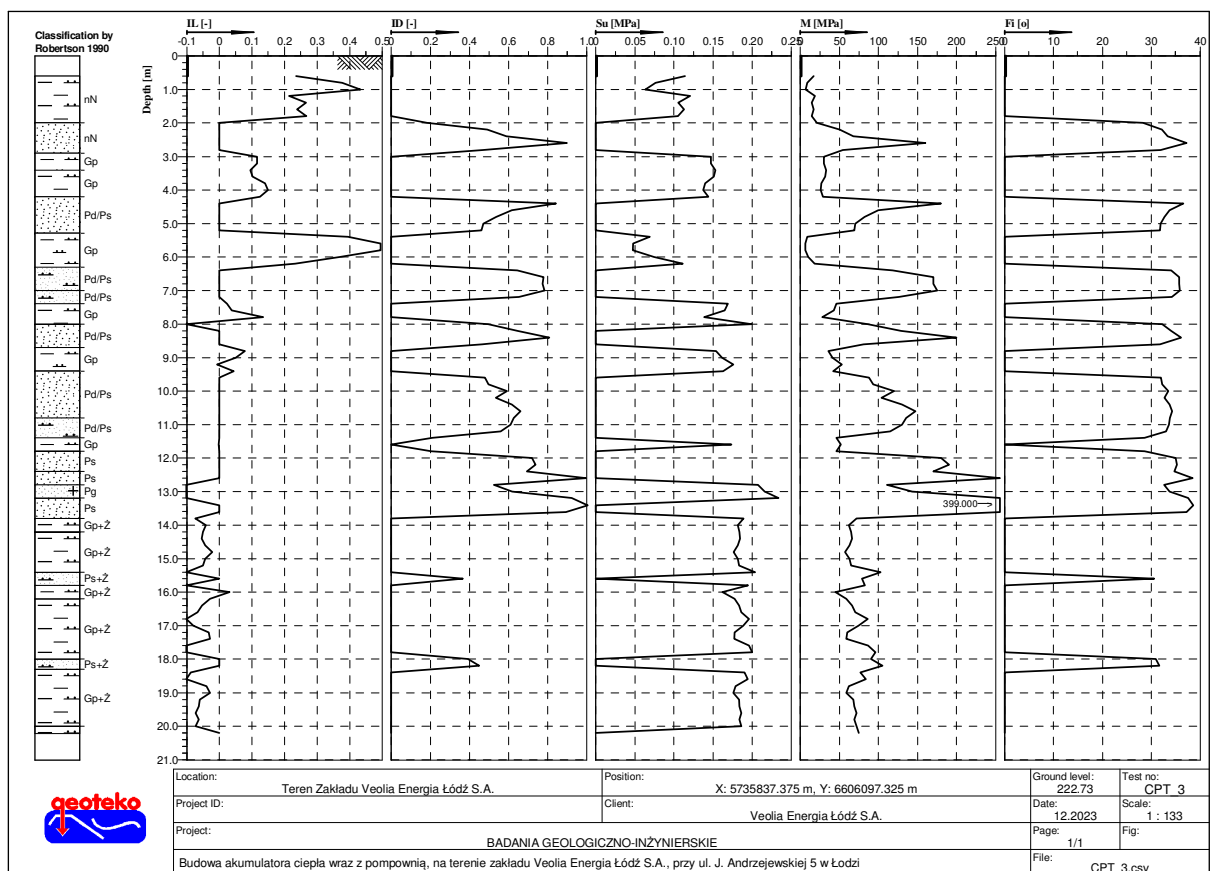
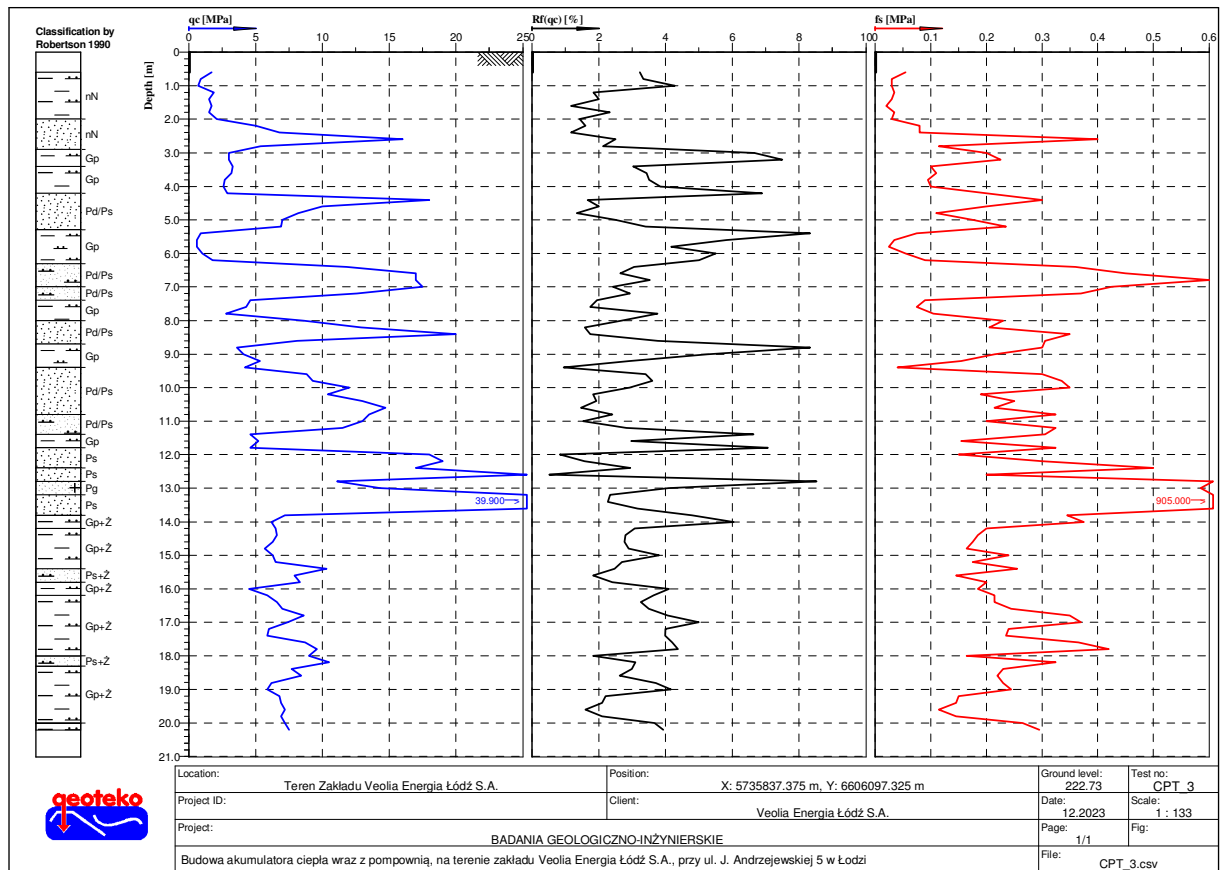
<div>Wykonawca: <b>geoteko</b></div> <div></div> <div>GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o. ul. Wałbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa</div>			<div>KARTA DOKUMENTACYJNA OTWORU WIERTNICZEGO</div> <div>OW-2</div>			<div>Załącznik nr: 4.2</div>					
<div>Gmina:</div> <div>Łódź-Widzew</div>			<div>Temat:</div> <div>Dokumentacja geologiczno-inżynierska sporządzona w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby posadowienia projektowanej nowej jednostki kogeneracji gazowej w układzie CCGT, na terenie EC-4 w Łodzi</div>			<div>Rzędna:</div> <div>222.58 m n.p.m.</div>		<div>Układ odniesienia:</div> <div>2000/6</div>			
<div>Powiat:</div> <div>m. Łódź</div>			<div>Zleceniodawca:</div> <div>ILF CONSULTING ENGINEERS POLSKA Sp. z o. o.</div>			<div>Współrzędna X:</div> <div>5735793.324</div>					
<div>Województwo:</div> <div>łódzkie</div>			<div>Operator sprzętu:</div> <div>Piotr Komuda</div>		<div>System wiercenia:</div> <div>mechaniczny</div>		<div>Współrzędna Y:</div> <div>6606214.951</div>				
<div>Skala:</div> <div>1:100</div>			<div>Nadzór geologiczny:</div> <div>mgr Paweł Rzeźnicki</div>		<div>Typ wiertnicy:</div> <div>Nordmeyer typ DSB 0/3</div>		<div>Data wykonania wiercenia:</div> <div>05.09.2020 r.</div>				
<div>Poziom zwierciadła wody [m p.p.t.]</div>	<div>Głębokość [m]</div>	<div>Symbol gruntu wg PN-B-02480:1986</div>	<div>Rodzaj gruntu wg PN-B-02480:1986 i barwa</div>			<div>Symboly gruntów zgodnie z PN-EN ISO 14688:2006</div>	<div>Młazszość warstwy [m]</div>	<div>Wilgotność</div>	<div>Makroskopowy stan gruntu</div>	<div>Rodzaj i głębokość zbadanej próbki gruntu</div>	
<div>1.</div>	<div>2.</div>	<div>3.</div>	<div>4.</div>			<div>5.</div>	<div>6.</div>	<div>7.</div>	<div>8.</div>	<div>9.</div>	
	<div>0.0</div>	<div>nN</div>	<div>Nasyp niebudowlany(Glina piaszczysta+Otoczaki+Piasek gliniasty+gruz) (brązowa)</div>			<div>Mg</div>	<div>0.60</div>	<div>w</div>			
	<div>1.0</div>	<div>nN</div>	<div>Nasyp niebudowlany(Piasek średni+Otoczaki+żwir) (żółto-brązowa)</div>			<div>Mg</div>	<div>0.50</div>	<div>w</div>			
		<div>Gp</div>	<div>Glina piaszczysta (brązowa)</div>			<div>saCCl</div>	<div>0.30</div>	<div>mw/w</div>	<div>tpl/pl</div>		
	<div>2.0</div>	<div>Ps</div>	<div>Piasek średni (brązowa)</div>			<div>MSa</div>	<div>1.80</div>	<div>w</div>			
	<div>3.0</div>										
	<div>4.0</div>	<div>Ps</div>	<div>Piasek średni (jasno żółta)</div>			<div>MSa</div>	<div>2.80</div>	<div>w</div>			
	<div>5.0</div>										
	<div>6.0</div>										

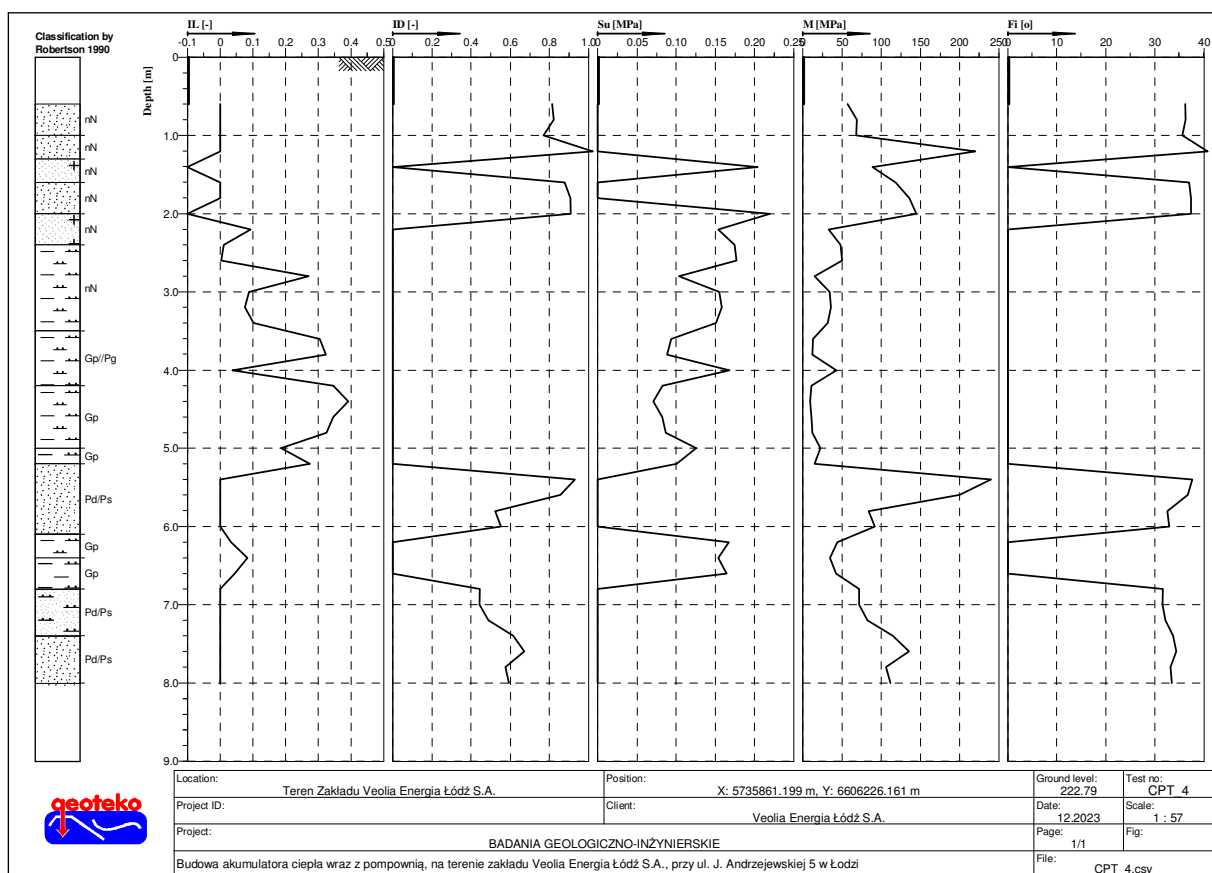
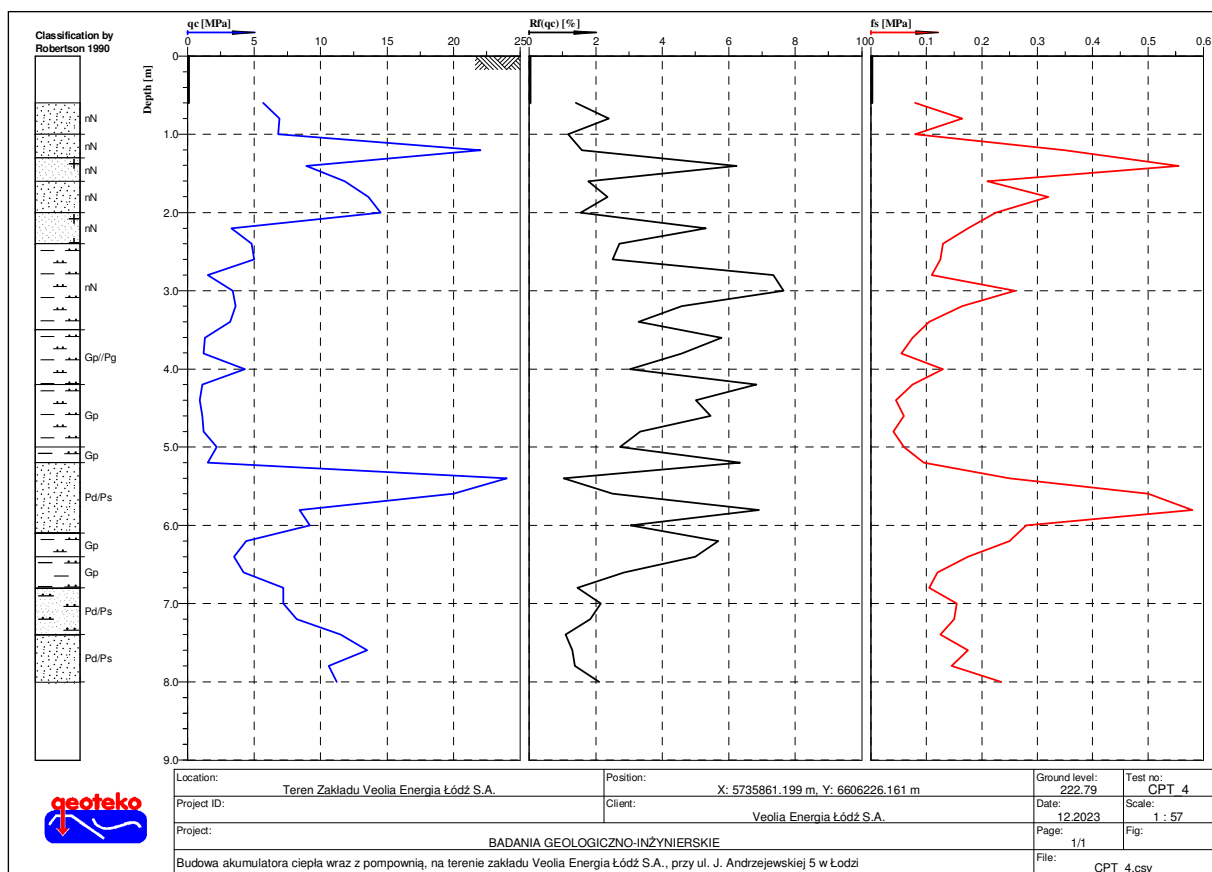
## WYNIKI SONDOWAŃ STATYCZNYCH CPT

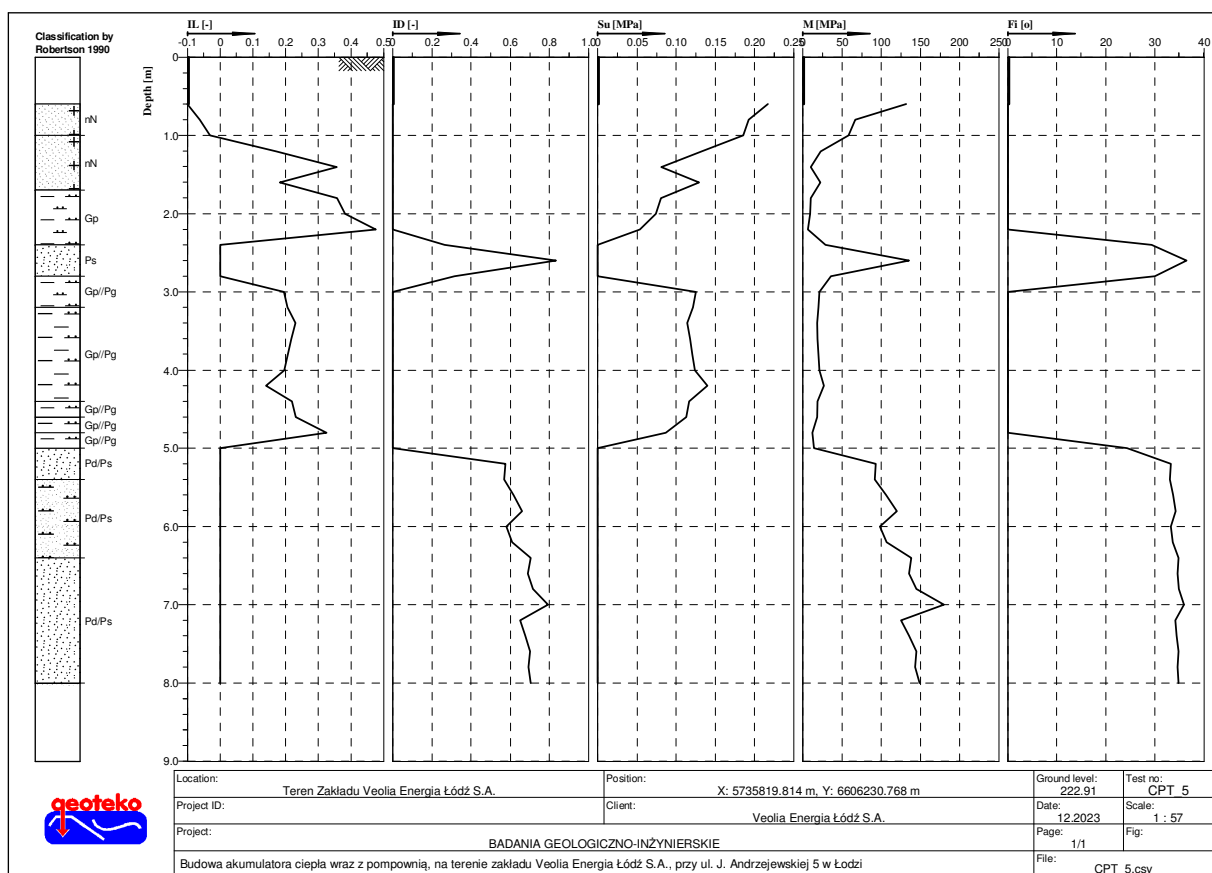
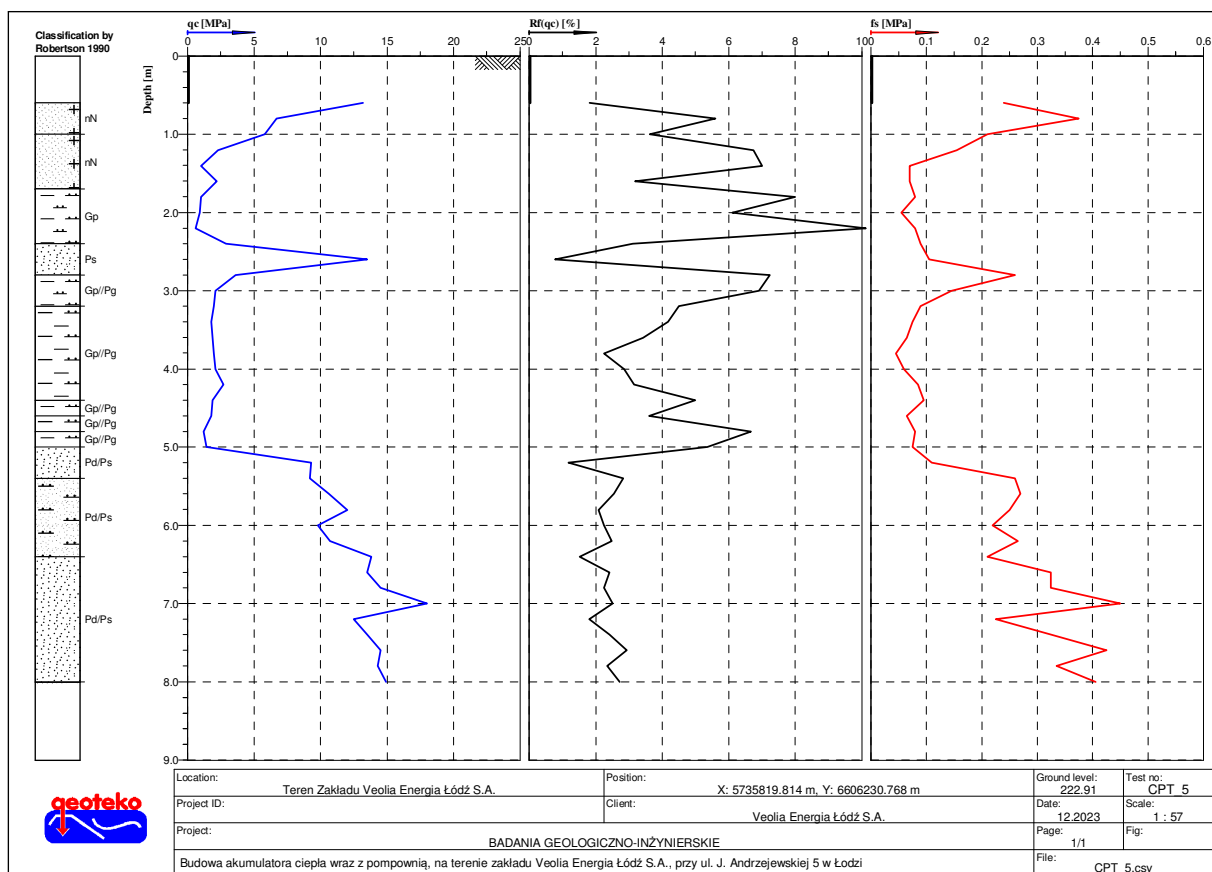












## *WYNIKI BADAŃ LABORATORYJNYCH*

*Sprawozdanie  
z badań laboratoryjnych Geoteko*



GEOTEKO PROJEKTY I KONSULTACJE GEOTECHNICZNE Sp. z o.o.

NUMER OPRACOWANIA GEOTEKO: 139/6001/23

# SPRAWOZDANIE Z BADAŃ LABORATORYJNYCH NR 3/2023-2024/139

WERSJA 01. Data wydania: 24.01.2024r.

## MIEJSCE WYKONANIA BADAŃ:

GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.  
*Laboratorium Geotechniczne im. prof. dr hab. inż. WOJCIECHA WOLSKIEGO*  
ul. Wałbrzyska 14/16  
02-739 Warszawa



AB 962

**NAZWA TEMATU:** Veolia, J. Andrzejewskiej 5

**NR ZLECENIA LABORATORIUM GEOTEKO:** 3/2023-2024/139

**ZLECAJĄCY BADANIA FIRMIE GEOTEKO:** Veolia Energia Łódź S.A. ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-550 Łódź

**ZLECENIODAWCA WEWNĘTRZNY:** Maciej Pabich

**DATA PRZYJĘCIA ZLECENIA:** 08.12.2023r.

**TERMIN WYKONANIA BADAŃ:** 24.01.2024r.

**LICZBA STRON :** 120

**AUTORYZACJA:** dr Piotr Stajszczak

Pełnomocnik ds. technicznych: mgr inż. Wojciech Tymiński  
Pełnomocnik ds. jakości: dr Piotr Stajszczak

SPRAWOZDANIE- BEZ PISEMNEJ ZGODY LABORATORIUM GEOTECHNICZNEGO GEOTEKO - NIE MOŻE BYĆ  
POWIELANE INACZEJ NIŻ W CAŁOŚCI

**GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geotechniczne Spółka z o.o. , ul. Wałbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa,**  
tel./fax (22) 853 14 65,(22) 853 15 82, [www.geoteko.com.pl](http://www.geoteko.com.pl), e-mail: [info@geoteko.com.pl](mailto:info@geoteko.com.pl),  
NIP 113-00-07-283, REGON 012558187, KRS 0000204617



## SPIS TREŚCI

<b>1. ZAKRES I METODYKA WYKONANYCH BADAŃ LABORATORYJNYCH .....</b>	<b>2</b>
1.1. Badania właściwości fizycznych gruntów .....	2
1.2. Badania właściwości mechanicznych gruntów .....	3
1.2.1. Cel i zakres badań .....	3
1.2.2. Metodyka badań trójosiowych .....	3
1.2.3. Metodyka badań w edometrze .....	4
<b>2. KOMENTARZ DO WYNIKÓW BADAŃ .....</b>	<b>6</b>

## SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

Załącznik 1A – Zestawienie wyników laboratoryjnych badań właściwości fizycznych  
Załącznik 1B – Zestawienie wyników laboratoryjnych badań właściwości mechanicznych  
Załącznik 2 – Wyniki badań składu granulometrycznego  
Załącznik 3 – Wyniki badań trójosiowych  
Załącznik 4 – Wyniki badań ścisłości w edometrze

Zlecający badania w firmie GEOTEKO: Veolia Energia Łódź S.A. ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-550 Łódź	NAZWA TEMATU: Veolia, J. Andrzejewskiej 5
NR SPRAWOZDANIA LABORATORIUM GEOTEKO: 3/2023-2024/139	
Wyniki dotyczą wyłącznie obiektów badanych	data: 24.01.2024 r. Strona: 1 z 120
\\Geotekopc23\2024\3_2023-2024_139 Veolia Veolia, J.Andrzejewskiej 5\04_Sprawozdanie\3_2023-2024_139 Veolia, J. Andrzejewskiej 5.doc	

## 1. ZAKRES I METODYKA WYKONANYCH BADAŃ LABORATORYJNYCH

Badania laboratoryjne próbek gruntu wykonano w Laboratorium Geotechnicznym Geoteko. Próbki zostały dostarczone i opisane przez Zleceniodawcę Wewnętrznego.

### 1.1. Badania właściwości fizycznych gruntów

Badania właściwości fizycznych gruntów wykonano dla 45 próbek. Zakres badań był następujący:

- analiza makroskopowa wg różnych norm por. Zał. 1A – 45 próbek,
- oznaczenie wilgotności naturalnej gruntu  $w_n$  – 25 próbek,
- analiza sitowa – 14 próbek,
- analiza areometryczna – 18 próbek,
- oznaczenie granicy plastyczności  $w_p$  i granicy płynności  $w_L$  – 12 próbek,
- oznaczenie zawartości substancji organicznej metodą strat prażenia  $I_z$  – 4 próbki (badanie poza zakresem akredytacji).

Analizę makroskopową próbek gruntu wykonano zgodnie z PN-88/B-04481 *Grunty budowlane. Badanie próbek gruntu* oraz według normy PN-EN ISO 14688-1:2018 *Rozpoznanie i badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczanie i opis*.

Oznaczenie wilgotności naturalnej wykonano zgodnie z PN-EN ISO 17892-1:2015-02 *Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Badania laboratoryjne gruntów -- Część 1: Oznaczanie wilgotności naturalnej*.

Analizę sitową oraz analizę areometryczną przeprowadzono według zaleceń PN-EN ISO 17892-4:2017-01 *Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Badania laboratoryjne gruntów -- Część 4: Badanie uziarnienia gruntów*.

Granice plastyczności oraz granice płynności oznaczono zgodnie z normą PN-EN ISO 17892-12:2018-08 *Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Badania laboratoryjne gruntów -- Część 12: Oznaczanie granic płynności i plastyczności*. Granice płynności oznaczono metodą stożka. W badaniach zastosowano stożek 80g/30°. Ziarna o średnicy równej bądź większej niż 0.4 mm usuwano z próbek gruntów spoistych w sposób ręczny.

Oznaczenie zawartości substancji organicznej (poza zakresem akredytacji) wykonano zgodnie z normą PN-88/B-04481 *Grunty budowlane. Badanie próbek gruntu*.

Rodzaje gruntów oznaczano zgodnie z normą PN-86/B-02480 *Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów*. oraz na podstawie normy PN-EN ISO 14688-2:2006 i PN-EN ISO 14688-1:2018-05. Dodatkowo na podstawie wykresów uziarnienia i wzorów empirycznych obliczono współczynnik filtracji (Zał.2) (poza zakresem akredytacji).

Zlecający badania w firmie GEOTEKO: Veolia Energia Łódź S.A. ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-550 Łódź	NAZWA TEMATU: Veolia, J. Andrzejewskiej 5
NR SPRAWOZDANIA LABORATORIUM GEOTEKO: 3/2023-2024/139	
Wyniki dotyczą wyłącznie obiektów badanych	data: 24.01.2024 r. Strona: 2 z 120
\\Geotekopc23\2024\3_2023-2024_139 Veolia Veolia, J.Andrzejewskiej 5\04_Sprawozdanie\3_2023-2024_139 Veolia, J. Andrzejewskiej 5.doc	

Wyniki badań właściwości fizycznych gruntu zestawiono w tabeli w Zał. 1A niniejszego sprawozdania. Wyniki oznaczeń gęstości objętościowej badanych gruntów zamieszczono w tabeli w Zał. 1B.

## 1.2. Badania właściwości mechanicznych gruntów

### 1.2.1. Cel i zakres badań

W celu określenia wytrzymałości i odkształcalności gruntów przeprowadzono badania w aparacie trójosiowego ściskania oraz w edometrze.

Zakres badań był następujący:

- badania trójosiowe z konsolidacją izotropową i ścinaniem w warunkach bez odpływu, (TXCU) – 12 badań (2 serie po 3 próbki w serii oraz 3 serie po 2 próbki w serii) – próbki o nienaruszonej strukturze,
- badania ściśliwości w edometrze (IL) – 4 badania, próbki o nienaruszonej strukturze.

Dla każdej próbki gruntu badanej w aparacie trójosiowym oraz w edometrze określono gęstość początkową (zgodnie z normą PN-EN ISO 17892-2:2015-02 *Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Badania laboratoryjne gruntów -- Część 2: Oznaczanie gęstości objętościowej*) – 16 oznaczeń. W przypadku badań edometrycznych, gęstość oznaczono na próbkach o objętości mniejszej niż 50 cm<sup>3</sup>.

### 1.2.2. Metodyka badań trójosiowych

Badania trójosiowe zostały przeprowadzone zgodnie z normą PN-EN ISO 17892-9:2018-05 *Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Badania laboratoryjne gruntów -- Część 9: Ściskanie trójosiowe z konsolidacją na próbkach całkowicie nasyconych wodą*.

W laboratorium Geotechnicznym Geoteko po makroskopowej ocenie jakości rdzenia wybierano ten segment, który wydawał się najmniej naruszony i z niego wycinano próbkę do aparatu. Próbki gruntów spoistych do badań trójosiowych wycinano za pomocą zaostrzonego cylindra lub ostrego noża.

Badania trójosiowe gruntów spoistych przeprowadzono na próbkach o wymiarach: średnica  $d \approx 70$  mm, wysokość  $\approx 140$  mm.

Próbkę zabezpieczoną gumową membraną umieszczono w komorze aparatu trójosiowego, a komorę napełniono wodą.

Zlecający badania w firmie GEOTEKO: Veolia Energia Łódź S.A. ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-550 Łódź	NAZWA TEMATU: Veolia, J. Andrzejewskiej 5
NR SPRAWOZDANIA LABORATORIUM GEOTEKO: 3/2023-2024/139	
Wyniki dotyczą wyłącznie obiektów badanych	data: 24.01.2024 r. Strona: 3 z 120
\\Geotekopc23\2024\3_2023-2024_139 Veolia Veolia, J.Andrzejewskiej 5\04_Sprawozdanie\3_2023-2024_139 Veolia, J. Andrzejewskiej 5.doc	

Badania trójosiowe próbek gruntu spoistego obejmowało następujące etapy:

- 1) Nasączenie próbki wodą prowadzone było stopniowo przy stałym naprężeniu efektywnym. Dla badanych gruntów naprężenie efektywne podczas nasączenia wynosiło 20kPa. Podczas nasączenia cały czas obserwowano wysokość próbki.
- 2) Pierwszy stopień nasączenia przeprowadzono przy przepływie wody przy gradiencie ok. 20, dalsze stopnie nasączenia wykonano metodą ciśnienia wyrównawczego (*back pressure*).
- 3) Kolejnym etapem badania próbki była jej konsolidacja. Próbki konsolidowano przy różnych izotropowych naprężeniach efektywnych (jednak ciśnienia w komorze  $\sigma_c$  nie przekraczało wartości 2000 kPa). Konsolidację prowadzono do momentu zakończenia konsolidacji pierwotnej.
- 4) Po zakończeniu konsolidacji próbki były ścinane w warunkach bez opływu (TXCU). Ścinanie było prowadzone według ścieżki standardowej tj. przy stałej wartości ciśnienia w komorze i wzrastającej wartości naprężenia pionowego.

Wyniki badań trójosiowych przedstawiono w Zał. 1B i Zał. 3.

### 1.2.3. Metodyka badań w edometrze

Badania edometryczne typu IL zostały przeprowadzone zgodnie z normą PN-EN ISO 17892-5:2017-06 *Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Badania laboratoryjne gruntów -- Część 5: Badanie edometryczne gruntów*. Próbki gruntu do badań edometrycznych wycinano za pomocą zaostzonego cylindra o wymiarach: średnica 50 mm, wysokość 20 mm.

Próbki obciążano etapowo stosując wartości naprężeń przedstawione w Zał. 1B. Czas trwania pojedynczego etapu wynosił 24h. Na podstawie uzyskanych pomiarów określono wartości modułów ściśliwości.

Moduły ściśliwości obliczono w odniesieniu do zmiany naprężenia i odkształcenia próbki na każdym etapie obciążenia. Stosowano wzór:

$$E_{osd} = \frac{\Delta \sigma_v}{\frac{h_i - h_f}{h_i}}$$

Zlecający badania w firmie GEOTEKO: Veolia Energia Łódź S.A. ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-550 Łódź	NAZWA TEMATU: Veolia, J. Andrzejewskiej 5
NR SPRAWOZDANIA LABORATORIUM GEOTEKO: 3/2023-2024/139	
Wyniki dotyczą wyłącznie obiektów badanych	data: 24.01.2024 r. Strona: 4 z 120
\\Geotekopc23\2024\3_2023-2024_139 Veolia Veolia, J.Andrzejewskiej 5\04_Sprawozdanie\3_2023-2024_139 Veolia, J. Andrzejewskiej 5.doc	

Gdzie:

$\Delta\sigma_v$  – przyrost naprężenia pionowego w danym etapie

$h_i$  – wysokość początkowa dla danego etapu

$h_f$  – wysokość końcowa dla danego etapu

Dokładne sekwencje obciążeń oraz wartości modułów ścisłości przedstawiono na krzywych ścisłości, które zamieszczono w Zał. 4 niniejszego sprawozdania.

Dla każdego etapu obciążenia pierwotnego obliczono wartość współczynnika konsolidacji  $c_v$  stosując wzór Taylora. Stosowano wzór:

$$c_v = 0.848h^2/t_{90}$$

Gdzie:

$h$  – połowa średniej wysokości próbki [cm]

$t_{90}$  – czas w którym zachodzi 90% konsolidacji próbki [min]

Na podstawie uzyskanych wartości współczynnika konsolidacji oraz modułu ścisłości dla poszczególnych etapów obciążeń pierwotnych obliczono wartości współczynnika filtracji  $k$  stosując wzór (poza zakresem akredytacji):

$$k = \frac{c_v \cdot \gamma_w}{E_{oed}}$$

Gdzie:

$\gamma_w$  – ciężar objętościowy wody (założono  $g=10\text{m/s}^2 \rightarrow g_w=10\text{kN/m}^3$ )

$E_{oed}$  – moduł ścisłości [MPa].

Wartości modułów edometrycznych, współczynników konsolidacji oraz filtracji przedstawiono w Zał. 1B oraz Zał. 4.

Zlecający badania w firmie GEOTEKO: Veolia Energia Łódź S.A. ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-550 Łódź	NAZWA TEMATU: Veolia, J. Andrzejewskiej 5
NR SPRAWOZDANIA LABORATORIUM GEOTEKO: 3/2023-2024/139	
Wyniki dotyczą wyłącznie obiektów badanych	data: 24.01.2024 r. Strona: 5 z 120
\\Geotekopc23\2024\3_2023-2024_139 Veolia Veolia, J.Andrzejewskiej 5\04_Sprawozdanie\3_2023-2024_139 Veolia, J. Andrzejewskiej 5.doc	

## 2. KOMENTARZ DO WYNIKÓW BADAŃ

- 1) Parametry wytrzymałościowe wyznaczano w odniesieniu do ścieżek naprężeń efektywnych. W oparciu o liniowe kryterium Coulomba-Mohra wartości parametrów wytrzymałościowych obliczono stosując wzory:
  - dla kąta tarcia wewnętrznego  $\phi' = \arcsin(\operatorname{tg}\beta)$ ,
  - dla spójności  $c' = b/\cos\phi'$
- 2) Obwiednia zniszczenia wyznaczona w oparciu o liniowe kryterium Coulomba-Mohra jest pewnym uproszczeniem. W rzeczywistości obwiednia zniszczenia nie jest linią prostą, a jej znaczna nieliniowość może występować dla mniejszych wartości naprężeń efektywnych. Powołując się na Eurokod 7 PN-EN 1997-2:2009 „Projektowanie Geotechniczne, część 2 Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego” należy pamiętać, że liniowa ekstrapolacja wyników badań może dać błędne wartości wytrzymałości gruntu, ponieważ obwiednia wytrzymałości nie jest linią prostą, zwłaszcza przy małych wartościach naprężeń normalnych. W odniesieniu do Eurokodu 7 - parametry wytrzymałościowe i odkształceniowe należy zawsze odnosić do wartości naprężeń, dla których zostały wyznaczone.
- 3) Kąt tarcia wewnętrznego oraz spójność próbek OW-2 (gł. 5.00-5.50m) oraz OW-3 (gł. 3.30-3.90m) oznaczono uwzględniając wyniki badania trójosiowego VMC\_24\_12, które zostało wykonane dla próbki OW-3 (gł. 4.90-5.10). Przy oznaczaniu wartości parametrów wytrzymałościowych próbki OW-3 (gł. 4.90-5.30m) uwzględniono wyniki badania w aparacie trójosiowego ściskania VMC\_24\_7, które zostało wykonane dla próbki OW-3 (gł. 3.30-3.50 m).

Zlecający badania w firmie GEOTEKO: Veolia Energia Łódź S.A. ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-550 Łódź	NAZWA TEMATU: Veolia, J. Andrzejewskiej 5
NR SPRAWOZDANIA LABORATORIUM GEOTEKO: 3/2023-2024/139	
Wyniki dotyczą wyłącznie obiektów badanych	data: 24.01.2024 r. Strona: 6 z 120
\\Geotekopc23\2024\3_2023-2024_139 Veolia Veolia, J.Andrzejewskiej 5\04_Sprawozdanie\3_2023-2024_139 Veolia, J. Andrzejewskiej 5.doc	

ZAŁ. 1A ZESTAWIENIE WYNIKÓW BADAŃ WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH PRÓBEK GRUNTÓW

APP. 1A Index properties of soil

TEMAT (Site): Veolia, J. Andrzejewskiej 5

Lp.	Dane dostarczone przez klienta			Frakcje gruntu wg PN-EN ISO 14688-1:2006/ Soil fraction according to PN-EN ISO 14688-1:2006					Rodzaj gruntu według krzywej uziarnienia Type of soil according to grain size distribution		Analiza makroskopowa						Wilgotność naturalna	Granica plastyczności	Granica płynności	Wskaźnik plastyczności	Stopień plastyczności	Wskaźnik konsystencji	Straty masy przy prażeniu	
No	Data from the client			Gr	Sa	Si	Cl	Si+Cl	Rodzaj gruntu wg PN-EN ISO 14688-2:2006	Rodzaj gruntu wg PN-86/B-02480	Macroscopic characterization						Natural water content	Plastic limit	Liquid limit	Plasticity index	Liquidity index	Consistency index	Loss of mass on ignition	
	Numer otworu	Głębokość		gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil according to PN-EN ISO 14688-2:2006	Type of soil according to PN-86/B-02480	Wg PN-88/B-04481				Opis gruntu	w <sub>n</sub>	w <sub>p</sub>	w <sub>L</sub>	I <sub>p</sub>	I <sub>L</sub>	I <sub>C</sub>	I <sub>z</sub>		
	Borehole No	Depth									Rodzaj gruntu	Stan gruntu	Barwa gruntu Soil color										CaCO <sub>3</sub>	
		[m]		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]			Type of soil	Consistency	PL	EN	Carbonate content [%]	Description of soil	[%]	[%]	[%]	[%]	[-]	[-]	[%]	
1	OW-1	1.90									Gp	pl/tpl	ciemnożółtobrazowa	dark yellowish brown	<1	plastyczny/twardoplastyczny, ciemnożółtobrazowy, bezwapnisty, średniej plastyczności łą. z pyłem z dużą ilością piasku soft/firm, dark yellowish brown, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY	12.6							
2	OW-1	2.90		9	73	14	4	18	clSa	Pg	Ps/Pg+Ż		ciemnoszara	dark grey	<1	ciemnoszary, bezwapnisty PIASEK średni z łem i małą ilością żwiru dark grey, non-calcareous, slightly gravelly clayey medium SAND								
3	OW-1	3.50		11	77	11	1	12	Sa	Po	Po		szara	grey	<1	szary, bezwapnisty PIASEK ze żwirem grey, non-calcareous, gravelly SAND								
4	OW-1	3.90		3	94	3		3	Sa	Ps	Ps+ż		szarozółta	greyish yellow	1-3	szarozółty, mało wapnisty PIASEK średni z małą ilością żwiru greyish yellow, slightly calcareous, slightly gravelly medium SAND								
5	OW-1	5.90		1	96	3		3	Sa	Ps	Pd/Ps		jasnoszara	light grey	<1	jasnoszary, bezwapnisty PIASEK drobny/średni light grey, non-calcareous, fine /medium SAND								

Lp.	Dane dostarczone przez klienta			Fracje gruntu wg PN-EN ISO 14688-1:2006/ Soil fraction according to PN-EN ISO 14688-1:2006					Rodzaj gruntu według krzywej uziarnienia Type of soil according to grain size distribution		Analiza makroskopowa						Wilgotność naturalna	Granica plastyczności	Granica płynności	Wskaźnik plastyczności	Stopień plastyczności	Wskaźnik konsystencji	Straty masy przy prażeniu	
No	Data from the client			Gr	Sa	Si	Cl	Si+Cl	Rodzaj gruntu wg PN-EN ISO 14688-2:2006	Rodzaj gruntu wg PN-86/B-02480	Macroscopic characterization						Natural water content	Plastic limit	Liquid limit	Plasticity index	Liquidity index	Consistency index	Loss of mass on ignition	
	Numer otworu	Głębokość		gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil according to PN-EN ISO 14688-2:2006	Type of soil according to PN-86/B-02480	Wg PN-88/B-04481						w <sub>n</sub>	w <sub>p</sub>	w <sub>L</sub>	I <sub>p</sub>	I <sub>L</sub>	I <sub>C</sub>	I <sub>z</sub>	
	Borehole No	Depth									Rodzaj gruntu	Stan gruntu	Barwa gruntu Soil color		CaCO <sub>3</sub>	Opis gruntu								
		[m]														Type of soil	Consistency	PL	EN	Carbonate content [%]	Description of soil		[%]	[%]
6	OW-2	3.00									Gp+Pg	zw	ciemnożółta	dark yellow	<1	bardzo zwarty, ciemnożółty, bezwapnisty, średniej plastyczności IŁ z pyłem z dużą ilością piasku, w domieszcze małej plastyczności PYŁ z ilem z dużą ilością piasku very stiff, dark yellow, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY , with addition of low plasticity very sandy clayey SILT	10.7							
7	OW-2	3.60	4.20	4	68	16	12	28	clSa	Gp	Gp+Ż	tpl	żółtobrązowa i szara	yellowish brown and grey	<1	twardoplastyczny, żółtobrązowy i szary, bezwapnisty, średniej plastyczności IŁ z pyłem z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru grubego firm, yellowish brown and grey, non-calcareous, medium plasticity slightly coarse gravelly very sandy silty CLAY	12.0	11.0	22.0	11	0.09	0.91	1.11	
8	OW-2	4.90									Pg	pl	żółtoszara	yellowish grey	<1	plastyczny, żółtoszary, bezwapnisty, małej plastyczności PYŁ z ilem z dużą ilością piasku soft, yellowish grey, non-calcareous, low plasticity very sandy clayey SILT	16.1							
9	OW-2	5.00	5.50	1	62	22	15	37	clSa	Gp	Gp	pl	żółtoszara	yellowish grey	<1	plastyczny, żółtoszary, bezwapnisty, średniej plastyczności IŁ z pyłem z dużą ilością piasku soft, yellowish grey, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY	15.9	12.0	20.0	8	0.49	0.51	1.44	
10	OW-2	12.50		34	57	6	3	9	grSa	Pog	Po/Pog		szarożółta	greyish yellow	3-5	szarożółty, wapnisty PIASEK ze żwirem i ilem greyish yellow, calcareous, clayey gravelly SAND								
11	OW-2	13.80									Gp	mpl	ciemnobrązowoszara	dark brownish grey	3-5	miękkoplastyczny, ciemnobrązowoszary, wapnisty, średniej plastyczności IŁ z pyłem z dużą ilością piasku very soft, dark brownish grey, calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY	15.5							



Lp.	Dane dostarczone przez klienta			Frakcje gruntu wg PN-EN ISO 14688-1:2006/ Soil fraction according to PN-EN ISO 14688-1:2006					Rodzaj gruntu według krzywej uziarnienia Type of soil according to grain size distribution		Analiza makroskopowa						Wilgotność naturalna	Granica plastyczności	Granica płynności	Wskaźnik plastyczności	Stopień plastyczności	Wskaźnik konsystencji	Straty masy przy prażeniu	
No	Data from the client			Gr	Sa	Si	Cl	Si+Cl	Rodzaj gruntu wg PN-EN ISO 14688-2:2006	Rodzaj gruntu wg PN-86/B-02480	Macroscopic characterization						Natural water content	Plastic limit	Liquid limit	Plasticity index	Liquidity index	Consistency index	Loss of mass on ignition	
	Numer otworu	Głębokość		gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil according to PN-EN ISO 14688-2:2006	Type of soil according to PN-86/B-02480	Wg PN-88/B-04481						w <sub>n</sub>	w <sub>p</sub>	w <sub>L</sub>	I <sub>p</sub>	I <sub>L</sub>	I <sub>C</sub>	I <sub>z</sub>	
		Borehole No	Depth								Rodzaj gruntu	Stan gruntu	Barwa gruntu Soil color		CaCO <sub>3</sub>	Opis gruntu								
			[m]								[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	Type of soil	Consistency	PL	EN	Carbonate content [%]	Description of soil		[%]	[%]
12	OW-2	15.00			58	23	19	42	saCl	Gp	Gp/G	pl	ciemnobrązowoszara	dark brownish grey	3-5	plastyczny, ciemnobrązowoszary, wapnisty, średniej plastyczności IŁ z pyłem z piaskiem soft, dark brownish grey, calcareous, medium plasticity sandy silty CLAY	15.8	11.0	27.0	16	0.30	0.70		
13	OW-2	18.00									Pg/Gp	pl	ciemnoszara	dark grey	3-5	plastyczny, ciemnoszary, wapnisty, małej plastyczności PYŁ z iłem z dużą ilością piasku soft, dark grey, calcareous, low plasticity very sandy clayey SILT	13.7							
14	OW-3	3.00									Gp+Pg	zw	ciemnożółta	dark yellow	<1	bardzo zwarty, ciemnożółty, bezwapnisty, średniej plastyczności IŁ z pyłem z dużą ilością piasku, w domieszce małej plastyczności PYŁ z iłem z dużą ilością piasku very stiff, dark yellow, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY , with addition of low plasticity very sandy clayey SILT	13.7							
15	OW-3	4.00	4.60	2	62	21	15	36	clSa	Gp	Gp+Ż	tpl	szarobrazowa i szara	greyish brown and grey	<1	twardoplastyczny, szarobrazowy i szary, bezwapnisty, średniej plastyczności IŁ z pyłem z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru grubego firm, greyish brown and grey, non-calcareous, medium plasticity slightly coarse gravelly very sandy silty CLAY	13.8	12.0	23.0	11	0.16	0.84	1.53	
16	OW-3	4.90	5.30	6	60	20	14	34	clSa	Gp	Gp+Ż	tpl/pl	ciemnoszarobrazowa	dark greyish brown	3-5	twardoplastyczny/plastyczny, ciemnoszarobrazowy, wapnisty, średniej plastyczności IŁ z pyłem z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru grubego firm/soft, dark greyish brown, calcareous, medium plasticity slightly coarse gravelly very sandy silty CLAY	13.0	11.0	20.0	9	0.22	0.78	2.48	
17	OW-3	6.50		2	94	4		4	Sa	Ps	Pd/Ps		jasnożółta	light yellow	<1	jasnożółty, bezwapnisty PIASEK drobny/średni light yellow, non-calcareous, fine/medium SAND								
18	OW-3	7.00			99	1		1	Sa	Ps	Pd/Ps		jasnożółta	light yellow	<1	jasnożółty, bezwapnisty PIASEK drobny/średni light yellow, non-calcareous, fine/medium SAND								

Lp.	Dane dostarczone przez klienta			Fracje gruntu wg PN-EN ISO 14688-1:2006/ Soil fraction according to PN-EN ISO 14688-1:2006					Rodzaj gruntu według krzywej uziarnienia Type of soil according to grain size distribution		Analiza makroskopowa						Wilgotność naturalna	Granica plastyczności	Granica płynności	Wskaźnik plastyczności	Stopień plastyczności	Wskaźnik konsystencji	Straty masy przy prażeniu
No	Data from the client			Gr	Sa	Si	Cl	Si+Cl	Rodzaj gruntu wg PN-EN ISO 14688-2:2006	Rodzaj gruntu wg PN-86/B-02480	Macroscopic characterization						Natural water content	Plastic limit	Liquid limit	Plasticity index	Liquidity index	Consistency index	Loss of mass on ignition
	Numer otworu	Głębokość		gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil according to PN-EN ISO 14688-2:2006	Type of soil according to PN-86/B-02480	Wg PN-88/B-04481						w <sub>n</sub>	w <sub>p</sub>	w <sub>L</sub>	I <sub>p</sub>	I <sub>L</sub>	I <sub>C</sub>	I <sub>z</sub>
		Borehole No	Depth								Rodzaj gruntu	Stan gruntu	Barwa gruntu Soil color		CaCO <sub>3</sub>	Opis gruntu							
			[m]								[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	Type of soil	Consistency	PL	EN	Carbonate content [%]	Description of soil		[%]
19	OW-3	7.90			97	3		3	Sa	Pd	Pd		jasnoszara	light grey	<1	jasnoszary, bezwapnisty PIASEK drobny light grey, non-calcareous, fine SAND							
20	OW-4	1.90									Gp+Pg+Ż	pl	ciemnoszarobrazowa	dark greyish brown	<1	plastyczny, ciemnoszarobrazowy, bezwapnisty, średniej plastyczności IŁ z pyłem z dużą ilością piasku, w domieszce małej plastyczności PYŁ z ilem z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru soft, dark greyish brown, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY , with addition of low plasticity slightly gravelly very sandy clayey SILT	9.9						
21	OW-4	3.00									Gp+Pg+Ż	pl	żółtoszara	yellowish grey	<1	plastyczny, żółtoszary, bezwapnisty, średniej plastyczności IŁ z pyłem z dużą ilością piasku, w domieszce małej plastyczności PYŁ z ilem z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru soft, yellowish grey, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY , with addition of low plasticity slightly gravelly very sandy clayey SILT	12.6						
22	OW-4	4.00		2	66	17	15	32	clSa	Gp	Gp	tpl	szarobrazowa	greyish brown	<1	twardoplastyczny, szarobrazowy, bezwapnisty, średniej plastyczności IŁ z pyłem z dużą ilością piasku firm, greyish brown, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY	11.7	11.0	24.0	13	0.05	0.95	
23	OW-4	5.00			65	19	16	35	clSa	Gp	Gp	pl	szarobrazowa	greyish brown	<1	plastyczny, szarobrazowy, bezwapnisty, średniej plastyczności IŁ z pyłem z dużą ilością piasku soft, greyish brown, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY	14.6	11.0	24.0	13	0.28	0.72	
24	OW-4	7.50		1	96	3		3	Sa	Ps	Ps		jasnoszara	light grey	<1	jasnoszary, bezwapnisty PIASEK średni light grey, non-calcareous, medium SAND							

Lp.	Dane dostarczone przez klienta			Fracje gruntu wg PN-EN ISO 14688-1:2006/ Soil fraction according to PN-EN ISO 14688-1:2006					Rodzaj gruntu według krzywej uziarnienia Type of soil according to grain size distribution		Analiza makroskopowa						Wilgotność naturalna	Granica plastyczności	Granica płynności	Wskaźnik plastyczności	Stopień plastyczności	Wskaźnik konsystencji	Straty masy przy prażeniu
No	Data from the client			Gr	Sa	Si	Cl	Si+Cl	Rodzaj gruntu wg PN-EN ISO 14688-2:2006	Rodzaj gruntu wg PN-86/B-02480	Macroscopic characterization						Natural water content	Plastic limit	Liquid limit	Plasticity index	Liquidity index	Consistency index	Loss of mass on ignition
	Numer otworu	Głębokość		gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil according to PN-EN ISO 14688-2:2006	Type of soil according to PN-86/B-02480	Wg PN-88/B-04481						w <sub>n</sub>	w <sub>p</sub>	w <sub>L</sub>	I <sub>p</sub>	I <sub>L</sub>	I <sub>C</sub>	I <sub>z</sub>
	Borehole No	Depth									Rodzaj gruntu	Stan gruntu	Barwa gruntu Soil color		CaCO <sub>3</sub>	Opis gruntu							
			[m]										Type of soil	Consistency	PL	EN	Carbonate content [%]	Description of soil		[%]	[%]	[%]	[%]
25	OW-5	1.00								PgH+Gp	zw	ciemnoszara		1-3	bardzo zwarty, ciemnoszary, mało wapnisty, mało organiczny PIASEK z iłem i pyłem, w domieszce średniej plastyczności IŁ z pyłem z dużą ilością piasku very stiff, dark gray , slightly calcareous, low plasticity slightly organic very sandy clayey SILT, with addition of medium plasticity very sandy silty CLAY	10.9							
26	OW-5	3.00								Pg/Pr+Gp		brązowoszara		<1	brązowoszary, bezwapnisty PIASEK gruby z iłem, w domieszce średniej plastyczności IŁ z pyłem z dużą ilością piasku brownish gray, non-calcareous, clayey coarse SAND, with addition of medium plasticity very sandy silty CLAY	10.8							
27	OW-5	4.00		1	40	39	20	59	sasiCl	Gz	G+Pg	pl	brązowożółta i szara	brownish yellow and grey	<1	plastyczny, brązowożółty i szarawy, bezwapnisty, średniej plastyczności IŁ z pyłem z piaskiem, w domieszce małej plastyczności PYŁ z iłem z dużą ilością piasku soft, brownish yellow and grey, non-calcareous, medium plasticity sandy silty CLAY , with addition of low plasticity very sandy clayey SILT	17.8	14.0	29.0	15	0.25	0.75	
28	OW-5	5.00		4	68	16	12	28	clSa	Gp	Gp	tpl	szarobrazowa	greyish brown	<1	twardoplastyczny, szarobrazowy, bezwapnisty, średniej plastyczności IŁ z pyłem z dużą ilością piasku firm, greyish brown, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY	12.7	11.0	22.0	11	0.15	0.85	
29	OW-5	6.00		4	89	7		7	Sa	Ps	Pd/Ps		jasnoszara	light grey	<1	jasnoszary, bezwapnisty PIASEK drobny/średni light grey, non-calcareous, fine /medium SAND							
30	OW-5	8.00		5	90	5		5	Sa	Ps	Ps+Ż		jasnożółta	light yellow	<1	jasnożółty, bezwapnisty PIASEK średni z małą ilością żwiru light yellow, non-calcareous, slightly gravelly medium SAND							

Lp.	Dane dostarczone przez klienta			Frakcje gruntu wg PN-EN ISO 14688-1:2006/ Soil fraction according to PN-EN ISO 14688-1:2006					Rodzaj gruntu według krzywej uziarnienia Type of soil according to grain size distribution		Analiza makroskopowa						Wilgotność naturalna	Granica plastyczności	Granica płynności	Wskaźnik plastyczności	Stopień plastyczności	Wskaźnik konsystencji	Straty masy przy prażeniu
No	Data from the client			Gr	Sa	Si	Cl	Si+Cl	Rodzaj gruntu wg PN-EN ISO 14688-2:2006	Rodzaj gruntu wg PN-86/B-02480	Macroscopic characterization						Natural water content	Plastic limit	Liquid limit	Plasticity index	Liquidity index	Consistency index	Loss of mass on ignition
	Numer otworu	Głębokość		gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil according to PN-EN ISO 14688-2:2006	Type of soil according to PN-86/B-02480	Wg PN-88/B-04481						w <sub>n</sub>	w <sub>p</sub>	w <sub>L</sub>	I <sub>p</sub>	I <sub>L</sub>	I <sub>C</sub>	I <sub>2</sub>
	Borehole No	Depth									Rodzaj gruntu	Stan gruntu	Barwa gruntu Soil color		CaCO <sub>3</sub>	Opis gruntu							
		[m]		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]			Type of soil	Consistency	PL	EN	Carbonate content [%]	Description of soil	[%]	[%]	[%]	[%]	[-]	[-]	[%]
31	OW-6	2.00		6	68	16	10	26	clSa	Gp	Gp/Pg	tpl/pl	ciemnoszarobrazowa	dark greyish brown	<1	twardoplastyczny/plastyczny, ciemnoszarobrazowy, bezwapnisty, małej plastyczności PYŁ z iłem z dużą ilością piasku firm/soft, dark greyish brown, non-calcareous, low plasticity very sandy clayey SILT	14.6	12.0	24.0	12	0.22	0.78	
32	OW-6	3.00		2	78	12	8	20	clSa	Pg	Gp+Ps	pl	brązowa	brown	<1	plastyczny, brązowy, bezwapnisty, średniej plastyczności IŁ z pyłem z dużą ilością piasku, w domieszcze PIASEK średni soft, brown, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY , with addition of medium SAND							
33	OW-6	5.00		1	97	2		2	Sa	Ps	Ps+Ż		brązowożółta	brownish yellow	<1	brązowożółty, bezwapnisty PIASEK średni z małą ilością żwiru brownish yellow, non-calcareous, slightly gravelly medium SAND							
34	OW-6	6.00		3	91	6		6	Sa	Pd	Pd		ciemnożółta	dark yellow	<1	ciemnożółty, bezwapnisty PIASEK drobny dark yellow, non-calcareous, fine SAND							
35	OW-6	7.00		1	94	5		5	Sa	Ps	Pd/Ps		jasnożółta	light yellow	<1	jasnożółty, bezwapnisty PIASEK drobny/średni light yellow, non-calcareous, fine /medium SAND							
36	OW-7	3.70		17	77	6		6	Sa	Po	Po		szara	grey	<1	szary, bezwapnisty PIASEK z dużą ilością żwiru grey, non-calcareous, very gravelly SAND							

