


## STRONA TYTUŁOWA

## Tom III. PROJEKT TECHNICZNY – CZĘŚĆ 1

Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła

Nazwa obiektu budowlanego	<b>Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4</b>
Adres obiektu budowlanego	województwo: łódzkie; powiat: m. Łódź; miejscowość: Łódź; ulica: Jadzi Andrzejewskiej; nr domu: 5; kod pocztowy: 92-550
Kategoria obiektu budowlanego	VIII, XVIII, XIX
Jednostka ewidencyjna, obręb i numer ewidencyjny działki	jednostka ewidencyjna: 106106_9; obręb ewidencyjny: W-32; nr ewidencyjny: 56/228
Nazwa i adres Inwestora	<b>Veolia Energia Łódź S.A.</b> województwo: łódzkie; powiat: m. Łódź; miejscowość: Łódź; ulica: Jadzi Andrzejewskiej; nr domu: 5; kod pocztowy: 92-550
Nazwa i adres jednostki projektowania	<b>PROBUDMIX</b>  <b>PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Spółka z o. o.</b> województwo: łódzkie; powiat: m. Łódź; miejscowość: Łódź; ulica: aleja 1-go Maja; nr domu: 87; kod pocztowy: 90-755

Branża	Projektant	Projektant sprawdzający
Konstrukcja	mgr inż. <b>Jarosław SZYDŁOWSKI</b> nr upr.: 238/94/WŁ specjalność: konstrukcyjno-budowlana nr członkowski OIIB: ŁOD/BO/2451/02	mgr inż. <b>Krzysztof SOŁTYSZEWSKI</b> nr upr.: 298/90/WŁ specjalność: konstrukcyjno-budowlana nr członkowski OIIB: ŁOD/BO/2511/02
Drogi, place i chodniki	mgr inż. <b>Piotr KROPIDŁOWSKI</b> nr upr.: LOD/3084/PWBD/16 specjalność: inżynierska drogową nr członkowski OIIB: ŁOD/BD/0064/17	mgr inż. <b>Kamil NAWROCKI</b> nr upr.: LOD/3502/PWBD/18 specjalność: inżynierska drogową nr członkowski OIIB: ŁOD/BD/0204/18
Instalacje sanitarne	inż. <b>Marcin WĘŻYK</b> nr upr.: LOD/0526/POOS/06 specjalność: instalacyjna w zakresie sieci, instalacji i urządzeń wodociągowych, kanalizacyjnych, ciepłych, wentylacyjnych i gazowych nr członkowski OIIB: OIIB: ŁOD/IS/7515/06	mgr inż. <b>Przemysław KOZŁOWSKI</b> nr upr.: 55/02/WŁ specjalność: instalacyjna w zakresie sieci, instalacji i urządzeń wodociągowych, kanalizacyjnych, ciepłych, wentylacyjnych i gazowych nr członkowski OIIB: ŁOD/IS/4812/03
Instalacje elektryczne	mgr inż. <b>Marcin BAKUN</b> nr upr.: LOD/3060/PWBE/16 specjalność: instalacyjna w zakresie sieci i instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych nr członkowski OIIB: ŁOD/IE/0066/17	mgr inż. <b>Tomasz PILICHOWSKI</b> nr upr.: LOD/5240/PWBE/23 specjalność: instalacyjna w zakresie sieci i instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych nr członkowski OIIB: ŁOD/IE/0014/24
Instalacje technologiczne	mgr inż. <b>Piotr FEDER</b> nr upr.: uprawnienia nie wymagane	mgr inż. <b>Jacek OLEJNIK</b> nr upr.: uprawnienia nie wymagane

Nr dokumentu	<b>WHAL-PBM-07NDx00-PER-TED-0005</b>
--------------	--------------------------------------

Łódź, 20 lutego 2025 r.	Nr strony:	1
	Ilość stron:	121

# SPIS ZWARTOŚCI PROJEKTU TECHNICZNEGO



## CZĘŚĆ OPISOWA

<b>1 ZAKRES OPRACOWANIA .....</b>	<b>13</b>
<b>2 ROZWIĄZANIA PROJEKTOWE W ZAKRESIE BUDOWLANO-KONSTRUKCYJNYM .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Przebudowa istniejącego budynku przepompowni .....</b>	<b>13</b>
2.1.1 Stan istniejący.....	13
2.1.2 Stan projektowany .....	14
2.1.3 Rozwiązania konstrukcyjno - materiałowe .....	15
<b>2.2 Projektowany budynek pompowni .....</b>	<b>15</b>
2.2.1 Opis konstrukcji budynku pompowni .....	15
2.2.2 Stężenia .....	16
2.2.3 Schemat statyczny.....	17
2.2.4 Posadowienie budynku pompowni .....	18
2.2.5 Rozwiązania konstrukcyjno – materiałowe.....	19
<b>2.3 Projektowany akumulator ciepła.....</b>	<b>22</b>
2.3.1 Konstrukcja zbiornika akumulatora ciepła .....	22
2.3.2 Wyposażenie .....	24
2.3.3 Zabezpieczenie antykorozyjne .....	24
2.3.4 Schemat statyczny.....	25
2.3.5 Założenia przyjęte do obliczeń statycznych .....	25
2.3.6 Posadowienie akumulatora ciepła .....	26
2.3.7 Rozwiązania konstrukcyjno - materiałowe .....	28
<b>2.4 Informacje dotyczące wykonania pali CFA.....</b>	<b>31</b>
2.4.1 Technologia wykonania pali CFA .....	31
2.4.2 Odchyłki wykonawcze.....	32
2.4.3 Uwagi dodatkowe .....	32

2.4.4 Wytyczne wykonania próbnych obciążeń statycznych .....	32
--	----

### **3 ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNO-MATERIAŁOWE WEWNĘTRZNYCH I ZEWNĘTRZNYCH**

<b>PRZEGRÓD BUDOWLANYCH .....</b>	<b>33</b>
-----------------------------------	-----------

<b>4 ROZWIĄZANIA Z ZAKRESU BRANŻY DROGOWEJ .....</b>	<b>33</b>
--	-----------

<b>4.1 Układ komunikacyjny .....</b>	<b>33</b>
--------------------------------------	-----------

4.1.1 Opis stanu projektowanego .....	33
---------------------------------------	----

4.1.2 Rozwiązania wysokościowe .....	33
--------------------------------------	----

4.1.3 Warunki posadowienia obiektów budowlanych .....	33
---	----

4.1.4 Klasyfikacja projektowanego ruchu .....	33
---	----

4.1.5 Klasyfikacja grupy nośności podłoża .....	33
---	----

4.1.6 Konstrukcje nawierzchni .....	34
-------------------------------------	----

4.1.7 Galanteria betonowa .....	35
---------------------------------	----

4.1.8 Roboty ziemne .....	35
---------------------------	----

4.1.9 Urządzenia bezpieczeństwa ruchu .....	35
---	----

4.1.10 Odwodnienie .....	35
--------------------------	----

4.1.11 Kolizje .....	35
----------------------	----

### **5 PODSTAWOWE PARAMETRY TECHNOLOGICZNE ORAZ WSPÓŁZALEŻNOŚCI URZĄDZEŃ**

#### **WYPOSAŻENIA ZWIĄZANEGO Z PRZEZNACZENIEM OBIEKTU I JEGO ROZWIĄZANIAMI**

<b>BUDOWLANYMI .....</b>	<b>36</b>
--------------------------	-----------

<b>5.1 Instalacje technologiczne .....</b>	<b>36</b>
--	-----------

5.1.1 Akumulator ciepła .....	36
-------------------------------	----

5.1.2 Pompy wody gorącej .....	36
--------------------------------	----

5.1.3 Pompy wody zimnej .....	37
-------------------------------	----

5.1.4 Pompa mieszająca regulacji temperatury wody sieciowej na wlocie do akumulatora .....	38
--	----

5.1.5 Pompy zimnego zmieszania - regulacja temperatury wody sieciowej na wlocie do systemu .....	39
--	----

ciepłowniczego (zasilanie) .....	39
----------------------------------	----

5.1.6 Pompy stabilizacji ciśnienia powrotnego .....	41
5.1.7 Pompy stabilizacji ciśnienia powrotnego .....	41
5.1.8 Układ generacji poduszki azotowej .....	42
5.1.9 Podgrzewacz elektryczny opcjonalnego układu poduszki parowej .....	43
5.1.10 Pompy cyrkulacyjne układu poduszki parowej .....	43
<b>5.2 Instalacja wentylacji i schładzania pomieszczeń .....</b>	<b>44</b>
5.2.1 Pomieszczenie istniejącej pompowni .....	44
5.2.2 Pomieszczenie transformatorów .....	45
5.2.3 Pomieszczenie pompowni .....	46
5.2.4 Pomieszczenie szaf sterowniczych .....	47
5.2.5 Pomieszczenie rozdzielni .....	48
<b>5.3 Instalacje elektryczne .....</b>	<b>50</b>
5.3.1 Transformatory i linie kablowe zasilające .....	50
5.3.2 Bilans mocy .....	53
5.3.3 Rozdzielnice RWW1 i RWW2 .....	65
<b>6 ROZWIĄZANIA W ZAKRESIE WEWNĘTRZNYCH INSTALACJI I URZĄDZEŃ BUDOWLANYCH .....</b>	<b>67</b>
<b>6.1 Instalacja ogrzewania .....</b>	<b>67</b>
<b>6.2 Instalacja wentylacji .....</b>	<b>68</b>
<b>6.3 Instalacja schładzania powietrza .....</b>	<b>71</b>
<b>6.4 Instalacje wodociągowe i kanalizacyjne .....</b>	<b>72</b>
<b>6.5 Instalacja przeciwpożarowa .....</b>	<b>73</b>
<b>6.6 Instalacje elektroenergetyczne .....</b>	<b>74</b>
6.6.1 Zakres przebudowy instalacji zasilania .....	74
6.6.2 Instalacja oświetlenia podstawowego .....	74
6.6.3 Oświetlenie awaryjne i ewakuacyjne .....	75
6.6.4 Instalacja gniazd wtyczkowych w pomieszczeniu rozdzielni i AKPiA oraz gniazd remontowych .....	76

w budynkach pompowni .....	76
6.6.5 Przeciwpowodziowy wyłącznik prądu .....	76
6.6.6 Instalacje odgromowe .....	77
6.6.7 Instalacje uziemień i połączeń wyrównawczych .....	78
6.6.8 Ochrona przeciwprzepięciowa .....	80
6.6.9 Ochrona przeciwporażeniowa .....	80
6.6.10 Instalacje Systemy Sygnalizacji Pożaru (SSP) .....	80
<b>6.7 Instalacje telekomunikacyjne .....</b>	<b>81</b>
<b>6.8 Instalacje technologiczne .....</b>	<b>82</b>
6.8.1 Instalacja rurociągów wlotu wody sieciowej do budynku pompowni wody zimnej .....	82
6.8.2 Instalacja rurociągów zasilania akumulatora ciepła .....	82
6.8.3 Instalacja rurociągów rozładowywania akumulatora ciepła .....	82
6.8.4 Instalacja rurociągów pomieszania wody sieciowej .....	83
6.8.5 Instalacja rurociągów zasilania sieci ciepłowniczej .....	83
6.8.6 Instalacja rurociągów pary do poduszki gazowej akumulatora ciepła (zamiennie z 8.3.8) .....	83
6.8.7 Instalacja rurociągów kondensatu z akumulatora ciepła (zamiennie z 8.3.8) .....	84
6.8.8 Instalacja rurociągów azotu do poduszki gazowej akumulatora ciepła (zamiennie z 8.3.6/8) .....	84
6.8.9 Instalacja rurociągów pomocniczych akumulatora ciepła .....	84
<b>7 SPOSÓB POWIĄZANIA INSTALACJI I URZĄDZEŃ BUDOWLANYCH OBIEKTU BUDOWLANEGO</b>	
<b>Z SIECIAMI ZEWNĘTRZNYMI, WRAZ Z PUNKTAMI POMIAROWYMI ORAZ ZAŁOŻENIAMI</b>	
<b>PRZYJĘTYMI DO OBLICZEŃ INSTALACJI .....</b>	<b>85</b>
7.1 Instalacje wodno-kanalizacyjne .....	85
7.2 Instalacje elektryczne .....	85
7.3 Instalacje technologiczne .....	86
<b>8 ROZWIĄZANIA I SPOSÓB FUNKCJONOWANIA ZASADNICZYCH URZĄDZEŃ INSTALACJI</b>	
<b>TECHNICZNYCH .....</b>	<b>87</b>

<b>8.1 Instalacja ogrzewania.....</b>	<b>87</b>
<b>8.2 Instalacja wentylacji i klimatyzacji.....</b>	<b>87</b>
<b>8.3 Instalacje technologiczne .....</b>	<b>88</b>
8.3.1 Akumulator ciepła wraz z wyposażeniem.....	88
8.3.2 Pompownia wody zimnej .....	89
8.3.3 Pompownia wody gorącej.....	90
<b>8.4 Instalacje elektroenergetyczne .....</b>	<b>92</b>
<b>9 UWAGI KOŃCOWE .....</b>	<b>92</b>

## **ZAŁĄCZONE DOKUMENTY**

OŚWIADZENIE AUTORÓW PROJEKTU BUDOWLANEGO .....	96
KOPIE DECYZJI O NADANIU UPRAWNIEŃ BUDOWLANYCH LUB DECYZJI O STWIERDZENIU PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO DO PEŁNIENIA SAMODZIELNYCH FUNKCJI TECHNICZNYCH PROJEKTANTÓW I PROJEKTANTÓW SPRAWDZAJACYCH.....	98
KOPIE ZAŚWIADCZEŃ O PRZYNALEŻNOŚCI DO OKRĘGOWEJ IZBY INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA PROJEKTANTÓW I PROJEKTANTÓW SPRAWDZAJACYCH.....	113

## **ZAŁĄCZNIKI**

ZAŁĄCZNIK 1. WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH I DYNAMICZNYCH	
ZAŁĄCZNIK 2. DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO	
ZAŁĄCZNIK 3 PROJEKT GEOETECHNICZNY	
ZAŁĄCZNIK 3.1. PROJEKT GEOETECHNICZNY – MODEL PODŁOŻA. PRZEKROJE GEOETECHNICZNE	
ZAŁĄCZNIK 4 DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA	

## RYUNKI

Lp.	Tytuł rysunku	Nr rysunku
1	2	3
1	Konstrukcja. Akumulator ciepła. Palowanie	<b>WHAL-PBM-07NDE10-CIV-CWG-0001</b>
		VL04-W-05522-PB-CZN001
2	Konstrukcja. Akumulator ciepła. Płyta oczepowa. Rysunek szalunkowy	<b>WHAL-PBM-07NDE10-CIV-CWG-0002</b>
		VL04-W-05522-PB-CZN002
3	Konstrukcja. Akumulator ciepła. Rysunek zestawieniowy.	<b>WHAL-PBM-07NDE10-CIV-CWG-0003</b>
		VL04-W-05520-PB-CZR001
4	Konstrukcja. Akumulator ciepła. Rzut dna.	<b>WHAL-PBM-07NDE10-CIV-SSA-0001</b>
		VL04-W-05522-PB-CZR002
5	Konstrukcja. Akumulator ciepła. Rzut dachu.	<b>WHAL-PBM-07NDE10-CIV-SSA-0002</b>
		VL04-W-05522-PB-CZR003
6	Konstrukcja. Akumulator ciepła. Płaszcz – rozwinięcie.	<b>WHAL-PBM-07NDE10-CIV-SSA-0003</b>
		VL04-W-05522-PB-CZR004
7	Konstrukcja. Projektowana pompownia. Aksonometria.	<b>WHAL-PBM-07Unx00-CIV-ISO-0001</b>
		VL04-W-05522-PB-CZR005
8	Konstrukcja. Projektowana pompownia. Palowanie.	<b>WHAL-PBM-07Unx00-CIV-CWG-0001</b>
		VL04-W-05522-PB-CZN003
9	Konstrukcja. Projektowana pompownia. Płyta oczepowa	<b>WHAL-PBM-07Unx00-CIV-CWG-0002</b>
		VL04-W-05522-PB-CZN004
10	Konstrukcja. Projektowana pompownia. Rzut w poz. $\pm 0,00$ .	<b>WHAL-PBM-07Unx00-CIV-CWG-0003</b>
		VL04-W-05522-PB-CZR006
11	Konstrukcja. Projektowana pompownia. Schemat konstrukcji dachu.	<b>WHAL-PBM-07Unx00-CIV-SSA-0001</b>
		VL04-W-05522-PB-CZR007
12	Konstrukcja. Projektowana pompownia. Schemat konstrukcji w osi 1.	<b>WHAL-PBM-07Unx00-CIV-SSA-0002</b>
		VL04-W-05522-PB-CZR008
13	Konstrukcja. Projektowana pompownia. Schemat konstrukcji w osi 4.	<b>WHAL-PBM-07Unx00-CIV-SSA-0003</b>
		VL04-W-05522-PB-CZR009
14	Konstrukcja. Projektowana pompownia. Schemat konstrukcji w osi 2, 3.	<b>WHAL-PBM-07Unx00-CIV-SSA-0004</b>
		VL04-W-05522-PB-CZR010

1	2	3
15	Konstrukcja. Projektowana pompownia. Schemat konstrukcji w osi A.	<b>WHAL-PBM-07Unx00-CIV-SSA-0005</b>
		VL04-W-05522-PB-CZR011
16	Konstrukcja. Projektowana pompownia. Schemat konstrukcji w osi D.	<b>WHAL-PBM-07Unx00-CIV-SSA-0006</b>
		VL04-W-05522-PB-CZR012
17	Konstrukcja. Pompownia istniejąca. Stan projektowany – rzuty.	<b>WHAL-PBM-07UND20-CIV-CWG-0001</b>
		VL04-W-05522-PB-CZP001
18	Konstrukcja. Pompownia istniejąca. Stan projektowany – przekroje.	<b>WHAL-PBM-07UND20-CIV-CWG-0002</b>
		VL04-W-05522-PB-CZP002
19	Drogi, place i chodniki. Plan sytuacyjny.	<b>WHAL-PBM-07UZA00-CIV-LAY-0001</b>
		VL04-W-05522-PB-CLA201
20	Drogi, place i chodniki. Plan warstwowy.	<b>WHAL-PBM-07UZA00-CIV-LAY-0002</b>
		VL04-W-05522-PB-CLA202
21	Drogi, place i chodniki. Szkic tyczenia.	<b>WHAL-PBM-07UZA00-CIV-LAY-0003</b>
		VL04-W-05522-PB-CLA203
22	Drogi, place i chodniki. Przekroje konstrukcyjne.	<b>WHAL-PBM-07UZA00-CIV-LAY-0004</b>
		VL04-W-05522-PB-CZT001
23	Instalacje sanitarne. Instalacje wodno-kanalizacyjne. Pompownia istniejąca i projektowana. Rzut instalacji	<b>WHAL-PBM-07Unx00-WSI-LAY-0001</b>
		VL04-W-05522-PB-CZW001
24	Instalacje sanitarne. Instalacje wodno-kanalizacyjne. Pompownia istniejąca i projektowana. Profile podłużne podposadzkowej instalacji kanalizacji.	<b>WHAL-PBM-07Unx00-WSI-PPT-0001</b>
		VL04-W-05522-PB-CZW301
25	Instalacje sanitarne. Instalacja wentylacji i schładzania. Pompownia istniejąca i projektowana. Rzut instalacji.	<b>WHAL-PBM-07Unx00-HVA-LAY-0001</b>
		VL04-W-05522-PB-CZX001
26	Instalacje elektryczne. Rozdzielnica RWW1 - schematy strukturalne.	<b>WHAL-PBM-07NDx00-ELE-SLD-0001</b>
		VLO4_W-05522_PB_EFA001
27	Instalacje elektryczne. Rozdzielnica RWW2 - schematy strukturalne.	<b>WHAL-PBM-07NDx00-ELE-SLD-0002</b>
		VLO4_W-05522_PB_EFA002

1	2	3
28	Instalacje elektryczne. Rozdzielnica RWW1 - rozmieszczenie aparatów.	<b>WHAL-PBM-07NDx00-ELE-EQA-0001</b>
		VLO4_W-05522_PB_ETL001
29	Instalacje elektryczne. Rozdzielnica RWW2 - rozmieszczenie aparatów.	<b>WHAL-PBM-07NDx00-ELE-EQA-0002</b>
		VLO4_W-05522_PB_ETL002
30	Instalacje elektryczne. Plan rozmieszczenia instalacji oświetlenia podstawowego i gniazd w budynkach pompowni.	<b>WHAL-PBM-07NDx00-ELE-LAY-0001</b>
		VLO4_W-05522_PB_ELH201
31	Instalacje elektryczne. Plan rozmieszczenia instalacji oświetlenia awaryjnego w budynkach pompowni.	<b>WHAL-PBM-07NDx00-ELE-LAY-0002</b>
		VLO4_W-05522_PB_ELH202
32	Instalacje elektryczne. Plan rozmieszczenia instalacji oświetlenia podstawowego i gniazd na akumulatorze ciepła - poziom 0,0.	<b>WHAL-PBM-07NDE10-ELE-LAY-0001</b>
		VLO4_W-05522_PB_ELH203
33	Instalacje elektryczne. Plan rozmieszczenia instalacji oświetlenia podstawowego i gniazd na akumulatorze ciepła - poziom +72,2.	<b>WHAL-PBM-07NDE10-ELE-LAY-0002</b>
		VLO4_W-05522_PB_ELH204
34	Instalacje elektryczne. Rozmieszczenie instalacji oświetlenia podstawowego i gniazd na akumulatorze ciepła – przekrój.	<b>WHAL-PBM-07NDE10-ELE-LAY-0003</b>
		VLO4_W-05522_PB_ELH205
35	Instalacje elektryczne. Plan sytuacyjny instalacji zewnętrznych w rejonie budynków pompowni i akumulatora ciepła	<b>WHAL-PBM-07NDx00-ELE-LAY-0003</b>
		VLO4_W-05522_PB_ELD001
36	Instalacje elektryczne. Plan instalacji uziemienia budynków pompowni (istniejącej i projektowanej - uziom fundamentowy	<b>WHAL-PBM-07NDx00-ELE-LAY-0004</b>
		VLO4_W-05522_PB_ELH101
37	Instalacje elektryczne. Plan instalacji uziemienia akumulatora ciepła - uziom fundamentowy.	<b>WHAL-PBM-07NDE10-ELE-LAY-0004</b>
		VLO4_W-05522_PB_ELH102
38	Instalacje elektryczne. Instalacja odgromowa budynków pompowni.	<b>WHAL-PBM-07NDx00-ELE-LAY-0005</b>
		VLO4_W-05522_PB_ELH503
39	Instalacje elektryczne. Instalacja odgromowa akumulatora ciepła.	<b>WHAL-PBM-07NDE10-ELE-LAY-0005</b>
		VLO4_W-05522_PB_ELH504



1	2	3
40	Instalacje elektryczne. Schemat ideowy instalacji uziemienia.	<b>WHAL-PBM-07NDx00-ELE-CID-0001</b>
		VLO4_W-05522_PB_EFS051
41	Instalacje elektryczne. Plan rozmieszczenia elementów systemu SSP w budynkach pompowni.	<b>WHAL-PBM-07NDx00-ELE-LAY-0006</b>
		VLO4_W-05522_PB_ELH301
42	Instalacje technologiczne. Pompownia istniejąca, pompownia projektowana, akumulator ciepła – rzut.	<b>WHAL-PBM-07NDx00-TPM-LAY-0001</b>
		VLO4_W-05522_PB_MTL001
43	Instalacje technologiczne. Pompownia istniejąca – rzut.	<b>WHAL-PBM-07UND20-TPM-LAY-0001</b>
		VLO4_W-05522_PB_MTL002
44	Instalacje technologiczne. Pompownia projektowana – rzut.	<b>WHAL-PBM-07NDx00-TPM-LAY-0002</b>
		VLO4_W-05522_PB_MTL003
45	Instalacje technologiczne. Pompownia istniejąca, pompownia projektowana, akumulator ciepła – przekrój A-A.	<b>WHAL-PBM-07NDx00-TPM-LAY-0003</b>
		VLO4_W-05522_PB_MTL004
46	Instalacje technologiczne. Pompownia istniejąca, pompownia projektowana, akumulator ciepła – przekrój B-B.	<b>WHAL-PBM-07NDx00-TPM-LAY-0004</b>
		VLO4_W-05522_PB_MTL005
47	Instalacje technologiczne. Pompownia istniejąca, pompownia projektowana, akumulator ciepła – przekrój C-C.	<b>WHAL-PBM-07NDx00-TPM-LAY-0005</b>
		VLO4_W-05522_PB_MTL006
48	Instalacje technologiczne. Schemat.	<b>WHAL-PBM-07NDx00-TPM-PID-0001</b>
		VLO4_W-05522_PB_MFB001

# CZĘŚĆ OPISOWA

## 1 ZAKRES OPRACOWANIA

Niniejsze opracowanie obejmuje Projekt Techniczny – część 1 dotyczący I etapu realizacji inwestycji:

„Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4”.

Etap I realizacji inwestycji dotyczy budowy / przebudowy zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła.

Realizacja etapu I inwestycji obejmuje:

- a) Prace związane z przebudową istniejących obiektów:
  - przebudowa istniejącego budynku przepompowni,
  - przebudowa istniejącego budynku rozdzielni elektrycznej.
- b) Prace związane z budową nowych obiektów:
  - budowa akumulatora ciepła,
  - budowa pompowni.
- c) Obiekty budowlane niebędące budynkami:
  - budowa fundamentów i konstrukcji wsporczych projektowanej estakady pomiędzy akumulatorem ciepła a pompowniami,
  - budowa fragmentu instalacji kanalizacji przemysłowej,
  - budowa fragmentu instalacji kanalizacji deszczowej,
  - budowa i przebudowa fragmentów układu drogowego,
  - budowa i przebudowa instalacji elektroenergetycznej,
  - przebudowa fragmentów uzbrojenia terenu.

## 2 ROZWIĄZANIA PROJEKTOWE W ZAKRESIE BUDOWLANO-KONSTRUKCYJNYM

### 2.1 Przebudowa istniejącego budynku przepompowni

#### 2.1.1 Stan istniejący

Budynek istniejącej pompowni w konstrukcji mieszanej:

- część budynku obejmująca pompownię – w konstrukcji stalowej,
- część budynku z pomieszczeniem rozdzielni elektrycznej, pomieszczeniem szaf sterowniczych, i komorami transformatorów – w konstrukcji murowanej,
- dach nad budynkiem – w konstrukcji stalowej.

Konstrukcję nośną części budynku obejmującej pompownię, stanowią stalowe ramy jednonawowe o rozpiętości 7,5 m w rozstawie równym 6,0 m.

Budynek posadowiony w sposób bezpośredni na gruncie na żelbetowych, monolitycznych ławach fundamentowych.

Stateczność konstrukcji zapewnia układ stężeń ściennych i dachowych.

Konstrukcja pompowni obudowana płytami warstwowymi.

W budynku pompowni znajdują się fundamenty dla istniejącego układu pomp oraz wszystkich urządzeń technologicznych.

## 2.1.2 Stan projektowany

### 2.1.2.1 Projektowane fundamenty nowego wyposażenia technologicznego

W istniejącym budynku pompowni przewiduje się nowy układ pomp.

Ze względu na powyższe istniejące cokoły oraz fundamenty przewidziano do demontażu lub częściowej adaptacji.

Projektuje się nowe fundamenty żelbetowe, blokowe, monolityczne.

### 2.1.2.2 Projektowane fundamenty w komorach transformatorów

W komorach zostaną zabudowane nowe transformatory.

Istniejące fundamenty przewidziane do demontażu.

Projektuje się nowe fundamenty w postaci żelbetowych monolitycznych płyt wyposażonych w szyny stalowe zgodne z rozstawem kół transformatorów.

### 2.1.2.3 Posadzka w pomieszczeniu pompowni

Ze względu na nowe lokalizacje pomp i ich wykonanie nowych fundamentów dla tych pomp, wyburzyć należy fragmenty posadzki.

Po wykonaniu fundamentów należy wykonać odtworzenie i naprawę posadzki wokół nowych fundamentów.

Nowe fundamenty należy oddylać.

W rejonie bramy wjazdowej przewiduje się pole odkładcze.

### 2.1.2.4 Posadzka w komorach transformatorów

Ze względu na wymianę transformatorów przewiduje się wykonanie nowej posadzki.

Ze względu na potrzebę wprowadzenia nowych transformatorów, należy przewidzieć montaż szyn (prowadnic z profili stalowych) w rozstawie zgodnym z rozstawem kół transformatorów.

### 2.1.2.5 Zmiany w konstrukcji stalowej budynku

W ścianach przewiduje się wykonanie nowych przejść dla projektowanych instalacji oraz zabudowę otworów po zdemonstrowanych rurociągach.

Ze względu na ścienne płyty warstwowe, dookoła wykonanych otworów należy wykonać stalowe wymiany z profili stalowych.

Wokół przejść przez ściennne płyty warstwowe wykonać uszczelnienie oraz obróbki blacharskie.

#### 2.1.2.6 Ściany w komorach transformatorów

Ze względu na potrzebę wprowadzenia dwóch nowych transformatorów konieczny jest demontaż istniejących drzwi, a następnie wykonanie dwóch nowych otworów drzwiowych.

W tym celu pomiędzy projektowanymi drzwiami projektuje się słup żelbetowy. Nad drzwiami należy wykonać stalowe nadproża. Słup posadowiony na ławie fundamentowej oraz wieńcu.

#### 2.1.2.7 Konstrukcje wsporcze zewnętrzne

Ze względu na potrzebę podparcia projektowanych rurociągów i instalacji technologicznych projektuje się podparcia w postaci słupów stalowych posadowionych w żelbetowych monolitycznych stopach fundamentowych.

### 2.1.3 Rozwiązania konstrukcyjno - materiałowe

#### 2.1.3.1 Fundamenty

##### Beton

Beton konstrukcyjny zgodnie z PN-EN 206+A1:2016-12:

- klasa wytrzymałości: C30/37,
- klasa ekspozycji: XC1, XA1.

Beton podkładowy zgodnie z PN-EN 206+A1:2016-12:

- klasa wytrzymałości: C8/10.

##### Stal zbrojeniowa

Stal zbrojeniowa zgodnie z PN-EN 10080:2007:

- stal zbrojeniowa: klasa A-IIIN (B500SP Epstal),  $f_{yk} = 500$  MPa,
- klasa ciągliwości C.

## 2.2 Projektowany budynek pompowni

### 2.2.1 Opis konstrukcji budynku pompowni

Budynek nowej pompowni zaprojektowano w konstrukcji mieszanej: stalowej, żelbetowej i murowanej.

- konstrukcja w osi A oraz w osi 1 – konstrukcja żelbetowa i murowana,
- konstrukcja w osiach: 2÷4 oraz konstrukcja dachu – konstrukcja stalowa.

Konstrukcje nośna stanowią ramy jednopiętrowe i jednonawowe w rozstawie:

- 5,70 m - odległości ramy przedskrajnej od ściany szczytowej w osiach 1 i 4,
- 5,40 m - rozstaw ram środkowych w osiach 2 i 3.

Posadowienie konstrukcji budynku oraz fundamentów wyposażenia technologicznego na żelbetowej płycie fundamentowej posadowionej na palach wierconych CFA.

Budynek pompowni wyposażony w dwa wciągarki remontowe o udźwigu  $Q=32$  kN.

Ściany szczytowe:

- w osi 1 szkieletowa konstrukcja żelbetowa, monolityczna – słupy i belki, belki stanowią oparcie dla belek jezdnych wciągarek remontowych oraz konstrukcji stalowej dachu,
- w osi 4 konstrukcja słupowo-ryglowej.

Stateczność konstrukcji zapewnia układ stężeń ściennych i dachowych.

Konstrukcję pod warstwy pokrycia dachu stanowi blacha trapezowa.

#### 2.2.1.1 Fundamenty

Posadowienie konstrukcji budynku pompowni na żelbetowej płycie monolitycznej, stanowiącej oczep dla układu pali CFA.

#### 2.2.1.2 Fundamenty wyposażenia technologicznego, podestów i podpór rurociągów

Fundamenty urządzeń żelbetowe blokowe monolityczne powiązane z żelbetową płytą fundamentową.

Konstrukcje stalowe wewnętrzne (podesty, podpory rurociągów) posadowione na cokołach powiązanych z płytą fundamentową.

#### 2.2.1.3 Konstrukcja stalowa – ramy główne

W osiach 2 i 3 konstrukcję nośną budynku stanowią stalowe ramy.

Słupy i rygle ram z dwuteowników szerokostopowych HEB280 ze stali S235JR.

Słupy przegubowo oparte na płycie fundamentowej.

Rygle w narożach ram sztywno połączone ze słupami stalowymi.

#### 2.2.1.4 Konstrukcja stalowa – dach

Konstrukcja dachu przekryta blachą trapezową w układzie jednoprzęsłowym.

Płatwie wieloprzęsłowe z dwuteowników równoległościennych IPE180, stal S235JR.

#### 2.2.1.5 Konstrukcja żelbetowa – ramy główne

W osiach: 1+4/A, 1/D konstrukcję nośną stanowią żelbetowe słupy.

Słupy posadowione na płycie fundamentowej. Słupy żelbetowe monolityczne.

#### 2.2.2 Stężenia

Stateczność konstrukcji zapewnia układ stężeń ściennych i pościowych.

Stężenia zaprojektowano ze stalowych prętów okrągłych  $\varnothing 20$  w układzie „X” ze stali S355JR.

W poziomie +3,5 m przewidziano poziome tężniki z kształtowników zamkniętych kwadratowych RK70x70x5.

### 2.2.3 Schemat statyczny

Do analizy statyczno-wytrzymałościowej projektowanego budynku pompowni przyjęto:

- przegubowe połączenie słupów z płytą fundamentową,
- sztywne połączenie słupów stalowych z ryglami ram,
- płatwie ciągłe wieloprzęsłowe.

#### 2.2.3.1 Założenia i dyspozycje projektowe

- a) Założenia Inwestora – Veolia Energia Łódź S.A. zawarte w Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówienia,
- b) Opracowania geotechniczne wykonane w styczniu i lutym 2024 r. przez GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geologiczne Spółka z o. o. Warszawa:
  - „Dokumentacja badań podłoża gruntowego” opracowana w lutym 2024 r.,
  - „Dokumentacja geologiczno-inżynierska” opracowana w styczniu 2024 r.

#### 2.2.3.2 Normy

- a) PN-EN 1990 „Eurokod. Podstawy projektowania konstrukcji”.
- b) PN-EN 1991-1-1 „Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne – ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach”.
- c) PN-EN 1991-1-3 „Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne – obciążenie śniegiem”,
- d) PN-EN 1991-1-4 „Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne – oddziaływania wiatru”,
- e) PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7 – Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne.
- f) PN-EN 1997-2:2009 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- g) PN-EN 1536+A1:2015-08 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Pale wiercone.
- h) PN-EN 1992-1-1 Eurokod 2. Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- i) PN-EN 206-1 Beton, Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- j) PN-EN 13670 Wykonywanie konstrukcji z betonu.
- k) PN-EN 1993-1-1 Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków,
- l) PN-EN 1090-2 Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych. Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych.

### 2.2.3.3 Wyniki obliczeń statycznych i dynamicznych

Wyniki obliczeń statycznych konstrukcji pompowni jej posadowienia zamieszczono w Załączniku 1: „Wyniki obliczeń statycznych” nr WHAL-PBM-07NDx00-CIV-CLA-0001\_Zał.1-OS\_PL\_Rev1.

### 2.2.4 Posadowienie budynku pompowni

Przyjęto posadowienia projektowanego budynku pompowni na płycie żelbetowej - oczepowej posadowionej w sposób pośredni na układzie pali wierconych typu CFA.

#### 2.2.4.1 Geotechniczne warunki posadowienia

Dane dotyczące podłoża gruntowego przyjęto na podstawie poniższych opracowań wykonanych przez GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geologiczne Spółka z o. o. Warszawa:

- „Dokumentacja badań podłoża gruntowego” opracowana w lutym 2024 r.,
- „Dokumentacja geologiczno-inżynierska” opracowana w styczniu 2024 r.

Podłoże gruntowe w rejonie projektowanego budynku pompowni rozpoznano jednym otworem geotechnicznym (OW-1).

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych, projektowany budynek pompowni w powiązaniu z budową podłoża gruntowego i warunkami realizacji inwestycji, zaliczają się do trzeciej kategorii geotechnicznej.

Warunki gruntowe na podstawie ww. Rozporządzenia oraz opracowań geotechnicznych zakwalifikowano jako złożone.

#### 2.2.4.2 Posadowienie pośrednie - pale

Przyjęto pośrednie posadowienie fundamentów pompowni.

W celu posadowienia płyty fundamentowej (oczepowej) budynku pompowni zaprojektowano 29 szt. pali wierconych średnicy 60 cm i długości 13,0 wykonywanych w technologii CFA.

Zbrojenie pali zaprojektowano jako koszowe.

Kosze zbrojeniowe składają się z 6 prętów wzdłużnych Ø16, zbrojenia spiralnego z pręta Ø6 oraz zbrojenia pomocniczego.

Otulina zbrojenia 75 mm.

Kosze zbrojeniowe zaprojektowano o długości 9,0 m.

#### 2.2.4.3 Płyta fundamentowa – oczepowa

Budynek projektowanej pompowni posadowiono na płycie fundamentowej żelbetowej monolitycznej, stanowiącej oczep dla pali.

Przyjęto płytę o wymiarach 11,25 x 17,50 m i grubości 50 cm z pocienieniem obrzeży do grubości 30 cm.



Poziom posadowienia przyjęto na poziomie -0,70 m względem projektowanego poziomu  $\pm 0,00$ .

Przyjęte zbrojenie:

- zbrojenie dolne: pręty  $\varnothing 16$  w rozstawie 150 mm w obu kierunkach,
- zbrojenie górne: pręty  $\varnothing 16$  w rozstawie 150 mm w obu kierunkach.

## 2.2.5 Rozwiązania konstrukcyjno – materiałowe

### 2.2.5.1 Pale

- Beton zgodnie z PN-EN 206+A1:2016-12: klasa wytrzymałości C30/37.
- Klasa ekspozycji: XA1, XC2.
- Stal zbrojeniowa klasy z PN-EN 10080:2007:
  - A-IIIN znaku B500SP Epstal:  $f_{yk}=500\text{MPa}$  klasy A (dla średnicy do 12 mm),
  - A-IIIN znaku B500SP Epstal:  $f_{yk}=500\text{MPa}$  klasy B lub C (dla pozostałych średnic)

### 2.2.5.2 Płyta fundamentowa - oczepowa

#### Beton

Beton konstrukcyjny zgodnie z PN-EN 206+A1:2016-12:

- klasa wytrzymałości: C30/37,
- klasa ekspozycji: XA1, XC2.

Beton podkładowy zgodnie z PN-EN 206+A1:2016-12:

- klasa wytrzymałości: C8/10.

#### Stal zbrojeniowa

Stal zbrojeniowa zgodnie z PN-EN 10080:2007:

- Stal zbrojeniowa klasy z PN-EN 10080:2007:
  - A-IIIN znaku B500SP Epstal:  $f_{yk}=500\text{MPa}$  klasy A (dla średnicy do 12 mm),
  - A-IIIN znaku B500SP Epstal:  $f_{yk}=500\text{MPa}$  klasy B lub C (dla pozostałych średnic)

### 2.2.5.3 Fundamenty urządzeń i wyposażenia technologicznego

#### Beton

Beton konstrukcyjny zgodnie z PN-EN 206+A1:2016-12:

- klasa wytrzymałości: C30/37,
- klasa ekspozycji: XA1, XC1.

Beton podkładowy zgodnie z PN-EN 206+A1:2016-12:

- klasa wytrzymałości: C8/10.

### Stal zbrojeniowa

Stal zbrojeniowa zgodnie z PN-EN 10080:2007:

- Stal zbrojeniowa klasy z PN-EN 10080:2007:
  - A-IIIN znaku B500SP Epstal:  $f_{yk}=500\text{MPa}$  klasy A (dla średnicy do 12 mm),
  - A-IIIN znaku B500SP Epstal:  $f_{yk}=500\text{MPa}$  klasy B lub C (dla pozostałych średnic)

### 2.2.5.4 Konstrukcja stalowa

#### Oznaczenia stosowanych profili

Oznaczenie	Nazwa wyrobu	Norma
INP	Dwuteowniki zwykłe walcowane na gorąco	PN-EN 10025-2:2019-11
IPE	Dwuteowniki równoległościennne walcowane na gorąco	PN-EN 10025-2:2019-11
HEB	Dwuteowniki szerokostopowe walcowane na gorąco	PN-EN 10025-2:2019-11
D	Pręty okrągłe	PN-EN 10025-2:2019-11
PL	Blachy	PN-EN 10025-2:2019-11
HFCHS	Rury okrągłe gorącowalcowane	PN-EN 10210-1:2007
HFSHS	Profile kwadratowe gorącowalcowane	PN-EN 10210-1:2007

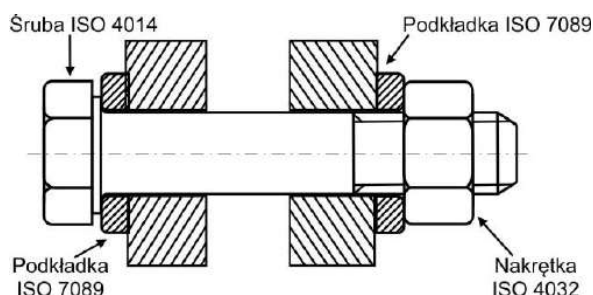
### Wyroby walcowane

- Profile walcowane na gorąco – stal S235JR.
- Blachy – stal S235JR.
- Pręty okrągłe – stal S355JR.

### 2.2.5.5 Śruby

Zestawy śrubowe SB do połączeń nie sprężanych PN-EN 15048 ISO 4014:

- Śruby kl. 8.8-tZn zgodnie PN-EN ISO 4014,
- Podkładki tZn zgodnie z PN-EN ISO 7089,
- Nakrętki 8-tZn zgodnie z PN-EN ISO 4032.