Lp.	Dane dostarczone przez klienta			Frakcje gruntu wg PN-EN ISO 14688-1:2006/ Soil fraction according to PN-EN ISO 14688-1:2006					Rodzaj gruntu według krzywej uziarnienia Type of soil according to grain size distribution		Analiza makroskopowa						Wilgotność naturalna	Granica plastyczności	Granica płynności	Wskaźnik plastyczności	Stopień plastyczności	Wskaźnik konsystencji	Straty masy przy prażeniu	
No	Data from the client			Gr	Sa	Si	Cl	Si+Cl	Rodzaj gruntu wg PN-EN ISO 14688-2:2006	Rodzaj gruntu wg PN-86/B-02480	Macroscopic characterization						Natural water content	Plastic limit	Liquid limit	Plasticity index	Liquidity index	Consistency index	Loss of mass on ignition	
	Numer otworu	Głębokość		gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil according to PN-EN ISO 14688-2:2006	Type of soil according to PN-86/B-02480	Wg PN-88/B-04481						w <sub>n</sub>	w <sub>p</sub>	w <sub>L</sub>	I <sub>p</sub>	I <sub>L</sub>	I <sub>C</sub>	I <sub>z</sub>	
		Borehole No	Depth								Rodzaj gruntu	Stan gruntu	Barwa gruntu Soil color		CaCO <sub>3</sub>	Opis gruntu								
			[m]								[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	Type of soil	Consistency	PL	EN	Carbonate content [%]	Description of soil		[%]	[%]
37	OW-7	5.00		5	62	22	11	33	clSa	Gp	Gp+Pg	pzw	brązowożółta	brownish yellow	<1	zwarty, brązowożółty, bezwapnisty, średniej plastyczności IŁ z pyłem z dużą ilością piasku, w domieszcze małej plastyczności PYŁ z iłem z dużą ilością piasku stiff, brownish yellow, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY , with addition of low plasticity very sandy clayey SILT	11.3	11.0	21.0	10	0.03	0.97		
38	OW-7	7.50		3	93	4		4	Sa	Ps	Ps		ciemnobrązowa	dark brown	<1	ciemnobrązowy, bezwapnisty PIASEK średni dark brown, non-calcareous, medium SAND								
39	OW-8	1.00									Pg+Gp	zw	brązowszara	brownish grey	<1	bardzo zwarty, brązowoszary, bezwapnisty, małej plastyczności PYŁ z iłem z dużą ilością piasku, w domieszcze średniej plastyczności, plastyczny IŁ z pyłem z dużą ilością piasku very stiff, brownish grey, non-calcareous, low plasticity very sandy clayey SILT , with addition of medium plasticity, soft, very sandy silty CLAY	8.5							
40	OW-8	2.00									Gp+Pg	tpl/pl	brązowa	brown	<1	twardoplastyczny/plastyczny, brązowy, bezwapnisty, średniej plastyczności IŁ z pyłem z dużą ilością piasku, w domieszcze małej plastyczności PYŁ z iłem z dużą ilością piasku firm/soft, brown, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY , with addition of low plasticity very sandy clayey SILT	10.8							
41	OW-8	4.60		6	69	13	12	25	clSa	Gp	Pg	zw	ciemnożółtobrązowa	dark yellowish brown	<1	bardzo zwarty, ciemnożółtobrązowy, bezwapnisty, małej plastyczności PYŁ z iłem z dużą ilością piasku very stiff, dark yellowish brown, non-calcareous, low plasticity very sandy clayey SILT	10.0	11.0	21.0	10	-0.10	1.10		
42	OW-8	5.40									Gp+Pg	pl	ciemnoszarobrązowa	dark greyish brown	<1	plastyczny, ciemnoszarobrązowy, bezwapnisty, średniej plastyczności IŁ z pyłem z dużą ilością piasku, w domieszcze małej plastyczności PYŁ z iłem z dużą ilością piasku soft, dark greyish brown, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY , with addition of low plasticity very sandy clayey SILT	12.3							

Lp.	Dane dostarczone przez klienta			Fracje gruntu wg PN-EN ISO 14688-1:2006/ Soil fraction according to PN-EN ISO 14688-1:2006					Rodzaj gruntu według krzywej uziarnienia Type of soil according to grain size distribution		Analiza makroskopowa							Wilgotność naturalna	Granica plastyczności	Granica płynności	Wskaźnik plastyczności	Stopień plastyczności	Wskaźnik konsystencji	Straty masy przy prażeniu	
No	Data from the client			Gr	Sa	Si	Cl	Si+Cl	Rodzaj gruntu wg PN-EN ISO 14688-2:2006	Rodzaj gruntu wg PN-86/B-02480	Macroscopic characterization							Natural water content	Plastic limit	Liquid limit	Plasticity index	Liquidity index	Consistency index	Loss of mass on ignition	
	Numer otworu	Głębokość		gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil according to PN-EN ISO 14688-2:2006	Type of soil according to PN-86/B-02480	Wg PN-88/B-04481							w <sub>n</sub>	w <sub>p</sub>	w <sub>L</sub>	I <sub>p</sub>	I <sub>L</sub>	I <sub>C</sub>	I <sub>z</sub>	
	Borehole No	Depth									Rodzaj gruntu	Stan gruntu	Barwa gruntu Soil color		CaCO <sub>3</sub>	Opis gruntu									
		[m]														Type of soil	Consistency	PL	EN	Carbonate content [%]	Description of soil			[%]	[%]
43	OW-8	6.50		11	86	3		3	Sa	Po	Po		ciemnobrązowa	dark brown	<1	brązowoszary, bezwapnisty PIASEK gruby z małą ilością żwiru brownish grey, non-calcareous, slightly gravelly coarse SAND									
44	OW-8	7.50		5	92	3		3	Sa	Pr	Pr+ż		brązowoszara	brownish grey	<1	brązowoszary, bezwapnisty PIASEK gruby z małą ilością żwiru brownish grey, non-calcareous, slightly gravelly coarse SAND									
45	OW-8	7.90		1	96	3		3	Sa	Ps	Pd/Ps		jasnożółta	light yellow	<1	jasnożółty, bezwapnisty PIASEK drobny/średni light yellow, non-calcareous, fine /medium SAND									

ZAŁ. 1B ZESTAWIENIE WYNIKÓW BADAŃ WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNYCH PRÓBEK GRUNTU  
APP. 1B Mechanical properties of soils

TEMAT (Site): Veolia, J. Andrzejewskiej 5

Lp	Numer otworu	Głębokość	Głębokość próbki	Rodzaj gruntu wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05	Rodzaj badania	Rodzaj próbki	Nazwa badania	Początkowa gęstość objętościowa	Początkowa gęstość objętościowa szkieletu gruntowego	Początkowa wilgotność naturalna	Parametr Skemptona	Naprężenie efektywne na koniec etapu konsolidacji	Prędkość ścinania	Średnie naprężenie efektywne	Półowa dewiatora naprężenia	Kąt tarcia wewnętrznego	Spójność	Obciążenie początkowe	Obciążenie końcowe	Moduł ściśliwości		Współczynnik konsolidacji	Współczynnik filtracji
No.	Borehole No	Depth	Subsample depth	Type of soil acc. to PN-EN ISO 14688-1:2018-05	Type of test	Type of sample	Test name	Initial bulk density	Initial dry density	Initial water content	Skempton parameter	Effective stress at the end of consolidation	Rate of strain	Mean effective stress	Half of deviatoric stress	Friction angle	Cohesion	Start load	End load	Constrained modulus		Coefficient of consolidation	Coefficient of permeability
		[m]	[m]					$\rho_0$ [g/cm <sup>3</sup> ]	$\rho_d$ [g/cm <sup>3</sup> ]	[%]	B [-]	$\sigma'_c$ [kPa]	[mm/min]	s'f	qf/2	$\varphi'$ [°]	c' [kPa]	[kPa]	[kPa]	E <sub>oed0</sub> [MPa]	E <sub>oed</sub> [MPa]	c <sub>v</sub> [m <sup>2</sup> /s]	k [m/s]
1	OW-1	1.00-1.40	---	twardoplastyczny, żółtobrazowy, bezwapnisty, średniej plastyczności Ił z pyłem z dużą ilością piasku <i>firm, yellowish brown , non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY</i>	Gęstość objętościowa	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample		2.16															
2	OW-2	3.60-4.20	3.90-3.95	twardoplastyczny, żółtobrazowy i szary, bezwapnisty, średniej plastyczności Ił z pyłem z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru grubego <i>firm, yellowish brown and grey, non-calcareous, medium plasticity slightly coarse gravelly very sandy silty CLAY</i>	IL	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample	VMC_23_1IL	2.01	1.70	18.3								0	25	2.3		-	-
																		25	50	3.4		2.4E-06	7.2E-09
																		50	100	3.7		2.6E-06	6.9E-09
																		100	200	4.8		1.8E-06	3.9E-09
																		200	400	7.3	45.7	2.0E-06	2.8E-09
																		400	800	13.2	48.9	1.4E-06	1.1E-10
																		800	1200	25.8		1.0E-06	3.9E-10
																		1200	1600	29.6		6.1E-07	2.0E-10
3	OW-2	3.60-4.20	3.60-3.75	twardoplastyczny, żółtobrazowy i szary, bezwapnisty, średniej plastyczności Ił z pyłem z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru grubego <i>firm, yellowish brown and grey, non-calcareous, medium plasticity slightly coarse gravelly very sandy silty CLAY</i>	TX CIU	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample	VMC_24_1	2.19	1.91	14.9	0.99	800	0.05	568	318	33.8	3.1						
4			3.75-3.90		TX CIU	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample	VMC_24_2	2.14	1.90	12.9	0.97	50	0.05	88	50								
5			3.90-4.05		TX CIU	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample	VMC_24_3	2.18	1.90	15.0	0.99	350	0.05	304	175								
6	OW-2	5.00-5.50	5.00-5.02	plastyczny, żółtoszary, bezwapnisty, średniej plastyczności Ił z pyłem z dużą ilością piasku <i>soft, yellowish grey, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY</i>	IL	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample	VMC_23_2IL	2.09	1.81	15.8								0	25	2.0		-	-
																		25	50	2.8		7.5E-07	2.7E-09
																		50	100	3.3		7.8E-07	2.3E-09
																		100	200	4.8		6.7E-07	1.4E-09
																		200	400	7.9	75.9	6.4E-07	8.1E-10
																		400	800	13.7	73.3	5.8E-07	4.3E-10
																		800	1200	27.7		4.8E-07	1.7E-10
																		1200	1600	30.2		4.7E-07	1.6E-10
7	OW-2	5.00-5.50	5.00-5.20	plastyczny, żółtoszary, bezwapnisty, średniej plastyczności Ił z pyłem z dużą ilością piasku <i>soft, yellowish grey, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY</i>	TX CIU	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample	VMC_24_4	2.14	1.84	16.3	0.99	600	0.05	444	254	34.6	0.2						
8			5.20-5.40		TX CIU	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample	VMC_24_5	2.15	1.82	18.5	0.99	100	0.05	89	53								

Lp	Numer otworu	Głębokość	Głębokość podpróbki	Rodzaj gruntu wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05	Rodzaj badania	Rodzaj próbki	Nazwa badania	Początkowa gęstość objętościowa	Początkowa gęstość objętościowa szkieletu gruntowego	Początkowa wilgotność naturalna	Parametr Skemptona	Napężenie efektywne na koniec etapu konsolidacji	Prędkość ścinania	Średnie napężenie efektywne	Półowa dewiatora naprężenia	Kąt tarcia wewnętrznego	Spójność	Obciążenie początkowe	Obciążenie końcowe	Moduł ściśliwości		Współczynnik konsolidacji	Współczynnik filtracji	
No.	Borehole No	Depth	Subsample depth	Type of soil acc. to PN-EN ISO 14688-1:2018-05	Type of test	Type of sample	Test name	Initial bulk density	Initial dry density	Initial water content	Skempton parameter	Effective stress at the end of consolidation	Rate of strain	Mean effective stress	Half of deviatoric stress	Friction angle	Cohesion	Start load	End load	Constrained modulus		Coefficient of consolidation	Coefficient of permeability	
		[m]	[m]					$\rho_0$ [g/cm³]	$\rho_d$ [g/cm³]	[%]	B [-]	$\sigma'_c$ [kPa]	[mm/min]	s'f	qf/2	$\phi'$ [°]	c' [kPa]	[kPa]	[kPa]	$E_{oed0}$ [MPa]	$E_{oed}$ [MPa]	$c_v$ [m²/s]	k [m/s]	
9	OW-3	4.90-5.10	4.90-5.10	twardoplastyczny/plastyczny, ciemnoszarobrazowy, wapnisty, średniej plastyczności łł z pyłem z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru grubego <i>firm/soft, dark greyish brown, calcareous, medium plasticity slightly coarse gravelly very sandy silty CLAY</i>	TX CIU	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample	VMC_24_12	2.23	1.99	12.2	0.99	200	0.05	236	130									
10	OW-3	3.30-3.90	3.50-3.70	twardoplastyczny, brązowy, łł z pyłem z dużą ilością piasku	TX CIU	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample	VMC_24_6	2.16	1.89	14.1	0.99	700	0.05	478	257	32.5	0.7							
11			3.30-3.50	twardoplastyczny, brązowy, łł z pyłem z dużą ilością piasku	TX CIU	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample	VMC_24_7	2.14	1.86	14.8	0.98	100	0.05	110	58									
12		4.90-5.10	4.90-5.10	twardoplastyczny/plastyczny, ciemnoszarobrazowy, wapnisty, średniej plastyczności łł z pyłem z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru grubego <i>firm/soft, dark greyish brown, calcareous, medium plasticity slightly coarse gravelly very sandy silty CLAY</i>	TX CIU	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample	VMC_24_12	2.23	1.99	12.2	0.99	200	0.05	236	130									
13	OW-3	4.00-4.60	4.25-4.30	twardoplastyczny, szarobrazowy i szary, bezwapnisty, średniej plastyczności łł z pyłem z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru grubego <i>firm, greyish brown and grey, non-calcareous, medium plasticity slightly coarse gravelly very sandy silty CLAY</i>	IL	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample	VMC_23_3IL	2.07	1.83	13.2									0	25	2.3		-	-
																			25	50	2.5		2.2E-06	8.7E-09
																			50	100	2.6		2.2E-06	8.1E-09
																			100	200	3.7		2.4E-06	6.6E-09
																			200	400	7.2	61.7	7.7E-07	1.1E-09
																			400	800	15.1	73.8	1.3E-06	8.5E-10
																			800	1200	32.1		6.5E-07	2.0E-10
																			1200	1600	36.0		6.4E-07	1.8E-10
14	OW-3	4.00-4.60	4.40-4.20	twardoplastyczny, szarobrazowy i szary, bezwapnisty, średniej plastyczności łł z pyłem z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru grubego	TX CIU	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample	VMC_24_8	2.14	1.87	14.6	0.99	300	0.05	202	108	31.2	5.6							
4.45-4.60			twardoplastyczny, szarobrazowy i szary, bezwapnisty, średniej plastyczności łł z pyłem z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru grubego	TX CIU	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample	VMC_24_9	2.17	1.91	13.9	0.99	50	0.05	68	38										
4.30-4.45			twardoplastyczny, szarobrazowy i szary, bezwapnisty, średniej plastyczności łł z pyłem z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru grubego	TX CIU	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample	VMC_24_10	2.17	1.90	14.7	0.99	150	0.05	125	74										
17	OW-3	4.90-5.30	5.25-5.30	twardoplastyczny/plastyczny, ciemnoszarobrazowy, wapnisty, średniej plastyczności łł z pyłem z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru grubego <i>firm/soft, dark greyish brown, calcareous, medium plasticity slightly coarse gravelly very sandy silty CLAY</i>	IL	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample	VMC_23_4IL	2.22	2.02	10.0									0	25	2.8		-	-
																			25	50	4.6		8.3E-07	1.8E-09
																			50	100	6.3		2.7E-07	4.3E-10
																			100	200	9.8		9.3E-07	9.4E-10
																			200	400	14.9	96.3	9.0E-07	6.0E-10
																			400	800	25.4	96.1	1.9E-06	7.6E-10
																			800	1200	54.5		9.0E-07	1.7E-10
																			1200	1600	60.2		8.0E-07	1.3E-10



Lp	Numer otworu	Głębokość	Głębokość podpróbki	Rodzaj gruntu wg PN-EN ISO 14688-1:2018-05	Rodzaj badania	Rodzaj próbki	Nazwa badania	Początkowa gęstość objętościowa	Początkowa gęstość objętościowa szkieletu gruntowego	Początkowa wilgotność naturalna	Parametr Skemptona	Naprężenie efektywne na koniec etapu konsolidacji	Prędkość ścinania	Średnie naprężenie efektywne	Półowa dewiatora naprężenia	Kąt tarcia wewnętrznego	Spójność	Obciążenie początkowe	Obciążenie końcowe	Moduł ściśliwości		Współczynnik konsolidacji	Współczynnik filtracji
No.	Borehole No	Depth	Subsample depth	Type of soil acc. to PN-EN ISO 14688-1:2018-05	Type of test	Type of sample	Test name	Initial bulk density	Initial dry density	Initial water content	Skempton parameter	Effective stress at the end of consolidation	Rate of strain	Mean effective stress	Half of deviatoric stress	Friction angle	Cohesion	Start load	End load	Constrained modulus		Coefficient of consolidation	Coefficient of permeability
		[m]	[m]					$\rho_0$ [g/cm³]	$\rho_d$ [g/cm³]	[%]	B [-]	$\sigma'_c$ [kPa]	[mm/min]	s'f	qf/2	$\phi'$ [°]	c' [kPa]	[kPa]	[kPa]	$E_{oed0}$ [MPa]	$E_{oed}$ [MPa]	$c_v$ [m²/s]	k [m/s]
18	OW-3	4.90-5.30	5.10-5.30	twardoplastyczny/plastyczny, ciemnoszarobrazowy, wapnisty, średniej plastyczności łą z pyłem z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru grubego	TX CIU	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample	VMC_24_11	2.28	2.05	11.4	0.99	400	0.05	392	223	34.2	0.0 (założona)						
19			4.90-5.10	firm/soft, dark greyish brown, calcareous, medium plasticity slightly coarse gravelly very sandy silty CLAY	TX CIU	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample	VMC_24_12	2.23	1.99	12.2	0.99	200	0.05	236	130								
20		3.30-3.50	3.30-3.50	twardoplastyczny, brązowy, łą z pyłem z dużą ilością piasku	TX CIU	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample	VMC_24_7	2.14	1.86	14.8	0.98	100	0.05	110	58								
				firm, brown, very sandy, silty CLAY																			

Załącz. / App. 2

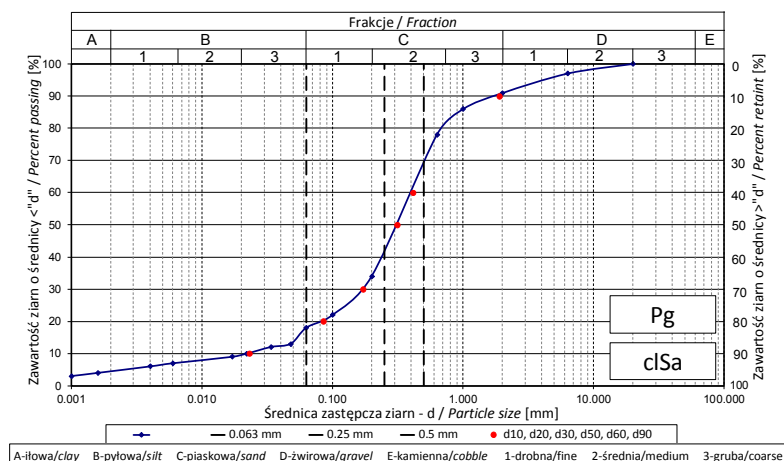
**WYNIKI BADAŃ SKŁADU GRANULOMETRYCZNEGO**  
***Grain size distribution test results***

ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION HYDROMETER ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-1
Głębokość / Depth [m]:	2.90
Głębokość próbki / Detailed depth of subsample [m]:	---
Nazwa próbki / Sample_ID:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	ciemnoszary, bezwapnisty PIASEK średni z item i małą ilością żwiru
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	dark grey, non-calcareous, slightly gravelly clayey medium SAND
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonane / Tested by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter [mm]	Suma zawartości / Total [%]
0.0010	3
0.0016	4
0.004	6
0.006	7
0.017	9
0.022	10
0.034	12
0.048	13
0.063	18
0.10	22
0.20	34
0.63	78
1.0	86
2.0	91
6.3	97
20	100



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480					PN-EN ISO 14688-2:2006					Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR	
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu			
Otwór	Głębokość [m]	fz +fk	fp	fπ	fi			Gr + Co	Sa	Si		Cl	Si+Cl	
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt	clay	Type of soil	gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
OW-1	2.90	9	75	12	4	Pg	9	73	14	4	18	cIsa	19.3	4.18

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza / Diameter [mm]						Współczynnik filtracji / Permeability coefficient [m/s]		
		d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima
Otwór	Głębokość [m]									
Borehole	Depth [m]							Hazen formula	USBC formula	Seelheim formula
OW-1	2.90	0.023	0.085	0.171	0.312	0.412	1.898	---	1.2E-05	---

Założona wartość gęstości właściwej / Assumed value of solid density : 2.68 [Mg/m<sup>3</sup>]

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano / Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły / Information of any deviations from the test procedure:

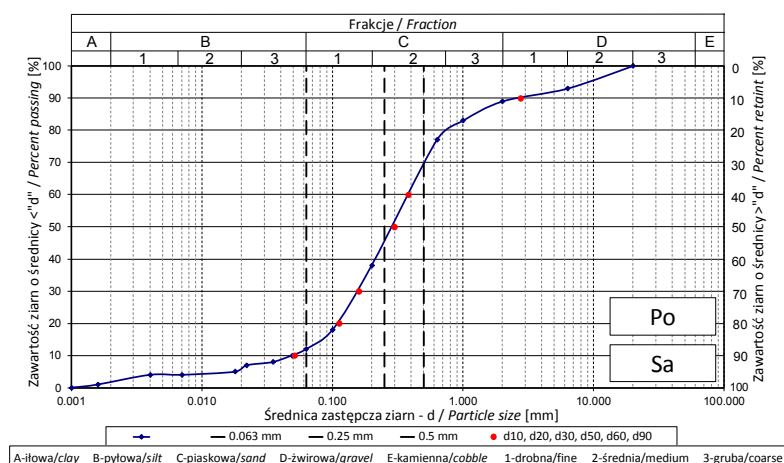
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION HYDROMETER ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-1
Głębokość / Depth [m]:	3.50
Głębokość próbki / Detailed depth of subsample [m]:	---
Nazwa próbki / Sample_ID:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	szary, bezwapnisty PIASEK ze żwirem
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	grey, non-calcareous, gravelly SAND
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonane / Tested by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter [mm]	Suma zawartości / Total [%]
0.0010	0
0.0016	1
0.004	4
0.007	4
0.018	5
0.022	7
0.035	8
0.049	10
0.063	12
0.10	18
0.20	38
0.63	77
1.0	83
2.0	89
6.3	93
20	100



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480					PN-EN ISO 14688-2:2006					Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR	
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu			
Otwór	Głębokość [m]	fz +fk	fp	fπ	fi			Gr + Co	Sa	Si		Cl	Si+Cl	
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt	clay	Type of soil	gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fines ratio [-]
OW-1	3.50	11	79	9	1	Po	11	77	11	1	12	Sa	14.0	6.14

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza / Diameter [mm]						Współczynnik filtracji / Permeability coefficient [m/s]		
		d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima
Otwór	Głębokość [m]									
Borehole	Depth [m]							Hazen formula	USBC formula	Seelheim formula
OW-1	3.50	0.051	0.112	0.159	0.296	0.378	2.752	---	2.3E-05	---

Założona wartość gęstości właściwej / Assumed value of solid density : 2.68 [Mg/m<sup>3</sup>]

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano / Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły / Information of any deviations from the test procedure:

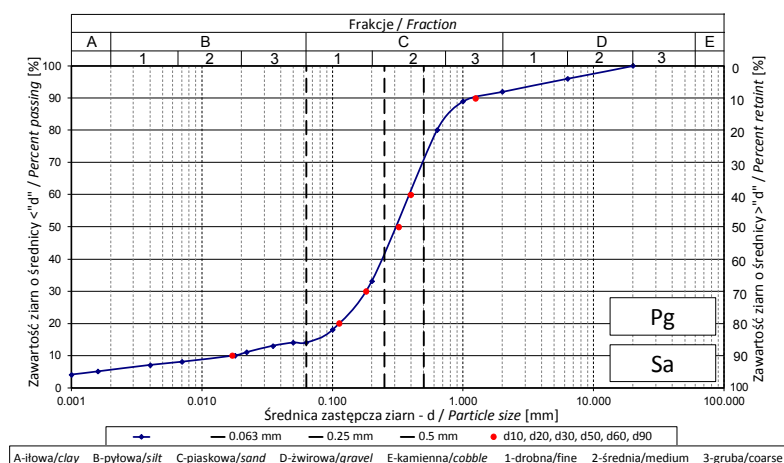
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION HYDROMETER ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-1
Głębokość / Depth [m]:	3.90
Głębokość próbki / Detailed depth of subsample [m]:	---
Nazwa próbki / Sample_ID:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	szarżółty, mało wapnisty PIASEK średni z małą ilością żwiru
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	greyish yellow, slightly calcareous, slightly gravelly medium SAND
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonane / Tested by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter [mm]	Suma zawartości / Total [%]
0.0010	4
0.0016	5
0.004	7
0.007	8
0.018	10
0.022	11
0.035	13
0.050	14
0.063	14
0.10	18
0.20	33
0.63	80
1.0	89
2.0	92
6.3	96
20	100



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480					PN-EN ISO 14688-2:2006					Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR	
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu			
Otwór	Głębokość [m]	fz +fk	fp	fπ	fi			Gr + Co	Sa	Si		Cl	Si+Cl	
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt	clay	Type of soil	gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fines ratio [-]
OW-1	3.90	8	78	9	5	Pg	8	78	9	5	14	Sa	15.7	5.3

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza / Diameter [mm]						Współczynnik filtracji / Permeability coefficient [m/s]		
		d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima
Otwór	Głębokość [m]									
Borehole	Depth [m]							Hazen formula	USBC formula	Seelheim formula
OW-1	3.90	0.017	0.112	0.180	0.321	0.395	1.242	---	2.3E-05	---

Założona wartość gęstości właściwej / Assumed value of solid density :

2.68 [Mg/m<sup>3</sup>]

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano / Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły / Information of any deviations from the test procedure:

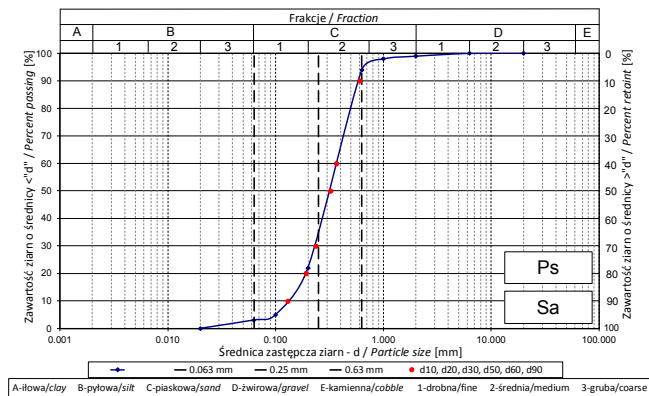
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

ANALIZA UZIARNIENIA - sitowa - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION SIEVE ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-1
Głębokość / Depth [m]:	5.90
Głębokość szczegółowa / Detailed depth [m]:	---
Numer próbki / Specimen reference:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	jasnoszary, bezwapnisty PIASEK drobny/średni
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	light grey, non-calcareous, fine /medium SAND
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonał / Prepared by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter	Zsumowana masa / Total mass	Suma zawartości / Total
[mm]	[g]	[%]
20	0.0	100
6.3	1.1	100
2.0	2.2	99
1.0	5.4	98
0.63	14.0	94
0.20	194.2	22
0.10	238.1	5
0.063	243.3	3
Suma	250.0	0



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480			Rodzaj gruntu	PN-EN ISO 14688-2:2006			Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR	
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Zawartość frakcji / Fraction content [%]					
Otwór	Głębokość [m]	fz + fk	fp	fπ + fi		Gr + Co	Sa	Si+Cl			
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt + clay	Type of soil	gravel	sand	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
OW-1	5.90	1	97	2	Ps	1	96	3	Sa	3.5	27.57

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza [mm]						Współczynnik filtracji [m/s]			Wskaźnik krzywnicy uziarnienia	Wskaźnik jednorodności uziarnienia
		d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBC	Wzór Seelheima		
Otwór	Głębokość [m]											
Borehole	Depth [m]											
OW-1	5.90	0.130	0.191	0.236	0.322	0.367	0.604	2.0E-04	7.9E-05	3.7E-04	1.17	2.83

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano/  
Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły /  
Information of any deviations from the test procedure:

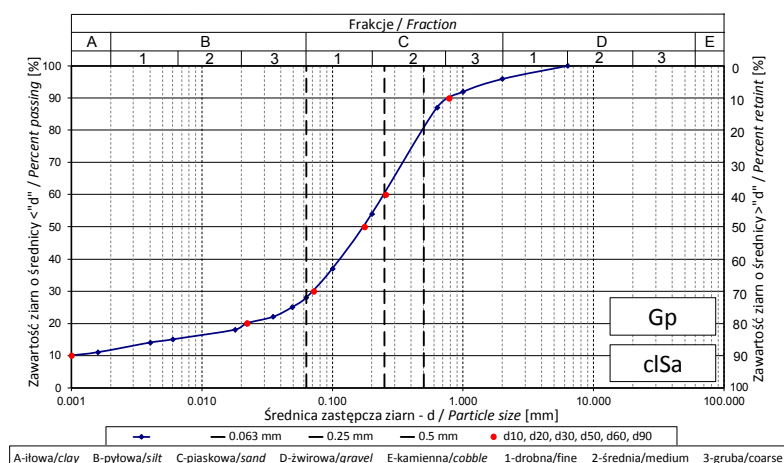
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION HYDROMETER ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-2
Głębokość / Depth [m]:	3.60-4.20
Głębokość próbki / Detailed depth of subsample [m]:	---
Nazwa próbki / Sample_ID:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	twardoplastyczny, żółto-brązowy i szary, bezwapniowy, średniej plastyczności ił z pyłem z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru grubego
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	firm, yellowish brown and grey, non-calcareous, medium plasticity slightly coarse gravelly very sandy silty CLAY
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonane / Tested by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter [mm]	Suma zawartości / Total [%]
0.0010	10
0.0016	11
0.004	14
0.006	15
0.018	18
0.022	20
0.035	22
0.049	25
0.063	28
0.10	37
0.20	54
0.63	87
1.0	92
2.0	96
6.3	100



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480					PN-EN ISO 14688-2:2006					Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR	
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu			
Otwór	Głębokość [m]	fz +fk	fp	fπ	fi			Gr + Co	Sa	Si		Cl	Si+Cl	
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt	clay	Type of soil	gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
OW-2	3.60-4.20	4	70	14	12	Gp	4	68	16	12	28	cISa	31.5	2.17

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza / Diameter [mm]						Współczynnik filtracji / Permeability coefficient [m/s]		
		d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima
Otwór	Głębokość [m]									
Borehole	Depth [m]							Hazen formula	USBC formula	Seelheim formula
OW-2	3.60-4.20	0.001	0.022	0.071	0.176	0.254	0.776	---	5.5E-07	---

Założona wartość gęstości właściwej / Assumed value of solid density : 2.67 [Mg/m<sup>3</sup>]

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano / Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły / Information of any deviations from the test procedure:

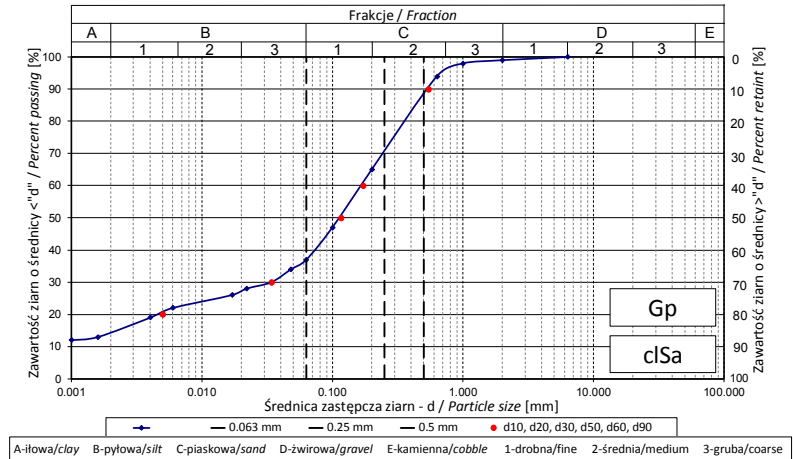
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION HYDROMETER ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-2
Głębokość / Depth [m]:	5.00-5.50
Głębokość próbki / Detailed depth of subsample [m]:	---
Nazwa próbki / Sample_ID:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	plastyczny, żółtoszary, bezwapniasty, średniej plastyczności łk z pyłem z dużą ilością piasku
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	soft, yellowish grey, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonane / Tested by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter [mm]	Suma zawartości / Total [%]
0.0010	12
0.0016	13
0.004	19
0.006	22
0.017	26
0.022	28
0.034	30
0.048	34
0.063	37
0.10	47
0.20	65
0.63	94
1.0	98
2.0	99
6.3	100



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480					PN-EN ISO 14688-2:2006					Zawartość frakcji drobnej (Fc<0.075mm) [%]	SFR	
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu			
Otwór	Głębokość [m]	fz +fk	fp	fπ	fi			Gr + Co	Sa	Si		Cl	Si+Cl	
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt	clay	Type of soil	gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
OW-2	5.00-5.50	1	64	20	15	Gp	1	62	22	15	37	cIsa	41.1	1.43

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza / Diameter [mm]						Współczynnik filtracji / Permeability coefficient [m/s]		
		d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima
Otwór	Głębokość [m]									
Borehole	Depth [m]							Hazen formula	USBC formula	Seelheim formula
OW-2	5.00-5.50	0.000	0.005	0.034	0.116	0.171	0.540	---	---	---

Założona wartość gęstości właściwej / Assumed value of solid density : 2.67 [Mg/m<sup>3</sup>]

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano / Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły / Information of any deviations from the test procedure:

Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

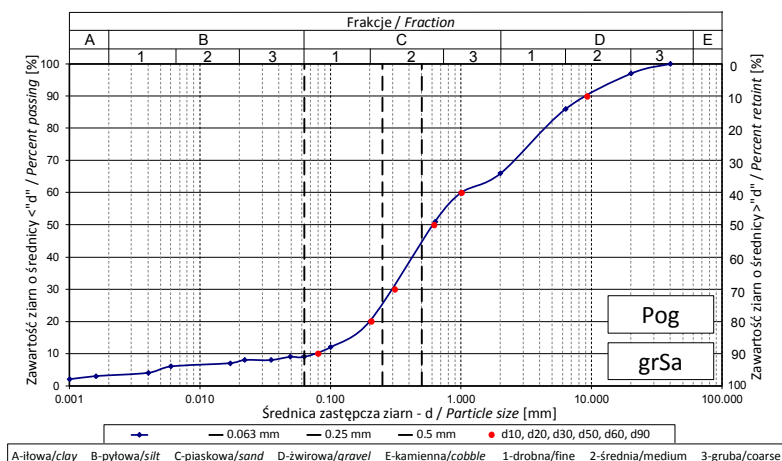


ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION HYDROMETER ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-2
Głębokość / Depth [m]:	12.50
Głębokość próbki / Detailed depth of subsample [m]:	---
Nazwa próbki / Sample_ID:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	szarżółty, wapnisty PIASEK ze żwirem i iłem
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	greyish yellow, calcareous, clayey gravelly SAND
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonane / Tested by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter [mm]	Suma zawartości / Total [%]
0.0010	2
0.0016	3
0.004	4
0.006	6
0.017	7
0.022	8
0.035	8
0.049	9
0.063	9
0.10	12
0.20	20
0.63	51
1.0	60
2.0	66
6.3	86
20	97
40	100



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480					PN-EN ISO 14688-2:2006					Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR	
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu			
Otwór	Głębokość [m]	fz +fk	fp	fπ	fi			Gr + Co	Sa	Si		Cl	Si+Cl	
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt	clay	Type of soil	gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
OW-2	12.50	34	57	6	3	Pog	34	57	6	3	9	grSa	10.0	9.00

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza / Diameter [mm]						Współczynnik filtracji / Permeability coefficient [m/s]		
		d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima
Otwór	Głębokość [m]									
Borehole	Depth [m]							Hazen formula	USBC formula	Seelheim formula
OW-2	12.50	0.080	0.205	0.309	0.618	1.007	9.211	---	9.4E-05	---

Założona wartość gęstości właściwej / Assumed value of solid density : 2.68 [Mg/m<sup>3</sup>]

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano / Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły / Information of any deviations from the test procedure:

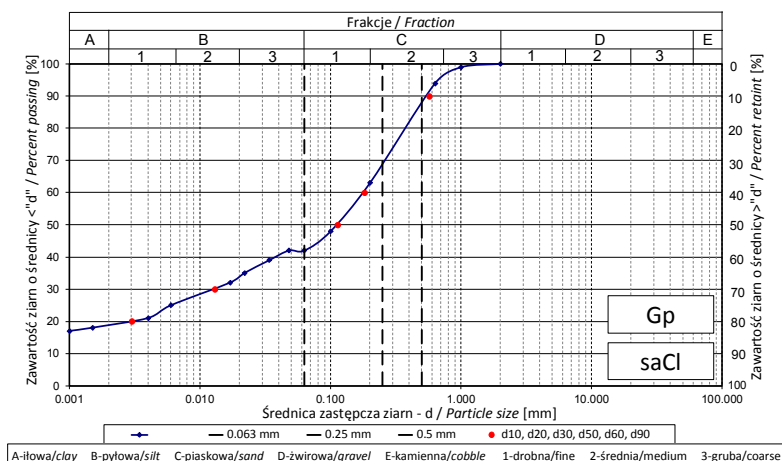
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION HYDROMETER ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-2
Głębokość / Depth [m]:	15.00
Głębokość próbki / Detailed depth of subsample [m]:	---
Nazwa próbki / Sample_ID:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	plastyczny, ciemnobrązowoszary, wapnisty, średniej plastyczności łł z pyłem z piaskiem
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	soft, dark brownish grey, calcareous, medium plasticity sandy silty CLAY
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonane / Tested by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter [mm]	Suma zawartości / Total [%]
0.0010	17
0.0015	18
0.004	21
0.006	25
0.017	32
0.022	35
0.034	39
0.048	42
0.063	42
0.10	48
0.20	63
0.63	94
1.0	99
2.0	100



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480					PN-EN ISO 14688-2:2006					Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR	
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu			
Otwór	Głębokość [m]	fz +fk	fp	fπ	fi			Gr + Co	Sa	Si		Cl	Si+Cl	
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt	clay	Type of soil	gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fines ratio [-]
OW-2	15.00		59	22	19	Gp		58	23	19	42	saCl	44.6	1.24

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza / Diameter [mm]						Współczynnik filtracji / Permeability coefficient [m/s]		
		d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima
Otwór	Głębokość [m]									
Borehole	Depth [m]							Hazen formula	USBC formula	Seelheim formula
OW-2	15.00	0.000	0.003	0.013	0.113	0.182	0.568	---	---	---

Założona wartość gęstości właściwej / Assumed value of solid density :

2.67 [Mg/m<sup>3</sup>]

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano / Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły / Information of any deviations from the test procedure:

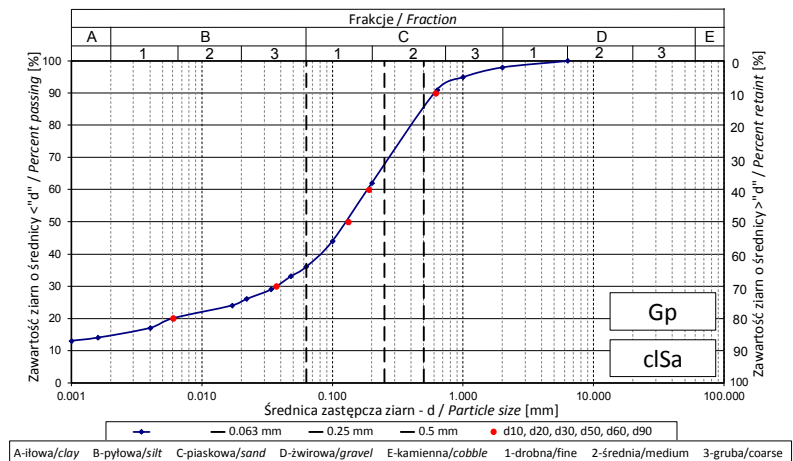
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION HYDROMETER ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	4.00-4.60
Głębokość próbki / Detailed depth of subsample [m]:	---
Nazwa próbki / Sample_ID:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	twardoplastyczny, szarobrazowy i szary, bezwapnisty, średniej plastyczności ił z pyłem z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru grubego
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	firm, greyish brown and grey, non-calcareous, medium plasticity slightly coarse gravelly very sandy silty CLAY
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonane / Tested by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter [mm]	Suma zawartości / Total [%]
0.0010	13
0.0016	14
0.004	17
0.006	20
0.017	24
0.022	26
0.034	29
0.048	33
0.063	36
0.10	44
0.20	62
0.63	91
1.0	95
2.0	98
6.3	100



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480					PN-EN ISO 14688-2:2006					Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR	
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu			
Otwór	Głębokość [m]	fz +fk	fp	fπ	fi			Gr + Co	Sa	Si		Cl	Si+Cl	
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt	clay	Type of soil	gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
OW-3	4.00-4.60	2	65	18	15	Gp	2	62	21	15	36	clSa	38.9	1.57

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza / Diameter [mm]						Współczynnik filtracji / Permeability coefficient [m/s]		
		d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima
Otwór	Głębokość [m]									
Borehole	Depth [m]							Hazen formula	USBC formula	Seelheim formula
OW-3	4.00-4.60	0.000	0.006	0.037	0.132	0.189	0.613	---	---	---

Założona wartość gęstości właściwej / Assumed value of solid density :

2.67 [Mg/m<sup>3</sup>]

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano / Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły / Information of any deviations from the test procedure:

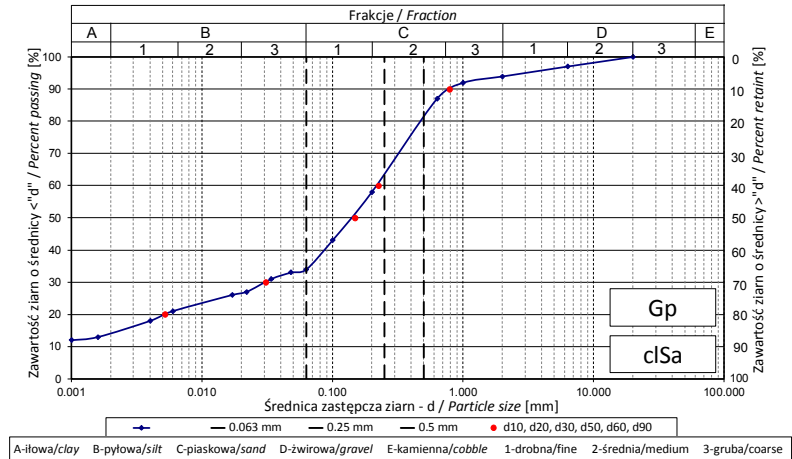
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION HYDROMETER ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	4.90-5.30
Głębokość próbki / Detailed depth of subsample [m]:	---
Nazwa próbki / Sample_ID:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	twardoplastyczny/plastyczny, ciemnoszarobrazowy, wapnisty, średniej plastyczności ilt z pyłem z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru grubego
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	firm/soft, dark greyish brown, calcareous, medium plasticity slightly coarse gravelly very sandy silty CLAY
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonane / Tested by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter [mm]	Suma zawartości / Total [%]
0.0010	12
0.0016	13
0.004	18
0.006	21
0.017	26
0.022	27
0.034	31
0.048	33
0.063	34
0.10	43
0.20	58
0.63	87
1.0	92
2.0	94
6.3	97
20	100



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480					PN-EN ISO 14688-2:2006					Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR	
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu			
Otwór	Głębokość [m]	fz +fk	fp	fπ	fi			Gr + Co	Sa	Si		Cl	Si+Cl	
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt	clay	Type of soil	gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
OW-3	4.90-5.30	6	61	19	14	Gp	6	60	20	14	34	cIsa	37.6	1.66

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza / Diameter [mm]						Współczynnik filtracji / Permeability coefficient [m/s]		
		d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima
Otwór	Głębokość [m]	0.000	0.005	0.031	0.148	0.224	0.785	Hazen formula	USBC formula	Seelheim formula
Borehole	Depth [m]							---	---	---
OW-3	4.90-5.30	0.000	0.005	0.031	0.148	0.224	0.785	---	---	---

Założona wartość gęstości właściwej / Assumed value of solid density :

2.67 [Mg/m<sup>3</sup>]

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano / Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

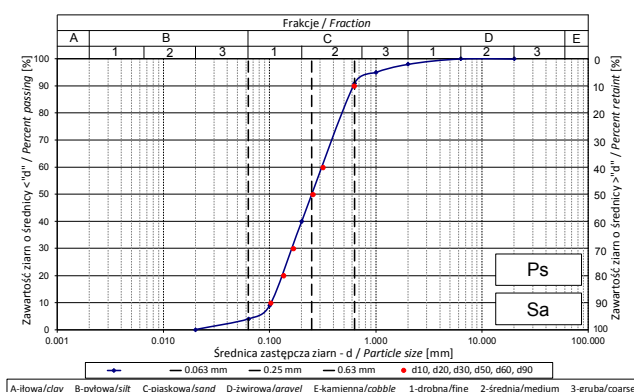
Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły / Information of any deviations from the test procedure:

Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

ANALIZA UZIARNIENIA - sitowa - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01  
GRAIN SIZE DISTRIBUTION SIEVE ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	6.50
Głębokość szczegółowa / Detailed depth [m]:	---
Numer próbki / Specimen reference:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	jasnożółty, bezwapnisty PIASEK drobny/średni
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	light yellow, non-calcareous, fine /medium SAND
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonał / Prepared by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter	Zsumowana masa / Total mass	Suma zawartości / Total
[mm]	[g]	[%]
20	0.0	100
6.3	0.9	100
2.0	4.7	98
1.0	11.5	95
0.63	22.2	91
0.20	148.9	40
0.10	226.5	9
0.063	239.7	4
Suma	250.0	0



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480			Rodzaj gruntu	PN-EN ISO 14688-2:2006			Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Zawartość frakcji / Fraction content [%]					
Otwór	Głębokość [m]	fz + fk	fp	ft + fi	Gr + Co	Sa	Si+Cl				
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt + clay	Type of soil	gravel	sand	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
OW-3	6.50	2	95	3	Ps	2	94	4	Sa	6.1	15.39

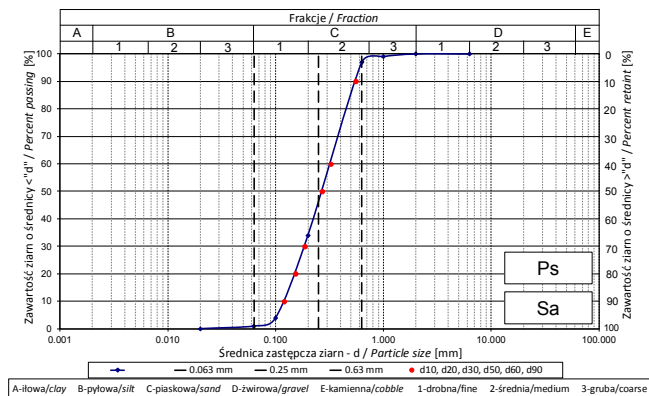
Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza [mm]						Współczynnik filtracji [m/s]			Wskaźnik krzyżowy uziarnienia	Wskaźnik jednorodności uziarnienia
		d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima		
Otwór	Głębokość [m]										Cc	Cu
Borehole	Depth [m]											
OW-3	6.50	0.102	0.134	0.166	0.254	0.316	0.620	1.2E-04	3.5E-05	2.3E-04		

Informacja o procedurze usuwania z próbek węglanów i materii organicznej jeśli stosowano/  
Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:  
Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły /  
Information of any deviations from the test procedure:  
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

ANALIZA UZIARNIENIA - sitowa - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01  
GRAIN SIZE DISTRIBUTION SIEVE ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	7.00
Głębokość szczegółowa / Detailed depth [m]:	---
Numer próbki / Specimen reference:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	jasnożółty, bezwapnisty PIASEK drobny/średni
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	light yellow, non-calcareous, fine /medium SAND
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonał / Prepared by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter	Zsumowana masa / Total mass	Suma zawartości / Total
[mm]	[g]	[%]
6.3	0.0	100
2.0	1.1	100
1.0	3.5	99
0.63	6.6	97
0.20	164.3	34
0.10	240.5	4
0.063	247.0	1
Suma	250.0	0



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480				PN-EN ISO 14688-2:2006				Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]			Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]			Rodzaj gruntu		
Otwór	Głębokość [m]	fz + fk	fp	fπ + fi		Type of soil	Gr + Co	Sa		Si+Cl	Type of soil
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt + clay	gravel		sand	silt + clay			
OW-3	7.00		99	1	Ps			99	1	Sa	

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza [mm]						Współczynnik filtracji [m/s]			Wskaźnik krzyżowy uziarnienia	Wskaźnik jednorodności uziarnienia
		d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima		
Otwór	Głębokość [m]										Cc	Cu
Borehole	Depth [m]											
OW-3	7.00	0.120	0.153	0.186	0.271	0.324	0.557	1.7E-04	4.8E-05	2.6E-04	0.89	2.70

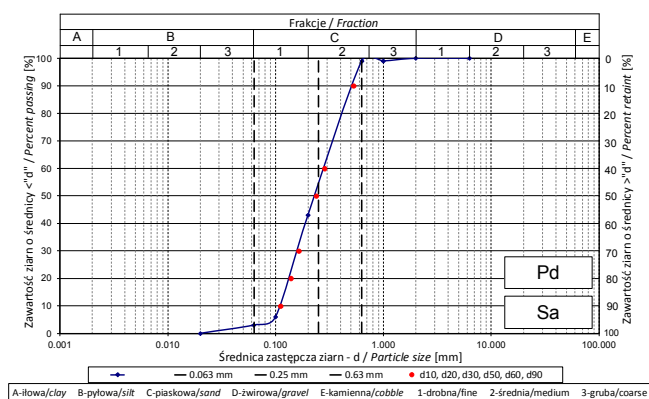
Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano/  
Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:  
Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły /  
Information of any deviations from the test procedure:  
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

ANALIZA UZIARNIENIA - sitowa - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION SIEVE ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	7.90
Głębokość szczegółowa / Detailed depth [m]:	---
Numer próbki / Specimen reference:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	jasnoszary, bezwapnisty PIASEK drobny
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	light grey, non-calcareous, fine SAND
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonał / Prepared by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter	Zsumowana masa / Total mass	Suma zawartości / Total
[mm]	[g]	[%]
6.3	0.0	100
2.0	0.8	100
1.0	1.5	99
0.63	2.7	99
0.20	142.0	43
0.10	235.7	6
0.063	242.6	3
Suma	250.0	0



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480			Rodzaj gruntu	PN-EN ISO 14688-2:2006			Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Zawartość frakcji / Fraction content [%]					
Otwór	Głębokość [m]	fz + fk	fp	fπ + fi		Gr + Co	Sa	Si+Cl			
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt + clay	Type of soil	gravel	sand	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
OW-3	7.90		98	2	Pd		97	3	Sa	4.0	24.00

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza [mm]						Współczynnik filtracji [m/s]			Wskaźnik krzywności uziarnienia	Wskaźnik jednorodności uziarnienia
		d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima		
Otwór	Głębokość [m]											
Borehole	Depth [m]											
OW-3	7.90	0.111	0.138	0.165	0.238	0.285	0.528	1.4E-04	3.8E-05	2.0E-04	0.86	2.56

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano/  
Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły /  
Information of any deviations from the test procedure:

Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

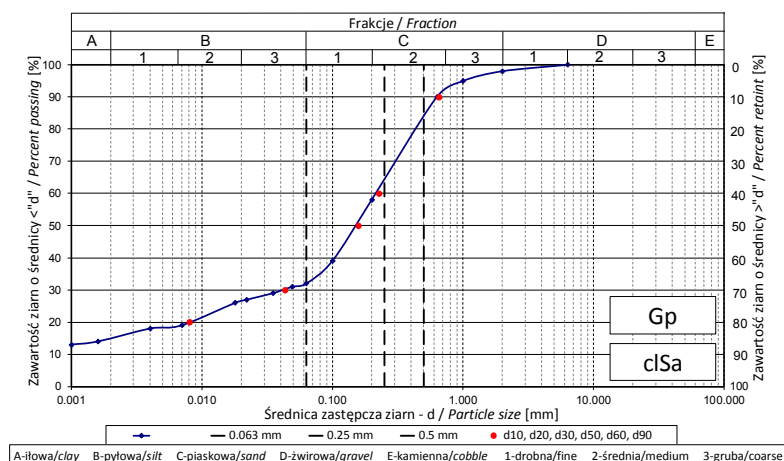


ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION HYDROMETER ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-4
Głębokość / Depth [m]:	4.00
Głębokość próbki / Detailed depth of subsample [m]:	---
Nazwa próbki / Sample_ID:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	twardoplastyczny, szarobrazowy, bezwapnisty, średniej plastyczności łt z pyłem z dużą ilością piasku
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	firm, greyish brown, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonał / Tested by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter [mm]	Suma zawartości / Total [%]
0.0010	13
0.0016	14
0.004	18
0.007	19
0.018	26
0.022	27
0.035	29
0.049	31
0.063	32
0.10	39
0.20	58
0.63	90
1.0	95
2.0	98
6.3	100



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480					PN-EN ISO 14688-2:2006					Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR	
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu			
Otwór	Głębokość [m]	fz +fk	fp	fπ	fi		Type of soil	Gr + Co	Sa	Si				Cl
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt	clay	Type of soil	gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]	
OW-4	4.00	2	67	16	15	Gp	2	66	17	15	32	clSa	35.1	1.85

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza / Diameter [mm]						Współczynnik filtracji / Permeability coefficient [m/s]		
Otwór	Głębokość [m]	d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima
Borehole	Depth [m]							Hazen formula	USBC formula	Seelheim formula
OW-4	4.00	0.000	0.008	0.043	0.157	0.226	0.653	---	---	---

Założona wartość gęstości właściwej / Assumed value of solid density : 2.67 [Mg/m<sup>3</sup>]

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano /  
Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły /  
Information of any deviations from the test procedure:

Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

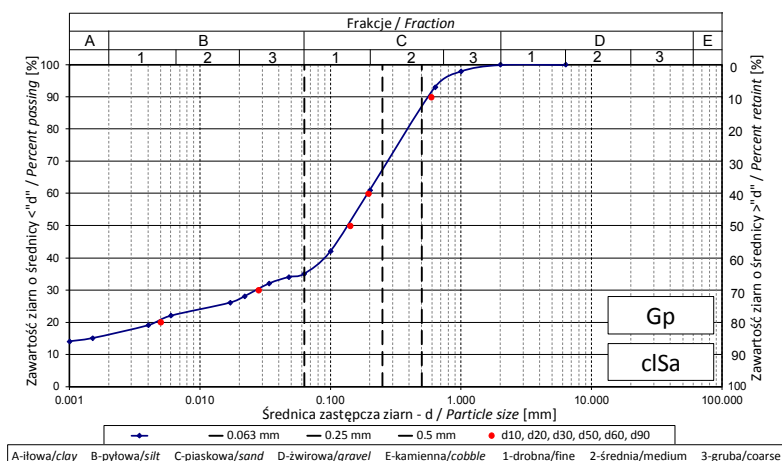


ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION HYDROMETER ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-4
Głębokość / Depth [m]:	5.00
Głębokość próbki / Detailed depth of subsample [m]:	---
Nazwa próbki / Sample_ID:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	plastyczny, szarobrazowy, bezwapnisty, średniej plastyczności łt. z pyłem z dużą ilością piasku
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	soft, greyish brown, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonał / Tested by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter [mm]	Suma zawartości / Total [%]
0.0010	14
0.0015	15
0.004	19
0.006	22
0.017	26
0.022	28
0.034	32
0.048	34
0.063	35
0.10	42
0.20	61
0.63	93
1.0	98
2.0	100
6.3	100



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480					PN-EN ISO 14688-2:2006					Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR	
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu			
Otwór	Głębokość [m]	fz +fk	fp	fπ	fi		Type of soil	Gr + Co	Sa	Si		Cl	Si+Cl	Fines content [%]
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt	clay	Type of soil	gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
OW-4	5.00		66	18	16	Gp		65	19	16	35	clSa	37.5	1.67

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza / Diameter [mm]						Współczynnik filtracji / Permeability coefficient [m/s]		
Otwór	Głębokość [m]	d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima
Borehole	Depth [m]							Hazen formula	USBC formula	Seelheim formula
OW-4	5.00	0.000	0.005	0.028	0.141	0.194	0.588	---	---	---

Założona wartość gęstości właściwej / Assumed value of solid density : 2.67 [Mg/m<sup>3</sup>]

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano /  
Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły /  
Information of any deviations from the test procedure:

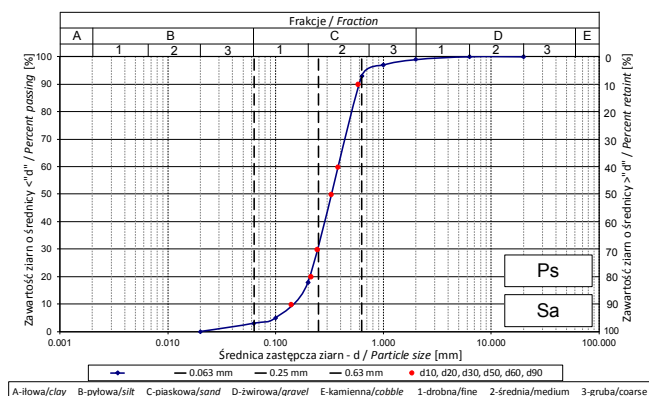
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

ANALIZA UZIARNIENIA - sitowa - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION SIEVE ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-4
Głębokość / Depth [m]:	7.50
Głębokość szczegółowa / Detailed depth [m]:	---
Numer próbki / Specimen reference:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	jasnoszary, bezwapnisty PIASEK średni
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	light grey, non-calcareous, medium SAND
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonał / Prepared by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter	Zsumowana masa / Total mass	Suma zawartości / Total
[mm]	[g]	[%]
20	0.0	100
6.3	0.5	100
2.0	2.8	99
1.0	9.2	97
0.63	21.7	93
0.20	245.9	18
0.10	284.1	5
0.063	290.2	3
Suma	300.0	0



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480				PN-EN ISO 14688-2:2006				Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]			Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]			Rodzaj gruntu		
Otwór	Głębokość [m]	fz + fk	fp	fπ + fi		Type of soil	Gr + Co	Sa		Si+Cl	Type of soil
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt + clay	Type of soil	gravel	sand	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
OW-4	7.50	1	96	3	Ps	1	96	3	Sa	4.0	24.00

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza [mm]						Współczynnik filtracji [m/s]			Wskaźnik krzyżowy uziarnienia	Wskaźnik jednorodności uziarnienia
		d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima		
Otwór	Głębokość [m]										Cc	Cu
Borehole	Depth [m]										Cc	Cu
OW-4	7.50	0.139	0.211	0.242	0.326	0.377	0.580	2.2E-04	1.0E-04	3.8E-04	1.12	2.71

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano/  
Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

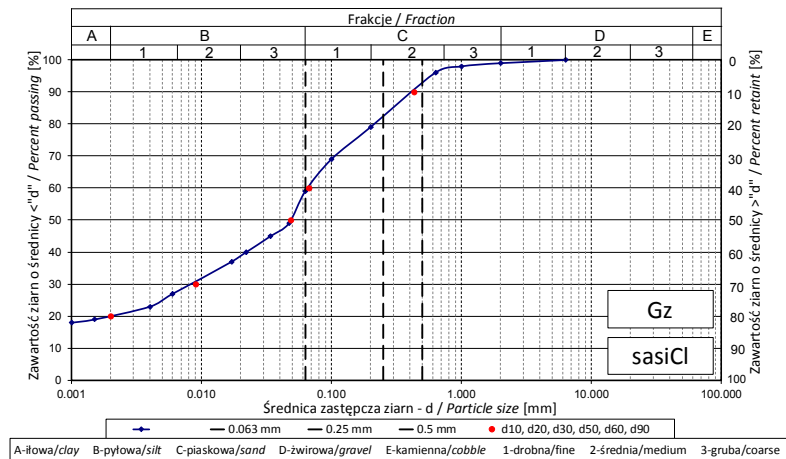
Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły /  
Information of any deviations from the test procedure:

Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

**ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01**  
**GRAIN SIZE DISTRIBUTION HYDROMETER ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01**

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-5
Głębokość / Depth [m]:	4.00
Głębokość próbki / Detailed depth of subsample [m]:	---
Nazwa próbki / Sample_ID:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	plastyczny, brązowożółty i szary, bezwapnisty, średniej plastyczności łą z pyłem z piaskiem, w domieszcze małej plastyczności PYŁ z ilet z dużą ilością piasku
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	soft, brownish yellow and grey, non-calcareous, medium plasticity sandy silty CLAY, with addition of low plasticity very sandy clayey SILT
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonat / Tested by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziarn / Grain diameter [mm]	Suma zawartości / Total [%]
0.0010	18
0.0015	19
0.004	23
0.006	27
0.017	37
0.022	40
0.034	45
0.047	49
0.063	59
0.10	69
0.20	79
0.63	96
1.0	98
2.0	99
6.3	100



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480					PN-EN ISO 14688-2:2006					Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR	
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]							Rodzaj gruntu
Otwór	Głębokość [m]	fz +fk	fp	fπ	fi		Type of soil	Gr + Co	Sa	Si	Cl	Si+Cl	Fines content [%]	
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt	clay	gravel		sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil		
OW-5	4.00	1	45	34	20	Gz		1	40	39	20	59		sasiCl

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza / Diameter [mm]						Współczynnik filtracji / Permeability coefficient [m/s]		
		d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima
Otwór	Głębokość [m]	0.000	0.002	0.009	0.049	0.067	0.431	Hazen formula	USBSC formula	Seelheim formula
Borehole	Depth [m]							---	---	---
OW-5	4.00	0.000	0.002	0.009	0.049	0.067	0.431	---	---	---

Założona wartość gęstości właściwej / Assumed value of solid density : 2.69 [Mg/m<sup>3</sup>]

Informacja o procedurze usuwania z próbek węglanów i materii organicznej jeśli stosowano / Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępach od procedury bawczej jeśli wystąpiły / Information of any deviations from the test procedure:

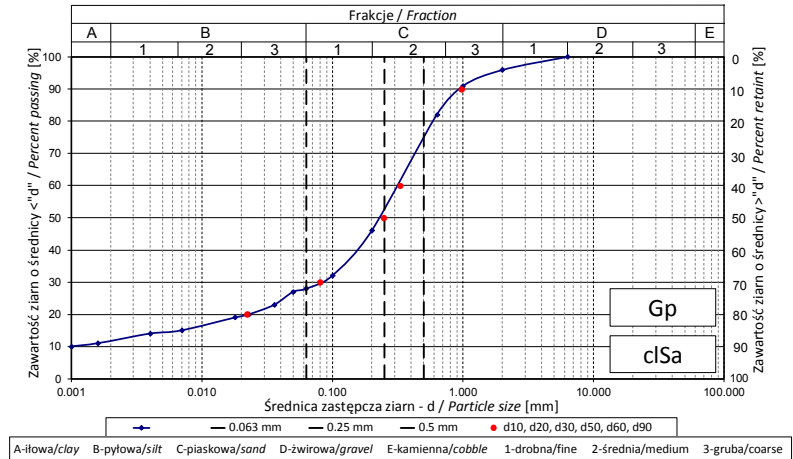
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION HYDROMETER ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-5
Głębokość / Depth [m]:	5.00
Głębokość próbki / Detailed depth of subsample [m]:	---
Nazwa próbki / Sample_ID:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	twardoplastyczny, szarobrazowy, bezwapnisty, średniej plastyczności łk z pyłem z dużą ilością piasku
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	firm, greyish brown, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonał / Tested by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter [mm]	Suma zawartości / Total [%]
0.0010	10
0.0016	11
0.004	14
0.007	15
0.018	19
0.023	20
0.036	23
0.050	27
0.063	28
0.10	32
0.20	46
0.63	82
1.0	91
2.0	96
6.3	100



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480					PN-EN ISO 14688-2:2006					Zawartość frakcji drobnej (Fc<0.075mm) [%]	SFR	
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu			
Otwór	Głębokość [m]	fz +fk	fp	fπ	fi			Gr + Co	Sa	Si		Cl	Si+Cl	
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt	clay	Type of soil	gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
OW-5	5.00	4	70	14	12	Gp	4	68	16	12	28	clSa	29.6	2.38

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza / Diameter [mm]						Współczynnik filtracji / Permeability coefficient [m/s]		
		d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima
Otwór	Głębokość [m]									
Borehole	Depth [m]							Hazen formula	USBC formula	Seelheim formula
OW-5	5.00	0.000	0.022	0.080	0.246	0.329	0.970	---	5.5E-07	---

Założona wartość gęstości właściwej / Assumed value of solid density : 2.67 [Mg/m<sup>3</sup>]

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano / Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły / Information of any deviations from the test procedure:

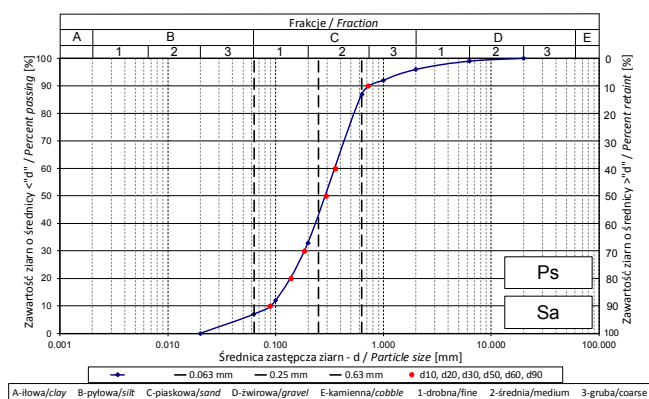
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

ANALIZA UZIARNIENIA - sitowa - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION SIEVE ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-5
Głębokość / Depth [m]:	6.00
Głębokość szczegółowa / Detailed depth [m]:	---
Numer próbki / Specimen reference:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	jasnoszary, bezwapnisty PIASEK drobny/średni
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	light grey, non-calcareous, fine /medium SAND
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonał / Prepared by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter	Zsumowana masa / Total mass	Suma zawartości / Total
[mm]	[g]	[%]
20	0.0	100
6.3	3.3	99
2.0	11.9	96
1.0	23.3	92
0.63	38.2	87
0.20	200.1	33
0.10	265.4	12
0.063	280.0	7
Suma	300.0	0



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480				PN-EN ISO 14688-2:2006				Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]			Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]			Rodzaj gruntu		
Otwór	Głębokość [m]	fz + fk	fp	fπ + fi		Type of soil	Gr + Co	Sa		Si+Cl	Sa
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt + clay	gravel		sand	silt + clay			
OW-5	6.00	4	91	5	Ps		4	89	7		

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza [mm]						Współczynnik filtracji [m/s]			Wskaźnik krzywnicy uziarnienia Cc	Wskaźnik jednorodności uziarnienia Cu
		d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima		
Otwór	Głębokość [m]											
Borehole	Depth [m]											
OW-5	6.00	0.088	0.139	0.185	0.294	0.357	0.721	---	3.8E-05	3.1E-04	1.08	4.04

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano/  
Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły /  
Information of any deviations from the test procedure:

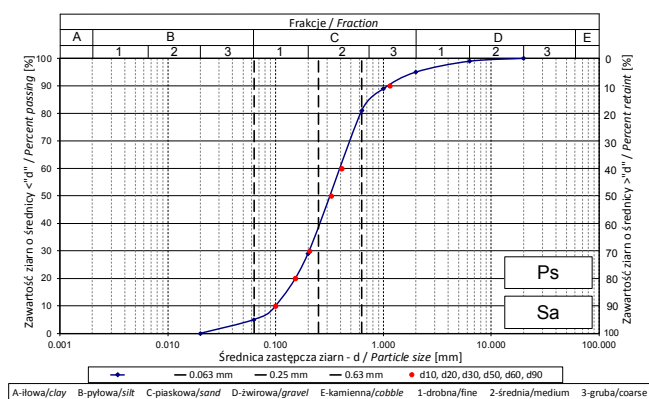
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

ANALIZA UZIARNIENIA - sitowa - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION SIEVE ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-5
Głębokość / Depth [m]:	8.00
Głębokość szczegółowa / Detailed depth [m]:	---
Numer próbki / Specimen reference:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	jasnożółty, bezwapnisty PIASEK średni z małą ilością żwiru
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	light yellow, non-calcareous, slightly gravelly medium SAND
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonał / Prepared by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter	Zsumowana masa / Total mass	Suma zawartości / Total
[mm]	[g]	[%]
20	0.0	100
6.3	4.4	99
2.0	15.6	95
1.0	32.6	89
0.63	57.0	81
0.20	212.2	29
0.10	270.0	10
0.063	285.3	5
Suma	300.0	0



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480				PN-EN ISO 14688-2:2006				Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]			Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]			Rodzaj gruntu		
Otwór	Głębokość [m]	fz + fk	fp	fπ + fi			Gr + Co	Sa		Si+Cl	
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt + clay	Type of soil	gravel	sand	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
OW-5	8.00	5	91	4	Ps	5	90	5	Sa	6.8	13.71

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza [mm]						Współczynnik filtracji [m/s]			Wskaźnik krzywnizny uziarnienia	Wskaźnik jednorodności uziarnienia
Otwór	Głębokość [m]	d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima		
Borehole	Depth [m]											
OW-5	8.00	0.100	0.152	0.206	0.328	0.410	1.153	---	4.7E-05	3.9E-04	1.04	4.10

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano/

Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły /

Information of any deviations from the test procedure:

Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /

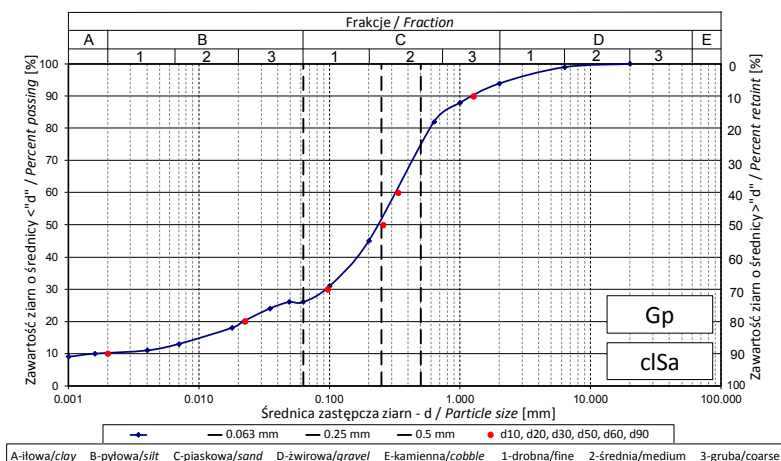
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION HYDROMETER ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-6
Głębokość / Depth [m]:	2.00
Głębokość próbki / Detailed depth of subsample [m]:	---
Nazwa próbki / Sample_ID:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	twardoplastyczny/plastyczny, ciemnoszarobrazowy, bezwapnisty, małej plastyczności PYŁ z iłem z dużą ilością piasku
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	firm/soft, dark greyish brown, non-calcareous, low plasticity very sandy clayey SILT
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonane / Tested by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter [mm]	Suma zawartości / Total [%]
0.0010	9
0.0016	10
0.004	11
0.007	13
0.018	18
0.022	20
0.035	24
0.049	26
0.063	26
0.10	31
0.20	45
0.63	82
1.0	88
2.0	94
6.3	99
20	100



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480					PN-EN ISO 14688-2:2006					Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR	
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu			
Otwór	Głębokość [m]	fz +fk	fp	fπ	fi			Gr + Co	Sa	Si		Cl	Si+Cl	
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt	clay	Type of soil	gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
OW-6	2.00	6	69	15	10	Gp	6	68	16	10	26	cISa	28.1	2.56

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza / Diameter [mm]						Współczynnik filtracji / Permeability coefficient [m/s]		
		d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima
Otwór	Głębokość [m]									
Borehole	Depth [m]							Hazen formula	USBC formula	Seelheim formula
OW-6	2.00	0.002	0.022	0.097	0.256	0.335	1.259	---	5.8E-07	---

Założona wartość gęstości właściwej / Assumed value of solid density : 2.67 [Mg/m<sup>3</sup>]

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano / Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły / Information of any deviations from the test procedure:

Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

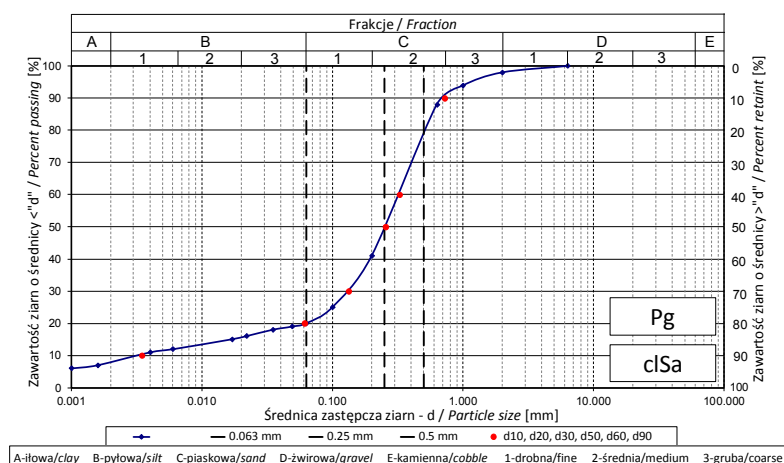


ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION HYDROMETER ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-6
Głębokość / Depth [m]:	3.00
Głębokość próbki / Detailed depth of subsample [m]:	---
Nazwa próbki / Sample_ID:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	plastyczny, brązowy, bezwapny, średniej plastyczności łt z pyłem z dużą ilością piasku, w domieszcze PIASEK średni
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	soft, brown, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY, with addition of medium SAND
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonane / Tested by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter [mm]	Suma zawartości / Total [%]
0.0010	6
0.0016	7
0.004	11
0.006	12
0.017	15
0.022	16
0.035	18
0.049	19
0.063	20
0.10	25
0.20	41
0.63	88
1.0	94
2.0	98
6.3	100



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480					PN-EN ISO 14688-2:2006					Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR	
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu			
Otwór	Głębokość [m]	fz +fk	fp	fπ	fi			Gr + Co	Sa	Si		Cl	Si+Cl	
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt	clay	Type of soil	gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fines ratio [-]
OW-6	3.00	2	79	11	8	Pg	2	78	12	8	20	cI Sa	21.9	3.5

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza / Diameter [mm]						Współczynnik filtracji / Permeability coefficient [m/s]		
		d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima
Otwór	Głębokość [m]									
Borehole	Depth [m]							Hazen formula	USBC formula	Seelheim formula
OW-6	3.00	0.003	0.061	0.133	0.255	0.325	0.720	---	5.8E-06	---

Założona wartość gęstości właściwej / Assumed value of solid density :

2.68 [Mg/m<sup>3</sup>]

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano / Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły / Information of any deviations from the test procedure:

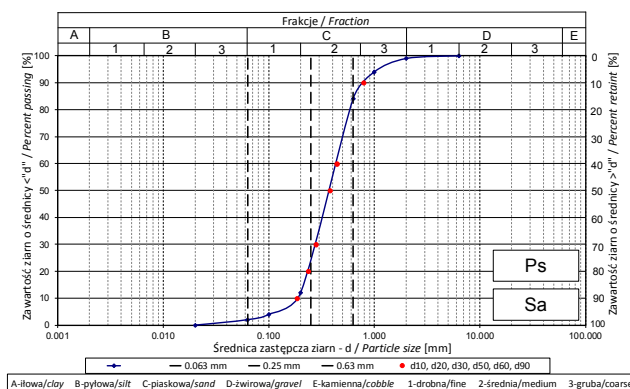
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:



**ANALIZA UZIARNIENIA - sitowa - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01**  
**GRAIN SIZE DISTRIBUTION SIEVE ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01**

<b>Obiekt / Site:</b>	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
<b>Otwór / Borehole:</b>	OW-6
<b>Głębokość / Depth [m]:</b>	5.00
<b>Głębokość szczegółowa / Detailed depth [m]:</b>	---
<b>Numer próbki / Specimen reference:</b>	---
<b>[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)</b>	brązowożółty, bezwapnisty PIASEK średni z małą ilością żwiru
<b>[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)</b>	brownish yellow, non-calcareous, slightly gravelly medium SAND
<b>Rodzaj próbki / Type of sample:</b>	---
<b>Badanie wykonał / Prepared by:</b>	R. Kęciek
<b>Badanie sprawdził / Verified by:</b>	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter [mm]	Zsumowana masa / Total mass [g]	Suma zawartości / Total [%]
6.3	0.0	100
2.0	4.9	99
1.0	20.5	94
0.63	55.8	84
0.20	307.1	12
0.10	337.7	4
0.063	342.4	2
Suma	350.0	0



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480				PN-EN ISO 14688-2:2006				Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]			Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]			Rodzaj gruntu		
Otwór	Głębokość [m]	fz + fk	fp	fπ + fi		Type of soil	Gr + Co	Sa		Si+Cl	Type of soil
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt + clay	gravel		sand	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
OW-6	5.00	1	97	2	Ps		1	97	2	Sa	2.7

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza [mm]						Współczynnik filtracji [m/s]			Wskaźnik krzyżowy uziarnienia	Wskaźnik jednorodności uziarnienia
		d <sub>10</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>		Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima		
Otwór	Głębokość [m]											
Borehole	Depth [m]											
OW-6	5.00	0.185	0.237	0.279	0.378	0.442	0.789	4.0E-04	1.3E-04	5.1E-04	0.95	2.39

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano/  
Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły /  
Information of any deviations from the test procedure:

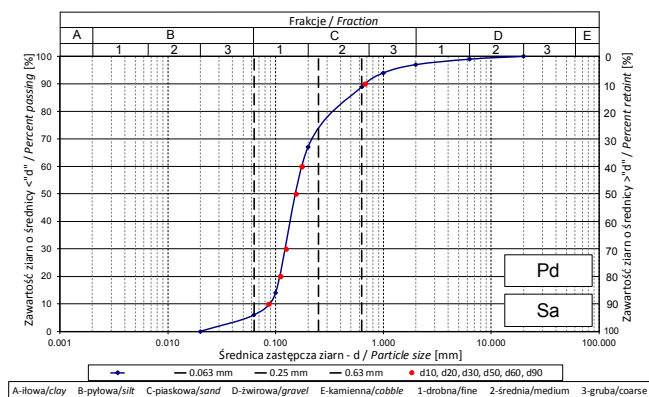
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

ANALIZA UZIARNIENIA - sitowa - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION SIEVE ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-6
Głębokość / Depth [m]:	6.00
Głębokość szczegółowa / Detailed depth [m]:	---
Numer próbki / Specimen reference:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	ciemnożółty, bezwapnisty PIASEK drobny
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	dark yellow, non-calcareous, fine SAND
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonał / Prepared by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter	Zsumowana masa / Total mass	Suma zawartości / Total
[mm]	[g]	[%]
20	0.0	100
6.3	2.2	99
2.0	8.9	97
1.0	19.2	94
0.63	31.9	89
0.20	98.8	67
0.10	258.8	14
0.063	280.9	6
Suma	300.0	0



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480				PN-EN ISO 14688-2:2006				Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]			Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]			Rodzaj gruntu		
Otwór	Głębokość [m]	fz + fk	fp	fπ + fi		Type of soil	Gr + Co	Sa		Si+Cl	Type of soil
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt + clay	gravel		sand	silt + clay			
OW-6	6.00	3	92	5	Pd		3	91	6	Sa	

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza [mm]						Współczynnik filtracji [m/s]			Wskaźnik krzywnicy uziarnienia	Wskaźnik jednorodności uziarnienia
		d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima		
Otwór	Głębokość [m]											
Borehole	Depth [m]											
OW-6	6.00	0.086	0.112	0.125	0.155	0.176	0.671	---	2.3E-05	8.6E-05	1.04	2.04

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano/  
Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły /  
Information of any deviations from the test procedure:

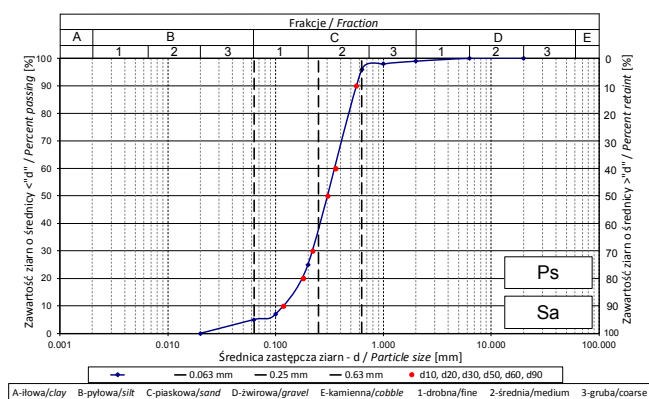
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

ANALIZA UZIARNIENIA - sitowa - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION SIEVE ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-6
Głębokość / Depth [m]:	7.00
Głębokość szczegółowa / Detailed depth [m]:	---
Numer próbki / Specimen reference:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	jasnożółty, bezwapnisty PIASEK drobny/średni
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	light yellow, non-calcareous, fine /medium SAND
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonał / Prepared by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter	Zsumowana masa / Total mass	Suma zawartości / Total
[mm]	[g]	[%]
20	0.0	100
6.3	0.9	100
2.0	2.0	99
1.0	5.1	98
0.63	12.1	96
0.20	225.2	25
0.10	280.0	7
0.063	286.5	5
Suma	300.0	0



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480			Rodzaj gruntu	PN-EN ISO 14688-2:2006			Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Zawartość frakcji / Fraction content [%]					
Otwór	Głębokość [m]	fz + fk	fp	fπ + fi		Gr + Co	Sa	Si+Cl			
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt + clay	Type of soil	gravel	sand	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
OW-6	7.00	1	95	4	Ps	1	94	5	Sa	5.3	17.8

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza [mm]						Współczynnik filtracji [m/s]			Wskaźnik krzywnizny uziarnienia	Wskaźnik jednorodności uziarnienia
Otwór	Głębokość [m]	d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBC	Wzór Seelheima		
Borehole	Depth [m]											
OW-6	7.00	0.118	0.180	0.222	0.304	0.361	0.559	1.6E-04	7.0E-05	3.3E-04	1.15	3.06

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano/  
Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły /  
Information of any deviations from the test procedure:

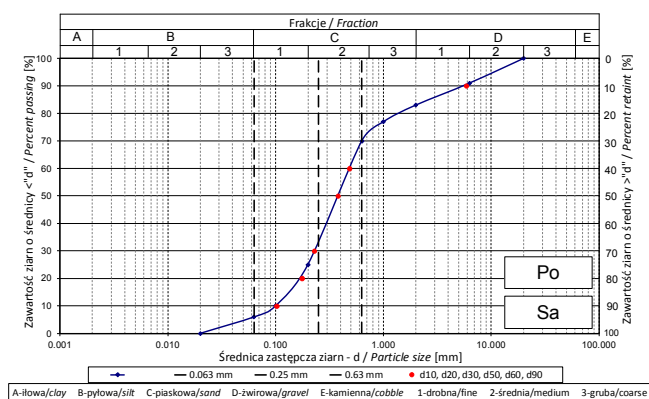
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

ANALIZA UZIARNIENIA - sitowa - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION SIEVE ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-7
Głębokość / Depth [m]:	3.70
Głębokość szczegółowa / Detailed depth [m]:	---
Numer próbki / Specimen reference:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	szary, bezwapnisty PIASEK z dużą ilością żwiru
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	grey, non-calcareous, very gravelly SAND
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonał / Prepared by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter	Zsumowana masa / Total mass	Suma zawartości / Total
[mm]	[g]	[%]
20	0.0	100
6.3	27.7	91
2.0	51.7	83
1.0	68.6	77
0.63	91.5	70
0.20	223.7	25
0.10	271.2	10
0.063	281.7	6
Suma	300.0	0



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480				PN-EN ISO 14688-2:2006				Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]			Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]			Rodzaj gruntu		
Otwór	Głębokość [m]	fz + fk	fp	fπ + fi		Type of soil	Gr + Co	Sa		Si+Cl	Type of soil
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt + clay	gravel		sand	silt + clay			
OW-7	3.70	17	78	5	Po		17	77	6	Sa	

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza [mm]						Współczynnik filtracji [m/s]			Wskaźnik krzywnizny uziarnienia	Wskaźnik jednorodności uziarnienia
Otwór	Głębokość [m]	d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima		
Borehole	Depth [m]											
OW-7	3.70	0.103	0.176	0.229	0.380	0.486	5.888	1.2E-04	6.6E-05	5.2E-04	1.05	4.74

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano/  
Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły /  
Information of any deviations from the test procedure:

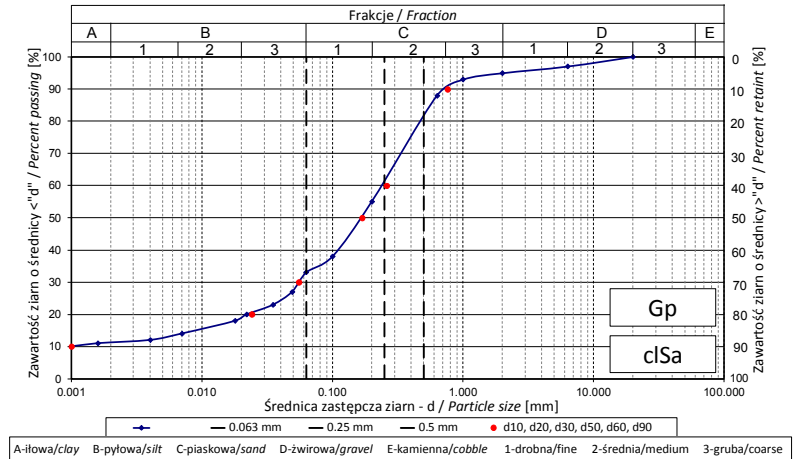
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION HYDROMETER ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-7
Głębokość / Depth [m]:	5.00
Głębokość próbki / Detailed depth of subsample [m]:	---
Nazwa próbki / Sample_ID:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	zwarty, brązowożółty, bezwapnisty, średniej plastyczności łą z pyłem z dużą ilością piasku, w domieszce małej plastyczności PYŁ z łem z dużą ilością piasku
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	stiff, brownish yellow, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY, with addition of low plasticity very sandy clayey SILT
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonane / Tested by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter [mm]	Suma zawartości / Total [%]
0.0010	10
0.0016	11
0.004	12
0.007	14
0.018	18
0.022	20
0.035	23
0.049	27
0.063	33
0.10	38
0.20	55
0.63	88
1.0	93
2.0	95
6.3	97
20	100



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480					PN-EN ISO 14688-2:2006					Zawartość frakcji drobnej (Fc<0.075mm) [%]	SFR	
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu			
Otwór	Głębokość [m]	fz +fk	fp	fπ	fi			Gr + Co	Sa	Si		Cl	Si+Cl	
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt	clay	Type of soil	gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
OW-7	5.00	5	66	18	11	Gp	5	62	22	11	33	clSa	34.6	1.89

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza / Diameter [mm]						Współczynnik filtracji / Permeability coefficient [m/s]		
		d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima
Otwór	Głębokość [m]									
Borehole	Depth [m]							Hazen formula	USBC formula	Seelheim formula
OW-7	5.00	0.001	0.024	0.055	0.168	0.259	0.761	---	6.8E-07	---

Założona wartość gęstości właściwej / Assumed value of solid density : 2.67 [Mg/m<sup>3</sup>]

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano / Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły / Information of any deviations from the test procedure:

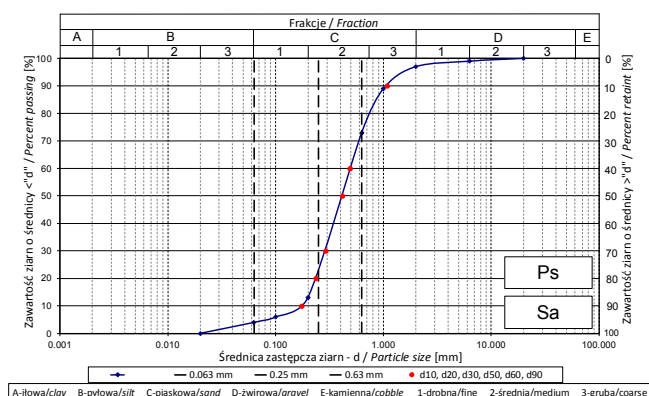
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

ANALIZA UZIARNIENIA - sitowa - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION SIEVE ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-7
Głębokość / Depth [m]:	7.50
Głębokość szczegółowa / Detailed depth [m]:	---
Numer próbki / Specimen reference:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	ciemnobrązowy, bezwapnisty PIASEK średni
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	dark brown, non-calcareous, medium SAND
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonał / Prepared by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter	Zsumowana masa / Total mass	Suma zawartości / Total
[mm]	[g]	[%]
20	0.0	100
6.3	1.7	99
2.0	9.3	97
1.0	32.9	89
0.63	79.6	73
0.20	261.4	13
0.10	283.1	6
0.063	288.9	4
Suma	300.0	0



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480			Rodzaj gruntu	PN-EN ISO 14688-2:2006			Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR
		fz + fk	fp	fπ + fi		Gr + Co	Sa	Si+Cl			
Otwór	Głębokość [m]	gravel	sand	silt + clay	Type of soil	gravel	sand	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt + clay	Type of soil	gravel	sand	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
OW-7	7.50	3	94	3	Ps	3	93	4	Sa	4.4	21.73

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza [mm]						Współczynnik filtracji [m/s]			Wskaźnik krzywny uziarnienia	Wskaźnik jednorodności uziarnienia
Otwór	Głębokość [m]	d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBC	Wzór Seelheima		
Borehole	Depth [m]										Cc	Cu
OW-7	7.50	0.174	0.236	0.291	0.417	0.491	1.078	3.5E-04	1.3E-04	6.2E-04	0.99	2.83

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano/  
Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły /  
Information of any deviations from the test procedure:

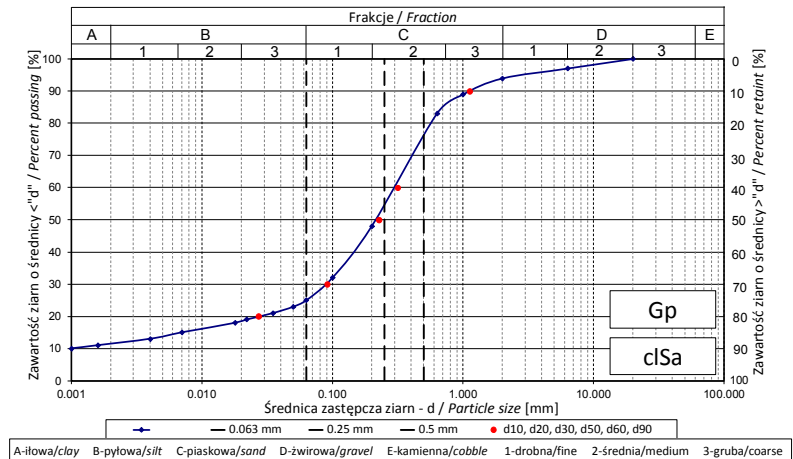
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

GRAIN SIZE DISTRIBUTION HYDROMETER ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-8
Głębokość / Depth [m]:	4.60
Głębokość próbki / Detailed depth of subsample [m]:	---
Nazwa próbki / Sample_ID:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	bardzo zwarty, ciemnożółtobrazowy, bezwapnisty, małej plastyczności PYŁ z łem z dużą ilością piasku
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	very stiff, dark yellowish brown, non-calcareous, low plasticity very sandy clayey SILT
Rodzaj próbki / Type of sample:	---
Badanie wykonane / Tested by:	R. Kęciek
Badanie sprawdził / Verified by:	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter [mm]	Suma zawartości / Total [%]
0.0010	10
0.0016	11
0.004	13
0.007	15
0.018	18
0.022	19
0.035	21
0.050	23
0.063	25
0.10	32
0.20	48
0.63	83
1.0	89
2.0	94
6.3	97
20	100



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480					PN-EN ISO 14688-2:2006					Zawartość frakcji drobnej (Fc<0.075mm) [%]	SFR	
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Rodzaj gruntu			
Otwór	Głębokość [m]	fz +fk	fp	fπ	fi			Gr + Co	Sa	Si		Cl	Si+Cl	
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt	clay	Type of soil	gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
OW-8	4.60	6	70	12	12	Gp	6	69	13	12	25	cI Sa	27.6	2.62

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza / Diameter [mm]						Współczynnik filtracji / Permeability coefficient [m/s]		
		d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima
Otwór	Głębokość [m]									
Borehole	Depth [m]							Hazen formula	USBC formula	Seelheim formula
OW-8	4.60	0.000	0.027	0.091	0.226	0.314	1.121	---	8.9E-07	---

Założona wartość gęstości właściwej / Assumed value of solid density : 2.67 [Mg/m<sup>3</sup>]

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano / Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

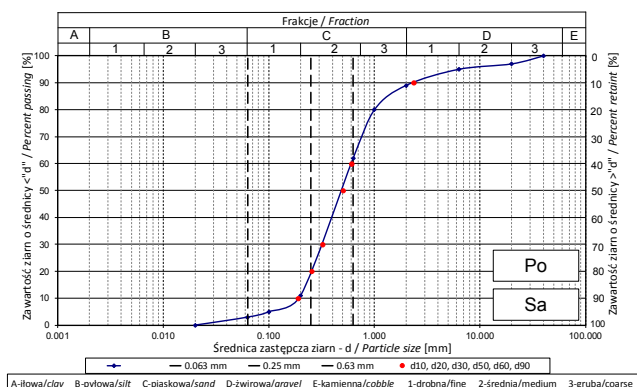
Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły / Information of any deviations from the test procedure:

Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

**ANALIZA UZIARNIENIA - sitowa - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01**  
**GRAIN SIZE DISTRIBUTION SIEVE ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01**

<b>Obiekt / Site:</b>	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
<b>Otwór / Borehole:</b>	OW-8
<b>Głębokość / Depth [m]:</b>	6.50
<b>Głębokość szczegółowa / Detailed depth [m]:</b>	---
<b>Numer próbki / Specimen reference:</b>	---
<b>[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)</b>	ciemnobrązowy, bezwapnisty PIASEK ze żwirem
<b>[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)</b>	dark brown, non-calcareous, gravelly SAND
<b>Rodzaj próbki / Type of sample:</b>	---
<b>Badanie wykonał / Prepared by:</b>	R. Kęciek
<b>Badanie sprawdził / Verified by:</b>	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter [mm]	Zsumowana masa / Total mass [g]	Suma zawartości / Total [%]
40	0.0	100
20	13.6	97
6.3	19.7	95
2.0	45.5	89
1.0	81.4	80
0.63	150.9	62
0.20	356.5	11
0.10	380.8	5
0.063	387.8	3
Suma	400.0	0



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480			Rodzaj gruntu	PN-EN ISO 14688-2:2006			Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR	
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Zawartość frakcji / Fraction content [%]					Rodzaj gruntu
Otwór	Głębokość [m]	fz + fk	fp	fπ + fi	Type of soil	Gr + Co	Sa	Si+Cl	Type of soil	Fines content [%]	
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt + clay		gravel	sand	silt + clay			
OW-8	6.50	11	87	2	Po	11	86	3	Sa	3.7	26.0

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza [mm]						Współczynnik filtracji [m/s]			Wskaźnik krzyżowy uziarnienia Cc	Wskaźnik jednorodności uziarnienia Cu
		d <sub>10</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>		Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima		
Otwór	Głębokość [m]											
Borehole	Depth [m]											
OW-8	6.50	0.189	0.255	0.324	0.506	0.611	2.363	4.2E-04	1.6E-04	9.2E-04	0.91	3.23

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano/  
Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły /  
Information of any deviations from the test procedure:

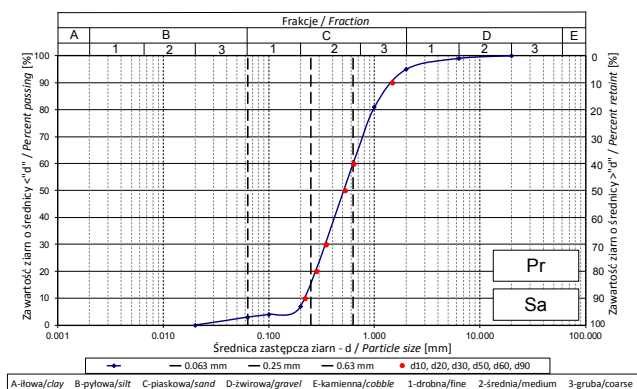
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:



**ANALIZA UZIARNIENIA - sitowa - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01**  
**GRAIN SIZE DISTRIBUTION SIEVE ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01**

<b>Obiekt / Site:</b>	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
<b>Otwór / Borehole:</b>	OW-8
<b>Głębokość / Depth [m]:</b>	7.50
<b>Głębokość szczegółowa / Detailed depth [m]:</b>	---
<b>Numer próbki / Specimen reference:</b>	---
<b>[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)</b>	brązowoszary, bezwapniasty PIASEK gruby z małą ilością żwiru
<b>[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)</b>	brownish grey, non-calcareous, slightly gravelly coarse SAND
<b>Rodzaj próbki / Type of sample:</b>	---
<b>Badanie wykonał / Prepared by:</b>	R. Kęciek
<b>Badanie sprawdził / Verified by:</b>	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter [mm]	Zsumowana masa / Total mass [g]	Suma zawartości / Total [%]
20	0.0	100
6.3	2.3	99
2.0	17.8	95
1.0	65.4	81
0.63	141.3	60
0.20	325.5	7
0.10	335.4	4
0.063	340.1	3
Suma	350.0	0



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480				PN-EN ISO 14688-2:2006				Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]			Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji / Fraction content [%]			Rodzaj gruntu		
Otwór	Głębokość [m]	fz + fk	fp	fπ + fi		Type of soil	Gr + Co	Sa		Si+Cl	Type of soil
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt + clay	gravel		sand	silt + clay			
OW-8	7.50	5	93	2	Pr		5	92	3	Sa	

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza [mm]						Współczynnik filtracji [m/s]			Wskaźnik krzyżowy uziarnienia Cc	Wskaźnik jednorodności uziarnienia Cu
		d <sub>10</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>		Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima		
Otwór	Głębokość [m]											
Borehole	Depth [m]											
OW-8	7.50	0.220	0.282	0.349	0.529	0.636	1.475	5.6E-04	2.0E-04	1.0E-03	0.87	2.89

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano/  
Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

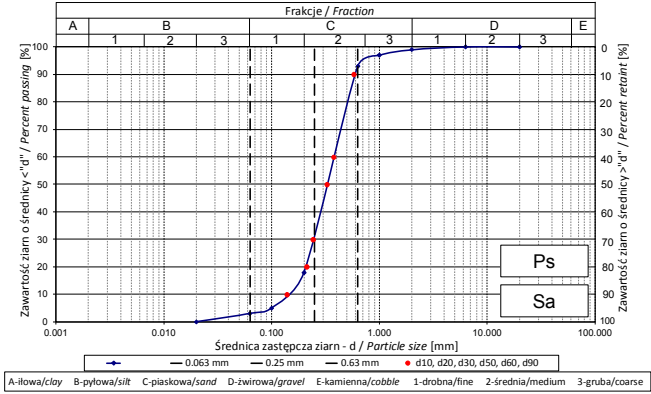
Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły /  
Information of any deviations from the test procedure:

Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

**ANALIZA UZIARNIENIA - sitowa - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01**  
**GRAIN SIZE DISTRIBUTION SIEVE ANALYSIS according to PN-EN ISO 17892-4:2017-01**

<b>Obiekt / Site:</b>	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
<b>Otwór / Borehole:</b>	OW-8
<b>Głębokość / Depth [m]:</b>	7.90
<b>Głębokość szczegółowa / Detailed depth [m]:</b>	---
<b>Numer próbki / Specimen reference:</b>	---
<b>[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)</b>	jasnoszary, bezwapnisty PIASEK drobny
<b>[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)</b>	light grey, non-calcareous, fine SAND
<b>Rodzaj próbki / Type of sample:</b>	---
<b>Badanie wykonał / Prepared by:</b>	R. Kęciek
<b>Badanie sprawdził / Verified by:</b>	M. Wesołowska

Średnica ziaren / Grain diameter	Zsumowana masa / Total mass	Suma zawartości / Total
[mm]	[g]	[%]
20	0.0	100
6.3	0.5	100
2.0	2.8	99
1.0	9.2	97
0.63	21.7	93
0.20	245.9	18
0.10	284.1	5
0.063	290.2	3
Suma	300.0	0



Dane od klienta / Data from client		PN-86/B-02480			Rodzaj gruntu	PN-EN ISO 14688-2:2006			Zawartość frakcji drobnej (FC<0.075mm) [%]	SFR	
		Zawartość frakcji / Fraction content [%]				Zawartość frakcji / Fraction content [%]					
Otwór	Głębokość [m]	fz + fk	fp	fπ + fi		Gr + Co	Sa	Si+Cl			
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt + clay	Type of soil	gravel	sand	silt + clay	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
OW-8	7.9	1	96	3	Ps	1	96	3	Sa	4.0	24.00

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza [mm]						Współczynnik filtracji [m/s]			Wskaźnik krzyżowy uziarnienia	Wskaźnik jednorodności uziarnienia
		d <sub>10</sub>	d <sub>20</sub>	d <sub>30</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>90</sub>	Wzór Hazena	Wzór USBSC	Wzór Seelheima		
Otwór	Głębokość [m]										Cc	Cu
Borehole	Depth [m]											
OW-8	7.9	0.139	0.211	0.242	0.326	0.377	0.580	2.2E-04	1.0E-04	3.8E-04	1.12	2.71

Informacja o procedurze usuwania z próbki węglanów i materii organicznej jeśli stosowano/  
Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:

Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły /  
Information of any deviations from the test procedure:

Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:




Zał. / App. 3

**WYNIKI BADAŃ TRÓJOSIOWYCH**  
***Triaxial test results***

**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**INFORMACJE OGÓLNE / GENERAL INFORMATION**

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-2
Głębokość / Depth [m]:	3.60-4.20
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample_ID:	-
Typ próbki / Sample type:	TW - Próbnik cienkościenny / Thin walled push in sample
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample
Badanie wykonał / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiński

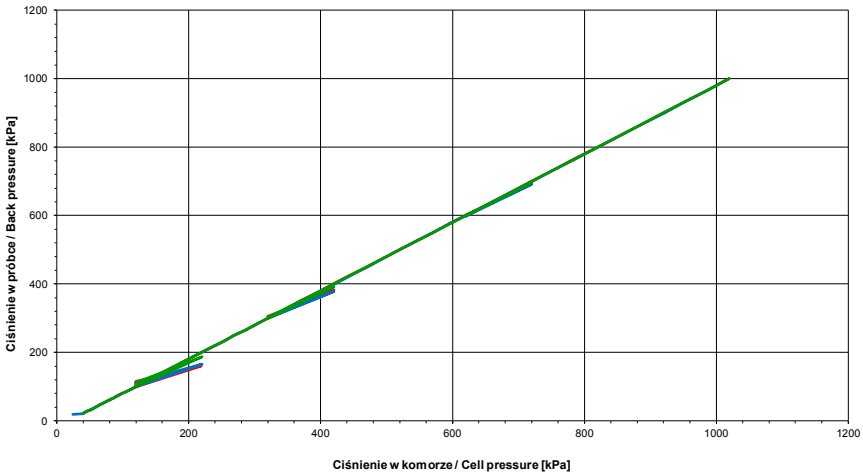
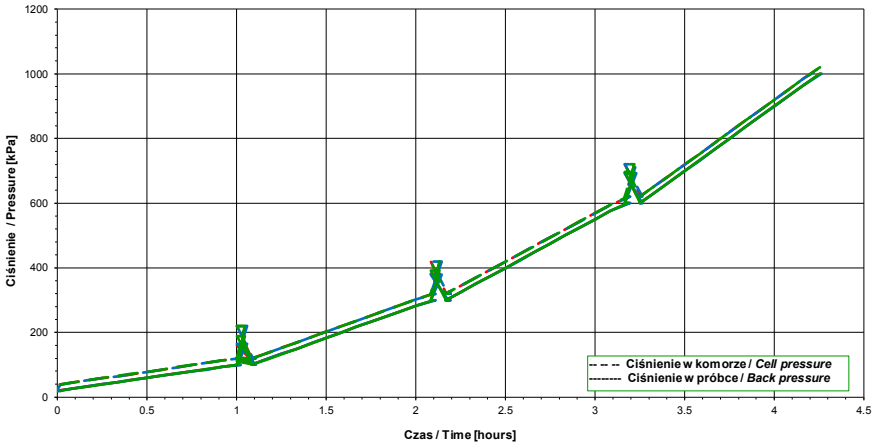
Nazwa próbki / Name of the sample :			-	-	-
Nazwa badania / Name of the test :			VMC_24_1	VMC_24_2	VMC_24_3
Data rozpoczęcia badania / Test start date :			2024-01-03	2024-01-05	2024-01-07
Głębokość podpróbki / Specimen depth	[m]		3.60-3.75	3.75-3.90	3.90-4.05
POCZĄTKOWE PARAMETRY PRÓBKĲ / INITIAL SPECIMEN PARAMETERS					
Masa próbki / Sample mass	m	[g]	1051.9	1033.9	1046.2
Średnica próbki / Diameter	D <sub>i</sub>	[mm]	66.2	66.5	66.4
Powierzchnia próbki / Area	A <sub>i</sub>	[mm <sup>2</sup> ]	3444	3468	3461
Wysokość próbki / Height	H <sub>i</sub>	[mm]	139.5	139.0	138.4
Gęstość objętościowa / Bulk density	ρ <sub>i</sub>	[Mg/m <sup>3</sup> ]	2.19	2.14	2.18
Wilgotność / Water content	w <sub>i</sub>	[%]	14.9	12.9	15.0
Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego / Dry density	ρ <sub>di</sub>	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1.91	1.90	1.90
Gęstość właściwa (założona) / Particle density (assumed)	ρ <sub>s</sub>	[Mg/m <sup>3</sup> ]	2.70	2.70	2.70
Wskaźnik porowatości / Void ratio	e <sub>i</sub>	[-]	0.417	0.422	0.422
Stopień wilgotności / Degree of saturation	S <sub>r<i>i</i></sub>	[%]	97	83	96
Zdjęcie próbek przed badaniem / Photo of the samples before test					
Opis makroskopowy / Visual description			łt. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy	łt. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy	łt. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy
			very sandy, silty CLAY, firm, brown	very sandy, silty CLAY, firm, brown	very sandy, silty CLAY, firm, brown
Ziarna > 1/6 średnicy próbki / Grains > 1/6 diameter of specimen:			występowały / occur	nie występowały / absent	nie występowały / absent
Ziarna > 1/10 średnicy próbki / Grains > 1/10 diameter of specimen:			występowały / occur	występowały / occur	występowały / occur
Uwagi / Remarks:					

BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

NASACZANIE / SATURATION

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-2
Głębokość / Depth [m]:	3.60-4.20
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample ID:	-
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample
Badanie wykonał / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiński

Nazwa próbki / Name of the sample:		-	-	-
Nazwa badania / Name of the test:		VMC_24_1	VMC_24_2	VMC_24_3
Głębokość próbki / Specimen depth [m]		3.60-3.75	3.75-3.90	3.90-4.05
Początkowe efektywne naprężenie poziome / Initial effective radial stress	$\sigma'_h$ [kPa]	18	5	19
Początkowe efektywne naprężenie pionowe / Initial effective axial stress	$\sigma'_v$ [kPa]	18	-2	20
Efektywne naprężenie poziome na końcu etapu nasączenia / Final effective radial stress	$\sigma'_h$ [kPa]	20	19	20
Efektywne naprężenie pionowe na końcu etapu nasączenia / Final effective axial stress	$\sigma'_v$ [kPa]	20	19	20
Opis makroskopowy / Visual description		Il. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown	Il. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown	Il. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown

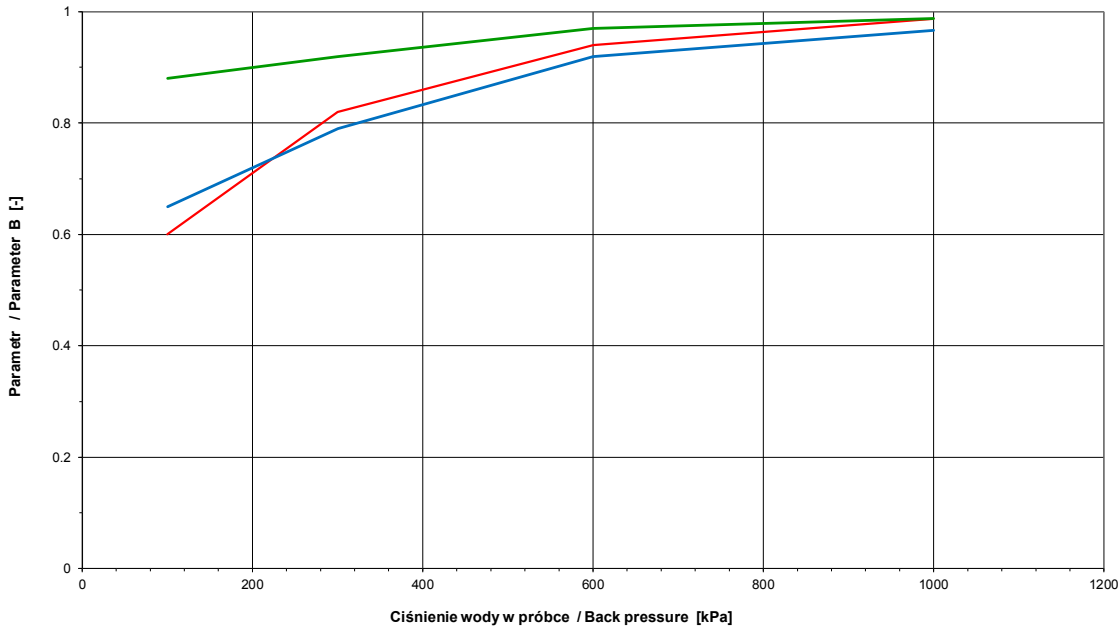


**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**NASĄCZANIE / SATURATION**

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-2
Głębokość / Depth [m]:	3.60-4.20
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample_ID:	-
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample
Badanie wykonał / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiński

Nazwa próbki / <i>Name of the sample</i> :			-	-	-
Nazwa badania / <i>Name of the test</i> :			VMC_24_1	VMC_24_2	VMC_24_3
Głębokość podpróbki / <i>Specimen depth</i> [m]			3.60-3.75	3.75-3.90	3.90-4.05
PARAMETRY PO NASĄCZANIU / <i>PARAMETERS AFTER SATURATION</i>					
Ciśnienie w komorze / <i>Cell pressure</i>	$\sigma_c$	[kPa]	1020	1019	1020
Ciśnienie wyrównawcze / <i>Back pressure</i>	$u_B$	[kPa]	1000	1000	1000
Parametr Skemptona / <i>Skempton Parameter</i>	B	[-]	0.99	0.97	0.99
Opis makroskopowy / <i>Visual description</i>			Ił. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown	Ił. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown	Ił. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown

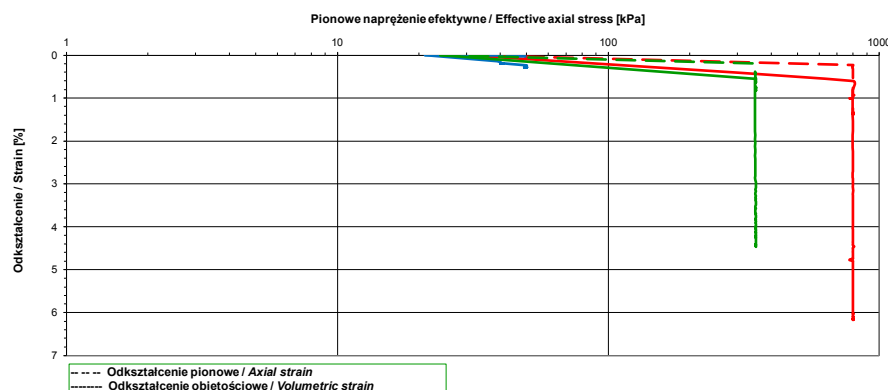
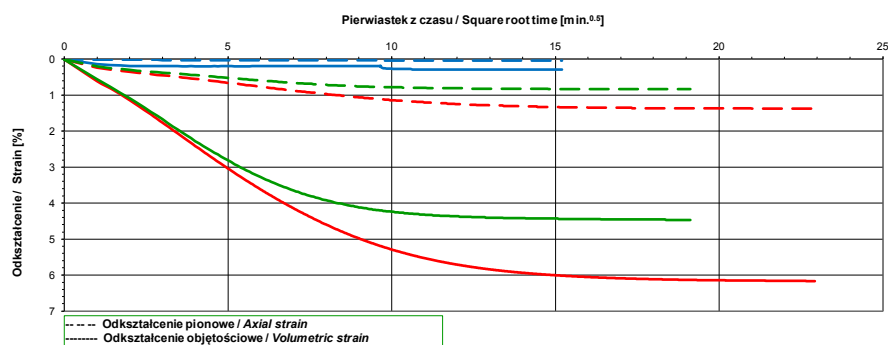


**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**

Badanie z konsolidacją i ściskaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**KONSOLIDACJA / CONSOLIDATION**

Obiekt / Site:		VEOLIA tóń, akumulator ciepła		
Otwór / Borehole:		OW-2		
Głębokość / Depth [m]:		3.60-4.20		
Numer próbki / Specimen reference:		-		
Numer próbki / Sample ID:		-		
Rodzaj próbki / Sample conditions:		Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample		
Badanie wykonat / Prepared by:		K. Szewczak		
Badanie sprawdził / Verified by:		W. Tymński		
Nazwa próbki / Name of the sample:		-	-	-
Nazwa badania / Name of the test:		VMC_24_1	VMC_24_2	VMC_24_3
Głębokość próbki / Specimen depth [m]		3.60-3.75	3.75-3.90	3.90-4.05
PARAMETRY PO KONSOLIDACJI / PARAMETERS AFTER CONSOLIDATION				
Ciśnienie w komorze / Cell pressure $\sigma_c$ [kPa]		1800	1050	1350
Ciśnienie porowe / Pore pressure $u$ [kPa]		1000	1000	1000
Efektywne naprężenie poziome / Effective radial stress $\sigma'_{rc}$ [kPa]		800	50	350
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress $\sigma'_{vc}$ [kPa]		800	50	350
Warunki drenażu / Drainage conditions: spiralna bibuła filtracyjna, drenaż z dwóch stron / spiral filter papers on side, top and base drainage				
Czas trwania konsolidacji / Consolidation time [min]		526	231	366
Przemieszczenie pionowe / Axial displacement $\Delta h$ [mm]		1.91	0.06	1.15
Odkształcenie pionowe / Axial strain $\epsilon_v$ [%]		1.37	0.04	0.83
Zmiana objętości / Volume change $\Delta V$ [cm <sup>3</sup> ]		29.62	1.36	21.38
Prędkość odkształceń objętościowych przed ściskaniem / Rate of volumetric strain immediately prior to shearing [%/h]		0.0	0.0	0.0
Odkształcenie objętościowe / Volumetric strain $\epsilon_{vol}$ [%]		6.17	0.28	4.46
Wilgotność / Water content $w_c$ [%]		12.3	14.7	13.1
Gęstość objętościowa / Bulk density $\rho_c$ [Mg/m <sup>3</sup> ]		2.27	2.15	2.24
Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego / Dry density $\rho_{sc}$ [Mg/m <sup>3</sup> ]		2.03	1.90	1.99
Wskaźnik porowatości / Void ratio $e_c$ [-]		0.330	0.418	0.358
Stopień wilgotności / Degree of saturation $Sr_c$ [%]		101	95	99
Opis makroskopowy / Visual description		It. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown	It. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown	It. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown








BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05

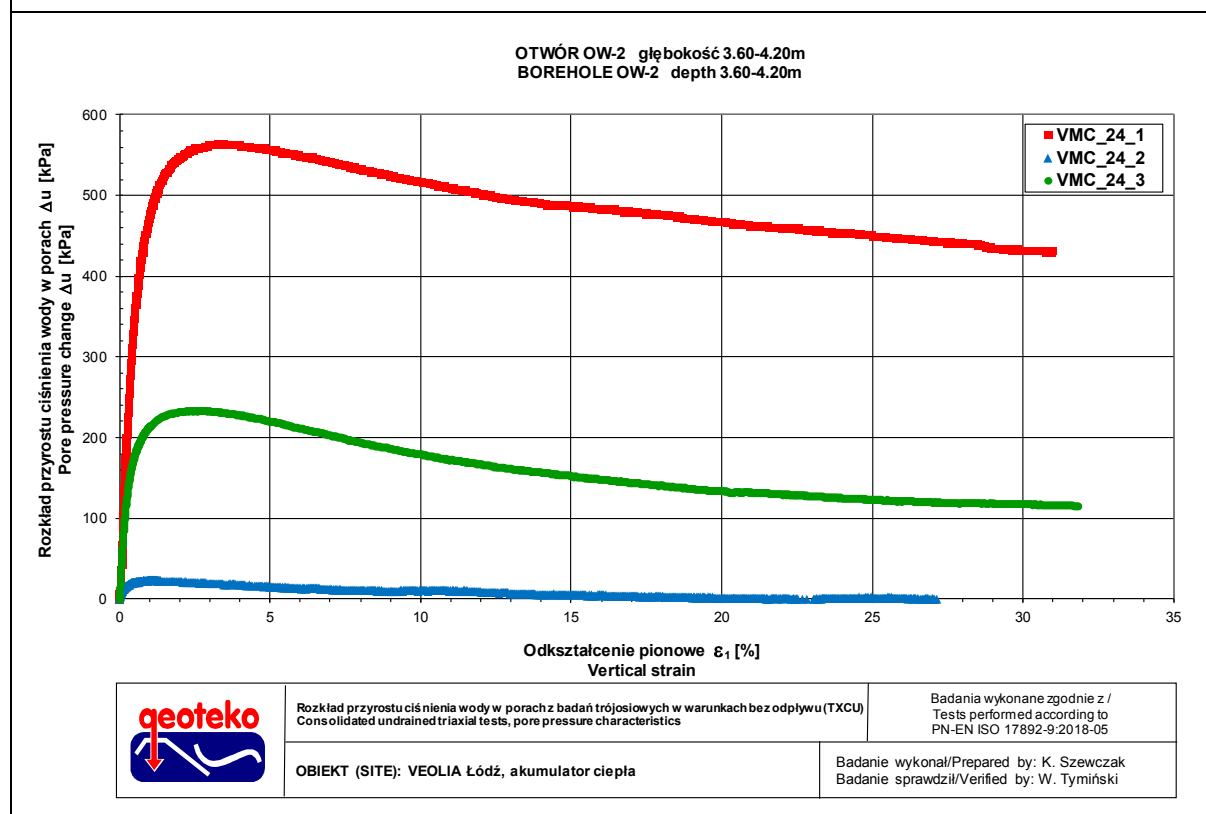
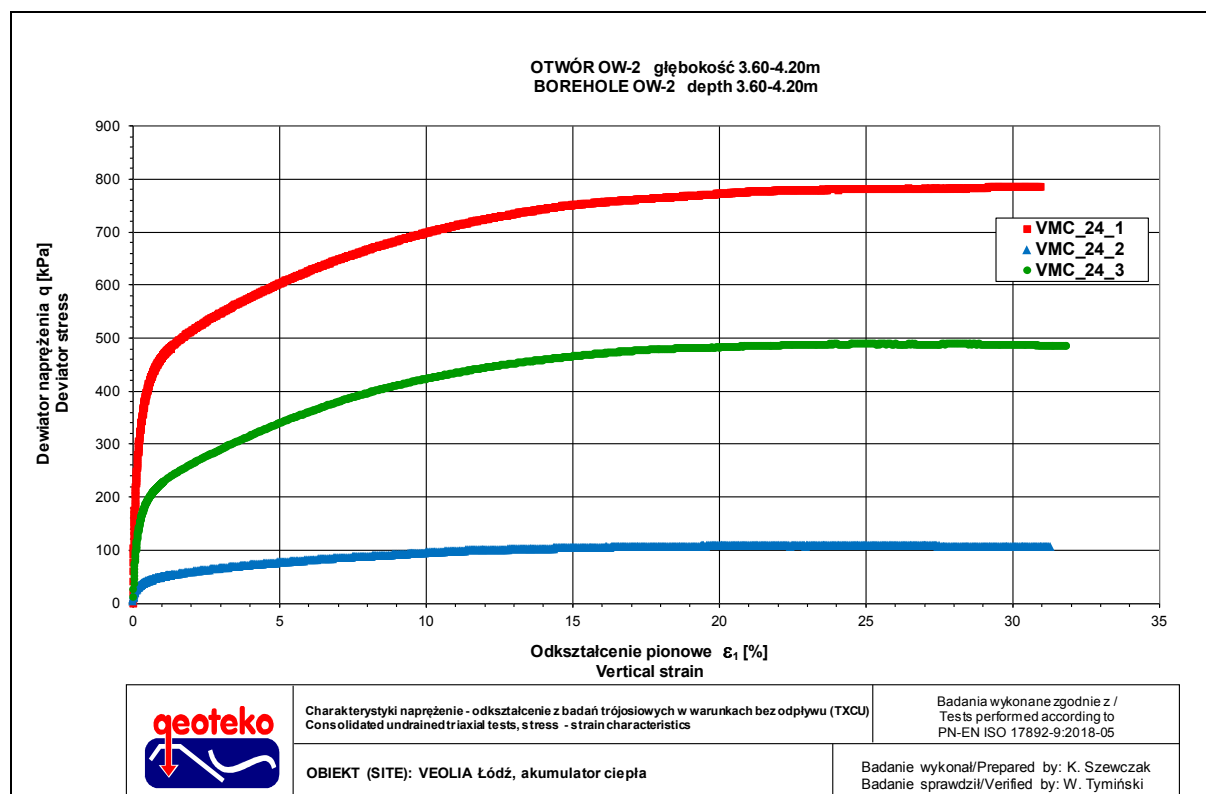
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

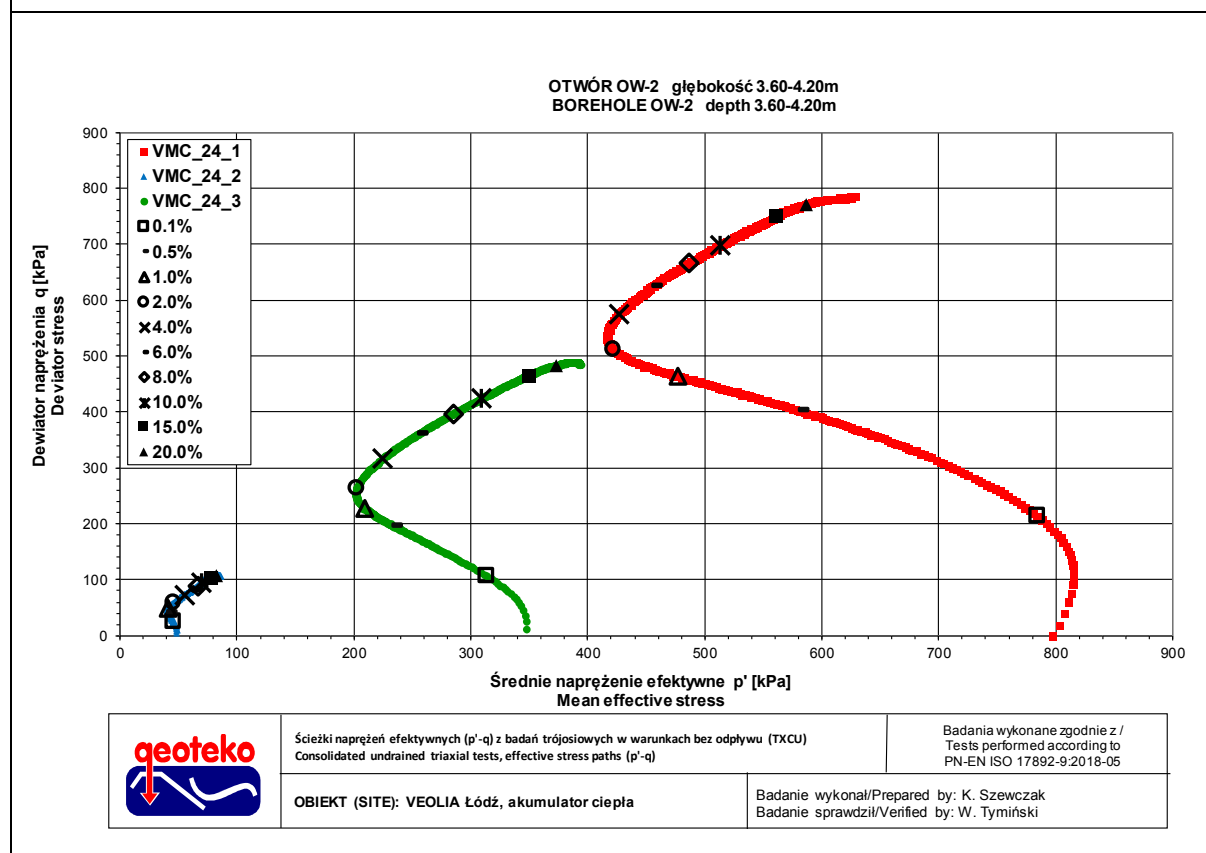
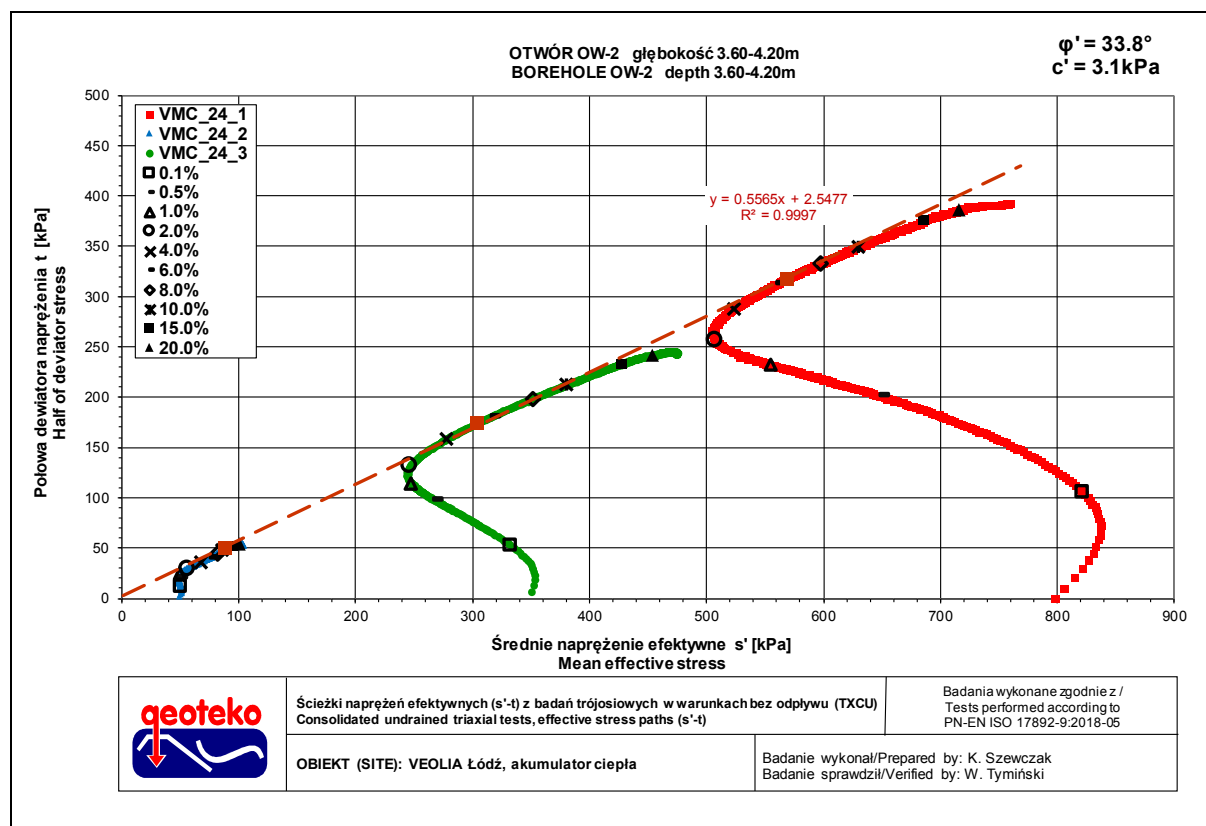
ŚCINANIE / SHEARING

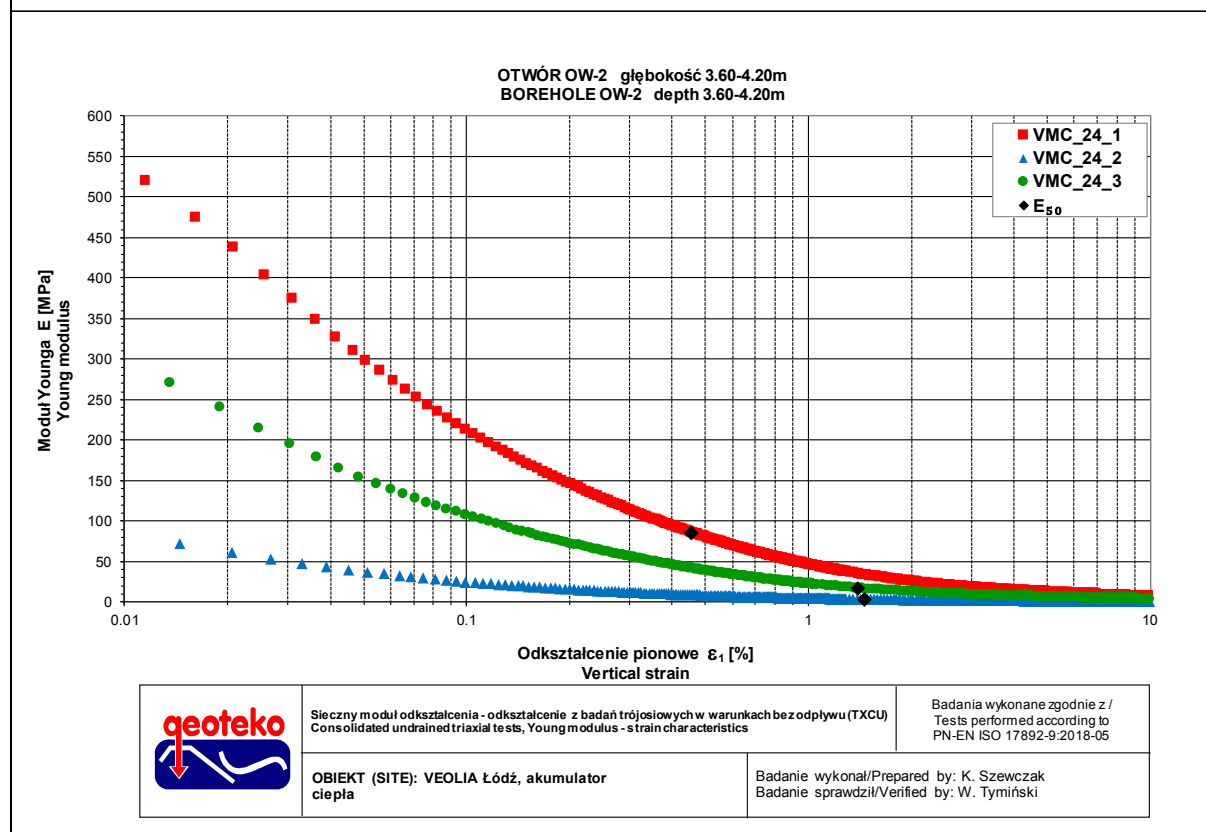
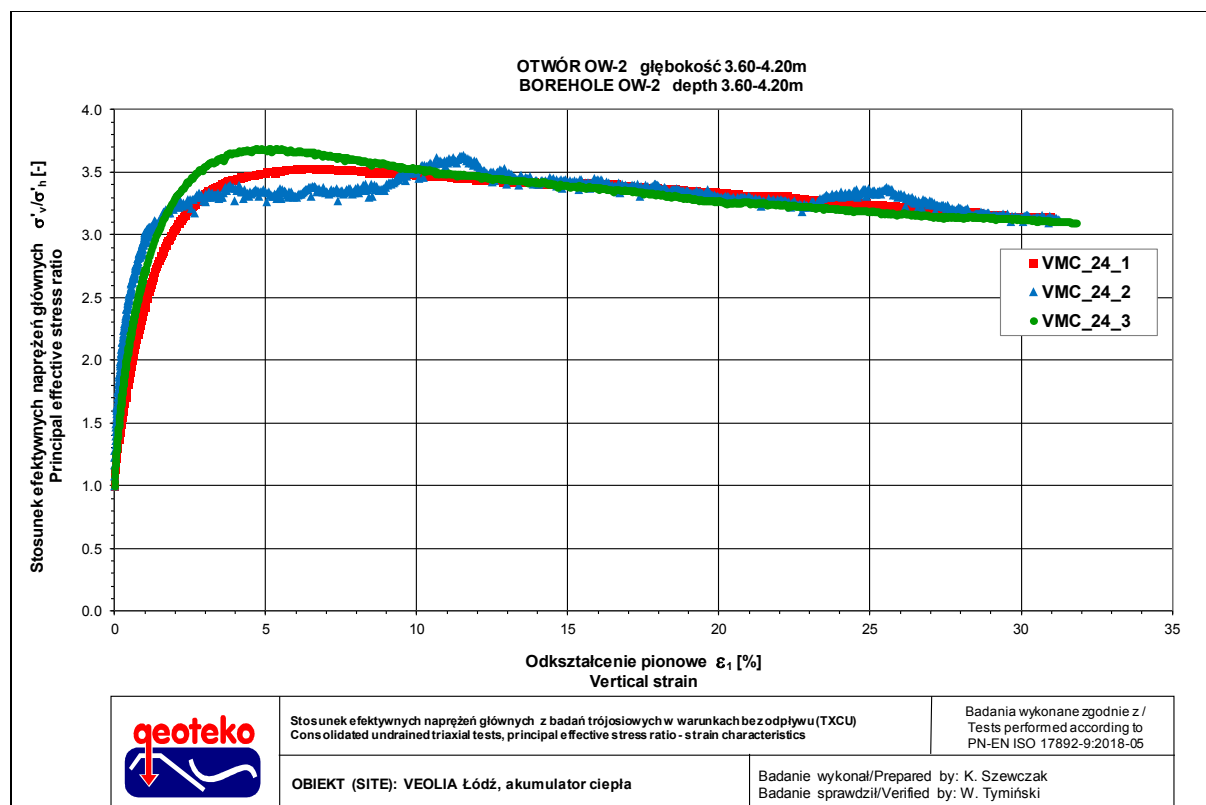
Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-2
Głębokość / Depth [m]:	3.60-4.20
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample ID:	-
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample
Badanie wykonał / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiański

Nazwa próbki / Name of the sample:		-	-	-
Nazwa badania / Name of the test:		VMC_24_1	VMC_24_2	VMC_24_3
Data zakończenia badania / Test end date:		2024-01-05	1900-03-11	2024-01-08
Głębokość próbki / Specimen depth		3.60-3.75	3.75-3.90	3.90-4.05
Początkowe efektywne naprężenie poziome / Initial effective radial stress		800	50	350
Początkowe efektywne naprężenie pionowe / Initial effective axial stress		800	50	350
Prędkość ścinania / Rate of shearing		0.050	0.050	0.050
		2.19	2.17	2.19
Kryterium zniszczenia / Failure criteria		Maksymalny stosunek efektywnych naprężeń głównych / At peak principal effective stress ratio		
Dewiator naprężenia / Deviator stress		635	100	349
Odkształcenie pionowe / Axial strain		6.4	11.5	5.4
Przyrost ciśnienia wody w porach / Excess pore pressure		547	10	218
Efektywne naprężenie poziome / Effective radial stress		251	38	130
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress		886	138	479
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio		3.53	3.63	3.69
Połowa dewiatora naprężenia / Half of deviator stress		318	50	175
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress		568	88	304
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress		463	71	246
Parametr Skemptona / Skempton parameter $A_v$		0.86	0.10	0.62
Kąt tarcia wewnętrznego / Friction angle			33.8	
Spójność / Cohesion			3.1	
Poprawka ze względu na bieżącą filtrację / Corrections due filter papers		spiralna bibuła filtracyjna - nie stosowano poprawek / spiral filter papers - no corrections		
Poprawka ze względu na membranę dla pionowego naprężenia całkowitego / Correction due membran for vertical stress		3	5	2
Poprawka ze względu na membranę dla poziomego naprężenia całkowitego / Correction due membran for horizontal stress		nie stosowano / not applied		
Kryterium zniszczenia / Failure criteria		10% odkształcenia pionowego / At 10% axial strain		
Dewiator naprężenia / Deviator stress		698	95	424
Odkształcenie pionowe / Axial strain		10.0	10.0	10.0
Przyrost ciśnienia wody w porach / Excess pore pressure		517	10	180
Efektywne naprężenie poziome / Effective radial stress		281	38	168
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress		979	133	592
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio		3.49	3.51	3.53
Połowa dewiatora naprężenia / Half of deviator stress		349	48	212
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress		630	86	380
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress		514	70	309
Parametr Skemptona / Skempton parameter $A_v$		0.74	0.11	0.42
Maksymalny dewiator naprężenia / Maximum deviator stress		786	110	490
Moduł $E_{50}$ / Modulus $E_{50}$		85.8	3.8	17.5
Odkształcenie pionowe dla 50% maksymalnego dewiatora / Strain at 50% peak deviator stress		0.5	1.5	1.4
Zdjęcie próbek po badaniu / Photo of the samples after test				
Opis makroskopowy / Visual description		It. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy	It. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy	It. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy
		very sandy, silty CLAY, firm, brown	very sandy, silty CLAY, firm, brown	very sandy, silty CLAY, firm, brown
Ziarna > 1/6 średnicy próbki / Grains > 1/6 diameter of specimen:		występowały / occur	nie występowały / absent	nie występowały / absent
Ziarna > 1/10 średnicy próbki / Grains > 1/10 diameter of specimen:		występowały / occur	występowały / occur	występowały / occur
Typ zniszczenia / Mode of failure:		Beczka / Barrel	Beczka / Barrel	Beczka / Barrel
Uwagi / Remarks:				












**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**INFORMACJE OGÓLNE / GENERAL INFORMATION**

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-2; OW-3
Głębokość / Depth [m]:	5.00-5.50; 4.90-5.10
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample_ID:	-
Typ próbki / Sample type:	TW - Próbnik cienkościenny / Thin walled push in sample
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample
Badanie wykonał / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiński

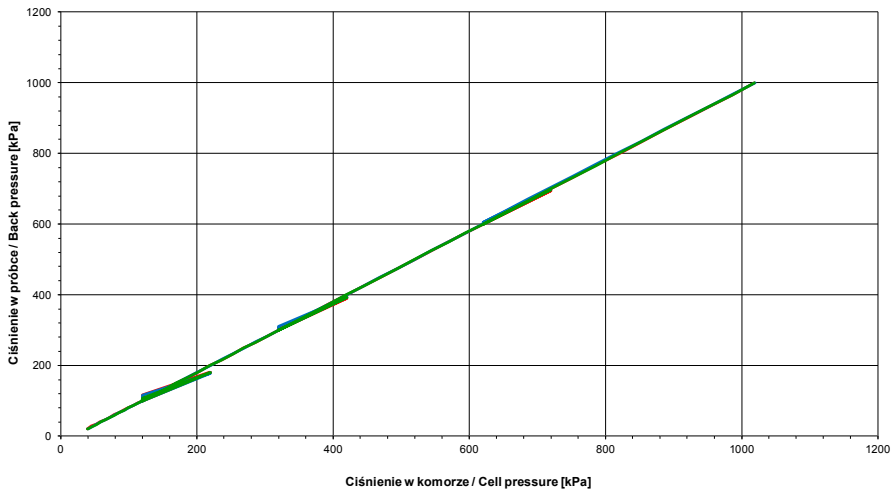
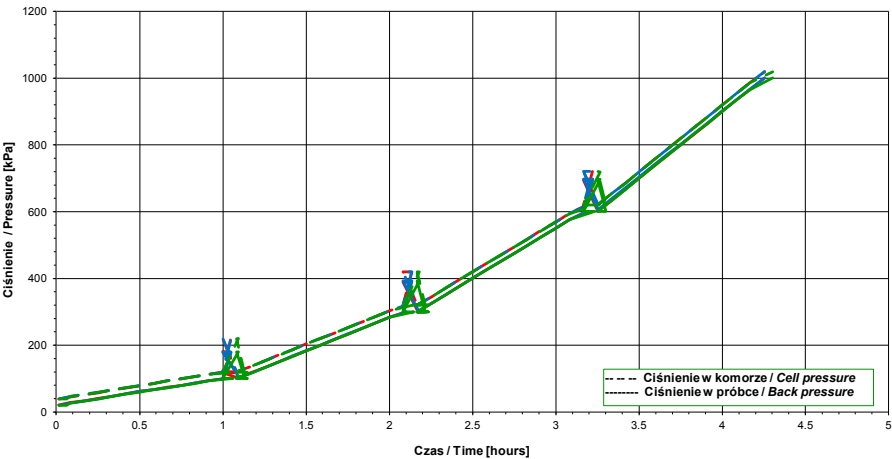
Nazwa próbki / Name of the sample :			-	-	-
Nazwa badania / Name of the test :			VMC_24_4	VMC_24_5	VMC_24_12
Data rozpoczęcia badania / Test start date :			2024-01-04	2024-01-05	2024-01-09
Głębokość podpróbki / Specimen depth	[m]		5.00-5.20	5.20-5.40	4.90-5.10
POCZĄTKOWE PARAMETRY PRÓBKII / INITIAL SPECIMEN PARAMETERS					
Masa próbki / Sample mass	m	[g]	912.6	950.3	1070.2
Średnica próbki / Diameter	D <sub>i</sub>	[mm]	66.3	66.4	66.0
Powierzchnia próbki / Area	A <sub>i</sub>	[mm <sup>2</sup> ]	3447	3461	3416
Wysokość próbki / Height	H <sub>i</sub>	[mm]	123.5	127.5	140.3
Gęstość objętościowa / Bulk density	ρ <sub>i</sub>	[Mg/m <sup>3</sup> ]	2.14	2.15	2.23
Wilgotność / Water content	w <sub>i</sub>	[%]	16.3	18.5	12.2
Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego / Dry density	ρ <sub>di</sub>	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1.84	1.82	1.99
Gęstość właściwa (założona) / Particle density (assumed)	ρ <sub>s</sub>	[Mg/m <sup>3</sup> ]	2.70	2.70	2.70
Wskaźnik porowatości / Void ratio	e <sub>i</sub>	[-]	0.465	0.485	0.357
Stopień wilgotności / Degree of saturation	Sr <sub>i</sub>	[%]	95	103	93
Zdjęcie próbek przed badaniem / Photo of the samples before test					
Opis makroskopowy / Visual description			łł z pyłem z dużą ilością piasku, plastyczny, szary	łł z pyłem z dużą ilością piasku, plastyczny, szaro-brązowy	łł z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy
			very sandy, silty CLAY, soft, gray	very sandy, silty CLAY, soft, grayish-brown	very sandy, silty CLAY, firm, brown
Ziarna > 1/6 średnicy próbki / Grains > 1/6 diameter of specimen:			nie występowały / absent	nie występowały / absent	nie występowały / absent
Ziarna > 1/10 średnicy próbki / Grains > 1/10 diameter of specimen:			nie występowały / absent	nie występowały / absent	nie występowały / absent
Uwagi / Remarks: Badanie VMC_24_12 wykonano na próbce z OW-3 z głębokości 4.90-5.10. Test VMC_24_12 was made on sample OW-3 from depth 4.90-5.10.					

BADANIA W APARacie TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

NASĄCZANIE / SATURATION

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-2; OW-3
Głębokość / Depth [m]:	5.00-5.50; 4.90-5.10
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample_ID:	-
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample
Badanie wykonał / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiński

Nazwa próbki / Name of the sample:			-	-	-
Nazwa badania / Name of the test:			VMC_24_4	VMC_24_5	VMC_24_12
Głębokość próbki / Specimen depth [m]			5.00-5.20	5.20-5.40	4.90-5.10
Początkowe efektywne naprężenie poziome / Initial effective radial stress	$\sigma'_h$	[kPa]	18	19	19
Początkowe efektywne naprężenie pionowe / Initial effective axial stress	$\sigma'_v$	[kPa]	17	19	19
Efektywne naprężenie poziome na końcu etapu nasączania / Final effective radial stress	$\sigma'_h$	[kPa]	19	20	19
Efektywne naprężenie pionowe na końcu etapu nasączania / Final effective axial stress	$\sigma'_v$	[kPa]	19	20	19
Opis makroskopowy / Visual description			łt. z pyłem z dużą ilością piasku, plastyczny, szary / very sandy, silty CLAY, soft, gray	łt. z pyłem z dużą ilością piasku, plastyczny, szaro-brązowy / very sandy, silty CLAY, soft, grayish-brown	łt. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown

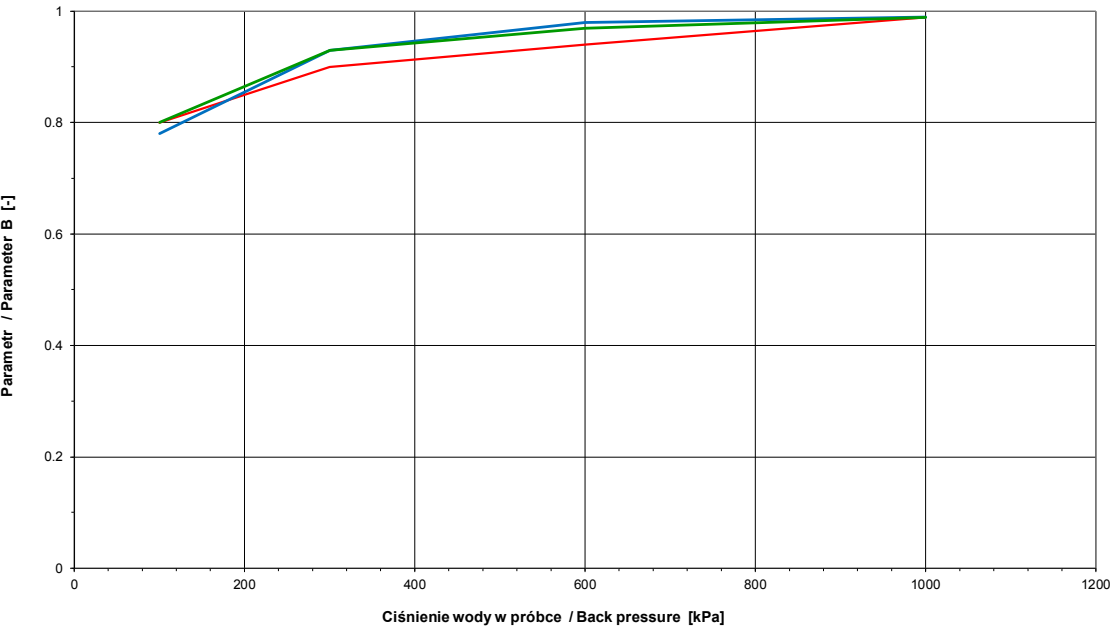


**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**NASACZANIE / SATURATION**

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-2; OW-3
Głębokość / Depth [m]:	5.00-5.50; 4.90-5.10
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample_ID:	-
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample
Badanie wykonał / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiński

Nazwa próbki / Name of the sample :			-	-	-
Nazwa badania / Name of the test :			VMC_24_4	VMC_24_5	VMC_24_12
Głębokość podpróbki / Specimen depth		[m]	5.00-5.20	5.20-5.40	4.90-5.10
PARAMETRY PO NASĄCZANIU / PARAMETERS AFTER SATURATION					
Ciśnienie w komorze / Cell pressure	$\sigma_c$	[kPa]	1019	1020	1019
Ciśnienie wyrównawcze / Back pressure	$u_B$	[kPa]	1000	1000	1000
Parametr Skemptona / Skempton Parameter	B	[-]	0.99	0.99	0.99
Opis makroskopowy / Visual description			Ił. z pyłem z dużą ilością piasku, plastyczny, szary / very sandy, silty CLAY, soft, gray	Ił. z pyłem z dużą ilością piasku, plastyczny, szaro-brązowy / very sandy, silty CLAY, soft, grayish-brown	Ił. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown

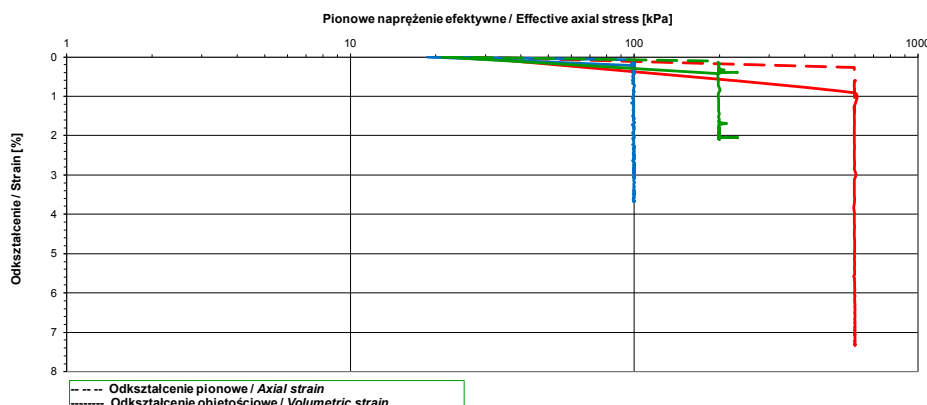
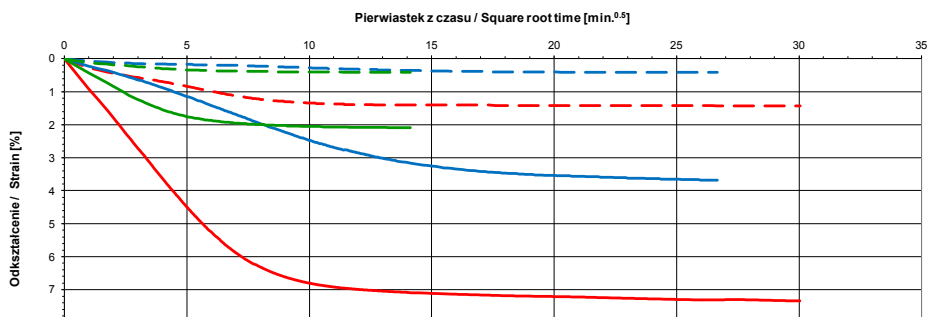


**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**KONSOLIDACJA / CONSOLIDATION**

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-2; OW-3
Głębokość / Depth [m]:	5.00-5.50; 4.90-5.10
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample_ID:	-
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample
Badanie wykonał / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiński

Nazwa próbki / Name of the sample :			-	-	-
Nazwa badania / Name of the test :			VMC_24_4	VMC_24_5	VMC_24_12
Głębokość podpróbki / Specimen depth	[m]		5.00-5.20	5.20-5.40	4.90-5.10
PARAMETRY PO KONSOLIDACJI / PARAMETERS AFTER CONSOLIDATION					
Ciśnienie w komorze / Cell pressure	$\sigma_c$	[kPa]	1600	1100	1200
Ciśnienie porowe / Pore pressure	u	[kPa]	1000	1000	1000
Efektywne naprężenie poziome / Effective radial stress	$\sigma'_{hc}$	[kPa]	600	100	200
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress	$\sigma'_{vc}$	[kPa]	600	100	200
Warunki drenazu / Drainage conditions			spiralna bibuła filtracyjna, drenaż z dwóch stron / spiral filter papers on side, top and base drainage		
Czas trwania konsolidacji / Consolidation time	[min]		903	711	200
Przemieszczenie pionowe / Axial displacement	$\Delta h$	[mm]	1.76	0.53	0.58
Odształcenie pionowe / Axial strain	$\varepsilon_v$	[%]	1.43	0.42	0.41
Zmiana objętości / Volume change	$\Delta V$	[cm <sup>3</sup> ]	31.26	16.25	10.03
Prędkość odkształceń objętościowych przed ścinaniem / Rate of volumetric strain immediately prior to shearing	[%/h]		0.0	0.0	0.0
Odształcenie objętościowe / Volumetric strain	$\varepsilon_{vol}$	[%]	7.34	3.68	2.09
Wilgotność / Water content	w <sub>c</sub>	[%]	12.4	15.8	11.8
Gęstość objętościowa / Bulk density	$\rho_c$	[Mg/m <sup>3</sup> ]	2.23	2.20	2.26
Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego / Dry density	$\rho_{dc}$	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1.99	1.89	2.03
Wskaźnik porowatości / Void ratio	e <sub>c</sub>	[-]	0.357	0.431	0.329
Stopień wilgotności / Degree of saturation	Sr <sub>c</sub>	[%]	93	99	97
Opis makroskopowy / Visual description			łt. z pyłem z dużą ilością piasku, plastyczny, szary / very sandy, silty CLAY, soft, gray	łt. z pyłem z dużą ilością piasku, plastyczny, szaro-brązowy / very sandy, silty CLAY, soft, grayish-brown	łt. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown






BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05

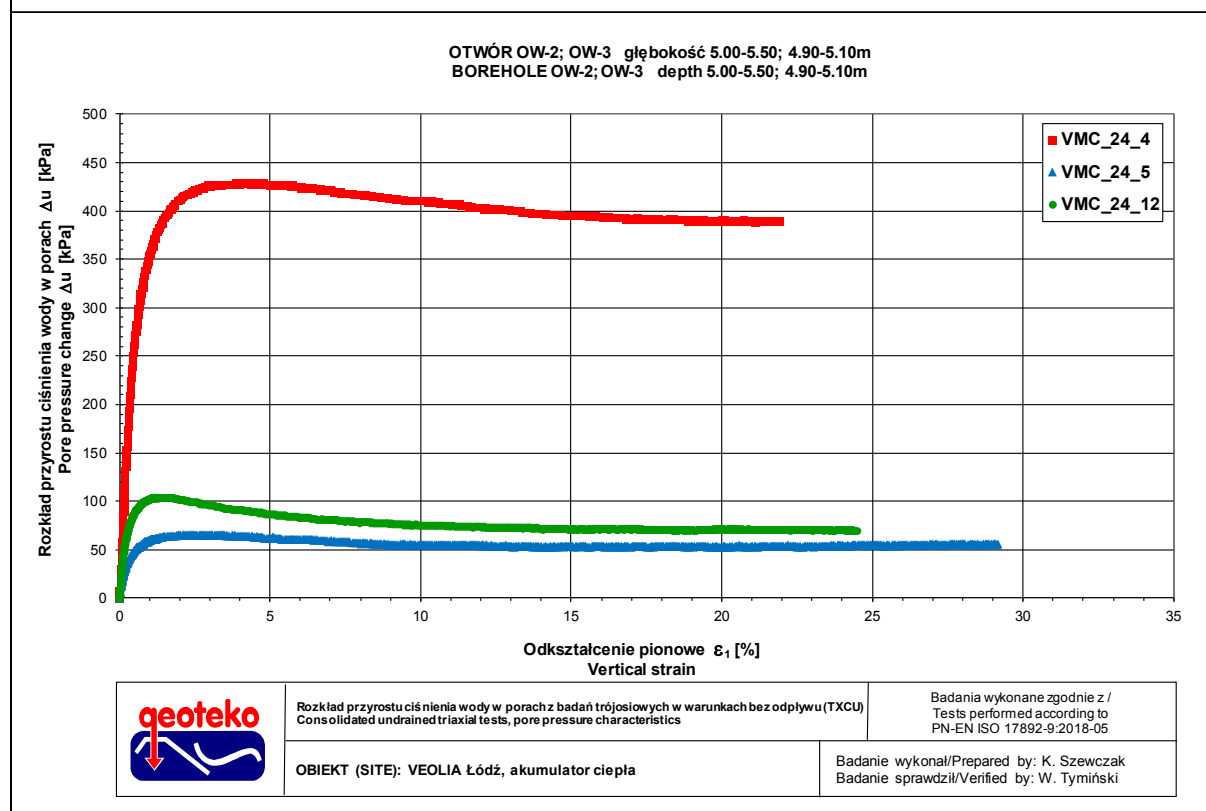
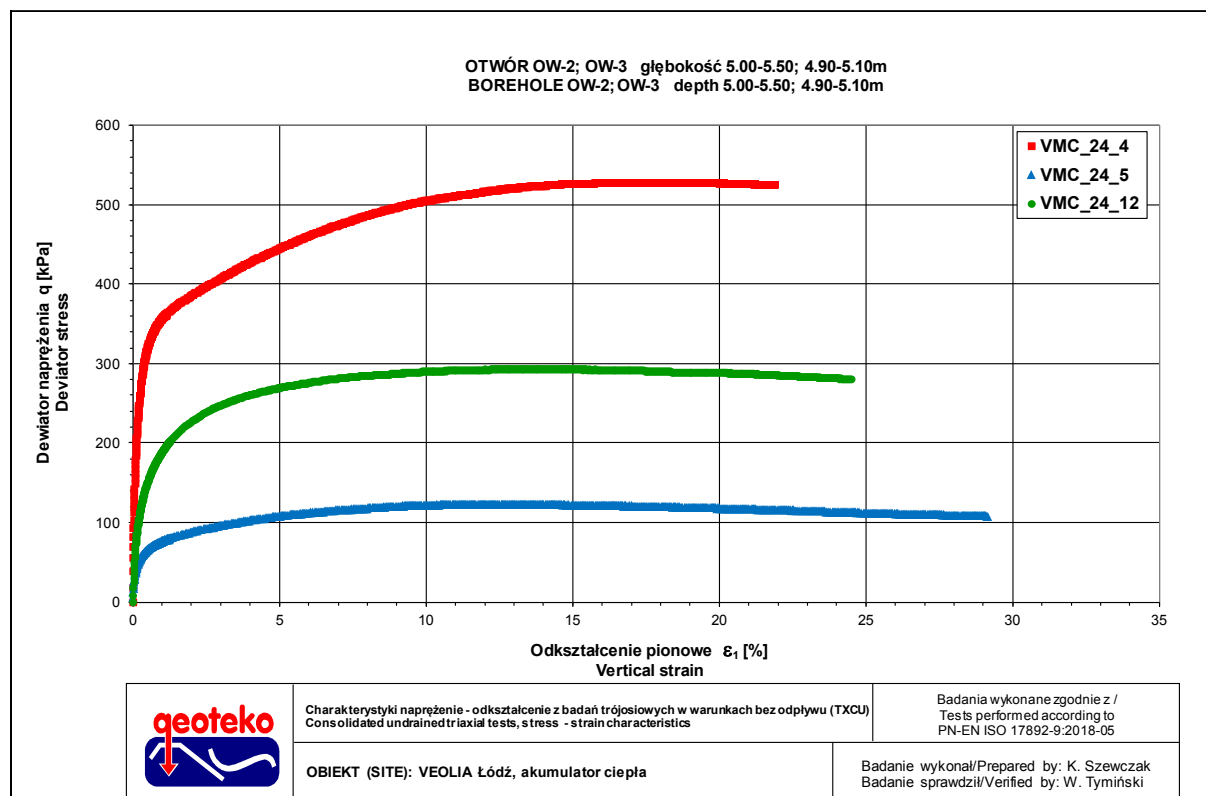
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

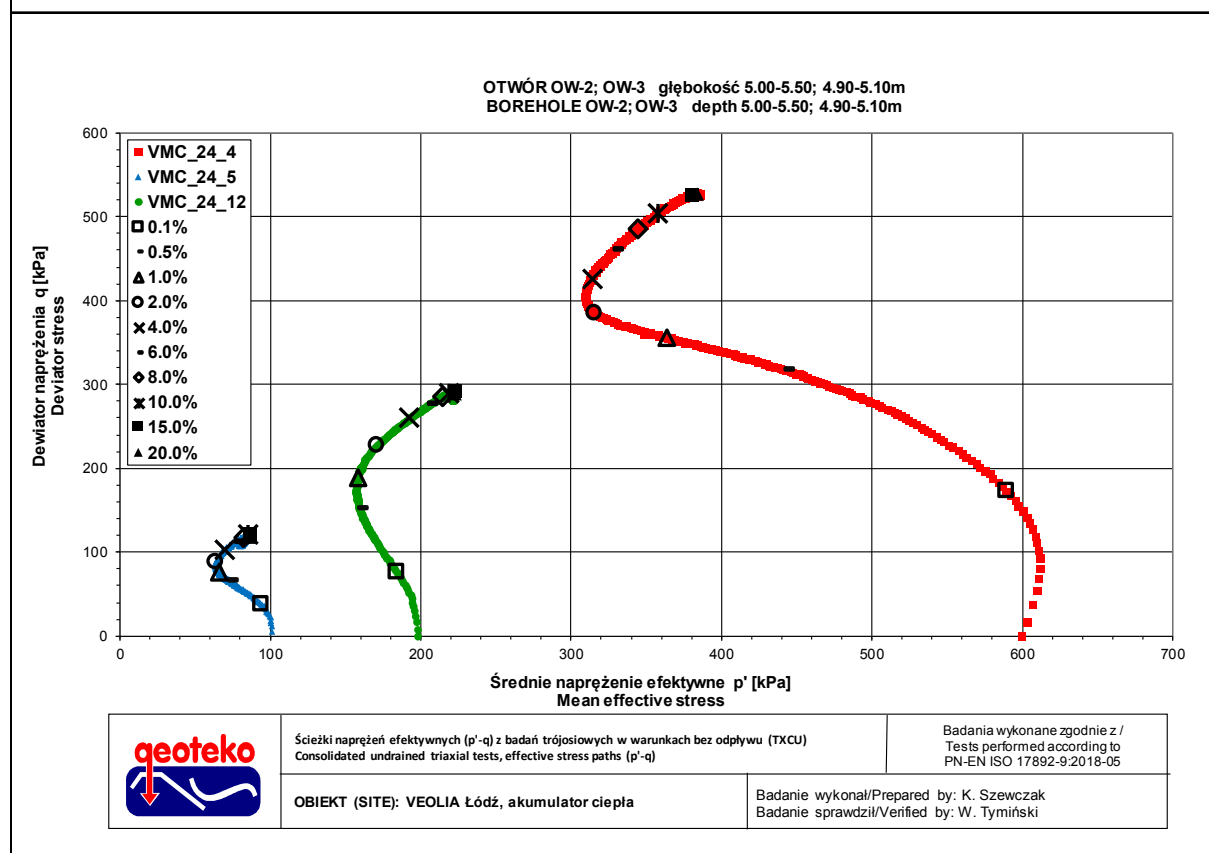
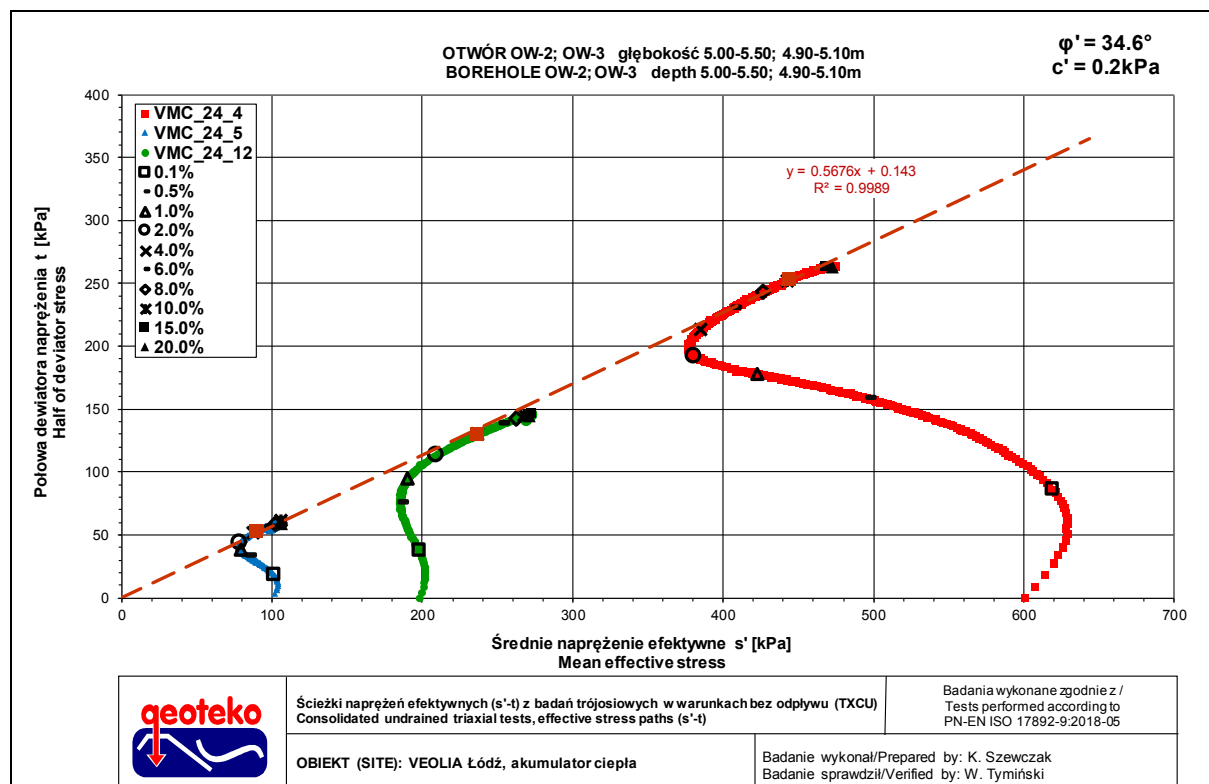
ŚCINANIE / SHEARING

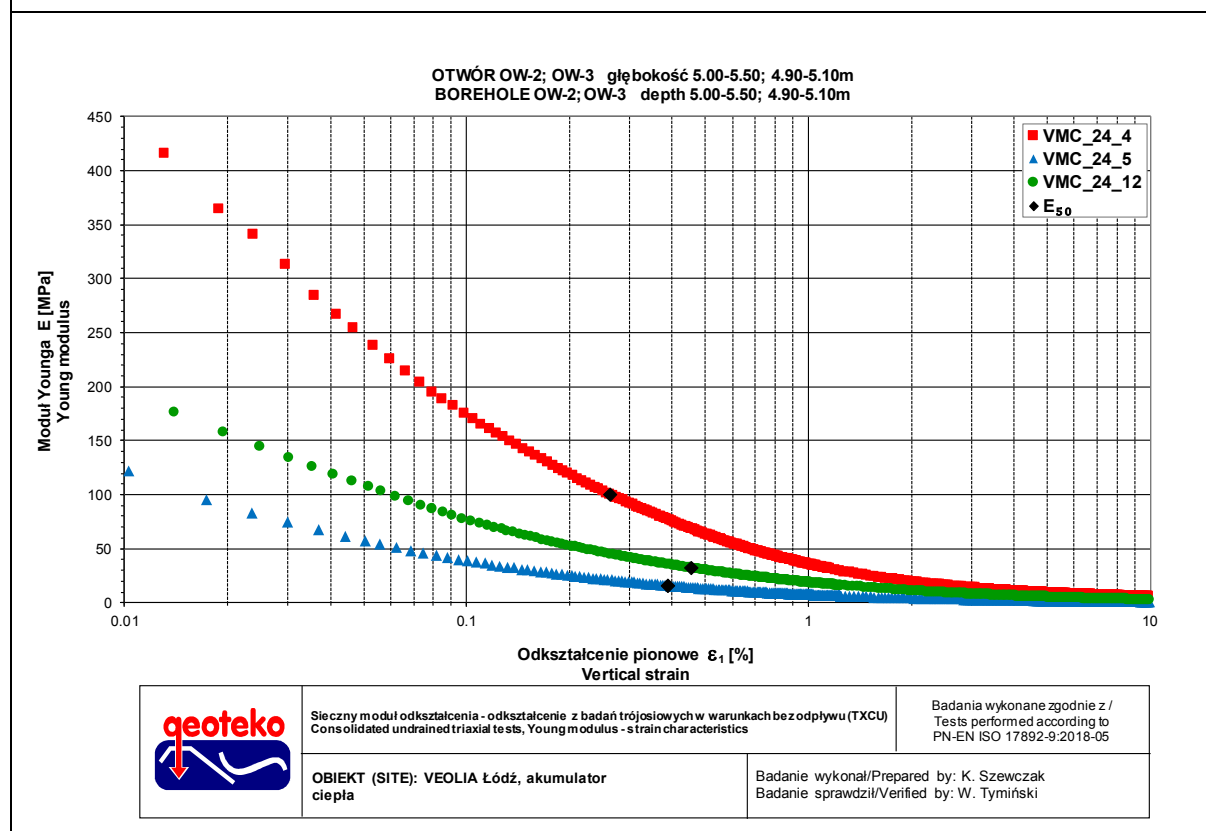
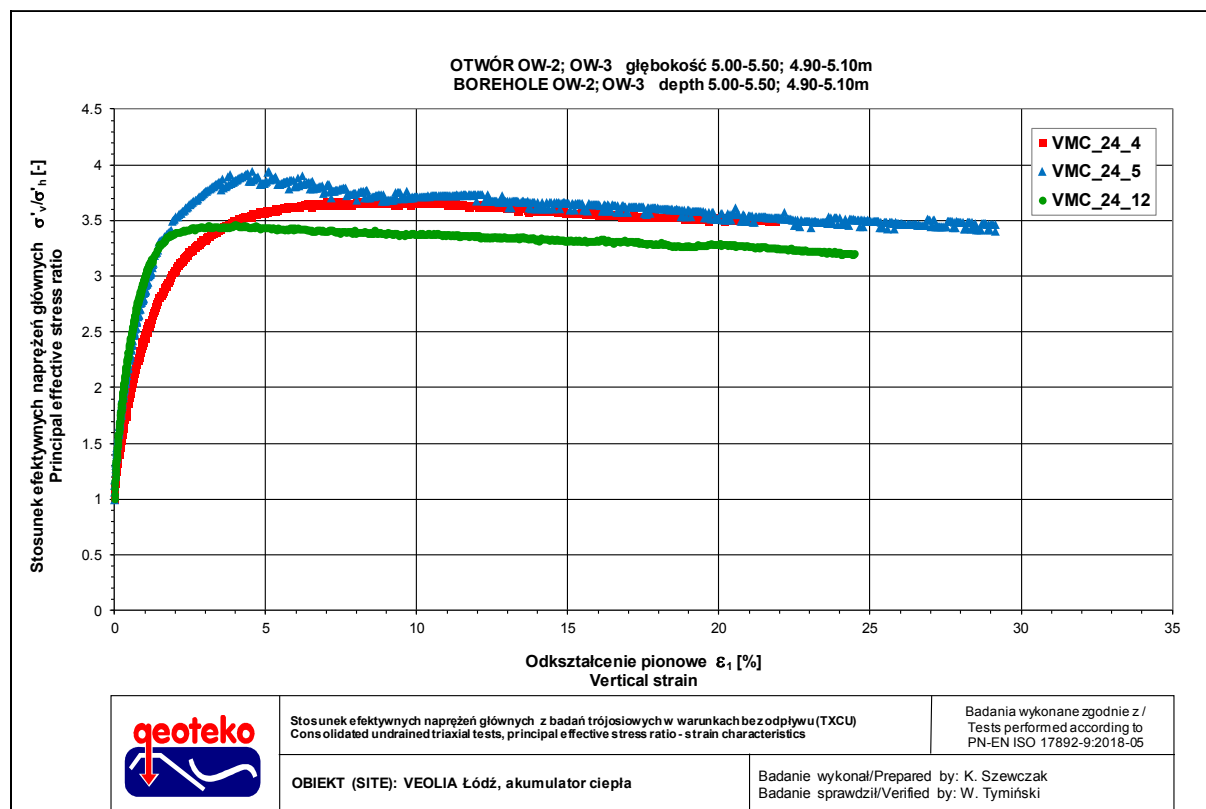
Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-2; OW-3
Głębokość / Depth [m]:	5.00-5.50; 4.90-5.10
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample_ID:	-
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample
Badanie wykonał / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiński

Nazwa próbki / Name of the sample :		-	-	-
Nazwa badania / Name of the test :		VMC_24_4	VMC_24_5	VMC_24_12
Data zakończenia badania / Test end date :		2024-01-05	2024-01-07	2024-01-10
Głębokość próbki / Specimen depth		5.00-5.20	5.20-5.40	4.90-5.10
Początkowe efektywne naprężenie poziome / Initial effective radial stress	$\sigma'_{h_0}$ [kPa]	600	100	200
Początkowe efektywne naprężenie pionowe / Initial effective axial stress	$\sigma'_{v_0}$ [kPa]	600	100	200
Prędkość ścinania / Rate of shearing	v [mm/min]	0.050	0.050	0.050
	[%/h]	2.47	2.37	2.15
Kryterium zniszczenia / Failure criteria		Maksymalny stosunek efektywnych naprężeń głównych / At peak principal effective stress ratio		
Dewiator naprężenia / Deviator stress	$q_f$ [kPa]	507	106	261
Odształcenie pionowe / Axial strain	$\epsilon_{xf}$ [%]	10.4	4.6	4.0
Przyrost ciśnienia wody w porach / Excess pore pressure	$\Delta U$ [kPa]	410	64	92
Efektywne naprężenie poziome / Effective radial stress	$\sigma'_{xf}$ [kPa]	190	36	106
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress	$\sigma'_{zf}$ [kPa]	697	142	367
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio	$\sigma'_{zf} / \sigma'_{xf}$ [-]	3.67	3.94	3.46
Półowa dewiatora naprężenia / Half of deviator stress	$q_f/2$ [kPa]	254	53	130
Srednie naprężenie efektywne / Mean effective stress $s'$	$s'_f$ [kPa]	444	89	236
Srednie naprężenie efektywne / Mean effective stress $p'$	$p'_f$ [kPa]	359	71	193
Parametr Skemptona / Skempton parameter $A_v$	$\Delta U / \Delta q_f$ [-]	0.81	0.60	0.35
Kąt tarcia wewnętrzznego / Friction angle	$\phi'$ [°]	34.6		
Spójność / Cohesion	$c'$ [kPa]	0.2		
Poprawka ze względu na błułą filtracyjną / Corrections due filter papers	$(\Delta \sigma'_{zf})_b$ [kPa]	spiralna bibuła filtracyjna - nie stosowano poprawek / spiral filter papers - no corrections		
Poprawka ze względu na membraną dla pionowego naprężenia całkowitego / Correction due membran for vertical stress	$(\Delta \sigma'_{zf})_m$ [kPa]	4	2	2
Poprawka ze względu na membraną dla poziomego naprężenia całkowitego / Correction due membran for horizontal stress	$(\Delta \sigma'_{xf})_m$ [kPa]	nie stosowano / not applied		
Kryterium zniszczenia / Failure criteria		10% odkształcenia pionowego / At 10% axial strain		
Dewiator naprężenia / Deviator stress	$q_f$ [kPa]	505	122	290
Odształcenie pionowe / Axial strain	$\epsilon_{xf}$ [%]	10.0	10.0	10.0
Przyrost ciśnienia wody w porach / Excess pore pressure	$\Delta U$ [kPa]	410	55	76
Efektywne naprężenie poziome / Effective radial stress	$\sigma'_{xf}$ [kPa]	190	45	122
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress	$\sigma'_{zf}$ [kPa]	695	167	412
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio	$\sigma'_{zf} / \sigma'_{xf}$ [-]	3.66	3.71	3.38
Półowa dewiatora naprężenia / Half of deviator stress	$q_f/2$ [kPa]	252	61	145
Srednie naprężenie efektywne / Mean effective stress $s'$	$s'_f$ [kPa]	442	106	267
Srednie naprężenie efektywne / Mean effective stress $p'$	$p'_f$ [kPa]	358	86	219
Parametr Skemptona / Skempton parameter $A_v$	$\Delta U / \Delta q_f$ [-]	0.81	0.45	0.26
Maksymalny dewiator naprężenia / Maximum deviator stress	$q_{MAX}$ [kPa]	528	123	294
Moduł $E_{50}$ / Modulus $E_{50}$	$E_{50}$ [MPa]	100.1	15.8	32.2
Odształcenie pionowe dla 50% maksymalnego dewiatora / Strain at 50% peak deviator stress	$\epsilon_{50}$ [%]	0.3	0.4	0.5
Zdjęcie próbek po badaniu / Photo of the samples after test				
Opis makroskopowy / Visual description		Il. z pyłem z dużą ilością piasku, plastyczny, szary	Il. z pyłem z dużą ilością piasku, plastyczny, szaro-brązowy	Il. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy
		very sandy, silty CLAY, soft, gray	very sandy, silty CLAY, soft, grayish-brown	very sandy, silty CLAY, firm, brown
Ziarna > 1/6 średnicy próbki / Grains > 1/6 diameter of specimen:		nie występowały / absent	nie występowały / absent	nie występowały / absent
Ziarna > 1/10 średnicy próbki / Grains > 1/10 diameter of specimen:		nie występowały / absent	nie występowały / absent	nie występowały / absent
Typ zniszczenia / Mode of failure:		Beczka / Barrel	Beczka / Barrel	Beczka / Barrel
Uwagi / Remarks: Badanie VMC_24_12 wykonano na próbce z OW-3 z głębokości 4.90-5.10. Test VMC_24_12 was made on sample OW-3 from depth 4.90-5.10.				