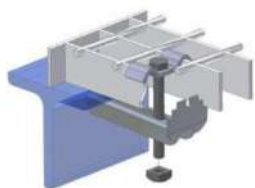


#### 2.2.5.6 Przekrycia ażurowe

Przekrycia ażurowe z obramowanych krat pomostowych zgrzewanych np. typu KOZ/34x38/30x3/ (np. Polimex Mostostal – Zakład Krat Pomostowych) zgodne z DIN 24537, cynkowane ogniowo zgodnie z normą EN ISO 1461:

- a)  $g = 3,0 \text{ mm}$
- b)  $h = 30 \text{ mm}$
- c)  $a = 34,3 \text{ mm}$
- d)  $b = 38,1 \text{ mm}$
- e) B – szerokość kraty (podstawowa szerokość kraty – 1000 mm)
- f) L – długość kraty

Kraty podestowe kończące bieg schodowy będą wyposażone w krawędziową listwę antypoślizgową (kątownik perforowany).

Łączniki – do mocowania krat do konstrukcji wsporczej min. w 4 narożach (4szt./m<sup>2</sup>)

<b>uchwyt standardowy</b> 1. część górna - klamra 2. śruba M8x70 3. część dolna – łapka 4. nakrętka M8	
<b>uchwyt standardowy</b> 1. część górna – talerzyk 2 szt. 2. śruba M8x70 2 szt. 3. część dolna – łącznik 1 szt. 4. nakrętka M8 2 szt.	
<b>klema podwójna</b> do mocowania krat pomiędzy sobą w środku rozpiętości	

#### 2.2.5.7 Zabezpieczenia antykorozyjne konstrukcji stalowych

Konstrukcje stalowe zostaną zabezpieczone antykorozyjnie według poniższych wytycznych:

- g) Klasa korozyjności C4-H wg PN-EN ISO 12944-5:2018.
- h) Klasa odporności ogniowej - bez wymagań.
- i) Przewidywana trwałość powłoki malarskiej 15 – 25 lat.

Proponuje się system epoksydowo-poliuretanowy dobrany dla wymaganej klasy korozyjności i trwałości.

#### 2.2.5.8 Izolacja konstrukcji betonowych – płyta fundamentowa

##### Izolacje przeciwwilgociowe pionowe

Izolacje przeciwwilgociowe pionowe wykonać emulsjami bitumicznymi np. Izolbet, Dysperbit lub podobne. Emulsje stosować zgodnie z wytycznymi producenta. Izolować tylko powierzchnie poniżej gruntu.

##### Izolacje przeciwwilgociowe poziome

Izolacja pozioma pomiędzy płytami i beton podkładowym: posypka HYDROSTOP Mieszanka prod. 203. Materiał stosować ściśle z wytycznymi producenta.

### 2.3 Projektowany akumulator ciepła

#### 2.3.1 Konstrukcja zbiornika akumulatora ciepła

Akumulator ciepła zaprojektowano w postaci zbiornika stalowego gazoszczelnego o kształcie walca. Do obsługi komunikacyjnej akumulatora ciepła zaprojektowano okrągłą, stalową klatkę schodową. Podstawowe wymiary zbiornika:

- średnica: 26,50 m,
- wysokość: 72,27 m.

W uzgodnieniu z Inwestorem, na podstawie obowiązujących norm, przyjęto:

- klasę konsekwencji zniszczenia: CC2,
- kategorię użytkowania: SC1,
- kategorię produkcji: PC2,
- klasę wykonania: EXC2.

##### 2.3.1.1 Płaszcz

Konstrukcję nośną zbiornika stanowi płaszcz – ściany boczne wykonane z walcowanych blach stalowych. Płaszcz zaprojektowano z blach ze stali S355 o następujących grubościach:

- od poziomu fundamentu do poz.+7,50 m: 35 mm,
- od poz. +7,5 m do poz. +15,0 m: 30 mm,
- od poz. +15,0 m do poz. +22,5 m: 25 mm,
- od poz. +22,5 m do poz.+30,0 m: 22 mm,
- od poz. +30,0 m do poz. +37,5 m: 20 mm,

- od poz.+37,5 m do poz. +45,0 m: 16 mm,
- od poz. +45,0 m do poz. +52,5 m: 12 mm,
- powyżej poz. +52,5 m: 8 mm.

Płaszcz uźebrowano pierścieniami z kątownika równoramiennego 80x80x10 – stal S355.

Styki pionowe i poziome blach płaszcza wykonać jako czołowe. Blachy posiadają odpowiednie fazowania.

Połączenie płaszcza z pierścieniem obrzeżnym dna obustronnymi spoinami pachwinowymi.

Pośrednie pierścienie obwodowe spawać do płaszcza naprzemianległą przerywaną spoiną pachwinową.

Pierścień górny spawać ciągłymi spoinami pachwinowymi.

Na płaszczu oparte zostanie zadaszenie zbiornika.

#### 2.3.1.2 Dach

Pokrycie dachu zbiornika zaprojektowano z blachy gr. 5 mm – stal S355

Konstrukcję nośną dachu zaprojektowano z dwuteowników równoległościennych IPE240 – stal S355 w układzie promienistym.

Dwuteowniki oparto na pierścieniach zewnętrznym i wewnętrznym. Pierścień zewnętrzny oparty na płaszczu zbiornika. Pierścienie zaprojektowano z ceowników normalnych C240 – stal S355.

Konstrukcję nośną dachu stężonych obwodowo za pomocą profili zamkniętych kwadratowych 70x70x5,0 – stal S355 oraz układem stężeń typu X z prętów okrągłych Ø20 – stal S355.

#### 2.3.1.3 Dno

Pierścień obrzeżny w dnie o szerokości 650 mm zaprojektowano z blachy gr. 16 mm - stal S355, środkową część dna z blach gr. 8 mm – stal S355.

Blachy spawać spoinami czołowymi wykonywanymi na podkładkach.

Podkładki spawać do blach dna jednostronnymi spoinami pachwinowymi.

Połączenie zbiornika z fundamentem za pomocą stalowych śrub fundamentowych płytkowych M30 ze stali S355JR.

#### 2.3.1.4 Komunikacja

Dostęp na dach zbiornika zapewniony będzie za pomocą stalowej okrągłej klatki schodowej.

Zakłada się projekt, dostawę i montaż klatki przez wyspecjalizowanego producenta.

Podstawowe wymiary klatki schodowej:

- średnica klatki schodowej: 2,40 m,
- wysokość klatki schodowej: 73,90 m.

### 2.3.2 Wyposażenie

Zbiornik wyposażono w:

- króćce dla potrzeb podłączenia rurociągów,
- włązy rewizyjne Ø600 zlokalizowane: 1 w płaszczu i 1 w dachu zbiornika,
- podest obsługowy z obarierowaniem,
- podparcia rurociągów.

Podest przekryto kratami pomostowymi KOZ/34x38/30x2/ ocynkowanymi i obramowanymi.

Mocowanie krat do konstrukcji podestu łącznikami standardowymi w ilości 4 szt. na 1 kratę.

Kraty ułożone na ruszcie stalowym. Ruszt oparty za pośrednictwem słupków na żebrach konstrukcji dachu zbiornika.

Balustrady z rur i płaskowników stalowych, łuki balustrad z kolanek hamburskich. Drabina z kątownika równoramienne L60x60x6. W poz. +5,0m wykonano spocznik w postaci podestu mocowanego do płaszcza zbiornika.

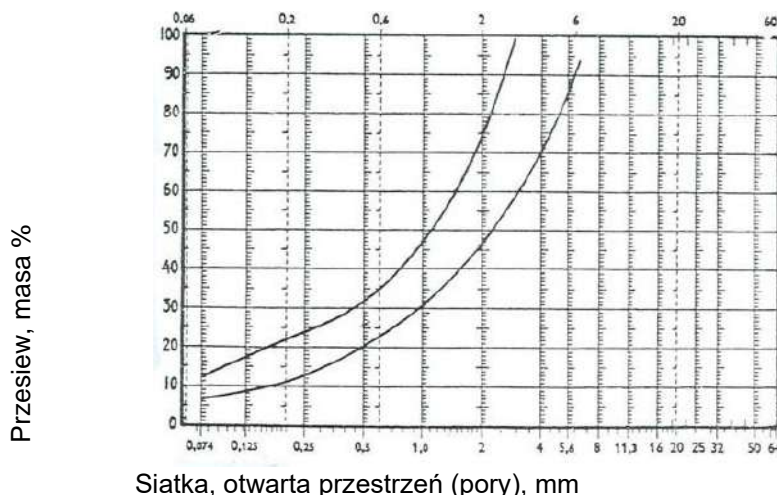
Podpory rurociągów w postaci prowadnic pionowych mocowanych do płaszcza zbiornika.

### 2.3.3 Zabezpieczenie antykorozyjne

Dno - przewiduje się wykonanie dna zbiornika akumulatora ciepła z blach bez powłok malarskich („czarnych”). Zabezpieczenie antykorozyjne spodniej powierzchni blach dna (nad górną powierzchnią fundamentu) stanowić będzie warstwa bitumiczna (asfalto-beton) o stopniu lepkości AC-10.

Wymagania dotyczące kruszywa w asfalto-betonie:

- rozkład sitowy kruszywa powinien być według poniższego wykresu,
- szczeliny (pory) 2 ÷ 3 %.



**Rys. 1.** Rozkład sitowy kruszywa w asfalto-cemencie.

Powierzchnię zewnętrzną pierścienia obrzeżnego dna zabezpieczyć antykorozyjnie zgodnie z doświadczeniem wykonawcy akumulatora ciepła.

Płaszcz – zgodnie z doświadczeniem wykonawcy akumulatora ciepła.

Dach – blachy pokrycia oraz elementy konstrukcyjne (płatwie i stężenia płatwi) zgodnie z doświadczeniem wykonawcy akumulatora ciepła.

Zewnętrzna klatka schodowa i opodestowanie akumulatora ciepła - zabezpieczyć antykorozyjnie zestawem malarskim epoksydowo-poliuretanowym dobranym dla kategorii środowiska C4-H, alternatywnie zabezpieczenie przez cynkowanie.

Uwaga:

1. Powierzchnie elementów zabezpieczanych antykorozyjnie zestawem malarskim przygotować zgodnie z wytycznymi producenta farb zestawu.
2. Powierzchnie bez powłok malarskich („czarne”):
  - przygotowanie powierzchni przed czyszczeniem do min. P3 wg. PN-ISO 8501-3,
  - oczyszczona do stopnia czystości, co najmniej Sa 2 1/2 wg PN-ISO 8501 – 1.

#### 2.3.4 Schemat statyczny

Do analizy statyczno-wytrzymałościowej zbiornika wykorzystano przestrzenny model powłokowy MES, przy czym konstrukcję dachu oraz pierścienie usztywniające zamodelowano przy użyciu elementów prętowych.

Schemat statyczny płaszcza przyjęto jako przegubowo oparty na płycie fundamentowej, kotwiony po obwodzie.

Łukowe płatwie oparto przegubowo na pierścieniu obrzeżnym, sztywno połączonym z płaszczem.

W 1/3 i 2/3 długości płatwi przewidziano stężenia obwodowe, natomiast stężenia prętowe typu „X”, zastosowano w trzech polach.

W górnej części płaszcza zastosowano dwa obwodowe pierścienie usztywniające z uwagi na oddziaływanie wiatru, sztywno połączone z cargami.

#### 2.3.5 Założenia przyjęte do obliczeń statycznych

##### 2.3.5.1 Założenia i dyspozycje projektowe

- a) Założenia Inwestora – Veolia Energia Łódź S.A. zawarte w Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówienia,
- b) Opracowania geotechniczne wykonane w styczniu i lutym 2024 r. przez GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geologiczne Spółka z o. o. Warszawa:
  - „Dokumentacja badań podłoża gruntowego” opracowana w lutym 2024 r.,
  - „Dokumentacja geologiczno-inżynierska” opracowana w styczniu 2024 r.



### 2.3.5.2 Normy

- a) PN-EN 1990 „Eurokod. Podstawy projektowania konstrukcji”.
- b) PN-EN 1991-1-1 „Eurokod 1. Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne – ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach”.
- c) PN-EN 1991-1-3 „Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne – obciążenie śniegiem”,
- d) PN-EN 1991-1-4 „Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne – oddziaływania wiatru”,
- e) PN-EN 1991-4 „Oddziaływania na konstrukcje. Część 4: Silosy i zbiorniki”
- f) PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7 – Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne.
- g) PN-EN 1997-2:2009 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- h) PN-EN 1536+A1:2015-08 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Pale wiercone.
- i) PN-EN 1992-1-1 Eurokod 2. Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- j) PN-EN 206-1 Beton, Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- k) PN-EN 13670 Wykonywanie konstrukcji z betonu.
- l) PN-EN 1993-1-1 Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków,
- m) PN-EN 1993-1-6 Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-6: Wytrzymałość i stateczność konstrukcji powłokowych.
- n) PN-EN 1993-4-2 Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 4-2: Zbiorniki.
- o) PN-EN 1090-2 Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych. Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych.

### 2.3.5.3 Wyniki obliczeń statycznych i dynamicznych

Wyniki obliczeń statycznych zbiornika akumulatora ciepła jego posadowienia zamieszczono w Załączniku 1: „Wyniki obliczeń statycznych” nr WHAL-PBM-07NDx00-CIV-CLA-0001\_Zał.1-OS\_PL\_Rev1.

### 2.3.6 Posadowienie akumulatora ciepła

Przyjęto posadowienia zbiornika akumulatora ciepła na płycie żelbetowej - oczepowej posadowionej w sposób pośredni na układzie pali wierconych typu CFA.

#### 2.3.6.1 Geotechniczne warunki posadowienia

Dane dotyczące podłoża gruntowego przyjęto na podstawie poniższych opracowań wykonanych przez GEOTEKO Projekt i Konsultacje Geologiczne Spółka z o. o. Warszawa:



- „Dokumentacja badań podłoża gruntowego” opracowana w lutym 2024 r.,
- „Dokumentacja geologiczno-inżynierska” opracowana w styczniu 2024 r.

Podłoże gruntowe w rejonie projektowanego akumulatora rozpoznano jednym otworem geotechnicznym (OW-2/20) oraz 3 sondowaniami CPT.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych, projektowany akumulator ciepła w powiązaniu z budową podłoża gruntowego i warunkami realizacji inwestycji, zaliczają się do trzeciej kategorii geotechnicznej.

Warunki gruntowe na podstawie ww. Rozporządzenia oraz opracowań geotechnicznych zakwalifikowano jako złożone.

#### 2.3.6.2 Posadowienie pośrednie - pale

Przyjęto pośrednie posadowienie akumulatora.

Akumulator ciepła wraz z przynależną klatką schodową oraz podporą rurociągów technologicznych posadowiono na płycie fundamentowej kołowej, żelbetowej monolitycznej stanowiącej oczep dla pali.

Zaprojektowano 188 szt. pali wierconych średnicy 90 cm i długości 16,0 m wykonywanych w technologii CFA. Zbrojenie pali zaprojektowano jako koszowe. Kosze zbrojeniowe składają się z 8 prętów wzdłużnych średnicy Ø20, zbrojenia spiralnego z pręta Ø8 oraz zbrojenia pomocniczego.

Otulina zbrojenia 75 mm.

Kosze zbrojeniowe zaprojektowano o długości 12,0 m.

#### 2.3.6.3 Płyta fundamentowa – oczepowa

Przyjęto płytę fundamentową żelbetową monolityczną, kołową o średnicy 28,7 m i grubości 2,0 m.

Poziom posadowienia przyjęto 1,70 m względem projektowanego poziomu terenu wokół fundamentu.

Przyjęte zbrojenie:

- zbrojenie dolne: pręty Ø32 w rozstawie 150 mm w obu kierunkach,
- zbrojenie środkowe fundamentu (w 2 poziomach): pręty Ø16 mm w rozstawie 600 mm w obu kierunkach,
- zbrojenie górne fundamentu: pręty Ø25 mm w rozstawie 150 mm w obu kierunkach,
- zbrojenie pionowe: pręty Ø25 mm w rozstawie 600 mm,
- zbrojenie poziome obwodowe: pręty Ø16 mm w rozstawie 300 mm.

Powierzchnie wierzchnie i boczne płyty fundamentowej izolowane termicznie płytami polistyrenu ekstrudowanego 2 x 50 mm w układzie mijankowym.

### 2.3.7 Rozwiązania konstrukcyjno - materiałowe

#### 2.3.7.1 Pale

- Beton zgodnie z PN-EN 206+A1:2016-12: klasa wytrzymałości C30/37.
- Klasa ekspozycji: XA1, XC2.
- Stal zbrojeniowa klasy z PN-EN 10080:2007:
  - A-IIIN znaku B500SP Epstal:  $f_{yk}=500\text{MPa}$  klasy A (dla średnicy do 12 mm),
  - A-IIIN znaku B500SP Epstal:  $f_{yk}=500\text{MPa}$  klasy B lub C (dla pozostałych średnic).

#### 2.3.7.2 Płyta fundamentowa - oczepowa

##### Beton

Beton konstrukcyjny zgodnie z PN-EN 206+A1:2016-12:

- klasa wytrzymałości: C30/37,
- klasa ekspozycji: XA1, XC2.

Beton podkładowy zgodnie z PN-EN 206+A1:2016-12:

- klasa wytrzymałości: C8/10.

##### Stal zbrojeniowa

Stal zbrojeniowa zgodnie z PN-EN 10080:2007:

- Stal zbrojeniowa klasy z PN-EN 10080:2007:
  - A-IIIN znaku B500SP Epstal:  $f_{yk}=500\text{MPa}$  klasy A (dla średnicy do 12 mm),
  - A-IIIN znaku B500SP Epstal:  $f_{yk}=500\text{MPa}$  klasy B lub C (dla pozostałych średnic)

#### 2.3.7.3 Konstrukcja stalowa

##### Oznaczenia stosowanych profili

Oznaczenie	Nazwa wyrobu	Norma
IPE	Dwuteowniki równoległościennie walcowane na gorąco	PN-EN 10025-2:2019-11
UPN	Ceowniki walcowane na gorąco	PN-EN 10025-2:2019-11
L	Kątowniki walcowane na gorąco	PN-EN 10025-2:2019-11
D	Pręty okrągłe	PN-EN 10025-2:2019-11
PL	Blachy	PN-EN 10025-2:2019-11
HFCHS	Rury okrągłe gorącowalcowane	PN-EN 10210-1:2007
HFSHS	Profile kwadratowe gorącowalcowane	PN-EN 10210-1:2007
CFRHS	Profile prostokątne zimnogięte	PN-EN 10219-1:2007

HRHS	Profile prostokątne gorącowalcowane	PN-EN 10210-1:2007
------	-------------------------------------	--------------------

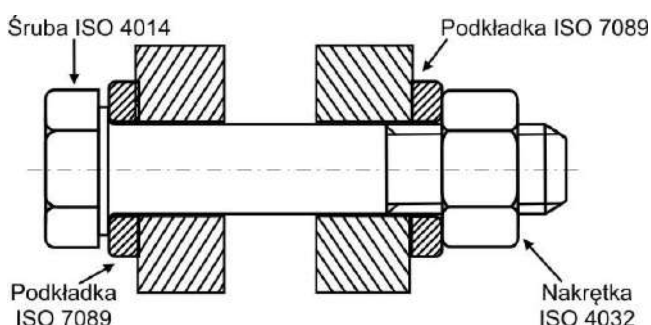
### Wyroby walcowane

- Profile walcowane na gorąco – stal S355JR.
- Profile zimnogięte – stal S355JR.
- Blachy – stal S355JR.

### Śruby

Zestawy śrubowe SB do połączeń nie sprężanych PN-EN 15048 ISO 4014:

- Śruby kl. 8.8-tZn zgodnie PN-EN ISO 4014,
- Podkładki tZn zgodnie z PN-EN ISO 7089,
- Nakrętki 8-tZn zgodnie z PN-EN ISO 4032.



### Przekrycia ażurowe

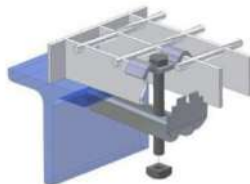


Przekrycia ażurowe z obramowanych krat pomostowych zgrzewanych serrated typu X4KOZ/34x38/30x3/ (np. Polimex Mostostal – Zakład Krat Pomostowych) zgodne z DIN 24537, cynkowane ogniowo zgodnie z normą EN ISO 1461:

- $g = 3,0 \text{ mm}$
- $h = 30 \text{ mm}$
- $a = 34,3 \text{ mm}$
- $b = 38,1 \text{ mm}$
- $B$  – szerokość kraty (podstawowa szerokość kraty – 1000 mm)
- $L$  – długość kraty

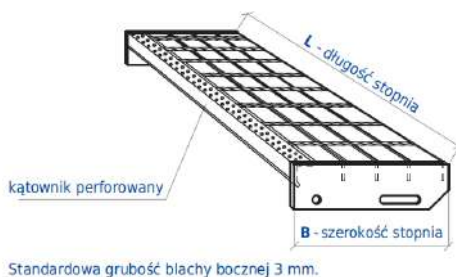
Kraty podestowe kończące bieg schodowy będą wyposażone w krawędziową listwę antypoślizgową (kątownik perforowany).

Nr dokumentu:	WHAL-PBM-07NDx00-PER-TED-0005	Data:	20.02.2025 r.	Nr strony:	29
---------------	-------------------------------	-------	---------------	------------	----

Łączniki – do mocowania krat do konstrukcji wsporczej min. w 4 narożach (4szt./m<sup>2</sup>)

<b>uchwyt standardowy</b> 1. część górna - klamra 2. śruba M8x70 3. część dolna – łapka 4. nakrętka M8	
<b>uchwyt standardowy</b> 1. część górna – talerzyk 2 szt. 2. śruba M8x70 2 szt. 3. część dolna – łącznik 1 szt. 4. nakrętka M8 2 szt.	
<b>klema podwójna</b> do mocowania krat pomiędzy sobą w środku rozpiętości	

Stopnie schodów

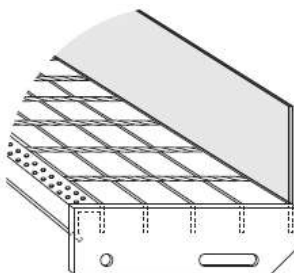


Stopnie schodów z krat zgrzewanych, ocynkowanych ogniowo z krawędziową listwą antypoślizgową X4SOZ/34x38/30x3/.

Mocowanie stopni:

<b>zestaw śrubowy</b> kl. 8.8 lub 8.8 (tZn)	1. śruba M12-40 wg EN ISO 4017 2. podkładka pod nakrętką D13 wg EN ISO 7089 3. nakrętka M12 wg EN ISO 4032
--	--

Pierwsze stopnie w biegach (poziom spoczników) wykonać z bortnicą.



#### 2.3.7.4 Izolacja konstrukcji betonowych – płyta fundamentowa

##### Izolacje przeciwwilgociowe poziome

Izolacja pozioma pomiędzy płytami i beton podkładowym: posypka HYDROSTOP Mieszanka prod. 203.

Materiał stosować ściśle z wytycznymi producenta.

##### Izolacja termiczna

Polistyren ekstrudowany – płyty gr. 50 mm.

### 2.4 Informacje dotyczące wykonania pali CFA

#### 2.4.1 Technologia wykonania pali CFA

Pale CFA są wykonywane poprzez pograżanie świdra, z nieznacznym odprowadzaniem urobku w trakcie wiercenia, przez co nie występuje rozluźnienie gruntu otaczającego i tym samym uzyskiwane są znaczne nośności wzdłuż poboczniczy pali.

Wiercenie odbywa się świdrem ślimakowym, w którego centralnej części znajduje się przewód umożliwiający tłoczenie betonu podczas formowania pala. Przewód niniejszy jest zamknięty podczas pograżania świdra. W momencie osiągnięcia żądanej głębokości świdra (a tym samym projektowanej głębokości zapuszczenia pala) przewód centralny zostaje otwarty. Następuje powolne podciąganie świdra z równoczesnym pompowaniem betonu przez przewód rdzeniowy.

Ponieważ beton pompowany jest pod ciśnieniem, nie ma zjawiska rozluźnienia ścian otworu, a tym samym następuje dokładne wypełnienie odwiertu.

Technologia ta może być zastosowana praktycznie we wszystkich rodzajach gruntów, zarówno sypkich jak i spoistych.

Po wypełnieniu odwiertu mieszanką betonową pograża się w nim zbrojenie koszowe przy użyciu wibratora.

Przed przystąpieniem do wykonania prac należy przygotować wyrównaną, stabilną i wolną od przeszkód platformę roboczą przystosowaną do ciągłej pracy ciężkiego sprzętu budowlanego w każdych warunkach pogodowych.

W przypadku konieczności skuwania głowic pali skuwanie pali należy prowadzić ręcznie przy użyciu lekkich młotów udarowych.

Powierzchnia głowicy pala powinna być równa oraz oczyszczona z luźnych kawałków betonu przed betonowaniem fundamentu.

#### 2.4.2 Odchyłki wykonawcze

Ustala się następujące dopuszczalne odchyłki wykonawcze pali CFA:

- odchyłka lokalizacji osi pala: 10cm,
- pochylenie pala: 0,02 m / m,
- poziom głowicy po skuciu:  $\pm 5$  cm
- długość pala: -25cm,
- wydłużenie: dowolne.

#### 2.4.3 Uwagi dodatkowe

Z uwagi na płytkie rozpoznanie podłoża gruntowego należy przed opracowaniem projektu wykonawczego wykonać dodatkowe badania podłoża gruntowego.

Na podstawie przeprowadzonej analizy MES osiadań fundamentu akumulatora (przy ekstrapolacji rozpoznanych warunków gruntowych) stwierdzono że istotne osiadania grupy palowej oraz fundamentu występują do głębokości min 15 m licząc od poziomu podstaw pali. Tak więc, dodatkowe rozpoznanie podłoża powinno sięgać do min. 35 m poniżej poziomu terenu.

Dodatkowe badania należy zaprojektować ze szczególnym uwzględnieniem badań odkształcalności warstw podłoża gruntowego od poziomu podstaw pali do głębokości aktywnej dla zaprojektowanej grupy palowej.

Zbrojenie pali należy wyznaczyć na podstawie analizy MES zachowania się układu płyty - pale – podłoże gruntowe wyznaczając obwiednie sił przekrojowych z uwzględnieniem zewnętrznych obciążeń poziomych oraz przemieszczeń podłoża gruntowego.

#### 2.4.4 Wytyczne wykonania próbnych obciążeń statycznych

Z uwagi na dużą odpowiedzialność konstrukcji oraz bardzo duże obciążenia pionowe projektant nie dopuszcza możliwości rezygnacji z próbnych obciążeń statycznych.

Przed wykonaniem palowania zasadniczego należy wykonać min. 3 próbne obciążenia statyczne zlokalizowane możliwie blisko punktów badań podłoża gruntowego.

Wyniki próbnych obciążeń należy wykorzystać do analizy numerycznej osiadań grupy palowej z uwagi na spodziewane znaczne osiadania .

Próbne obciążenia statyczne należy wykonać do siły min 125% obciążeni obliczeniowe.

### 3 ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNO-MATERIAŁOWE WEWNĘTRZNYCH I ZEWNĘTRZNYCH PRZEGRÓD BUDOWLANYCH

Wszelkie dane na temat rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych wewnętrznych i zewnętrznych przegród budowlanych zawarto w Projekcie architektoniczno-budowlanym, opracowanym dla niniejszej inwestycji.

### 4 ROZWIĄZANIA Z ZAKRESU BRANŻY DROGOWEJ

#### 4.1 Układ komunikacyjny

##### 4.1.1 Opis stanu projektowanego

Obsługę komunikacyjną zapewniają istniejące zjazdy z ul. Jadzi Andrzejewskiej na teren zakładu oraz drogi wewnętrzne. Projektowane obiekty zlokalizowano uwzględniając sieć dróg zakładowych.

Projektowana budowa obejmuje wykonanie fragmentów utwardzeń oraz chodników przy projektowanych obiektach.

Na przedmiotowym terenie w granicach opracowania nie ma konieczności projektowania dodatkowych miejsc parkingowych. Istniejący parking, zapewnia odpowiednią ilość miejsc postojowych.

##### 4.1.2 Rozwiązania wysokościowe

Układ wysokościowy został dostosowany do istniejącego oraz projektowanego zagospodarowania terenu. Pochylenie poprzeczne oraz podłużne utwardzeń terenu zawierają się w granicach od 0,5% do 3,0%. Pochylenie poprzeczne oraz podłużne chodnika zawiera się w granicach od 0,5% do 3,0%.

##### 4.1.3 Warunki posadowienia obiektów budowlanych

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 27 kwietnia 2012 w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 poz. 463) projektowane obiekty należy zakwalifikować do pierwszej kategorii geotechnicznej.

##### 4.1.4 Klasyfikacja projektowanego ruchu

Kategorię ruchu do projektowania konstrukcji nawierzchni dobrano na podstawie tablicy 6.11.1. katalogu typowych konstrukcji nawierzchni jezdni przeznaczonych do ruchu bardzo lekkiego oraz innych części dróg (WR-D-63).

Dla utwardzenia terenu przyjęto kategorię ruchu KR4, ze względu na to że nawierzchnie te będą stale użytkowane przez samochody ciężarowe. Dla chodników przyjęto kategorię ruchu KR0.

##### 4.1.5 Klasyfikacja grupy nośności podłoża

Grupę nośności podłoża do projektowania konstrukcji nawierzchni dobrano na podstawie rozdziału 7 katalogu typowych konstrukcji nawierzchni jezdni przeznaczonych do ruchu bardzo lekkiego oraz innych części dróg (WR-D-63) oraz opinii geotechnicznej wykonanej dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na



terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi, zrealizowanej przez firmę GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geotechniczne Spółka z o.o. w październiku 2023 roku.

Przyjęto grupę nośności G4 z uwagi na występowanie w najbliższych odwiertach gruntów bardzo wysadzinowych tj. gliny piaszczystej (otwór wiertniczy OW-7).

#### 4.1.6 Konstrukcje nawierzchni

Na projektowanym terenie mierząc od powierzchni występuje warstwa gruntów nasypów niebudowlanych nie mogących stanowić podłoża gruntowego dla posadowienia konstrukcji nawierzchni jezdni. Grunty te należy wymienić na grunt niewysadzinowy (naturalny lub antropogeniczny) o  $CBR \geq 20\%$ .

Aby można było zaklasyfikować podłoże gruntowe do jednej z grup nośności G1-G4, należy w czasie robót budowlanych, bezpośrednio po odsłonięciu podłoża gruntowego nawierzchni w wykopach, przed wykonaniem warstwy ulepszanego podłoża lub pierwszej warstwy konstrukcji nawierzchni, przeprowadzić badania kontrolne potwierdzające założenia dotyczące nośności podłoża, przyjęte w czasie projektowania. Ocenę nośności należy przeprowadzić poprzez określenie wtórnego modułu odkształcenia E2 na powierzchni podłoża gruntowego i porównanie, czy wyznaczona wartość odpowiada założonej w projekcie grupie nośności podłoża. Wartość wtórnego modułu odkształcenia E2 należy określić z badań płytą pod naciskiem statycznym – (warunki badania przyjąć wg normy PN-S-02205:1998).

Ze względu na skomplikowany kształt planowanych utwardzeń oraz układu wysokościowego, zdecydowano się na wykonanie nawierzchni z zastosowaniem prefabrykowanych elementów betonowych.

##### 4.1.6.1 Konstrukcja utwardzenia terenu:

Kategoria ruchu - KR4

Grupa nośności podłoża – G4

- |   |        |
|---|--------|
| – Warstwa ścieralna z kostki betonowej  | 10 cm, |
| – Podsypka cementowo-piaskowa 1:4   | 3 cm,  |
| – Warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej C90/3, 0/31,5  | 50 cm  |
| – Warstwa podbudowy pomocniczej z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym C3/4                                | 18 cm  |
| – Warstwa ulepszanego podłoża z gruntu niewysadzinowego (naturalnego lub antropogenicznego) o $CBR \geq 20\%$ . | 40 cm, |

**Razem 121 cm.**

Wartość wtórnego modułu odkształcenia podłoża – E2 = 25 MPa

##### 4.1.6.2 Konstrukcja chodnika:

Kategoria ruchu – KR0



Grupa nośności podłoża – G4

– Warstwa ścierna z kostki betonowej	8 cm,
– Podsypka cementowo-piaskowa 1:4	3 cm,
– Warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej C90/3, 0/31,5	15 cm,
– Warstwa ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem C1,5/2	20 cm,
<b>Razem</b>	<b>46 cm.</b>

Wartość wtórnego modułu odkształcenia podłoża – E2 = 25 MPa

#### 4.1.7 Galanteria betonowa

Projektuje się zastosowanie krawężników betonowych o wymiarach 15 x 30 cm wyniesionych na +12 cm lub zatopionych w stosunku do projektowanej nawierzchni utwardzenia terenu. Krawężniki należy ustawić na ławie z oporem z betonu C12/15.

Projektuje się zastosowanie obrzeży betonowych o wymiarach 8 x 30 cm zatopionych w stosunku do projektowanej nawierzchni chodników. Obrzeża należy ustawić na ławie z oporem z betonu C12/15.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami zawartymi w ustawie Prawo budowlane (Dz. U. z 2024 r. poz. 725, 834, 1222, 1847, 1881.) zastosowane wyroby budowlane powinny być dopuszczone do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie.

#### 4.1.8 Roboty ziemne

Roboty ziemne należy wykonać zgodnie z normą PN-S-02205 ze stycznia 1998 roku oraz należy uzyskać prawidłowe zagęszczenie i nośność gruntu dla ruchu dla odpowiedniej kategorii ruchu.

#### 4.1.9 Urządzenia bezpieczeństwa ruchu

Nie projektuje się urządzeń bezpieczeństwa ruchu

#### 4.1.10 Odwodnienie

Wody opadowe z projektowanych nawierzchni zostaną odprowadzone do projektowanych wpustów deszczowych, podłączonych do kanalizacji deszczowej oraz miejscami powierzchniowo na tereny zielone gdzie zostaną oczyszczone przez warstwę humusu.

Całość wód opadowych zostanie zagospodarowana na terenie inwestycji lub odprowadzona do kanalizacji deszczowej. Projekt odwodnienia projektowanych nawierzchni stanowi odrębny tom dokumentacji.

#### 4.1.11 Kolizje

Z uwagi na istniejące oraz projektowane uzbrojenie terenu, roboty ziemne w rejonie tych elementów należy wykonywać ręcznie za wiedzą i pod nadzorem właściwych branżowo służb.

Należy wykonać regulację wysokościową całej istniejącej armatury uzbrojenia podziemnego dostosowując ją do projektowanych rzędnych nawierzchni. Wszystkie naziemne elementy uzbrojenia podziemnego (włazy, klapy, studnie, itp.) muszą być ściśle wypoziomowane do poziomu projektowanych nawierzchni.

Na 7 dni przed rozpoczęciem prac należy powiadomić gestorów sieci oraz dokonać protokolarnego odbioru elementów uzbrojenia podziemnego (włazy, klapy, studnie, itp.) stwierdzającego aktualny stan techniczny istniejącej infrastruktury.

Uszkodzone elementy zabezpieczające (tj. skrzynki zasuw i hydrantów), należy wymienić na nowe, spełniające wymagania normy PN-EN 124 w zakresie klasy nośności dostosowanej do rodzaju pojazdów jakie poruszają się po danej nawierzchni.

## **5 PODSTAWOWE PARAMETRY TECHNOLOGICZNE ORAZ WSPÓŁZALEŻNOŚCI URZĄDZEŃ WYPOSAŻENIA ZWIĄZANEGO Z PRZEZNACZENIEM OBIEKTU I JEGO ROZWIĄZANAMI BUDOWLANymi**

### **5.1 Instalacje technologiczne**

#### **5.1.1 Akumulator ciepła**

Pojemność użyteczna*	28 000 m <sup>3</sup>
Wydajność ładowania / rozładowania	2 800 m <sup>3</sup> /h
Wysokość części cylindrycznej	od 60 m do 70 m
Stosunek wysokości do średnicy**	H/D: 2,3 ÷ 2,7
Temperatura robocza:	98 / 35 °C
Ciśnienie obliczeniowe:	hydrostatyczne, zbiornik bezciśnieniowy wypełniony wodą
Ilość zgromadzonego ciepła	5400 GJ (1500 MWh)

#### **5.1.2 Pompy wody gorącej**

Rodzaj	Pompy wody gorącej
Ilość	3 szt.

Typ i konstrukcja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pompa wirowa jednostopniowa z poprzecznie dzielonym korpusem spiralnym, odśrodkowym wirnikiem z osprzętem, manometr na tłoczeniu (1 szt.) i ssaniu (1 szt.) wraz z zaworami (2 szt.) i elementami złącznymi - "pomiar miejscowy", króćce termometryczne, króćce manometryczne. <ul style="list-style-type: none"> <li>Oś geometryczna pompy i silnika wspólna, pozioma.</li> <li>Budowa musi umożliwiać demontaż wirnika bez konieczności odkręcania króćców pompy od rurociągu i bez konieczności odsuwania silnika.</li> <li>Wykonanie materiałowe: korpus pompy i dławnica (staliwo lub żeliwo sferoidalne), wirnik (staliwo chromowe), nie dopuszcza się wykonania korpusu z żeliwa szarego.</li> <li>Króćce przyłączeniowe pompy PN16 lub PN25.</li> <li>Uszczelnienie mechaniczne.</li> </ul> </li> <li>Łożyska na wale pompy bez chłodzenia wodą ruchową.</li> </ul>
Czynnik	PN-C-04601:1985. Woda dla celów energetycznych. Wymagania i badania jakości wody dla kotłów wodnych i zamkniętych obiegów ciepłowniczych
Wydajność nominalna	900 m <sup>3</sup> /h
Moc znamionowa silnika	315 kW
Wydajność maksymalna	1320 m <sup>3</sup> /h
Sprawność dla Q <sub>nom</sub>	Min. 83% w g PN-EN 9906 kl. 1B
Drgania	Zgodnie z normą ISO 10816-7:2009E kat. II.
Hałas	Zgodnie z normą PN-EN 12639:2002
Temperatura robocza czynnika	Max. 100°C
Prędkość obrotowa nominalna ok.	1490 obr/min
Napięcie zasilania silnika elektrycznego	400 VAC
Regulacja	Tak / Falownik

### 5.1.3 Pompy wody zimnej

Rodzaj	Pompy wody zimnej
Ilość	3 szt.