**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**INFORMACJE OGÓLNE / GENERAL INFORMATION**

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	3.30-3.90; 4.90-5.10
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample_ID:	-
Typ próbki / Sample type:	TW - Próbnik cienkościenny / Thin walled push in sample
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample
Badanie wykonał / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiński

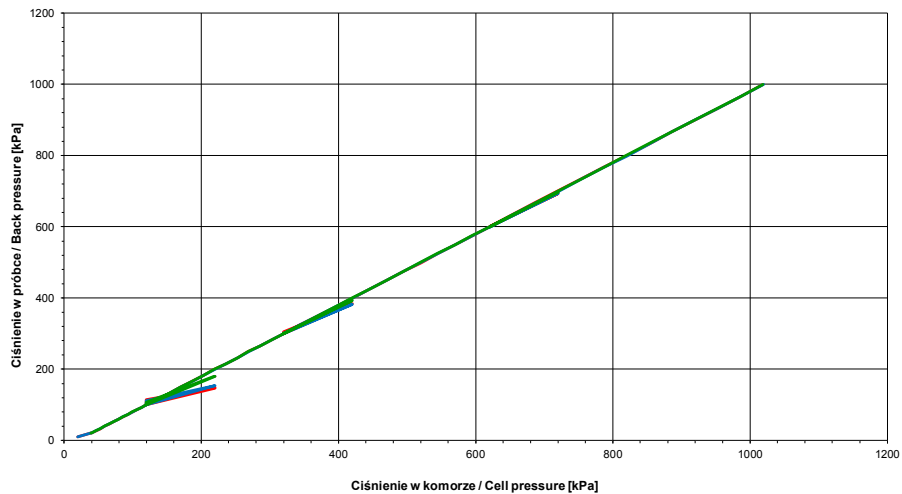
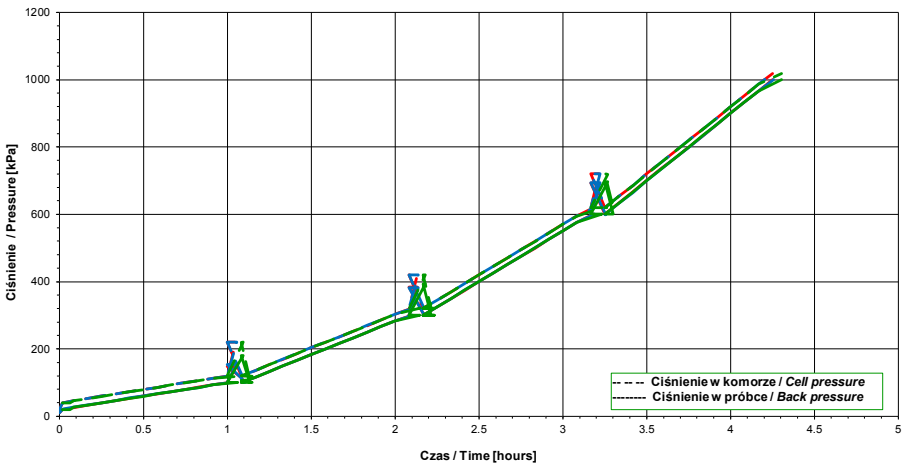
Nazwa próbki / Name of the sample :			-	-	-
Nazwa badania / Name of the test :			VMC_24_6	VMC_24_7	VMC_24_12
Data rozpoczęcia badania / Test start date :			2024-01-05	2024-01-07	2024-01-09
Głębokość podpróbki / Specimen depth	[m]		3.50-3.70	3.30-3.50	4.90-5.10
POCZĄTKOWE PARAMETRY PRÓBKII / INITIAL SPECIMEN PARAMETERS					
Masa próbki / Sample mass	m	[g]	1033.3	1030.9	1070.2
Średnica próbki / Diameter	D <sub>i</sub>	[mm]	66.3	66.2	66.0
Powierzchnia próbki / Area	A <sub>i</sub>	[mm <sup>2</sup> ]	3451	3444	3416
Wysokość próbki / Height	H <sub>i</sub>	[mm]	138.7	140.0	140.3
Gęstość objętościowa / Bulk density	ρ <sub>i</sub>	[Mg/m <sup>3</sup> ]	2.16	2.14	2.23
Wilgotność / Water content	w <sub>i</sub>	[%]	14.1	14.8	12.2
Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego / Dry density	ρ <sub>di</sub>	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1.89	1.86	1.99
Gęstość właściwa (założona) / Particle density (assumed)	ρ <sub>s</sub>	[Mg/m <sup>3</sup> ]	2.70	2.70	2.70
Wskaźnik porowatości / Void ratio	e <sub>i</sub>	[-]	0.426	0.450	0.357
Stopień wilgotności / Degree of saturation	Sr <sub>i</sub>	[%]	89	89	93
Zdjęcie próbek przed badaniem / Photo of the samples before test					
Opis makroskopowy / Visual description			łł z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy	łł z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy	łł z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy
			very sandy, silty CLAY, firm, brown	very sandy, silty CLAY, firm, brown	very sandy, silty CLAY, firm, brown
Ziarna > 1/6 średnicy próbki / Grains > 1/6 diameter of specimen:			występowały / occur	nie występowały / absent	nie występowały / absent
Ziarna > 1/10 średnicy próbki / Grains > 1/10 diameter of specimen:			występowały / occur	występowały / occur	występowały / occur
Uwagi / Remarks: Badanie VMC_24_12 wykonano na próbce z OW-3 z głębokości 4.90-5.10. Test VMC_24_12 was made on sample OW-3 from depth 4.90-5.10.					

BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

NASACZANIE / SATURATION

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	3.30-3.90; 4.90-5.10
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample_ID:	-
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample
Badanie wykonał / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymirski

Nazwa próbki / Name of the sample:			-	-	-
Nazwa badania / Name of the test:			VMC_24_6	VMC_24_7	VMC_24_12
Głębokość próbki / Specimen depth [m]			3.50-3.70	3.30-3.50	4.90-5.10
Początkowe efektywne naprężenie poziome / Initial effective radial stress	$\sigma'_h$	[kPa]	10	10	19
Początkowe efektywne naprężenie pionowe / Initial effective axial stress	$\sigma'_v$	[kPa]	2	-2	19
Efektywne naprężenie poziome na końcu etapu nasączenia / Final effective radial stress	$\sigma'_h$	[kPa]	19	20	19
Efektywne naprężenie pionowe na końcu etapu nasączenia / Final effective axial stress	$\sigma'_v$	[kPa]	19	20	19
Opis makroskopowy / Visual description			łt. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown	łt. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown	łt. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown

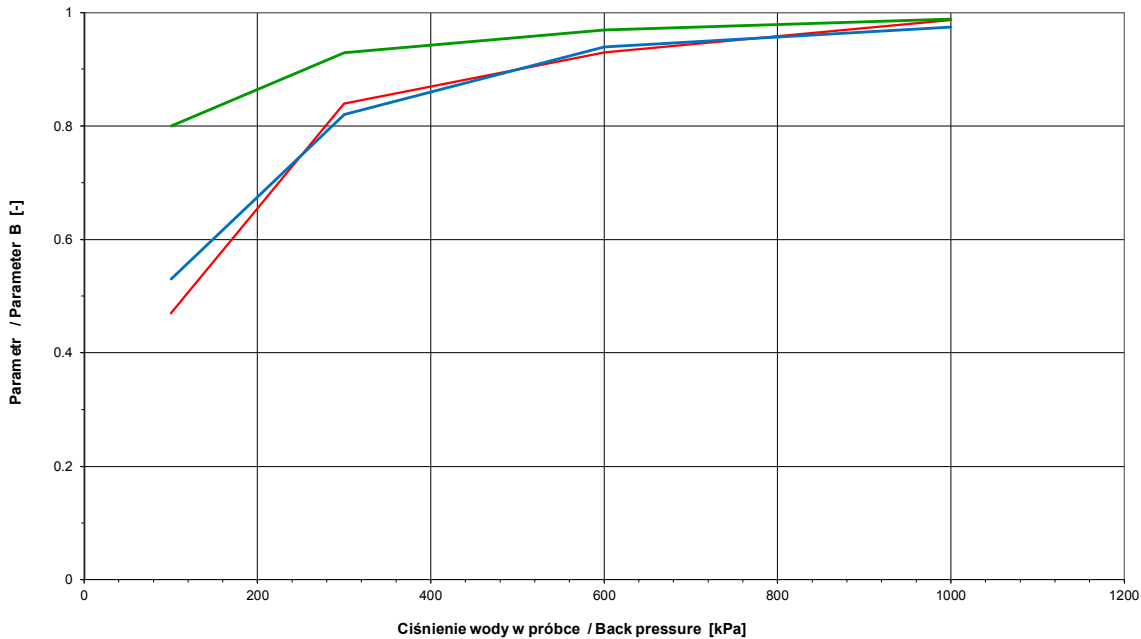


**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**NASĄCZANIE / SATURATION**

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	3.30-3.90; 4.90-5.10
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample_ID:	-
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample
Badanie wykonał / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiński

Nazwa próbki / Name of the sample :			-	-	-
Nazwa badania / Name of the test :			VMC_24_6	VMC_24_7	VMC_24_12
Głębokość próbki / Specimen depth [m]			3.50-3.70	3.30-3.50	4.90-5.10
PARAMETRY PO NASĄCZANIU / PARAMETERS AFTER SATURATION					
Ciśnienie w komorze / Cell pressure	$\sigma_c$	[kPa]	1019	1020	1019
Ciśnienie wyrównawcze / Back pressure	$u_b$	[kPa]	1000	1000	1000
Parametr Skempton / Skempton Parameter	B	[-]	0.99	0.98	0.99
Opis makroskopowy / Visual description			łt. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown	łt. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown	łt. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown

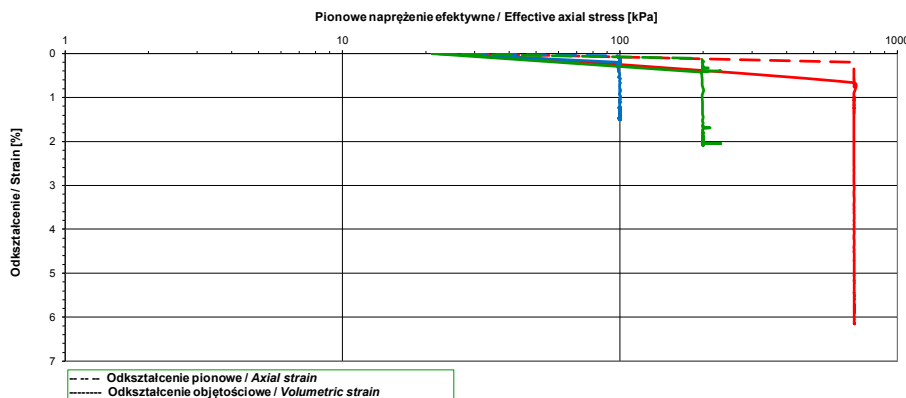
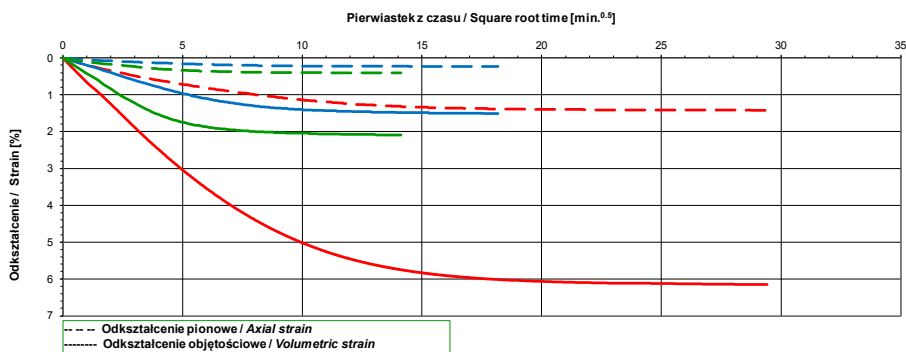


**BADANIA W APARacie TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**KONSOLIDACJA / CONSOLIDATION**

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	3.30-3.90; 4.90-5.10
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample ID:	-
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample
Badanie wykonane / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiński

Nazwa próbki / Name of the sample:	-	-	-
Nazwa badania / Name of the test:	VMC_24_6	VMC_24_7	VMC_24_12
Głębokość próbki / Specimen depth [m]	3.50-3.70	3.30-3.50	4.90-5.10
PARAMETRY PO KONSOLIDACJI / PARAMETERS AFTER CONSOLIDATION			
Ciśnienie w komorze / Cell pressure $\sigma_c$ [kPa]	1700	1100	1200
Ciśnienie porowe / Pore pressure $u$ [kPa]	1000	1000	1000
Efektywne naprężenie poziome / Effective radial stress $\sigma'_{hc}$ [kPa]	700	100	200
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress $\sigma'_{vc}$ [kPa]	700	100	200
Warunki drenażu / Drainage conditions	spiralna bibuła filtracyjna, drenaż z dwóch stron / spiral filter papers on side, top and base drainage		
Czas trwania konsolidacji / Consolidation time [min]	865	330	200
Przesunięcie pionowe / Axial displacement $\Delta h$ [mm]	1.96	0.33	0.58
Odkształcenie pionowe / Axial strain $\epsilon_v$ [%]	1.42	0.24	0.41
Zmiana objętości / Volume change $\Delta V$ [cm <sup>3</sup> ]	29.44	7.26	10.03
Prędkość odkształceń objętościowych przed ścinaniem / Rate of volumetric strain immediately prior to shearing [%/h]	0.0	0.0	0.0
Odkształcenie objętościowe / Volumetric strain $\epsilon_{vol}$ [%]	6.15	1.51	2.09
Wilgotność / Water content $w_c$ [%]	12.1	15.3	11.8
Gęstość objętościowa / Bulk density $\rho_c$ [Mg/m <sup>3</sup> ]	2.23	2.16	2.26
Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego / Dry density $\rho_{dc}$ [Mg/m <sup>3</sup> ]	2.02	1.89	2.03
Wskaźnik porowatości / Void ratio $e_c$ [-]	0.339	0.428	0.329
Stopień wilgotności / Degree of saturation $S_{rc}$ [%]	96	96	97
Opis makroskopowy / Visual description	Il. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown	Il. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown	Il. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown





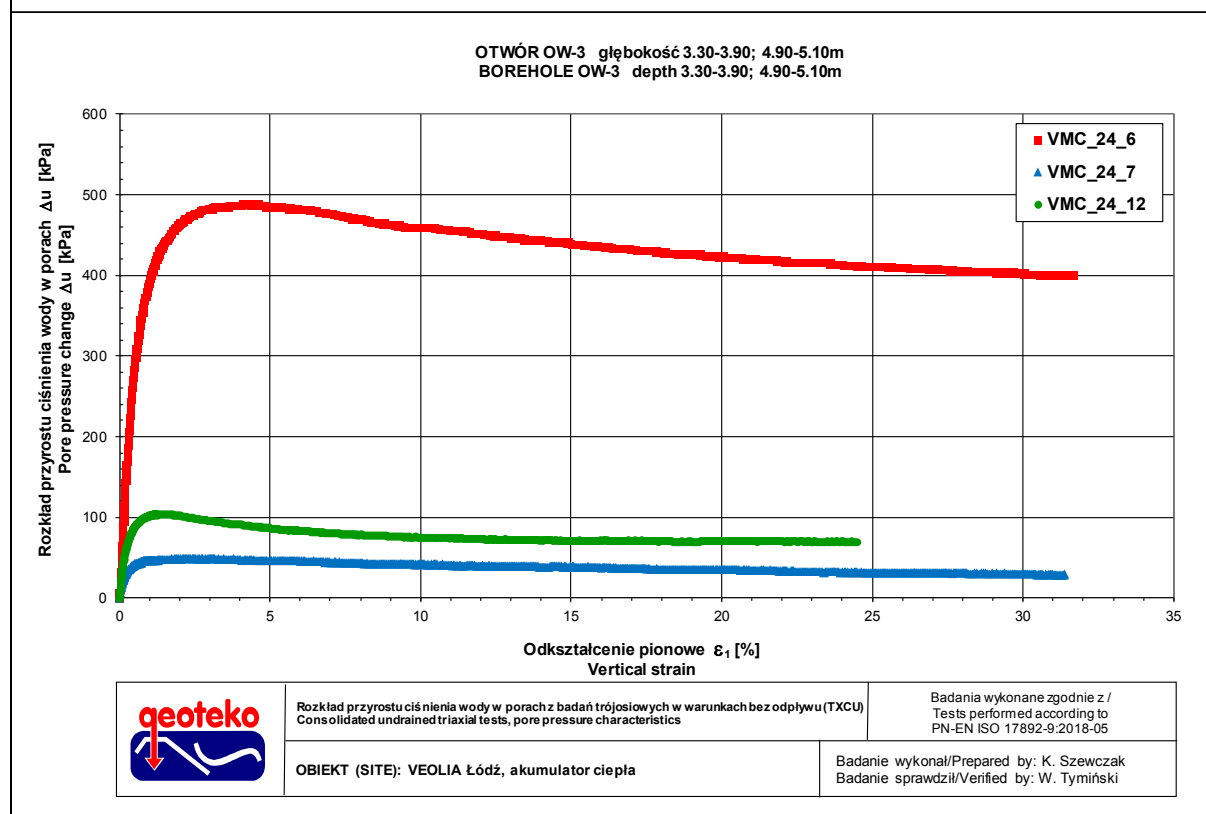
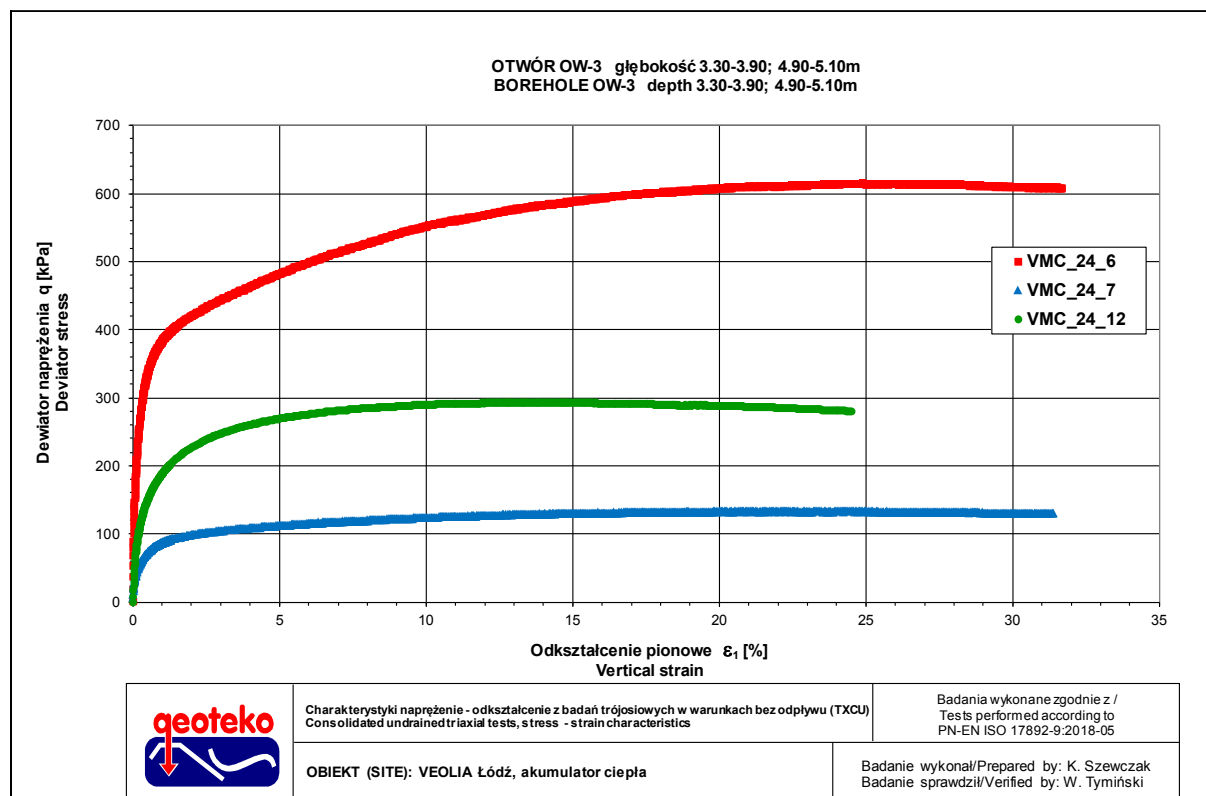
BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

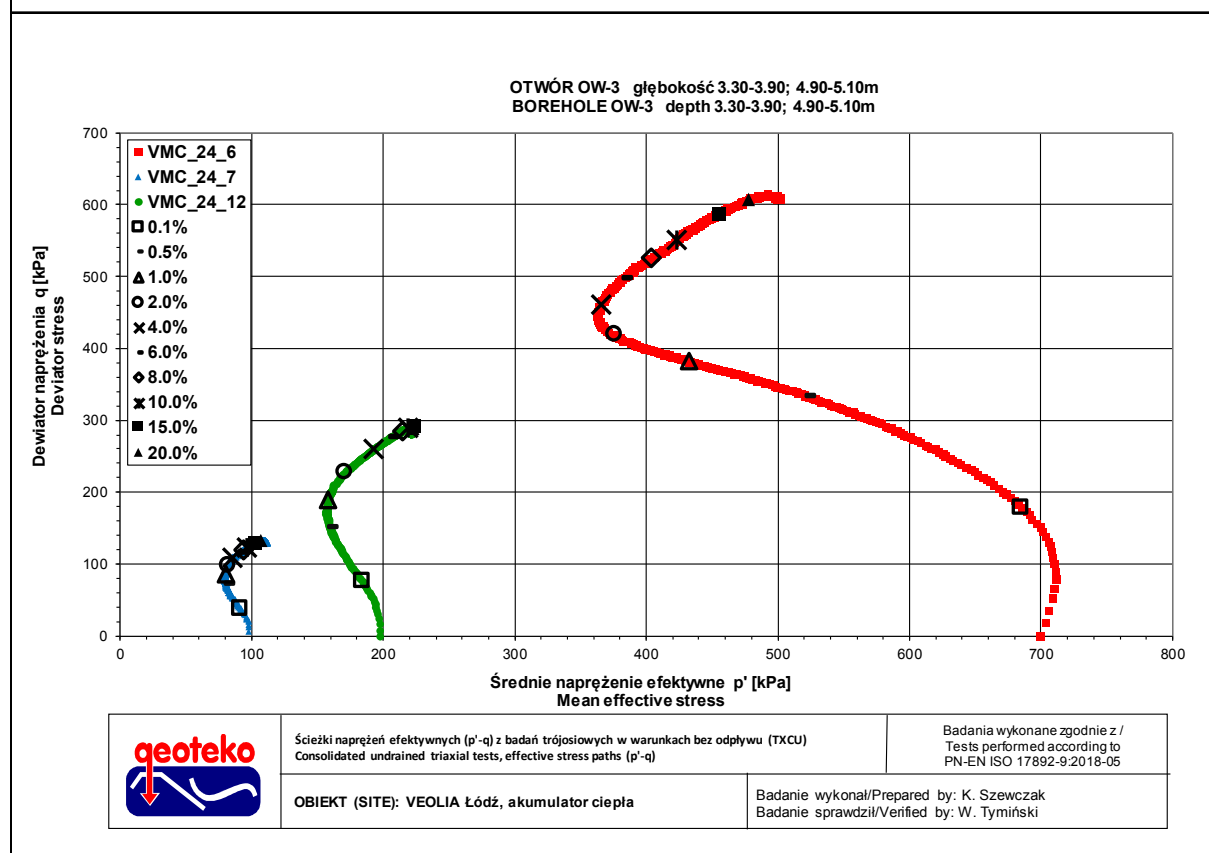
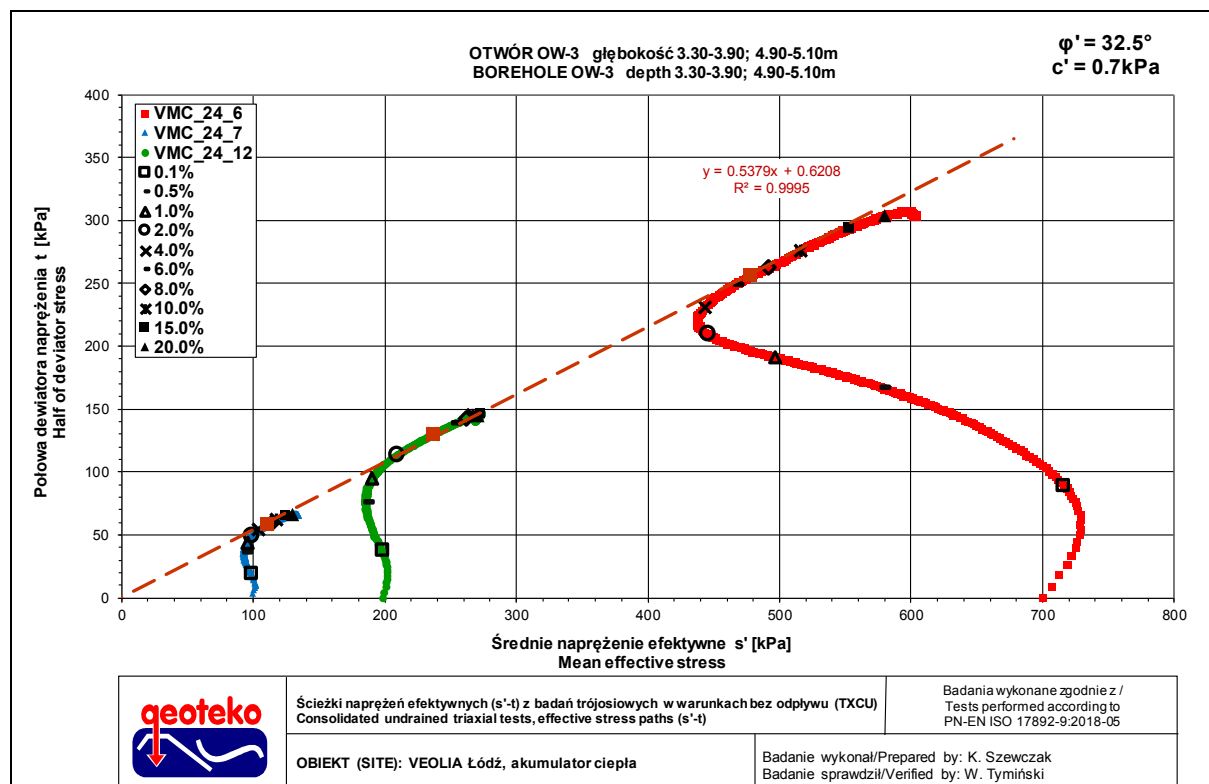
ŚCINANIE / SHEARING

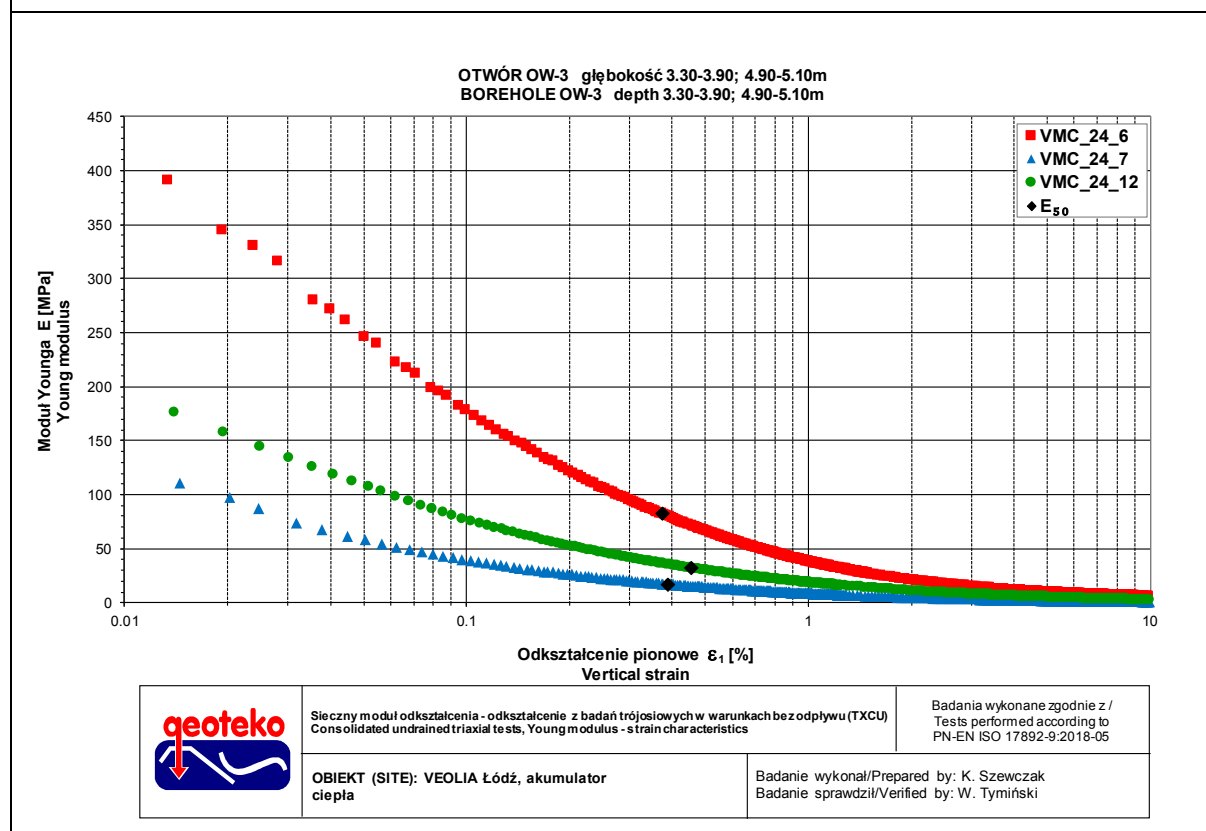
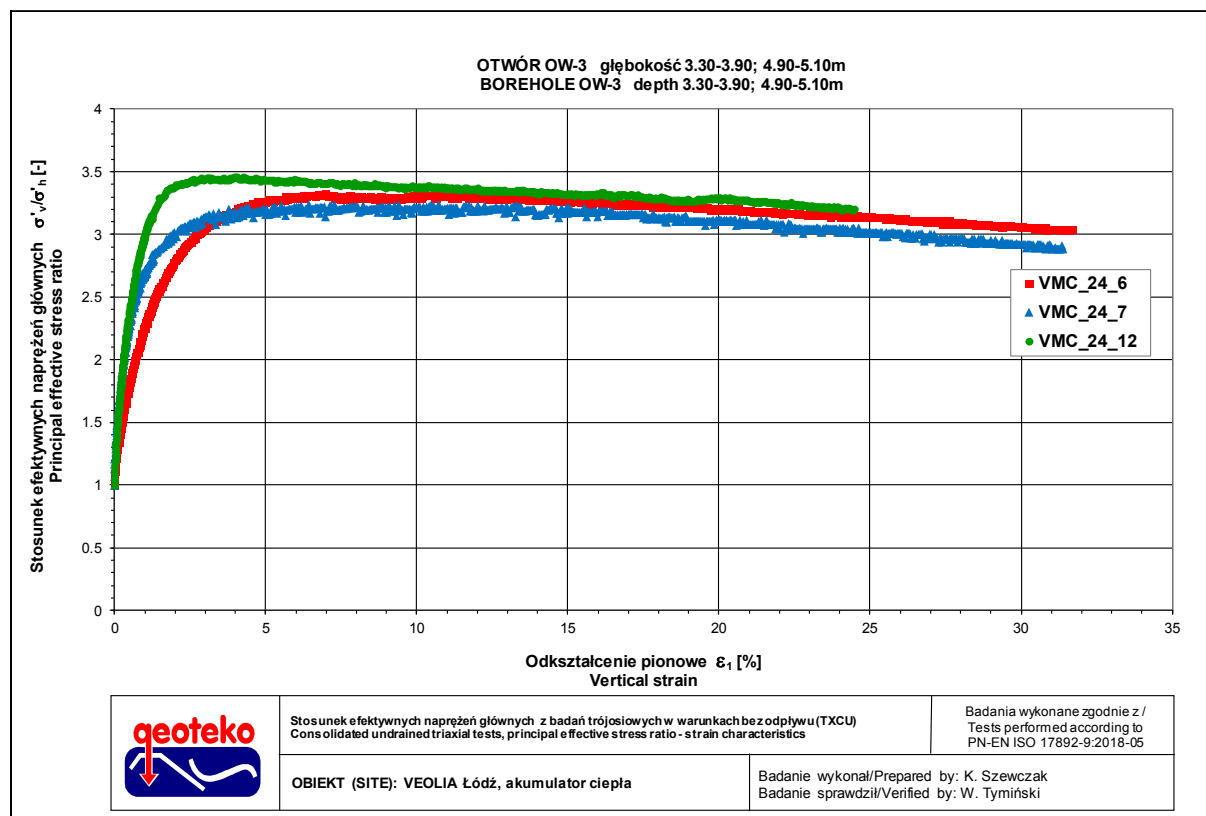
Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	3.30-3.90; 4.90-5.10
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample_ID:	-
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample
Badanie wykonał / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiński

Nazwa próbki / Name of the sample:	-	-	-
Nazwa badania / Name of the test:	VMC_24_6	VMC_24_7	VMC_24_12
Data zakończenia badania / Test end date:	2024-01-07	2024-01-08	2024-01-10
Głębokość próbki / Specimen depth	[m]		
	3.50-3.70	3.30-3.50	4.90-5.10
Początkowe efektywne naprężenie poziome / Initial effective radial stress	$\sigma'_{\text{h}}$ [kPa]	700	100
Początkowe efektywne naprężenie pionowe / Initial effective axial stress	$\sigma'_{\text{v}}$ [kPa]	700	100
		0.050	0.050
Prędkość ścinania / Rate of shearing	v [mm/min]	0.050	0.050
		2.21	2.16
		2.15	
Kryterium zniszczenia / Failure criteria		Maksymalny stosunek efektywnych naprężeń głównych / At peak principal effective stress ratio	
Dewiator naprężenia / Deviator stress	$q_t$ [kPa]	513	116
Odształcenie pionowe / Axial strain	$\varepsilon_{\text{at}}$ [%]	7.0	6.5
Przyrost ciśnienia wody w porach / Excess pore pressure	$\Delta U$ [kPa]	478	46
Efektywne naprężenie poziome / Effective radial stress	$\sigma'_{\text{h}}$ [kPa]	221	52
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress	$\sigma'_{\text{v}}$ [kPa]	734	168
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio	$\sigma'_{\text{v}} / \sigma'_{\text{h}}$ [-]	3.32	3.24
Polowa dewiatora naprężenia / Half of deviator stress	$q/2$ [kPa]	257	58
Srednie naprężenie efektywne / Mean effective stress	$s'$ [kPa]	478	110
Srednie naprężenie efektywne / Mean effective stress	$p'$ [kPa]	392	91
Parametr Skemptona / Skempton parameter	$A_v$ [-]	0.93	0.39
Kąt tarcia wewnętrznego / Friction angle	$\phi'$ [°]		32.5
Spójność / Cohesion	$c'$ [kPa]		0.7
Poprawka ze względu na bibułę filtracyjną / Corrections due filter papers	$(\Delta \sigma_{\text{h}})_{\text{fp}}$ [kPa]	spiralna bibuła filtracyjna - nie stosowano poprawek / spiral filter papers - no corrections	
Poprawka ze względu na membranę dla pionowego naprężenia całkowitego / Correction due membran for vertical stress	$(\Delta \sigma_{\text{v}})_{\text{m}}$ [kPa]	2	2
Poprawka ze względu na membranę dla poziomego naprężenia całkowitego / Correction due membran for horizontal stress	$(\Delta \sigma_{\text{h}})_{\text{m}}$ [kPa]	nie stosowano / not applied	
Kryterium zniszczenia / Failure criteria		10% odkształcenia pionowego / At 10% axial strain	
Dewiator naprężenia / Deviator stress	$q_t$ [kPa]	551	124
Odształcenie pionowe / Axial strain	$\varepsilon_{\text{at}}$ [%]	10.0	10.0
Przyrost ciśnienia wody w porach / Excess pore pressure	$\Delta U$ [kPa]	459	42
Efektywne naprężenie poziome / Effective radial stress	$\sigma'_{\text{h}}$ [kPa]	240	56
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress	$\sigma'_{\text{v}}$ [kPa]	791	180
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio	$\sigma'_{\text{v}} / \sigma'_{\text{h}}$ [-]	3.30	3.21
Polowa dewiatora naprężenia / Half of deviator stress	$q/2$ [kPa]	276	62
Srednie naprężenie efektywne / Mean effective stress	$s'$ [kPa]	516	118
Srednie naprężenie efektywne / Mean effective stress	$p'$ [kPa]	424	97
Parametr Skemptona / Skempton parameter	$A_v$ [-]	0.83	0.34
Maksymalny dewiator naprężenia / Maximum deviator stress	$q_{\text{MAX}}$ [kPa]	615	133
Moduł $E_{50}$ / Modulus $E_{50}$	$E_{50}$ [MPa]	82.1	17.1
Odształcenie pionowe dla 50% maksymalnego dewiatora / Strain at 50% peak deviator stress	$\varepsilon_{50}$ [%]	0.4	0.4
Zdjęcie próbek po badaniu / Photo of the samples after test			
Opis makroskopowy / Visual description	Ił z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy very sandy, silty CLAY, firm, brown		
Ziarna > 1/6 średnicy próbki / Grains > 1/6 diameter of specimen:	występowały / occur	nie występowały / absent	nie występowały / absent
Ziarna > 1/10 średnicy próbki / Grains > 1/10 diameter of specimen:	występowały / occur	występowały / occur	występowały / occur
Typ zniszczenia / Mode of failure:	Beczka / Barrel	Beczka / Barrel	Beczka / Barrel
Uwagi / Remarks: Badanie VMC_24_12 wykonano na próbce z OW-3 z głębokości 4.90-5.10. Test VMC_24_12 was made on sample OW-3 from depth 4.90-5.10.			












**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**INFORMACJE OGÓLNE / GENERAL INFORMATION**

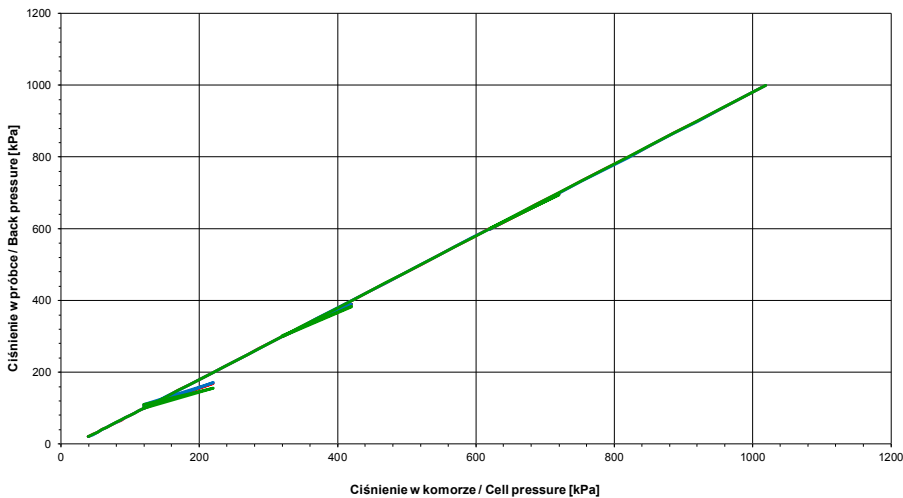
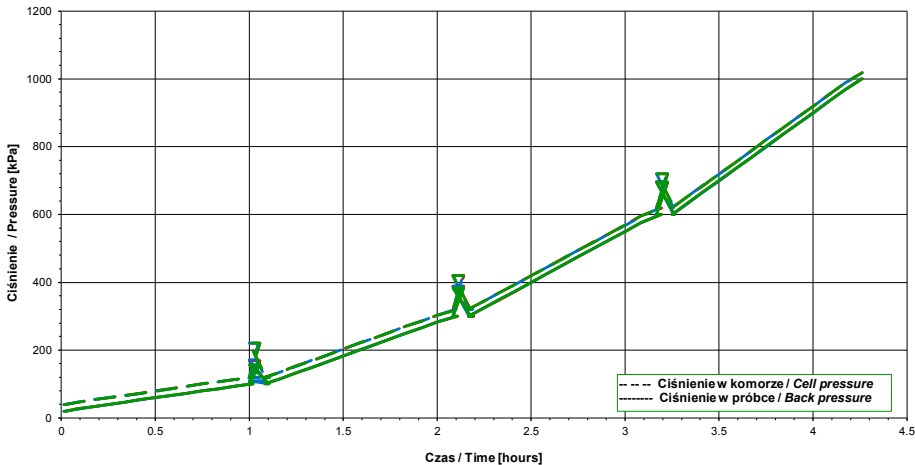
Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	4.00-4.60
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample_ID:	-
Typ próbki / Sample type:	TW - Próbnik cienkościenny / Thin walled push in sample
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample
Badanie wykonał / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiński

Nazwa próbki / Name of the sample :			-	-	-
Nazwa badania / Name of the test :			VMC_24_8	VMC_24_9	VMC_24_10
Data rozpoczęcia badania / Test start date :			2024-01-07	2024-01-08	2024-01-09
Głębokość podpróbki / Specimen depth	[m]		4.00-4.20	4.45-4.60	4.30-4.45
POCZĄTKOWE PARAMETRY PRÓBKII / INITIAL SPECIMEN PARAMETERS					
Masa próbki / Sample mass	m	[g]	1028.9	1044.2	1045.4
Średnica próbki / Diameter	D <sub>i</sub>	[mm]	66.1	66.1	66.1
Powierzchnia próbki / Area	A <sub>i</sub>	[mm <sup>2</sup> ]	3433	3430	3433
Wysokość próbki / Height	H <sub>i</sub>	[mm]	140.0	140.0	140.0
Gęstość objętościowa / Bulk density	ρ <sub>i</sub>	[Mg/m <sup>3</sup> ]	2.14	2.17	2.17
Wilgotność / Water content	w <sub>i</sub>	[%]	14.6	13.9	14.7
Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego / Dry density	ρ <sub>di</sub>	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1.87	1.91	1.90
Gęstość właściwa (założona) / Particle density (assumed)	ρ <sub>s</sub>	[Mg/m <sup>3</sup> ]	2.70	2.70	2.70
Wskaźnik porowatości / Void ratio	e <sub>i</sub>	[-]	0.445	0.414	0.424
Stopień wilgotności / Degree of saturation	Sr <sub>i</sub>	[%]	88	91	94
Zdjęcie próbek przed badaniem / Photo of the samples before test					
Opis makroskopowy / Visual description			il. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy	il. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy	il. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy
			very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown	very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown	very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown
Ziarna > 1/6 średnicy próbki / Grains > 1/6 diameter of specimen:			nie występowały / absent	występowały / occur	występowały / occur
Ziarna > 1/10 średnicy próbki / Grains > 1/10 diameter of specimen:			występowały / occur	występowały / occur	występowały / occur
Uwagi / Remarks:					

**BADANIA W APARacie TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**NASĄCZANIE / SATURATION**

Obiekt / Site:		VEOLIA Łódź, akumulator ciepła		
Otwór / Borehole:		OW-3		
Głębokość / Depth [m]:		4.00-4.60		
Numer próbek / Specimen reference:		-		
Numer próbki / Sample ID:		-		
Rodzaj próbki / Sample conditions:		Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample		
Badanie wykonał / Prepared by:		K. Szewczak		
Badanie sprawdził / Verified by:		W. Tymiński		
Nazwa próbki / Name of the sample:		-	-	-
Nazwa badania / Name of the test:		VMC_24_8	VMC_24_9	VMC_24_10
Głębokość próbki / Specimen depth [m]		4.00-4.20	4.45-4.60	4.30-4.45
Początkowe efektywne naprężenie poziome / Initial effective radial stress		$\sigma'_h$ [kPa]	20	19
Początkowe efektywne naprężenie pionowe / Initial effective axial stress		$\sigma'_v$ [kPa]	18	20
Efektywne naprężenie poziome na końcu etapu nasączenia / Final effective radial stress		$\sigma'_h$ [kPa]	19	19
Efektywne naprężenie pionowe na końcu etapu nasączenia / Final effective axial stress		$\sigma'_v$ [kPa]	19	19
Opis makroskopowy / Visual description		Ił z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy / very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown		

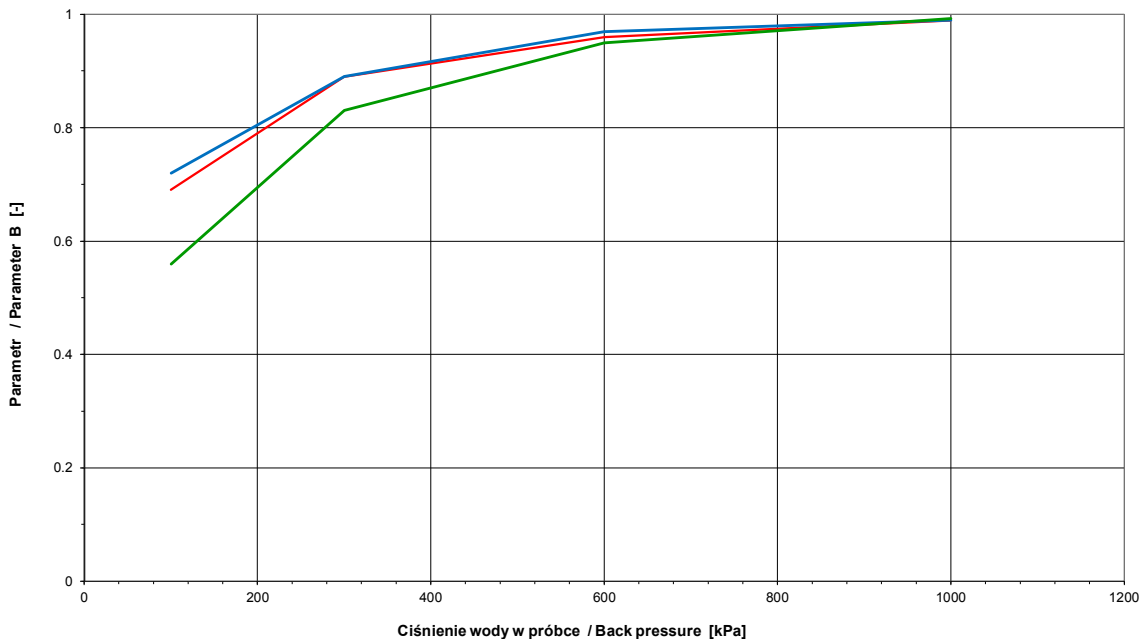


**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**NASĄCZANIE / SATURATION**

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	4.00-4.60
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample_ID:	-
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample
Badanie wykonał / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiński

Nazwa próbki / Name of the sample :			-	-	-
Nazwa badania / Name of the test :			VMC_24_8	VMC_24_9	VMC_24_10
Głębokość próbki / Specimen depth	[m]		4.00-4.20	4.45-4.60	4.30-4.45
PARAMETRY PO NASĄCZANIU / PARAMETERS AFTER SATURATION					
Ciśnienie w komorze / Cell pressure	$\sigma_c$	[kPa]	1019	1019	1019
Ciśnienie wyrównawcze / Back pressure	$u_b$	[kPa]	1000	1000	1000
Parametr Skempton / Skempton Parameter	B	[-]	0.99	0.99	0.99
Opis makroskopowy / Visual description			Il. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy / very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown	Il. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy / very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown	Il. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy / very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown

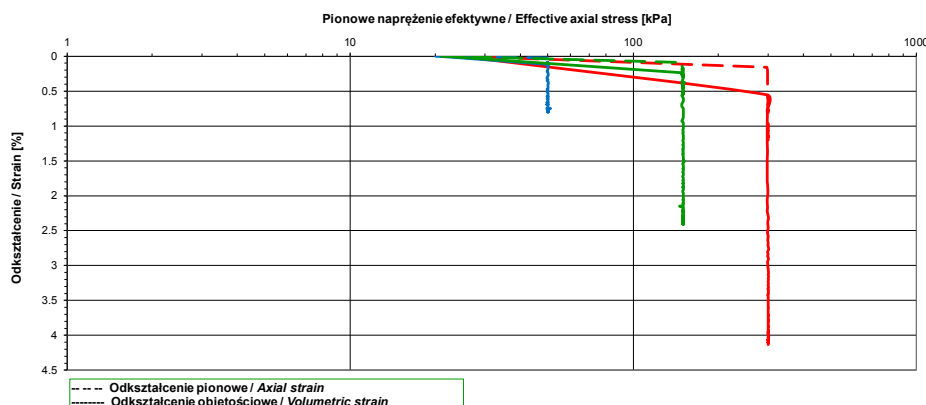
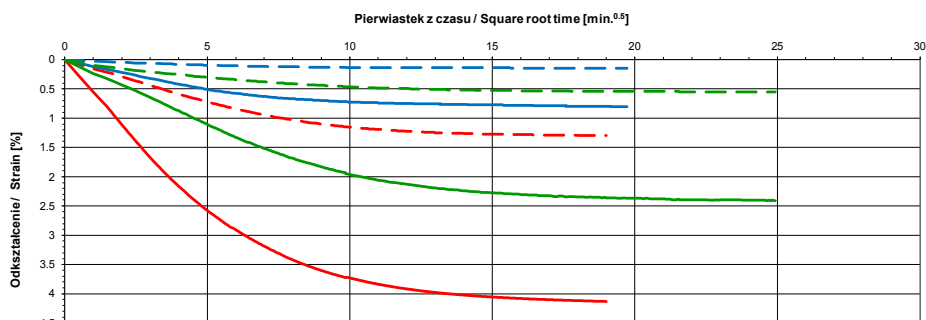


BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

KONSOLIDACJA / CONSOLIDATION

Obiekt / Site:	VEOLIA tódz, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	4.00-4.60
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample_ID:	-
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample
Badanie wykonał / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiński

Nazwa próbki / Name of the sample:		-	-	-
Nazwa badania / Name of the test:		VMC_24_8	VMC_24_9	VMC_24_10
Głębokość próbki / Specimen depth	[m]	4.00-4.20	4.45-4.60	4.30-4.45
PARAMETRY PO KONSOLIDACJI / PARAMETERS AFTER CONSOLIDATION				
Ciśnienie w komorze / Cell pressure	$\sigma_c$ [kPa]	1300	1050	1150
Ciśnienie porowe / Pore pressure	u [kPa]	1000	1000	1000
Efektywne naprężenie poziome / Effective radial stress	$\sigma'_{hc}$ [kPa]	300	50	150
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress	$\sigma'_{vc}$ [kPa]	300	50	150
Warunki drenazu / Drainage conditions		spiralna bibuła filtracyjna, drenaz z dwóch stron / spiral filter papers on side, top and base drainage		
Czas trwania konsolidacji / Consolidation time	[min]	361	389	622
Przemieszczenie pionowe / Axial displacement	$\Delta h$ [mm]	1.81	0.20	0.77
Odształcenie pionowe / Axial strain	$\epsilon_v$ [%]	1.30	0.14	0.55
Zmiana objętości / Volume change	$\Delta V$ [cm <sup>3</sup> ]	19.86	3.87	11.57
Prędkość odształcen objętościowych przed ścinaniem / Rate of volumetric strain immediately prior to shearing	[%/h]	0.0	0.0	0.0
Odształcenie objętościowe / Volumetric strain	$\epsilon_{vol}$ [%]	4.13	0.81	2.41
Wilgotność / Water content	w <sub>c</sub> [%]	13.6	14.5	14.0
Gęstość objętościowa / Bulk density	$\rho_c$ [Mg/m <sup>3</sup> ]	2.19	2.18	2.20
Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego / Dry density	$\rho_{sc}$ [Mg/m <sup>3</sup> ]	1.95	1.92	1.94
Wskaźnik porowatości / Void ratio	e <sub>c</sub> [-]	0.386	0.403	0.389
Stopień wilgotności / Degree of saturation	Sr <sub>c</sub> [%]	95	97	97
Opis makroskopowy / Visual description		It. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy / very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown	It. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy / very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown	It. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy / very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown








BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05

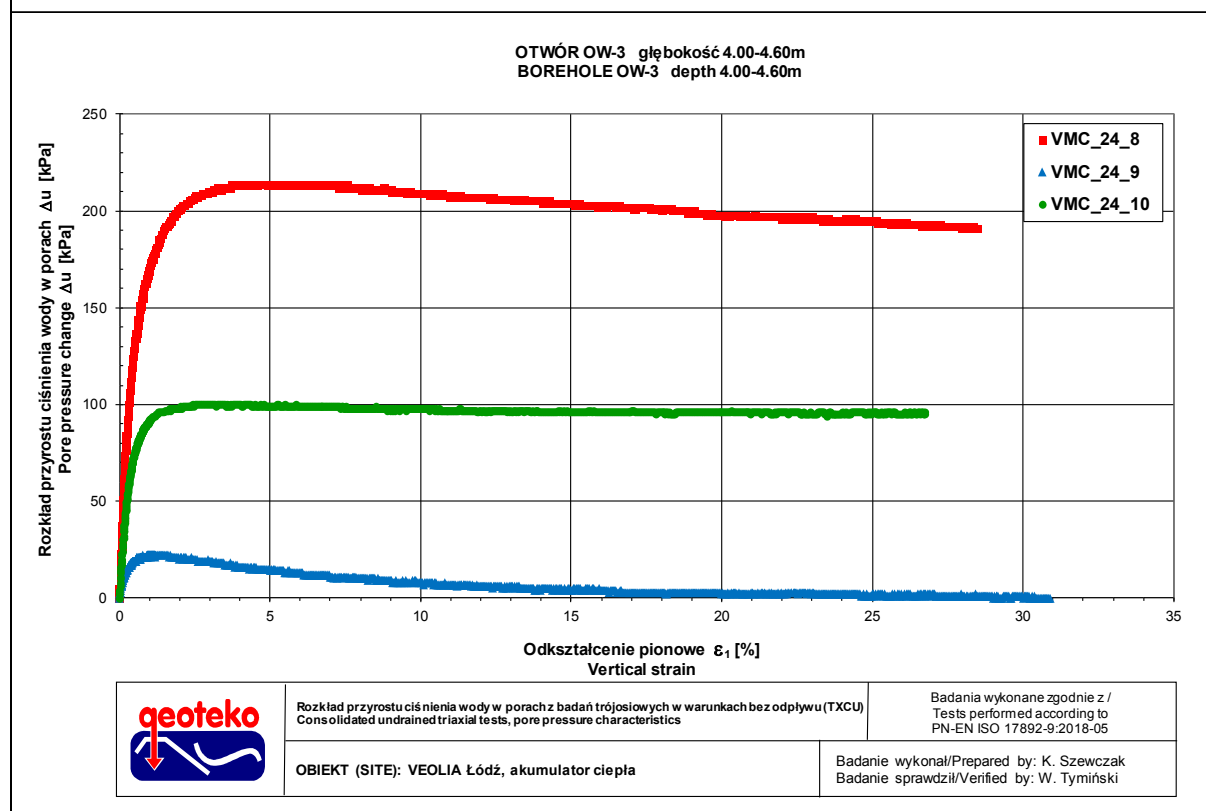
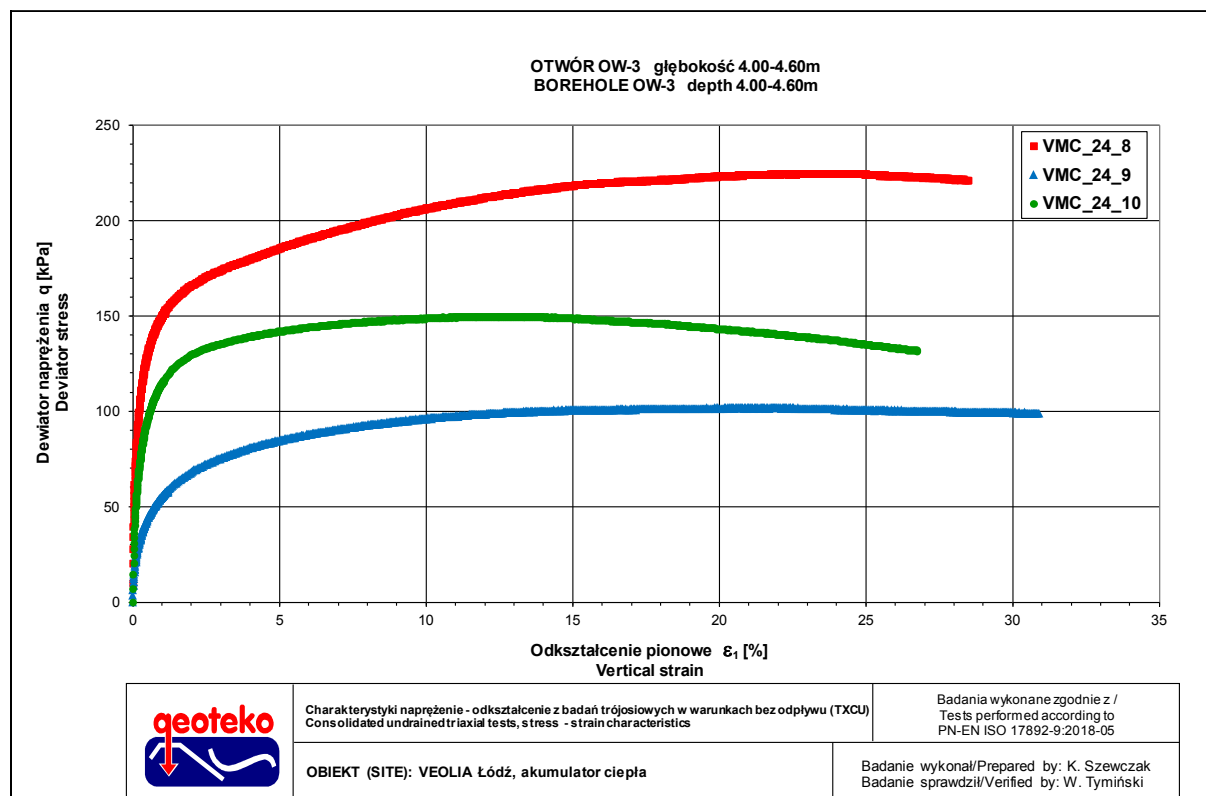
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

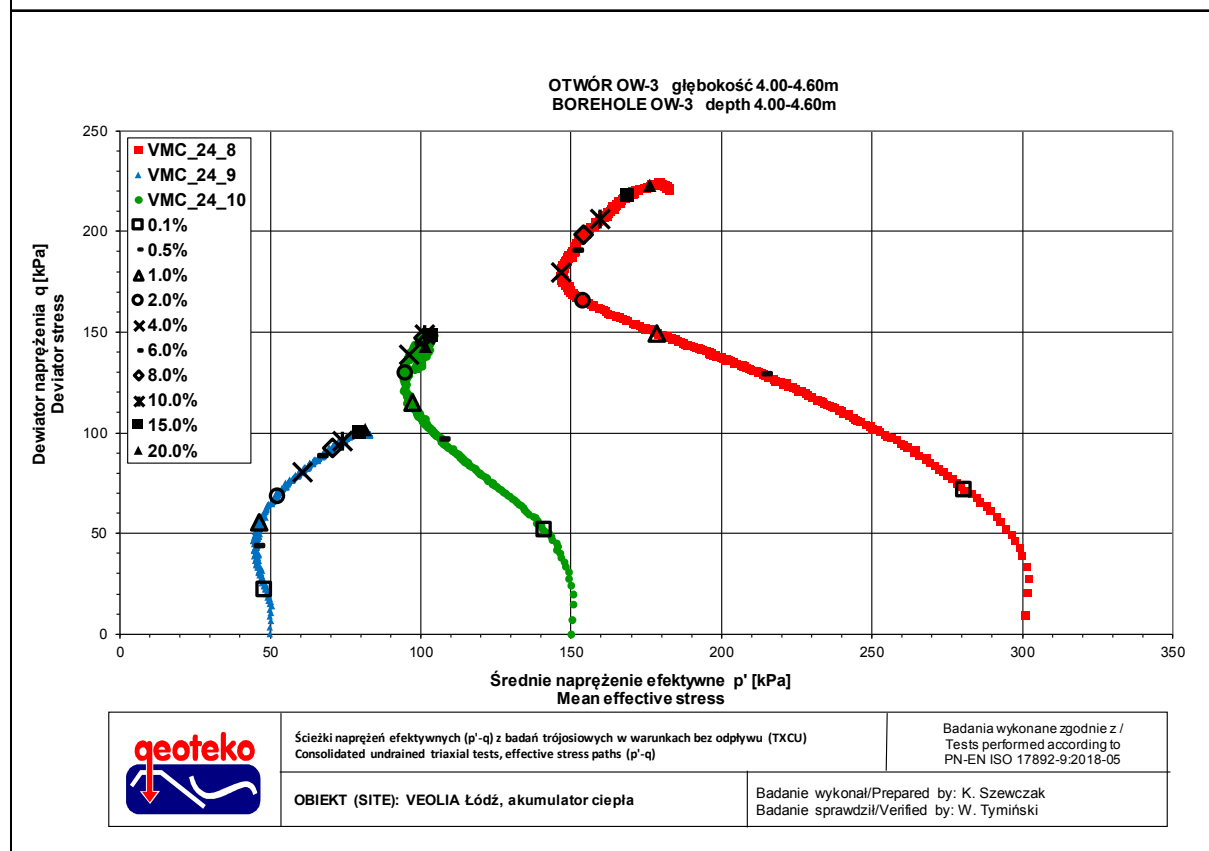
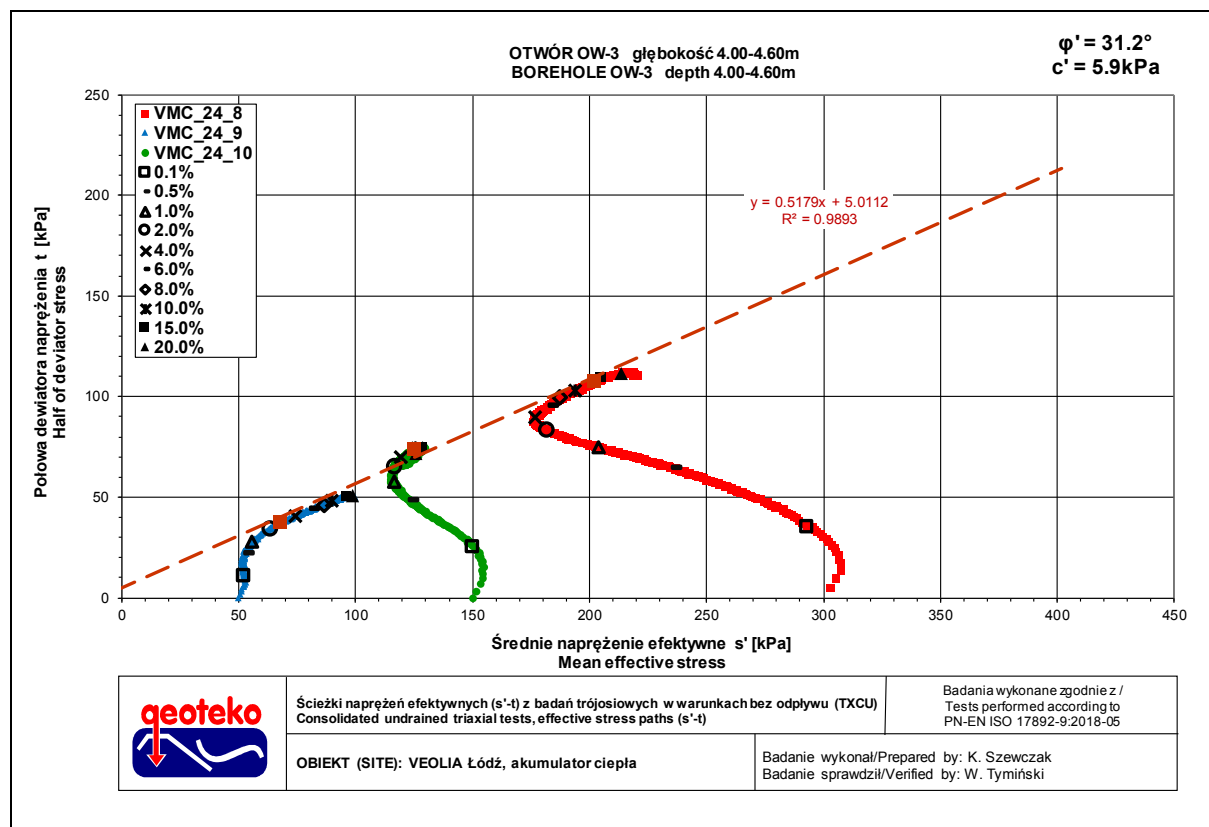
ŚCINANIE / SHEARING

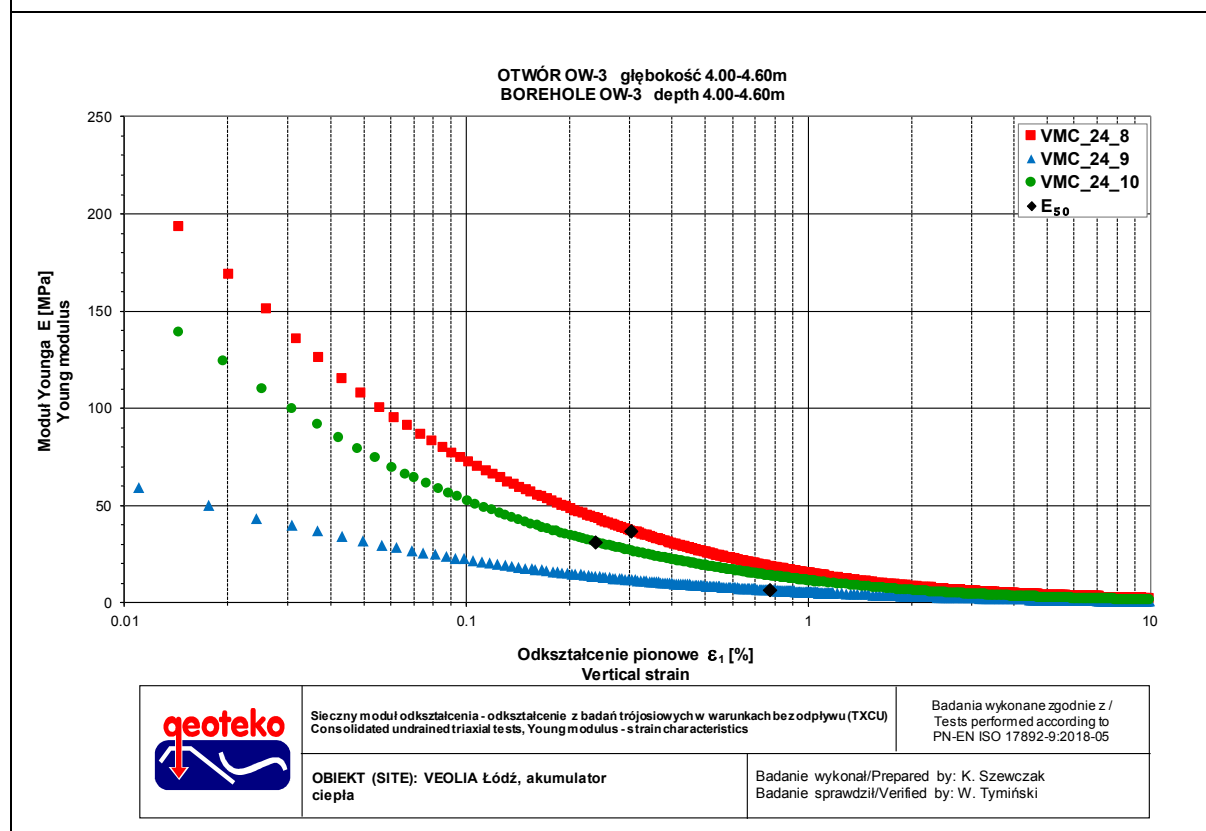
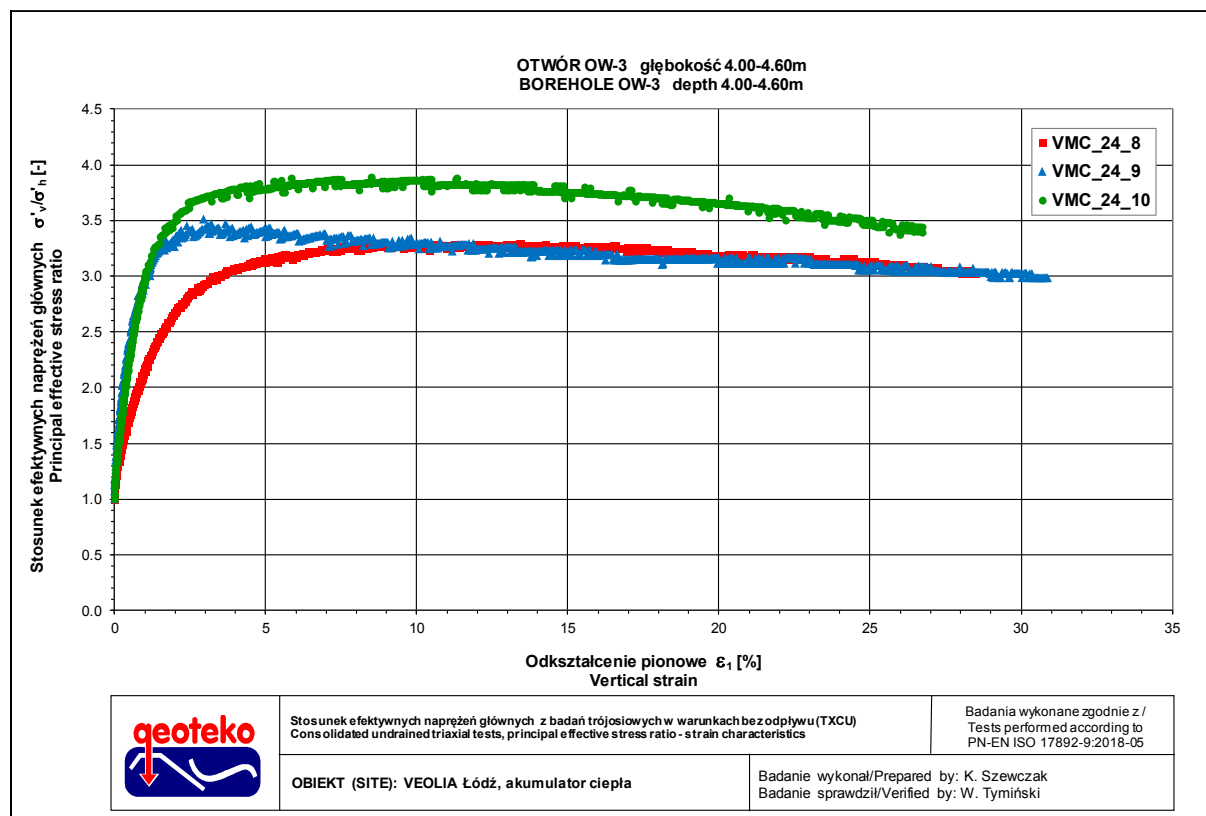
Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	4.00-4.60
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample ID:	-
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample
Badanie wykonał / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiński

Nazwa próbki / Name of the sample:		-	-	-
Nazwa badania / Name of the test:		VMC_24_8	VMC_24_9	VMC_24_10
Data zakończenia badania / Test end date:		2024-01-08	2024-01-09	2024-01-11
Głębokość próbki / Specimen depth [m]		4.00-4.20	4.45-4.60	4.30-4.45
Początkowe efektywne naprężenie poziome / Initial effective radial stress	$\sigma'_h$ [kPa]	300	50	150
Początkowe efektywne naprężenie pionowe / Initial effective axial stress	$\sigma'_v$ [kPa]	300	50	150
Prędkość ścinania / Rate of shearing	V [mm/min]	0.050	0.050	0.050
	[%/h]	2.18	2.21	2.16
Kryterium zniszczenia / Failure criteria		Maksymalny stosunek efektywnych naprężeń głównych / At peak principal effective stress ratio		
Dewiator naprężenia / Deviator stress	$q_t$ [kPa]	215	75	148
Odształcenie pionowe / Axial strain	$\varepsilon_{vt}$ [%]	13.4	2.9	8.5
Przyrost ciśnienia wody w porach / Excess pore pressure	$\Delta U$ [kPa]	206	20	99
Efektywne naprężenie poziome / Effective radial stress	$\sigma'_{ht}$ [kPa]	94	30	51
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress	$\sigma'_{vt}$ [kPa]	309	105	199
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio	$\sigma'_{vt} / \sigma'_{ht}$ [-]	3.29	3.51	3.90
Półowa dewiatora naprężenia / Half of deviator stress	$q/2$ [kPa]	108	38	74
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress $s'$	$s'_t$ [kPa]	202	68	125
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress $p'$	$p'_t$ [kPa]	166	55	100
Parametr Skemptona / Skempton parameter $A_v$	$\Delta U / \Delta q_t$ [-]	0.96	0.27	0.67
Kąt tarcia wewnętrznego / Friction angle	$\phi'$ [°]	31.2		
Spójność / Cohesion	$c'$ [kPa]	5.9		
Poprawka ze względu na bibułę filtracyjną / Corrections due filter papers	$(\Delta \sigma'_{vt})_{fp}$ [kPa]	spiralna bibuła filtracyjna - nie stosowano poprawek / spiral filter papers - no corrections		
Poprawka ze względu na membranę dla pionowego naprężenia całkowitego / Correction due membran for vertical stress	$(\Delta \sigma'_{vt})_{m}$ [kPa]	5	1	3
Poprawka ze względu na membranę dla poziomego naprężenia całkowitego / Correction due membran for horizontal stress	$(\Delta \sigma'_{ht})_{m}$ [kPa]	nie stosowano / not applied		
Kryterium zniszczenia / Failure criteria		10% odkształcenia pionowego / At 10% axial strain		
Dewiator naprężenia / Deviator stress	$q_t$ [kPa]	206	96	149
Odształcenie pionowe / Axial strain	$\varepsilon_{vt}$ [%]	10.0	10.0	10.0
Przyrost ciśnienia wody w porach / Excess pore pressure	$\Delta U$ [kPa]	209	8	98
Efektywne naprężenie poziome / Effective radial stress	$\sigma'_{ht}$ [kPa]	91	42	52
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress	$\sigma'_{vt}$ [kPa]	297	138	201
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio	$\sigma'_{vt} / \sigma'_{ht}$ [-]	3.27	3.29	3.86
Półowa dewiatora naprężenia / Half of deviator stress	$q/2$ [kPa]	103	48	74
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress $s'$	$s'_t$ [kPa]	194	90	126
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress $p'$	$p'_t$ [kPa]	160	74	102
Parametr Skemptona / Skempton parameter $A_v$	$\Delta U / \Delta q_t$ [-]	1.01	0.08	0.66
Maksymalny dewiator naprężenia / Maximum deviator stress	$q_{ult,AX}$ [kPa]	225	102	150
Moduł $E_{50}$ / Modulus $E_{50}$	$E_{50}$ [MPa]	36.9	6.6	31.2
Odształcenie pionowe dla 50% maksymalnego dewiatora / Strain at 50 % peak deviator stress	$\varepsilon_{50}$ [%]	0.3	0.8	0.2
Zdjęcie próbek po badaniu / Photo of the samples after test				
Opis makroskopowy / Visual description		IL z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown	IL z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown	IL z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown
Ziarna > 1/6 średnicy próbki / Grains > 1/6 diameter of specimen:		nie występowały / absent	występowały / occur	występowały / occur
Ziarna > 1/10 średnicy próbki / Grains > 1/10 diameter of specimen:		występowały / occur	występowały / occur	występowały / occur
Typ zniszczenia / Mode of failure:		Beczka / Barrel	Beczka / Barrel	Beczka / Barrel
Uwagi / Remarks:				












**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**INFORMACJE OGÓLNE / GENERAL INFORMATION**

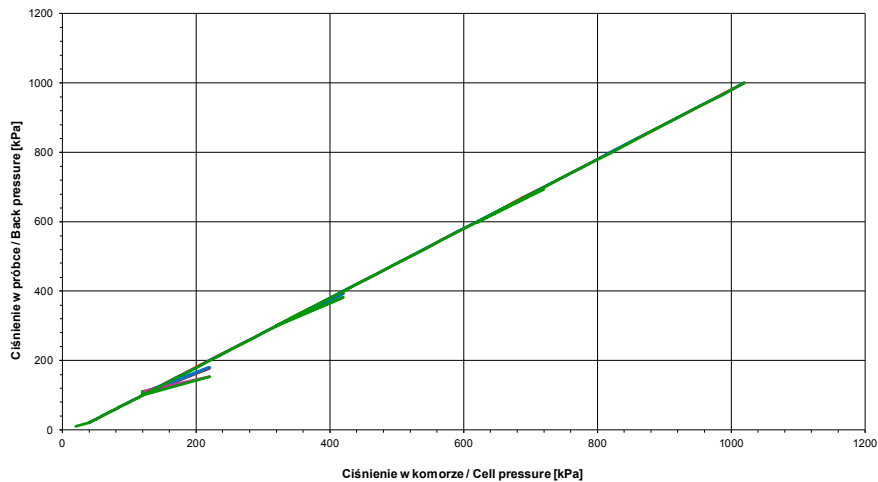
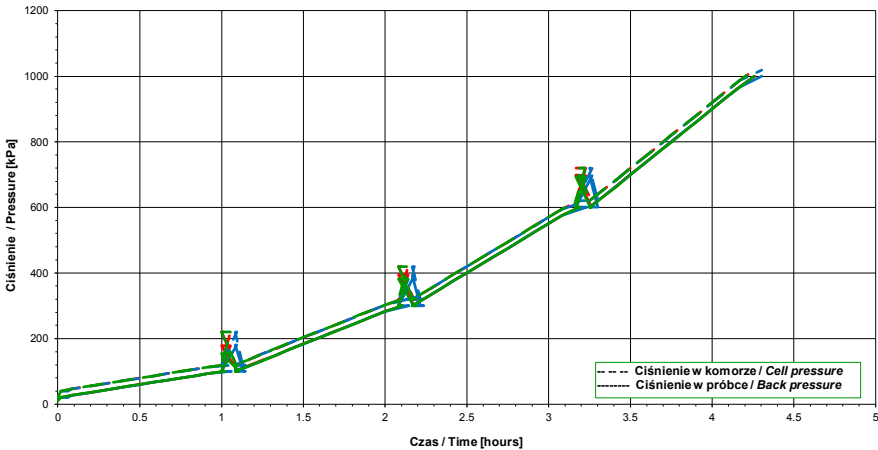
Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	4.90-5.30; 3.30-3.50
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample ID:	-
Typ próbki / Sample type:	TW - Próbnik cienkościenny / Thin walled push in sample
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample
Badanie wykonał / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiński

Nazwa próbki / Name of the sample :			-	-	-
Nazwa badania / Name of the test :			VMC_24_11	VMC_24_12	VMC_24_7
Data rozpoczęcia badania / Test start date :			2024-01-08	2024-01-09	2024-01-07
Głębokość podpróbki / Specimen depth	[m]		5.10-5.30	4.90-5.10	3.30-3.50
POCZĄTKOWE PARAMETRY PRÓBKII / INITIAL SPECIMEN PARAMETERS					
Masa próbki / Sample mass	m	[g]	1086.0	1070.2	1030.9
Średnica próbki / Diameter	D <sub>i</sub>	[mm]	65.8	66.0	66.2
Powierzchnia próbki / Area	A <sub>i</sub>	[mm <sup>2</sup> ]	3402	3416	3444
Wysokość próbki / Height	H <sub>i</sub>	[mm]	139.7	140.3	140.0
Gęstość objętościowa / Bulk density	ρ <sub>i</sub>	[Mg/m <sup>3</sup> ]	2.28	2.23	2.14
Wilgotność / Water content	w <sub>i</sub>	[%]	11.4	12.2	14.8
Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego / Dry density	ρ <sub>di</sub>	[Mg/m <sup>3</sup> ]	2.05	1.99	1.86
Gęstość właściwa (założona) / Particle density (assumed)	ρ <sub>s</sub>	[Mg/m <sup>3</sup> ]	2.70	2.70	2.70
Wskaźnik porowatości / Void ratio	e <sub>i</sub>	[-]	0.316	0.357	0.450
Stopień wilgotności / Degree of saturation	Sr <sub>i</sub>	[%]	97	93	89
Zdjęcie próbek przed badaniem / Photo of the samples before test					
Opis makroskopowy / Visual description			łł. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy	łł. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy	łł. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy
			very sandy, silty CLAY, firm, brown	very sandy, silty CLAY, firm, brown	very sandy, silty CLAY, firm, brown
Ziarna > 1/6 średnicy próbki / Grains > 1/6 diameter of specimen:			występowały / occur	nie występowały / absent	nie występowały / absent
Ziarna > 1/10 średnicy próbki / Grains > 1/10 diameter of specimen:			występowały / occur	występowały / occur	występowały / occur
Uwagi / Remarks: Badanie VMC_24_7 wykonano na próbce z OW-3 z głębokości 3.30-3.50. Test VMC_24_7 was made on sample OW-3 from depth 3.30-3.50.					

BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

NASACZANIE / SATURATION

Obiekt / Site:			VEOLIA Łódź, akumulator ciepła		
Otwór / Borehole:			OW-3		
Głębokość / Depth [m]:			4.90-5.30; 3.30-3.50		
Numer próbki / Specimen reference:			-		
Numer próbki / Sample ID:			-		
Rodzaj próbki / Sample conditions:			Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample		
Badanie wykonał / Prepared by:			K. Szewczak		
Badanie sprawdził / Verified by:			W. Tymiński		
Nazwa próbki / Name of the sample:			-	-	-
Nazwa badania / Name of the test:			VMC_24_11	VMC_24_12	VMC_24_7
Głębokość podpróbki / Specimen depth		[m]	5.10-5.30	4.90-5.10	3.30-3.50
Początkowe efektywne naprężenie poziome / Initial effective radial stress		$\sigma'_h$ [kPa]	19	19	10
Początkowe efektywne naprężenie pionowe / Initial effective axial stress		$\sigma'_v$ [kPa]	19	19	-2
Efektywne naprężenie poziome na końcu etapu nasączania / Final effective radial stress		$\sigma'_h$ [kPa]	20	19	20
Efektywne naprężenie pionowe na końcu etapu nasączania / Final effective axial stress		$\sigma'_v$ [kPa]	20	19	20
Opis makroskopowy / Visual description			Il. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown	Il. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown	Il. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown

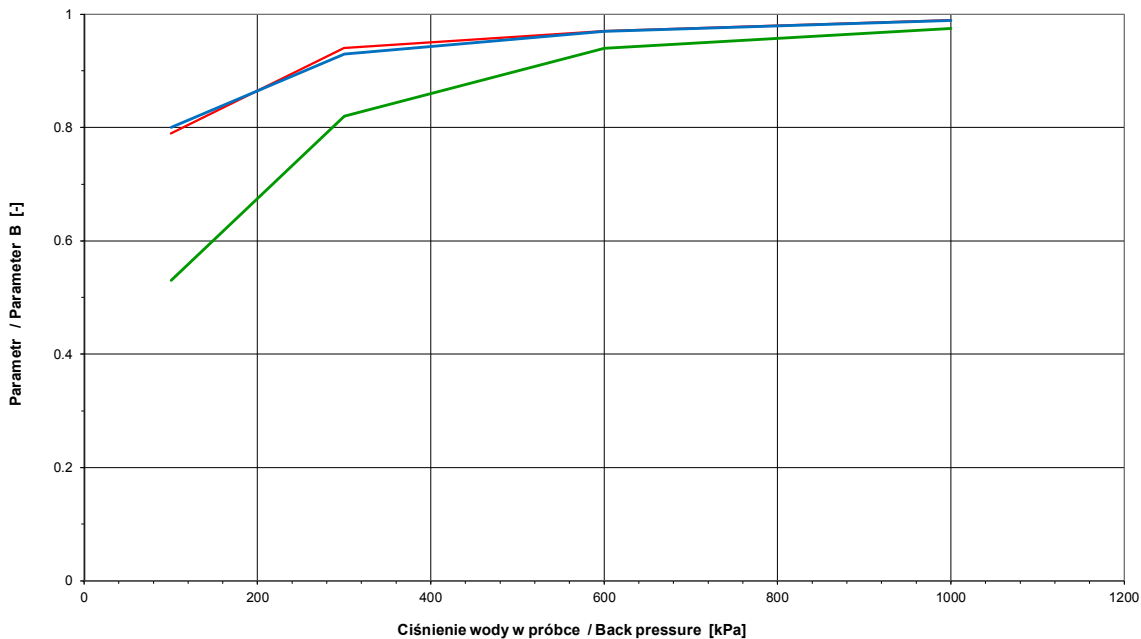


**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**NASĄCZANIE / SATURATION**

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	4.90-5.30; 3.30-3.50
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample_ID:	-
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample
Badanie wykonał / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiński

Nazwa próbki / Name of the sample :			-	-	-
Nazwa badania / Name of the test :			VMC_24_11	VMC_24_12	VMC_24_7
Głębokość próbki / Specimen depth	[m]		5.10-5.30	4.90-5.10	3.30-3.50
PARAMETRY PO NASĄCZANIU / PARAMETERS AFTER SATURATION					
Ciśnienie w komorze / Cell pressure	$\sigma_c$	[kPa]	1020	1019	1020
Ciśnienie wyrównawcze / Back pressure	$u_b$	[kPa]	1000	1000	1000
Parametr Skempton / Skempton Parameter	B	[-]	0.99	0.99	0.98
Opis makroskopowy / Visual description			łt. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown	łt. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown	łt. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown



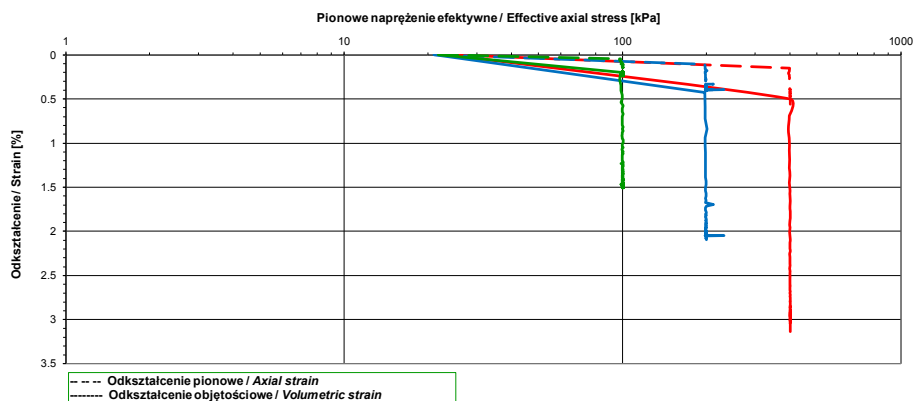
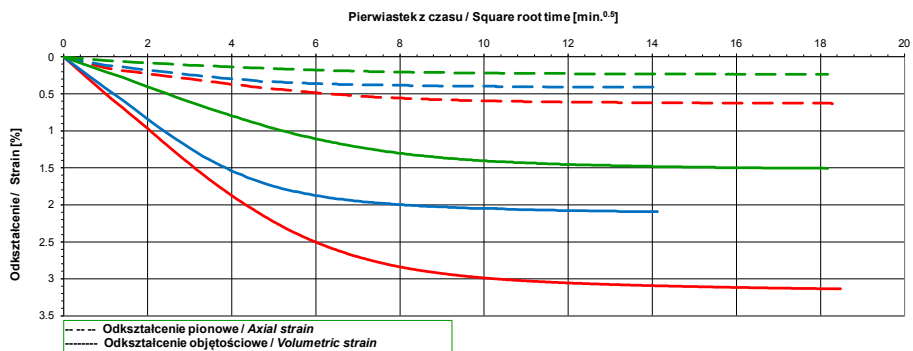
BADANIA W APARacie TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05

Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

KONSOLIDACJA / CONSOLIDATION

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	4.90-5.30; 3.30-3.50
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample ID:	-
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample
Badanie wykonane / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiński

Nazwa próbki / Name of the sample:		-	-	-
Nazwa badania / Name of the test:		VMC_24_11	VMC_24_12	VMC_24_7
Głębokość próbki / Specimen depth	[m]	5.10-5.30	4.90-5.10	3.30-3.50
PARAMETRY PO KONSOLIDACJI / PARAMETERS AFTER CONSOLIDATION				
Ciśnienie w komorze / Cell pressure	$\sigma_c$ [kPa]	1400	1200	1100
Ciśnienie porowe / Pore pressure	u [kPa]	1000	1000	1000
Efektywne naprężenie poziome / Effective radial stress	$\sigma'_{hc}$ [kPa]	400	200	100
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress	$\sigma'_{vc}$ [kPa]	400	200	100
Warunki drenażu / Drainage conditions		spiralna bibuła filtracyjna, drenaż z dwóch stron / spiral filter papers on side, top and base drainage		
Czas trwania konsolidacji / Consolidation time	[min]	342	200	330
Przesunięcie pionowe / Axial displacement	$\Delta h$ [mm]	0.88	0.58	0.33
Odkształcenie pionowe / Axial strain	$\epsilon_v$ [%]	0.63	0.41	0.24
Zmiana objętości / Volume change	$\Delta V$ [cm <sup>3</sup> ]	14.91	10.03	7.26
Prędkość odkształceń objętościowych przed ścinaniem / Rate of volumetric strain immediately prior to shearing	[%/h]	0.0	0.0	0.0
Odkształcenie objętościowe / Volumetric strain	$\epsilon_{vol}$ [%]	3.14	2.09	1.51
Wilgotność / Water content	$w_c$ [%]	10.1	11.8	15.3
Gęstość objętościowa / Bulk density	$\rho_c$ [Mg/m <sup>3</sup> ]	2.33	2.26	2.16
Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego / Dry density	$\rho_{dc}$ [Mg/m <sup>3</sup> ]	2.12	2.03	1.89
Wskaźnik porowatości / Void ratio	$e_c$ [-]	0.275	0.329	0.428
Stopień wilgotności / Degree of saturation	$Sr_c$ [%]	100	97	96
Opis makroskopowy / Visual description		il. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown	il. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown	il. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown








BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05

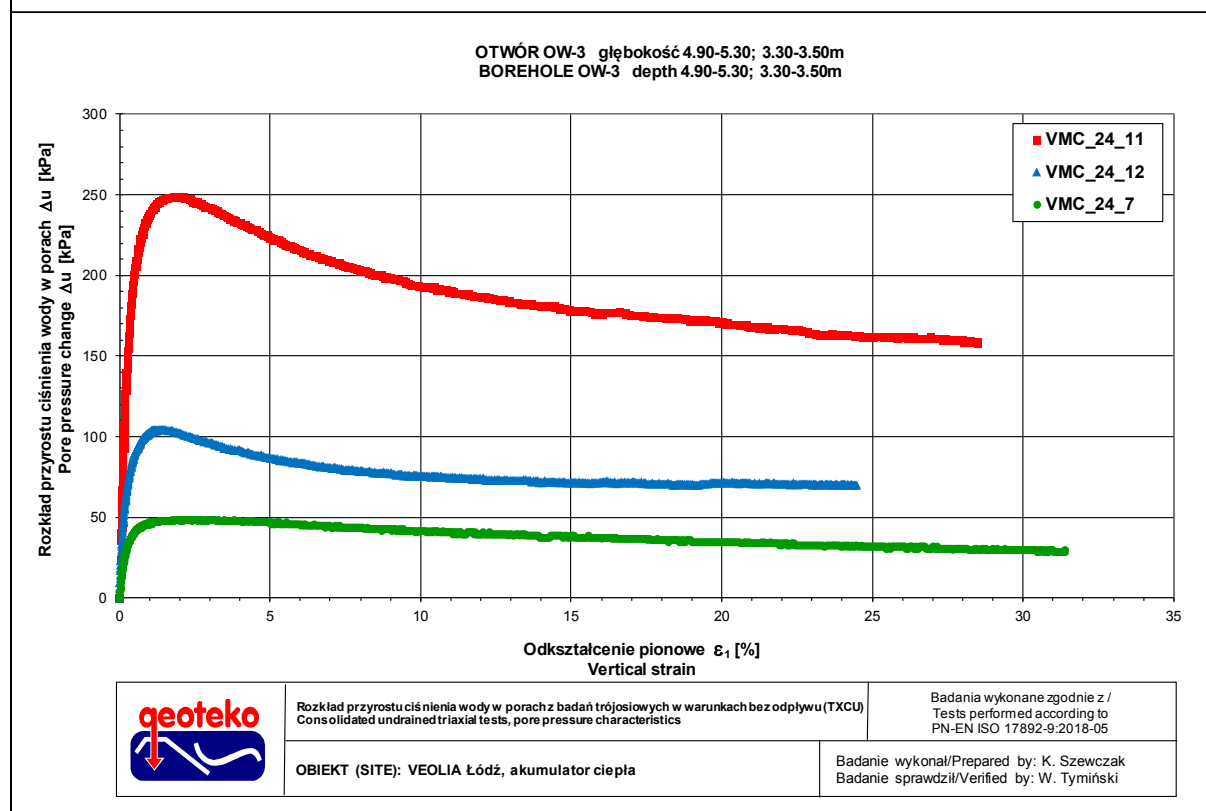
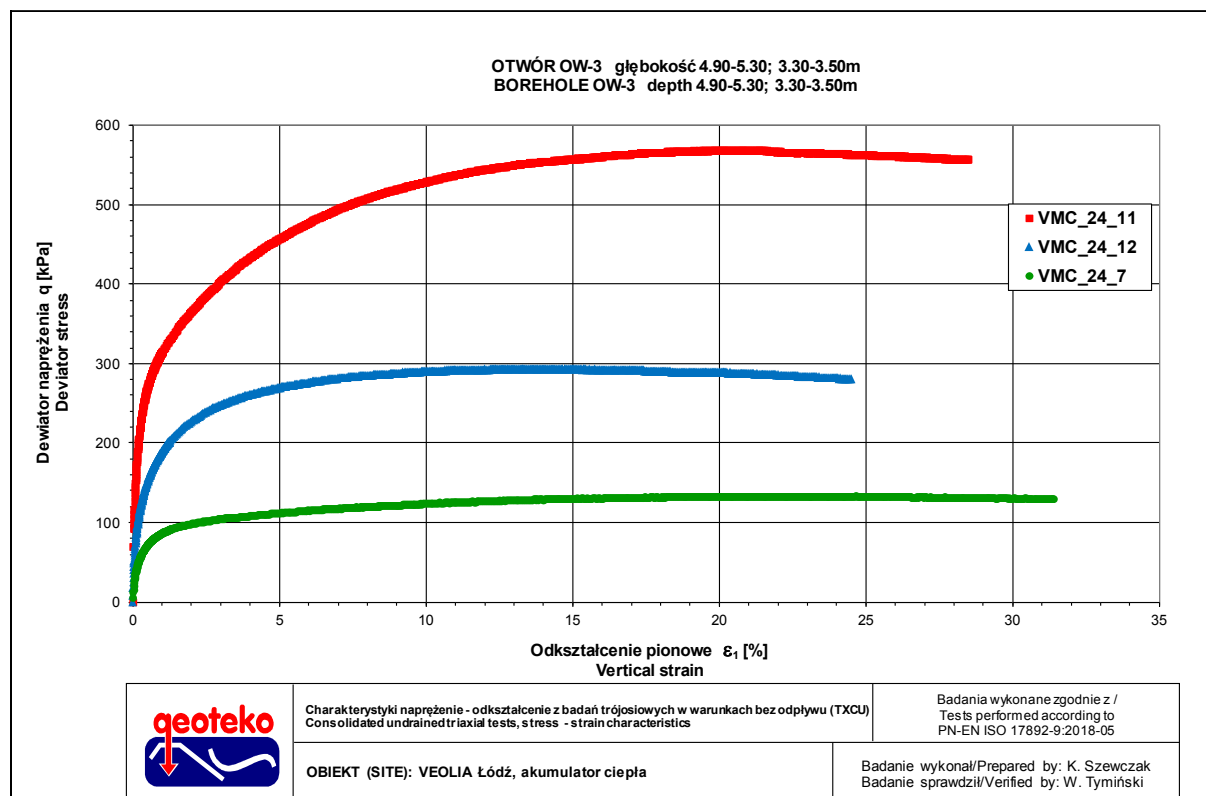
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

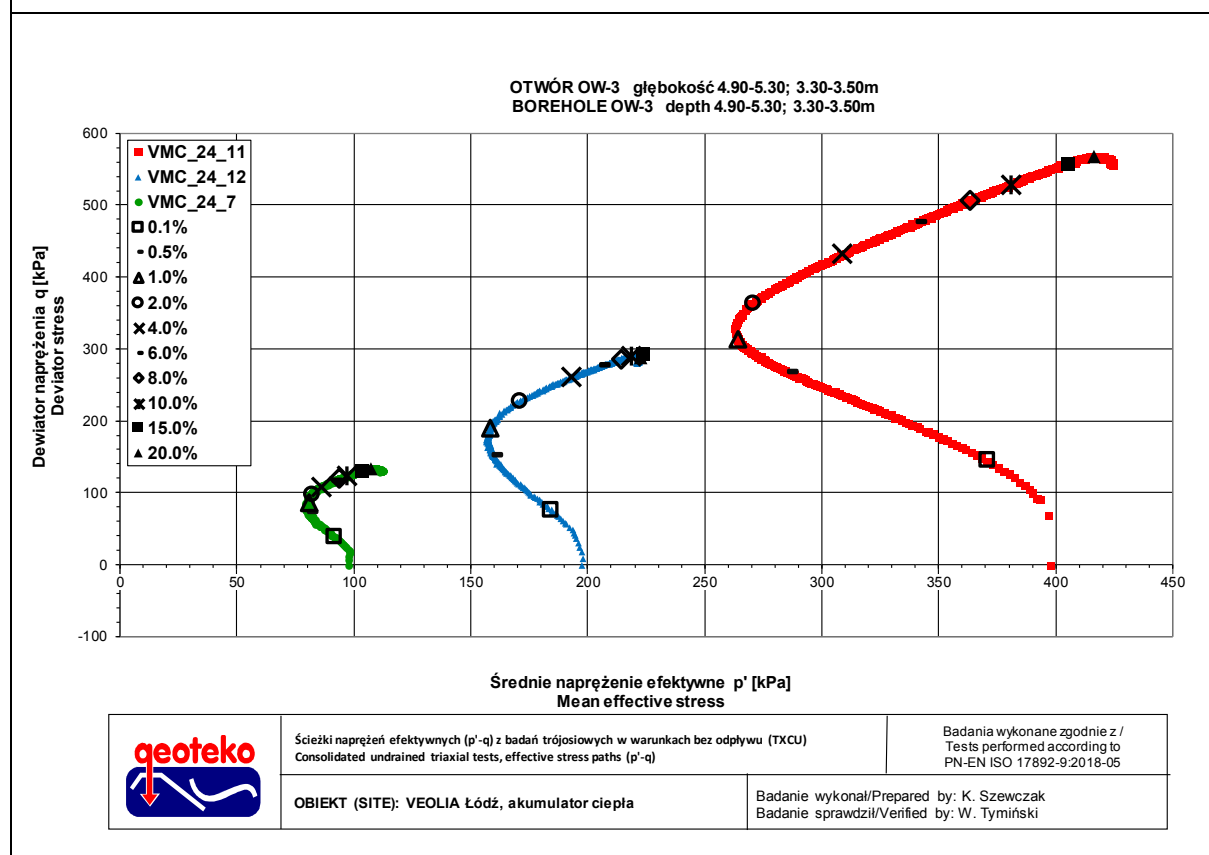
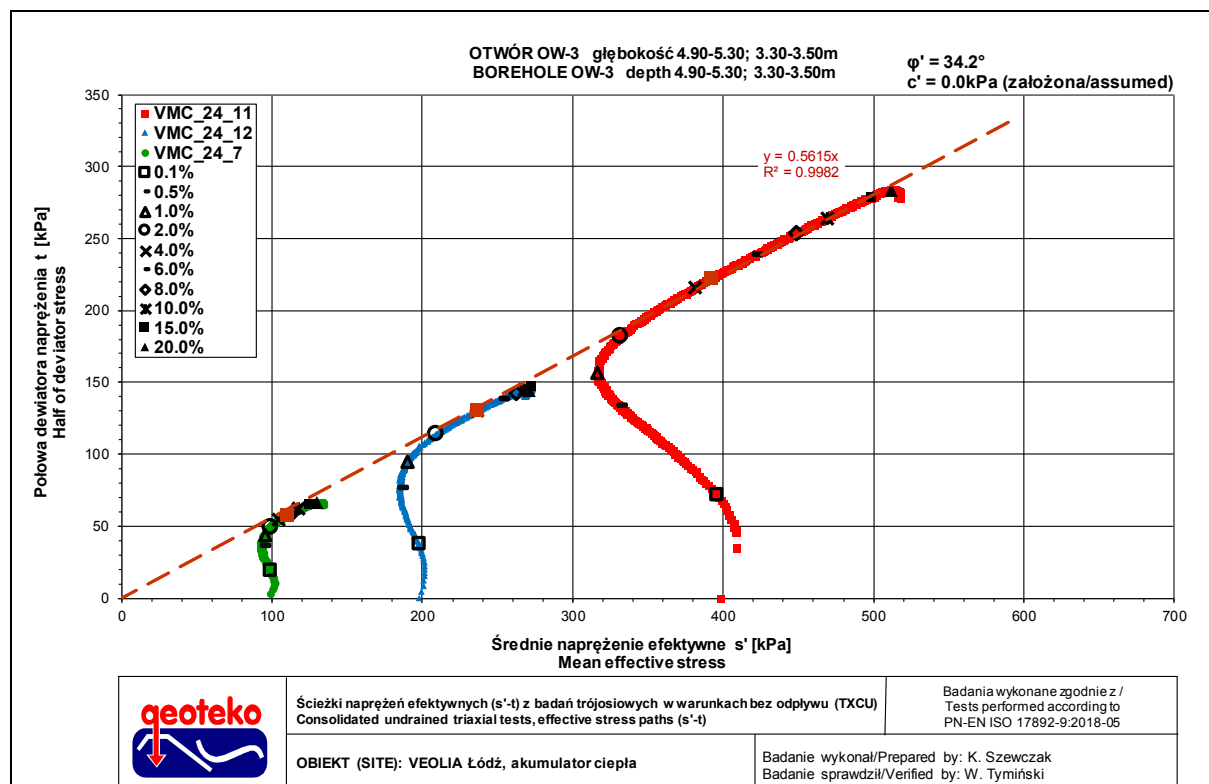
ŚCINANIE / SHEARING

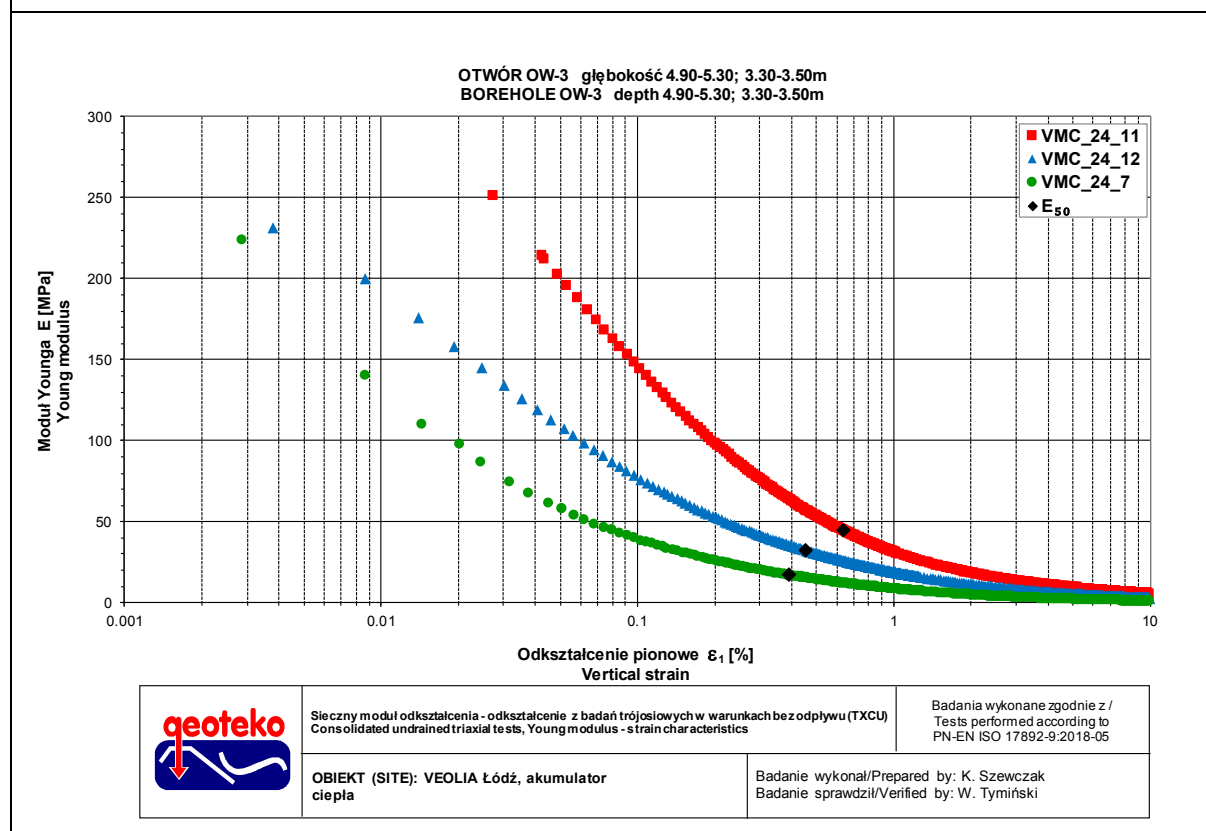
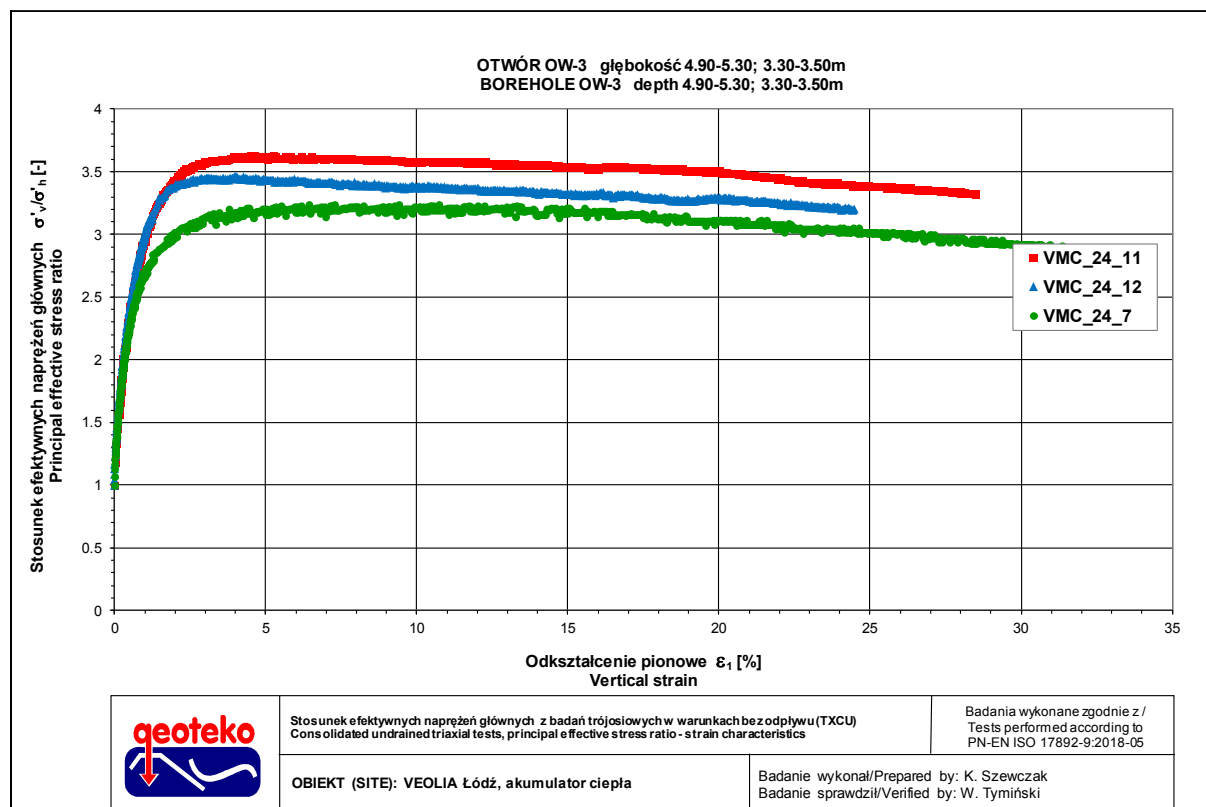
Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	4.90-5.30; 3.30-3.50
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample ID:	-
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample
Badanie wykonał / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymirski

Nazwa próbki / Name of the sample:		-	-	-
Nazwa badania / Name of the test:		VMC_24_11	VMC_24_12	VMC_24_7
Data zakończenia badania / Test end date:		2024-01-09	2024-01-10	2024-01-08
Głębokość próbki / Specimen depth		5.10-5.30	4.90-5.10	3.30-3.50
Początkowe efektywne naprężenie poziome / Initial effective radial stress	$\sigma_h$ [kPa]	400	200	100
Początkowe efektywne naprężenie pionowe / Initial effective axial stress	$\sigma_v$ [kPa]	400	200	100
Prędkość ścinania / Rate of shearing	v [mm/min]	0.050	0.050	0.050
	[%/h]	2.17	2.15	2.16
Kryterium zniszczenia / Failure criteria		Maksymalny stosunek efektywnych naprężeń głównych / At peak principal effective stress ratio		
Dewiator naprężenia / Deviator stress	$q_p$ [kPa]	445	261	116
Odształcenie pionowe / Axial strain	$\epsilon_{af}$ [%]	4.5	4.0	6.5
Przyrost ciśnienia wody w porach / Excess pore pressure	$\Delta U$ [kPa]	229	92	46
Efektywne naprężenie poziome / Effective radial stress	$\sigma'_{hf}$ [kPa]	170	106	52
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress	$\sigma'_{vf}$ [kPa]	615	367	168
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio	$\sigma'_{vf} / \sigma'_{hf}$ [-]	3.63	3.46	3.24
Półowa dewiatora naprężenia / Half of deviator stress	$q/2$ [kPa]	223	130	58
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress $s'$	$s'_f$ [kPa]	392	236	110
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress $p'$	$p'_f$ [kPa]	318	193	91
Parametr Skemptona / Skempton parameter $A_v$	$\Delta U / \Delta q_p$ [-]	0.51	0.35	0.39
Kąt tarcia wewnętrznego / Friction angle	$\phi'$ [°]	34.2		
Spójność / Cohesion	$c'$ [kPa]	0.0 (założona / assumed)		
Poprawka ze względu na bibulę filtracyjną / Corrections due filter papers	$(\Delta \sigma_v)_{fp}$ [kPa]	spiralna bibula filtracyjna - nie stosowano poprawek / spiral filter papers - no corrections		
Poprawka ze względu na membranę dla pionowego naprężenia całkowitego / Correction due membrane for vertical stress	$(\Delta \sigma_v)_{m}$ [kPa]	2	2	2
Poprawka ze względu na membranę dla poziomego naprężenia całkowitego / Correction due membrane for horizontal stress	$(\Delta \sigma_h)_{m}$ [kPa]	nie stosowano / not applied		
Kryterium zniszczenia / Failure criteria		10% odkształcenia pionowego / At 10% axial strain		
Dewiator naprężenia / Deviator stress	$q_e$ [kPa]	528	290	124
Odształcenie pionowe / Axial strain	$\epsilon_{af}$ [%]	10.0	10.0	10.0
Przyrost ciśnienia wody w porach / Excess pore pressure	$\Delta U$ [kPa]	193	76	42
Efektywne naprężenie poziome / Effective radial stress	$\sigma'_{he}$ [kPa]	205	122	56
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress	$\sigma'_{ve}$ [kPa]	733	412	180
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio	$\sigma'_{ve} / \sigma'_{he}$ [-]	3.58	3.38	3.21
Półowa dewiatora naprężenia / Half of deviator stress	$q/2$ [kPa]	264	145	62
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress $s'$	$s'_f$ [kPa]	469	267	110
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress $p'$	$p'_f$ [kPa]	381	219	97
Parametr Skemptona / Skempton parameter $A_v$	$\Delta U / \Delta q_e$ [-]	0.37	0.26	0.34
Maksymalny dewiator naprężenia / Maximum deviator stress	$q_{max}$ [kPa]	568	294	133
Moduł $E_{50}$ / Modulus $E_{50}$	$E_{50}$ [MPa]	44.4	32.2	17.1
Odształcenie pionowe dla 50% maksymalnego dewiatora / Strain at 50 % peak deviator stress	$\epsilon_{50}$ [%]	0.6	0.5	0.4
Zdjęcie próbek po badaniu / Photo of the samples after test				
Opis makroskopowy / Visual description		IL z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy very sandy, silty CLAY, firm, brown	IL z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy very sandy, silty CLAY, firm, brown	IL z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy very sandy, silty CLAY, firm, brown
Ziarna > 1/6 średnicy próbki / Grains > 1/6 diameter of specimen:		występowały / occur	nie występowały / absent	nie występowały / absent
Ziarna > 1/10 średnicy próbki / Grains > 1/10 diameter of specimen:		występowały / occur	występowały / occur	występowały / occur
Typ zniszczenia / Mode of failure:		Beczka / Barrel	Beczka / Barrel	Beczka / Barrel
Uwagi / Remarks: Badanie VMC_24_7 wykonano na próbce z OW-3 z głębokości 3.30-3.50. Test VMC_24_7 was made on sample OW-3 from depth 3.30-3.50.				