Typ i konstrukcja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pompa wirowa jednostopniowa z poprzecznie dzielonym korpusem spiralnym, odśrodkowym wirnikiem z osprzętem, manometr na tłoczeniu (1 szt.) i ssaniu (1 szt.) wraz z zaworami (2 szt.) i elementami złącznymi - "pomiar miejscowy", króćce termometryczne, króćce manometryczne.</li> <li>Oś geometryczna pompy i silnika wspólna, pozioma.</li> <li>Budowa musi umożliwiać demontaż wirnika bez konieczności odkręcania króćców pompy od rurociągu i bez konieczności odsuwania silnika.</li> <li>Wykonanie materiałowe: korpus pompy i dławnica (staliwo lub żeliwo sferoidalne), wirnik (staliwo chromowe). Nie dopuszcza się wykonania korpusu z żeliwa szarego.</li> <li>Króćce przyłączeniowe pompy PN16 lub PN25.</li> <li>Uszczelnienie mechaniczne.</li> <li>Łożyska na wale pompy bez chłodzenia wodą ruchową.</li> </ul>
Czynnik	PN-C-04601:1985. Woda dla celów energetycznych. Wymagania i badania jakości wody dla kotłów wodnych i zamkniętych obiegów ciepłowniczych"
Wydajność nominalna	900 m <sup>3</sup> /h
Moc znamionowa silnika	250 kW
Wydajność maksymalna	1220 m <sup>3</sup> /h
Sprawność dla Q <sub>nom</sub>	Min. 83% w g PN-EN 9906 kl. 1B
Drgania	Zgodnie z normą ISO 10816-7:2009E kat. II
Hałas	Zgodnie z normą PN-EN 12639:2002
Temperatura robocza czynnika	Max. 100°C
Prędkość obrotowa nominalna ok.	1490 obr/min
Napięcie zasilania silnika elektrycznego	400 VAC
Regulacja	Tak / Falownik

#### 5.1.4 Pompa mieszająca regulacji temperatury wody sieciowej na wlocie do akumulatora

Rodzaj	Pompa mieszająca do regulacji temperatury zasilania akumulatora ciepła
Ilość	1 szt.
Konfiguracja	540 m <sup>3</sup> /h

Typ i konstrukcja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pompa wirowa jednostopniowa z podłużnie dzielonym korpusem spiralnym, odśrodkowym wirnikiem z osprzętem, manometr na tłoczeniu (1szt.) i ssaniu (1szt.) wraz z zaworami (2szt.) i elementami łącznymi - "pomiar miejscowy", króćce termometryczne, króćce manometryczne. <ul style="list-style-type: none"> <li>Oś geometryczna pompy i silnika wspólna, pozioma.</li> <li>Budowa musi umożliwiać demontaż wirnika bez konieczności odkręcania króćców pompy od rurociągu i bez konieczności odsuwania silnika</li> <li>Wykonanie materiałowe: korpus pompy i dławnica (staliwo węglowe lub żeliwo sferoidalne), wirnik (staliwo chromowe). Nie dopuszcza się wykonania korpusu z żeliwa szarego.</li> <li>Króćce przyłączeniowe pompy: PN16 lub PN25.</li> <li>Uszczelnienie mechaniczne.</li> </ul> </li> <li>Łożyska na wale pompy bez chłodzenia wodą ruchową.</li> </ul>
Czynnik	PN-C-04601:1985. Woda dla celów energetycznych. Wymagania i badania jakości wody dla kotłów wodnych i zamkniętych obiegów ciepłowniczych
Sprawność dla $Q_{nom}$	Min. 80% w g PN-EN 9906 kl. 1B
Drgania	Zgodnie z normą ISO 10816-7:2009E kat. II
Hałas	Zgodnie z normą PN-EN 12639:2002
Temperatura robocza czynnika	Max. 70°C
Prędkość obrotowa nominalna ok.	1490 obr/min
Moc znamionowa silnika	37 kW / 45kW
Napięcie zasilania silnika elektrycznego	400 VAC
Regulacja	Tak / Falownik

#### 5.1.5 Pompy zimnego zmieszania - regulacja temperatury wody sieciowej na wlocie do systemu ciepłowniczego (zasilanie)

Rodzaj	Pompa zimnego zmieszania do regulacji temperatury wody sieciowej na wlocie do sieci ciepłownej (zasilanie)
Ilość	2 szt. wielkości (300-700), króćce $D_t / D_s = 300/400$
Konfiguracja	2x 1100 m <sup>3</sup> /h

Typ i konstrukcja	<p>Pompy muszą spełnić warunki parametrowe, materiałowe i ciśnieniowe określone w koncepcji:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pompy sieciowe powinny być w wykonaniu stalowym, budowy poziomej, dwu-strumieniowe; (pompa wirowa jednostopniowa z podłużnie dzielonym korpusem spiralnym, odśrodkowym wirnikiem z osprzętem), manometr na tłoczeniu (1szt.) i ssaniu (1 szt.) wraz z zaworami (2 szt.) i elementami złącznymi - "pomiar miejscowy", króćce termometryczne, króćce manometryczne</li> <li>• Oś geometryczna pompy i silnika wspólna, pozioma.</li> <li>• Budowa musi umożliwiać demontaż wirnika bez konieczności odkręcania króćców pompy od rurociągu i bez konieczności odsuwania silnika.</li> <li>• Wykonanie materiałowe: korpus pompy i dławnica (staliwo węglowe lub żeliwo sferoidalne), wirnik (staliwo chromowe). Nie dopuszcza się wykonania korpusu z żeliwa szarego.</li> <li>• Króćce przyłączeniowe pompy: PN16 lub PN25.</li> <li>• Uszczelnienie mechaniczne, sprzęgło elastyczne typu Omega, pompa zabudowana wraz z silnikiem na wspólnej ramie.</li> <li>• Łożyska na wale pompy bez chłodzenia wodą ruchową</li> </ul>
Czynnik	<p>PN-C-04601:1985. Woda dla celów energetycznych. Wymagania i badania jakości wody dla kotłów wodnych i zamkniętych obiegów ciepłowniczych</p>
Sprawność dla $Q_{nom}$	<p>Każda pompa musi podlegać odbiorowi parametrów, ze zdjęciem pełnej charakterystyki energetycznej w obecności przedstawiciela użytkownika, na fabrycznej stacji prób producenta pompy min 82% wg PN-EN 9906 kl. 1B. Wymagane jest wykonanie dodatkowych prób zespołów pompa-silnik-falownik (na miejscu u użytkownika) i określenie rzeczywistych charakterystyk regulacyjnych, (ma to duże znaczenie w budowie algorytmów sterowania i określeniu rzeczywistych granic regulacji).</p>
Drgania pomp	zgodnie z normą PN-ISO 10816-7:2009E kat.I (>200kW)
Hałas	zgodnie z normą PN-EN 12639:2002
Temperatura robocza czynnika	Max. 72°C
Prędkość obrotowa nominalna ok.	1490 obr/min
Moc znamionowa silnika	560 kW
Napięcie zasilania silnika elektrycznego	400 VAC
Regulacja	Tak / Falownik

#### 5.1.6 Pompy stabilizacji ciśnienia powrotnego

Rodzaj	Pompa stabilizacji ciśnienia powrotnego akumulatora ciepła
Ilość	2 szt.
Konfiguracja	2x60 m <sup>3</sup> /h
Typ i konstrukcja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pompa wirowa jednostopniowa z podłużnie dzielonym korpusem spiralnym, odśrodkowym wirnikiem z osprzętem, manometr na tłoczeniu (1szt.) i ssaniu (1szt.) wraz z zaworami (2szt.) i elementami złącznymi - "pomiar miejscowy", króćce termometryczne, króćce manometryczne.</li> <li>Oś geometryczna pompy i silnika wspólna, pozioma.</li> <li>Budowa musi umożliwiać demontaż wirnika bez konieczności odkręcania króćców pompy od rurociągu i bez konieczności odsuwania silnika.</li> <li>Wykonanie materiałowe: korpus pompy i dławnica (staliwo węglowe lub żeliwo sferoidalne), wirnik (staliwo chromowe). Nie dopuszcza się wykonania korpusu z żeliwa szarego.</li> <li>Króćce przyłączeniowe pompy: PN16 lub PN25.</li> <li>Uszczelnienie mechaniczne.</li> <li>Łożyska na wale pompy bez chłodzenia wodą ruchową</li> </ul>
Czynnik	PN-C-04601:1985. Woda dla celów energetycznych. Wymagania i badania jakości wody dla kotłów wodnych i zamkniętych obiegów ciepłowniczych
Sprawność dla $Q_{nom}$	Min 80% w g PN-EN 9906 kl. 1B
Drgania	Zgodnie z normą ISO 10816-7:2009E kat. II
Hałas	Zgodnie z normą PN-EN 12639:2002
Temperatura robocza czynnika	Max. 70°C
Prędkość obrotowa nominalna ok.	2900 obr/min
Moc znamionowa silnika	15 kW
Napięcie zasilania silnika elektrycznego	400 VAC
Regulacja	Tak / Falownik

#### 5.1.7 Pompy stabilizacji ciśnienia powrotnego

Rodzaj:	Pompa stabilizacji ciśnienia powrotnego akumulatora ciepła
Ilość	2 sztuki
Konfiguracja	2x60 m <sup>3</sup> /h

Typ i konstrukcja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pompa wirowa jednostopniowa z podłużnie dzielonym korpusem spiralnym, odśrodkowym wirnikiem z osprzętem, manometr na tłoczeniu (1szt.) i ssaniu (1szt.) wraz z zaworami (2szt.) i elementami łącznymi - "pomiar miejscowy", króćce termometryczne, króćce manometryczne</li> <li>Oś geometryczna pompy i silnika wspólna, pozioma.</li> <li>Budowa musi umożliwiać demontaż wirnika bez konieczności odkręcania króćców pompy od rurociągu i bez konieczności odsuwania silnika.</li> <li>Wykonanie materiałowe: korpus pompy i dławnica (staliwo węglowe lub żeliwo sferoidalne), wirnik (staliwo chromowe). Nie dopuszcza się wykonania korpusu z żeliwa szarego.</li> <li>Króćce przyłączeniowe pompy: PN16 lub PN25.</li> <li>Uszczelnienie mechaniczne.</li> <li>Łożyska na wale pompy bez chłodzenia wodą ruchową.</li> </ul>
Czynnik	PN-C-04601:1985 „Woda dla celów energetycznych. Wymagania i badania jakości wody dla kotłów wodnych i zamkniętych obiegów ciepłowniczych”
Sprawność dla $Q_{nom}$	min 80% w g PN-EN 9906 kl. 1B
Drgania	zgodnie z normą ISO 10816-7:2009E kat. II
Hałas	zgodnie z normą PN-EN 12639:2002
Temperatura robocza czynnika	Max. 70°C
Prędkość obrotowa nominalna ok.	2900 obr/min
Moc znamionowa silnika	15 kW
Napięcie zasilania silnika elektrycznego	400 VAC
Regulacja	Tak / Falownik

#### 5.1.8 Układ generacji poduszki azotowej

Rodzaj:	Generator azotu PSA produkowany w technologii „twin tower” lub modułowej PK, lub generator azotu membranowy PK
Ilość	2 sztuki
Konfiguracja	2x 100%
Typ i konstrukcja	<ul style="list-style-type: none"> <li>PSA lub PK</li> <li>Wydajność - od 10 do 300 m<sup>3</sup>/h</li> <li>Zakres ciśnień - od 5,0 do 6,5 bar</li> <li>Zakres zawartości tlenu 0,5 ppm do 5% - do uzgodnienia z oferentem</li> </ul>
Czynnik zasilający	Powietrze technologiczne
Ciśnienie nominalne	6,5 bar



Punkt rosy	- 40°C
Czystość	klasa 1.2.1

#### 5.1.9 Podgrzewacz elektryczny opcjonalnego układu poduszki parowej

Rodzaj	Podgrzewacz elektryczny wody w układzie poduszki parowej
Ilość	2 sztuki
Konfiguracja	2x 100%
Typ i konstrukcja	Poziomy
Czynnik	PN-C-04601:1985 „Woda dla celów energetycznych. Wymagania i badania jakości wody dla kotłów wodnych i zamkniętych obiegów ciepłowniczych”
Ciśnienie nominalne	16 bar
Temperatura na wlocie	ok. 75°C do 99°C
Temperatura na wylocie	ok. 120°C do 150°C

#### 5.1.10 Pompy cyrkulacyjne układu poduszki parowej

Rodzaj:	Pompa cyrkulacyjna poduszki parowej
Ilość	2 sztuki / 1 podgrzewacz
Konfiguracja	2x 100%
Typ i konstrukcja	Pompa wirowa, odśrodkowa, pozioma z osprzętem, króćce termometryczne, króćce manometryczne.
Czynnik	PN-C-04601:1985 „Woda dla celów energetycznych. Wymagania i badania jakości wody dla kotłów wodnych i zamkniętych obiegów ciepłowniczych”
Wydajność	Okolo 2 m <sup>3</sup> /h - 20 m <sup>3</sup> /h (za weryfikację parametru odpowiedzialny jest Wykonawca w zależności od rozwiązania technologicznego oraz konstrukcyjnego akumulatora ciepła)
Temperatura robocza czynnika	od 73°C do 100°C
Napięcie zasilania silnika elektrycznego	400 VAC

## 5.2 Instalacja wentylacji i schładzania pomieszczeń

W budynkach nie znajdują się miejsca pracy stałej, budynki nie posiadają pomieszczeń socjalnych i sanitarnych. Dla pomieszczeń istniejącej i projektowanej pompowni, oraz komór transformatorów planuje się wykonanie instalacji wentylacji mechanicznej wywiewnej sterowanej czujnikami temperatury zapewniającymi wymagane odprowadzenie ciepła od urządzeń i elementów elektrycznych oraz technologicznych.

W budynkach nie planuje się zastosowania klimatyzacji a jedynie schładzanie pomieszczenia rozdzielni elektrycznej poprzez zastosowanie 4 klimatyzatorów ściennych oraz pomieszczenia szaf sterowniczych poprzez zastosowanie 1 klimatyzatora ściennego działającego na powietrzu obiegowym.

Dla pomieszczeń rozdzielni i pomieszczenia szaf systemowych planuje się wykonanie instalacji nawiewno-wywiewnej N1/W1 opartej na stojącej centrali wentylacyjnej z rekuperacją i nagrzewnicą elektryczną.

### 5.2.1 Pomieszczenie istniejącej pompowni

Rodzaj	Wentylator wywiewny KABT/4-6000/450
Ilość	3 szt.
Typ i konstrukcja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wentylator promieniowy o napędzie bezpośrednim.</li> <li>Obudowa z galwanizowanej blachy stalowej.</li> <li>Podwójne panele boczne z ognioodporną warstwą izolacji akustycznej (włókno szklane MO) o grubości 17 mm.</li> <li>Wirnik z aluminium, z łopatkami wygiętymi do tyłu.</li> <li>Silnik poza przepływem medium.</li> <li>Króciec przyłączeniowy o profilu okrągłym.</li> <li>Ocynkowana tacka ociekowa.</li> <li>Miedziany spust.</li> <li>Montaż w pozycji poziomej.</li> <li>Puszka przyłączeniowa na obudowie.</li> </ul>
Wydajność wymagana Q	4990 m <sup>3</sup> /h
Ciśnienie wymagane P <sub>s</sub>	150 Pa
Temperatura medium T <sub>MED</sub>	40°C
Ciśnienie całkowite P <sub>TOT</sub>	193 Pa
Ciśnienie dynamiczne P <sub>D</sub>	43 Pa
Prędkość przepływu v	8.7 m/s
Prędkość obrotowa n	1381 1/min
Pobór mocy P <sub>ABS</sub>	833 W
Natężenie prądu I <sub>ABS</sub>	1.4 A
SFP	601 W/(m <sup>3</sup> /s)
Sprawność statyczna n <sub>ST</sub>	25 %
Sprawność całkowita n <sub>TOT</sub>	32.6 %

Regulacja reg	46.2 Hz
Ilość faz prądu	3
Napięcie nominalne	400 V
Moc nominalna	1094 W
Częstotliwość nominalna	50 Hz
Maksymalna temperatura pracy	100°C
Średnica	450 mm
Masa urządzenia	58 kg

### 5.2.2 Pomieszczenie transformatorów

Rodzaj	Wentylator wywiewny KABT/4-4000/355
Ilość	2 szt.
Typ i konstrukcja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wentylator promieniowy o napędzie bezpośrednim.</li> <li>Obudowa z galwanizowanej blachy stalowej.</li> <li>Podwójne panele boczne z ognioodporną warstwą izolacji akustycznej (włókno szklane MO) o grubości 17 mm.</li> <li>Wirnik z aluminium, z łopatkami wygiętymi do tyłu.</li> <li>Silnik poza przepływem medium.</li> <li>Króciec przyłączeniowy o profilu okrągłym.</li> <li>Ocynkowana tacka ociekowa.</li> <li>Miedziany spust.</li> <li>Montaż w pozycji poziomej.</li> <li>Puszka przyłączeniowa na obudowie.</li> </ul>
Wydajność wymagana Q	3600 m <sup>3</sup> /h
Ciśnienie wymagane P <sub>s</sub>	150 Pa
Temperatura medium T <sub>MED</sub>	40°C
Ciśnienie całkowite P <sub>TOT</sub>	198 Pa
Ciśnienie dynamiczne P <sub>D</sub>	55 Pa
Prędkość przepływu v	9,85 m/s
Prędkość obrotowa n	1450 1/min
Pobór mocy P <sub>ABS</sub>	503 W
Natężenie prądu I <sub>ABS</sub>	0,84 A
SFP	516 W/(m <sup>3</sup> /s)
Sprawność statyczna n <sub>ST</sub>	27,7 %
Sprawność całkowita n <sub>TOT</sub>	39,1 %
Regulacja reg	50 Hz

Ilość faz prądu	3
Napięcie nominalne	400 V
Moc nominalna	561 W
Częstotliwość nominalna	50 Hz
Maksymalna temperatura pracy	100°C
Średnica	355 mm
Masa urządzenia	40 kg

### 5.2.3 Pomieszczenie pompowni

Rodzaj	Wentylator wywiewny KABT/4-6000/450
Ilość	5 szt.
Typ i konstrukcja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wentylator promieniowy o napędzie bezpośrednim.</li> <li>Obudowa z galwanizowanej blachy stalowej.</li> <li>Podwójne panele boczne z ognioodporną warstwą izolacji akustycznej (włókno szklane MO) o grubości 17mm.</li> <li>Wirnik z aluminium, z łopatkami wygiętymi do tyłu.</li> <li>Silnik poza przepływem medium.</li> <li>Króciec przyłączeniowy o profilu okrągłym.</li> <li>Ocynkowana tacka ociekowa.</li> <li>Miedziany spust.</li> <li>Montaż w pozycji poziomej.</li> <li>Puszka przyłączeniowa na obudowie.</li> </ul>
Wydajność wymagana Q	4830 m <sup>3</sup> /h
Ciśnienie wymagane P <sub>s</sub>	150 Pa
Temperatura medium T <sub>MED</sub>	40°C
Ciśnienie całkowite P <sub>TOT</sub>	233 Pa
Ciśnienie dynamiczne P <sub>D</sub>	49 Pa
Prędkość przepływu v	9,35 m/s
Prędkość obrotowa n	1495 1/min
Pobór mocy P <sub>ABS</sub>	989 W
Natężenie prądu I <sub>ABS</sub>	1.66 A
SFP	666 W/(m <sup>3</sup> /s)
Sprawność statyczna n <sub>ST</sub>	27,6 %
Sprawność całkowita n <sub>TOT</sub>	35,5 %
Regulacja reg.	50 Hz
Ilość faz prądu	3

Napięcie nominalne	400 V
Moc nominalna	1094 W
Częstotliwość nominalna	50 Hz
Maksymalna temperatura pracy	100°C
Średnica	450 mm
Masa urządzenia	58 kg

#### 5.2.4 Pomieszczenie szaf sterowniczych

Rodzaj	Klimatyzator typu split MJ12PC
Ilość	1 szt.
Typ i konstrukcja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zakres pracy (ogrzewanie): -20°C ~ 18°C (min./maks.).</li> <li>• Wnętrze klimatyzatora jest utrzymywane w czystości dzięki osuszaniu wymiennika ciepła (zapobiega to rozwojowi pleśni na wymienniku ciepła i powstawaniu nieprzyjemnych zapachów).</li> <li>• 6 różnych ustawień kątów nawiewu, które można wybierać zdalnym sterownikiem, gwarantuje komfortowe rozprowadzanie powietrza w górę, w dół, w lewo i w prawo.</li> <li>• Inteligentny czujnik (czujniki temperatury + czujnik ciśnienia) umożliwia szybsze osiągnięcie pożądanej temperatury wewnętrznej.</li> <li>• Aplikacja mobilna LGMV (Monitoring View) pomaga inżynierom w łatwej kontroli i monitorowaniu urządzeń przy użyciu smartfona.</li> <li>• Wi-Fi (wbudowane) w standardzie</li> <li>• Jednostka wewnętrzna standardowo wyposażona w sterownik bezprzewodowy.</li> </ul>
Wydajność chłodzenie Min. / Nom. / Maks.	1,50 / 3,50 / 4,00 kW
Wydajność ogrzewanie Min. / Nom. / Maks.	1,80 / 4,00 / 4,40 kW
Pobór mocy chłodzenie Min. / Nom. / Maks.	0,33 / 0,97 / 1,48 kW
Pobór mocy grzanie Min. / Nom. / Maks.	0,33 / 1,00 / 1,48 kW
EER / COP	3,60 / 4,00 kWh / kWh
Przyłącza rur ciecz / gaz średn. zewn.	Ø 6,35 (1/4) / Ø 9,52 (3/8) mm (cale)
Jednostka wewnętrzna	MJ12PC.NSJ
Zasilanie	1 / 220-240 / 50 Ø / V / Hz

Pobór mocy Min. / Nom. / Maks	11 / 19 / 30 W
Masa	10,2 kg
JEDNOSTKA ZEWNĘTRZNA	UUA1.ULO
Zasilanie	1 / 220-240 / 50 Ø / V / Hz
Zabezpieczenie Min.	15 A
Przewody zasilania (z uziemieniem)	3 x 1,5 N x mm <sup>2</sup>
Masa	33,3 kg
Sprężarka	Podwójna rotacyjna
Czynnik chłodniczy	R32

### 5.2.5 Pomieszczenie rozdzielni

Rodzaj	Klimatyzator typu split US36F
Ilość	4 szt.
Typ i konstrukcja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zakres pracy (ogrzewanie): -25°C ~ 18°C (min./maks.)</li> <li>• Wnętrze klimatyzatora jest utrzymywane w czystości dzięki osuszaniu wymiennika ciepła. (Zapobiega to rozwojowi pleśni na wymienniku ciepła i powstawaniu nieprzyjemnych zapachów).</li> <li>• 6 różnych ustawień kątów nawiewu, które można wybierać zdalnym sterownikiem, gwarantuje komfortowe rozprowadzanie powietrza w górę, w dół, w lewo i w prawo.</li> <li>• Inteligentny czujnik (czujniki temperatury + czujnik ciśnienia) umożliwia szybsze osiągnięcie pożądanej temperatury wewnętrznej.</li> <li>• Aplikacja mobilna LGMV (Monitoring View) pomaga inżynierom w łatwej kontroli i monitorowaniu urządzeń przy użyciu smartfona.</li> <li>• Wi-Fi (wbudowane) w standardzie</li> <li>• Jednostka wewnętrzna standardowo wyposażona w sterownik bezprzewodowy.</li> </ul>
Wydajność chłodzenie Min. / Nom. / Maks.	3,8 / 9,5 / 12,5 kW
Wydajność ogrzewanie Min. / Nom. / Maks.	4,3 / 10,8 / 13,4 kW
Pobór mocy chłodzenie Min. / Nom. / Maks.	0,30 / 2,57 / 3,91 kW
Pobór mocy grzanie Min. / Nom. / Maks.	0,50 / 2,77 / 3,77 kW
EER / COP	3,70 / 3,90 kWh / kWh

Przyłącza rur ciecz / gaz średnica. zewn.	Ø9,52 (3/8) / Ø15,88 (5/8) mm (cale)
JEDNOSTKA WEWNĘTRZNA	US36F.NR0
Zasilanie	1 / 220-240 / 50 Ø / V / Hz
Pobór mocy Min. / Nom. / Maks	65 / 47 / 42 W
Masa	18,3 kg
JEDNOSTKA ZEWNĘTRZNA	UUD3.U30
Zasilanie	3 / 380-415 / 50
Pobór mocy Min. / Nom. / Maks	65 / 47 / 42 W
Zabezpieczenie Min.	20 A
Przewody zasilania (z uziemieniem)	5 x 2,5 N x mm <sup>2</sup>
Masa	85 kg
Sprężarka	Inverter Scroll
Czynnik chłodniczy	R32

Rodzaj	Centrala wentylacyjna BO VESTA2H MINI
Ilość	1 szt.
Typ i konstrukcja	<ul style="list-style-type: none"><li>• Przeciwprądowy wymiennik ciepła.</li><li>• Sprawność odzysku ciepła do 87%.</li><li>• Wykonanie wewnętrzne (stojące na nóżkach).</li><li>• Filtry panelowe klasy: ISO Coarse 65% (G4).</li><li>• Izolacja urządzenia o grubości 50mm (wełna niepalna klasy A1).</li><li>• Wysokoodporne poszycie obudowy powlekane Magnelis ZM310.</li><li>• Energooszczędne i ciche silniki EC w klasie IE4.</li><li>• Nagrzewnica elektryczna PTC.</li><li>• Podłączenie kanałów wentylacyjnych i elektryki od góry urządzenia.</li><li>• Rozdzielnica zasilająco-sterująca zabudowana wewnątrz urządzenia.</li><li>• Automatyka typu Plug&amp;Play.</li></ul>
Wydajność wymagana Q	300 m <sup>3</sup> /h
Spręż dyspozycyjny	200 Pa
Wymiennik ciepła	Przeciwprądowy płytowy PCF-35-350
Nagrzewnica	Elektryczna

Temp. przed nagrzewnicą	8,4°C
Temp. za nagrzewnicą	16,0°C
Sposób regulacji	Płynna
Moc teoretyczna	0,8 kW
Moc zainstalowana 3 [kW]	3,0 kW
Masa centrali	85 kg
Sekcja Nawiewu	
Filtr wstępny	FD-450x175x20-G4 ISO Coarse 65%
Zasilanie	1 / 220-240 / 50 Ø / V / Hz
Moc silnika	0,17 kW
Prędkość obrotowa	2788 rpm
Natężenie prądu	1,7-1,4 A
Sekcja Wywiewu	
Filtr wstępny	FD-450x175x20-G4 ISO Coarse 65%
Zasilanie	1 / 220-240 / 50 Ø / V / Hz
Moc silnika	0,17 kW
Prędkość obrotowa	2788 rpm
Natężenie prądu	1,7-1,4 A

### 5.3 Instalacje elektryczne

#### 5.3.1 Transformatory i linie kablowe zasilające

Ze względu na zwiększenie mocy odbiorników zasilanych z rozdzielnic RWW1 i RWW2 (bilans w dalszej części opracowania) zaplanowana została przebudowa układów zasilania wymagająca zainstalowania transformatorów suchych o mocy 4000 kVA każdy.

Transformator TWW1 zasilany będzie z istniejącego pola nr 14 rozdzielnic 6kV - PO1 a transformator TWW2 z istniejącego pola nr 12 rozdzielnic 6kV - PR 2. Pola te należy w ramach odrębnego opracowania dostosować do zwiększonych warunków zasilania.

Na podstawie danych otrzymanych od przedstawiciela Inwestora oraz przeprowadzonych obliczeń i symulacji w programie OES obliczony został prąd zwarciový na zaciskach dolnych transformatora wynoszący 70, 205 kA.

Dla zaprojektowanych transformatorów należy ułożyć nowe kable zasilające na napięcie 6kV i minimalnych parametrach 2xXUHAKXS 3x(1x150mm<sup>2</sup>). Do obliczeń przyjęto długość kabli równą 300m.

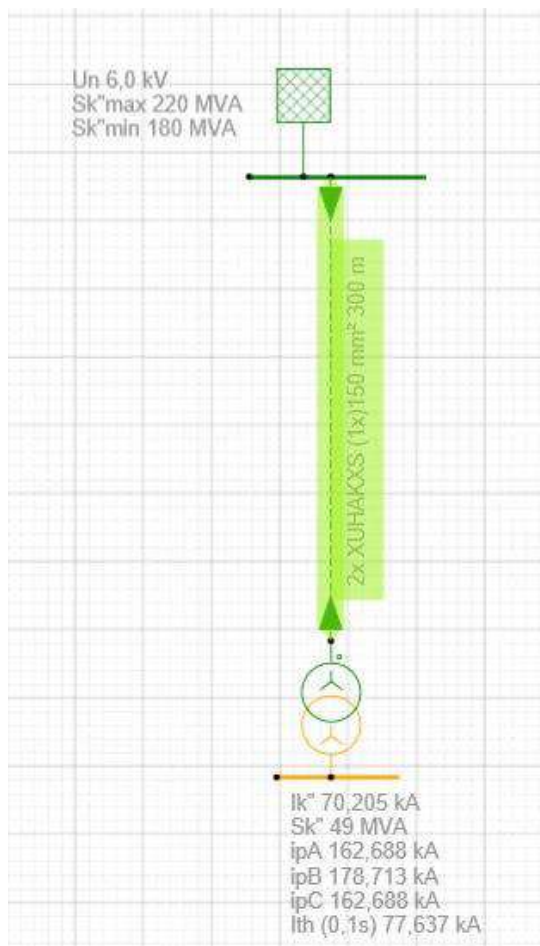
Projektowane kable zasilające należy wprowadzić pod budynkiem nowej pompowni (w rurach osłonowych) do kablowni pod pomieszczeniem rozdzielni a następnie do komory transformatorów.



Instalacja kablowa została zaprojektowana zgodnie z wymaganiami norm: PN-IEC 60364 oraz PN-EN 45510-2-9:2009.

Kable rozprowadzono w pomieszczeniach kablowych oraz na konstrukcjach wsporczych.

Poza budynkiem rozdzielni elektrycznej i komór transformatorów trasy kablowe siłowe są prowadzone w kanale kablowym, na estakadzie oraz miejscowo w gruncie.



**Rys.2.** Symulacja obliczeń zwarciovych.

Wymagane parametry techniczne transformatorów są następujące:

- Moc znamionowa:  $S_{rT} = 4000 \text{ kVA}$
- Częstotliwość:  $f = 50 \text{ Hz}$
- Liczba faz:  $n = 3$
- Napięcia znamionowe:
  - Uzwojenie GN:  $U_{rT-GN} = 6,3 \text{ kV},$
  - Uzwojenie DN:  $U_{rT-DN} = 0,4 \text{ kV},$

– Grupa połączeń uzwojeń:	Dyn5,
– Chłodzenie naturalne:	AN
– Napięcie zwarcia (%):	ukr = 7%,
– Straty biegu jałowego	4250W
– Straty obciążeniowe	36 000W
– Regulacja napięcia po str.GN	±2 x2,5%
– Ciśnienie akustyczne (1m):	≤ 77 dB(A)
– Uzwojenia	Cu/Cu
– Poziom izolacji	LI60, AC20 / AC3

Dostarczone transformatory muszą spełniać normy i z wynikiem pozytywnym przeszły następujące badania:

- typu zgodnie z normą PN-EN 60076-1:2011E Transformatory – Wymagania ogólne,
- specjalne w zakresie: wytrzymałości zwarciorowej zgodnie z normami:
- PN-EN 60076-1:2011E Transformatory – Wymagania ogólne
- PN-EN 60076-3:2014- 02E Transformatory - Część 3: Poziomy izolacji, próby wytrzymałości elektrycznej i zewnętrzne odstępy izolacyjne w powietrzu oraz wyznaczenia poziomu hałasu zgodnie z normą PN-EN 60076-10:2003P- Transformatory - Część 10: Wyznaczanie poziomów dźwięku,
- wyrobu zgodnie z normą PN-EN 60076-1:2011E Transformatory – Wymagania ogólne,

Moc każdego transformatora została dobrana do sumy jednoczesnych maksymalnych obciążeń rozdzielnic z dodaniem 20% rezerwy.

Transformatory mają wytrzymać trwale obciążenie wynoszące min. 110% mocy znamionowej oraz krótkotrwałe przeciążenia wynikające z rozruchu silników.

Wykonanie transformatorów musi być zgodne z wymaganiami Rozporządzenia Komisji (UE) Nr 548/2014 z dnia 21 maja 2014r. w sprawie wykonania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i RE-2009/125/WE w odniesieniu do transformatorów elektroenergetycznych małej, średniej i dużej mocy.

Każdy z transformatorów musi być wyposażony w:

- izolatory przepustowe GN i DN
- zabezpieczenie temperaturowe (ze stykami: sygnalizacji i wyłączenia transformatora),
- tłumiki drgań,
- zaciski uziemiające,
- ucha do podnoszenia,
- podwozie z kołami do przesuwania w kierunku podłużnym i poprzecznym.

Transformatory TWW1 i TWW2 zaprojektowane zostały w istniejącej komorze transformatorowej, wydzielonej pożarowo. Ze względu na gabaryty transformatorów komora została funkcjonalnie podzielona na dwie przestrzenie oddzielone przegrodą z siatki. Transformatory należy zabezpieczyć na stanowiskach przed przesunięciem.

Od strony GN zaprojektowane zostały linie kablowe z kablowni pod rozdzielnią nN, przez przepusty w ścianach oraz posadzkach.

Połączenia pomiędzy stroną DN a polami zasilającymi rozdzielnic RWW1 i RWW2 zostały zaprojektowane jako mosty szynowe o prądzie znamionowym 6300A. Przejścia z komór transformatorowych do pomieszczenia rozdzielnic należy zabezpieczyć za pomocą bariery ogniowej, zapewniającej stopień ochrony (EI60) zapobiegającej rozprzestrzenieniu się dymu i ognia przez 2h poza strefę.

W komorach jest wykonana instalacja uziemiająca złożona z bednarki, przeznaczonej do połączenia z uziemieniem roboczym transformatora i wyprowadzoną poprzez złącze kontrolne do otoku zespołu budynków pompowni budynku oraz bednarki przeznaczonej do wykorzystania w postaci uziemienia ochronnego.

### 5.3.2 Bilans mocy

Zapotrzebowanie mocy dla instalacji 400/230VAC istniejących i nowych odbiorów rozdzielnic RWW1 i RWW2 przedstawiono w poniższych tabelach:

Rozdzielnica 0,4kV RWW1												
LP	Odbiór	Moc zainst. [kW]	Moc zainst. [kVar]	Moc zainst. [kVA]	Współ. zapotr. Kz	cosφ	η	pracuje=1 rezerwa=0	Pz [kW]	Qz [kVar]	Sz [kVA]	In [A]
1	Sprzęgło do RWW2	1373	10,5	1372,6	1	1	1	1	1372,56	0	1372,56	1981,1
2	Pompa zimnego zmieszania PZZ1	560	0	560	0,7	1	0,94	1	417,02	0	417,02	859,9
3	Zasilanie rozdzielnic kotła elektrodowego	641	0	641	0,5	1	0,94	1	340,96	0	340,96	984,3
4	Oświetlenie budynku pompowni wody zimnej	1,5	0,5	1,58	0,7	0,95	0,94	1	1,12	0,37	1,18	2,4
5	Oświetlenie budynku pompowni wody ciepłej	1,5	0,5	1,58	0,7	0,95	0,94	1	1,12	0,37	1,18	2,4
6	Oświetlenie budynku elektrycznego	1,5	0,5	1,58	0,7	0,95	0,94	1	1,12	0,37	1,18	2,4
7	Oświetlenie akumulatora ciepła	2	0,7	2,11	0,9	0,95	0,94	1	1,91	0,63	2,01	3,2
8	Gniazdo remontowe pompownia wody zimnej -1	30	0	30	0,1	1	0,94	1	3,19	0	3,19	46,1
9	Gniazdo remontowe pompownia wody zimnej -2	30	0	30	0,1	1	0,94	1	3,19	0	3,19	46,1
10	Gniazdo remontowe pompownia wody zimnej -4	30	0	30	0,1	1	0,94	1	3,19	0	3,19	46,1

Rozdzielnica 0,4kV RWW1												
LP	Odbiór	Moc zainst. [kW]	Moc zainst. [kVar]	Moc zainst. [kVA]	Współ. zapotrz. Kz	cosφ	η	pracuje=1 rezerwa=0	Pz [kW]	Qz [kVar]	Sz [kVA]	In [A]
11	Gniazdo remontowe pompownia wody ciepłej -1	30	0	30	0,1	1	0,94	1	3,19	0	3,19	46,1
12	Gniazdo remontowe pompownia wody ciepłej -2	30	0	30	0,1	1	0,94	1	3,19	0	3,19	46,1
13	Gniazdo remontowe pompownia wody ciepłej -3	30	0	30	0,1	1	0,94	1	3,19	0	3,19	46,1
14	Gniazdo remontowe pompownia wody ciepłej -4	30	0	30	0,1	1	0,94	1	3,19	0	3,19	46,1
15	Gniazdo remontowe akumulator ciepła -1	30	0	30	0,1	1	0,94	1	3,19	0	3,19	46,1
16	Gniazdo remontowe akumulator ciepła -2	30	0	30	0,1	1	0,94	1	3,19	0	3,19	46,1
17	Gniazdo remontowe akumulator ciepła -3	30	0	30	0,1	1	0,94	1	3,19	0	3,19	46,1
18	Gniazda - pomieszczenie rozdzielni	4	0	4	0,1	1	0,94	1	0,43	0	0,43	6,1
19	Klimatyzator pomieszczenia rozdzielni - 1	4	1,3	4,21	0,9	0,95	0,94	1	3,83	1,26	4,03	6,5
20	Klimatyzator pomieszczenia rozdzielni - 2	4	1,3	4,21	0,9	0,95	0,94	1	3,83	1,26	4,03	6,5
21	Klimatyzator pomieszczenia rozdzielni - 3	4	1,3	4,21	0,9	0,95	0,94	1	3,83	1,26	4,03	6,5
22	Klimatyzator pomieszczenia rozdzielni - 4	4	1,3	4,21	0,9	0,95	0,94	1	3,83	1,26	4,03	6,5
23	Klimatyzator pomieszczenia AKPiA	4	1,3	4,21	0,9	0,95	0,94	1	3,83	1,26	4,03	6,5
24	Gniazda - pomieszczenie DCS	4	0	4	0,7	1	0,94	1	2,98	0	2,98	6,1
25	Pompa wody zimnej PWZ1	250	0	250	0,7	1	0,94	1	186,17	0	186,17	383,9
26	Pompa wody zimnej PWZ2	250	0	250	0,7	1	0,94	1	186,17	0	186,17	383,9
27	Pompa wody zimnej PWZ3	250	0	250	0,7	1	0,94	1	186,17	0	186,17	383,9

Rozdzielnica 0,4kV RWW1												
LP	Odbiór	Moc zainst. [kW]	Moc zainst. [kVar]	Moc zainst. [kVA]	Współ. zapotrz. Kz	cosφ	η	pracuje=1 rezerwa=0	Pz [kW]	Qz [kVar]	Sz [kVA]	In [A]
28	Pompa mieszająca PM	45	0	45	0,7	1	0,94	1	33,51	0	33,51	69,1
29	Wentylator OCW1	22	13,7	25,9	0,7	0,85	0,94	1	16,38	10,15	19,27	39,7
30	Wentylator OCW3	22	13,7	25,9	0,7	0,85	0,94	1	16,38	10,15	19,27	39,7
31	Wentylator OCW5	22	13,6	25,88	0,7	0,85	0,94	1	16,38	10,15	19,27	39,7
32	Wentylator OCW7	22	13,6	25,88	0,7	0,85	0,94	1	16,38	10,15	19,27	39,7
33	Wentylator OCW9	22	13,7	25,9	0,7	0,85	0,94	1	16,38	10,15	19,27	39,7
34	Pompa stabilizacji ciśnienia PSC1	15	0	15	0,7	1	0,94	1	11,17	0	11,17	23
35	Pompa stabilizacji ciśnienia PSC2	15	0	15	0,7	1	0,94	1	11,17	0	11,17	23
36	Pompa chłodnia - istniejąca	11	6,7	12,9	0,7	0,85	0,94	1	8,19	5,08	9,64	19,9
37	Pompa chłodnia - istniejąca	11	6,7	12,9	0,7	0,85	0,94	1	8,19	5,08	9,64	19,9
38	Pompa chłodnia - istniejąca	11	6,7	12,9	0,7	0,85	0,94	1	8,19	5,08	9,64	19,9
39	Pompa chłodnia - istniejąca	11	6,7	12,9	0,7	0,85	0,94	1	8,19	5,08	9,64	19,9
40	Pompa chłodnia - istniejąca	11	6,7	12,9	0,7	0,85	0,94	1	8,19	5,08	9,64	19,9
41	Pompa chłodnia - istniejąca	11	6,7	12,9	0,7	0,85	0,94	1	8,19	5,08	9,64	19,9
42	Pompa chłodnia - istniejąca	11	6,8	12,94	0,7	0,85	0,94	1	8,19	5,08	9,64	19,9
43	Rozdzielnica oświetlenia SWW zasilanie 1	8	2,6	8,42	0,7	0,95	0,95	1	5,89	1,94	6,2	12,8
44	Zawór z napędem elektrycznym nr 1	2,2	2,3	3,2	0,1	0,68	0,95	1	0,23	0,25	0,34	4,9

Rozdzielnica 0,4kV RWW1												
LP	Odbiór	Moc zainst. [kW]	Moc zainst. [kVar]	Moc zainst. [kVA]	Współ. zapotrz. Kz	cosφ	η	pracuje=1 rezerwa=0	Pz [kW]	Qz [kVar]	Sz [kVA]	In [A]
45	Zawór z napędem elektrycznym nr 2	2,2	2,3	3,2	0,1	0,68	0,95	1	0,23	0,25	0,34	4,9
46	Zawór z napędem elektrycznym nr 3	2,2	2,3	3,2	0,1	0,68	0,95	1	0,23	0,25	0,34	4,9
47	Zawór z napędem elektrycznym nr 4	2,2	2,3	3,2	0,1	0,68	0,95	1	0,23	0,25	0,34	4,9
48	Zawór z napędem elektrycznym nr 5	2,2	2,3	3,2	0,1	0,68	0,95	1	0,23	0,25	0,34	4,9
49	Zawór z napędem elektrycznym nr 6	2,2	2,3	3,2	0,1	0,68	0,95	1	0,23	0,25	0,34	4,9
50	Zawór z napędem elektrycznym nr 7	2,2	2,3	3,2	0,1	0,68	0,95	1	0,23	0,25	0,34	4,9
51	Zawór z napędem elektrycznym nr 8	2,2	2,3	3,2	0,1	0,68	0,95	1	0,23	0,25	0,34	4,9
52	Zawór z napędem elektrycznym nr 9	2,2	2,3	3,2	0,1	0,68	0,95	1	0,23	0,25	0,34	4,9
53	Zawór z napędem elektrycznym nr 10	2,2	2,3	3,2	0,1	0,68	0,95	1	0,23	0,25	0,34	4,9
54	Zawór z napędem elektrycznym nr 11	2,2	2,3	3,2	0,1	0,68	0,95	1	0,23	0,25	0,34	4,9
55	Zawór z napędem elektrycznym nr 12	2,2	2,3	3,2	0,1	0,68	0,95	1	0,23	0,25	0,34	4,9
56	Zawór z napędem elektrycznym nr 13	2,2	2,3	3,2	0,1	0,68	0,95	1	0,23	0,25	0,34	4,9
57	Zawór z napędem elektrycznym nr 14	2,2	2,3	3,2	0,1	0,68	0,95	1	0,23	0,25	0,34	4,9
58	Zawór z napędem elektrycznym nr 15	2,2	2,3	3,2	0,1	0,68	0,95	1	0,23	0,25	0,34	4,9
59	Zawór z napędem elektrycznym nr 16	2,2	2,3	3,2	0,1	0,68	0,95	1	0,23	0,25	0,34	4,9
60	Zawór z napędem elektrycznym nr 17	2,2	2,3	3,2	0,1	0,68	0,95	1	0,23	0,25	0,34	4,9
61	Zawór z napędem elektrycznym nr 18	2,2	2,3	3,2	0,1	0,68	0,95	1	0,23	0,25	0,34	4,9

Rozdzielnica 0,4kV RWW1												
LP	Odbiór	Moc zainst. [kW]	Moc zainst. [kVar]	Moc zainst. [kVA]	Współ. zapotrz. Kz	cosφ	η	pracuje=1 rezerwa=0	Pz [kW]	Qz [kVar]	Sz [kVA]	In [A]
62	Zawór z napędem elektrycznym nr 19	2,2	2,3	3,2	0,1	0,68	0,95	1	0,23	0,25	0,34	4,9
63	Zawór z napędem elektrycznym nr 20	2,2	2,3	3,2	0,1	0,68	0,95	1	0,23	0,25	0,34	4,9
64	Grzałka pompy PP1	1	0	1	1	0,97	0,95	1	1,05	0,26	1,08	1,6
65	Przepustnica regulacyjna	1	0	1	0,1	0,99	0,95	1	0,11	0,02	0,11	1,5
66	OX219 - Zasuwa rurociągu na wlocie do chłodni	0,09	0,04	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
67	OX220 - Zasuwa rurociągu na wlocie do chłodni	0,09	0,04	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
68	OX239 - Zasuwa rurociągu na wylocie z chłodni	0,09	0,04	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
69	OX240 - Zasuwa rurociągu na wylocie z chłodni	0,09	0,04	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
70	OX223 - Zasuwa rurociągu na wlocie do chłodni	0,09	0,04	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
71	OX224 - Zasuwa rurociągu na wlocie do chłodni	0,09	0,04	0,1	0,1	0,68	0,88	1	0,01	0,01	0,01	0,2
72	OX243 - Zasuwa rurociągu na wylocie z chłodni	0,09	0,04	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
73	OX244 - Zasuwa rurociągu na wylocie z chłodni	0,09	0,04	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
74	OX227 - Zasuwa rurociągu na wlocie do chłodni	0,09	0,04	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
75	OX228 - Zasuwa rurociągu na wlocie do chłodni	0,09	0,04	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
76	OX247 - Zasuwa rurociągu na wylocie z chłodni	0,09	0,04	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
77	OX248 - Zasuwa rurociągu na wylocie z chłodni	0,09	0,04	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
78	OX231 - Zasuwa rurociągu na wlocie do chłodni	0,09	0,04	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2