Zał. / App. 4

**WYNIKI BADAŃ ŚCIŚLIWOŚCI W EDMETRZE**  
***Oedometer test results***

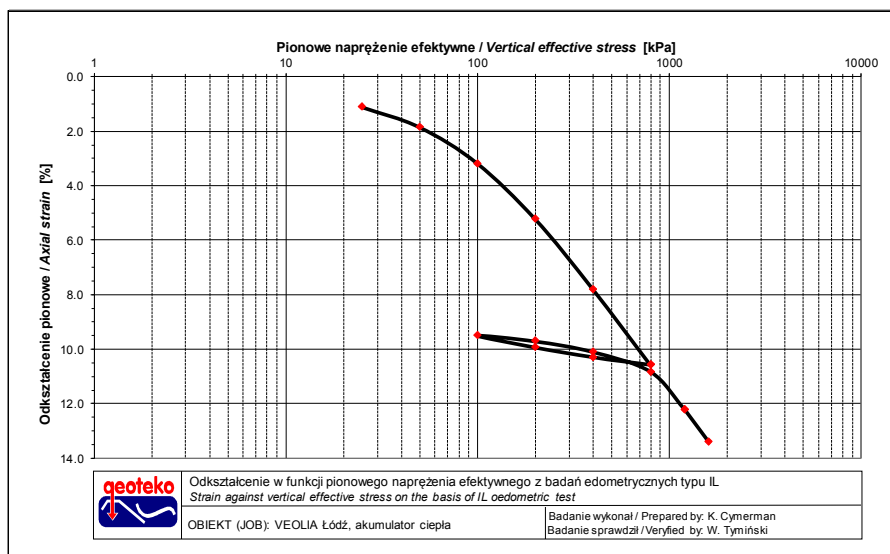
**BADANIE W EDOMETRZE / Oedometer test**  
wg / acc. to **PN-EN ISO 17892-5:2017-06**

<b>Obiekt / Site:</b>	<b>VEOLIA Łódź, akumulator ciepła</b>
<b>Otwór / Borehole:</b>	<b>OW-2</b>
<b>Głębokość / Depth [m]:</b>	<b>3.60-4.20</b>
<b>Głębokość podpróbki / Detailed depth of subsample [m]:</b>	<b>3.90-3.95</b>
<b>Numer próbki / Specimen reference:</b>	-
<b>Numer próbki / Sample ID:</b>	-
<b>Nazwa badania / Name of the test:</b>	<b>VMC_24_1IL</b>
<b>Orientacja / Orientation:</b>	<b>Pionowa / Vertical</b>
<b>Rodzaj, przygotowanie próbki / Type of sample, preparation method:</b>	<b>Próbka NNS / Undisturbed sample</b>
<b>Badanie wykonał / Prepared by:</b>	<b>K. Cyerman</b>
<b>Badanie sprawdził / Verified by:</b>	<b>W. Tymiński</b>

Wymiary pierścienia oraz masa próbki / Sample and ring dimensions		Parametry gruntu fizyczne na początku badania / Initial index properties of soil	
Wysokość początkowa próbki, Initial height of specimen, $H_0$ [mm]	20.00	Wilgotność początkowa gruntu, Initial water content, $w_0$ [%]	18.3
Średnica pierścienia, Ring diameter, $D$ [mm]	49.99	Początkowa gęstość objętościowa, Initial wet density, $\rho_0$ [g/cm <sup>3</sup> ]	2.01
Objętość pierścienia, Specimen volume, $V$ [cm <sup>3</sup> ]	39.25	Początkowa gęstość obj. szkieletu gruntowego, Initial dry density, $\rho_{d0}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	1.70
Masa pierścienia pustego, Mass of the ring, [g]	59.55	*Gęstość właściwa, * Solid density, $\rho_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	#2.68
Masa pierścienia z gruntem, Mass of the ring with specimen, [g]	138.41	Początkowy wskaźnik porowatości, Initial void ratio, $e_0$ [-]	0.578
Masa gruntu wilgotnego, Wet mass of specimen, [g]	78.86	Inne / Other information	
Masa gruntu suchego, Dry mass of specimen, [g]	66.65		
Średnia temperatura, Average temperature [°C]	23.0		
		Papierowe filtry / Filter papers	Zastosowane / Used
		Odształcenia własne / Apparatus deformations	Nie uwzględniono / Not considered

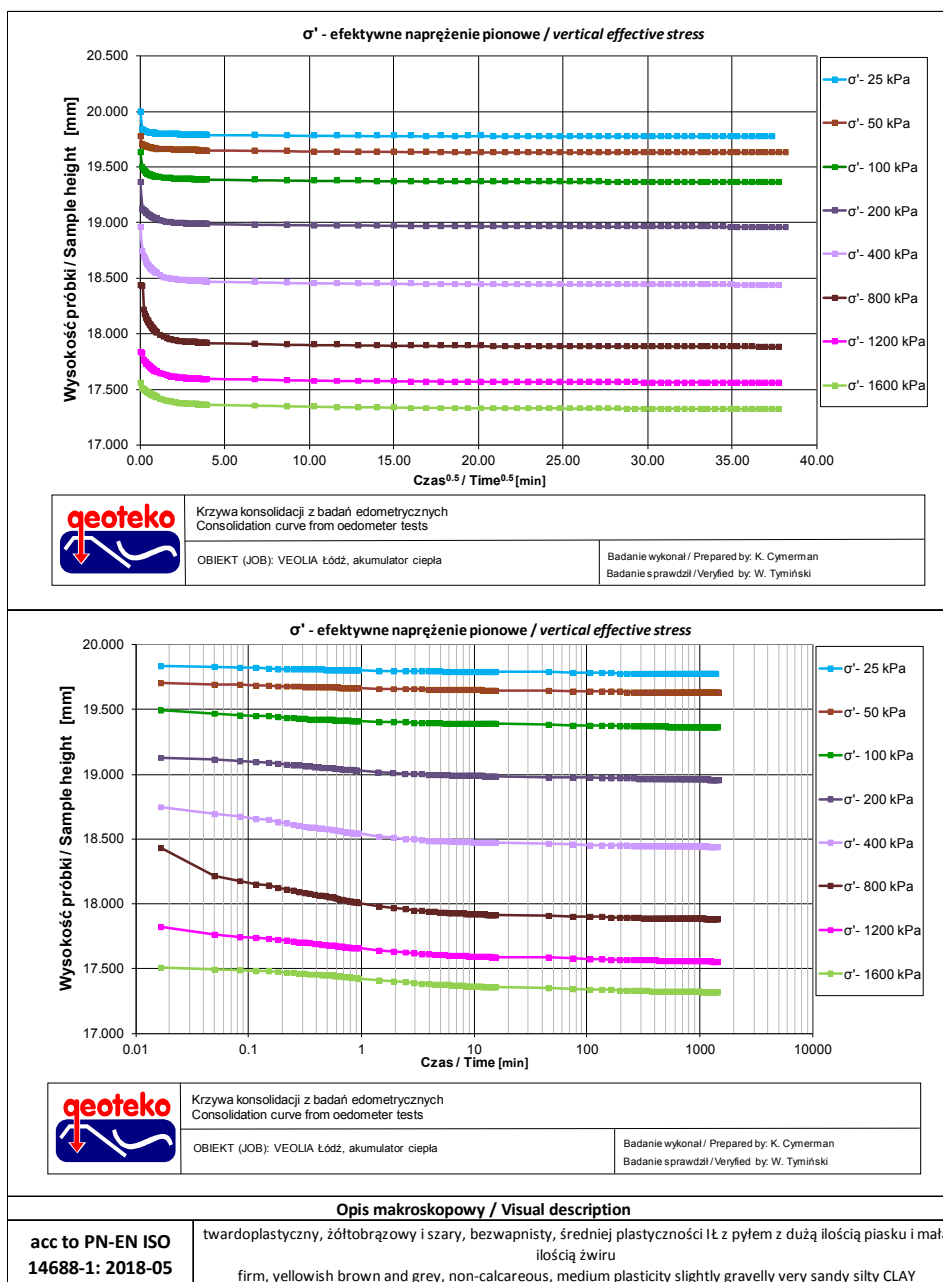
\*Przedrostek #, jeśli wartość założona /Prefix # if value assumed

Wyniki badań edometrycznych / Results of oedometer tests					
Napężenie całkowite		Odształcenie osiowe	Moduł ścisłościwości		Współczynnik konsolidacji
Total stress		Axial strain	Modulus of compressibility		Coefficient of consolidation
$\sigma$ [kPa]		$\epsilon$ [%]	$E_{oed,0}$ [MPa]	$E_{oed}$ [MPa]	$c_v$ [m <sup>2</sup> /s]
0	25	1.1	2.3	-	-
25	50	1.8	3.4	-	2.4E-06
50	100	3.2	3.7	-	2.6E-06
100	200	5.2	4.8	-	1.8E-06
200	400	7.8	7.3	-	2.0E-06
400	800	10.6	13.2	-	1.4E-06
800	400	10.3	-	-	-
400	200	9.9	-	-	-
200	100	9.5	-	-	-
100	200	9.7	-	-	-
200	400	10.1	-	45.7	-
400	800	10.8	-	48.9	-
800	1200	12.2	25.8	-	1.0E-06
1200	1600	13.4	29.6	-	6.1E-07



**BADANIE W EDOMETRZE / Oedometer test**  
**wg / acc. to PN-EN ISO 17892-5:2017-06**

<b>Obiekt / Site:</b>	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
<b>Otwór / Borehole:</b>	OW-2
<b>Głębokość / Depth [m]:</b>	3.60-4.20
<b>Głębokość podpróbki / Detailed depth of subsample [m]:</b>	3.90-3.95
<b>Numer próbki / Specimen reference:</b>	-
<b>Numer próbki / Sample_ID:</b>	-
<b>Nazwa badania / Name of the test:</b>	VMC_24_1IL
<b>Orientacja / Orientation:</b>	Pionowa / Vertical
<b>Rodzaj, przygotowanie próbki / Type of sample, preparation</b>	Próbka NNS / Undisturbed sample
<b>Badanie wykonał / Prepared by:</b>	K. Cymerman
<b>Badanie sprawdził / Verified by:</b>	W. Tymiński



**BADANIE W EDOMETRZE / Oedometer test**  
wg / acc. to **PN-EN ISO 17892-5:2017-06**

<b>Obiekt / Site:</b>	<b>VEOLIA Łódź, akumulator ciepła</b>
<b>Otwór / Borehole:</b>	<b>OW-2</b>
<b>Głębokość / Depth [m]:</b>	<b>3.60-4.20</b>
<b>Głębokość podpróbki / Detailed depth of subsample [m]:</b>	<b>3.90-3.95</b>
<b>Numer podpróbki / Specimen reference:</b>	-
<b>Numer próbki / Sample ID:</b>	-
<b>Orientacja / Orientation:</b>	<b>Pionowa / Vertical</b>
<b>Rodzaj, przygotowanie próbki / Type of sample, preparation</b>	<b>Próbka NNS / Undisturbed sample</b>
<b>Badanie wykonał / Prepared by:</b>	<b>K. Cymerman</b>
<b>Badanie sprawdził / Verified by:</b>	<b>W. Tymiński</b>

**Zdjęcie próbki przed badaniem / Photo of the sample before test**



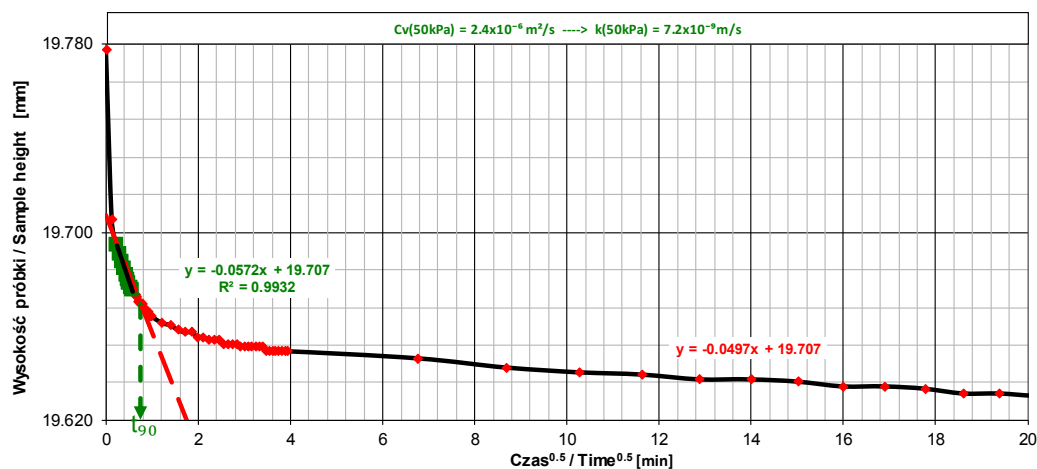
**Zdjęcie próbki po badaniu / Photo of the sample after test**



**Opis makroskopowy / Visual description**

**acc to PN-EN ISO  
14688-1: 2018-05**

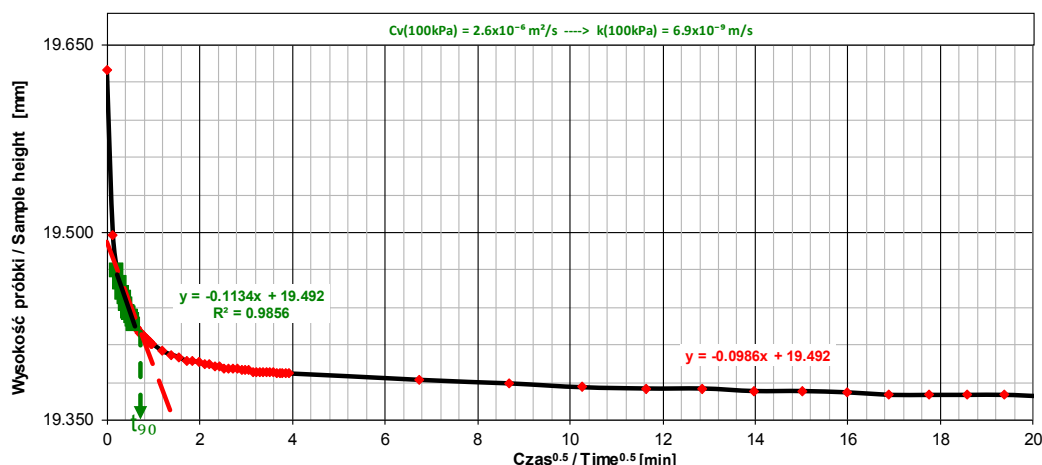
tworoplastyczny, żółtobrazowy i szary, bezwapnisty, średniej plastyczności ilt. z dużą ilością piasku i  
małą ilością żwiru  
firm, yellowish brown and grey, non-calcareous, medium plasticity slightly gravelly very sandy silty CLAY



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński

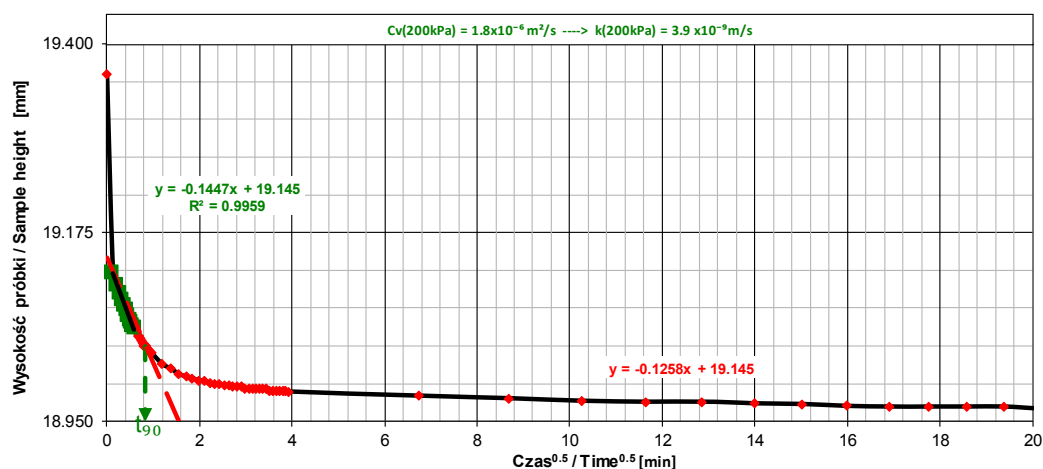


Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński

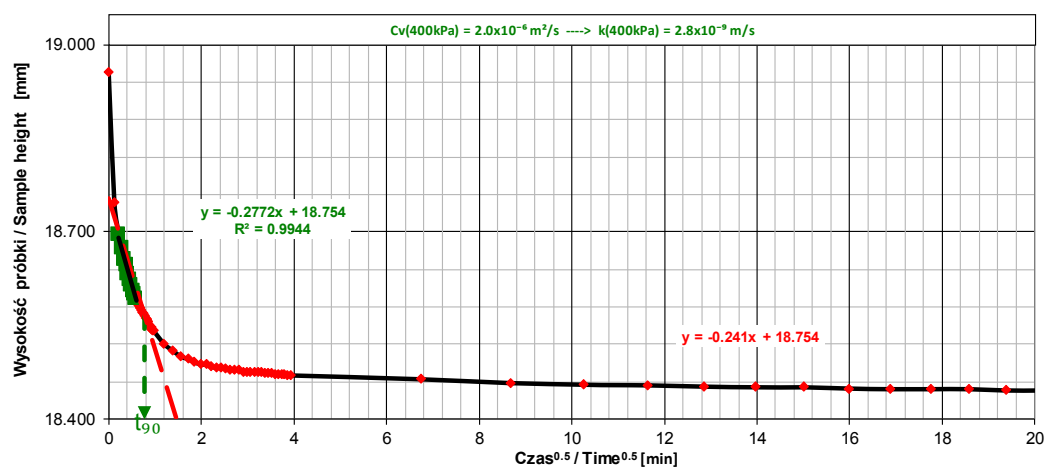




Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

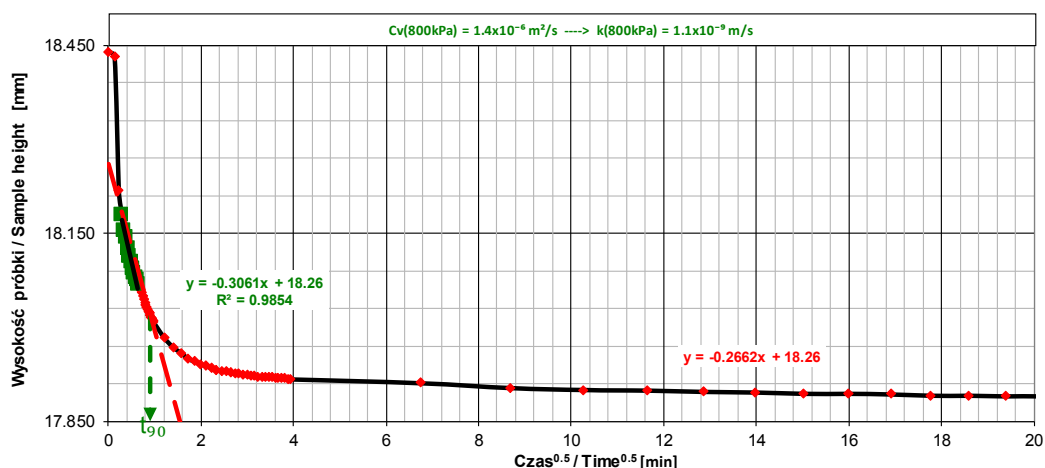
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

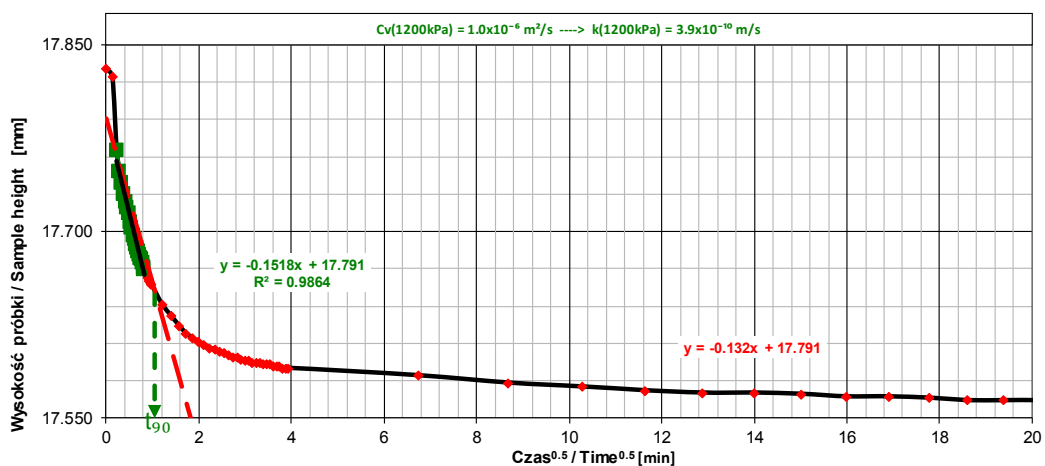
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

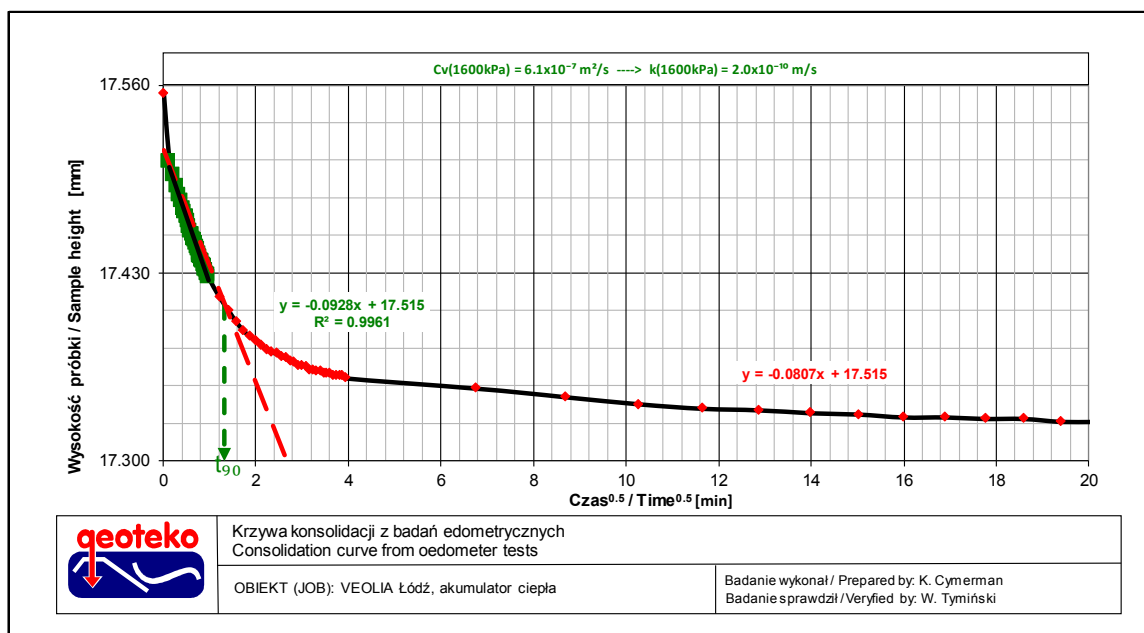
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



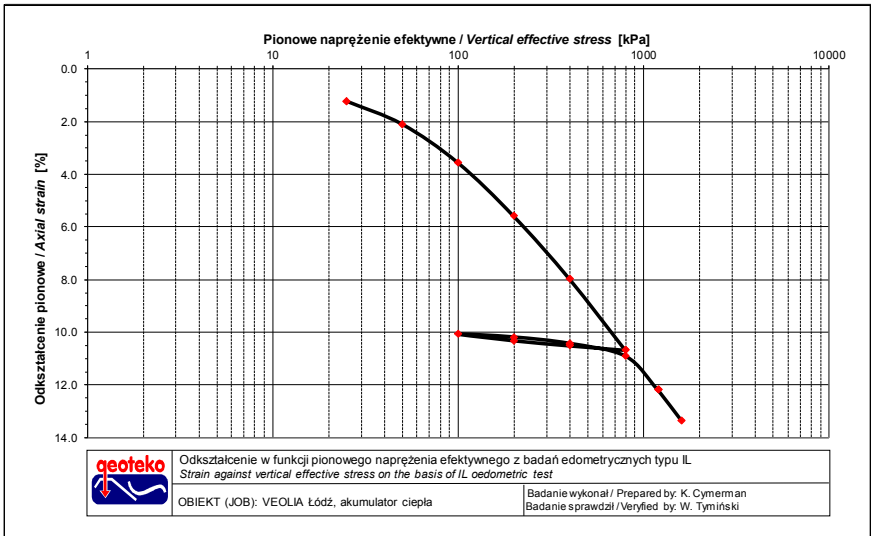
**BADANIE W EDOMETRZE / Oedometer test**  
wg / acc. to **PN-EN ISO 17892-5:2017-06**

<b>Obiekt / Site:</b>	<b>VEOLIA Łódź, akumulator ciepła</b>
<b>Otwór / Borehole:</b>	<b>OW-2</b>
<b>Głębokość / Depth [m]:</b>	<b>5.00-5.50</b>
<b>Głębokość próbki / Detailed depth of subsample [m]:</b>	<b>5.00-5.02</b>
<b>Numer próbki / Specimen reference:</b>	-
<b>Numer próbki / Sample ID:</b>	-
<b>Nazwa badania / Name of the test:</b>	<b>VMC_24_2IL</b>
<b>Orientacja / Orientation:</b>	<b>Pionowa / Vertical</b>
<b>Rodzaj, przygotowanie próbki / Type of sample, preparation method:</b>	<b>Próbka NNS / Undisturbed sample</b>
<b>Badanie wykonał / Prepared by:</b>	<b>K. Cymerman</b>
<b>Badanie sprawdził / Verified by:</b>	<b>W. Tymiński</b>

Wymiary pierścienia oraz masa próbki / Sample and ring dimensions		Parametry gruntu fizyczne na początku badania / Initial index properties of soil	
Wysokość początkowa próbki, Initial height of specimen, $H_0$ [mm]	19.86	Wilgotność początkowa gruntu, Initial water content, $w_0$ [%]	15.8
Średnica pierścienia, Ring diameter, $D$ [mm]	49.99	Początkowa gęstość objętościowa, Initial wet density, $\rho_0$ [g/cm <sup>3</sup> ]	2.09
Objętość pierścienia, Specimen volume, $V$ [cm <sup>3</sup> ]	38.97	Początkowa gęstość obj. szkieletu gruntowego, Initial dry density, $\rho_{d0}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	1.81
Masa pierścienia pustego, Mass of the ring, [g]	59.42	*Gęstość właściwa, * Solid density, $\rho_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	#2.68
Masa pierścienia z gruntem, Mass of the ring with specimen, [g]	140.92	Początkowy wskaźnik porowatości, Initial void ratio, $e_0$ [-]	0.484
Masa gruntu wilgotnego, Wet mass of specimen, [g]	81.50	Inne / Other information	
Masa gruntu suchego, Dry mass of specimen, [g]	70.38	Papierowe filtry / Filter papers	Zastosowane / Used
Średnia temperatura, Average temperature [°C]	23.0	Odształcenia własne / Apparatus deformations	Nie uwzględniono / Not considered

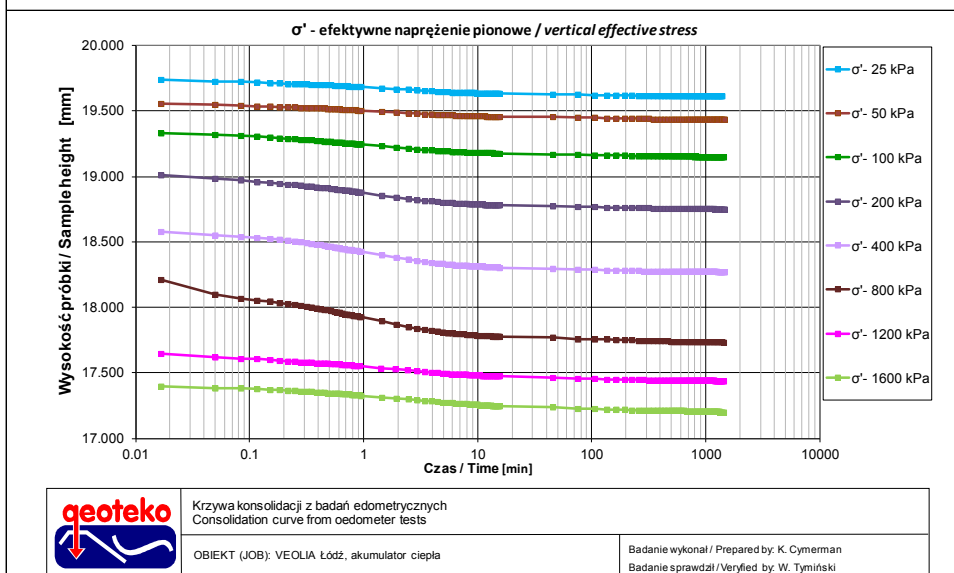
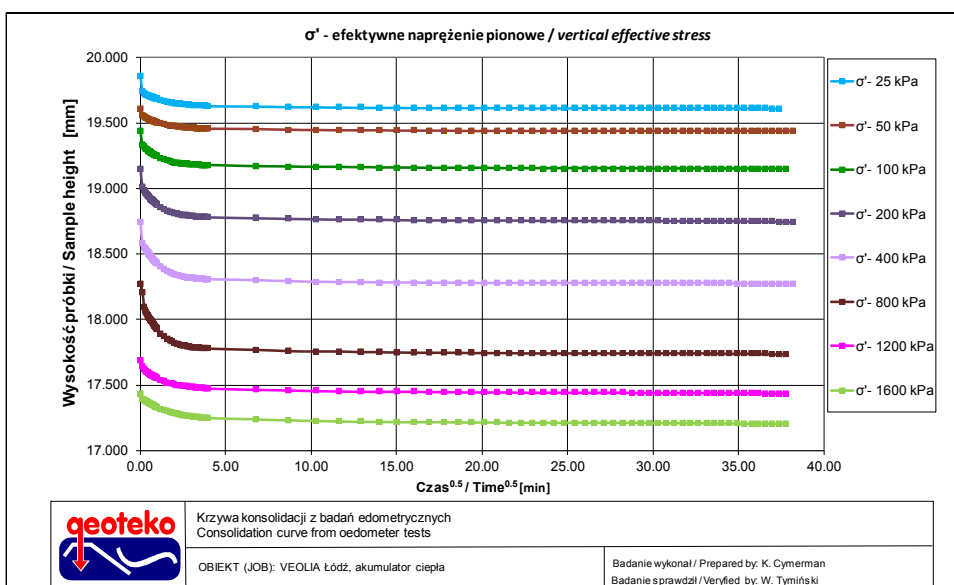
\*Przedrostek 0, jeśli wartość zaokrąglona /Prefix 0 if value assumed

Wyniki badań edometrycznych / Results of oedometer tests					
Napężenie całkowite		Odształcenie osiowe	Moduł ścisłości		Współczynnik konsolidacji
Total stress		Axial strain	Modulus of compressibility		Coefficient of consolidation
$\sigma$ [kPa]		$\epsilon$ [%]	$E_{oed0}$ [MPa]	$E_{oed}$ [MPa]	$c_v$ [m <sup>2</sup> /s]
0	25	1.2	2.0	-	-
25	50	2.1	2.8	-	7.5E-07
50	100	3.6	3.3	-	7.8E-07
100	200	5.6	4.8	-	6.7E-07
200	400	8.0	7.9	-	6.4E-07
400	800	10.7	13.7	-	5.8E-07
800	400	10.5	-	-	-
400	200	10.3	-	-	-
200	100	10.1	-	-	-
100	200	10.2	-	-	-
200	400	10.4	-	75.9	-
400	800	10.9	-	73.3	-
800	1200	12.2	27.7	-	4.8E-07
1200	1600	13.4	30.2	-	4.7E-07



**BADANIE W EDOMETRZE / Oedometer test**  
wg / acc. to **PN-EN ISO 17892-5:2017-06**

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-2
Głębokość / Depth [m]:	5.00-5.50
Głębokość próbki / Detailed depth of subsample [m]:	5.00-5.02
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample_ID:	-
Nazwa badania / Name of the test:	VMC_24_2IL
Orientacja / Orientation:	Pionowa / Vertical
Rodzaj, przygotowanie próbki / Type of sample, preparation	Próbka NNS / Undisturbed sample
Badanie wykonał / Prepared by:	K. Cymerman
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiński



Opis makroskopowy / Visual description	
acc to <b>PN-EN ISO 14688-1: 2018-05</b>	twardoplastyczny, żółtoszary, bezwapnisty, średniej plastyczności łą z pyłem z dużą ilością piasku firm, yellowish grey, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY

**BADANIE W EDOMETRZE / Oedometer test**  
**wg / acc. to PN-EN ISO 17892-5:2017-06**

<b>Obiekt / Site:</b>	<b>VEOLIA Łódź, akumulator ciepła</b>
<b>Otwór / Borehole:</b>	<b>OW-2</b>
<b>Głębokość / Depth [m]:</b>	<b>5.00-5.50</b>
<b>Głębokość podpróbki / Detailed depth of subsample [m]:</b>	<b>5.00-5.02</b>
<b>Numer podpróbki / Specimen reference:</b>	<b>-</b>
<b>Numer próbki / Sample_ID:</b>	<b>-</b>
<b>Orientacja / Orientation:</b>	<b>Pionowa / Vertical</b>
<b>Rodzaj, przygotowanie próbki / Type of sample, preparation</b>	<b>Próbka NNS / Undisturbed sample</b>
<b>Badanie wykonał / Prepared by:</b>	<b>K. Cymerman</b>
<b>Badanie sprawdził / Verified by:</b>	<b>W. Tymiński</b>

**Zdjęcie próbki przed badaniem / Photo of the sample before test**



**Zdjęcie próbki po badaniu / Photo of the sample after test**

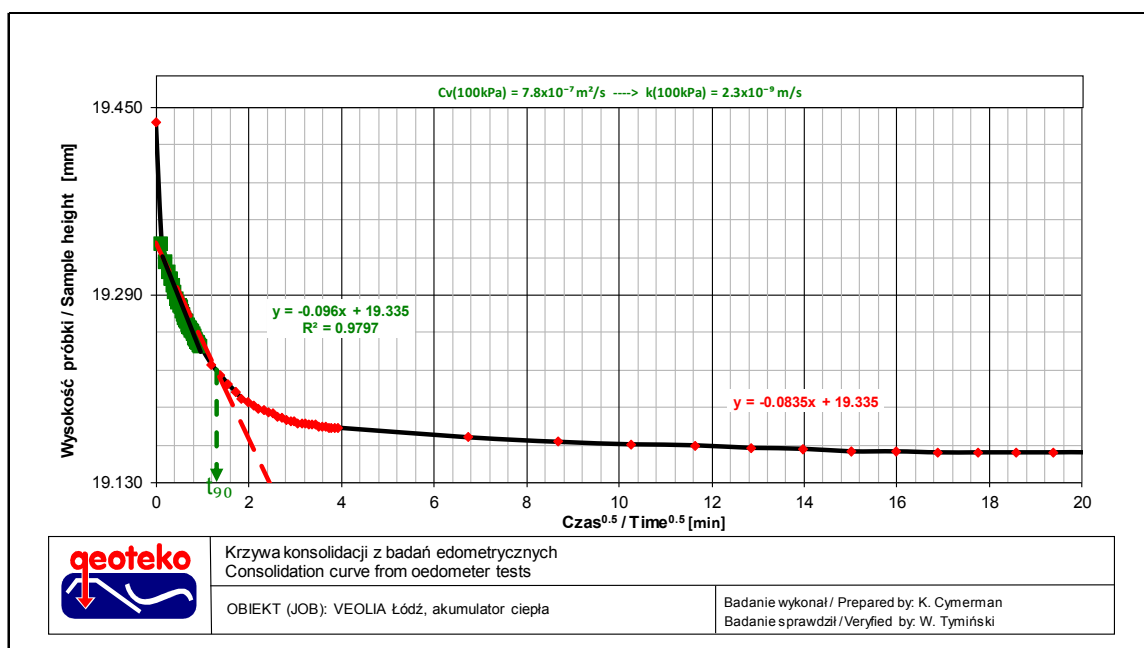
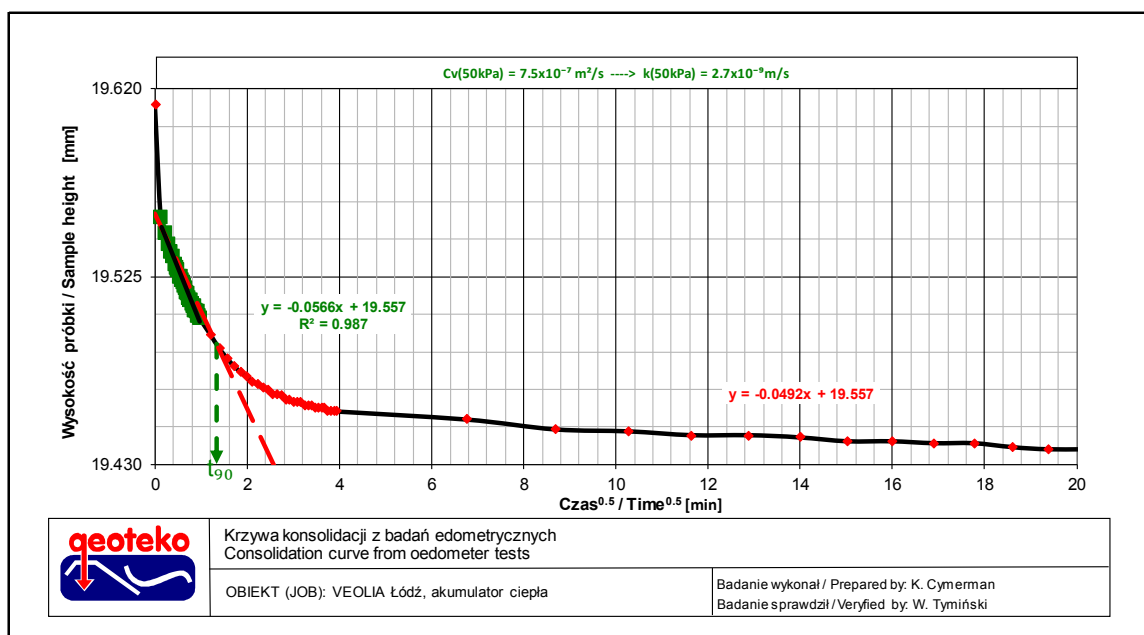


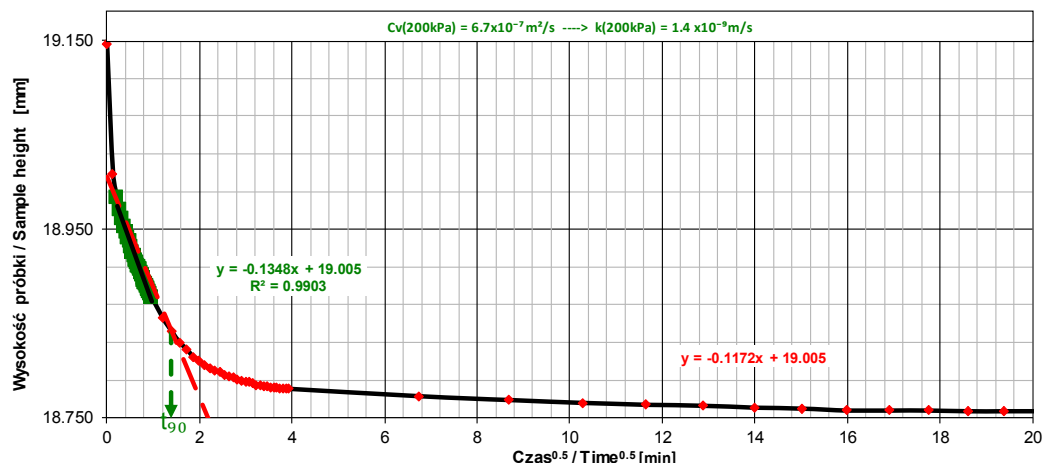
**Opis makroskopowy / Visual description**

**acc to PN-EN ISO  
14688-1: 2018-05**

twardoplastyczny, żółtoszary, bezwapnisty, średniej plastyczności łt z dużą  
ilością piasku

firm, yellowish grey, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY

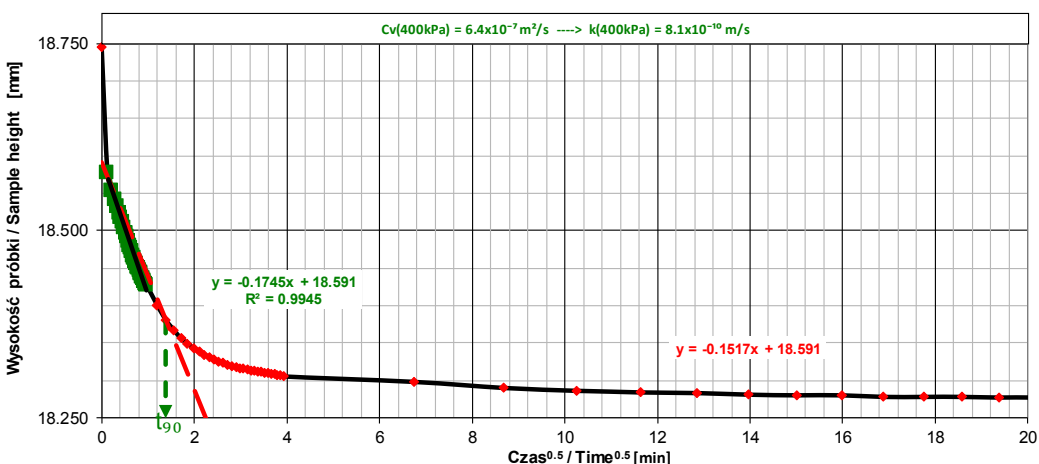




Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński

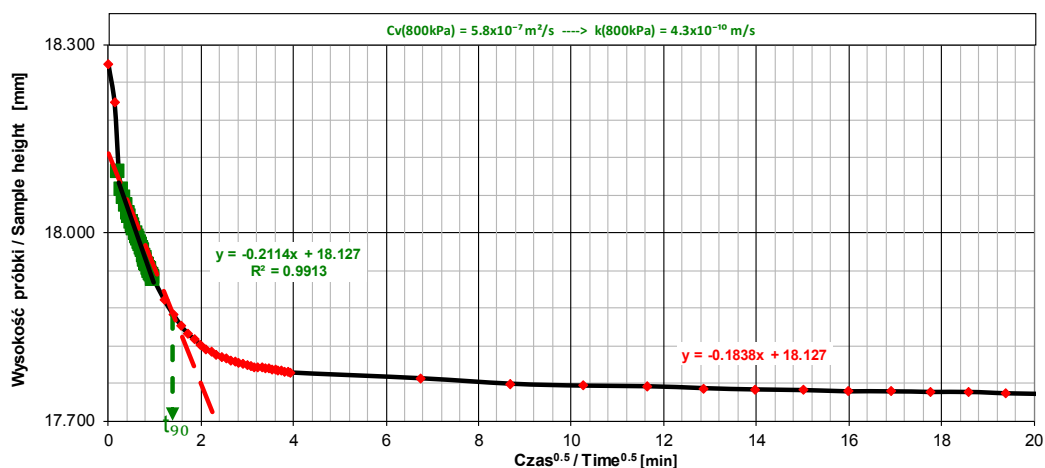


Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński

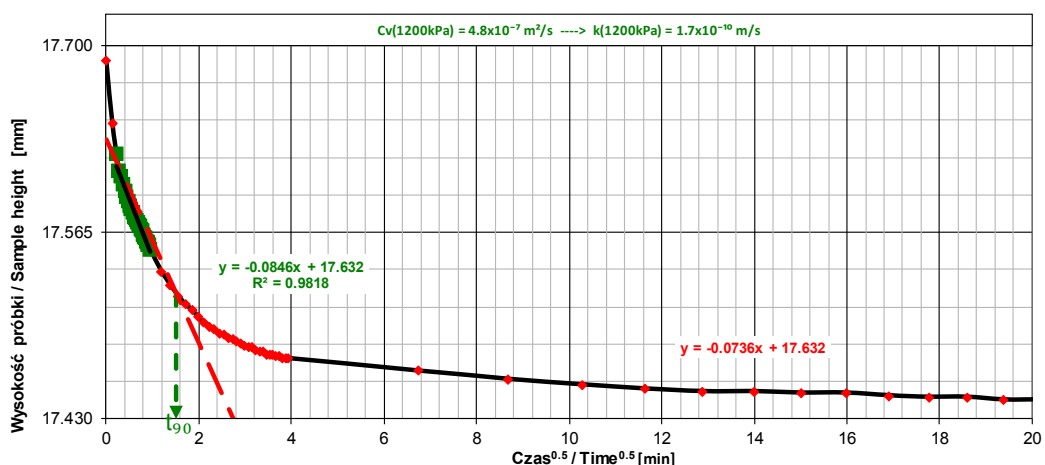




Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

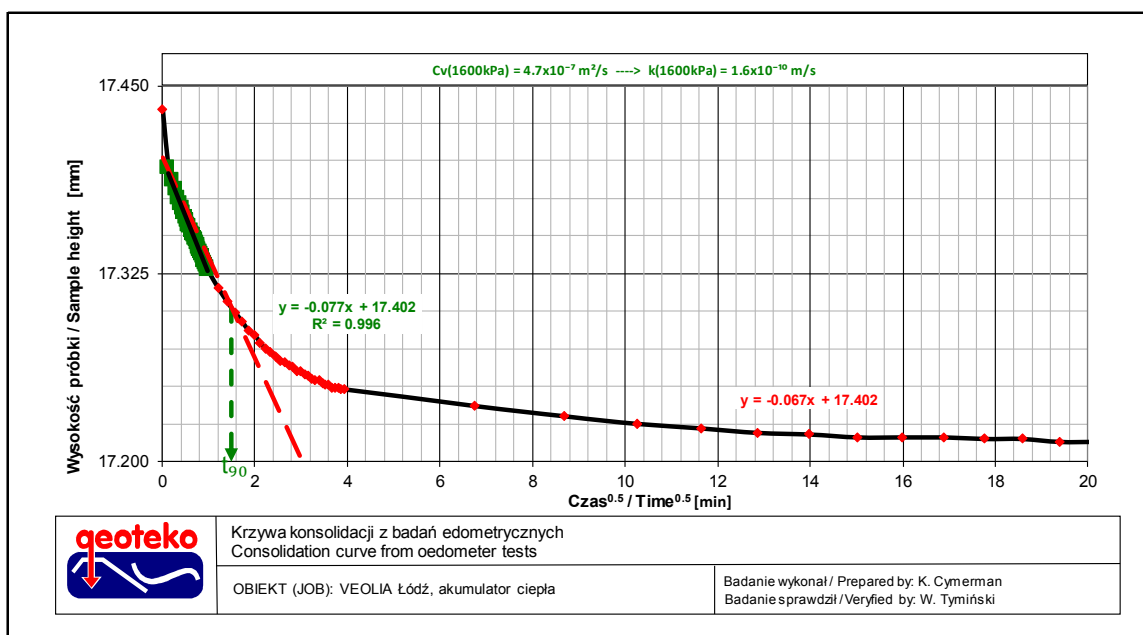
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



**BADANIE W EDOMETRZE / Oedometer test**  
wg / acc. to PN-EN ISO 17892-5:2017-06

**Obiekt / Site:** VEOŁIA Łódź, akumulator ciepła

**Otwór / Borehole:** OW-3

**Głębokość / Depth [m]:** 4.00-4.60

**Głębokość podpróbki / Detailed depth of subsample [m]:** 4.25-4.30

**Numer podpróbki / Specimen reference:** -

**Numer próbki / Sample\_ID:** -

**Nazwa badania / Name of the test:** VMC\_24\_3IL

**Orientacja / Orientation:** Pionowa / Vertical

**Rodzaj, przygotowanie próbki / Type of sample, preparation method:** Próbką NNS / Undisturbed sample

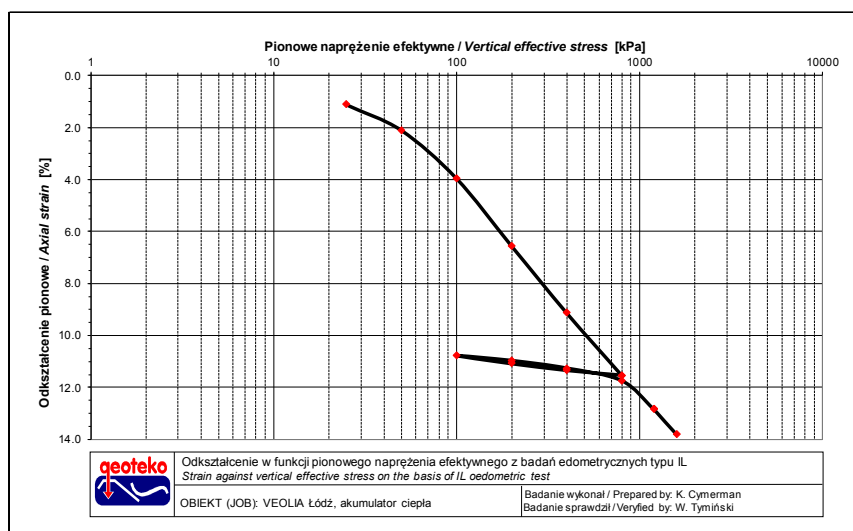
**Badanie wykonał / Prepared by:** K. Cymerman

**Badanie sprawdził / Verified by:** W. Tymiński

Wymiary pierścienia oraz masa próbki / Sample and ring dimensions		Parametry gruntu fizyczne na początku badania / Initial index properties of soil	
Wysokość początkowa próbki, Initial height of specimen, $H_i$ [mm]	19.74	Wilgotność początkowa gruntu, Initial water content, $w_0$ [%]	13.2
Średnica pierścienia, Ring diameter, $D$ [mm]	50.02	Początkowa gęstość objętościowa, Initial wet density, $\rho_i$ [g/cm <sup>3</sup> ]	2.07
Objętość pierścienia, Specimen volume, $V$ [cm <sup>3</sup> ]	38.80	Początkowa gęstość obj. szkieletu gruntowego, Initial dry density, $\rho_{d0}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	1.83
Masa pierścienia pustego, Mass of the ring, [g]	57.94	* Gęstość właściwa, * Solid density, $\rho_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	#2.68
Masa pierścienia z gruntem, Mass of the ring with specimen, [g]	138.41	Początkowy wskaźnik porowatości, Initial void ratio, $e_0$ [-]	0.463
Masa gruntu wilgotnego, Wet mass of specimen, [g]	80.47	Inne / Other information	
Masa gruntu suchego, Dry mass of specimen, [g]	71.08	Papierowe filtry / Filter papers	Zastosowane / Used
Średnia temperatura, Average temperature [°C]	23.0	Odkształcenia własne / Apparatus deformations	Nie uwzględniono / Not considered

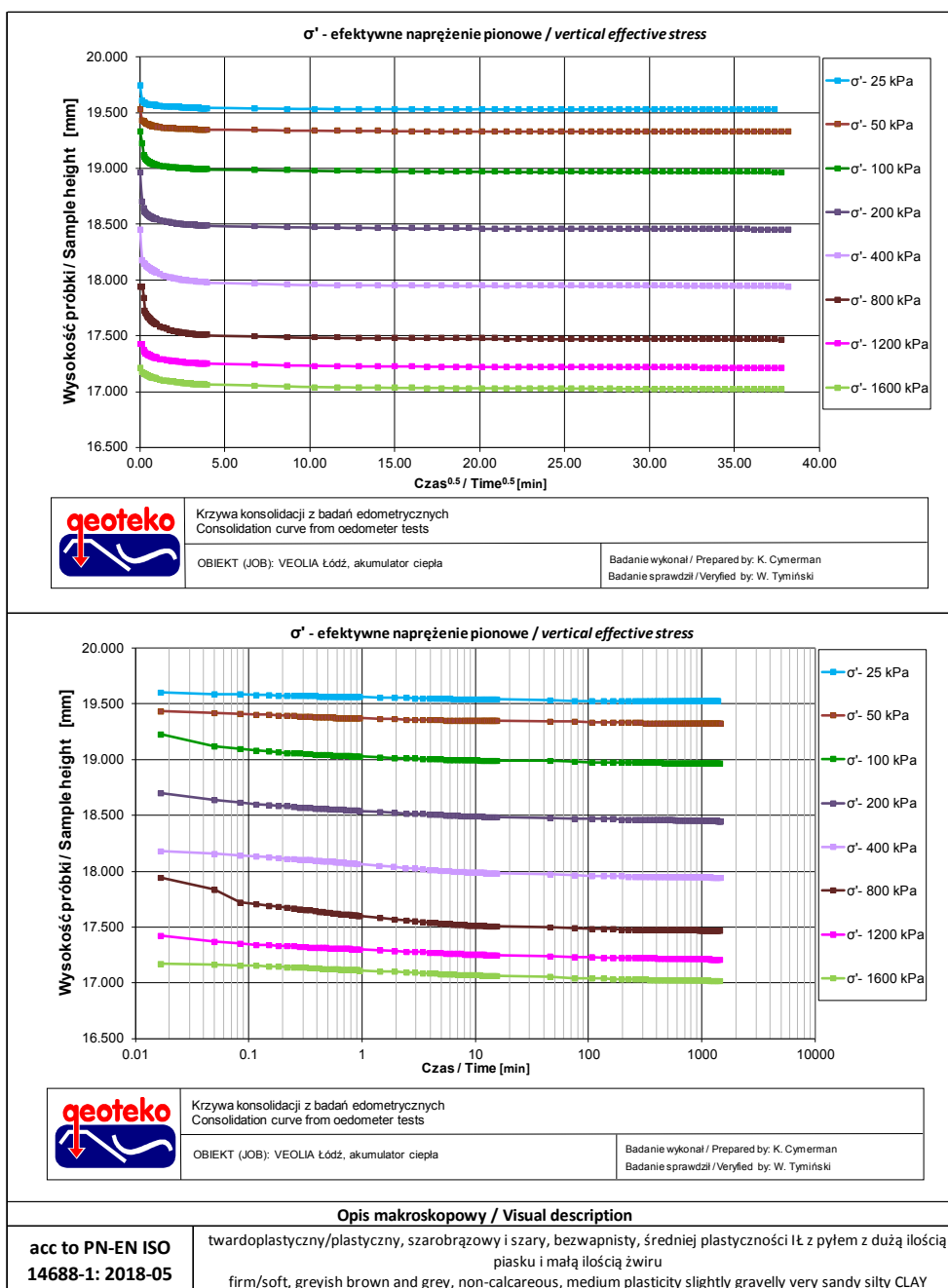
\*Przedrostek #, jeśli wartość założona / Prefix # if value assumed

Wyniki badań edometrycznych / Results of oedometer tests						
Napężenie całkowite		Odkształcenie osiowe	Moduł ścisłościwości		Współczynnik konsolidacji	Współczynnik filtracji
Total stress		Axial strain	Modulus of compressibility		Coefficient of consolidation	Coefficient of permeability
$\sigma$ [kPa]		$\epsilon$ [%]	$E_{oed,0}$ [MPa]	$E_{oed}$ [MPa]	$c_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$k$ [m/s]
0	25	1.1	2.3	-	-	-
25	50	2.1	2.5	-	2.2E-06	8.7E-09
50	100	4.0	2.6	-	2.2E-06	8.1E-09
100	200	6.5	3.7	-	2.4E-06	6.6E-09
200	400	9.1	7.2	-	7.7E-07	1.1E-09
400	800	11.5	15.1	-	1.3E-06	8.5E-10
800	400	11.4	-	-	-	-
400	200	11.1	-	-	-	-
200	100	10.8	-	-	-	-
100	200	11.0	-	-	-	-
200	400	11.3	-	61.7	-	-
400	800	11.7	-	73.8	-	-
800	1200	12.8	32.1	-	6.5E-07	2.0E-10
1200	1600	13.8	36.0	-	6.4E-07	1.8E-10



**BADANIE W EDOMETRZE / Oedometer test**  
wg / acc. to PN-EN ISO 17892-5:2017-06

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	4.00-4.60
Głębokość podpróbki / Detailed depth of subsample [m]:	4.25-4.30
Numer podpróbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample_ID:	-
Nazwa badania / Name of the test:	VMC_24_3IL
Orientacja / Orientation:	Pionowa / Vertical
Rodzaj, przygotowanie próbki / Type of sample, preparation	Próbka NNS / Undisturbed sample
Badanie wykonał / Prepared by:	K. Cymerman
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiński



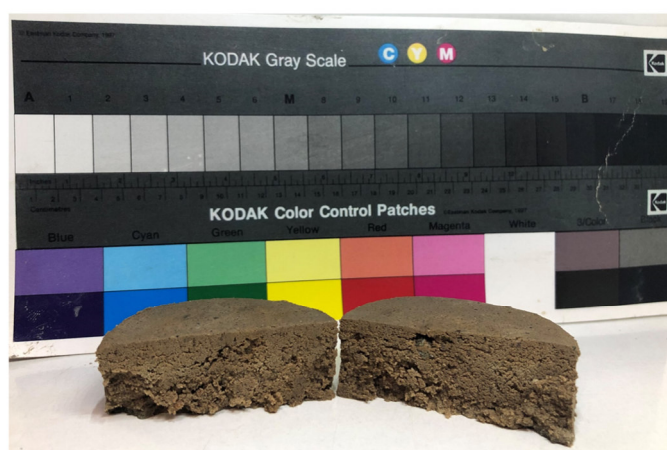
**BADANIE W EDOMETRZE / Oedometer test**  
**wg / acc. to PN-EN ISO 17892-5:2017-06**

<b>Obiekt / Site:</b>	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
<b>Otwór / Borehole:</b>	OW-3
<b>Głębokość / Depth [m]:</b>	4.00-4.60
<b>Głębokość próbki / Detailed depth of subsample [m]:</b>	4.25-4.30
<b>Numer próbki / Specimen reference:</b>	-
<b>Numer próbki / Sample ID:</b>	-
<b>Orientacja / Orientation:</b>	Pionowa / Vertical
<b>Rodzaj, przygotowanie próbki / Type of sample, preparation</b>	Próbka NNS / Undisturbed sample
<b>Badanie wykonane / Prepared by:</b>	K. Cymerman
<b>Badanie sprawdził / Verified by:</b>	W. Tymiński

**Zdjęcie próbki przed badaniem / Photo of the sample before test**



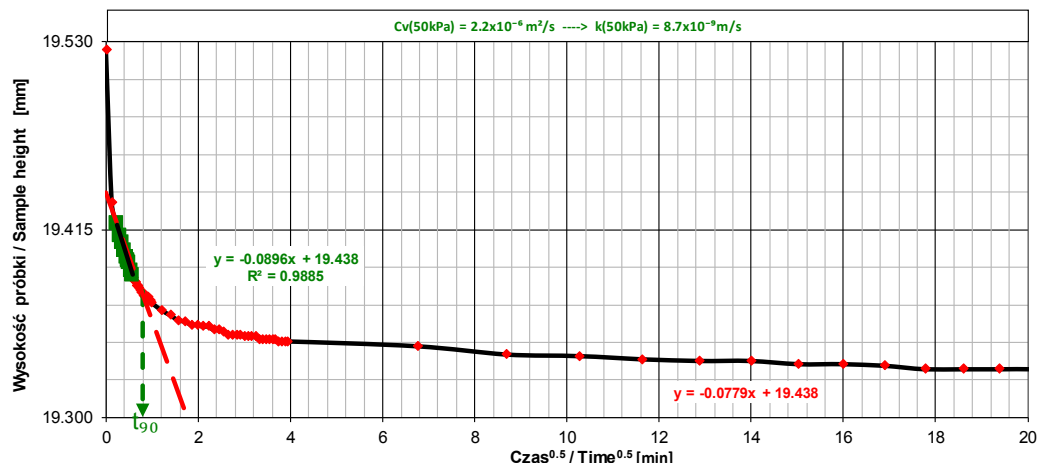
**Zdjęcie próbki po badaniu / Photo of the sample after test**



**Opis makroskopowy / Visual description**

**acc to PN-EN ISO  
14688-1: 2018-05**

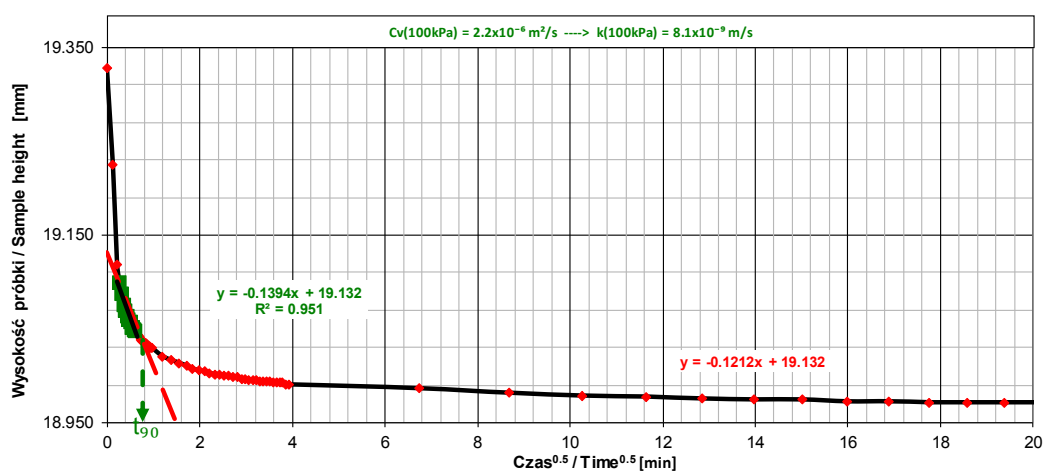
twardoplastyczny/plastyczny, szarobrazowy i szary, bezwapnisty, średniej plastyczności łą z pyłem z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru  
firm/soft, greyish brown and grey, non-calcareous, medium plasticity slightly gravelly very sandy silty CLAY



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

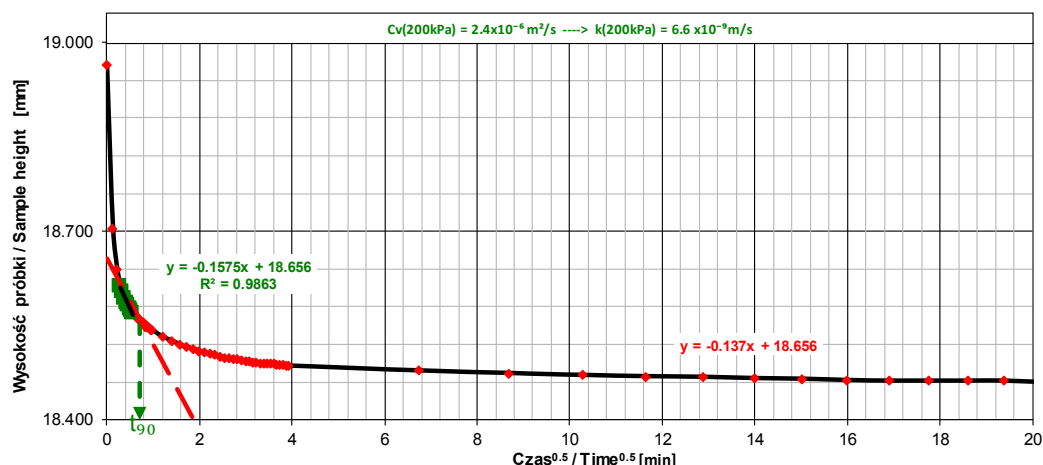
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

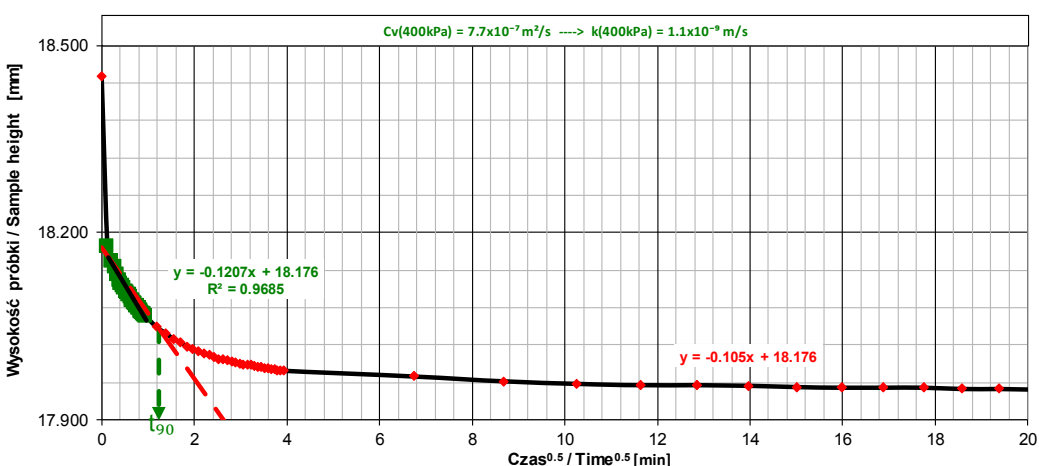
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

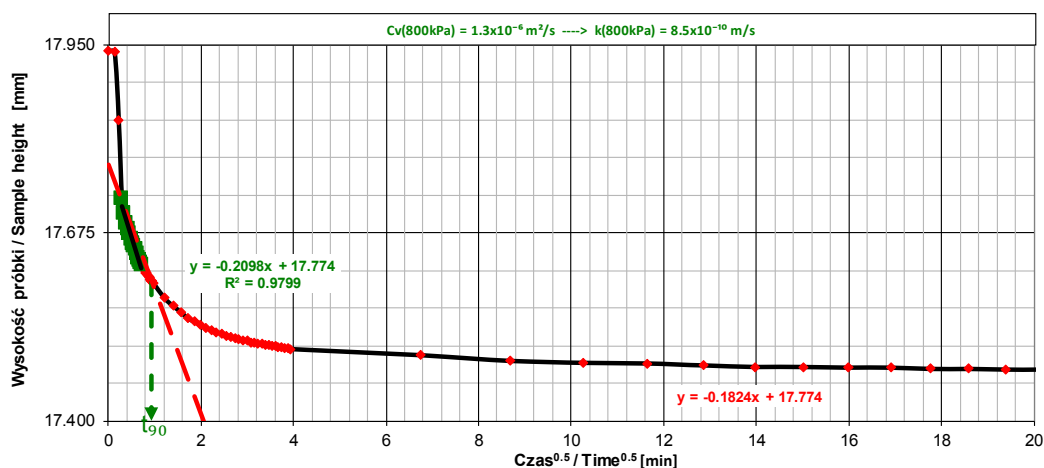
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

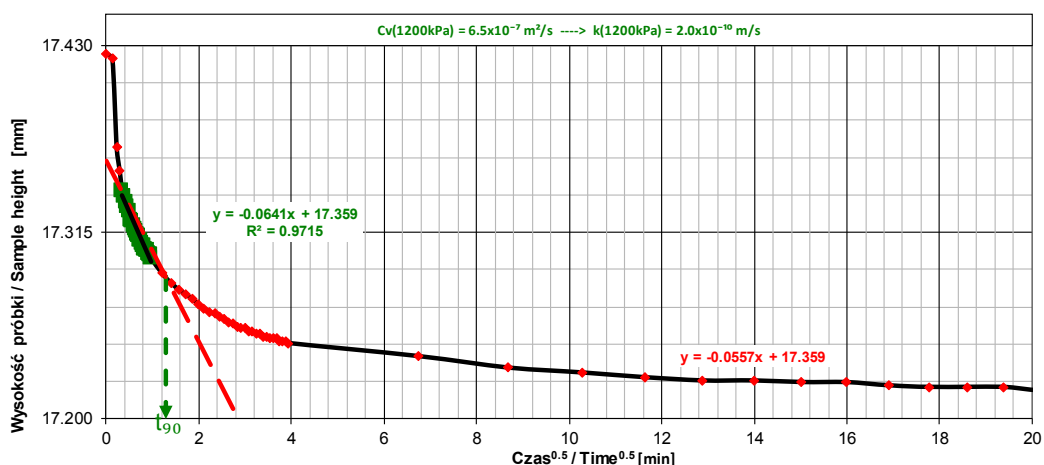
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński

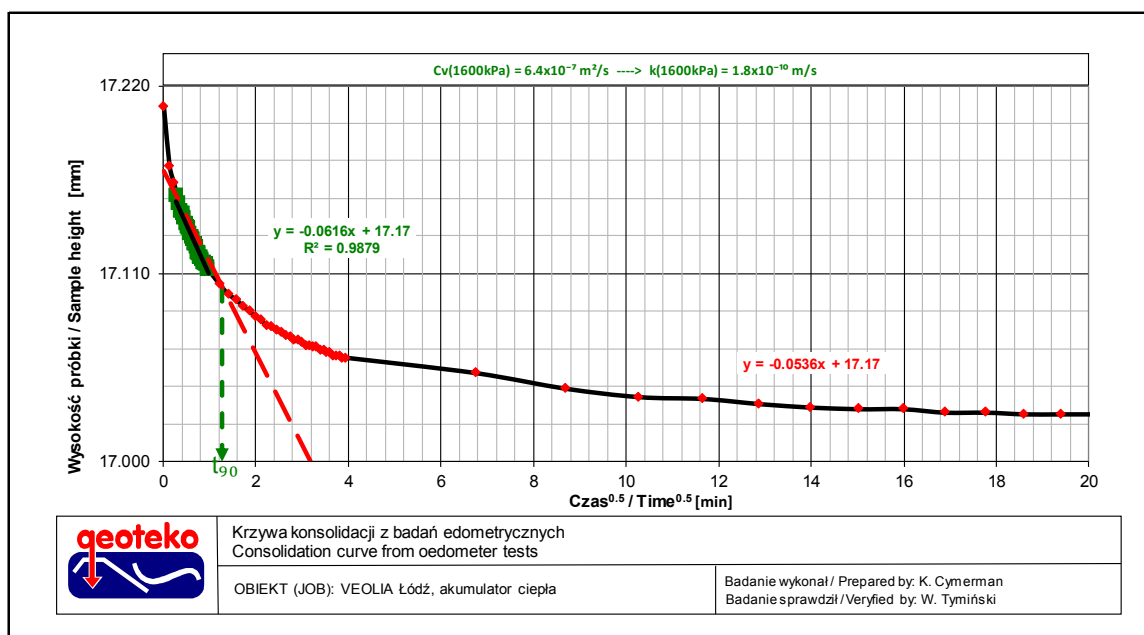


Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński





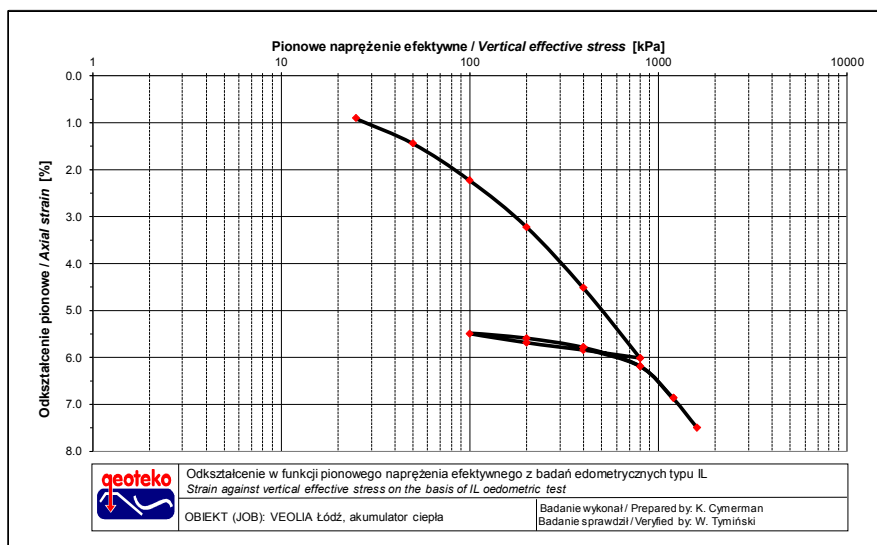
**BADANIE W EDOMETRZE / Oedometer test**  
wg / acc. to PN-EN ISO 17892-5:2017-06

<b>Obiekt / Site:</b>	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
<b>Otwór / Borehole:</b>	OW-3
<b>Głębokość / Depth [m]:</b>	4.90-5.30
<b>Głębokość podpróbki / Detailed depth of subsample [m]:</b>	5.25-5.30
<b>Numer podpróbki / Specimen reference:</b>	-
<b>Numer próbki / Sample_ID:</b>	-
<b>Nazwa badania / Name of the test:</b>	VMC_24_4IL
<b>Orientacja / Orientation:</b>	Pionowa / Vertical
<b>Rodzaj, przygotowanie próbki / Type of sample, preparation method:</b>	Próbka NNS / Undisturbed sample
<b>Badanie wykonał / Prepared by:</b>	K. Cymerman
<b>Badanie sprawdził / Verified by:</b>	W. Tymiński

Wymiary pierścienia oraz masa próbki / Sample and ring dimensions		Parametry gruntu fizyczne na początku badania / Initial index properties of soil	
Wysokość początkowa próbki, Initial height of specimen, $H_i$ [mm]	19.89	Wilgotność początkowa gruntu, Initial water content, $w_0$ [%]	10.0
Średnica pierścienia, Ring diameter, $D$ [mm]	49.95	Początkowa gęstość objętościowa, Initial wet density, $\rho_w$ [g/cm <sup>3</sup> ]	2.22
Objętość pierścienia, Specimen volume, $V$ [cm <sup>3</sup> ]	38.97	Początkowa gęstość obj. szkieletu gruntu, Initial dry density, $\rho_d$ [g/cm <sup>3</sup> ]	2.02
Masa pierścienia pustego, Mass of the ring, [g]	58.85	*Gęstość właściwa, * Solid density, $\rho_s$ [g/cm <sup>3</sup> ]	#2.68
Masa pierścienia z gruntem, Mass of the ring with specimen, [g]	145.48	Początkowy wskaźnik porowatości, Initial void ratio, $e_0$ [-]	0.326
Masa gruntu wilgotnego, Wet mass of specimen, [g]	86.63	Inne / Other information	
Masa gruntu suchego, Dry mass of specimen, [g]	78.74	Papierowe filtry / Filter papers	Zastosowane / Used
Średnia temperatura, Average temperature [°C]	23.0	Odształcenia własne / Apparatus deformations	Nie uwzględniono / Not considered

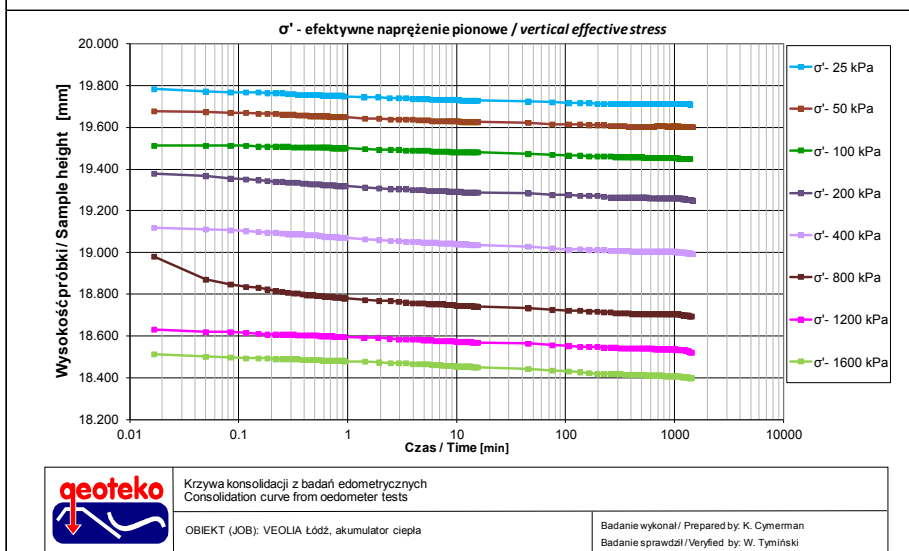
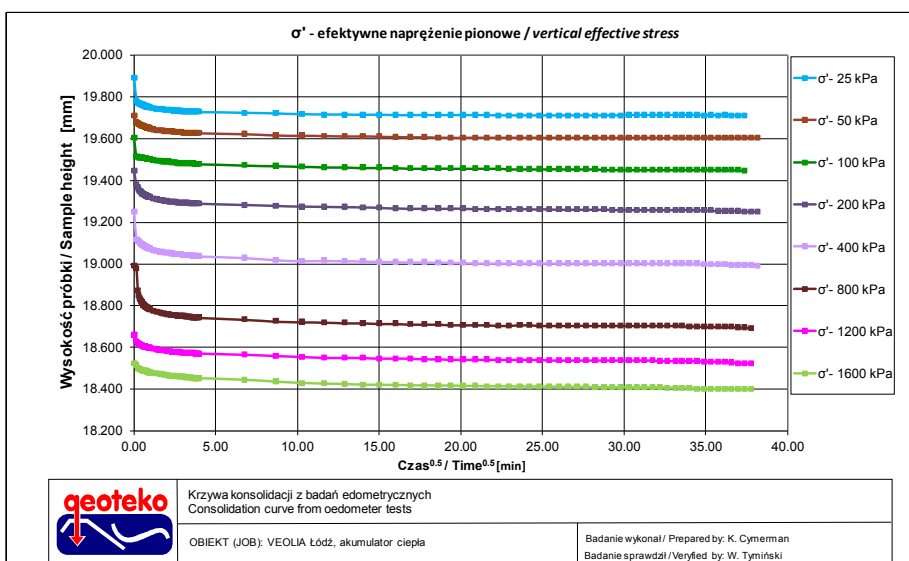
\* Przedrostek #, jeśli wartość założona / Prefix # if value assumed

Wyniki badań edometrycznych / Results of oedometer tests					
Napężenie całkowite		Odształcenie osiowe	Moduł ścisłości		Współczynnik konsolidacji
Total stress		Axial strain	Modulus of compressibility		Coefficient of consolidation
$\sigma$ [kPa]		$\epsilon$ [%]	$E_{oed,0}$ [MPa]	$E_{oed}$ [MPa]	$c_v$ [m <sup>2</sup> /s]
0	25	0.9	2.8	-	-
25	50	1.4	4.6	-	8.3E-07
50	100	2.2	6.3	-	2.7E-07
100	200	3.2	9.8	-	9.3E-07
200	400	4.5	14.9	-	9.0E-07
400	800	6.0	25.4	-	1.9E-06
800	400	5.9	-	-	-
400	200	5.7	-	-	-
200	100	5.5	-	-	-
100	200	5.6	-	-	-
200	400	5.8	-	96.3	-
400	800	6.2	-	96.1	-
800	1200	6.9	54.5	-	9.0E-07
1200	1600	7.5	60.2	-	8.0E-07



**BADANIE W EDOMETRZE / Oedometer test**  
wg / acc. to PN-EN ISO 17892-5:2017-06

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	4.90-5.30
Głębokość próbki / Detailed depth of subsample [m]:	5.25-5.30
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample ID:	-
Nazwa badania / Name of the test:	VMC_24_4IL
Orientacja / Orientation:	Pionowa / Vertical
Rodzaj, przygotowanie próbki / Type of sample, preparation	Próbka NNS / Undisturbed sample
Badanie wykonał / Prepared by:	K. Cymerman
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiński



<b>Opis makroskopowy / Visual description</b>	
acc to PN-EN ISO 14688-1: 2018-05	twardoplastyczny/plastyczny, ciemnoszarobrazowy, wapnisty, średniej plastyczności łą z pyłem z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru firm/soft, dark greyish brown, calcareous, medium plasticity slightly gravelly very sandy silty CLAY

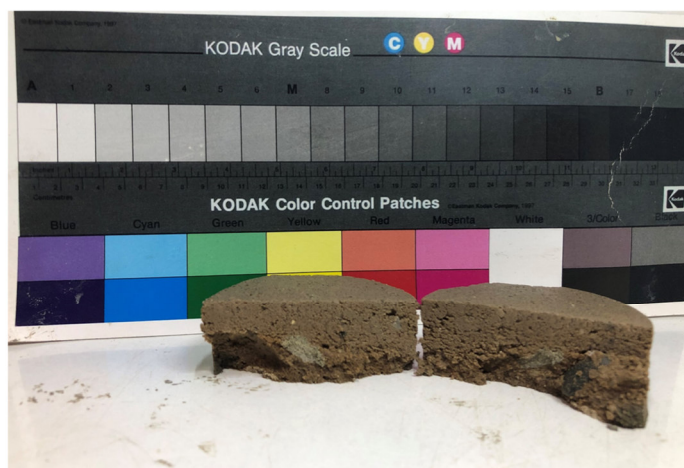
**BADANIE W EDMETRZE / Oedometer test**  
wg / acc. to **PN-EN ISO 17892-5:2017-06**

<i>Obiekt / Site:</i>	<i>VEOLIA Łódź, akumulator ciepła</i>
<i>Otwór / Borehole:</i>	<i>OW-3</i>
<i>Głębokość / Depth [m]:</i>	<i>4.90-5.30</i>
<i>Głębokość podpróbki / Detailed depth of subsample [m]:</i>	<i>5.25-5.30</i>
<i>Numer podpróbki / Specimen reference:</i>	-
<i>Numer próbki / Sample_ID:</i>	-
<i>Orientacja / Orientation:</i>	<i>Pionowa / Vertical</i>
<i>Rodzaj, przygotowanie próbki / Type of sample, preparation</i>	<i>Próbka NNS / Undisturbed sample</i>
<i>Badanie wykonał / Prepared by:</i>	<i>K. Cymerman</i>
<i>Badanie sprawdził / Verified by:</i>	<i>W. Tymiński</i>

**Zdjęcie próbki przed badaniem / Photo of the sample before test**



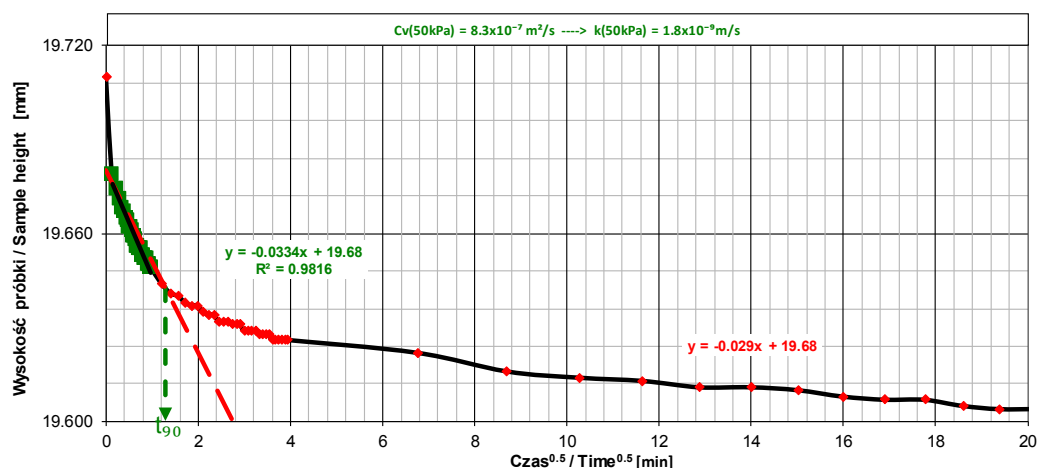
**Zdjęcie próbki po badaniu / Photo of the sample after test**



**Opis makroskopowy / Visual description**

acc to PN-EN ISO  
14688-1: 2018-05

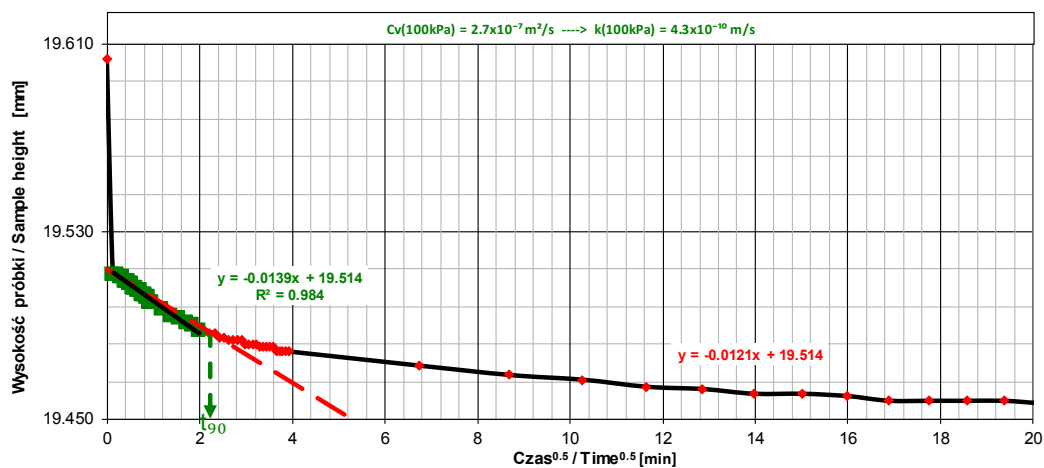
twardoplastyczny/plastyczny, ciemnoszarobrazowy, wapnisty, średniej plastyczności łą z pyłem z dużą ilością  
piasku i małą ilością żwiru  
firm/soft, dark greyish brown, calcareous, medium plasticity slightly gravelly very sandy silty CLAY



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

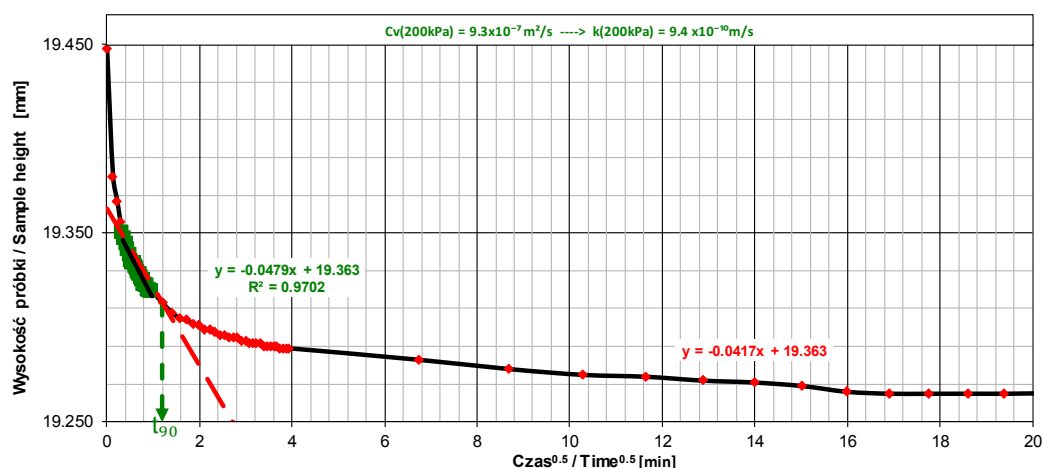
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

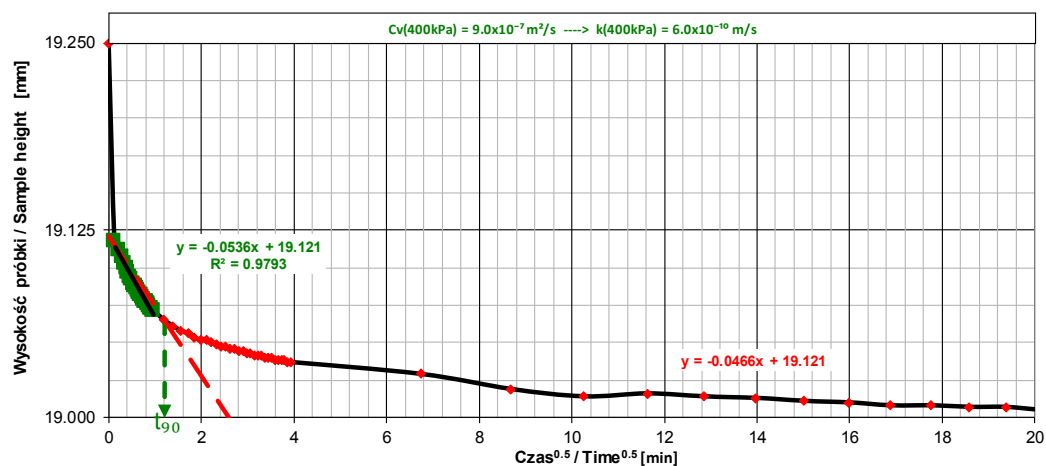
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIĘKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

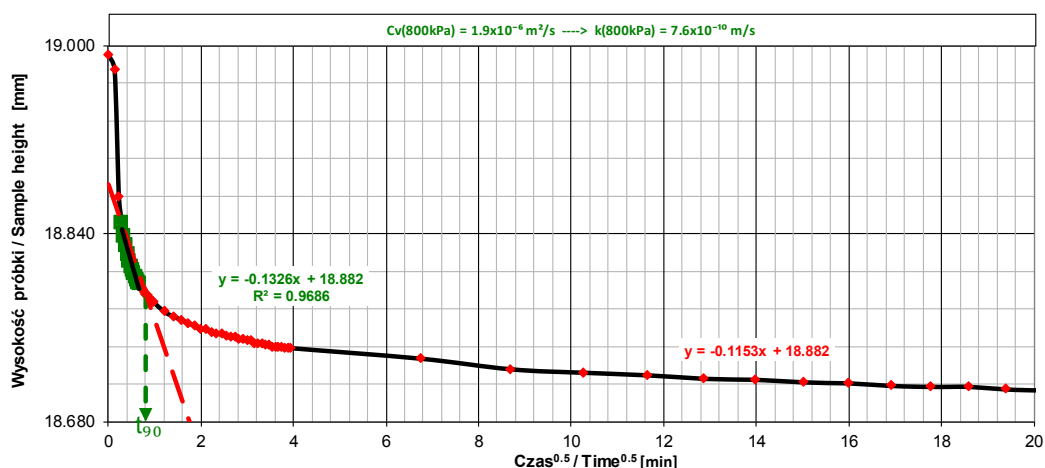
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIĘKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

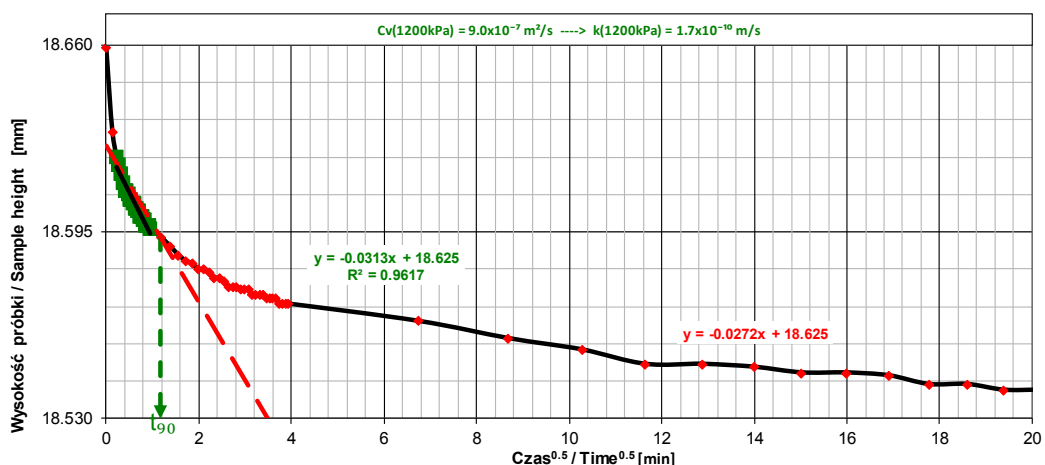
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

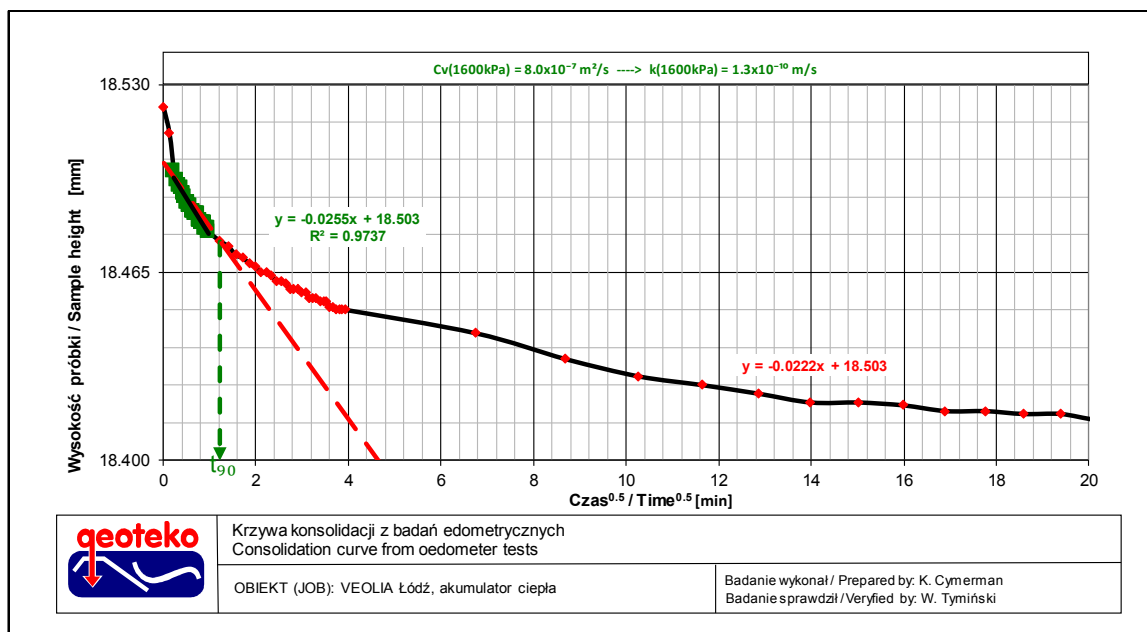
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



KONIEC SPRAWOZDANIA



*Wyniki badań chemicznych  
gruntu i wody gruntowej  
i2 Sp. z o. o.*



4041



Environmental Science

**Maciej Pabich**

Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne  
Walbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa

i2 Analytical Ltd.  
ul. Pionierów 39,  
41-711 Ruda Śląska,  
Poland  
NR BDO: 000039239

e: info@geoteko.com.pl

t: 004832 3426011  
f: 004832 3426012  
e: contact@i2analytical.com

## **Sprawozdanie z badań nr : 24-76860**

Zastępuje Sprawozdanie z badań nr: 24-76860, wersja 1; Dodano metale ciężkie dla próbek wody

<b>Nazwa projektu:</b>	Veolia	<b>Data otrzymania prób:</b>	04/01/2024
<b>Numer projektu klienta:</b>		<b>Data zarejestrowania prób/ Data rozpoczęcia analiz:</b>	04/01/2024
<b>Numer zamówienia:</b>		<b>Data zakończenia analiz:</b>	26/01/2024
<b>Wersja raportu:</b>	2	<b>Data raportowania:</b>	29.01.2024
<b>Analizowane próbki:</b>	2 próbki gleby - 1 próbka wody		

**i2 Analytical Limited Sp. z o.o.**  
Oddział w Polsce  
ul. Pionierów 39  
41-711 Ruda Śląska  
NIP: 2050000782

  
**Joanna Szwagrak**  
Specjalista Działu  
Analiz Raportów

**Podpis:**

Joanna Szwagrak  
Specjalista działu analiz raportów  
**W imieniu i2 Analytical Sp. z o.o.**

Laboratorium posiada oddział w Wielkiej Brytanii: 7 Woodshots Meadow Croxley Green Business Park Watford Herts WD18 8YS UK

Statusy akredytacji dotyczą tylko analiz wykonanych przez laboratorium. Opinie i/lub interpretacje zawarte w raporcie nie są objęte akredytacją.

Standardowy czas przechowywania próbek:

Gleby: 4 tygodnie od daty raportowania  
Ocieki: 2 tygodnie od daty raportowania  
Wody: 2 tygodnie od daty raportowania  
asbestos 6 miesięcy od daty raportowania

Pobór i dostarczenie próbek do laboratorium przez klienta

Raporty w formie xls są ważne tylko, gdy są używane wraz z wersją raportu w formacie pdf.

Klasyfikacja agresywnego chemicznie środowiska dla betonu w oparciu o normę EN 206:2013+A2:2021

Laboratoryjny Numer Próbk	2921782
Numer referencyjny	OW-2
Głębokość	-
Data pobrania próbki	01/01/2024
Informacja: Wobec wymagań normy EN 206:2013+A2:2021 badana woda <b>stanowi środowisko chemiczne o słabej agresywności (XA1)</b> względem betonu.	

Klasyfikacja agresywnego chemicznie środowiska dla stali w oparciu o normę PN-72 C-04609

Laboratoryjny Numer Próbk	2921782
Numer referencyjny	OW-2
Głębokość	-
Data pobrania próbki	01/01/2024
Informacja: Wobec wymagań normy PN-72 C-04609 badana woda <b>stanowi środowisko chemicznie agresywne</b> względem stali.	



Sprawozdanie z badań numer: 24-76860  
Projekt: Veolia

Laboratoryjny Numer Próbkki				2921782
Numer referencyjny				OW-2
Numer próbki				-
Głębokość				-
Data pobrania próbki				01/01/2024
Czas pobierania próbki				-
Analiza (Woda)	Jednostka	Limit detekcji	Status akredytacji	

#### Nieorganika

pH	pH Units	N/A	ISO 17025	7.2
Przewodność elektrolityczna	µS/cm	10	ISO 17025	1600
Siarczany jako SO <sub>4</sub>	µg/l	45	ISO 17025	336000
Agresywny CO <sub>2</sub> w wodzie	mgCO <sub>2</sub> /l	10	N	< 10
Chlorki	mg/l	0.15	ISO 17025	240
Fosforany jako PO <sub>4</sub>	µg/l	62	ISO 17025	< 62
Fluorki	µg/l	50	ISO 17025	73
Azot Amonowy jako NH <sub>4</sub>	µg/l	15	ISO 17025	360
Ogólny Węgiel Organiczny (OWO)	mg/l	0.1	ISO 17025	3.51
Azotany jako NO <sub>3</sub>	mg/l	0.05	ISO 17025	6.39
Azotyny jako NO <sub>2</sub>	µg/l	5	ISO 17025	170
Zasadowość Ogólna	mg/l	3	ISO 17025	480
Wodorowęglany	mg/l	10	N	590
Chemiczne zapotrzebowanie na tlen (ChZT)	mg/l	2	ISO 17025	7.3
Tlen Rozpuszczony	mg/l	1	N	7.5

#### WWA

Naftalen	µg/l	0.01	ISO 17025	< 0.01
Acenaftylen	µg/l	0.01	ISO 17025	< 0.01
Acenaften	µg/l	0.01	ISO 17025	< 0.01
Fluoren	µg/l	0.01	ISO 17025	< 0.01
Fenantren	µg/l	0.01	ISO 17025	< 0.01
Antracen	µg/l	0.01	ISO 17025	< 0.01
Fluoranten	µg/l	0.01	ISO 17025	< 0.01
Piren	µg/l	0.01	ISO 17025	< 0.01
Benzo(a)antracen	µg/l	0.01	ISO 17025	< 0.01
Chryzen	µg/l	0.01	ISO 17025	< 0.01
Benzo(b)fluoranten	µg/l	0.01	ISO 17025	< 0.01
Benzo(k)fluoranten	µg/l	0.01	ISO 17025	< 0.01
Benzo(a)piren	µg/l	0.01	ISO 17025	< 0.01
Indeno(1,2,3-cd)piren	µg/l	0.01	ISO 17025	< 0.01
Dibenzo(a,h)antracen	µg/l	0.01	ISO 17025	< 0.01
Benzo(ghi)perylen	µg/l	0.01	ISO 17025	< 0.01

#### Suma WWA

Suma WWA - 16 EPA	µg/l	0.16	ISO 17025	< 0.16
-------------------	------	------	-----------	--------

Niniejszy raport może być kopiowany wyłącznie w całości,

zawsze za wyraźną zgodą laboratorium.

Wyniki testów zamieszczone w raporcie dotyczą próbek dostarczonych do analizy.

24-76860-2-PL GEOTEKO pl - Veolia.XLS

Strona 3 z 9



Environmental Science

Sprawozdanie z badań numer: 24-76860

Projekt: Veolia

Laboratoryjny Numer Próbkki				2921782
Numer referencyjny				OW-2
Numer próbkki				-
Głębokość				-
Data pobrania próbkki				01/01/2024
Czas pobierania próbkki				-
Analiza (Woda)	Jednostka	Limit detekcji	Status akredytacji	

#### Metale ciężkie

Arsen (rozpuszczony)	µg/l	1	ISO 17025	8.8
Bar (rozpuszczony)	µg/l	0.05	ISO 17025	150
Kadm (rozpuszczony)	µg/l	0.08	ISO 17025	< 0.08
Chrom (rozpuszczony)	µg/l	0.4	ISO 17025	0.8
Kobalt (rozpuszczony)	µg/l	0.3	ISO 17025	1.9
Miedź (rozpuszczona)	µg/l	0.7	ISO 17025	11
Żelazo (rozpuszczone)	mg/l	0.004	ISO 17025	< 0.004
Ołów (rozpuszczony)	µg/l	1	ISO 17025	< 1.0
Mangan (rozpuszczony)	µg/l	0.06	ISO 17025	730
Rtęć (rozpuszczona)	µg/l	0.5	ISO 17025	< 0.5
Molibden (rozpuszczony)	µg/l	0.4	ISO 17025	0.8
Nikiel (rozpuszczony)	µg/l	0.3	ISO 17025	3.8
Cyna (rozpuszczona)	µg/l	1	ISO 17025	< 1.0
Cynk (rozpuszczony)	µg/l	0.4	ISO 17025	190

Wapń (rozpuszczony)	mg/l	0.012	ISO 17025	410
Magnez (rozpuszczony)	mg/l	0.005	ISO 17025	37
Potas (rozpuszczony)	mg/l	0.025	ISO 17025	3.6
Sód (rozpuszczony)	mg/l	0.01	ISO 17025	59

#### Monoaromaty

Benzen	µg/l	3	ISO 17025	< 3.0
Toluen	µg/l	3	ISO 17025	< 3.0
Etylobenzen	µg/l	3	ISO 17025	< 3.0
p & m-ksylen	µg/l	3	ISO 17025	< 3.0
o-ksylen	µg/l	3	ISO 17025	< 3.0

#### Węglowodory ropopochodne

TPH1 (C10 - C40)	µg/l	10	ISO 17025	< 10.0
------------------	------	----	-----------	--------

Niniejszy raport może być kopiowany wyłącznie w całości,

zawsze za wyraźną zgodą laboratorium.

Wyniki testów zamieszczone w raporcie dotyczą próbek dostarczonych do analizy.

24-76860-2-PL GEOTEKO pl - Veolia.XLS

Strona 4 z 9



4041



Sprawozdanie z badań numer: 24-76860

Projekt: Veolia

Laboratoryjny Numer Próbk				2921780	2921781
Numer referencyjny				OW-1	OW-6
Numer próbki				-	-
Głębokość (m)				2.90	2.00
Data pobrania próbki				01/01/2024	01/01/2024
Czas pobierania próbki				-	-
Analiza (Gleba)	Jednostka	Limit detekcji	Status akredytacji		

Zawartość wilgoci	%	0.01	N	5.1	13
-------------------	---	------	---	-----	----

## Nieorganika

Całkowite Siarczany SO <sub>4</sub>	mg/kg	50	ISO 17025	96	87
Kwasowość	ml/kg	10	N	130	190

## WWA

Naftalen	mg/kg	0.05	ISO 17025	< 0.05	< 0.05
Acenaftylen	mg/kg	0.05	ISO 17025	< 0.05	< 0.05
Acenaften	mg/kg	0.05	ISO 17025	< 0.05	< 0.05
Fluoren	mg/kg	0.05	ISO 17025	< 0.05	< 0.05
Fenantren	mg/kg	0.05	ISO 17025	0.06	0.26
Antracen	mg/kg	0.05	ISO 17025	< 0.05	< 0.05
Fluoranten	mg/kg	0.05	ISO 17025	< 0.05	0.28
Piren	mg/kg	0.05	ISO 17025	< 0.05	0.25
Benzo(a)antracen	mg/kg	0.05	ISO 17025	< 0.05	0.15
Chryzen	mg/kg	0.05	ISO 17025	< 0.05	0.16
Benzo(b)fluoranten	mg/kg	0.05	ISO 17025	< 0.05	0.12
Benzo(k)fluoranten	mg/kg	0.05	ISO 17025	< 0.05	0.06
Benzo(a)piren	mg/kg	0.05	ISO 17025	< 0.05	0.08
Indeno(1,2,3-cd)piren	mg/kg	0.05	ISO 17025	< 0.05	< 0.05
Dibenzo(a,h)antracen	mg/kg	0.05	ISO 17025	< 0.05	< 0.05
Benzo(ghi)perylen	mg/kg	0.05	ISO 17025	< 0.05	< 0.05

## Suma WWA

Suma WWA - 16 EPA	mg/kg	0.8	ISO 17025	< 0.80	1.36
-------------------	-------	-----	-----------	--------	------

## Metale ciężkie

Arsen (ekstrakcja wodą królewską)	mg/kg	1	ISO 17025	1.7	3
Bar (ekstrakcja wodą królewską)	mg/kg	1	ISO 17025	14	28
Kadm (ekstrakcja wodą królewską)	mg/kg	0.2	ISO 17025	< 0.2	< 0.2
Chrom (ekstrakcja wodą królewską)	mg/kg	1	ISO 17025	5.5	8.1
Kobalt (ekstrakcja wodą królewską)	mg/kg	0.15	ISO 17025	1.5	3.2
Miedź (ekstrakcja wodą królewską)	mg/kg	1	ISO 17025	4.5	11
Ołów (ekstrakcja wodą królewską)	mg/kg	1	ISO 17025	5.6	12
Rtęć (ekstrakcja wodą królewską)	mg/kg	0.3	ISO 17025	< 0.3	< 0.3
Molibden (ekstrakcja wodą królewską)	mg/kg	0.25	ISO 17025	< 0.25	< 0.25
Nikiel (ekstrakcja wodą królewską)	mg/kg	1	ISO 17025	4.2	10
Cyna (ekstrakcja wodą królewską)	mg/kg	1	ISO 17025	1.1	2.5
Cynk (ekstrakcja wodą królewską)	mg/kg	1	ISO 17025	21	40

## Węglowodory Ropopochodne

TPH1 (C6 - C12) - analiza podzleczana	mg/kg	0.43	AB 313	< 0.43	< 0.43
---------------------------------------	-------	------	--------	--------	--------

TPH2 (C12 - C35)	mg/kg	10	ISO 17025	< 10	< 10
------------------	-------	----	-----------	------	------

**Klasyfikacja agresywnego chemicznie środowiska dla betonu w oparciu o normę EN 206:2013 + A2:2021**

Laboratoryjny Numer Próbk	2921780
Numer referencyjny	OW-1
Głębokość	2.90
Data pobrania próbki	01/01/2024
Informacja: Wobec wymagań normy EN 206:2013 + A2:2021 badana gleba <b>nie stanowi środowiska agresywnego chemicznie</b> względem betonu.	

**Klasyfikacja agresywnego chemicznie środowiska dla betonu w oparciu o normę EN 206:2013 + A2:2021**

Laboratoryjny Numer Próbk	2921781
Numer referencyjny	OW-6
Głębokość	2.00
Data pobrania próbki	01/01/2024
Informacja: Wobec wymagań normy EN 206:2013 + A2:2021 badana gleba <b>nie stanowi środowiska agresywnego chemicznie</b> względem betonu.	



## Sprawozdanie z badań numer : 24-76860

### Projekt: Veolia

\* Opisy próbek są poglądowe oraz przeznaczone tylko do wstępnej weryfikacji. Główny element składowy próbki jest odniesiony do walidacji MCERTS/ISO 17025. Laboratorium jest akredytowane na podstawowe rodzaje matryc takie jak piasek, glinę oraz grunt. Opisy dla pozostałych typów gleb powinny być traktowane z ostrożnością.

Wyniki analityczne nie są korygowane o zawartość kamieni.

Laboratoryjny Numer Próbk	Numer referencyjny	Numer próbki	Głębokość (m)	Opis próbki
2921780	OW-1	-	2.9	Brązowy piasek ze żwirem.
2921781	OW-6	-	2	Brązowa glina piaszczysta.



**Sprawozdanie z badań numer : 24-76860**

**Projekt: Veolia**

Analiza	Opis metod badawczych	Referencje	Nr procedury	Mokra / Sucha próbka	Status akredytacji
Metale rozpuszczone w wodzie	Oznaczenie metali w wodzie przy użyciu ICP-OES.	Metoda wewnętrzna oparta na MEWAM 2006 Methods for the Determination of Metals in Soil.	L039-PL	M	ISO 17025
Metale w glebie	Oznaczenie metali w glebie po ekstrakcji wodą królewską przy użyciu techniki ICP-OES.	Metoda wewnętrzna oparta na MEWAM 2006 Methods for the Determination of Metals in Soil.	L038-PL	S	ISO 17025
Alkalinity in Water (by titration)	Determination of Alkalinity by titration	Metoda wewnętrzna oparta na Examination of Water and Wastewater 20th Edition: Clesceri, Greenberg & Eaton	L025-PL	M	N
Przewodność elektrolityczna (w 20oC) w wodzie	Oznaczenie przewodności w wodzie metodą elektrochemiczną.	Metoda wewnętrzna	L031-PL	M	ISO 17025
Fluorki w wodzie	Oznaczenie fluorków w wodzie przy użyciu elektrody selektywnej.	Metoda wewnętrzna oparta na "Use of Total Ionic Strength Adjustment Buffer for Electrode Determination"	L033B-PL	M	ISO 17025
Zawartość wilgoci	Oznaczenie zawartości wilgoci metodą grawimetryczną	Metoda wewnętrzna	L019-PL	M	N
Azotyny jako NO2 w wodzie	Oznaczenie azotynów w wodzie przy użyciu analizatora dyskretnego	Metoda wewnętrzna oparta na Examination of Water and Wastewater 20th Edition: Clesceri, Greenberg & Eaton	L082-PL	M	ISO 17025
Azotany jako NO3 w wodzie	Oznaczenie azotanów w wodzie metodą kolorymetryczną.	Metoda wewnętrzna oparta na Examination of Water and Wastewater & PN-82/C-04579.08.	L078-PL	M	ISO 17025
Tlen rozpuszczony w wodzie	Oznaczenie tlenu rozpuszczonego w wodzie przy użyciu elektrody O2.	Metoda wewnętrzna	L086-PL	M	N
WWA w glebie	Oznaczenie WWA w glebie poprzez ekstrakcję DCM/Heksan przy użyciu techniki GC-MS .	Metoda wewnętrzna oparta na USEPA 8270	L064-PL	S	ISO 17025
WWA w wodzie	Oznaczenie WWA w wodzie poprzez ekstrakcję DCM/Heksan przy użyciu techniki GC-MS .	Metoda wewnętrzna oparta na USEPA 8270	L102B-PL	M	ISO 17025
Fosforany w wodzie	Oznaczenie fosforanów w wodzie metodą kolorymetryczną poprzez dodanie molibdenianu amonu, winianu potasowo-antymonylowego i kwasu askorbinowego przy użyciu analizatora dyskretnego.	Metoda wewnętrzna oparta na Examination of Water and Wastewater 20th Edition: Clesceri, Greenberg & Eaton, analysis by discreet analyser.	L082-PL	M	ISO 17025
Siarczany w glebie	Oznaczenie całkowitych siarczanów w glebie po ekstrakcji w 10% kwasie solnym przy użyciu ICP-OES.	Metoda wewnętrzna	L038-PL	S	ISO 17025
Siarczany w wodzie	Oznaczenie siarczanów w wodzie po filtracji i zakwaszeniu przy użyciu ICP-OES.	Metoda wewnętrzna oparta na MEWAM 2006 Methods for the Determination of Metals in Soil.	L039-PL	M	ISO 17025

Niniejszy raport może być kopiowany wyłącznie w całości,

zawsze za wyraźną zgodą laboratorium.

Wyniki testów zamieszczone w raporcie dotyczą próbek dostarczonych do analizy.

24-76860-2-PL GEOTEKO pl -Veolia.XLS

Strona 8 z 9



Environmental Science

Sprawozdanie z badań numer : 24-76860

Projekt: Veolia

Analiza	Opis metod badawczych	Referencje	Nr procedury	Mokra / Sucha próbka	Status akredytacji
TPH C10-C40 w wodzie	Oznaczenie węglowodorów C10-C40 w wodzie techniką GCxGC-FID.	Metoda wewnętrzna	L101-PL	M	ISO 17025
Ogólny Węgiel Organiczny (OWO) w wodzie	Oznaczenie ogólnego węgla organicznego w wodzie przy użyciu analizatora TOC/DOC.	Metoda wewnętrzna oparta na Examination of Water and Wastewater 20th Edition: Clesceri, Greenberg & Eaton	L037-PL	M	ISO 17025
BTEX w wodzie	Oznaczenie BTEX w wodzie techniką GC-MS/HS.	Metoda wewnętrzna oparta na USEPA8260. Refer to CoA for analyte specific accreditation	L073B-PL	M	ISO 17025
Azot amonowy (NH <sub>4</sub> ) w wodzie	Oznaczenie azotu amonowego w wodzie przy użyciu dyskretnego analizatora.	Metoda wewnętrzna oparta na Examination of Water and Wastewater 20th Edition: Clesceri, Greenberg & Eaton	L082-PL	M	ISO 17025
pH (w 20oC) w wodzie	Oznaczenie pH w wodzie metodą elektrochemiczną.	Metoda wewnętrzna	L099-PL	M	ISO 17025
Agresywny CO <sub>2</sub> w wodzie	Oznaczenie agresywnego dwutlenku węgla w wodzie poprzez ekstrakcję węglanem wapnia przy użyciu analizatora dyskretnego.	Metoda wewnętrzna oparta na PN-74 C-04547/03	L082-PL	M	N
Kwasowość w glebie	Oznaczenie kwasowości w glebie	Metoda wewnętrzna	L111B	M	N
Chemiczne zapotrzebowanie na tlen (ChZT) w wodzie	Oznaczenie ChZT w wodzie poprzez pomiar kolorymetryczny.	Metoda wewnętrzna.	L065-PL	M	ISO 17025
TPH C6- C12 w glebie	Oznaczenie węglowodorów C6-C12 w glebie techniką GC-MS/HS.	Metoda wewnętrzna oparta o USEPA8260	L088-PL	M	N
TPH C12-C35 w glebie	Oznaczenie węglowodorów C12 - C35 w glebie poprzez ekstrakcję heksanem oraz analizę techniką GC-FID	Metoda wewnętrzna.	L076-PL	S	ISO 17025
Chlorki w wodzie	Oznaczenie chlorków metodą kolorymetryczną przy użyciu analizatora dyskretnego.	Metoda wewnętrzna oparta na MEWAM	L082-PL	M	ISO 17025

Niniejszy raport może być kopiowany wyłącznie w całości,

zawsze za wyraźną zgodą laboratorium.

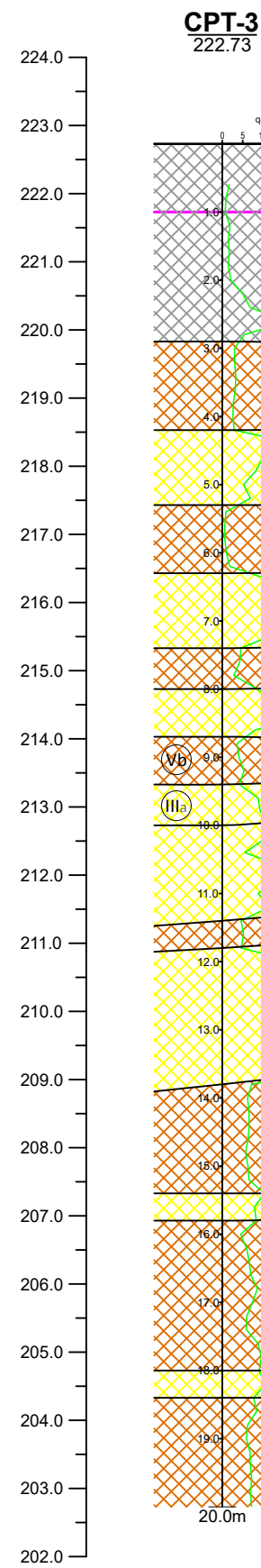
Wyniki testów zamieszczone w raporcie dotyczą próbek dostarczonych do analizy.

24-76860-2-PL GEOTEKO pl -Veolia.XLS

Strona 9 z 9

## **PRZEKROJE GEOTECHNICZNE**

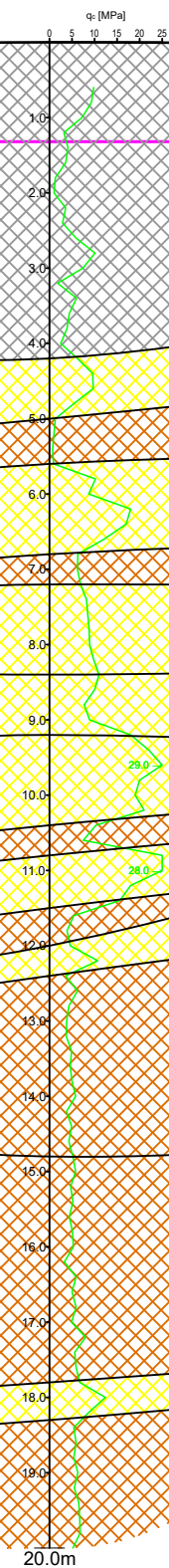
H [m n.p.m.]



odległości między  
punktami [m]

24.49

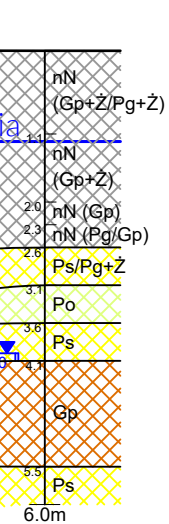
**CPT-1**  
223.05











21.46

H [m n.p.m.]

**OW-1**  
222.94



OBJAŚNIENIA:

- OW-1** 222.94 - Numer otworu wiertniczego  
rzędna [m n.p.m.]
- CPT-1** 223.05 - Numer sondowania statycznego CPT  
rzędna [m n.p.m.]
- Gp/Pg** - Rodzaj nawierconego gruntu
-  4.2 - Poziom swobodnego zwierciadła wód gruntowych
-  8.5 - Poziom swobodnego i ustabilizowanego zwierciadła wód gruntowych
-  17.4 - Poziom nawierconego zwierciadła wód gruntowych
-  - Strefa nawodniona
-  - Wykres sondowania statycznego CPT
-  - Numer warstwy geologiczno-inżynierskiej
-  - Przewidywany poziom posadowienia pompowni i obiektów towarzyszących
-  - Przewidywany poziom posadowienia akumul. ciepła

Numer warstwy	Dominujący rodzaj gruntu	I <sub>D</sub>	I <sub>L</sub>
I	nN		
IIb	Pd	0.60	-
IIIa	Ps, Ps+Ż	0.47	-
IIIb		0.60	-
IIIc		0.77	-
IV	Po	0.47	-
Va	Gp, Gp+Ż		0.33
Vb			0.07
Vc			0.05



GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.  
ul. Wąbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa  
tel.: 22 853 14 65, www.geoteko.com.pl

Temat:

Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego  
dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią,  
na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A.,  
przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi

Tytuł:

Przekrój geotechniczny I - I'

Data:

02.2024

Skala:

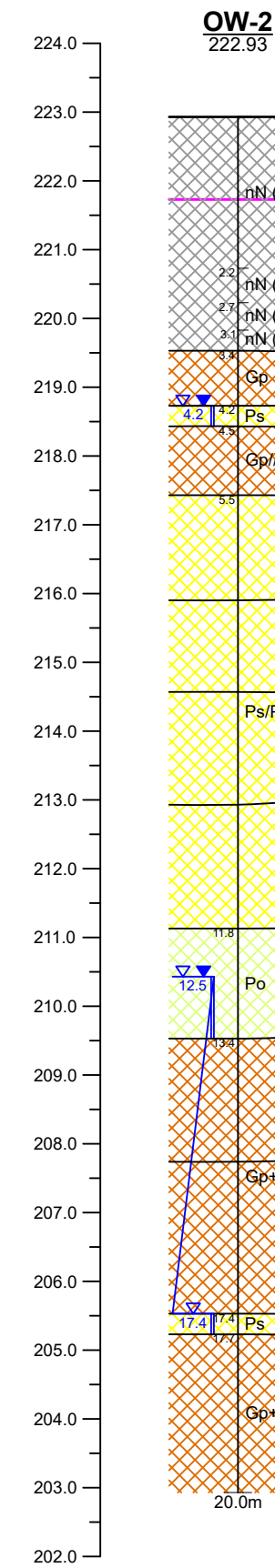
1: 100  
200

Nr załącznika:

Zał. nr 7.1



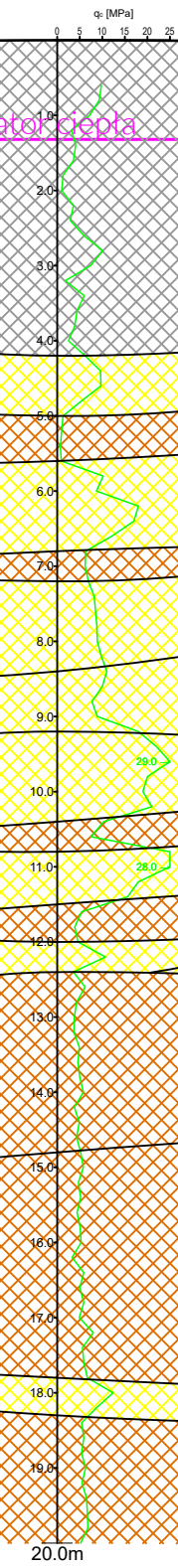
H [m n.p.m.]



odległości między  
punktami [m]

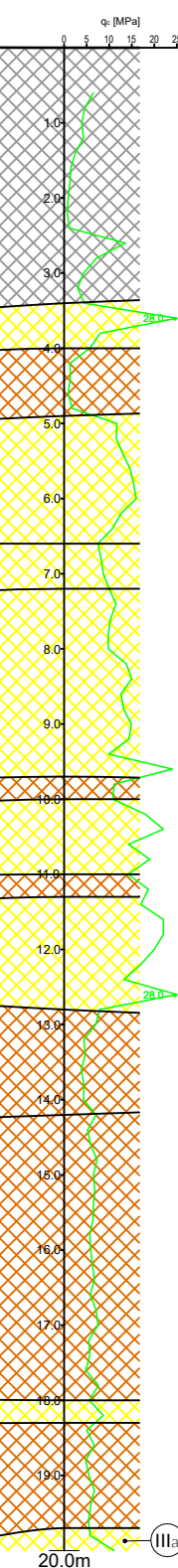
15.51

**CPT-1**  
223.05

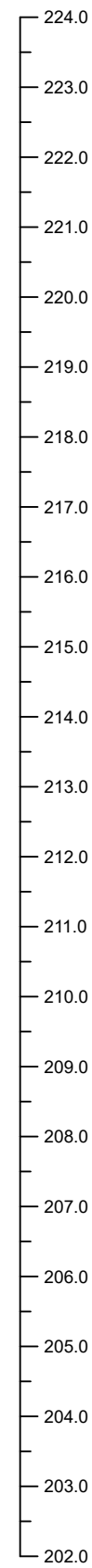


18.41








**CPT-2**  
222.95



H [m n.p.m.]



#### OBJAŚNIENIA:

- OW-1** 222.94 - Numer otworu wiertniczego  
rzędna [m n.p.m.]
- CPT-1** 223.05 - Numer sondowania statycznego CPT  
rzędna [m n.p.m.]
- Gp/Pg** - Rodzaj nawierconego gruntu
-  4.2 - Poziom swobodnego zwierciadła wód gruntowych
-  8.5 - Poziom swobodnego i ustabilizowanego zwierciadła wód gruntowych
-  17.4 - Poziom nawierconego zwierciadła wód gruntowych
-  - Strefa nawodniona
-  - Wykres sondowania statycznego CPT
-  - Numer warstwy geologiczno-inżynierskiej
-  - Przewidywany poziom posadowienia akum. ciepła

Numer warstwy	Dominujący rodzaj gruntu	I <sub>D</sub>	I <sub>L</sub>
I	nN		
IIb	Pd	0.60	-
IIIa	Ps, Ps+Ż	0.47	
IIIb		0.60	-
IIIc		0.77	-
IV	Po	0.47	-
Va	Gp, Gp+Ż		0.33
Vb			0.07
Vc			0.05

**geoteko** GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.  
ul. Wąbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa  
tel.: 22 853 14 65, www.geoteko.com.pl

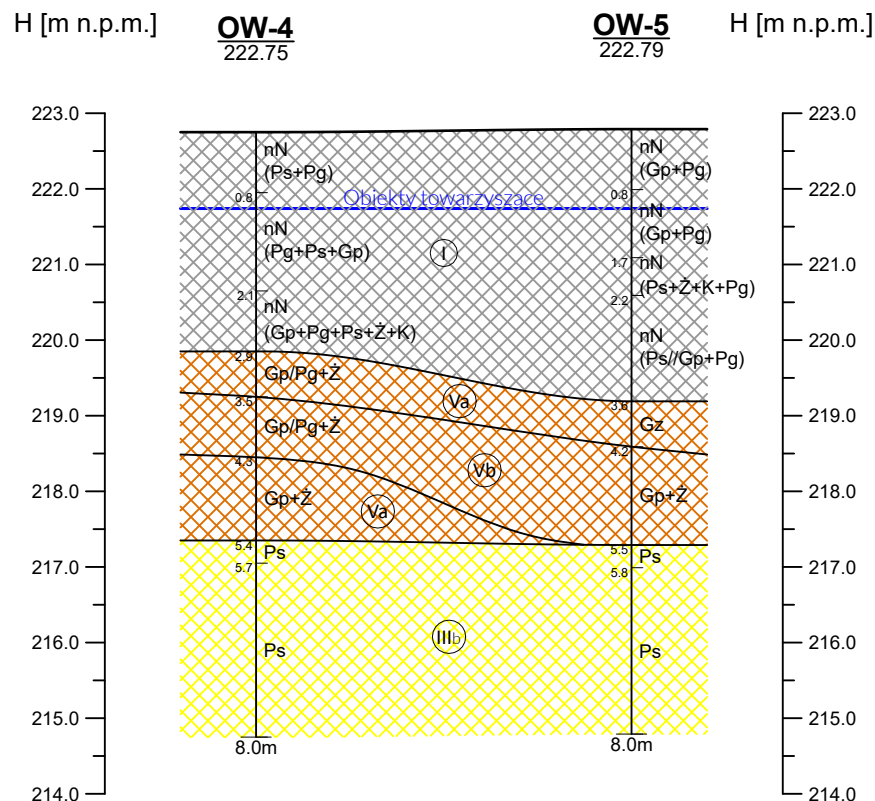
Temat:  
Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego  
dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią,  
na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A.,  
przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi

Tytuł:  
**Przekrój geotechniczny II - II'**

Data: 02.2024 Skala: 1:  $\frac{100}{200}$  Nr załącznika: Zał. nr 7.2







odległości między  
punktami [m]

9.93

Numer warstwy	Dominujący rodzaj gruntu	I <sub>D</sub>	I <sub>L</sub>
I	nN		
IIb	Pd	0.60	-
IIIa	Ps, Ps+Z	0.47	
IIIb		0.60	
IIIc		0.77	-
IV	Po	0.47	-
Va	Gp, Gp+Z		0.33
Vb			0.07
Vc			0.05

#### OBJAŚNIENIA:

**OW-1** - Numer otworu wiertniczego  
222.94 - rzędna [m n.p.m.]

**CPT-1** - Numer sondowania statycznego CPT  
223.05 - rzędna [m n.p.m.]

Gp/Pg - Rodzaj nawierconego gruntu

4.2 - Poziom swobodnego zwierciadła wód gruntowych

8.5 - Poziom swobodnego i ustabilizowanego zwierciadła wód gruntowych

17.4 - Poziom nawierconego zwierciadła wód gruntowych

Strefa nawodniona

q<sub>c</sub> [MPa]

Wykres sondowania statycznego CPT

IIIb - Numer warstwy geologiczno-inżynierskiej

Przewidywany poziom posadowienia pompowni i obiektów towarzyszących



GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.  
ul. Wałbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa  
tel.: 22 853 14 65, www.geoteko.com.pl

Temat:

Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego  
dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią,  
na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A.,  
przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi

Tytuł:

Przekrój geotechniczny IV - IV'

Data:

02.2024

Skala:

1:  $\frac{100}{200}$

Nr załącznika:

Zał. nr 7.4