**Rozdzielnica 0,4kV RWW1**

LP	Odbiór	Moc zainst. [kW]	Moc zainst. [kVar]	Moc zainst. [kVA]	Współ. zapotrz. Kz	cosφ	η	pracuje=1 rezerwa=0	Pz [kW]	Qz [kVar]	Sz [kVA]	In [A]
79	OX232 - Zasuwa rurociągu na wlocie do chłodni	0,09	0,04	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
80	OX251 - Zasuwa rurociągu na wylocie z chłodni	0,09	0,04	0,1	0,1	0,68	0,88	1	0,01	0,01	0,01	0,2
81	OX252 - Zasuwa rurociągu na wylocie z chłodni	0,09	0,04	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
82	OX235 - Zasuwa rurociągu na wlocie do chłodni	0,09	0,04	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
83	OX236 - Zasuwa rurociągu na wlocie do chłodni	0,09	0,04	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
84	OX255 - Zasuwa rurociągu na wylocie z chłodni	0,09	0,04	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
85	OX256 - Zasuwa rurociągu na wylocie z chłodni	0,09	0,04	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
86	OX203 - Zasuwa rurociągu tłoczącego na magistrali OLECHÓW	0,75	0,8	1,1	0,1	0,68	0,95	1	0,08	0,09	0,12	1,7
87	OX205 - Zasuwa armatury działowej rurociągu na KOL OR601 Tłoczenie	3	3,22	4,4	0,1	0,68	0,95	1	0,32	0,35	0,47	6,7
88	OX207 - Zasuwa rurociągu zasilającego pompy PP1 i PP2 z kolektora OR601 Tł.1	0,37	0,34	0,5	0,1	0,68	0,95	1	0,04	0,04	0,06	0,8
89	OX209 - Zasuwa rurociągu na ssaniu pompy PP1	0,37	0,34	0,5	0,1	0,68	0,95	1	0,04	0,04	0,06	0,8
90	OX213 - Zasuwa na wyprowadzeniu wody sieciowej z pompy PP1 i PP2 do kolektora tłoczego	0,37	0,34	0,5	0,1	0,68	0,95	1	0,04	0,04	0,06	0,8
91	OX215 - Zasuwa rurociągu doprowadzającego wodę siecią KOL. OR632	0,75	0,8	1,1	0,1	0,68	0,95	1	0,08	0,09	0,12	1,7
92	OX217 - Zasuwa rurociągu doprowadzającego wodę do schładzania w chłodni ORG11	0,75	0,8	1,1	0,1	0,68	0,95	1	0,08	0,09	0,12	1,7
93	OX210 - Zasuwa rurociągu na tłoczeniu pompy PP1	0,18	0,24	0,3	0,1	0,68	0,95	1	0,02	0,02	0,03	0,4
94	Zasilanie układów automatyki szafa CPK1.1	1,6	0,6	1,7	0,8	0,95	0,95	1	1,35	0,44	1,42	2,6



Rozdzielnica 0,4kV RWW1

LP	Odbiór	Moc zainst. [kW]	Moc zainst. [kVar]	Moc zainst. [kVA]	Współ. zapotrż. Kz	cosφ	η	pracuje=1 rezerwa=0	Pz [kW]	Qz [kVar]	Sz [kVA]	In [A]
95	Zasilanie układów automatyki szafa CPK2.1	1,6	0,6	1,7	0,8	0,95	0,95	1	1,35	0,44	1,42	2,6
96	Szafa systemu wentylacji	15	9,2	17,6	0,9	0,85	0,95	1	14,21	8,81	16,72	26,8
	<b>RAZEM RWW1</b>	<b>4001</b>	<b>201</b>	<b>4006</b>					<b>2973</b>	<b>112</b>	<b>3005</b>	

Rozdzielnica 0,4kV RWW2

LP	Odbiór	Moc zainst. [kW]	Moc zainst. [kVar]	Moc zainst. [kVA]	Współ. zapotrż. Kz	cosφ	η	pracuje=1 rezerwa=0	Pz [kW]	Qz [kVar]	Sz [kVA]	In [A]
1	Sprzęgło	1601	11,3	1600,8	1	1	0,95	1	1685,01	0	1685,01	2432,1
2	Pompa zimnego zmieszania PZZ2	560	0	560	0,7	1	0,95	1	412,63	0	412,63	850,8
3	Zasilanie rozdzielnic kotła elektrodowego	641	0	641	0,5	1	0,95	1	337,37	0	337,37	973,9
4	Pompa wody gorącej PWG1	315	0	315	0,7	1	0,95	1	232,11	0	232,11	478,6
5	Pompa wody gorącej PWG2	315	0	315	0,7	1	0,95	1	232,11	0	232,11	478,6
6	Pompa wody gorącej PWG3	315	0	315	0,7	1	0,95	0	0	0	0	478,6
7	Pompa wody przelewowej PKA1	22	13,7	25,9	0,7	0,85	0,95	1	16,21	10,05	19,07	39,3
8	Pompa wody przelewowej PKA2	22	13,6	25,88	0,7	0,85	0,95	1	16,21	10,05	19,07	39,3
9	Wentylator OCW2	22	13,6	25,88	0,7	0,85	0,95	1	16,21	10,05	19,07	39,3
10	Wentylator OCW4	22	13,7	25,9	0,7	0,85	0,88	1	17,56	10,88	20,66	42,6
11	Wentylator OCW6	22	13,7	25,9	0,7	0,85	0,95	1	16,21	10,05	19,07	39,3

Rozdzielnica 0,4kV RWW2

LP	Odbiór	Moc zainst. [kW]	Moc zainst. [kVar]	Moc zainst. [kVA]	Współ. zapotr. Kz	cosφ	η	pracuje=1 rezerwa=0	Pz [kW]	Qz [kVar]	Sz [kVA]	In [A]
12	Wentylator OCW8	22	8	23,4	0,7	0,94	0,95	1	16,21	5,88	17,24	35,6
13	Wentylator OCW10	22	13,7	25,9	0,7	0,85	0,95	1	16,21	10,05	19,07	39,3
14	Rozdzielnica oświetlenia SWW zasilanie 2	8	4,9	9,4	0,7	0,85	0,95	1	5,89	3,65	6,93	14,3
15	Wytwornica azotu	10	6,3	11,8	0,7	0,85	0,95	1	7,37	4,57	8,67	17,9
16	Zawór z napędem elektrycznym nr 1	3	3,2	4,4	0,1	0,68	0,95	1	0,32	0,35	0,47	6,7
17	Zawór z napędem elektrycznym nr 2	3	3,2	4,4	0,1	0,68	0,95	1	0,32	0,35	0,47	6,7
18	Zawór z napędem elektrycznym nr 3	3	3,2	4,4	0,1	0,68	0,95	1	0,32	0,35	0,47	6,7
19	Zawór z napędem elektrycznym nr 4	3	3,2	4,4	0,1	0,68	0,95	1	0,32	0,35	0,47	6,7
20	Zawór z napędem elektrycznym nr 5	3	3,2	4,4	0,1	0,68	0,95	1	0,32	0,35	0,47	6,7
21	Zawór z napędem elektrycznym nr 6	3	3,2	4,4	0,1	0,68	0,95	1	0,32	0,35	0,47	6,7
22	Zawór z napędem elektrycznym nr 7	3	3,2	4,4	0,1	0,68	0,95	1	0,32	0,35	0,47	6,7
23	Zawór z napędem elektrycznym nr 8	3	3,2	4,4	0,1	0,68	0,95	1	0,32	0,35	0,47	6,7
24	Zawór z napędem elektrycznym nr 9	3	3,2	4,4	0,1	0,68	0,95	1	0,32	0,35	0,47	6,7
25	Zawór z napędem elektrycznym nr 10	3	3,2	4,4	0,1	0,68	0,95	1	0,32	0,35	0,47	6,7
26	Zawór z napędem elektrycznym nr 11	3	3,2	4,4	0,1	0,68	0,95	1	0,32	0,35	0,47	6,7
27	Zawór z napędem elektrycznym nr 12	3	3,2	4,4	0,1	0,68	0,95	1	0,32	0,35	0,47	6,7
28	Zawór z napędem elektrycznym nr 13	3	3,2	4,4	0,1	0,68	0,95	1	0,32	0,35	0,47	6,7

**Rozdzielnica 0,4kV RWW2**

LP	Odbiór	Moc zainst. [kW]	Moc zainst. [kVar]	Moc zainst. [kVA]	Współ. zapotrż. Kz	cosφ	η	pracuje=1 rezerwa=0	Pz [kW]	Qz [kVar]	Sz [kVA]	In [A]
29	Zawór z napędem elektrycznym nr 14	3	3,2	4,4	0,1	0,68	0,95	1	0,32	0,35	0,47	6,7
30	Zawór z napędem elektrycznym nr 15	3	3,2	4,4	0,1	0,68	0,95	1	0,32	0,35	0,47	6,7
31	Zawór z napędem elektrycznym nr 16	3	3,2	4,4	0,1	0,68	0,95	1	0,32	0,35	0,47	6,7
32	Zawór z napędem elektrycznym nr 17	3	3,2	4,4	0,1	0,68	0,95	1	0,32	0,35	0,47	6,7
33	Zawór z napędem elektrycznym nr 18	3	3,2	4,41	0,1	0,68	0,95	1	0,32	0,35	0,47	6,7
34	Zawór z napędem elektrycznym nr 19	3	3,2	4,4	0,1	0,68	0,95	1	0,32	0,35	0,47	6,7
35	Zawór z napędem elektrycznym nr 20	3	3,2	4,4	0,1	0,68	0,95	1	0,32	0,35	0,47	6,7
36	Rezerwa	3	0,8	3,1	1	0,97	0,95	1	3,16	0,79	3,26	4,7
37	OX221 - Zasuwa rurociągu na wlocie do chłodni	0,09	0	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
38	OX222 - Zasuwa rurociągu na wlocie do chłodni	0,09	0	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
39	OX241 - Zasuwa rurociągu na wylocie z chłodni	0,09	0	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
40	OX242 - Zasuwa rurociągu na wylocie z chłodni	0,09	0	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
41	OX225 - Zasuwa rurociągu na wlocie do chłodni	0,09	0	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
42	OX226 - Zasuwa rurociągu na wlocie do chłodni	0,09	0,1	0,13	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
43	OX245 - Zasuwa rurociągu na wylocie z chłodni	0,09	0	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
44	OX246 - Zasuwa rurociągu na wylocie z chłodni	0,09	0	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
45	OX229 - Zasuwa rurociągu na wlocie do chłodni	0,09	0	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2

Rozdzielnica 0,4kV RWW2												
LP	Odbiór	Moc zainst. [kW]	Moc zainst. [kVar]	Moc zainst. [kVA]	Współ. zapotrz. Kz	cosφ	η	pracuje=1 rezerwa=0	Pz [kW]	Qz [kVar]	Sz [kVA]	In [A]
46	OX230 - Zasuwa rurociągu na wlocie do chłodni	0,09	0	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
47	OX249 - Zasuwa rurociągu na wylocie z chłodni	0,09	0	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
48	OX250 - Zasuwa rurociągu na wylocie z chłodni	0,09	0	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
49	OX233 - Zasuwa rurociągu na wlocie do chłodni	0,09	0	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
50	OX234 - Zasuwa rurociągu na wlocie do chłodni	0,09	0	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
51	OX253 - Zasuwa rurociągu na wylocie z chłodni	0,09	0,1	0,13	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
52	OX254 - Zasuwa rurociągu na wylocie z chłodni	0,09	0	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
53	OX237 - Zasuwa rurociągu na wlocie do chłodni	0,09	0	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
54	OX238 - Zasuwa rurociągu na wlocie do chłodni	0,09	0	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
55	OX257 - Zasuwa rurociągu na wylocie z chłodni	0,09	0	0,1	0,1	0,68	0,95	1	0,01	0,01	0,01	0,2
56	OX258 - Zasuwa rurociągu na wylocie z chłodni	0,18	0,2	0,3	0,1	0,68	0,95	1	0,02	0,02	0,03	0,4
57	OX204 - Zasuwa rurociągu tłocznego na magistrali OLECHÓW	0,75	0,8	1,1	0,1	0,68	0,95	1	0,08	0,09	0,12	1,7
58	OX206 - Zasuwa armatury działowej na kolektorze rurociągu nNA KOL OR601 Tłoczenie II	3	3,2	4,4	0,1	0,68	0,95	1	0,32	0,35	0,47	6,7
59	OX208 - Zasuwa rurociągu zas. Pompy PP1 i PP2 z kolektora OR61 TŁ II	0,37	0,3	0,5	0,1	0,68	0,95	1	0,04	0,04	0,06	0,8
60	OX211 - Zasuwa rurociągu na SSANIU PP2	0,37	0,3	0,5	0,1	0,68	0,95	1	0,04	0,04	0,06	0,8
61	OX214 - Zasuwa na wyprowadzeniu wody sieciowej z pomp PP1 i PP2 do kolektora tłocznego II	0,37	0,3	0,5	0,1	0,68	0,95	1	0,04	0,04	0,06	0,8
62	OX216 - Zasuwa rurociągu doprowadzającego wodę	0,75	0,8	1,1	0,1	0,68	0,95	1	0,08	0,09	0,12	1,7

Rozdzielnica 0,4kV RWW2

LP	Odbiór	Moc zainst. [kW]	Moc zainst. [kVar]	Moc zainst. [kVA]	Współ. zapotr. Kz	cosφ	η	pracuje=1 rezerwa=0	Pz [kW]	Qz [kVar]	Sz [kVA]	In [A]
	schłodzoną w chłodni ORG11 powrót II											
63	OX212 - Zasuwa rurociągu na tłoczeniu PP2	0,37	0,3	0,5	0,1	0,68	0,95	1	0,04	0,04	0,06	0,8
64	Szafa Automatyki CKP2.1	3	1,1	3,2	0,1	0,94	0,95	1	0,32	0,12	0,34	4,8
65	Szafa Automatyki CKP1.1	3	1,1	3,2	0,1	0,94	0,95	1	0,32	0,12	0,34	4,8
66	Grzałka pompy PP2	1	0,3	1,05	1	0,95	0,95	1	1,05	0,35	1,11	1,6
67	OCV218 - Przepustnica regulacyjna	3	1,8	3,5	1	0,85	0,88	1	3,42	2,12	4,02	5,8
68	Możliwe grzanie rur.	20	12,3	23,5	0,7	0,85	0,95	1	14,74	9,14	17,34	35,7
	<b>RAZEM RWW2</b>	<b>4020</b>	<b>200</b>	<b>4025</b>					<b>3058</b>	<b>96</b>	<b>3085</b>	

			Pz [kW]	Qz [kVar]	Sz [kVA]
<b>MOC ZAPOTRZEBOWANA RWW1</b>			<b>2973</b>	<b>112</b>	<b>2975</b>
<b>WSPÓŁCZYNNIK JEDNOCZESNOŚCI</b>		REZERWA			<b>1</b>
<b>REZERWA (PROCENT MOCY ZAPOTRZEBOWANEJ)</b>		REZERWA			<b>20%</b>
<b>MOC ZAPOTRZEBOWANA RAZEM Z REZERWĄ</b>		RAZEM Z REZERWĄ			<b>3571</b>
<b>cosφ</b>		RAZEM Z REZERWĄ	<b>0,999</b>		
<b>tgφ</b>			<b>0,04</b>		

**PRĄD ZNAMIONOWY SZYN ZBIORCZYCH In≥ 5154 A**

			P [kW]	Q [kVar]	S [kVA]
MOC ZAPOTRZEBOWANA PO UWZGLĘDNIENIU KOMPENSACJI			2973	0	2973
REZERWA		REZERWA			20%
MOC ZNAMIONOWA TRANSFORMATORA $S_{n\geq}$		RAZEM Z REZERWĄ			3568
DOBRANO TRANSFORMATOR O MOCY ZNAMIONOWEJ		RAZEM Z REZERWĄ			4000

			Pz [kW]	Qz [kVar]	Sz [kVA]
MOC ZAPOTRZEBOWANA RAZEM SEKCJA A I B			3058	96	3059
WSPÓŁCZYNNIK JEDNOCZESNOŚCI					1
REZERWA (PROCENT MOCY ZAPOTRZEBOWANEJ)					20%
MOC ZAPOTRZEBOWANA RAZEM Z REZERWĄ		RAZEM Z REZERWĄ			3671
$\cos\varphi$		RAZEM Z REZERWĄ	0,9995		
$\tan\varphi$		RAZEM Z REZERWĄ	0,03		

PRĄD ZNAMIONOWY SZYN ZBIORCZYCH $I_{n\geq}$		RAZEM Z REZERWĄ	5298 A
---	--	-----------------	--------

			P [kW]	Q [kVar]	S [kVA]
MOC ZAPOTRZEBOWANA PO UWZGLĘDNIENIU KOMPENSACJI			3058	0	3058
REZERWA		REZERWA			20%
MOC ZNAMIONOWA TRANSFORMATORA $S_{n\geq}$		RAZEM Z REZERWĄ			3669
DOBRANO TRANSFORMATOR O MOCY ZNAMIONOWEJ		RAZEM Z REZERWĄ			4000

Zaprojektowane rozdzielnice RWW1 i RWW2 oraz transformatory TWW1 i TWW2 pracować będą w układzie rezerwy ukrytej.

Wszystkie zaprojektowane pompy wyposażone są w silniki z falownikami co przekłada się na wartość współczynnika mocy  $\cos \phi$  który wg obliczeń (bilans mocy) wynosi 0,99 a więc nie ma konieczności stosowania kompensacji mocy biernej.

### 5.3.3 Rozdzielnice RWW1 i RWW2

Rozdzielnice– 400/230VAC RWW1 i RWW2 są przeznaczone do zasilania odbiorów technologicznych: zasuw, zaworów, silników w rozruchu bezpośrednim oraz napędów z przemiennikami częstotliwości, rozdzielnic wentylacji oświetlenia, klimatyzacji, gniazd wtyczkowych, skrzynek gniazd gospodarki remontowej.

Zaprojektowano rozdzielnice typu MNS- w wykonaniu wnętrzowym, w obudowie metalowej, z wydzielonym przedziałem kablowym, szynowym i części aparaturowej zgodnie z normą IEC 61439-1.

Prąd znamionowy szyn głównych 6300A, wytrzymałość zwarciova 100kA, napięcie znamionowe 0,4 kV

Szafy rozdzielcze będą wyposażone w aparaturę wyłączającą, zabezpieczającą, sterowniczą, pomiarową, kontrolną i sygnalizacyjną. Rozdzielnice 0,4kV RWW1 i RWW2 będą wyposażona w układ pięcioszynowy (L1, L2, L3, PE, N). Przewód ochronny PE stanowi płaskownik miedziany, prowadzony bezpośrednio na konstrukcji rozdzielnic. Podczas prac konserwacyjnych na jednym z dwóch transformatorów – obie rozdzielnice będą zasilane z drugiego transformatora z załączonym wyłączniku sprzęgłowym.

Rozdzielnice RWW1 i RWW2 zestawione są w lustrzanym odbiciu następująco:

- RWW1
  - szafa 1 –zasilanie z transformatora TWW1
  - szafa 3 – pole sprzęgłowe wyłącznikowe

- szafa nr 5 pola zasilania pomp, rozdzielnicy w budynku kotła elektrodowego, rozdzielnica odbiorów drobnych budynkowych (oświetlenie, klimatyzacja, gniazda remontowe)
  - szafa nr 7 – zasilanie falowników pomp
  - szafa nr 9 – zasilanie falowników pomp, wentylatorów
  - szafa nr 11 – zasilanie napędów zasuw, oświetlenia
  - szafa nr 13 – zasilanie napędów zasuw, szaf automatyki, szafy wentylacji
- RWW2
- szafa 2 – zasilanie z transformatora TWW2
  - szafa 4 – pole sprzęgłowe wyłącznikowe
  - szafa nr 6 pola zasilania pomp, rozdzielnicy w budynku kotła elektrodowego,
  - szafa nr 8 – zasilanie falowników pomp
  - szafa nr 10 – zasilanie falowników pomp, wentylatorów
  - szafa nr 12 – zasilanie napędów zasuw, oświetlenia
  - szafa nr 14 – zasilanie napędów zasuw, szaf automatyki,

Rozdzielnice RWW1 i RWW2 przewidziane są do pracy w układzie rezerwy ukrytej tj. z dopływami z transformatorów TWW1 i TWW2 oraz wyłączonym wyłącznikiem w polu sprzęgłowym.

W podstawowym układzie pracy zakłada się, że transformatory nie będą załączane do pracy równoległej i przełączanie między dopływami i sprzęgłem będzie realizowane z przerwą napięciową.

Automatyka przełączania zasilania zaprojektowana została na bazie automatu APZ-Plus 3 dla 3 wyłączników .

Zastosowany automat umożliwia:

- SZR wolny, spowodowany pojawieniem się zewnętrznego sygnału zewnętrznego, bądź spowodowany mechanicznym otwarciem wyłącznika w torze zasilającym lub po skokowym obniżeniu napięcia przy zamkniętym wyłączniku w torze zasilającym,
- SZR wolny spowodowany zanikiem napięcia na szynach przy zamkniętym wyłączniku w torze zasilającym,
- PPZ synchroniczny,
- PPZ wolny.

Zadaniem układu automatyki przełączania zasilania w cyklu SZR jest samoczynne przełączenie rozdzielnicy z zasilania ze źródła podstawowego na zasilanie ze źródła rezerwowego, w przypadku stwierdzenia nadmiernego obniżenia lub zaniku napięcia, spowodowanego dowolną przyczyną np. zwarcie, uszkodzeniem w torze zasilającym lub przypadkowym otwarciem wyłącznika zasilania.



Rozdzielnice 0,4kV RWW1 i RWW2 należy wyposażyć w:

- pola zasilania podstawowego, z rozdzielnic RWW1/RWW2 poprzez transformatory TWW1 i TWW2,
- pola sprzęgła wyłącznikowego,
- pola odbiorcze.

Pola odbiorcze zaprojektowano o szerokości 1000 mm, z przedziałem kablowym, umożliwiającym wprowadzenie kabli do dołu/ góry w wykonaniu bocznym 400 mm. W przedziałach kablowych prowadzone będą dystrybucyjne szyny napięciowe zasilania obwodów sterowniczych. Pola odbiorcze wyposażyć należy w moduły wysuwne – do zasilania odbiorów silnikowych i odbiorów liniowych. Każdy moduł wysuwny będzie wyposażony w wielobiegunowe złącza siłowe i wielobiegunowe złącze sterownicze dla połączenia obwodów pierwotnych i wtórnych z zaciskami siłowymi oraz listwą zaciskową, sterowniczą, z zabudową w przedziale kablowym tego segmentu.

Moduł wysuwny będzie miał trzy pozycje pracy:

- Praca,
- Próba,
- Odłączony.

Wszystkie tryby pracy są dostępne bez konieczności wyjmowania modułu z segmentu rozdzielnic. Wybór rodzaju pracy dokonywany będzie pokrętle manewrowym zapewniającym prawidłową kolejność czynności łączeniowych. Pokrętło ma możliwość blokowania i założenia klódki patentowej.

Blokada konstrukcyjna rozdzielnic uniemożliwia dokonanie przestawienia członu ruchomego z pozycji „Praca” do pozycji „Próba” i z pozycji „Próba” do pozycji „Praca” przy załączonym wyłączniku.

Zastosowane blokady uniemożliwiają:

- załączenie wyłącznika przyciskiem mechanicznym w pozycji „pośredniej”
- załączenie wyłącznika w pozycji praca, gdy drzwi rozdzielnic są otwarte.

Jako środki ochrony przeciwporażeniowej przed dotykiem pośrednim zastosowano samoczynne wyłączenie zasilania. Szyna uziemiającą przebiegającą wzdłuż szaf jest podłączona do głównego uziomu budynku w co najmniej dwóch punktach.

Ochronę przeciwprzepięciową rozdzielnic spełniają 4-biegunowe ograniczniki przepięć typu I+II zabudowane w polach zasilających dobezpieczone bezpiecznikiem o charakterystyce gG

## 6 ROZWIĄZANIA W ZAKRESIE WEWNĘTRZNYCH INSTALACJI I URZĄDZEŃ BUDOWLANYCH

### 6.1 Instalacja ogrzewania

W budynkach objętych opracowaniem nie znajdują się miejsca pracy stałej, budynki nie posiadają pomieszczeń socjalnych i sanitarnych. W budynkach nie planuje się zastosowania urządzeń grzewczych.

W przypadku awarii lub wychłodzenia pomieszczeń w trakcie przerwy w pracy instalacji przewidzieć doraźne, przenośne ogrzewanie zapobiegające zamarznięciu czynnika.

## 6.2 Instalacja wentylacji

W budynkach objętych opracowaniem nie znajdują się miejsca pracy stałej, budynki nie posiadają pomieszczeń socjalnych i sanitarnych – nie przewiduje się instalacji wentylacji socjalno bytowej.

Dla pomieszczeń istniejącej i projektowanej pompowni, oraz komór transformatorów planuje się wykonanie instalacji wentylacji mechanicznej wywiewnej sterowanej czujnikami temperatury zapewniającymi wymagane odprowadzenie ciepła od urządzeń i elementów elektrycznych oraz technologicznych.

Dla pomieszczeń rozdzielni i pomieszczenia szaf systemowych planuje się wykonanie instalacji nawiewno-wywiewnej opartej na centrali wentylacyjnej z rekuperacją, nagrzewnicą elektryczną.

Zaczerp powietrza poprzez czerpnię ścienną wywiew nad dach budynku.

Przyjęte zyski ciepła dla pomieszczenia istniejącej pompowni wynoszą ~ 74,85 kW.

Obliczenia minimalnej ilości powietrza do odprowadzenia zysków ciepła wykonano przy założeniach:

- zyski ciepła od urządzeń do odprowadzenia = 74,85kW
- maksymalny przyrost temperatury dla pomieszczenia (obliczeniowa temperatura zewnętrzna 30°C) – dT=15 K,

$$V = Q / \rho \times c_p \times dT$$

czyli dla powietrza ( $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ ) i dla ilości ciepła 74,85 kW i dla różnicy dT = 15°C otrzymuje się:

$$V = 74,85 / (1 \times 1,2 \times 15) = 74,85/18 = 4,158 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ok. } 14970 \text{ m}^3/\text{h}$$

Przyjęto 3 wentylatory wywiewne po 4990 m<sup>3</sup>/h KABT/4-6000/450

Przyjęte zyski ciepła dla pomieszczenia rozdzielni E.1 wynoszą ~ 38,03 kW.

Przyjmuje się schłodzenie pomieszczenia poprzez zastosowanie 2 klimatyzatorów o mocy chłodniczej 10,8 kW każdy.

Pozostała do odprowadzenia ilość ciepła wynosi ~38,03-10,8-10,8 =16,43 kW.

Obliczenia minimalnej ilości powietrza do odprowadzenia zysków ciepła wykonano przy założeniach:

- zyski ciepła od urządzeń do odprowadzenia = 16,43 kW
- maksymalny przyrost temperatury dla pomieszczenia (obliczeniowa temperatura zewnętrzna 30°C) – dT=10 K,

$$V = Q / \rho \times c_p \times dT$$

czyli dla powietrza ( $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ ) i dla ilości ciepła 16,43kW i dla różnicy dT = 10°C otrzymuje się:

$$V = 16,43 / (1 \times 1,2 \times 10) = 16,43/12 = 1,369 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ok. } 4928,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

Przyjęto 3 wentylatory wywiewne po 1650 m<sup>3</sup>/h KABB/4-3000/315

Przyjęte zyski ciepła dla pomieszczenia szaf systemowych wynoszą ~ 3,0 kW.

Obliczenia minimalnej ilości powietrza do odprowadzenia zysków ciepła wykonano przy założeniach:

- zyski ciepła od urządzeń do odprowadzenia = 3,0kW
- maksymalny przyrost temperatury dla pomieszczenia (obliczeniowa temperatura zewnętrzna 30°C) – dT=10 K,

$$V = Q / \rho \times c_p \times dT$$

czyli dla powietrza ( $\rho = 1,2$   $c_p = 1,0$ ) i dla ilości ciepła 3,0kW i dla różnicy dT = 10°C otrzymuje się:

$$V = 3,0 / (1 \times 1,2 \times 10) = 3,0/12 = 0,25 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ok. } 900 \text{ m}^3/\text{h}$$

Przyjęto 1 wentylator wywiewny o wydajności 900 m<sup>3</sup>/h VENT-250 NK

Przyjęte zyski ciepła dla pomieszczenia transformatorów wynoszą ~ 36,0 kW.

Obliczenia minimalnej ilości powietrza do odprowadzenia zysków ciepła wykonano przy założeniach:

- zyski ciepła od urządzeń do odprowadzenia = 36,0 kW
- maksymalny przyrost temperatury dla pomieszczenia (obliczeniowa temperatura zewnętrzna 30°C) – dT=15 K,

$$V = Q / \rho \times c_p \times dT$$

czyli dla powietrza ( $\rho = 1,2$   $c_p = 1,0$ ) i dla ilości ciepła 36,0 kW i dla różnicy dT = 15°C otrzymuje się:

$$V = 36,0 / (1 \times 1,2 \times 15) = 36,0/18 = 4,518 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ok. } 7200 \text{ m}^3/\text{h}$$

Przyjęto 2 wentylatory wywiewne po 3600 m<sup>3</sup>/h - KABT/4-4000/355

Przyjęte zyski ciepła dla pomieszczenia pompowni 0.1 wynoszą ~ 120,752 kW.

Obliczenia minimalnej ilości powietrza do odprowadzenia zysków ciepła wykonano przy założeniach:

- zyski ciepła od urządzeń do odprowadzenia = 74,85 kW
- maksymalny przyrost temperatury dla pomieszczenia (obliczeniowa temperatura zewnętrzna 30°C) – dT=15 K,

$$V = Q / \rho \times c_p \times dT$$

czyli dla powietrza ( $\rho = 1,2$   $c_p = 1,0$ ) i dla ilości ciepła 120,75 kW i dla różnicy dT = 15°C otrzymuje się:

$$V = 120,75 / (1 \times 1,2 \times 15) = 120,75/18 = 6,708 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ok. } 24150 \text{ m}^3/\text{h}$$

Przyjęto 5 wentylatorów wywiewnych po 4830 m<sup>3</sup>/h KABT/4-6000/450

Wywiewy realizowane będą poprzez wentylatory wywiewne kanałowe, sterowanie za pomocą dedykowanych termostatów ściennych – pomieszczeniowych.

Na dachach zamontować wyrzutnie dachowe z wyrzutem pionowym.

W ścianach pomieszczeń wykonać czerpnie ściennie z przepustnicami samoczynnymi.

Przyjęte zyski ciepła dla pomieszczenia rozdzielni E.1 wynoszą ~ 38,03 kW.

Przyjmuje się schłodzenie pomieszczenia poprzez zastosowanie 4 klimatyzatorów o mocy chłodniczej 9,5 kW każdy.

Zastosowane rozwiązanie zapewnia odprowadzenia ciepła w ilości 38,0 kW

Przyjęte zyski ciepła dla pomieszczenia szaf systemowych wynoszą ~ 3,0 kW.

Przyjmuje się schłodzenie pomieszczenia poprzez zastosowanie 1 klimatyzatora o mocy chłodniczej 3,5 kW.

Dla pomieszczeń rozdzielni i pomieszczenia szaf systemowych planuje się wykonanie instalacji nawiewno-wywiewnej N1/W1 opartej na stojącej centrali wentylacyjnej z rekuperacją i nagrzewnicą elektryczną.

Do celów projektu przyjęto centralę model BO VESTA2H MINI firmy VBW Engineering Sp. z o.o.

Pomieszczenia rozdzielni i szaf systemowych nie są miejscami pracy stałej.

Zaprojektowana wentylacja zapewnia wymaganą ilość powietrza świeżego dla 10 osób w pomieszczeniu rozdzielni oraz dla 5 osób w pomieszczeniu szaf systemowych.

Przyjęto dla pomieszczenia rozdzielni 200 m<sup>3</sup>/h, natomiast dla pomieszczenia szaf systemowych 100 m<sup>3</sup>/h. N1/W1 łącznie 300/300 m<sup>3</sup>/h.

Montaż urządzeń powinien być zgodny z wytycznymi producenta/dostawcy urządzeń. Instalacje należy wyregulować na wymagane ilości powietrza.

Odprowadzenie skroplin z centrali wentylacyjnej zrealizować do kanalizacji sanitarnej. Instalację skroplin wyposażać w syfon z blokadą antyzapachową.

Powietrze do centrali wentylacyjnej dostarczane będzie z czerpni ściennej poprzez system kanałów dolotowych. Czerpnię powierza należy zlokalizować w wymaganych odległościach od wyrzutni i wywiewek oraz zabezpieczyć przed opadami atmosferycznymi i działaniem wiatru.

Wywiew powietrza poprzez system kanałów wylotowych zrealizowany nad dach budynku do wyrzutni dachowej.

Sterowanie centralą poprzez fabryczny sterownik z możliwością regulacji wydajności oraz temperatury – sterowanie stałowartościowe – ustawienie żądanej temperatury nawiewu w okresach letnim i zimowym.

Przed przystąpieniem do prac należy bezwzględnie sprawdzić wszystkie wymiary w naturze oraz zweryfikować u dostawcy wszystkie dane urządzeń, zwłaszcza gabarytowe i elektryczne. Wszystkie szczegóły dotyczące realizacji instalacji nie przedstawione w sposób wyczerpujący w niniejszym opracowaniu muszą zostać wyjaśnione nadzorem autorskim.

Przewody instalacji wentylacyjnej wykonać wg. PN-B-03434 w klasie N, klasa szczelności A z blachy stalowej ocynkowanej o grubości 1 mm.

Połączenia przewodów wentylacyjnych należy wykonać zgodnie z wymaganiami PN-B-76002:1996. Przewody elastyczne typu flex łączyć z kształtkami okrągłymi za pomocą opasek zaciskowych i taśm samoprzylepnych.

Przewody i kształtki powinny mieć powierzchnię gładką, bez wgnieceń i uszkodzeń powłoki ochronnej. Technologiczne ubytki powłoki ochronnej powinny być zabezpieczone środkami antykorozyjnymi. Przy przechowywaniu i transporcie przewody i kształtki zaleca się chronić przed opadami atmosferycznymi. Nie należy dopuścić do powstania uszkodzeń mechanicznych ani uszkodzeń powłoki ochronnej.

Przewody podwieszać do ścian i stropów przy pomocy typowych zawiesi wentylacyjnych z możliwością regulacji.

Wszystkie kanały i kształtki zarówno wentylacji nawiewnej jak i wyciągowej należy izolować wełną mineralną na folii aluminiowej o grubości warstwy izolacyjnej zgodnie z aktualnymi wymaganiami wynikającymi z rozporządzenia ministra infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

Montaż izolacji termicznej wykonać przy pomocy szpilek mocujących (zgrzewanych, spawanych lub klejonych) oraz taśm lub obejm. Warstwę maty należy nałożyć na zamocowane uprzednio szpilki, następnie na szpilki nałożyć nakładki zaciskowe, a wystające odcinki szpilek odciąć. Krawędzie styków poszczególnych odcinków warstw nośnych mat należy ze sobą dokładnie skleić.

Prace montażowe należy wykonać po zakończeniu prac budowlanych, aby nie dopuścić do zanieczyszczenia wnętrza przewodów pozostałościami materiałów budowlanych. Instalacja po wykonaniu i zainstalowaniu powinna być poddana oczyszczeniu i przedmuchaniu. Następnie należy przeprowadzić rozruch i regulację z wykonaniem pomiarów wydajności urządzeń oraz całości instalacji.

Na kanałach wentylacyjnych zamontować przepustnice regulacyjne, rewizje i wyczystki. Wszelkie użyte elementy instalacji muszą być wykonane z materiałów niepalnych i samogasnących.

Odejsia do nawiewników realizować nasadą siodłową na kanał lub trójkami, zakończyć nawiewnikiem z możliwością regulacji ilości powietrza. Wszelkie połączenia mocować za pomocą wkrętów samowiercących lub nitów.

Jako elementy nawiewne/wywiewne należy zastosować typowe anemostaty z możliwością regulacji.

Przed ewentualnym obudowaniem kanałów wentylacyjnych układ należy wyregulować za pomocą zamontowanych przepustnic na głównych kanałach rozprowadzających i kratkach.

Należy wykonywać okresowe przeglądy, czyszczenie i odgrzybianie instalacji.

### 6.3 Instalacja schładzania powietrza

W budynkach objętych opracowaniem nie znajdują się miejsca pracy stałej, budynki nie posiadają pomieszczeń socjalnych i sanitarnych.

W budynkach nie planuje się zastosowania klimatyzacji a jedynie schładzanie pomieszczenia rozdzielni elektrycznej poprzez zastosowanie 4 klimatyzatorów ściennych oraz pomieszczenia szaf sterowniczych poprzez zastosowanie 1 klimatyzatora ściennego działającego na powietrzu obiegowym.

W celu zapewnienia wymaganej mocy w celu schładzania pomieszczenia rozdzielni elektrycznej planuje się montaż dwóch układów klimatyzatora typu „split” pracującego na powietrzu obiegowym – model US36F (jednostka wewnętrzna/zewnętrzna US36F.NR0/UUD3.U30 producenta LG).

Dobry zestaw posiada moc grzewczą/chłodniczą wynoszącą odpowiednio 10,8/9,5 kW.

Montaż jednostki wewnętrznej na wysokości ok 2,7m nad podłogą, montaż jednostki zewnętrznej na konsoli wsporczej na zewnętrznej ścianie budynku lub na gruncie.

W celu zapewnienia wymaganej mocy w celu schładzania pomieszczenia szaf systemowych planuje się montaż układu klimatyzatora typu „split” pracującego na powietrzu obiegowym – model MJ12PC (jednostka wewnętrzna/zewnętrzna MJ12PC.NSJ/UUA1.ULO producenta LG).

Dobry zestaw posiada moc grzewczą/chłodniczą wynoszącą odpowiednio 4,0/3,50kW.

Montaż jednostki wewnętrznej na wysokości ok 2,7 m nad podłogą, montaż jednostki zewnętrznej na konsoli wsporczej na zewnętrznej ścianie budynku lub na gruncie.

Należy zapewnić niezbędne połączenia hydrauliczne i elektryczne pomiędzy jednostkami zewnętrznymi i wewnętrznymi zgodnie z wytycznymi producenta.

Zapewnić zasilanie elektryczne jednostki zewnętrznej oraz połączenie z jednostką wewnętrzną (typowo 4x 0,75 mm<sup>2</sup>).

Połączenia hydrauliczne jednostek wewnętrznych z zewnętrznymi wykonać z rur miedzianych, preizolowanych zgodnie z wytycznymi producenta. Sterowanie urządzeniami za pomocą pilotów IR lub za pomocą sterowników ściennych w gestii inwestora.

Odprowadzenie skroplin z jednostki wewnętrznej klimatyzatora zrealizować za pomocą rur PP do kanalizacji sanitarnej.

#### 6.4 Instalacje wodociągowe i kanalizacyjne

Woda użytkowana będzie tylko do celów przemysłowych - technologicznych, w budynkach objętych opracowaniem nie znajdują się miejsca pracy stałej, budynki nie posiadają pomieszczeń socjalnych i sanitarnych.

Budynki nie posiadają instalacji wody przeciwpożarowej.

Ze względu na wykorzystanie wody do celów technologicznych, na wejściu instalacji do budynku należy zastosować zawór antyskażeniowy typu BA.

Wewnętrzną instalację wody na cele technologiczne i socjalne wykonać z rur i kształtek stalowych, dwustronnie ocynkowanych oraz rur z tworzyw sztucznych np. z PE, PP lub innych.

Rury stalowe łączyć za pomocą łączników z żeliwa białego.

Łączniki gwintowane muszą być uszczelniane – taśmami teflonowymi, pastami uszczelniającymi lub – tradycyjnie – przędzą z konopi.

Rur stalowych ocynkowanych nie wolno giąć – może to spowodować uszkodzenie powłoki cynkowej, dlatego zmiany kierunków trzeba wykonywać za pomocą łączników (kolana, łuki).

Instalację tworzywową łączyć poprzez typowe systemowe złączki zaciskane lub skręcane w zależności od producenta systemu. Instalacje biegnące po ścianie pomieszczeń zaleca się zabezpieczyć antyroszeniowo pianką PE (NRO) o grubości 6 mm.

Przewody poziome powinny być prowadzone ze spadkiem, w ten sposób, aby w najniższych miejscach instalacji można zapewnić możliwość jej odwodnienia, a najwyższych, jej odpowietrzenia, przy czym odpowietrzenie można zrealizować poprzez punkty czerpalne. Dopuszcza się ułożenie przewodów bez spadku, jeżeli opróżnienie z wody możliwe będzie poprzez przedmuchiwanie układu sprężonym powietrzem.

Mocowanie przewodów powinno zapewnić ich pewne umocowanie do konstrukcji budowlanej budynku, a jednocześnie umożliwić swobodny przesuw podłużny.

Punkty stałe należy mocować w punktach umożliwiających prawidłową kompensację przewodów.



Maksymalne odległości między podporami przesuwными dla odcinków poziomych należy zwiększyć o 30% dla przewodów pionowych.

W obiektach objętych opracowaniem powstawać będą tylko ścieki przemysłowo-technologiczne.

Instalacje pod podłogami wykonać z rur ze stali nierdzewnej gatunku 1.4301 (AISI 304) poddanej w całości pasywacji elektrochemicznej dla zwiększenia antykorozyjności.

Szwy automatyczne, wygładzone.

Rury łączone na uszczelki 3-5 wargowe z materiału EPDM odpornego do 130°C (długotrwale, nawet przez kilka miesięcy) i chwilowo do 150°C.

Instalacja powinna być wykonana zgodnie z wymaganiami producenta.

Szczególną uwagę zwrócić na wytyczne instalacyjne producenta/dostawcy odnośnie wykonywania rurociągów w gruncie, ich posadowienia, zasypywania rurociągów oraz zagęszczania wykopu.

Do celów projektu przyjęto typowe wpusty podłogowe żeliwne z zasyfonowaniem.

Przewody należy prowadzić ze spadkami % w kierunku odbiornika na zewnątrz budynku.

Poziomy kanalizacyjne pod budynkiem należy układać w podsypce piaskowej o grubości 0,20 m i przysypać pisakiem do grubości 0,3 0m od górnej krawędzi rury przewodowej.

Piony kanalizacyjne wywiewne od wysokości 0,5 m od posadzki dopuszcza się wykonać z rur tworzywowych odpornych na temperaturę do 90°C.

Przewody kanalizacyjne winny być poddane badaniom w zakresie szczelności na eksfiltrację ścieków do gruntu i infiltrację wód gruntowych do kanału.

Próby szczelności należy przeprowadzać zgodnie ze szczegółowymi wymaganiami normy PN-92/B-10735.

Próba szczelności na eksfiltrację polega na napełnianiu przewodu kanalizacyjnego wodą łącznie ze studzienkami.

Po osiągnięciu w studzience poziomu zwierciadła wody na wys. 0,5 m ponad górną krawędź otworu wylotowego rury , przewód z wodą pozostawia się na okres 1 godziny. Po upływie 1 godziny nie powinno być ubytku wody, a na złączach nie powinny ukazywać się krople wody. Niedopuszczalne jest dolewanie wody w czasie trwania próby. Przy wykonywaniu próby, poziom zwierciadła wody gruntowej, w przypadku jej występowania należy obniżyć co najmniej 0,5 m poniżej dna wykopu.

Próba szczelności na infiltrację polega na sprawdzeniu czy na wykonanej sieci kanalizacyjnej wody gruntowe nie infiltrują do przewodów.

## 6.5 Instalacja przeciwpożarowa

Budynki objęte opracowaniem nie posiadają instalacji wody przeciwpożarowej.

## 6.6 Instalacje elektroenergetyczne

### 6.6.1 Zakres przebudowy instalacji zasilania

W ramach niniejszego zadania projektuje się dostosowanie instalacji elektrycznych do zwiększonej mocy urządzeń oraz nowych urządzeń zaprojektowanych w nowym budynku pompowni, akumulatora ciepła oraz w budynku kotła elektrodowego (kolejny etap inwestycji).

W ramach zadania planuje się:

- Demontaż transformatorów TWW1 i TWW2 o mocy 800 kVA każdy – 2 szt.
- Demontaż rozdzielnic 0,4 kV RWW1 i RWW2.
- Demontaż mostów szynowych pomiędzy transformatorami a rozdzielnicami nN.
- Demontaż wszystkich rozdzielnic i szaf sterowniczych w pomieszczeniu rozdzielni elektrycznej.
- Demontaż lub unieczynnienie (w zakresie opracowania) linii kablowy SN.
- Ułożenie nowych kabli zasilających SN (tylko w zakresie opracowania) do zaprojektowanych transformatorów.
- Zainstalowanie dwóch nowych transformatorów o mocy 4000 kVA każdy w istniejących zmodernizowanych komorach .
- Zainstalowanie dwóch modułowych rozdzielnic nN o prądzie znamionowym 6000 kA każda pracujących w układzie rezerwy ukrytej.
- Wpięcie istniejących oraz zaprojektowanych odbiorów do nowych rozdzielnic.
- Wykonanie instalacji ogólnobudowlanych w istniejących i projektowanych budynkach.

### 6.6.2 Instalacja oświetlenia podstawowego

Rozmieszczenie oświetlenia w poszczególnych pomieszczeniach pompowni oraz w klatce schodowej akumulatora ciepła i na koronie akumulatora ciepła oraz zewnętrznych (strefach przy bramach i wyjściach z budynków) bezpośrednio przyległych do budynków zaprojektowano zgodnie z normą PN-EN 12464-1 oraz PN-EN 12464-2, stosując energooszczędne oprawy z źródłami LED.

Lp.	Pozycja	Nr referencyjny	Typ strefy zadania lub czynności	Natężenie oświetlenia
1.	Tablica 5.1- Strefy komunikacyjne i obszary ogólnego przeznaczenia w budynkach	1.1.1	Strefy komunikacji i korytarze	Em> 100 lx
2.	Tablica 5.2 – Działalność przemysłowa i rzemieślnicza	2.15.3	Hala maszyn	Em> 200 lx
5.	Tablica 5.2 – Działalność przemysłowa i rzemieślnicza	2.15.4	Pomieszczenia dodatkowe: np. pompownie, pomieszczenia kondensacyjne itp.; tablice	Em> 200 lx



Lp.	Pozycja	Nr referencyjny	Typ strefy zadania lub czynności	Natężenie oświetlenia
1.	Tablica 5.1 - Ogólne strefy ruchu w miejscach pracy na zewnątrz	5.1.1	Drogi wyłącznie dla pieszych	$E_m > 5 \text{ lx}$
2.		5.1.4	Przejścia dla pieszych, zawracanie pojazdów, punkty załadunku i rozładunku pojazdów	$E_m = 50 \text{ lx}$

Sterowanie oświetleniem podzielono strefami, każda strefa może być załączana / wyłączana poprzez łącznik jednobiegunowy lub, za pomocą przycisków ściennych współpracujących z przełącznikami bistabilnymi w rozdzielnicy.

Oświetlenie wewnętrzne należy zasilать kablami miedzianymi typu YKY-żo, układanymi na korytkach i / lub drabinach kablowych.

Oświetlenie zewnętrzne należy zasilать kablami miedzianymi typu YKY-żo, prowadzonymi na zewnątrz budynku, na drabinach i/lub korytkach kablowych, zadaszonych, zabezpieczonych antykorozyjnie.

Sterowanie oświetleniem klatki schodowej akumulatora ciepła należy wykonać łącznikiem zlokalizowanym w rejonie klatki schodowej na poziomie 0,00m. Oświetlenie podestów na koronie akumulatora należy wykonać łącznikiem zlokalizowanym przy klatce schodowej na koronie akumulatora.

#### 6.6.3 Oświetlenie awaryjne i ewakuacyjne

W budynkach pompowni, w tym w pomieszczeniach elektrycznych zostanie zastosowana instalacja oświetlenia awaryjnego, ze względu na wymogi Polskiego Prawa.

Instalacja została zaprojektowana zgodnie z normą PN-EN 1838.

Wszystkie oprawy awaryjne są oprawami autonomicznymi, wyposażonymi w akumulatory zapewniające zasilanie na czas 3 godzin w przypadku zaniku zasilania dla opraw oświetlenia podstawowego.

Ze względu na zastosowanie opraw z bateriami indywidualnymi, nie ma konieczności stosowania kabli odpornych na ogień.

Podczas eksploatacji oświetlenia należy przeprowadzać testy zgodnie z PE-EN 50172:

Instalacja oświetlenia awaryjnego będzie zasilana z rozdzielnic RWW1 zlokalizowanej w pomieszczeniu rozdzielni elektrycznej.

Oświetlenie awaryjne będzie zrealizowane za pomocą opraw ze źródłem LED.

Ze względów wymagań prawnych, funkcjonalnych oraz wymagań od strony inwestora, w obrębie budynków zostanie zastosowane oświetlenie drogi ewakuacyjnej.

Oświetlenie zostało zaprojektowane w taki sposób, aby natężenie oświetlenia zapewniało powyżej 1 lx na drodze ewakuacji oraz powyżej 5 lx w bezpośrednim otoczeniu urządzeń ppoż. (gaśnice, hydranty, przyciski ROP), nad centralą SSP.

Okablowanie do opraw oświetlenia awaryjnego i ewakuacyjnego należy wykonać kablami YKXS 3x1,5.

#### 6.6.4 Instalacja gniazd wtyczkowych w pomieszczeniu rozdzielni i AKPiA oraz gniazd remontowych w budynkach pompowni

W pomieszczeniach starej i nowej pompowni oraz na w rejonie akumulatora ciepła – na poziomie 0 i na koronie zaprojektowane zostały zestawy gniazd remontowych

Zestaw gniazd remontowych w wykonaniu IP67, odporny na UV, z daszkiem ochronnym, będzie wyposażony w wyłączniki różnicowoprądowe, modułowe wyłączniki zwarciove i nadprądowe, oraz minimalnie w:

1. gniazdo wtykowe typu CEE 3P+N+PE - 400V – 63A (IP67)
2. gniazdo wtykowe typu CEE 3P+N+PE - 400V – 32A (IP67)
3. gniazdo wtykowe typu CEE 3P+N+PE - 400V – 16A (IP67)
4. 2x gniazda jednofazowe typu F 1P+N+PE – 230V – 16A (IP68)

Obwody gniazd remontowych należy zasilic z pola nr 5.3 rozdzielnicy RWW1, kablem YKYżo 5x16 mm<sup>2</sup> w budynkach pompowni i kablem YKYżo 5x25 mm<sup>2</sup> na koronie akumulatora ciepła.

W pomieszczeniach AKPiA oraz rozdzielni elektrycznej zaprojektowana została instalacja gniazd wtyczkowych 230 VAC.

Przewidziano po dwa zestawy gniazd podwójnych.

Instalację gniazd wtykowych pomieszczeniach rozdzielni i AKPiA należy zasilic z rozdzielnicy RWW1 z pola nr 5.3, zasilanie wykonać podtynkowo kablami YDYżo 3x2,5.

Obwody gniazd należy zabezpieczyć wyłącznikami różnicowoprądowymi.

#### 6.6.5 Przeciwpżarowy wyłącznik prądu

Zaprojektowany został przeciwpżarowy wyłącznik prądu, zapewniający odcięcie zasilania wszystkich obwodów nN, poza obwodami zasilającymi instalacje i urządzenia, których funkcjonowanie jest niezbędne podczas pżaru. Do instalacji, których obwody zasilania musza być wykonane z przed wyłącznika pżarowego zaliczone zostały:

- Centrala systemu sygnalizacji pżaru,
- Obwód zasilania wyłącznika PWP.

Dla zasilania powyższych odbiorów przewidziana została rozdzielnica urządzeń pżarowych wyposażona w automatyczny przełącznik sieci np. ATL firmy Lovato, tak by zapewnić zasilanie odbiorów w przypadku odłączenia jednego z transformatorów.

Dla wszystkich trzech budynków: istniejący budynek pompowni, budynek elektryczny, i nowy budynek pompowni przyjęto iż użycie jednego z trzech przycisków (przy wyjściu z każdego budynku po jednym) spowoduje wyłączenie zasilania rozdzielnic RWW1 i RWW2.

#### 6.6.6 Instalacje odgromowe

Po przeprowadzeniu oceny ryzyka dla projektowanego obiektu budowlanego – akumulatora ciepła określono klasę ochrony odgromowej, w związku z tym wymagana jest instalacja odgromowa.

Z przeprowadzonej oceny ryzyka została określona I klasa ochrony odgromowej.

Zaprojektowany akumulator ciepła oraz klatka schodowa wykonane są jako konstrukcja stalowa, posadowiona na palowanej płycie fundamentowej.

Zewnętrzne poszycie akumulatora stanowi blacha trapezowa o grubości minimum 0,5 mm mocowana poprzez elementy stalowe do stalowej konstrukcji akumulatora.

Zaprojektowane pokrycie blachą stalową ocynkowaną trapezową stanowić będzie zespół „przewodów odprowadzających”. Blachę trapezową należy przyłączyć wielokrotnie do uziomu otokowego wokół akumulatora ciepła w odległości nie większej niż 10 m pomiędzy punktami na całym obwodzie poszycia akumulatora. Zaprojektowana konstrukcja klatki schodowej oraz samego akumulatora wykonane z elementów stalowych ocynkowanych stanowić będą naturalny przewód odprowadzający.

Na koronie akumulatora ciepła do ochrony instalacji oświetlenia oraz urządzeń i elementów instalacji AKPiA służyć będą zwody pionowe mocowane do konstrukcji stalowej podestów oraz akumulatora ciepła.

Zwody należy połączyć bednarką do przewodów odprowadzających w postaci blachy trapezowej – poszycia akumulatora ciepła oraz stalowej konstrukcji klatki schodowej i akumulatora.

Elementy konstrukcyjne klatki schodowej oraz konstrukcji akumulatora ciepła należy przyłączyć do instalacji uziomu otokowego wykonanego wokół akumulatora ciepła.

Dla budynku pompowni przyjęto II klasę ochrony odgromowej.

Dla klasy II przewiduje się siatkę zwodów poziomych o maksymalnych wymiarach 10x10 m oraz przewody odprowadzające o zalecanej odległości do 15 m, względem siebie.

Przewody odprowadzające powinny być prowadzone w sposób możliwie najprostszy i powinny tworzyć bezpośrednie przedłużenie zwodów poziomych.

Do ochrony obiektów i urządzeń zainstalowanych na dachach istniejących i projektowanych budynków przewidziane zostały pionowe zwody – maszty przyłączone drutem stalowy fi 8 do poziomych i pionowych przewodów odprowadzających.

Wszystkie metalowe elementy wystające powyżej poziomu dachu (np. drabiny) należy przyłączyć do instalacji odgromowej budynków.

Dodatkowo w głównych rozdzielnicach należy przewidzieć ochronniki przeciwprzepięciowe typu T1+T2, połączone z instalacją uziemienia.

Instalację należy wykonać przy użyciu drutu StZn lub stopu aluminium o średnicy 8mm i połączyć z uziomem otokowym, poprzez złącza skręcane, umiejscowione w miejscu łatwo dostępnym, do którego dostęp jest możliwy z wykorzystaniem prostych narzędzi.

Wszelkie urządzenia znajdujące się na dachu należy zabezpieczyć dodatkową ochroną odgromową, w niezbędnym zakresie, z wykorzystaniem pionowych i poziomych zwodów.

#### 6.6.7 Instalacje uziemień i połączeń wyrównawczych

Instalacja uziemienia będzie wykonana w układzie typu B. Przewody odprowadzające z dachu konstrukcji budynków będą połączone z uziomem otokowym, poprzez złącza probiercze skręcane, umożliwiające pomiar rezystancji uziomu.

Na podstawie norm PN-EN 62305, PN-HD 60364-5-54:2011, PN-EN 50522 oraz ustalonego z Koordynatorem branży elektrycznej ze strony Inwestora maksymalnego czasu zadziałania urządzenia wyłączającego –równego 0,5 s wyznaczony został minimalny przekrój poprzeczny uziomu wykonanego z bednarki stalowej pomiedziowanej nie mniejszy niż 524 mm<sup>2</sup>.

$$I := \left( 70205 \cdot \frac{1,73}{2} \right) = 60727,325 \quad \text{Prąd zwarcia doziemnego dwu-fazowego}$$

$$t_F := 0,5$$

Czas zadziałania urządzenia ochronnego przy samoczynnym wyłączeniu

$$\beta := 202$$

Odwrotność współczynnika temperaturowego rezystywności przewodu w temperaturze 0°C

$$Q_c := 3,8 \frac{\text{J}}{^\circ\text{C mm}^3} \cdot 10^{-3}$$

Pojemność cieplna objętościowa materiału przewodu (J/°C mm<sup>3</sup>) w temperaturze 20 °C

$$\rho_{20} := 138 \frac{\Omega \text{ mm}}{\text{mm}^2} \cdot 10^{-6}$$

Rezystywność materiału przewodu w temperaturze 20 °C (Q mm)

$$\theta_i := 30$$

Temperatura początkowa przewodu (°C)

$$\theta_f := 500$$

Temperatura końcowa przewodu (°C)

$$K := 78$$

Współczynnik materiałowy wg. tab. A.54.4 (dla przewodów izolowanych typu XLPE)

$$k := 78 \cdot \sqrt{\ln \left( 1 + \frac{\theta_f - \theta_i}{\beta + \theta_i} \right)} = 82,0742$$

Współczynniki temperaturowe wg. tab. A.54.6 (dla miedzi w warunkach widocznych i ograniczonych obszarach)

$$S := \frac{\sqrt{I^2 \cdot t_F}}{k} \quad S = 523,1934$$

$$A := \frac{I}{K} \cdot \sqrt{\frac{t_F}{\ln \left( \frac{\theta_f + \beta}{\beta + \theta_i} \right)}} = 523,1934$$

Na podstawie powyższych obliczeń przyjęto następujące przekroje poszczególnych elementów instalacji uziemienia:

- Uziom otokowy wokół budynków – 2x StCu 40x4
- Przyłączenie punktu neutralnego transformatora – 4xStCu40x4
- Szyna Pe w pomieszczeniach elektrycznych 2xStCu 40x4
- Uziom fundamentowy pomieszczenia pompowni StCu40x4
- Połączenia wyrównawcze główne stalowych słupów konstrukcji budynków StCu40x4
- Instalacje uziemiające i połączeń wyrównawczych na drabinkach kablowych w pomieszczeniach pompowni - StCu40x4
- Uziom otokowy wokół akumulatora ciepła – StCu 50x4
- Uziom fundamentowy akumulatora ciepła - StCu30x4
- Przewody odprowadzające i połączenia elementów konstrukcyjnych akumulatora ciepła do uziomu otokowego - StCu30x4.

Do instalacji uziemienia należy przyłączyć:

- punkty neutralne transformatorów,
- konstrukcję transformatorów,
- konstrukcję rozdzielnic dystrybucyjnych,
- instalację odgromową,
- zbiorniki,

oraz pozostałe przewodzące elementy konstrukcji budynków i zainstalowanych urządzeń (między innymi podesty kratownicowe, belki suwnicy, zbrojenie fundamentów, zbrojenie słupów konstrukcyjnych itd.).

Wszystkie połączenia pod ziemią należy wykonać poprzez spawanie lub skręcanie, połączenia te należy zabezpieczyć antykorozyjnie.

Uziom otokowy powinien być umieszczony na głębokości ~0,7 m, ale nie mniejszej niż 0,5 m tak aby zminimalizować skutki przemarzania gruntu zachowując odległości ok. 1 m. od zewnętrznych ścian obiektu. Instalację należy wykonać przy użyciu taśmy stalowej pomiedziowanej 2 x StCu 40x4 wokół zespołu budynków pompowni i rozdzielni oraz pomiedziowanej StCu o przekroju 50x4 mm i grubości warstwy miedzi nie mniejszej niż 90 µm wokół akumulatora ciepła

Przewiduje się instalację szyn wyrównawczych - uziemiających w pomieszczeniach:

- komór transformatorów,
- rozdzielnic 0,4kV,
- pomieszczenia AKPiA.

W halach pompowni, należy przewidzieć wyprowadzenie stałych punktów uziemienia (marki uziemiające) na słupach konstrukcyjnych, w celu przyłączenia pozostałych elementów konstrukcyjnych oraz urządzeń wymagających dodatkowego uziemienia, w zależności od wytycznych branżowych.

Do instalacji uziemienia należy przyłączyć wszystkie metalowe elementy przewodzące tras kablowych, rurociągów, konstrukcji wsporczych itp.

W nowym budynku pompowni w rejonach fundamentów pomp oraz miejsc posadowienia szaf falownikowych należy wyprowadzić punkty przyłączenia uziemienia.

Wszystkie istniejące elementy konstrukcyjne (słupy, bramy itp.) należy przyłączyć do projektowanej instalacji uziemienia.

#### 6.6.8 Ochrona przeciwprzepięciowa

W rozdzielnicach 0,4 kV zastosowano ochronę od przepięć łączeniowych i spowodowanych wyładowaniami atmosferycznymi w postaci ochronników przeciwprzepięciowych zainstalowanych w polach zasilania podstawowego.

#### 6.6.9 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona podstawowa zapewniona jest poprzez zastosowanie izolacji części czynnych, obudów, przegród oraz przez umieszczenie wszystkich części czynnych poza zasięgiem.

W sieci 230/400 VAC, pracującej w układzie TN-S, ochrona przy uszkodzeniu zapewniona jest poprzez zastosowanie samoczynnego wyłączenia zasilania przez wkładki bezpiecznikowe i/lub wyłączniki w dostatecznie krótkim czasie. Wszystkie części przewodzące dostępne połączone są do uziemionego punktu sieci poprzez przewody ochronne.

#### 6.6.10 Instalacje Systemy Sygnalizacji Pożaru (SSP)

W celu podniesienia poziomu ochrony ppoż. w obiekcie do ochrony pomieszczeń elektrycznych (komora transformatorów, pomieszczenie rozdzielni elektrycznej, pomieszczenie AKPiA) zaprojektowany został system sygnalizacji pożaru jako rozbudowa istniejącego na terenie obiektu systemu SSP pracującego w oparciu o centrale pożarowe firmy ESSER.

W ramach projektu pomieszczenia elektryczne objęte zostały ochroną całkowitą a dodatkowo (jako rozwiązanie ponadnormatywne) w pomieszczeniach pompowni w rejonie drzwi – wewnątrz i na zewnątrz zaprojektowane zostały ręczne ostrzegacze pożarowe oraz sygnalizatory dźwiękowe.

Centrala pożarowa została przewidziana w pomieszczeniu AKPiA. Ze względu na brak stałej obsługi w miejscu instalacji centrali pożarowej, zaprojektowany został wyniesiony panel obsługi, który należy zainstalować na stanowisku dozoru w pomieszczeniu nastawni głównej – gdzie znajduje się całodobowa obsługa.

Komunikacja centrali pożarowej z wyniesionym panelem obsługi zaprojektowana została za pomocą połączeń światłowodowych (w budynkach kable światłowodowe ognioodporne przespawane w pierwszej studni poza budynkami w kable zewnętrzne przeznaczone do układania w kanalizacji kablowej), które należy wykonać pomiędzy budynkiem rozdzielni elektrycznej – pomieszczenie AKPiA a budynkiem nastawni głównej.

Do ochrony pomieszczeń objętych systemem SSP przewidziano:

- ręczne ostrzegacze pożarowe
- system zasysania np. VESDA – w komorze transformatorów
- optyczno-termiczne czujki punktowe – do ochrony pomieszczeń rozdzielni, AKPiA oraz kablowni.

Sygnalizacja alarmu pożarowego odbywać się będzie na sygnalizatorach akustycznych wewnętrznych, zewnętrznych, centrali SSP i wyniesionym panelu obsługi.

Po zasinieniu alarmu pożarowego II stopnia, centrala pożarowa poprzez moduły kontrolno-sterujące będzie oddziaływać na:

- wentylację i klimatyzację – zostaną wyłączone w strefie objętej pożarem,
- elementy blokujące na drogach ewakuacyjnych – zostaną zdjęte blokada z drzwi objętych systemem kontroli dostępu.

Instalacje zasilania elementów systemu SSP oraz okablowania należy wykonać zgodnie z wytycznymi SITP –WP-02:2021

## 6.7 Instalacje telekomunikacyjne

W ramach zadania zaprojektowana została rozbudowa kanalizacji kablowej na terenie obiektu.

Na odcinku kanalizacji kablowej równoległym do zaprojektowanego budynku pompowni zaprojektowana została studnia kablowa np. SKR-1 (dwuczęściowa), którą należy nabudować w ciągu istniejącej kanalizacji kablowej.

Od tej studni do budynku rozdzielni – pomieszczenia AKPiA zaprojektowane zostały dwie rury np. DVK lub DVR 110, które należy ułożyć pod budynkiem nowej pompowni w rurach osłonowych grubościennych RHDPE 160 mm x9,1.

Rury kanalizacyjne należy układać na głębokości minimum 0,7 m. Pod budynkiem, rury należy układać zgodnie z wytycznymi branży konstrukcyjnej.

Rozbudowa kanalizacji telekomunikacyjnej zaprojektowana została na potrzeby wykonania komunikacji systemu sterowania dla urządzeń AKPiA, komunikacji systemu sygnalizacji pożarowej SSP i kontroli dostępu KD.

Komunikację dla urządzeń sterowania AKPiA i KD do budynku nastawni głównej należy wykonać kablem światłowodowym jedno modowym 24J, który należy zakończyć na przełącznicy światłowodowej w szafie sterownika DCS lub przełącznicy naściennej.

Połączenia centrali pożarowej (pomieszczenia AKPiA w budynku rozdzielni) z wyniesionym panelem obsługi w budynku nastawni należy wykonać zgodnie z wymogami SITP-WP:2021 kablem światłowodowym ognioodpornym (w obrębie budynków) oraz kablem światłowodowym do układania w kanalizacji kablowej poza budynkami.



## 6.8 Instalacje technologiczne

Instalacje technologiczne przedstawiono w podziale na poszczególne instalacje rurociągowie o określonych funkcjach mediach i parametrach roboczych.

### 6.8.1 Instalacja rurociągów wlotu wody sieciowej do budynku pompowni wody zimnej

- Medium: woda sieciowa
- Ciśnienie projektowe: 1,6 MPa(g)
- Średnica maksymalna: DN800
- Temperatura projektowa: +140°C

Rurociągi zostaną wykonane:

- Materiał P235GH,
- Średnica i grubość ścianki rurociągu: 813,0 x 10,0 mm
- PN-EN 10217-2:2014: Rury stalowe szwem wzdłużnym do zastosowań ciśnieniowych
- Izolacja: TAK

### 6.8.2 Instalacja rurociągów zasilania akumulatora ciepła

- Medium: woda sieciowa
- Ciśnienie projektowe: 1,6 MPa(g)
- Średnica maksymalna: DN600
- Temperatura projektowa: +140°C

Rurociągi zostaną wykonane:

- Materiał P235GH,
- Średnica i grubość ścianki rurociągu: 610,0 x 8,0 mm
- PN-EN 10217-2:2014: Rury stalowe szwem wzdłużnym do zastosowań ciśnieniowych
- Izolacja: TAK

### 6.8.3 Instalacja rurociągów rozładowywania akumulatora ciepła

- Medium: woda sieciowa
- Ciśnienie projektowe: 1,6 MPa(g)
- Średnica maksymalna: DN600
- Temperatura projektowa: +140°C

Rurociągi zostaną wykonane:

- Materiał P235GH,
- Średnica i grubość ścianki rurociągu: 610,0x8,0 mm
- PN-EN 10217-2:2014: Rury stalowe szwem wzdłużnym do zastosowań ciśnieniowych



- Izolacja: TAK

#### 6.8.4 Instalacja rurociągów pomieszania wody sieciowej

- Medium: woda sieciowa
- Ciśnienie projektowe: 1,6 MPa(g)
- Średnica maksymalna: DN700
- Temperatura projektowa: +140°C

Rurociągi zostaną wykonane:

- Materiał P235GH,
- Średnica i grubość ścianki rurociągu: 711,0x8,8 mm
- PN-EN 10217-2:2014: Rury stalowe szwem wzdłużnym do zastosowań ciśnieniowych
- Izolacja: TAK

#### 6.8.5 Instalacja rurociągów zasilania sieci ciepłowniczej

- Medium: woda sieciowa
- Ciśnienie projektowe: 1,6 MPa(g)
- Średnica maksymalna: DN800
- Temperatura projektowa: +140°C

Rurociągi zostaną wykonane:

- Materiał P235GH,
- Średnica i grubość ścianki rurociągu: 813,0x10,0 mm
- PN-EN 10217-2:2014: Rury stalowe szwem wzdłużnym do zastosowań ciśnieniowych
- Izolacja: TAK

#### 6.8.6 Instalacja rurociągów pary do poduszki gazowej akumulatora ciepła (zamiennie z 8.3.8)

- Medium: para wodna
- Ciśnienie projektowe: 1,0 MPa(g)
- Średnica maksymalna: DN100
- Temperatura projektowa: 160°C

Rurociągi zostaną wykonane:

- Materiał P265GH
- Średnica i grubość ścianki rurociągu: 114,3x4,0
- PN-EN 10216-5: Rury stalowe bez szwu do zastosowań ciśnieniowych
- Izolacja: TAK

#### 6.8.7 Instalacja rurociągów kondensatu z akumulatora ciepła (zamiennie z 8.3.8)

- Medium: kondensat wodny
- Ciśnienie projektowe: 0,7 MPa(g)
- Średnica maksymalna: DN50
- Temperatura projektowa: 140°C

Rurociągi zostaną wykonane:

- Materiał P265GH
- Średnica i grubość ścianki rurociągu: 60,3x3,6
- PN-EN 10216-5: Rury stalowe bez szwu do zastosowań ciśnieniowych
- Izolacja: TAK

#### 6.8.8 Instalacja rurociągów azotu do poduszki gazowej akumulatora ciepła (zamiennie z 8.3.6/8)

- Medium: azot czystość 99%
- Ciśnienie projektowe: 0,5 MPa(g)
- Średnica maksymalna: DN80
- Temperatura projektowa: +40°C

Rurociągi zostaną wykonane:

- Materiał 304L
- Średnica i grubość ścianki rurociągu: 88,9x3,0 mm
- PN-EN 10216-5 Rury stalowe kwasoodporne bez szwu do zastosowań ciśnieniowych
- Izolacja: NIE

#### 6.8.9 Instalacja rurociągów pomocniczych akumulatora ciepła

- Medium: woda sieciowa
- Ciśnienie projektowe: 0,7 MPa(g)
- Średnica maksymalna: DN200
- Temperatura projektowa: +140°C

Rurociągi zostaną wykonane:

- Materiał P235GH,
- Średnica i grubość ścianki rurociągu: 219,1x4,5 mm
- PN-EN 10216-2:2014: Rury stalowe bez szwu do zastosowań ciśnieniowych
- Izolacja: TAK

## **7 SPOSÓB POWIĄZANIA INSTALACJI I URZĄDZEŃ BUDOWLANYCH OBIEKTU BUDOWLANEGO Z SIECIAMI ZEWNĘTRZNYMI, WRAZ Z PUNKTAMI POMIAROWYMI ORAZ ZAŁOŻENIAMI PRZYJĘTYMI DO OBLICZEŃ INSTALACJI**

### **7.1 Instalacje wodno-kanalizacyjne**

W rejonie projektowanych obiektów znajduje się instalacja wody do której planuje się włączenie.

Woda użytkowana będzie tylko do celów przemysłowych - technologicznych, w budynkach nie znajdują się miejsca pracy stałej, budynki nie posiadają pomieszczeń socjalnych i sanitarnych.

Budynki nie posiadają instalacji wody przeciwpożarowej.

Ze względu na wykorzystanie wody do celów technologicznych, na wejściu instalacji do budynku należy zastosować zawór antyskażeniowy typu BA.

W rejonie projektowanych obiektów znajduje się zakładowa instalacja kanalizacji przemysłowej, do której planuje się włączenie.

W budynkach powstawać będą tylko ścieki przemysłowo-technologiczne, w budynkach nie znajdują się miejsca pracy stałej, budynki nie posiadają pomieszczeń socjalnych i sanitarnych.

### **7.2 Instalacje elektryczne**

Ze względu na zwiększenie mocy odbiorników zasilanych z rozdzielnic RWW1 i RWW2 (bilans w pkt. niniejszego opisu technicznego) zaplanowana została przebudowa układów zasilania wymagająca zainstalowania transformatorów suchych o mocy 4000 kVA każdy.

Transformator TWW1 zasilany będzie z istniejącego pola nr 14 rozdzielnicy 6kV - PO1 a transformator TWW2 z istniejącego pola nr 12 rozdzielnicy 6kV - PR 2. Pola te należy w ramach odrębnego opracowania dostosować do zwiększonych warunków zasilania.

Na podstawie danych otrzymanych od przedstawiciela Inwestora oraz przeprowadzonych obliczeń i symulacji w programie OES obliczony został prąd zwarcia na zaciskach dolnych transformatora wynoszący 70,205 kA.

Dla zaprojektowanych transformatorów należy ułożyć nowe kable zasilające na napięcie 6 kV i minimalnych parametrach 2xXUHAKXS 3x(1x150mm<sup>2</sup>). Do obliczeń przyjęto długość kabli równą 300 m.

Projektowane kable zasilające należy wprowadzić pod budynkiem nowej pompowni (w rurach osłonowych) do kablowni pod pomieszczeniem rozdzielni a następnie do komory transformatorów.

Instalacja kablowa została zaprojektowana zgodnie z wymaganiami norm: PN-IEC 60364 oraz PN-EN 45510-2-9:2009.

Kable rozprowadzono w pomieszczeniach kablowych oraz na konstrukcjach wsporczych.

Poza budynkiem rozdzielni elektrycznej i komór transformatorów trasy kablów siłowe są prowadzone w kanale kablowym, na estakadzie oraz miejscowo w gruncie.

W polach 1 i 2 projektowanych rozdzielnic RWW1 i RWW2 zaprojektowane zostały liczniki energii elektryczne, jednak służyć one będą do wewnętrznych bilansów mocy, nie są to układy rozliczeniowe

### 7.3 Instalacje technologiczne

W zakresie branży technologicznej powiązanie z istniejącą i projektowaną infrastrukturą zrealizowane będzie przez opisane poniżej punkty styku, które zaznaczone są na schemacie technologicznym w formacie AP-TP-XX:

- Wpięcie wody zimnej w rurociąg DN 800 w rejonie słupa estakady zlokalizowanego przy drodze przed wprowadzeniem do budynku istniejącej pompowni letniej adoptowanej do funkcji pompowni wody zimnej sieciowej,
- Wpięcie wody gorącej służącej do ładowania akumulatora w rurociąg DN 700 doprowadzony i udostępniony przez inwestora na wysokość placu budowy za drogą w kierunku planowanej lokalizacji budynku pompowni wody sieciowej gorącej.
- Wpięcie wody gorącej po zimnym zmieszaniu w rurociąg DN 800 doprowadzony i udostępniony przez inwestora na wysokość placu budowy za drogą w kierunku planowanej lokalizacji budynku pompowni wody sieciowej gorącej - na wyprowadzeniu z pompowni wody gorącej (rurociąg będzie włączony do rurociągów magistralnych sieci ciepłowniczej na wyjściu do miasta.
- Wpięcie rurociągu przelewu awaryjnego w rurociąg DN 300 biegnący wzdłuż magistrali ciepłowniczej (zaadaptowany z wycofanego z eksploatacji rurociągu pary technologicznej) doprowadzony i udostępniony przez inwestora na wysokość placu budowy za drogą w kierunku planowanej lokalizacji budynku pompowni wody sieciowej.
- Wpięcie instalacji powietrza technologicznego niezbędnego do wytwarzania poduszki azotowej powietrze będzie pobierane z rurociągu DN60 doprowadzonego w rejon pompowni wody i kończącego się w rejonie wprowadzenia do budynku pompowni wody gorącej sieciowej od strony wschodniej.
- Wpięcie rurociągu wody demineralizowanej niezbędnej do uzupełnienia obiegu wody w sieci kończącego się w rejonie wprowadzenia do budynku pompowni wody gorącej sieciowej od strony wschodniej.
- Rurociąg przelewu awaryjnego z akumulatora ciepła akumulator zostanie wyposażony w rurociąg przelewu awaryjnego (gorącego). Rurociąg poprzez syfon, będzie odprowadzał gorącą wodę z przelewu akumulatora bezpośrednio do rurociągu DN 300 (dawny rurociąg pary technologicznej) zlokalizowanego na estakadzie wyprowadzającej wodę sieciową z EC4 w kierunku zbiornika odwodnień wód gorących H-6.2 połączenie z istniejącą siecią kanalizacji deszczowo-przemysłowej.
- Rurociąg wody gorącej DN 700 doprowadzający wodę sieciową zasilającą akumulator ciepła z bloków parowych i bloku gazowego EC4 poprzez pompownię akumulatora - miejsce wpięcia rurociągu w króciec zabudowany w rejonie pompowni wody sieciowej SAC. Rurociąg wody gorącej do pompowni wpięte w króciec DN 700 doprowadzony przez Inwestora – punkt styku AP-TP-01 oraz AP-TP-03.

- Rurociąg wody gorącej DN 800 odprowadzający wodę sieciową gorącą zasilającą magistralę wody sieciowej EC4 z akumulatora ciepła przez pompownię akumulatora gdzie następuje proces zmieszania z wodą powrotną realizowany przez pompy zimnego zmieszania w celu osiągnięcia pożądaných parametrów wody sieciowej na wyjściu do miasta - miejsce wpięcia rurociągu w króciec zabudowany w rejonie pompowni wody gorącej sieciowej SAC. Rurociąg wody gorącej z pompowni należy wpiąć w króciec DN 800 doprowadzony przez Inwestora (AP-TP-01 DN 800 oraz AP-TP-03 DN 800).
- Rurociągi wody zimnej DN800 2 szt. będą doprowadzały wodę zimną zarówno do pompowni wody zimnej jak i pompowni wody gorącej drugie połączenie jest niezbędne z uwagi na zasilenie w wodę zimną pomp zimnego zmieszania, których lokalizację znajduje się w pompowni wody gorącej. Rurociąg wody zimnej DN 800 doprowadza i odprowadza wodę sieciową powrotną z akumulatora ciepła poprzez pompownię wody zimnej akumulatora do miejsca wpięcia rurociągu w króciec zabudowany w rejonie pompowni wody zimnej sieciowej SAC
- Rurociąg wody zimnej DN 800 doprowadza wodę sieciową powrotną od miejsca wpięcia rurociągu w króciec zabudowany w rejonie pompowni wody gorącej do pomp zimnego zmieszania zlokalizowanych w pompowni wody gorącej .
- Rurociągi wody zimnej z pompowni wpięte w króćce DN 800 doprowadzone w rejon pompowni wody zimnej (AP-TP-02) i rejon pompowni wody gorącej (AP-TP-04).

## 8 ROZWIĄZANIA I SPOSÓB FUNKCJONOWANIA ZASADNICZYCH URZĄDZEŃ INSTALACJI TECHNICZNYCH

### 8.1 Instalacja ogrzewania

W budynkach nie znajdują się miejsca pracy stałej, budynki nie posiadają pomieszczeń socjalnych i sanitarnych. W budynkach nie planuje się zastosowania urządzeń grzewczych.

W przypadku awarii lub wychłodzenia pomieszczeń w trakcie przerwy w pracy instalacji przewidzieć doraźne / przenośne ogrzewanie zapobiegające zamarznięciu czynnika.

### 8.2 Instalacja wentylacji i klimatyzacji

W budynkach nie znajdują się miejsca pracy stałej, budynki nie posiadają pomieszczeń socjalnych i sanitarnych. W budynkach nie planuje się zastosowania klimatyzacji a jedynie schładzanie pomieszczenia rozdzielni elektrycznej poprzez zastosowanie 4 klimatyzatorów ściennych oraz pomieszczenia szaf sterowniczych poprzez zastosowanie 1 klimatyzatora ściennego działającego na powietrzu obiegowym.

Dla pomieszczeń rozdzielni i pomieszczenia szaf systemowych planuje się wykonanie instalacji nawiewno-wywiewnej N1/W1 opartej na stojącej centrali wentylacyjnej z rekuperacją i nagrzewnicą elektryczną. Do celów projektu przyjęto centralę model BO VESTA2H MINI firmy VBW Engineering Sp. z o.o.

Zaprojektowana wentylacja zapewnia wymaganą ilość powietrza świeżego dla 10 osób w pomieszczeniu rozdzielni oraz dla 5 osób w pomieszczeniu szaf systemowych.

### 8.3 Instalacje technologiczne

#### 8.3.1 Akumulator ciepła wraz z wyposażeniem

Akumulator ciepła będzie zbiornikiem stalowym bezciśnieniowym wypełnionym wodą sieciową.

W akumulatorze gorąca woda gromadzi się w jego górnej części.

Podczas ładowania akumulatora, gorąca woda z istniejących wymienników bloków ciepłowniczych, oraz planowanego do budowy bloku gazowego i kotła elektrodowego wypiera zimną ku dołowi. Ta następnie przez rurociągi powrotne wpływa do wymienników ciepłowniczych na blokach energetycznych, kotła elektrodowego i kotłów wodnych.

Przy rozładowywaniu zimna woda powrotna z sieci ciepłowniczej wypiera wodę gorącą ku górze zbiornika, a ta dalej trafia do magistralnych rurociągów sieci ciepłowniczej zasilających miasto.

Poziom wody w akumulatorze ulega zmianom związanym ze zmianą objętości wody w zbiorniku akumulatora oraz w systemie ciepłowniczym, dla którego zakłada się, że akumulator będzie zbiornikiem buforowym stabilizującym ciśnienie na rurociągach powrotnych do EC4. Wstępnie przewiduje się zmiany poziomu: o wartość 1,6 m wynikającą ze zmiany udziału wody gorącej w stosunku do wody zimnej przy ładowaniu i rozładowaniu zbiornika, o wartość 1,6 m przy wykorzystaniu akumulatora jako bufora dla sieci ciepłowniczej (całkowita zmiana poziomu to 3,2 m - do potwierdzenia przez Wykonawcę).

Przede wszystkim zmieniają się proporcje pomiędzy ilością wody gorącej i zimnej w akumulatorze, a więc położenie termokliny.

Dla zabezpieczenia wody w akumulatorze przed absorpcją tlenu z powietrza, przewiduje się poduszkę azotową lub opcjonalnie poduszkę parową.

W celu uniknięcia penetracji tlenu z powietrza atmosferycznego do wody w akumulatorze ciepła, przewiduje się utrzymywanie nad lustrem wody w zbiorniku poduszki azotowej, a w celu wytwarzania azotu (do zasilenia wytwornicy azotu) do budynku należy doprowadzić powietrze technologiczne z sieci zakładowej lub opcjonalnie wytwarzać poduszkę parową przy pomocy generatora pary. Maksymalna temperatura wody ładującej akumulator będzie wynosiła około 98°C.

Jeśli woda używana do ładowania zbiornika będzie miała temperaturę wyższą niż 98 °C należy zastosować układ mieszania z wodą powrotną w celu obniżenia jej temperatury do podanej powyżej temperatury maksymalnej. Temperatura wody zimnej w akumulatorze to temperatura wody powrotnej z miejskiej sieci ciepłowniczej.

Ciśnienie pracy akumulatora zbliżone będzie do ciśnienia atmosferycznego.

Nad lustrem wody w zbiorniku akumulatora powinno być utrzymywane niewielkie nadciśnienie tj. ok. 500 Pa, co wynika z pracy instalacji poduszki. (ostateczna wartość ciśnienia będzie ustalona przez Wykonawcę podczas projektowania zbiornika).

W zbiorniku akumulatora ciepła będzie panować zmienne ciśnienie tzn. nad lustrem wody będzie ok. 500 Pa, a idąc w dół zbiornika będzie rosło z uwagi na ciśnienie hydrostatyczne wody, osiągając wartość ciśnienia zbliżoną do wysokości części cylindrycznej zbiornika liczoną w [m H<sub>2</sub>O].

Woda sieciowa w akumulatorze może kontaktować się z powietrzem atmosferycznym, poprzez zawór oddechowy (przerwywacz próżni) jak i zawory bezpieczeństwa, w związku z tym nad lustro wody

w zbiorniku wprowadzany jest azot lub opcjonalnie para wodna, które mają za zadanie izolować powierzchnię wody przed absorpcją tlenu. Rolę zasilacza w ww. media spełnia tzw. Instalacja generatora azotu lub opcjonalnie instalacja poduszki parowej.

Wytwarzanie azotu będzie realizowane w oparciu o powietrze o określonych parametrach technicznych dostarczane z zakładowej sieci powietrza przez generator azotu, który będzie zlokalizowany w pompowni wody gorącej (osobny punkt) i będzie produkował azot o odpowiedniej czystości i ilości dla napełnienia i utrzymania poduszki gazowej w przestrzeni akumulatora ponad lustrem wody.

Alternatywnym (opcjonalnym) rozwiązaniem będzie instalacja poduszki parowej, której wytwarzanie będzie realizowane przez wodę pobieraną spod lustra cieczy w zbiorniku i podawaną przy pomocy pompy cyrkulacyjnej do dyszy „spray”, gdzie po rozpyleniu będzie mieszała się z parą technologiczną, wytwarzając tzw. „deszcz parowy”, czyli poduszkę parową.

Dzięki przedstawionemu rozwiązaniu, ogranicza się w sposób znaczący, ilość dostarczanej pary technologicznej potrzebnej do utrzymania poduszki parowej.

Warstwa buforowa, przy pierwszym uruchomieniu akumulatora, wytwarzana będzie poprzez dostarczanie azotu w dłuższym okresie czasu lub dostarczenie pary technologicznej z generatora pary i wytwarzanie tzw. deszczu parowego nad lustrem wody w zbiorniku akumulatora. Następnie poduszka jest trwała, lecz może ulegać chwilowym tzn. kilkugodzinnym zaburzeniom, szczególnie przy dużych strumieniach wody, ładujących bądź rozładowujących akumulator. Rezerwę gazu izolującego może stanowić zbiornik buforowy zlokalizowany w budynku pompowni, natomiast w przypadku pary rolę spełnia rezerwowi generator pary.

Woda zasilająca podgrzewacze pobierana będzie z warstwy buforowej znajdującej się bezpośrednio pod lustrem wody w zbiorniku akumulatora. Woda ta o temperaturze ok. 94 – 98°C przegrzewana będzie w podgrzewaczu do temperatury powyżej 100 °C, a następnie wtryskiwana dyszą w przestrzeń poduszki parowej nad lustrem wody w zbiorniku i rozprężając się będzie wytwarzała tzw. deszcz parowy tj. parę i wodę w stanie saturacji.

### 8.3.2 Pompownia wody zimnej

Pompownia wody sieciowej zimnej akumulatora będą agregaty pompowe wody sieciowej zimnej.

Przewiduje się zabudowę pomp wody zimnej w konfiguracji 3x 900 m<sup>3</sup>/h (3x 33%) o nominalnym przepływie przez układ 2000 m<sup>3</sup>/h, a maksymalny 2800 m<sup>3</sup>/h.

Dodatkowo w pompowni wody zimnej przewiduje się zabudowanie pompy mieszającej do regulacji temperatury wody wlotowej do akumulatora na ustalonym poziomie maksymalnym do: ok. 98°C w konfiguracji 1x 560m<sup>3</sup>/h 1x



100% oraz pompy stabilizacji ciśnienia wody powrotnej 2x 60m<sup>3</sup>/h 2x 100% służące do ograniczenia ciśnienia powrotu wody sieciowej i utrzymania na stałym poziomie dzięki podniesieniu poziomu wody w akumulatorze.

Woda krążąca w układzie akumulatora będzie transportowana przez układ kolektorów ciepłowniczych zlokalizowanych w pompowni i (lub w ich sąsiedztwie) o zakładanej średnicy DN700

Każda pompa w pompowni wody zimnej wyposażona będzie w silnik elektryczny oraz układ falownika do regulacji obrotów.

Rurociąg wody zimnej doprowadza i odprowadza sieciową wodę powrotną z akumulatora ciepła poprzez pompownię akumulatora do miejsca wpięcia w rurociągi systemu ciepłowniczego na terenie EC4 przygotowane dla podłączenia przez Inwestora.

W przypadku opcjonalnego układu pomp wody zimnej w systemie PAT falownik będzie umożliwiał pracę silnikową jak i generatorową agregatów pompowych w celu odzysku energii w procesie ładowania akumulatora.

Wszelkie układy rurociągowo w pompowni zostaną wyposażone w armaturę odcinającą, regulacyjną jak i kontrolującą kierunek przepływu (zawory zwrotne).

Dla średnic powyżej DN100 przewiduje się przepustnice kołnierzowe trójmimośrodowe z uszczelnieniem typu metal-metal o klasie ciśnienia nie mniejszej niż PN25 wykonane ze staliwa lub materiału równorzędnego.

Zamocowania rurociągów będą zaprojektowane tak by umożliwić ich samokompensację podczas zmian temperatury związanych z przepływem czynnika roboczego.

W odpowiednich punktach przewidziano punkty stałe tak by zapobiegać przemieszczeniom rur a w innych przewidziano możliwość ruchu w przewidzianych kierunkach za pomocą przegubów lub ślizgów.

### 8.3.3 Pompownia wody gorącej

Pompownia wody gorącej sieciowej to nowy budynek zlokalizowany po wschodniej stronie od istniejącej rozdzielni pomp letnich.

Przewiduje się, że podstawowym wyposażeniem technologicznym pompowni pomp wody gorącej sieciowej akumulatora będą agregaty pompowe pomp wody gorącej w konfiguracji 3x 900 m<sup>3</sup>/h (3x 33%) i pompy zimnego zmieszania w konfiguracji 2x 1100 m<sup>3</sup>/h (2x 50%), które będą służyć do regulacji temperatury wody sieciowej wychodzącej z akumulatora i kierowanej do miasta zgodnie z tabelą regulacyjną.

Woda krążąca w układzie akumulatora będzie transportowana przez układ kolektorów ciepłowniczych zlokalizowanych w pompowni o zakładanej średnicy minimalnej DN800.

Każda pompa w pompowni wody gorącej wyposażona będzie w silnik elektryczny oraz układ falownika do regulacji obrotów.

Rurociągi wody gorącej doprowadzają i odprowadzają wodę sieciową z akumulatora ciepła poprzez pompownię akumulatora do miejsca wpięcia w rurociągi systemu ciepłowniczego na terenie EC4 przygotowane dla podłączenia przez Inwestora.



W przypadku opcjonalnego układu pomp wody gorącej w systemie PAT falownik będzie umożliwiał pracę silnikową jak i generatorową agregatów pompowych w celu odzysku energii w procesie ładowania akumulatora.

W pompowni wody gorącej przewiduje się również zabudowę układu poduszki azotowej lub opcjonalnie poduszki parowej oraz ewentualnie szaf dla potrzeb zasilania i AKPiA.

Wszelkie układy rurociągowie w pompowni zostaną wyposażone w armaturę odcinającą, regulacyjną jak i kontrolującą kierunek przepływu (zawory zwrotne).

Dla średnic powyżej DN100 przewiduje się przepustnice kołnierzowe trójmimośrodowe z uszczelnieniem typu metal-metal o klasie ciśnienia nie mniejszej niż PN25 wykonane ze staliwa lub materiału równorzędnego.

Zamocowania rurociągów będą zaprojektowane tak by umożliwić ich samokompensację podczas zmian temperatury związanych z przepływem czynnika roboczego.

W odpowiednich punktach przewidziano punkty stałe tak by zapobiegać przemieszczeniom rur a w innych przewidziano możliwość ruchu w przewidzianych kierunkach za pomocą przegubów lub ślizgów.

Poza pompami wody gorącej i pompami wody zimnego zmieszania przewiduje się zabudowę kompletnego wyposażenia układu poduszki azotowej tj: rurociągu doprowadzającego powietrze technologiczne, generatora azotu, zestawu filtrów, opcjonalnie zbiornika azotu, armatury niezbędnej do obsługi układu i rurociągu doprowadzającego azot do zbiornika akumulatora lub opcjonalnie kompletnego układu poduszki parowej akumulatora ciepła tj. pomp cyrkulacyjnych i podgrzewacza wody układu poduszki parowej niezbędnego do poprawnej pracy akumulatora.

Rolę podstawowej i rezerwowej wytwornicy pary dla instalacji poduszki parowej, pełni elektryczny podgrzewacz wody.

Woda zasilająca podgrzewacz brana jest z warstwy buforowej znajdującej się bezpośrednio pod lustrem wody w zbiorniku akumulatora. Woda ta ma temperaturę ok. 94 – 99°C i w podgrzewaczu przegrzewana jest do temperatury powyżej 100°C. Woda ta wtryskiwana jest dyszą w przestrzeń poduszki parowej nad lustrem wody w zbiorniku i rozprężając się wytwarza tzw. deszcz parowy tj. parę i wodę w stanie saturacji.

Cyrkulacja wody poprzez system pomp cyrkulacyjnych 3x 50% w układzie poduszki parowej jest niezbędna z uwagi na konieczność uniknięcia kontaktu przegrzanej pary (technologicznej) z powierzchnią wody w zbiorniku akumulatora i do utrzymywania zaworu oddechowego w stanie napelnionym.

Regulację ciśnienia pary pod dachem zbiornika realizuje się przez elektryczny podgrzewacz wody.

Jeśli pompa (pompy) cyrkulacyjne instalacji poduszki parowej nie pracują, lub jest brak przepływu przez pompy cyrkulacyjne 3x 50%, to elektryczny podgrzewacz wody nie może także pracować.

Warstwa buforowa, przy pierwszym uruchomieniu akumulatora, wytwarzana jest z wytwornicy azotu (jeśli poduszka parowa to z wytwornicy pary) i wytwarzanie tzw. deszczu parowego nad lustrem wody w zbiorniku akumulatora. Następnie jest już ona trwała, może ulegać tylko chwilowym tzn. kilkugodzinnym zaburzeniom, szczególnie przy dużych strumieniach wody, ładujących bądź rozładowujących akumulator chroniąc tym wodę sieciową przez nadmierną absorpcją tlenu z otoczenia.

## 8.4 Instalacje elektroenergetyczne

Zaprojektowane w ramach zadania urządzenia technologiczne – pompy, wentylatory będą wyposażone w silniki o napięciu znamionowym 400VAC. Rozruch tych silników odbywać się będzie poprzez układy falownikowe lub bezpośrednio.

Falowniki (regeneracyjne) pomp wody zimnej i gorącej zostały przewidziane w sąsiedztwie tych pomp na halach pompowni. Szafy falowników (w wykonaniu IP54), które będą posadowione na halach pompowni należy wyposażyć w grzałki zapobiegające kondensacji wilgoci.

Pozostałe falowniki należy zainstalować w pomieszczeniu rozdzielni.

Wszystkie urządzenia elektryczne – silniki oraz aparatura kontrolno-pomiarowa włączone będą do systemu sterowania METSO DNA poprzez szafę wejść i wyjść w pomieszczeniu AKPiA.

Nadzór nad procesem odbywać się będzie z nastawni głównej zakładu.

## 9 UWAGI KOŃCOWE

- a) Roboty prowadzić na podstawie Projektu Budowlanego (Tom I Projekt zagospodarowania terenu, Tom II Projekt architektoniczno-budowlany, Tom III Projekt techniczny) uzupełnionego o projekty wykonawcze opracowane we wszystkich branżach przez projektantów posiadających stosowane uprawnienia projektowe.
- b) Roboty prowadzić pod nadzorem osób posiadających uprawnienia budowlane w stosownej do rodzaju robót specjalności do kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń.
- c) Wszelkie niejasności dotyczące niniejszego projektu oraz ewentualne zmiany zastosowanych rozwiązań należy bezwzględnie, na bieżąco, w ramach nadzoru autorskiego konsultować i uzgadniać z jednostką projektową i upoważnionymi przez nią projektantami.
- d) Nie dopuszcza się wprowadzania zmian do projektu bez zgody autorów niniejszego opracowania.
- e) Wszystkie zmiany muszą uzyskać pisemną aprobatę autorów projektu.
- f) Wszelkie prace budowlane przy wykonywaniu obiektu należy wykonać solidnie, zgodnie z projektem, normatywami PN, wiedzą techniczną, pod właściwym kierownictwem osoby uprawnionej oraz z zachowaniem przepisów BHP.
- g) Przed przystąpieniem do realizacji Wykonawca zobowiązany jest do opracowania PROJEKTU ORGANIZACJI ROBÓT oraz PLANU BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA.
- h) Niniejszy Projekt Techniczny rozpatrywać łącznie z Projektem Zagospodarowania Terenu i Projektem Architektoniczno-Budowlanym.

Łódź, luty 2025 r.

Opracował Zespół Projektantów (wg tabeli na str. 93 -94):

w zakresie konstrukcji:

Projektant: mgr inż. <b>Jarosław SZYDŁOWSKI</b> nr upr. bud.: 238/94/WŁ specjalność: konstrukcyjno-budowlana nr członkowski OIIB: ŁOD/BO/2451/02	Projektant sprawdzający: mgr inż. <b>Krzysztof SOŁTYSZEWSKI</b> nr upr. bud.: 298/90/WŁ specjalność: konstrukcyjno-budowlana nr członkowski OIIB: ŁOD/BO/4737/03
Data, podpis:	Data, podpis:

w zakresie dróg, placów i chodników:

Projektant: mgr inż. <b>Piotr KROPIDŁOWSKI</b> nr upr. bud.: ŁOD/3084/PWBD/16 specjalność: inżynierska drogowa nr członkowski OIIB: ŁOD/BD/0064/17	Projektant sprawdzający: mgr inż. <b>Kamil NAWROCKI</b> nr upr. bud.: ŁOD/3502/PWBD/18 specjalność: inżynierska drogowa nr członkowski OIIB: ŁOD/BD/0204/18
Data, podpis:	Data, podpis:

w zakresie instalacji sanitarnych:

Projektant: inż. <b>Marcin WĘŻYK</b> nr upr. ŁOD/0526/POOS/06 specjalność: instalacyjna w zakresie sieci, instalacji i urządzeń wodociągowych, kanalizacyjnych, ciepłych, wentylacyjnych i gazowych nr członkowski OIIB: ŁOD/IS/7515/06	Projektant sprawdzający: mgr inż. <b>Przemysław KOZŁOWSKI</b> nr upr. 55/02/WŁ specjalność: instalacyjna w zakresie sieci, instalacji i urządzeń wodociągowych, kanalizacyjnych, ciepłych, wentylacyjnych i gazowych nr członkowski OIIB: ŁOD/IS/4812/03
Data, podpis:	Data, podpis:

w zakresie instalacji elektrycznych:

<p>Projektant:</p> <p>mgr inż. <b>Marcin BAKUN</b> nr upr. bud.: LOD/3060/PWBE/16 specjalność: instalacyjna w zakresie sieci i instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych nr członkowski OIIB: ŁOD/IE/0066/17</p>	<p>Projektant sprawdzający:</p> <p>mgr inż. <b>Tomasz PILICHOWSKI</b> nr upr. bud.: LOD/5240/PWBE/23 specjalność: instalacyjna w zakresie sieci i instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych nr członkowski OIIB: ŁOD/IE/0014/24</p>
Data, podpis:	Data, podpis:

w zakresie instalacji technologicznych:

<p>Projektant:</p> <p>mgr inż. <b>Piotr FEDER</b> uprawnienia nie wymagane</p>	<p>Projektant sprawdzający:</p> <p>mgr inż.. <b>Jacek OLEJNIK</b> uprawnienia nie wymagane</p>
Data, podpis:	Data, podpis:

## ZAŁĄCZONE DOKUMENTY

**OŚWIADZENIE AUTORÓW PROJEKTU BUDOWLANEGO****OŚWIADCZENIE**

o sporządzeniu Projektu Budowlanego zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej

**Oświadczam, że Projekt Budowlany:**

**Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4**

**Tom III. Projekt techniczny. Część 1.**

**Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła**

opracowany na rzecz Inwestora:

**Veolia Energia Łódź S.A.  
ul. Jadzi Andrzejewskiej 5, 92-550 Łódź**

Adres obiektu:

**ul. Jadzi Andrzejewskiej 5, 92-550 Łódź**

Działka



nr ewidencyjny: **56/228**, obręb ewidencyjny: **W-32**, jednostka ewidencyjna: **106106\_9**.

**został opracowany zgodnie z obowiązującym prawem oraz zasadami wiedzy technicznej.**

Projektant	Projektant sprawdzający
mgr inż. Jarosław SZYDŁOWSKI	mgr inż. Krzysztof SOŁTYSZEWSKI
mgr inż. Piotr KROPIDŁOWSKI	mgr inż. Kamil NAWROCKI

inż. Marcin WĘŻYK	mgr inż. Przemysław KOZŁOWSKI
mgr inż. Marcin BAKUN	mgr inż. Tomasz PILICHOWSKI
mgr inż. Piotr FEDER	mgr inż. Jacek OLEJNIK

Łódź, 20 lutego 2025 r.

Nazwa obiektu budowlanego	<b>Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4</b>	
Adres obiektu budowlanego	województwo: łódzkie; powiat: m. Łódź; miejscowość: Łódź; ulica: Jadzi Andrzejewskiej; nr domu: 5; kod pocztowy: 92-550	
Kategoria obiektu budowlanego	VIII, XVIII, XIX	
Jednostka ewidencyjna, obręb i numer ewidencyjny działki	jednostka ewidencyjna: 106106_9; obręb ewidencyjny: W-32; nr ewidencyjny: 56/228	
Nazwa i adres Inwestora		<b>Veolia Energia Łódź S.A.</b> województwo: łódzkie; powiat: m. Łódź; miejscowość: Łódź; ulica: Jadzi Andrzejewskiej; nr domu: 5; kod pocztowy: 92-550
Nazwa i adres jednostki projektowania		<b>PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Spółka z o. o.</b> województwo: łódzkie; powiat: m. Łódź; miejscowość: Łódź; ulica: aleja 1-go Maja; nr domu: 87; kod pocztowy: 90-755

## WYNIKI OBLICZEN STATYCZNYCH

**Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła**

Opracował:	mgr inż. <b>Jarosław SZYDŁOWSKI</b> nr upr.: 238/94/WŁ specjalność: konstrukcyjno-budowlana nr członkowski OIIB: ŁOD/BO/2451/02	
Sprawdził:	mgr inż. <b>Krzysztof SOŁTYSZEWSKI</b> nr upr.: 298/90/WŁ specjalność: konstrukcyjno-budowlana nr członkowski OIIB: ŁOD/BO/2511/02	

Nr dokumentu	<b>WHAL-PBM-07NDx00-CIV-CLA-0008</b>
--------------	--------------------------------------

<b>Łódź, 20 lutego 2025 r.</b>	Nr strony: 1
	Ilość stron: 119



## 1 ZBIORNIK AKUMULATORA CIEPŁA

### 1.1 Wykorzystane normy

- a) PN-EN 1990 „Podstawy projektowania konstrukcji”,
- b) PN-EN 1991-1-1 „Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach”,
- c) PN-EN 1991-1-3 „Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne – obciążenie śniegiem”,
- d) PN-EN 1991-1-4 „Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne – oddziaływania wiatru”,
- e) PN-EN 1991-4 „Oddziaływania na konstrukcje. Część 4: Silosy i zbiorniki”
- f) PN-EN 1993-1-1 „Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków”,
- g) PN-EN 1993-1-6 „Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-6: Wytrzymałość i stateczność konstrukcji powłokowych”,
- h) PN-EN 1993-4-2 „Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 4-2: Zbiorniki”,
- i) PN-EN 1090-2 „Wykonanie konstrukcji stalowych i aluminiowych. Część 2: Wymagania techniczne dotyczące konstrukcji stalowych”.

### 1.2 Geometria konstrukcji

Przyjęto następującą geometrię zbiornika:

- |                      |         |
|----------------------|---------|
| – wysokość zbiornika | 72,0 m, |
| – wysokość płaszcza  | 40,0 m, |
| – średnica zbiornika | 25,0 m. |

Zgodnie z wytycznymi Inwestora – Veolia Energia Łódź S.A., założono:

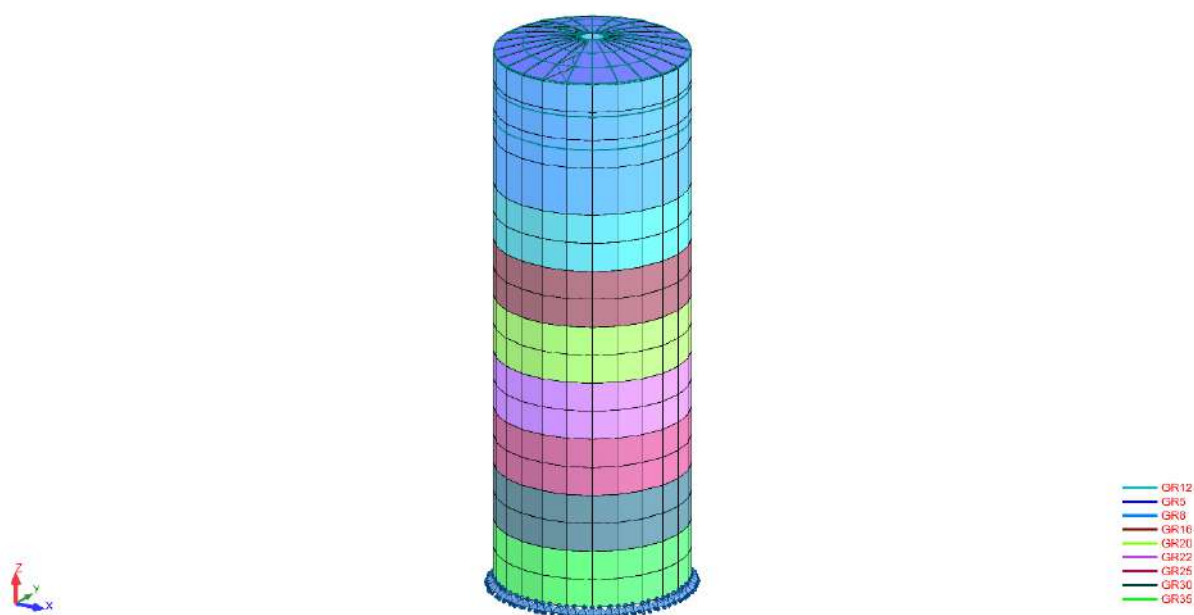
- |                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| – klasę konsekwencji zniszczenia | CC2,  |
| – kategorię użytkowania          | SC1,  |
| – kategorię produkcji            | PC2,  |
| – klasę wykonania                | EXC2. |

Płaszcz zaprojektowano z blach ze stali S355 o następujących grubościach:

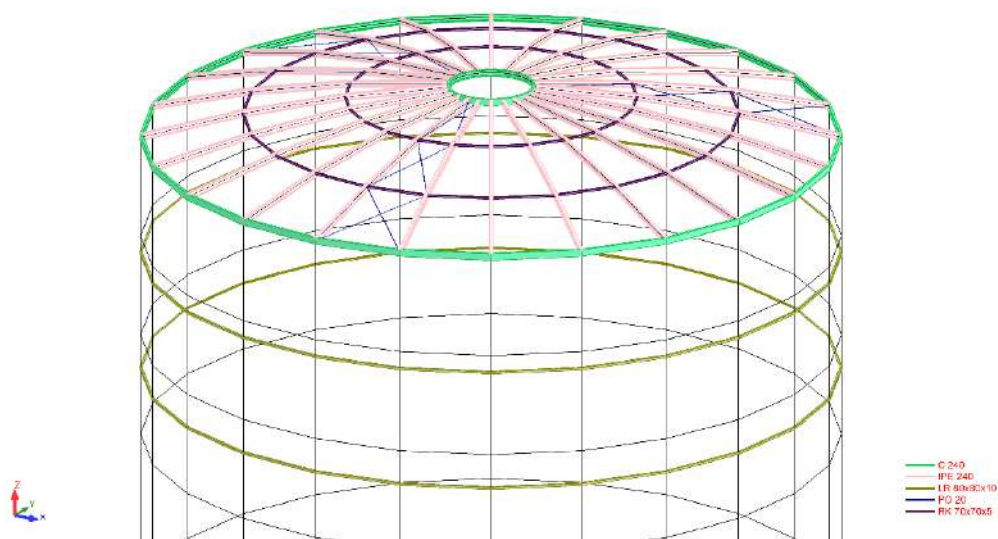
- |                                 |        |
|---------------------------------|--------|
| – od poziomu fundamentu do +7,5 | 35 mm, |
| – od +7,5 do +15,0              | 30 mm, |
| – od +15,0 do +22,5             | 25 mm, |
| – od +22,5 do +30,0             | 22 mm, |
| – od +30,0 do +37,5             | 20 mm, |

- od +37,5 do +45,0 16 mm,
- od +45,0 do +52,5 12 mm,
- powyżej +52,5 8 mm.

Dach zbiornika zaprojektowano z blachy 5mm (S355). Pierścień obrzeżny w dnie o szerokości 650mm zaprojektowano z blachy grubości 16mm (S355), środkową część grubości 8mm (S355).



**Rys. 1.1.** Przyjęte grubości blach



**Rys. 1.2.** Przekroje poprzeczne przyjęte na konstrukcję dachu i pierścieni usztywniających

### 1.3 Przyjęte obciążenia konstrukcji

#### 1.3.1 Przypadek 1 – Obciążenia stałe

Ciężar własny konstrukcji został uwzględniony w sposób automatyczny w programie obliczeniowym.

Dodatkowo przyjęto następujące obciążenia stałe:

- ciężar izolacji dachu 0,6 kN/m<sup>2</sup>,
- ciężar izolacji ścian 0,4 kN/m<sup>2</sup>,
- ciężar urządzeń podwieszonych do dachu 55 kN.

#### 1.3.2 Przypadek 2 – Ciśnienie hydrostatyczne

Oddziaływanie cieczy na ściany płaszcza zdefiniowano jako ciśnienie hydrostatyczne. Przyjęto następujące wartości:

- gęstość cieczy 1000 kG/m<sup>3</sup>,
- maksymalna wysokość słupa cieczy 65,0 m,
- część stała ciśnienia ponad lustrem cieczy 3,0 kPa.

#### 1.3.3 Przypadek 3 – Podciśnienie

Podciśnienie w pustym zbiorniku przyjęto o wartości -1,5 kPa.

#### 1.3.4 Przypadek 4 – Obciążenia użytkowe

Obciążenie użytkowe na dachu przyjęto o wartości 2,0 kN/m<sup>2</sup>.

#### 1.3.5 Przypadek 5 – Temperatura

Przyjęto maksymalną temperaturę cieczy wynoszącą 98 °C.

#### 1.3.6 Przypadek 6 – Śnieg (równomierny)

Obciążenie śniegiem zebrano zgodnie z normą PN-EN 1991-1-3 „Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne – obciążenie śniegiem”.

Przyjęto, że obiekt znajduje się w II strefie, zatem wartość obciążenia wynosi 0,72 kN/m<sup>2</sup>.

#### 1.3.7 Przypadek 7 – Śnieg (nierównomierny)

Obciążenie od śniegu przyłożono na połowie powierzchni dachu.

#### 1.3.8 Przypadki 8-10 - Oddziaływanie wiatru

Obciążenie wiatrem zebrano zgodnie z normą PN-EN 1991-1-4 „Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne – oddziaływania wiatru”.

Przyjęto, że obiekt znajduje się w I strefie oddziaływania wiatru, na terenie kategorii I.

## 1.4 Kombinacje obciążeń

Tablica 1.1. Przyjęte kombinacje przypadków obciążeniowych

Kombinacja	Typ kombinacji	Definicja
11	SGN	$1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.35$
12	SGN	$1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.00$
13	SGN	$1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.35 + (4+6) \cdot 1.50$
14	SGN	$1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.00 + (4+6) \cdot 1.50$
15	SGN	$1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.35 + (4+7) \cdot 1.50$
16	SGN	$1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.35 + (4+7) \cdot 1.50 + 5 \cdot 1.00$
17	SGN	$1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.35 + (4+6) \cdot 1.50 + 8 \cdot 0.90$
18	SGN	$1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.35 + (4+6) \cdot 1.50 + 9 \cdot 0.90$
19	SGN	$1 \cdot 1.35 + (4+6) \cdot 1.50 + 2 \cdot 1.35 + 10 \cdot 0.90$
20	SGN	$1 \cdot 1.00 + 3 \cdot 1.50$
21	SGN	$1 \cdot 1.00 + (3+8) \cdot 1.50$
22	SGN	$1 \cdot 1.00 + (3+9) \cdot 1.50$
23	SGN	$1 \cdot 1.00 + (3+10) \cdot 1.50$
24	SGN	$1 \cdot 1.00 + 8 \cdot 1.50$
25	SGN	$1 \cdot 1.00 + 9 \cdot 1.50$
26	SGN	$1 \cdot 1.00 + 10 \cdot 1.50$
27	SGU	$(1+2+4+6) \cdot 1.00$
28	SGU	$(1+8) \cdot 1.00$
29	SGU	$(1+9) \cdot 1.00$
30	SGU	$(1+10) \cdot 1.00$

## 1.5 Reakcje na fundamenty

- |   |   |
|---|---|
| a) Przypadek 1 – Obciążenia stałe         | $R_z = 10\,948 \text{ kN.}$                         |
| b) Przypadek 2 – Ciśnienie hydrostatyczne | $R_z = 318\,910 \text{ kN.}$                        |
| c) Przypadek 3 – Podciśnienie             | $R_z = 717 \text{ kN.}$                             |
| d) Przypadek 4 – Obciążenia użytkowe      | $R_z = 976 \text{ kN.}$                             |
| e) Przypadek 5 – Temperatura              | $R_z = 0 \text{ kN.}$                               |
| f) Przypadek 6 – Śnieg (równomierny)      | $R_z = 352 \text{ kN.}$                             |
| g) Przypadek 7 – Śnieg (nierównomierny)   | $R_z = 176 \text{ kN.}$                             |
| h) Przypadki 8-10 - Oddziaływanie wiatru  | $R_y = 828 \text{ kN; } R_z = \pm 1192 \text{ kN.}$ |

## 1.6 Wymiarowanie elementów zbiornika

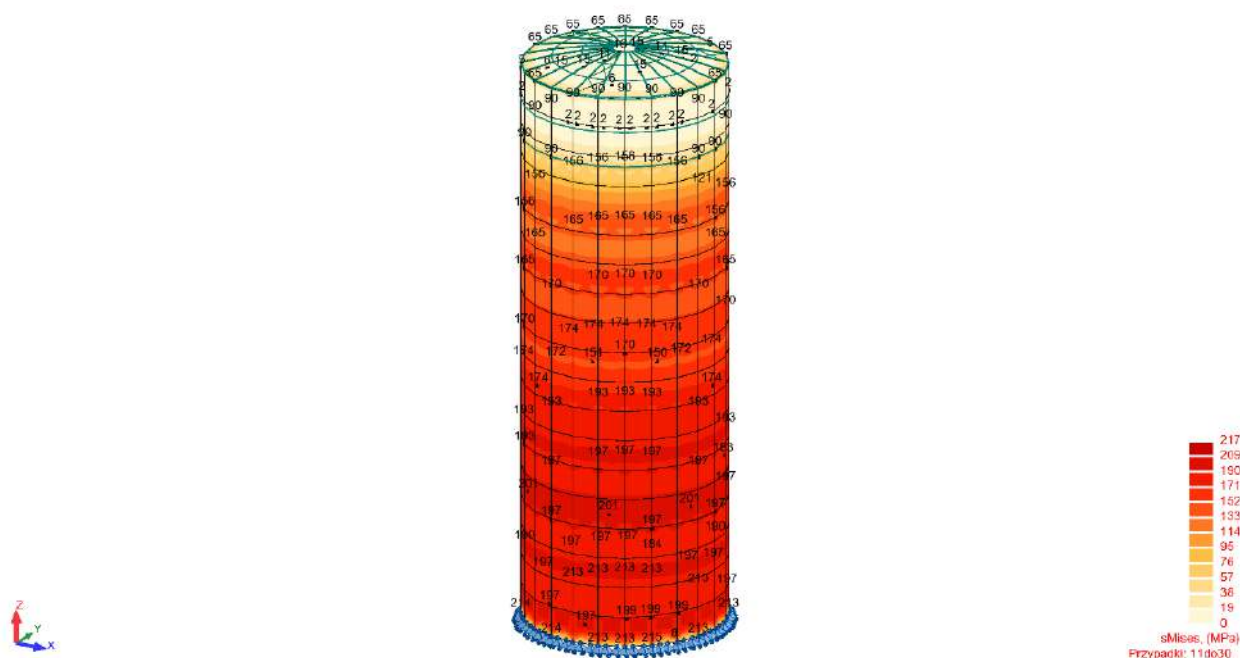
### 1.6.1 Stan graniczny ze względu na zniszczenie plastyczne (LS1)

Zgodnie z normą PN-EN 1993-4-2 „Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 4-2: Zbiorniki” w każdym punkcie konstrukcji powinien być spełniony warunek:

$$\sigma_{eq,Ed} \leq f_{eq,Rd}$$

Wytrzymałość obliczeniowa dla stali S355 w odniesieniu do naprężeń zastępczych Hubera - von Misesa jest określona następująco:

$$f_{eq,Rd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{355}{1,0} = 355 MPa$$



**Rys. 1.3.** Wartości charakterystyczne naprężeń zastępczych w płaszczu od ciśnienia hydrostatycznego

**Tablica 1.2.** Wartości naprężeń w poszczególnych elementach

Element	Grubość	Naprężenia
Segment 0,00 do +7,5	35 mm	217 MPa
Segment +7,5 do +15,0	30 mm	193 MPa
Segment +15,0 do +22,5	25 mm	201 MPa
Segment +22,5 do +30,0	22 mm	193 MPa
Segment +30,0 do +37,5	20 mm	174 MPa

Segment +37,5 do +45,0	16 mm	170 MPa
Segment +45,0 do +52,5	12 mm	165MPa
Segment powyżej +52,5	8 mm	156 MPa
Dach	5 mm	90 MPa

Warunki stanu granicznego ze względu na zniszczenie plastyczne (LS1) są spełnione w każdym punkcie konstrukcji

#### 1.6.2 Stan graniczny nośności elementów prętowych

**Tablica 1.3.** Wyniki wymiarowania la elementów prętowych

Pręt	Profil	Materiał	L <sub>ay</sub>	L <sub>az</sub>	Wyężenie	Przypadek
<b>Grupa : 1 Płatwie</b>						
425	IPE 240	S 355	111.45	140.25	0.46	11 KOMB1
<b>Grupa : 2 Stężenia płatwi RK</b>						
519	RK 70x70x5	S 355	87.56	87.56	0.07	20 KOMB10
<b>Grupa : 3 Stężenia płatwi PO</b>						
556	PO 20	S 355	820.17	820.17	0.01	11 KOMB1
<b>Grupa : 4 Pierścień obwodowy</b>						
361	C 240	S 355	35.37	134.77	0.16	20 KOMB10
<b>Grupa : 5 Pierścień wewnętrzny</b>						
391	C 240	S 355	4.42	16.85	0.06	20 KOMB10

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 1 Płatwie

**PRĘT:** 425 Płatwie

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.84 L = 9.286 m

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 11 KOMB1 (1+2)\*1.35

**MATERIAŁ:**

S 355 ( S 355 ) f<sub>y</sub> = 355 MPa



## PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 240

h=240.0 mm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=120.0 mm	Ay=27.30 cm <sup>2</sup>	Az=19.13 cm <sup>2</sup>	Ax=39.10 cm <sup>2</sup>
tw=6.2 mm	Iy=3890.00 cm <sup>4</sup>	Iz=284.00 cm <sup>4</sup>	Ix=13.30 cm <sup>4</sup>
tf=9.8 mm	Wply=366.65 cm <sup>3</sup>	Wplz=73.92 cm <sup>3</sup>	

## SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N,Ed = 5.94 kN	My,Ed = -1.18 kN*m	Mz,Ed = 0.00 kN*m	Vy,Ed = 0.01 kN	
Nc,Rd = 1388.05 kN	My,Ed,max = -10.50 kN*m		Mz,Ed,max = 0.03 kN*m	Vy,T,Rd =
559.38 kN				
Nb,Rd = 338.21 kN	My,c,Rd = 130.16 kN*m	Mz,c,Rd = 26.24 kN*m	Vz,Ed = 0.41 kN	
	MN,y,Rd = 130.16 kN*m	MN,z,Rd = 26.24 kN*m	Vz,T,Rd = 392.01 kN	
	Mb,Rd = 23.54 kN*m		Tt,Ed = 0.00 kN*m	
			KLASA PRZEKROJU = 1	



## PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

z = 1.00	Mcr = 23.54 kN*m	Krzywa,LT - b	XLT = 0.18
Lcr,low=11.117 m	Lam_LT = 2.35	fi,LT = 2.90	XLT,mod = 0.18

## PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

Ly = 11.117 m	Lam_y = 1.46
Lcr,y = 11.117 m	Xy = 0.39
Lamy = 111.45	kzy = 1.00



względem osi z:

Lz = 11.117 m	Lam_z = 1.84
Lcr,z = 3.780 m	Xz = 0.24
Lamz = 140.25	kzz = 0.41

## FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

## Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.4.(1))
$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.00 < 1.00$ (6.2.9.1.(6))
$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.6-7)
$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00$ (6.2.6-7)
$\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00$ (6.2.6)
$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00$ (6.2.6)

## Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\lambda_{y} = 111.45 < \lambda_{y,max} = 210.00$	$\lambda_{z} = 140.25 < \lambda_{z,max} = 210.00$	STABILNY
$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.45 < 1.00$ (6.3.2.1.(1))		
$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.44 < 1.00$ (6.3.3.(4))		
$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.46 < 1.00$ (6.3.3.(4))		

Profil poprawny !!!

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 2 Stężenia płytwi RK

PRĘT: 519 Stężenia płytwie\_519 PUNKT:

WSPÓŁRZĘDNA: x = 0.51 L = 1.179 m



**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 20 KOMB10 1\*1.00+3\*1.50

**MATERIAŁ:**S 355 ( S 355 )  $f_y = 355 \text{ MPa}$ **PARAMETRY PRZEKROJU: RK 70x70x5**

$h=70.0 \text{ mm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=70.0 \text{ mm}$	$A_y=6.35 \text{ cm}^2$	$A_z=6.35 \text{ cm}^2$	$A_x=12.70 \text{ cm}^2$
$t_w=5.0 \text{ mm}$	$I_y=88.50 \text{ cm}^4$	$I_z=88.50 \text{ cm}^4$	$I_x=137.31 \text{ cm}^4$
$t_f=5.0 \text{ mm}$	$W_{ply}=29.56 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=29.56 \text{ cm}^3$	

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N_{Ed} = 13.97 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = 0.13 \text{ kN*m}$	$M_{z,Ed} = 0.02 \text{ kN*m}$	$V_{y,Ed} = -0.00 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 450.85 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = 0.13 \text{ kN*m}$	$M_{z,Ed,max} = -0.03 \text{ kN*m}$	$V_{y,T,Rd} = 127.08 \text{ kN}$
$N_{b,Rd} = 254.74 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 10.49 \text{ kN*m}$	$M_{z,c,Rd} = 10.49 \text{ kN*m}$	$V_{z,Ed} = -0.00 \text{ kN}$
	$MN_{y,Rd} = 10.49 \text{ kN*m}$	$MN_{z,Rd} = 10.49 \text{ kN*m}$	$V_{z,T,Rd} = 127.08 \text{ kN}$
			$T_{t,Ed} = 0.20 \text{ kN*m}$
			KLASA PRZEKROJU = 1

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:****PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**

względem osi y:

$L_y = 2.311 \text{ m}$	$\Lambda_{m,y} = 1.15$
$L_{cr,y} = 2.311 \text{ m}$	$X_y = 0.57$
$\Lambda_{m,y} = 87.56$	$k_{yy} = 0.99$



względem osi z:

$L_z = 2.311 \text{ m}$	$\Lambda_{m,z} = 1.15$
$L_{cr,z} = 2.311 \text{ m}$	$X_z = 0.57$
$\Lambda_{m,z} = 87.56$	$k_{yz} = 0.60$

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:****Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$   
 $(M_{y,Ed}/MN_{y,Rd})^{1.66} + (M_{z,Ed}/MN_{z,Rd})^{1.66} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$   
 $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$   
 $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$   
 $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}*gM0)) = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6)$   
 $\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}*gM0)) = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6)$

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$\Lambda_{m,y} = 87.56 < \Lambda_{m,max} = 210.00 \quad \Lambda_{m,z} = 87.56 < \Lambda_{m,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$   
 $N_{Ed}/(X_y*N_{Rk}/gM1) + k_{yy}*M_{y,Ed,max}/(XLT*M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz}*M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.07 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$   
 $N_{Ed}/(X_z*N_{Rk}/gM1) + k_{zy}*M_{y,Ed,max}/(XLT*M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz}*M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.07 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$

**Profil poprawny !!!****OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH****NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów**GRUPA:** 3 Stężenia płatwi PO



PRĘT: 556 Stężenia płatwie PO\_556  
1.00 L = 4.102 m

PUNKT: WSPÓŁRZĘDNA: x =

## OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 11 KOMB1 (1+2)\*1.35

## MATERIAŁ:

S 355 ( S 355 )  $f_y = 355$  MPa

## PARAMETRY PRZEKROJU: PO 20

h=20.0 mm

gM0=1.00

gM1=1.00

Ay=2.00 cm<sup>2</sup>Az=2.00 cm<sup>2</sup>Ax=3.14 cm<sup>2</sup>

tw=10.0 mm

Iy=0.79 cm<sup>4</sup>Iz=0.79 cm<sup>4</sup>Ix=1.57 cm<sup>4</sup>Wply=1.33 cm<sup>3</sup>Wplz=1.33 cm<sup>3</sup>

## SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N,Ed = -0.73 kN

Nt,Rd = 111.47 kN

KLASA PRZEKROJU = 1



## PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:



## PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi y:



względem osi z:

## FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

N,Ed/Nt,Rd = 0.01 &lt; 1.00 (6.2.3.(1))

Profil poprawny !!!

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 4 Pierścień obwodowy

PRĘT: 361 Pierścienie\_361

PUNKT: 21

WSPÓŁRZĘDNA: x = 1.00 L = 3.263 m

## OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 20 KOMB10 1\*1.00+3\*1.50

## MATERIAŁ:

S 355 ( S 355 )  $f_y = 355$  MPa

## PARAMETRY PRZEKROJU: C 240

h=240.0 mm

gM0=1.00

gM1=1.00

b=85.0 mm

tw=9.5 mm

tf=13.0 mm

Ay=24.44 cm<sup>2</sup>Iy=3600.00 cm<sup>4</sup>Wply=367.15 cm<sup>3</sup>Az=23.12 cm<sup>2</sup>Iz=248.00 cm<sup>4</sup>Wplz=93.97 cm<sup>3</sup>Ax=42.30 cm<sup>2</sup>Ix=19.70 cm<sup>4</sup>

## SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N,Ed = -240.23 kN

Nt,Rd = 1501.65 kN

My,Ed = -3.89 kN\*m

My,pl,Rd = 130.34 kN\*m

My,c,Rd = 130.34 kN\*m

MN,y,Rd = 127.00 kN\*m

Mz,Ed = 1.32 kN\*m

Mz,pl,Rd = 33.36 kN\*m

Mz,c,Rd = 33.36 kN\*m

MN,z,Rd = 32.51 kN\*m

Vy,Ed = -3.76 kN

Vy,T,Rd = 496.95 kN

Vz,Ed = 2.46 kN

Vz,T,Rd = 471.22 kN

Tt,Ed = -0.06 kN\*m

KLASA PRZEKROJU = 1



## PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

## PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:



względem osi z:

## FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

## Kontrola wytrzymałości przekroju:

 $N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.16 < 1.00$  (6.2.3.(1)) $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{1.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.07 < 1.00$  (6.2.9.1.(6)) $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.6-7) $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.6-7) $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot g_{M0}) = 0.02 < 1.00$  (6.2.6) $\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3}) \cdot g_{M0}) = 0.01 < 1.00$  (6.2.6)

Profil poprawny !!!

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 5 Pierścień wewnętrzny

PRĘT: 391

PUNKT:

WSPÓŁRZĘDNA: x = 1.00 L = 0.408 m

## OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 20 KOMB10 1\*1.00+3\*1.50

## MATERIAŁ:

S 355 ( S 355 )  $f_y = 355$  MPa

## PARAMETRY PRZEKROJU: C 240

h=240.0 mm

b=85.0 mm

tw=9.5 mm

tf=13.0 mm

gM0=1.00

Ay=24.44 cm<sup>2</sup>Iy=3600.00 cm<sup>4</sup>Wply=367.15 cm<sup>3</sup>

gM1=1.00

Az=23.12 cm<sup>2</sup>Iz=248.00 cm<sup>4</sup>Wplz=93.97 cm<sup>3</sup>Ax=42.30 cm<sup>2</sup>Ix=19.70 cm<sup>4</sup>

## SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 65.59 \text{ kN}$        $M_{y,Ed} = 0.57 \text{ kN}\cdot\text{m}$        $M_{z,Ed} = -0.18 \text{ kN}\cdot\text{m}$        $V_{y,Ed} = 3.42 \text{ kN}$   
 $N_{c,Rd} = 1501.65 \text{ kN}$        $M_{y,Ed,max} = 1.28 \text{ kN}\cdot\text{m}$        $M_{z,Ed,max} = -0.18 \text{ kN}\cdot\text{m}$        $V_{y,T,Rd} = 500.81 \text{ kN}$   
 $N_{b,Rd} = 1501.65 \text{ kN}$        $M_{y,c,Rd} = 130.34 \text{ kN}\cdot\text{m}$        $M_{z,c,Rd} = 33.36 \text{ kN}\cdot\text{m}$        $V_{z,Ed} = -3.34 \text{ kN}$   
       $MN_{y,Rd} = 130.09 \text{ kN}\cdot\text{m}$        $MN_{z,Rd} = 33.30 \text{ kN}\cdot\text{m}$        $V_{z,T,Rd} = 473.89 \text{ kN}$   
                 $T_{t,Ed} = -0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
                 $KLASA \text{ PRZEKROJU} = 1$



## PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

## PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:



względem osi z:

$L_y = 0.408 \text{ m}$        $Lam_y = 0.06$   
 $L_{cr,y} = 0.408 \text{ m}$        $X_y = 1.00$   
 $L_{amy} = 4.42$        $k_{yy} = 0.90$

 $k_{yz} = 0.54$ 

## FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

## Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.04 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/MN_{y,Rd})^{1.00} + (M_{z,Ed}/MN_{z,Rd})^{1.00} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot gM0)) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

## Kontrola stateczności globalnej pręta:

$$\lambda_{by} = 4.42 < \lambda_{b,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.06 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**Profil poprawny !!!**

## 2 POSADOWIENIE AKUMULATORA CIEPŁA

## 2.1 Obliczenie pali

## TYTUŁ OBLICZEŃ

Obliczenia dla przekroju charakterystycznego na podstawie OW-2 oraz CPT-1, CPT-2, CPT-3,

## PARAMETRY OBLICZEŃ

## 1. Charakterystyka podłoża gruntowego:

Nr	Nazwa gruntu	Z [m ppt]	$I_D/I_L$ [-]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_m$ [kN/m <sup>3</sup> ]	q [kPa]	t [kPa]	tn [kPa]
1	Nasyp głównie spoisty	5,00	0,55	19,5	9,5	0,90	770,0	27,6	0,0
2	Pasek drobny / piasek średni	12,00	0,60	17,5	9,0	0,90	2483,8	55,6	0,0
3	Gлина piaszczysta tpi	17,00	0,05	22,0	12,0	0,90	1840,0	48,1	0,0

4	Gлина piaszczysta pzw	20,00	-0,01	22,5	12,5	0,90	2750,0	95,0	0,0
---	-----------------------	-------	-------	------	------	------	--------	------	-----

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| 2. Świeży nasyp gruntowy:            | brak świeżego nasypu gruntowego                |
| 3. Tarcie negatywne gruntu:          | brak tarcia negatywnego gruntu                 |
| 4. Woda gruntowa:                    | poziom ustabilizowanego zwierciadła 4,00 m ppt |
| 5. Rodzaj pala:                      | wiercony                                       |
| 6. Technologia wykonania pala:       | CFA  |
| 7. Średnica pala:                    | 0,90 m   |
| 8. Długość pala w zwieńczeniu:       | 0,00 m   |
| 9. Rzędna spodu zwieńczenia pala:    | 2,00 m ppt                                     |
| 10. Oparcie fundamentu na palach:    | na co najmniej 3 palach (m=0,90)               |
| 11. Współczynnik materiałowy dla tn: | 1,1 - dla tarcia negatywnego                   |
| 12. Pal pojedynczy/grupa pali:       | grupa pali                                     |
| ▪ Liczba pali w grupie:              | 188  |
| ▪ Rozstaw osiowy pali:               | ~1,8 m   |
| ▪ Długość grupy pali:                | 25,50 m  |
| ▪ Szerokość grupy pali:              | 25,50 m  |

## WYNIKI OBLICZEŃ

### Wyniki nośności pala

Nr	Długość całkowita pala Lc [m]	Długość pala w gruncie Lg [m]	Nośność podstawy pala Np [kN]	Nośność poboczniczy pala Ns [kN]	Tarcie negatywne gruntu Tn [kN]	Pal pojedynczy		Grupa pali	
						Nośność na wciskanie Nt [kN]	Nośność na wyciąganie Nw [kN]	Nośność na wciskanie Ntgr [kN]	Nośność na wyciąganie Nwgr [kN]
1	1,00	1,00	132	0	0	119	19	119	19
2	2,00	2,00	176	0	0	159	46	159	46
3	3,00	3,00	220	0	0	198	80	198	80
4	4,00	4,00	481	156	0	573	143	573	143
5	5,00	5,00	561	311	0	785	207	785	207
6	6,00	6,00	642	467	0	998	271	998	271
7	7,00	7,00	722	623	0	1210	334	1210	331
8	8,00	8,00	594	778	0	1235	398	1235	382
9	9,00	9,00	654	934	0	1429	462	1429	434
10	10,00	10,00	962	1090	0	1847	525	1837	483
11	11,00	11,00	1159	1224	0	2145	592	2112	538
12	12,00	12,00	1159	1359	0	2266	658	2205	585
13	13,00	13,00	1159	1494	0	2387	724	2306	615
14	14,00	14,00	1159	1628	0	2508	790	2405	648
15	15,00	15,00	1159	1763	0	2629	856	2502	676
16	16,00	16,00	1732	2029	0	3384	1008	3384	766

17	17,00	17,00	1732	2295	0	3623	1160	3623	847
18	18,00	18,00	1732	2560	0	3863	1313	3863	932

$$N_t = m \cdot (N_p + N_s) - T_n$$

$$N_w = m \cdot N_{sw}$$

$$N_{tgr} = m \cdot m_2 \cdot (N_p + m_1 \cdot N_s) - m_n \cdot T_n$$

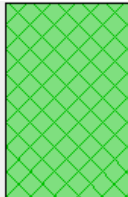


$$N_{wgr} = m \cdot m_1 \cdot m_2 \cdot N_{sw}$$

### Wyniki analizy warunków normowych nośności pała

Nr	Długość całkowita pała Lc [m]	Minimalne zagłębienie pała w warstwie nośnej	Warunki geotechniczne pod podstawą pała
1	1,00	Niewłaściwe zagłębienie pała - niewystarczające zagłębienie pała w warstwie nośnej.	Niezalecane warunki geotechniczne pod podstawą pała - podstawa pała znajduje się w gruncie spoistym, a poniżej zalega grunt niespoisty.
2	2,00	Niewłaściwe zagłębienie pała - niewystarczające zagłębienie pała w warstwie nośnej.	Niezalecane warunki geotechniczne pod podstawą pała - podstawa pała znajduje się w gruncie spoistym, a poniżej zalega grunt niespoisty.
3	3,00	Niewłaściwe zagłębienie pała - niewystarczające zagłębienie pała w warstwie nośnej.	Niezalecane warunki geotechniczne pod podstawą pała - podstawa pała znajduje się w gruncie spoistym, a poniżej zalega grunt niespoisty.
4	4,00	Niewłaściwe zagłębienie pała - niewystarczające zagłębienie pała w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pała.
5	5,00	Poprawne zagłębienie pała w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pała.
6	6,00	Poprawne zagłębienie pała w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pała.
7	7,00	Poprawne zagłębienie pała w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pała.
8	8,00	Poprawne zagłębienie pała w warstwie nośnej.	Niewłaściwe warunki geotechniczne pod podstawą pała - podstawa pała znajduje się w gruncie niespoistym, a w odległości mniejszej niż 2,5D od podstawy zalega grunt spoisty. Uwaga - przyjęto opór pod podstawą pała q dla warstwy słabszej zalegającej poniżej.
9	9,00	Poprawne zagłębienie pała w warstwie nośnej.	Niewłaściwe warunki geotechniczne pod podstawą pała - podstawa pała znajduje się w gruncie niespoistym, a w odległości mniejszej niż 2,5D od podstawy zalega grunt spoisty. Uwaga - przyjęto opór pod podstawą pała q dla warstwy słabszej zalegającej poniżej.
10	10,00	Poprawne zagłębienie pała w warstwie nośnej.	Niewłaściwe warunki geotechniczne pod podstawą pała - podstawa pała znajduje się w gruncie niespoistym, a w odległości mniejszej

			niż 2,5D od podstawy zalega grunt spoisty. Uwaga - przyjęto opór pod podstawą pała q dla warstwy słabszej zalegającej poniżej.
11	11,00	Niewłaściwe zagłębienie pała - niewystarczające zagłębienie pała w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pała.
12	12,00	Poprawne zagłębienie pała w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pała.
13	13,00	Poprawne zagłębienie pała w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pała.
14	14,00	Poprawne zagłębienie pała w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pała.
15	15,00	Poprawne zagłębienie pała w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pała.
<b>16</b>	<b>16,00</b>	<b>Poprawne zagłębienie pała w warstwie nośnej.</b>	<b>Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pała.</b>
17	17,00	Poprawne zagłębienie pała w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pała.
18	18,00	Poprawne zagłębienie pała w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pała.

**Parametry wydzielonych warstw podłoża gruntowego**

Nr	Nazwa gruntu	<b>Beton</b> Model materiałowy : sprężysty Ciężar objętościowy : $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$ Współczynnik Poisson'a : $\nu = 0,20$ Moduł sprężystości : $E = 30000,00 \text{ MPa}$ Parametr Biot'a : $\alpha = 1,00$ Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{\text{sat}} = 25,50 \text{ kN/m}^3$	
Nr	Nazwa gruntu	<b>nasyp</b> Model materiałowy : Mohr-Coulomb Modyfikowany Ciężar objętościowy : $\gamma = 17,00 \text{ kN/m}^3$ Współczynnik Poisson'a : $\nu = 0,30$ Moduł sprężystości : $E = 10,00 \text{ MPa}$ Parametr Biot'a : $\alpha = 1,00$ Moduł odciążenie / dociążenie : $E_{\text{ur}} = 20,00 \text{ MPa}$ Kąt tarcia wewnętrznego : $\varphi_{\text{ef}} = 12,00^\circ$ Spójność gruntu : $c_{\text{ef}} = 12,00 \text{ kPa}$ Kąt dylatacji : $\psi = 0,00^\circ$ Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{\text{sat}} = 18,00 \text{ kN/m}^3$	
Nr	Nazwa gruntu	<b>Piaski</b> Model materiałowy : Mohr-Coulomb Modyfikowany Ciężar objętościowy : $\gamma = 17,50 \text{ kN/m}^3$ Współczynnik Poisson'a : $\nu = 0,30$ Moduł sprężystości : $E = 80,00 \text{ MPa}$ Parametr Biot'a : $\alpha = 1,00$ Moduł odciążenie / dociążenie : $E_{\text{ur}} = 160,00 \text{ MPa}$ Kąt tarcia wewnętrznego : $\varphi_{\text{ef}} = 33,00^\circ$ Spójność gruntu : $c_{\text{ef}} = 1,00 \text{ kPa}$ Kąt dylatacji : $\psi = 3,00^\circ$ Ciężar gruntu nawodn. : $\gamma_{\text{sat}} = 18,00 \text{ kN/m}^3$	

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

## WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła

Nr	Nazwa gruntu	
1	Beton	
2	nasyp	
3	Piaski	
4	Gлина tpi	

**Gлина tpi**

Model materiałowy : Mohr-Coulomb Modyfikowany

Ciężar objętościowy :  $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Współczynnik Poisson'a :  $\nu = 0,25$

Moduł sprężystości :  $E = 50,00 \text{ MPa}$

Zmiana modułu sprężystości :  $K_d = 2,00 \text{ MPa/m}$

Parametr Biot'a :  $\alpha = 1,00$

Moduł odciążenia / dociążenia :  $E_{ur} = 100,00 \text{ MPa}$

Kąt tarcia wewnętrznego :  $\varphi_{ef} = 20,00^\circ$

Spójność gruntu :  $c_{ef} = 35,00 \text{ kPa}$

Kąt dyatacji :  $\psi = 0,00^\circ$

Ciężar gruntu nawodn. :  $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Załącznik nr T.3 Zestawienie właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów

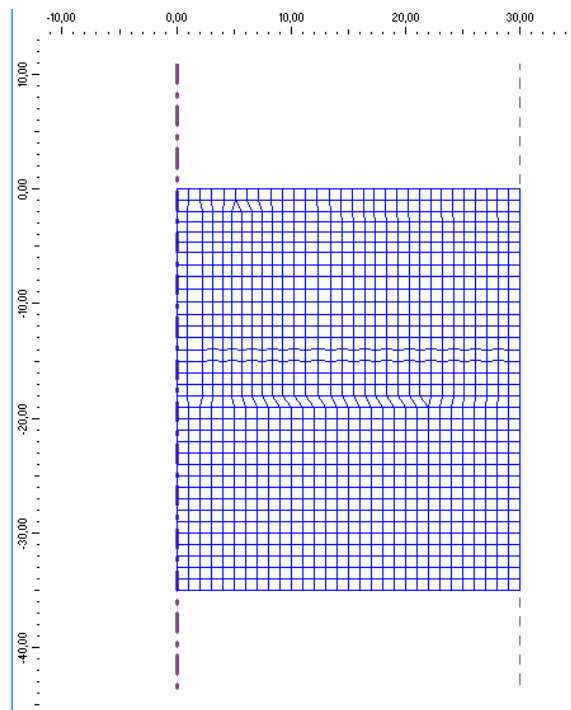
Wydzielenia geologiczno-inżynierskie				wg PN-81/B-03020						wg CPT		Parametry wyznaczone w aparacie trójosiowego ściskania				Edometr	
Nr warstwy geologiczno-inżynierskiej	Dominujący rodzaj gruntu	Stan gruntu $I_L$	Stan gruntu $I_p$	Symbol gruntów spoistych	Gęstość objętościowa	Kąt tarcia wewnętrznego	Spójność	Edometryczny moduł ściskalności pierwotnej	Edometryczny moduł ściskalności wtórnej	Średnia wartość oporu na ścinanie	Wyrzeczalność na ścinanie w warunkach bez odchywu	Kąt tarcia wewn.	Spójność	Moduł odczyszczenia dla $\sigma_v' = 50 \text{ kPa}$		Moduł ściśliwości dla naprężeń pionowych 200 - 400 kPa	
					$\rho^{(n)}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$\phi^{(n)}$ [°]	$c^{(n)}$ [kPa]	$M_0$ [MPa]	$M$ [MPa]					$E_{c-0.1\%}$ [MPa]	$E_{c-0.5\%}$ [MPa]	$M_0$ [MPa]	$M$ [MPa]
I	nN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IIb	Pd	-	0.35 + 0.65	-	1.75	29 + 31	-	46 + 81	58 + 101	13.46	-	-	-	-	-	-	-
IIIb	Ps, Ps+Ż	-	0.35 + 0.65	-	1.85/2.00*	32 + 33	-	72 + 121	80 + 135	10.33	-	-	-	-	-	-	-
IIIc	-	-	≥ 0.66	-	1.90	34	-	132	146	19.95	-	-	-	-	-	-	-
IV	Po	-	0.35 + 0.65	-	1.90	37 + 39	-	124 + 184	124 + 184	-	-	-	-	-	-	-	-
Va	Gp, Gp+Ż	0.25 + 0.50	-	B	2.00 + 2.10	12 + 17	21 + 29	19 + 32	25 + 43	1.46	60 + 90	31	0	22	8	7	60
Vb	-	0.0 + 0.25	-	B	2.10 + 2.20	17 + 22	29 + 40	32 + 65	43 + 87	5.72	140 + 210	33	3	25	8	7	-

\* - gęstość objętościowa poniżej zwierciadła wody gruntowej

Symbole gruntów spoistych:

- A - grunty morenowe skonsolidowane
- B - grunty morenowe nieskonsolidowane oraz pozostałe skonsolidowane
- C - pozostałe grunty nieskonsolidowane
- D - ilły bez względu na genezę

Widok modelu obliczeniowego

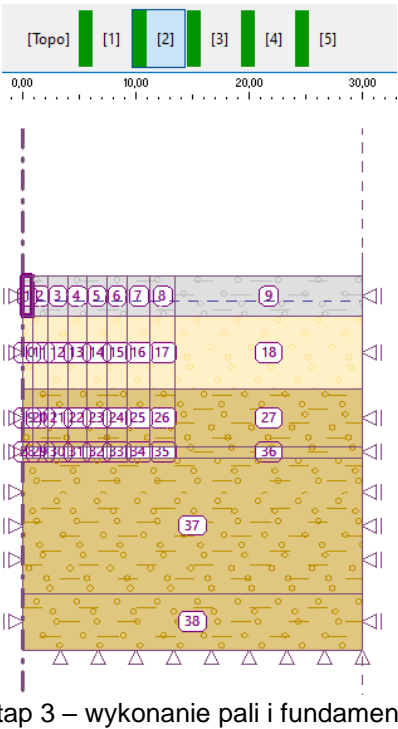
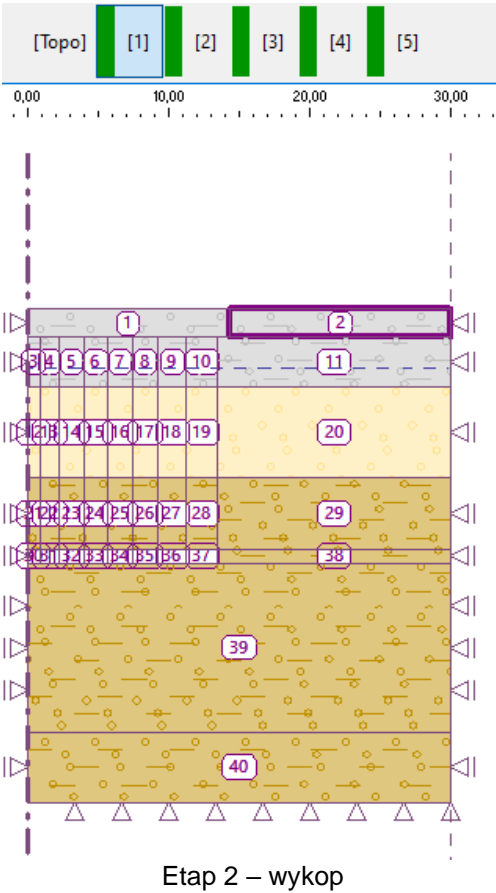


Etap 1 – wyznaczenie stanu naprężenia

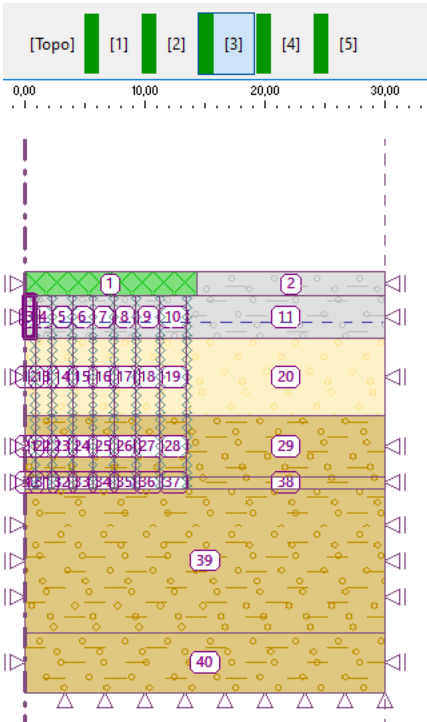
Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

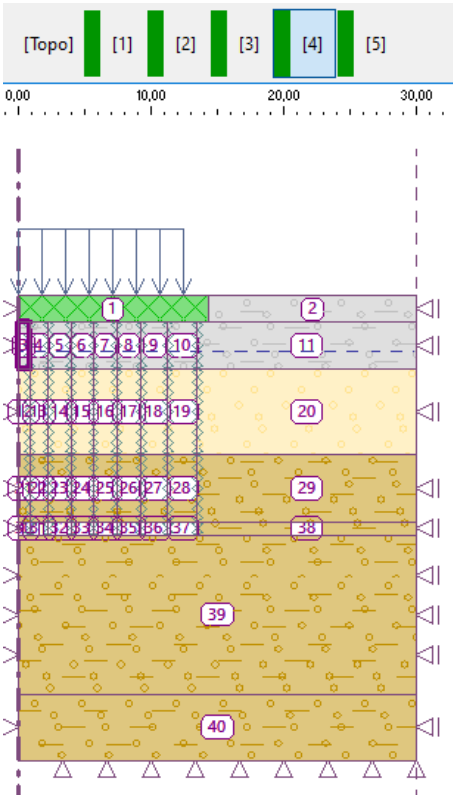
Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła



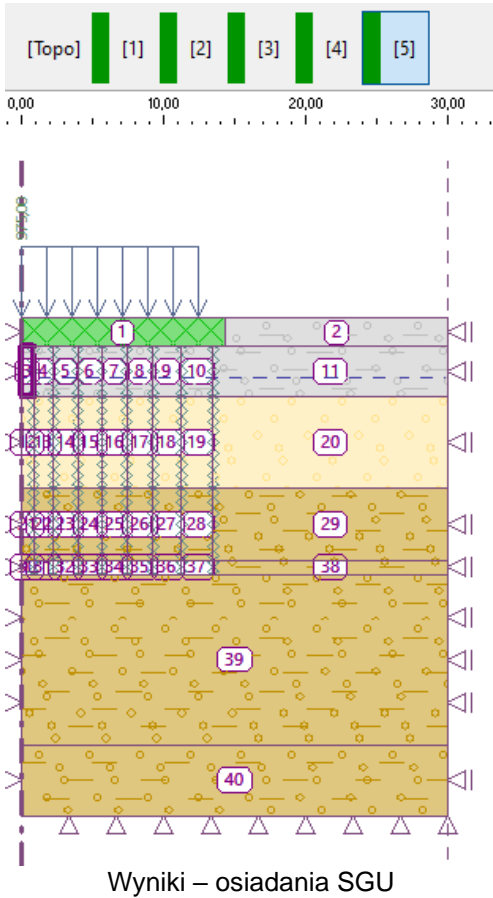


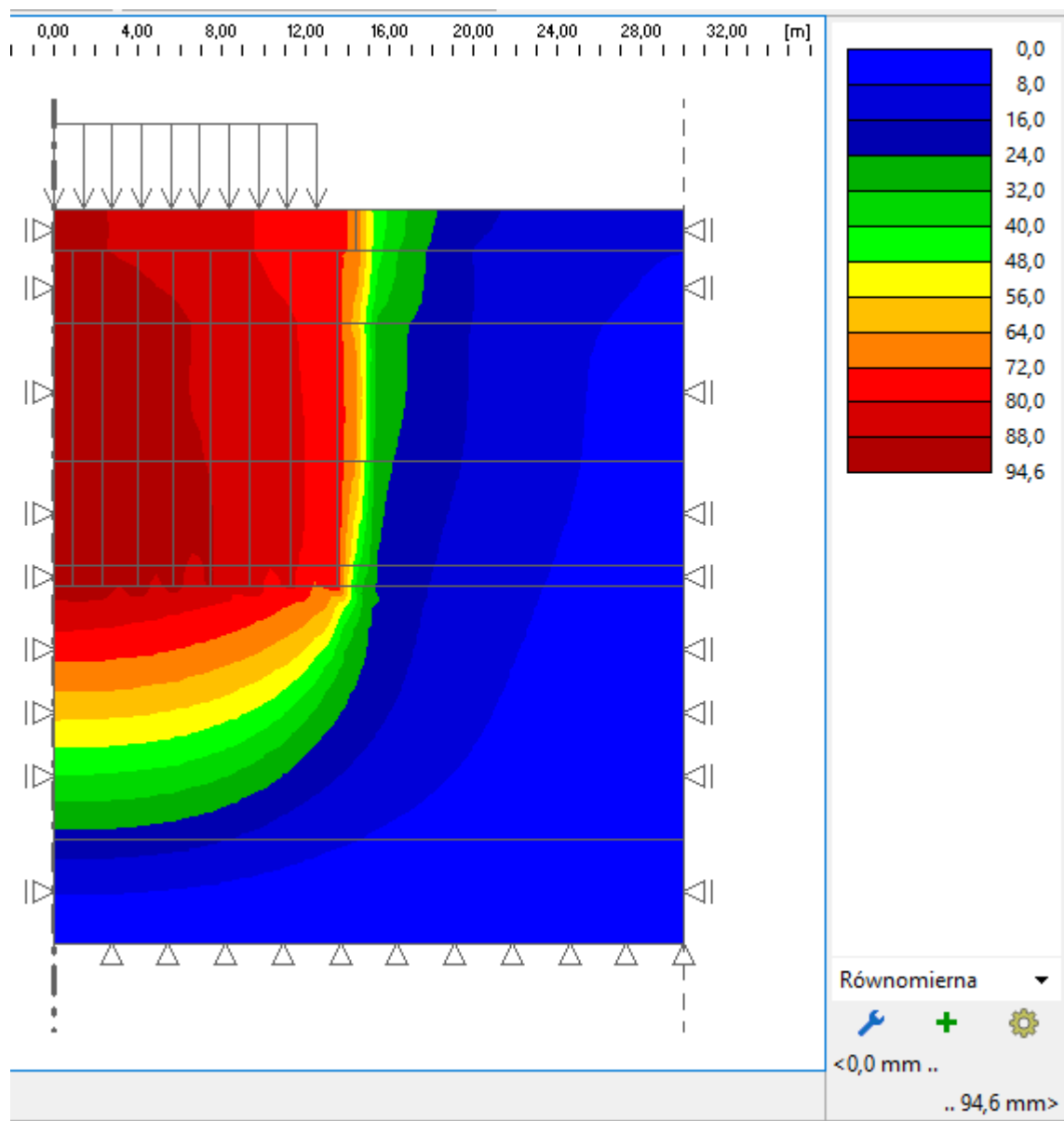


Etap 4 – obciążenie hydrostatyczne – charakterystyczne 650kPa



Etap 5 – obciążenie hydrostatyczne – obliczeniowe 975kPa



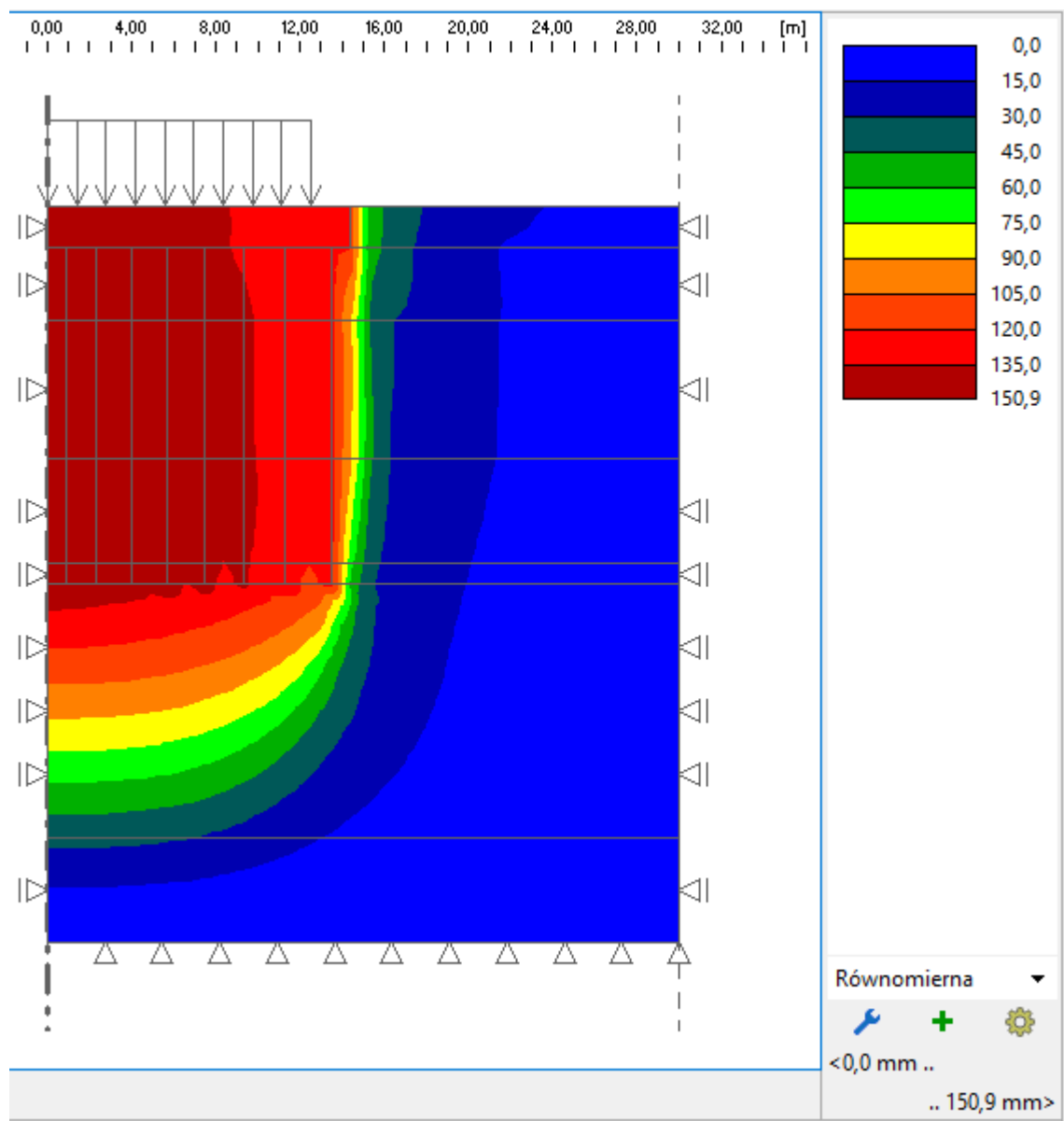


Wyniki – osiadania SGN

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

**WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH**

Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła



## 2.2 Płyta ociepowa - fundamentów

### 2.2.1 1. Dane konstrukcji

#### 2.2.1.1 Dane płyt

Symbol	Grubość	Pole powierzchni	Poziom pł. środk.	Materiał
2	2000mm	156,05m <sup>2</sup>	0,00m	C30/37
3	2000mm	490,87m <sup>2</sup>	0,00m	C30/37
4	2000mm	12,34m <sup>2</sup>	0,00m	C30/37
5	2000mm	3,60m <sup>2</sup>	0,00m	C30/37

#### 2.2.1.2 Sztywności płyt

Symbol	D <sub>x</sub>	D <sub>y</sub>	D <sub>xy</sub>	G <sub>xy</sub>	Opcje
2	22222222kNm	22222222kNm	44444444kNm	8888667kNm	
3	22222222kNm	22222222kNm	44444444kNm	8888667kNm	
4	22222222kNm	22222222kNm	44444444kNm	8888667kNm	
5	22222222kNm	22222222kNm	44444444kNm	8888667kNm	

#### 2.2.1.3 Dane słupów

Symbol	Przekrój	wys. L <sub>d</sub>	wys. L <sub>g</sub>	X	Y	Kąt obr.	Materiał	Typ połączenia
1	D=900mm	3,00m	-	5,27	-5,27	0,00°	C25/30	przegubowe
2	D=900mm	3,00m	-	-0,91	0,00	0,00°	C25/30	przegubowe
3	D=900mm	3,00m	-	5,70	0,00	0,00°	C25/30	przegubowe
4	D=900mm	3,00m	-	0,00	0,90	0,00°	C25/30	przegubowe
5	D=900mm	3,00m	-	-3,67	1,60	0,00°	C25/30	przegubowe
6	D=900mm	3,00m	-	0,91	0,00	0,00°	C25/30	przegubowe
7	D=900mm	3,00m	-	5,65	9,79	0,00°	C25/30	przegubowe
8	D=900mm	3,00m	-	0,00	-0,90	0,00°	C25/30	przegubowe
9	D=900mm	3,00m	-	-1,50	-3,70	0,00°	C25/30	przegubowe
10	D=900mm	3,00m	-	6,22	6,91	0,00°	C25/30	przegubowe
11	D=900mm	3,00m	-	2,90	-2,80	0,00°	C25/30	przegubowe
12	D=900mm	3,00m	-	6,75	-11,69	0,00°	C25/30	przegubowe
13	D=900mm	3,00m	-	2,80	2,80	0,00°	C25/30	przegubowe
14	D=900mm	3,00m	-	-2,80	2,90	0,00°	C25/30	przegubowe
15	D=900mm	3,00m	-	5,17	-12,47	0,00°	C25/30	przegubowe
18	D=900mm	3,00m	-	5,42	-1,76	0,00°	C25/30	przegubowe
20	D=900mm	3,00m	-	-2,30	-0,07	0,00°	C25/30	przegubowe
23	D=900mm	3,00m	-	0,00	-2,37	0,00°	C25/30	przegubowe
26	D=900mm	3,00m	-	5,42	1,76	0,00°	C25/30	przegubowe
28	D=900mm	3,00m	-	5,65	-9,79	0,00°	C25/30	przegubowe

31	D=900mm	3,00m	-	5,17	12,47	0,00°	C25/30	przegubowe
34	D=900mm	3,00m	-	1,63	-1,70	0,00°	C25/30	przegubowe
36	D=900mm	3,00m	-	-1,76	13,38	0,00°	C25/30	przegubowe
39	D=900mm	3,00m	-	3,73	6,45	0,00°	C25/30	przegubowe
42	D=900mm	3,00m	-	-1,63	-1,70	0,00°	C25/30	przegubowe
44	D=900mm	3,00m	-	-1,76	-13,38	0,00°	C25/30	przegubowe
47	D=900mm	3,00m	-	-3,35	4,61	0,00°	C25/30	przegubowe
50	D=900mm	3,00m	-	0,00	-13,50	0,00°	C25/30	przegubowe
52	D=900mm	3,00m	-	2,30	-0,07	0,00°	C25/30	przegubowe
55	D=900mm	3,00m	-	1,93	7,20	0,00°	C25/30	przegubowe
58	D=900mm	3,00m	-	1,63	1,55	0,00°	C25/30	przegubowe
61	D=900mm	3,00m	-	-4,61	3,35	0,00°	C25/30	przegubowe
64	D=900mm	3,00m	-	-5,17	12,47	0,00°	C25/30	przegubowe
66	D=900mm	3,00m	-	1,76	-13,38	0,00°	C25/30	przegubowe
69	D=900mm	3,00m	-	0,00	2,23	0,00°	C25/30	przegubowe
72	D=900mm	3,00m	-	0,00	7,45	0,00°	C25/30	przegubowe
76	D=900mm	3,00m	-	-1,63	1,55	0,00°	C25/30	przegubowe
79	D=900mm	3,00m	-	-6,75	11,69	0,00°	C25/30	przegubowe
82	D=900mm	3,00m	-	-5,42	1,76	0,00°	C25/30	przegubowe
84	D=900mm	3,00m	-	3,49	-13,04	0,00°	C25/30	przegubowe
87	D=900mm	3,00m	-	-9,30	0,00	0,00°	C25/30	przegubowe
90	D=900mm	3,00m	-	-9,10	-1,93	0,00°	C25/30	przegubowe
92	D=900mm	3,00m	-	-1,93	7,20	0,00°	C25/30	przegubowe
95	D=900mm	3,00m	-	-11,30	0,00	0,00°	C25/30	przegubowe
98	D=900mm	3,00m	-	-8,22	10,71	0,00°	C25/30	przegubowe
100	D=900mm	3,00m	-	4,65	8,05	0,00°	C25/30	przegubowe
103	D=900mm	3,00m	-	-8,50	-3,78	0,00°	C25/30	przegubowe
106	D=900mm	3,00m	-	-7,52	-5,47	0,00°	C25/30	przegubowe
108	D=900mm	3,00m	-	-3,72	6,45	0,00°	C25/30	przegubowe
111	D=900mm	3,00m	-	-11,13	-1,96	0,00°	C25/30	przegubowe
114	D=900mm	3,00m	-	-9,55	9,55	0,00°	C25/30	przegubowe
117	D=900mm	3,00m	-	3,86	10,62	0,00°	C25/30	przegubowe
120	D=900mm	3,00m	-	2,87	-8,84	0,00°	C25/30	przegubowe
122	D=900mm	3,00m	-	2,87	8,84	0,00°	C25/30	przegubowe
125	D=900mm	3,00m	-	-4,65	-8,05	0,00°	C25/30	przegubowe
128	D=900mm	3,00m	-	1,96	11,13	0,00°	C25/30	przegubowe
130	D=900mm	3,00m	-	-10,71	8,22	0,00°	C25/30	przegubowe
133	D=900mm	3,00m	-	-10,62	-3,86	0,00°	C25/30	przegubowe
136	D=900mm	3,00m	-	-6,22	-6,91	0,00°	C25/30	przegubowe

**Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4**

**WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH**

**Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła**

138	D=900mm	3,00m	-	-6,45	3,73	0,00°	C25/30	przegubowe
141	D=900mm	3,00m	-	0,97	9,25	0,00°	C25/30	przegubowe
144	D=900mm	3,00m	-	-0,97	-9,25	0,00°	C25/30	przegubowe
146	D=900mm	3,00m	-	-3,49	13,04	0,00°	C25/30	przegubowe
149	D=900mm	3,00m	-	-9,79	-5,65	0,00°	C25/30	przegubowe
152	D=900mm	3,00m	-	-11,69	6,75	0,00°	C25/30	przegubowe
154	D=900mm	3,00m	-	-2,87	-8,84	0,00°	C25/30	przegubowe
157	D=900mm	3,00m	-	0,97	-9,25	0,00°	C25/30	przegubowe
160	D=900mm	3,00m	-	-0,97	9,25	0,00°	C25/30	przegubowe
162	D=900mm	3,00m	-	-12,47	5,17	0,00°	C25/30	przegubowe
165	D=900mm	3,00m	-	-7,20	1,93	0,00°	C25/30	przegubowe
168	D=900mm	3,00m	-	-8,66	-7,26	0,00°	C25/30	przegubowe
170	D=900mm	3,00m	-	0,00	11,30	0,00°	C25/30	przegubowe
173	D=900mm	3,00m	-	-5,70	0,00	0,00°	C25/30	przegubowe
176	D=900mm	3,00m	-	-2,87	8,84	0,00°	C25/30	przegubowe
178	D=900mm	3,00m	-	4,65	-8,05	0,00°	C25/30	przegubowe
181	D=900mm	3,00m	-	-5,27	5,27	0,00°	C25/30	przegubowe
184	D=900mm	3,00m	-	-13,04	3,49	0,00°	C25/30	przegubowe
188	D=900mm	3,00m	-	-7,26	-8,66	0,00°	C25/30	przegubowe
192	D=900mm	3,00m	-	-1,96	11,13	0,00°	C25/30	przegubowe
196	D=900mm	3,00m	-	-3,86	10,62	0,00°	C25/30	przegubowe
199	D=900mm	3,00m	-	-4,65	8,05	0,00°	C25/30	przegubowe
202	D=900mm	3,00m	-	-5,42	-1,76	0,00°	C25/30	przegubowe
204	D=900mm	3,00m	-	-5,65	-9,79	0,00°	C25/30	przegubowe
207	D=900mm	3,00m	-	-13,38	1,76	0,00°	C25/30	przegubowe
210	D=900mm	3,00m	-	-5,65	9,79	0,00°	C25/30	przegubowe
212	D=900mm	3,00m	-	-6,22	6,91	0,00°	C25/30	przegubowe
215	D=900mm	3,00m	-	-4,61	-3,35	0,00°	C25/30	przegubowe
218	D=900mm	3,00m	-	-7,52	5,47	0,00°	C25/30	przegubowe
221	D=900mm	3,00m	-	-7,45	0,00	0,00°	C25/30	przegubowe
224	D=900mm	3,00m	-	-3,86	-10,62	0,00°	C25/30	przegubowe
228	D=900mm	3,00m	-	-7,26	8,66	0,00°	C25/30	przegubowe
231	D=900mm	3,00m	-	-8,50	3,78	0,00°	C25/30	przegubowe
234	D=900mm	3,00m	-	-13,50	0,00	0,00°	C25/30	przegubowe
237	D=900mm	3,00m	-	-1,96	-11,13	0,00°	C25/30	przegubowe
240	D=900mm	3,00m	-	-13,38	-1,76	0,00°	C25/30	przegubowe
244	D=900mm	3,00m	-	-8,66	7,26	0,00°	C25/30	przegubowe
247	D=900mm	3,00m	-	-13,04	-3,49	0,00°	C25/30	przegubowe
250	D=900mm	3,00m	-	-3,35	-4,61	0,00°	C25/30	przegubowe

253	D=900mm	3,00m	-	-6,45	-3,73	0,00°	C25/30	przegubowe
256	D=900mm	3,00m	-	-12,47	-5,17	0,00°	C25/30	przegubowe
260	D=900mm	3,00m	-	0,00	-11,30	0,00°	C25/30	przegubowe
263	D=900mm	3,00m	-	-9,10	1,93	0,00°	C25/30	przegubowe
266	D=900mm	3,00m	-	-9,79	5,65	0,00°	C25/30	przegubowe
269	D=900mm	3,00m	-	-10,71	-8,22	0,00°	C25/30	przegubowe
272	D=900mm	3,00m	-	-1,76	-5,42	0,00°	C25/30	przegubowe
276	D=900mm	3,00m	-	4,61	-3,35	0,00°	C25/30	przegubowe
279	D=900mm	3,00m	-	-11,69	-6,75	0,00°	C25/30	przegubowe
282	D=900mm	3,00m	-	-9,55	-9,55	0,00°	C25/30	przegubowe
285	D=900mm	3,00m	-	0,00	-5,70	0,00°	C25/30	przegubowe
288	D=900mm	3,00m	-	1,96	-11,13	0,00°	C25/30	przegubowe
292	D=900mm	3,00m	-	-5,27	-5,27	0,00°	C25/30	przegubowe
295	D=900mm	3,00m	-	-10,62	3,86	0,00°	C25/30	przegubowe
298	D=900mm	3,00m	-	-8,22	-10,71	0,00°	C25/30	przegubowe
301	D=900mm	3,00m	-	-6,75	-11,69	0,00°	C25/30	przegubowe
304	D=900mm	3,00m	-	-5,17	-12,47	0,00°	C25/30	przegubowe
308	D=900mm	3,00m	-	1,76	-5,42	0,00°	C25/30	przegubowe
311	D=900mm	3,00m	-	-3,73	-6,45	0,00°	C25/30	przegubowe
314	D=900mm	3,00m	-	3,86	-10,62	0,00°	C25/30	przegubowe
317	D=900mm	3,00m	-	-11,13	1,96	0,00°	C25/30	przegubowe
320	D=900mm	3,00m	-	-1,93	-7,20	0,00°	C25/30	przegubowe
324	D=900mm	3,00m	-	-4,00	0,00	0,00°	C25/30	przegubowe
327	D=900mm	3,00m	-	3,49	13,04	0,00°	C25/30	przegubowe
330	D=900mm	3,00m	-	0,00	-7,45	0,00°	C25/30	przegubowe
333	D=900mm	3,00m	-	-3,67	-1,60	0,00°	C25/30	przegubowe
336	D=900mm	3,00m	-	3,35	-4,61	0,00°	C25/30	przegubowe
340	D=900mm	3,00m	-	-2,80	-2,90	0,00°	C25/30	przegubowe
343	D=900mm	3,00m	-	0,00	13,50	0,00°	C25/30	przegubowe
346	D=900mm	3,00m	-	1,93	-7,20	0,00°	C25/30	przegubowe
349	D=900mm	3,00m	-	-3,49	-13,04	0,00°	C25/30	przegubowe
352	D=900mm	3,00m	-	3,72	-6,45	0,00°	C25/30	przegubowe
356	D=900mm	3,00m	-	0,00	-4,00	0,00°	C25/30	przegubowe
359	D=900mm	3,00m	-	1,76	13,38	0,00°	C25/30	przegubowe
362	D=900mm	3,00m	-	-7,20	-1,93	0,00°	C25/30	przegubowe
365	D=900mm	3,00m	-	1,76	5,42	0,00°	C25/30	przegubowe
368	D=900mm	3,00m	-	1,60	-3,67	0,00°	C25/30	przegubowe
372	D=900mm	3,00m	-	4,00	0,00	0,00°	C25/30	przegubowe
375	D=900mm	3,00m	-	-1,76	5,42	0,00°	C25/30	przegubowe



**Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4**

**WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH**

**Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła**

378	D=900mm	3,00m	-	3,67	-1,60	0,00°	C25/30	przegubowe
381	D=900mm	3,00m	-	3,35	4,61	0,00°	C25/30	przegubowe
384	D=900mm	3,00m	-	-1,60	3,67	0,00°	C25/30	przegubowe
388	D=900mm	3,00m	-	1,60	3,67	0,00°	C25/30	przegubowe
391	D=900mm	3,00m	-	0,00	4,00	0,00°	C25/30	przegubowe
394	D=900mm	3,00m	-	7,45	0,00	0,00°	C25/30	przegubowe
397	D=900mm	3,00m	-	5,27	5,27	0,00°	C25/30	przegubowe
400	D=900mm	3,00m	-	9,30	0,00	0,00°	C25/30	przegubowe
404	D=900mm	3,00m	-	3,67	1,60	0,00°	C25/30	przegubowe
407	D=900mm	3,00m	-	7,26	8,66	0,00°	C25/30	przegubowe
410	D=900mm	3,00m	-	9,55	-9,55	0,00°	C25/30	przegubowe
413	D=900mm	3,00m	-	7,52	-5,47	0,00°	C25/30	przegubowe
416	D=900mm	3,00m	-	8,22	-10,71	0,00°	C25/30	przegubowe
420	D=900mm	3,00m	-	8,50	3,78	0,00°	C25/30	przegubowe
423	D=900mm	3,00m	-	7,52	5,47	0,00°	C25/30	przegubowe
426	D=900mm	3,00m	-	8,50	-3,78	0,00°	C25/30	przegubowe
429	D=900mm	3,00m	-	11,69	-6,75	0,00°	C25/30	przegubowe
432	D=900mm	3,00m	-	9,10	1,93	0,00°	C25/30	przegubowe
436	D=900mm	3,00m	-	0,00	5,70	0,00°	C25/30	przegubowe
439	D=900mm	3,00m	-	12,47	-5,17	0,00°	C25/30	przegubowe
442	D=900mm	3,00m	-	10,71	-8,22	0,00°	C25/30	przegubowe
446	D=900mm	3,00m	-	6,22	-6,91	0,00°	C25/30	przegubowe
449	D=900mm	3,00m	-	7,20	1,93	0,00°	C25/30	przegubowe
452	D=900mm	3,00m	-	13,04	-3,49	0,00°	C25/30	przegubowe
456	D=900mm	3,00m	-	13,38	-1,76	0,00°	C25/30	przegubowe
459	D=900mm	3,00m	-	12,47	5,17	0,00°	C25/30	przegubowe
462	D=900mm	3,00m	-	13,38	1,76	0,00°	C25/30	przegubowe
465	D=900mm	3,00m	-	13,04	3,49	0,00°	C25/30	przegubowe
468	D=900mm	3,00m	-	9,10	-1,93	0,00°	C25/30	przegubowe
472	D=900mm	3,00m	-	8,22	10,71	0,00°	C25/30	przegubowe
475	D=900mm	3,00m	-	10,71	8,22	0,00°	C25/30	przegubowe
478	D=900mm	3,00m	-	9,55	9,55	0,00°	C25/30	przegubowe
481	D=900mm	3,00m	-	4,61	3,35	0,00°	C25/30	przegubowe
484	D=900mm	3,00m	-	6,75	11,69	0,00°	C25/30	przegubowe
488	D=900mm	3,00m	-	7,26	-8,66	0,00°	C25/30	przegubowe
491	D=900mm	3,00m	-	11,69	6,75	0,00°	C25/30	przegubowe
494	D=900mm	3,00m	-	9,79	-5,65	0,00°	C25/30	przegubowe
497	D=900mm	3,00m	-	10,62	-3,86	0,00°	C25/30	przegubowe
500	D=900mm	3,00m	-	10,62	3,86	0,00°	C25/30	przegubowe

504	D=900mm	3,00m	-	6,45	3,72	0,00°	C25/30	przegubowe
507	D=900mm	3,00m	-	6,45	-3,73	0,00°	C25/30	przegubowe
510	D=900mm	3,00m	-	7,20	-1,93	0,00°	C25/30	przegubowe
513	D=900mm	3,00m	-	9,79	5,65	0,00°	C25/30	przegubowe
516	D=900mm	3,00m	-	11,13	1,96	0,00°	C25/30	przegubowe
520	D=900mm	3,00m	-	8,66	-7,26	0,00°	C25/30	przegubowe
523	D=900mm	3,00m	-	13,50	0,00	0,00°	C25/30	przegubowe
526	D=900mm	3,00m	-	8,66	7,26	0,00°	C25/30	przegubowe
529	D=900mm	3,00m	-	11,30	0,00	0,00°	C25/30	przegubowe
532	D=900mm	3,00m	-	11,13	-1,96	0,00°	C25/30	przegubowe
565	D=900mm	3,00m	-	-14,48	7,44	0,00°	C25/30	przegubowe
637	D=900mm	3,00m	-	-13,10	9,70	0,00°	C25/30	przegubowe

#### 2.2.1.4 Sztywności słupów

Symbol	Typ połączenia	$K_w$	$K_{fi1}$	$K_{fi2}$	Opcje
1	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
2	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
3	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
4	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
5	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
6	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
7	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
8	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
9	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
10	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
11	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
12	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
13	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
14	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
15	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
18	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
20	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
23	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
26	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
28	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
31	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
34	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
36	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
39	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność

42	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
44	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
47	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
50	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
52	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
55	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
58	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
61	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
64	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
66	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
69	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
72	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
76	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
79	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
82	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
84	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
87	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
90	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
92	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
95	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
98	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
100	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
103	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
106	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
108	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
111	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
114	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
117	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
120	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
122	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
125	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
128	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
130	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
133	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
136	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
138	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
141	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
144	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
146	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność

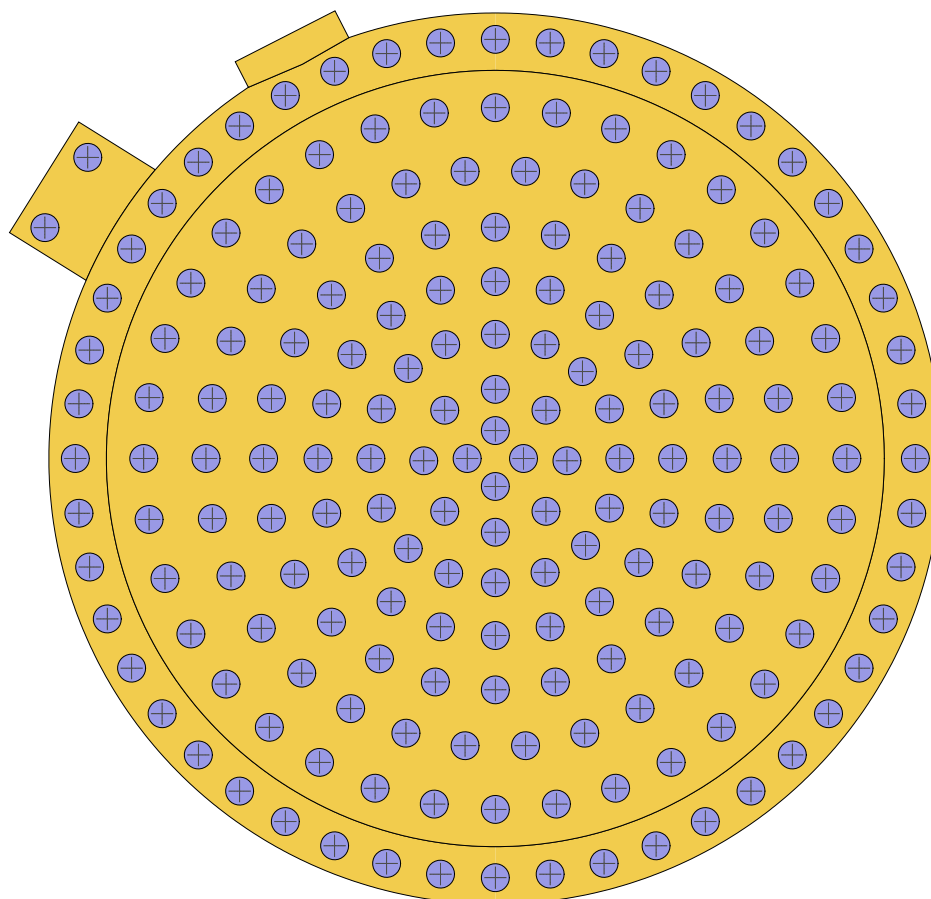
149	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
152	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
154	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
157	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
160	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
162	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
165	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
168	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
170	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
173	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
176	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
178	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
181	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
184	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
188	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
192	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
196	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
199	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
202	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
204	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
207	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
210	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
212	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
215	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
218	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
221	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
224	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
228	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
231	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
234	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
237	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
240	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
244	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
247	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
250	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
253	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
256	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
260	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
263	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność

266	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
269	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
272	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
276	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
279	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
282	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
285	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
288	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
292	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
295	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
298	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
301	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
304	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
308	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
311	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
314	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
317	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
320	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
324	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
327	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
330	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
333	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
336	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
340	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
343	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
346	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
349	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
352	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
356	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
359	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
362	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
365	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
368	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
372	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
375	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
378	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
381	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
384	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
388	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność

391	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
394	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
397	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
400	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
404	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
407	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
410	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
413	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
416	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
420	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
423	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
426	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
429	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
432	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
436	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
439	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
442	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
446	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
449	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
452	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
456	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
459	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
462	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
465	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
468	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
472	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
475	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
478	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
481	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
484	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
488	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
491	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
494	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
497	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
500	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
504	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
507	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
510	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
513	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność

516	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
520	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
523	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
526	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
529	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
532	przegubowe	180000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
565	przegubowe	166000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
637	przegubowe	166000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność

## 2.2.2 Model konstrukcyjny





### 2.2.3 Lista materiałów

#### beton C25/30

Wytrzymałość gwarantowana na ściskanie	$f_{G,cube} =$	30 MPa
Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie	$f_{cd} =$	17,86 MPa
Moduł Younga	$E =$	31 GPa
Współczynnik Poissona	$\nu =$	0,2
Współczynnik rozszerzalności term.	$\alpha_T =$	0,000010 1/K
Gęstość	$\rho =$	2500 kg/m <sup>3</sup>

#### beton C30/37

Wytrzymałość gwarantowana na ściskanie	$f_{G,cube} =$	37 MPa
Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie	$f_{cd} =$	21,43 MPa
Moduł Younga	$E =$	32 GPa
Współczynnik Poissona	$\nu =$	0,2
Współczynnik rozszerzalności term.	$\alpha_T =$	0,000010 1/K
Gęstość	$\rho =$	2500 kg/m <sup>3</sup>

#### stal $f_{yk}=400$

Obliczeniowa granica plastyczności	$f_{yd} =$	347,83 MPa
Moduł Younga	$E =$	200 GPa
Gęstość	$\rho =$	7850 kg/m <sup>3</sup>

#### stal $f_{yk}=500$

Obliczeniowa granica plastyczności	$f_{yd} =$	434,78 MPa
Moduł Younga	$E =$	200 GPa
Gęstość	$\rho =$	7850 kg/m <sup>3</sup>

### 2.2.4 Grupy obciążeń

Symbol	Nazwa	Rodzaj	$\gamma_{f1}$	$\gamma_{f2}$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	Oddziaływanie	Wiodące/RGO
CW	ciężar własny	stałe	1,35	1,0					
1	Stałe	stałe	1,35	1,0					
2	ciśnienie hydrostatyczne	zmienne	1,5		1,0	0,9	0,8	kat. E: pow. magazynowe	
3	podciśnienie	zmienne	1,5		1,0	1,0	1,0	inne	
4	obciążenie użytkowe	zmienne	1,5		1,0	1,0	1,0	inne	
5	temperatura	zmienne	1,0		0,6	0,5	0,0	temp. (niepożarowa) w budynku	
6	śnieg	zmienne	1,0		0,5	0,2	0,0	obc. śniegiem (CEN $H \leq 1000 \text{ mnpm}$ )	



7	śnieg nierównomierny	zmiennie	1,0		0,5	0,2	0,0	obc. śniegiem (CEN $H \leq 1000 \text{ mnpm}$ )	
8	wiatr	zmiennie	1,0		0,6	0,2	0,0	obc. wiatrem	

### 2.2.5 Relacje grup obciążeń

	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2								
3								
4								
5					w			
6							x	
7								
8								

Oznaczenia:

w - grupa obciążeń nie występuje;

x - grupy obciążeń wykluczają się wzajemnie

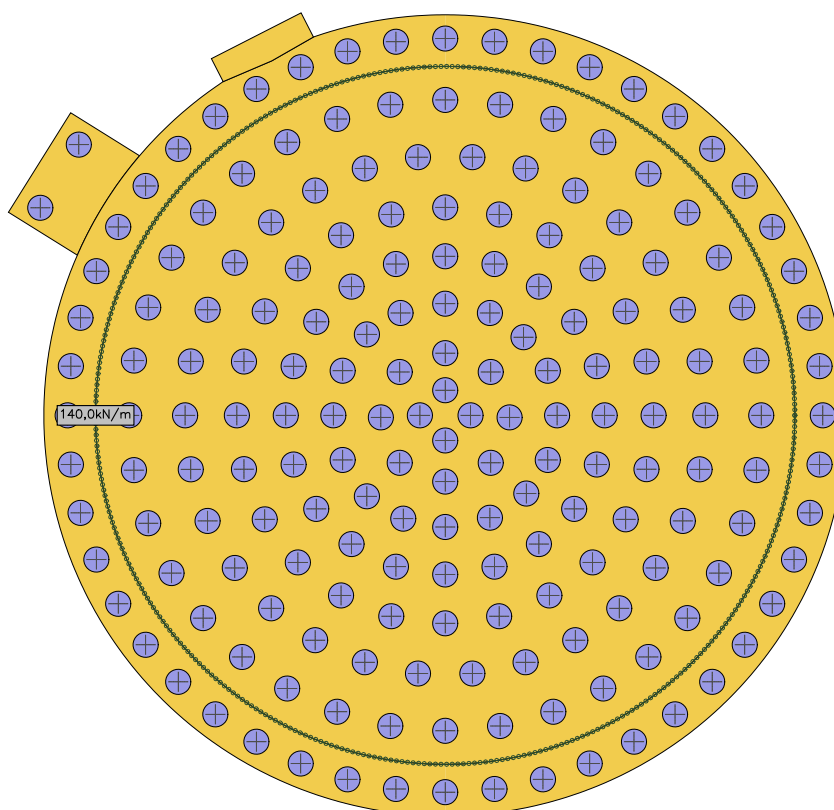
### 2.2.6 Lista obciążeń

Lp.	Grupa	Rodzaj	$\gamma_{f1}$	$\gamma_{f2}$	Wartość obc.	Współrzędne
1	1	nóż	1,35	1,0	140,0 kN/m	(12,50; 0,00)
					140,0 kN/m	(-12,50; 0,00) śr. łuku
					140,0 kN/m	(12,50; 0,00)
2	2	cała płyta	1,5	1,0	650,00 kN/m <sup>2</sup>	płyta "3"
3	3	nóż	1,5	1,0	9,0 kN/m	(12,50; 0,00)
					9,0 kN/m	(-12,50; 0,00) śr. łuku
					9,0 kN/m	(12,50; 0,00)
4	4	nóż	1,5	1,0	12,5 kN/m	(12,50; 0,00)
					12,5 kN/m	(-12,50; 0,00) śr. łuku
					12,5 kN/m	(12,50; 0,00)
5	6	nóż	1,0	1,0	4,5 kN/m	(12,50; 0,00)
					4,5 kN/m	(-12,50; 0,00) śr. łuku
					4,5 kN/m	(12,50; 0,00)
6	7	nóż	1,0	1,0	4,5 kN/m	(0,00; 12,50)
					4,5 kN/m	(12,70; 0,00) śr. łuku

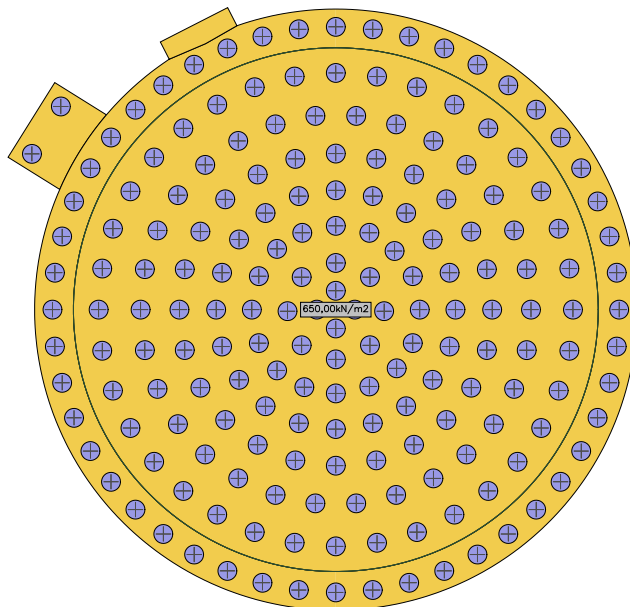
					4,5kN/m	(0,00; -12,50)
7	8	nóż	1,0	1,0	-185,0kN/m	(-12,07; 3,24)
					-185,0kN/m	(-12,34; 1,62) śr. łuku
					-185,0kN/m	(-12,50; 0,00)
					-185,0kN/m	(-12,34; -1,62) śr. łuku
					-185,0kN/m	(-12,07; -3,24)
8	8	nóż	1,0	1,0	185,0kN/m	(12,07; -3,24)
					185,0kN/m	(12,34; -1,62) śr. łuku
					185,0kN/m	(12,50; 0,00)
					185,0kN/m	(12,34; 1,62) śr. łuku
					185,0kN/m	(12,07; 3,24)

### 2.2.7 Schematy obciążeń dla poszczególnych grup

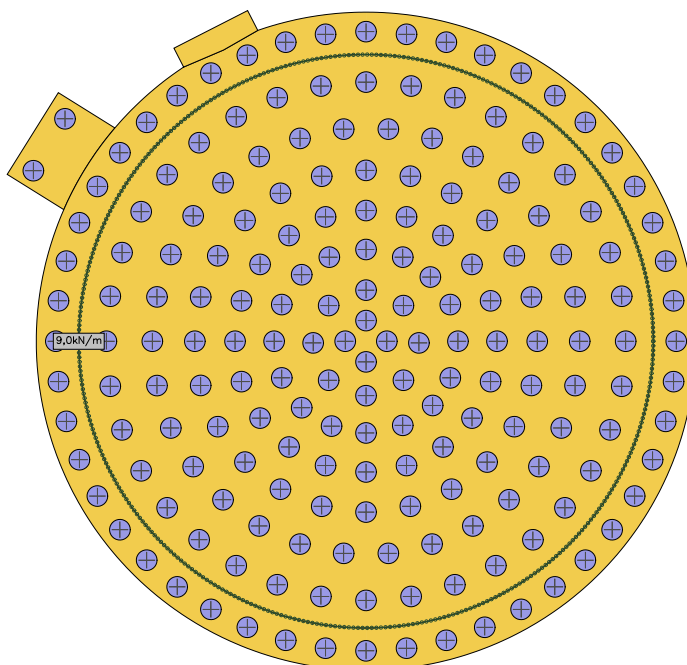
#### Grupa 1



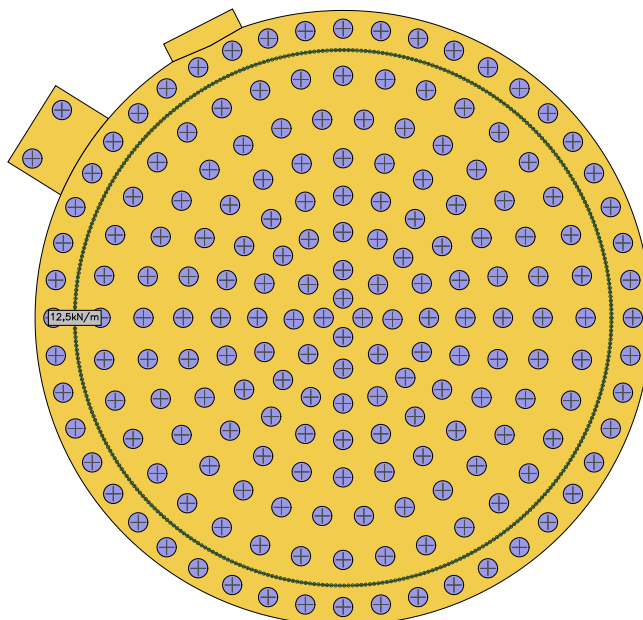
## Grupa 2



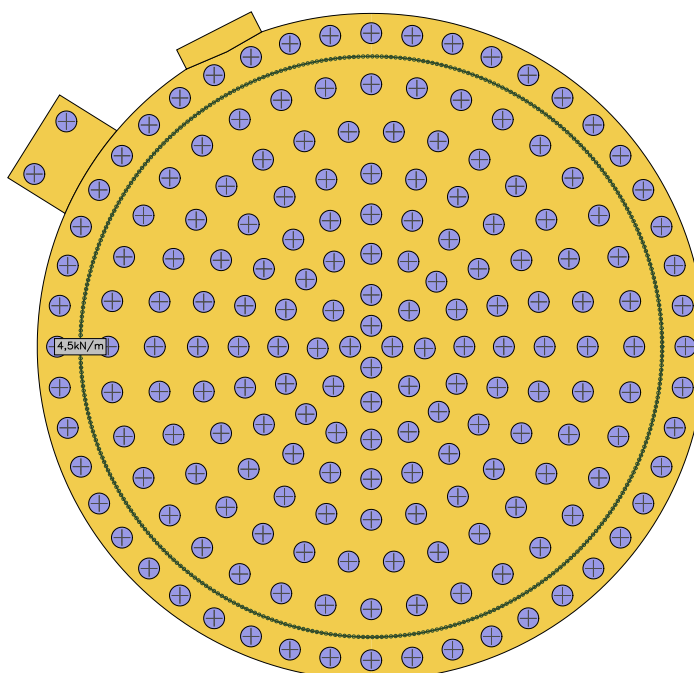
## Grupa 3



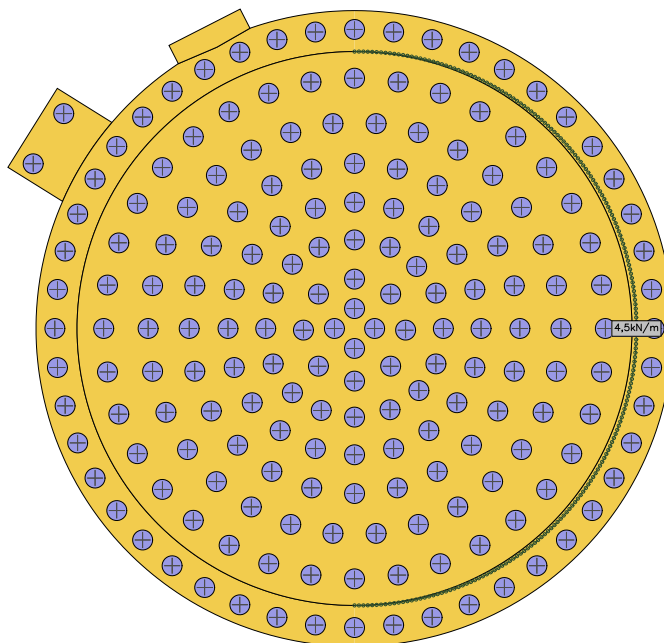
**Grupa 4**



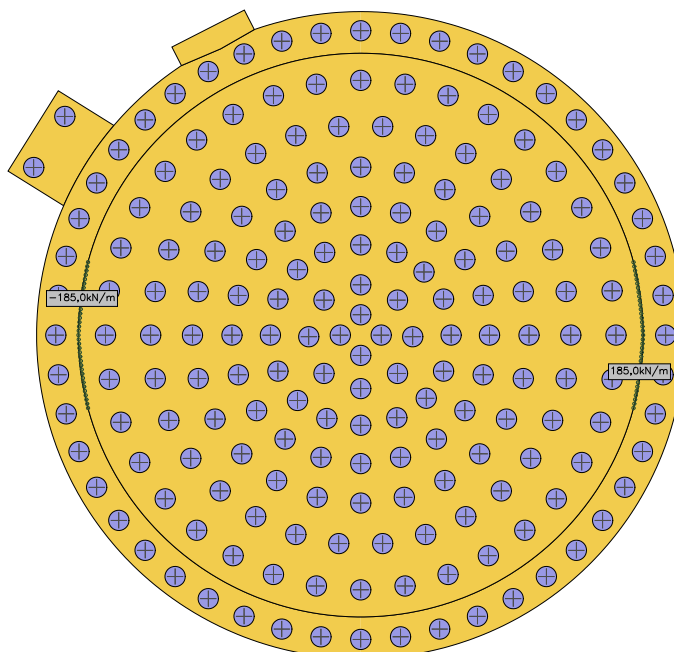
**Grupa 6**



**Grupa 7**



**Grupa 8**



## 2.2.8 2. Analiza

### 2.2.8.1 Słupy - tabele reakcji

(obc. obliczeniowe)

#### Maksymalne i minimalne siły N

Symbol	Przekrój	X [m]	Y [m]	Kąt obr.	N [kN]	M <sub>1</sub> [kNm]	M <sub>2</sub> [kNm]
565	D=900mm	-14,48	7,44	0,00°	1471,9	0,00	0,00
					254,2	0,00	0,00
637	D=900mm	-13,10	9,70	0,00°	1471,0	0,00	0,00
					272,6	0,00	0,00
1	D=900mm	5,27	-5,27	0,00°	3188,2	0,00	0,00
					207,2	0,00	0,00
3	D=900mm	5,70	0,00	0,00°	3300,8	0,00	0,00
					187,4	0,00	0,00
5	D=900mm	-3,67	1,60	0,00°	3334,6	0,00	0,00
					164,7	0,00	0,00
7	D=900mm	5,65	9,79	0,00°	2763,1	0,00	0,00
					255,9	0,00	0,00
10	D=900mm	6,22	6,91	0,00°	3026,5	0,00	0,00
					229,6	0,00	0,00
12	D=900mm	6,75	-11,69	0,00°	2407,3	0,00	0,00
					285,5	0,00	0,00
15	D=900mm	5,17	-12,47	0,00°	2405,2	0,00	0,00
					285,5	0,00	0,00
18	D=900mm	5,42	-1,76	0,00°	3297,1	0,00	0,00
					187,5	0,00	0,00
20	D=900mm	-2,30	-0,07	0,00°	3363,0	0,00	0,00
					157,1	0,00	0,00
23	D=900mm	0,00	-2,37	0,00°	3361,4	0,00	0,00
					162,0	0,00	0,00
26	D=900mm	5,42	1,76	0,00°	3301,4	0,00	0,00
					187,3	0,00	0,00
28	D=900mm	5,65	-9,79	0,00°	2750,5	0,00	0,00
					257,7	0,00	0,00
31	D=900mm	5,17	12,47	0,00°	2419,1	0,00	0,00
					283,4	0,00	0,00
34	D=900mm	1,63	-1,70	0,00°	3364,2	0,00	0,00
					162,1	0,00	0,00
36	D=900mm	-1,76	13,38	0,00°	2395,0	0,00	0,00
					292,5	0,00	0,00
39	D=900mm	3,73	6,45	0,00°	3194,2	0,00	0,00

					206,8	0,00	0,00
42	D=900mm	-1,63	-1,70	0,00°	3362,7	0,00	0,00
					158,6	0,00	0,00
44	D=900mm	-1,76	-13,38	0,00°	2410,2	0,00	0,00
					284,4	0,00	0,00
47	D=900mm	-3,35	4,61	0,00°	3273,5	0,00	0,00
					183,3	0,00	0,00
50	D=900mm	0,00	-13,50	0,00°	2408,0	0,00	0,00
					285,2	0,00	0,00
52	D=900mm	2,30	-0,07	0,00°	3368,0	0,00	0,00
					161,9	0,00	0,00
55	D=900mm	1,93	7,20	0,00°	3189,8	0,00	0,00
					207,6	0,00	0,00
58	D=900mm	1,63	1,55	0,00°	3368,9	0,00	0,00
					161,8	0,00	0,00
61	D=900mm	-4,61	3,35	0,00°	3268,8	0,00	0,00
					178,9	0,00	0,00
64	D=900mm	-5,17	12,47	0,00°	2344,7	0,00	0,00
					295,0	0,00	0,00
66	D=900mm	1,76	-13,38	0,00°	2406,3	0,00	0,00
					285,4	0,00	0,00
69	D=900mm	0,00	2,23	0,00°	3366,1	0,00	0,00
					161,8	0,00	0,00
72	D=900mm	0,00	7,45	0,00°	3183,4	0,00	0,00
					208,8	0,00	0,00
76	D=900mm	-1,63	1,55	0,00°	3363,8	0,00	0,00
					158,7	0,00	0,00
79	D=900mm	-6,75	11,69	0,00°	2311,1	0,00	0,00
					292,5	0,00	0,00
82	D=900mm	-5,42	1,76	0,00°	3270,1	0,00	0,00
					174,5	0,00	0,00
84	D=900mm	3,49	-13,04	0,00°	2405,3	0,00	0,00
					285,4	0,00	0,00
87	D=900mm	-9,30	0,00	0,00°	2972,2	0,00	0,00
					195,3	0,00	0,00
90	D=900mm	-9,10	-1,93	0,00°	2989,5	0,00	0,00
					197,1	0,00	0,00
92	D=900mm	-1,93	7,20	0,00°	3173,9	0,00	0,00
					207,5	0,00	0,00
95	D=900mm	-11,30	0,00	0,00°	2690,1	0,00	0,00
					206,9	0,00	0,00

98	D=900mm	-8,22	10,71	0,00°	2275,7	0,00	0,00
					286,9	0,00	0,00
100	D=900mm	4,65	8,05	0,00°	3022,2	0,00	0,00
					229,9	0,00	0,00
103	D=900mm	-8,50	-3,78	0,00°	3002,2	0,00	0,00
					203,3	0,00	0,00
106	D=900mm	-7,52	-5,47	0,00°	3009,8	0,00	0,00
					211,0	0,00	0,00
108	D=900mm	-3,72	6,45	0,00°	3160,9	0,00	0,00
					204,7	0,00	0,00
111	D=900mm	-11,13	-1,96	0,00°	2715,0	0,00	0,00
					209,2	0,00	0,00
114	D=900mm	-9,55	9,55	0,00°	2234,8	0,00	0,00
					278,6	0,00	0,00
117	D=900mm	3,86	10,62	0,00°	2759,6	0,00	0,00
					256,8	0,00	0,00
120	D=900mm	2,87	-8,84	0,00°	3008,4	0,00	0,00
					230,8	0,00	0,00
122	D=900mm	2,87	8,84	0,00°	3018,3	0,00	0,00
					230,8	0,00	0,00
125	D=900mm	-4,65	-8,05	0,00°	3013,4	0,00	0,00
					223,5	0,00	0,00
128	D=900mm	1,96	11,13	0,00°	2756,0	0,00	0,00
					258,5	0,00	0,00
130	D=900mm	-10,71	8,22	0,00°	2199,6	0,00	0,00
					268,3	0,00	0,00
133	D=900mm	-10,62	-3,86	0,00°	2733,6	0,00	0,00
					216,9	0,00	0,00
136	D=900mm	-6,22	-6,91	0,00°	3013,1	0,00	0,00
					218,1	0,00	0,00
138	D=900mm	-6,45	3,73	0,00°	3144,9	0,00	0,00
					192,9	0,00	0,00
141	D=900mm	0,97	9,25	0,00°	3013,1	0,00	0,00
					232,2	0,00	0,00
144	D=900mm	-0,97	-9,25	0,00°	3010,1	0,00	0,00
					229,6	0,00	0,00
146	D=900mm	-3,49	13,04	0,00°	2374,8	0,00	0,00
					294,6	0,00	0,00
149	D=900mm	-9,79	-5,65	0,00°	2745,8	0,00	0,00
					226,9	0,00	0,00
152	D=900mm	-11,69	6,75	0,00°	2189,1	0,00	0,00



					256,4	0,00	0,00
154	D=900mm	-2,87	-8,84	0,00°	3012,1	0,00	0,00
					227,1	0,00	0,00
157	D=900mm	0,97	-9,25	0,00°	3008,4	0,00	0,00
					230,8	0,00	0,00
160	D=900mm	-0,97	9,25	0,00°	3004,0	0,00	0,00
					233,2	0,00	0,00
162	D=900mm	-12,47	5,17	0,00°	2209,4	0,00	0,00
					243,3	0,00	0,00
165	D=900mm	-7,20	1,93	0,00°	3150,2	0,00	0,00
					186,5	0,00	0,00
168	D=900mm	-8,66	-7,26	0,00°	2752,6	0,00	0,00
					236,4	0,00	0,00
170	D=900mm	0,00	11,30	0,00°	2748,6	0,00	0,00
					260,8	0,00	0,00
173	D=900mm	-5,70	0,00	0,00°	3275,8	0,00	0,00
					172,2	0,00	0,00
176	D=900mm	-2,87	8,84	0,00°	2989,3	0,00	0,00
					232,6	0,00	0,00
178	D=900mm	4,65	-8,05	0,00°	3010,8	0,00	0,00
					230,8	0,00	0,00
181	D=900mm	-5,27	5,27	0,00°	3149,3	0,00	0,00
					199,7	0,00	0,00
184	D=900mm	-13,04	3,49	0,00°	2245,9	0,00	0,00
					230,8	0,00	0,00
188	D=900mm	-7,26	-8,66	0,00°	2755,4	0,00	0,00
					244,2	0,00	0,00
192	D=900mm	-1,96	11,13	0,00°	2734,9	0,00	0,00
					262,3	0,00	0,00
196	D=900mm	-3,86	10,62	0,00°	2713,0	0,00	0,00
					262,4	0,00	0,00
199	D=900mm	-4,65	8,05	0,00°	2970,1	0,00	0,00
					230,0	0,00	0,00
202	D=900mm	-5,42	-1,76	0,00°	3281,9	0,00	0,00
					173,2	0,00	0,00
204	D=900mm	-5,65	-9,79	0,00°	2755,5	0,00	0,00
					249,8	0,00	0,00
207	D=900mm	-13,38	1,76	0,00°	2284,8	0,00	0,00
					221,5	0,00	0,00
210	D=900mm	-5,65	9,79	0,00°	2685,3	0,00	0,00
					259,8	0,00	0,00

212	D=900mm	-6,22	6,91	0,00°	2951,0	0,00	0,00
					224,5	0,00	0,00
215	D=900mm	-4,61	-3,35	0,00°	3285,6	0,00	0,00
					176,7	0,00	0,00
218	D=900mm	-7,52	5,47	0,00°	2939,0	0,00	0,00
					216,6	0,00	0,00
221	D=900mm	-7,45	0,00	0,00°	3161,5	0,00	0,00
					183,3	0,00	0,00
224	D=900mm	-3,86	-10,62	0,00°	2754,1	0,00	0,00
					253,6	0,00	0,00
228	D=900mm	-7,26	8,66	0,00°	2655,9	0,00	0,00
					253,9	0,00	0,00
231	D=900mm	-8,50	3,78	0,00°	2940,1	0,00	0,00
					207,3	0,00	0,00
234	D=900mm	-13,50	0,00	0,00°	2320,4	0,00	0,00
					217,5	0,00	0,00
237	D=900mm	-1,96	-11,13	0,00°	2752,0	0,00	0,00
					255,9	0,00	0,00
240	D=900mm	-13,38	-1,76	0,00°	2350,3	0,00	0,00
					219,3	0,00	0,00
244	D=900mm	-8,66	7,26	0,00°	2631,0	0,00	0,00
					245,0	0,00	0,00
247	D=900mm	-13,04	-3,49	0,00°	2373,9	0,00	0,00
					226,3	0,00	0,00
250	D=900mm	-3,35	-4,61	0,00°	3286,5	0,00	0,00
					180,8	0,00	0,00
253	D=900mm	-6,45	-3,72	0,00°	3180,7	0,00	0,00
					189,7	0,00	0,00
256	D=900mm	-12,47	-5,17	0,00°	2391,3	0,00	0,00
					236,3	0,00	0,00
260	D=900mm	0,00	-11,30	0,00°	2749,7	0,00	0,00
					257,4	0,00	0,00
263	D=900mm	-9,10	1,93	0,00°	2953,5	0,00	0,00
					199,2	0,00	0,00
266	D=900mm	-9,79	5,65	0,00°	2622,3	0,00	0,00
					233,8	0,00	0,00
269	D=900mm	-10,71	-8,22	0,00°	2410,7	0,00	0,00
					257,2	0,00	0,00
272	D=900mm	-1,76	-5,42	0,00°	3285,7	0,00	0,00
					184,4	0,00	0,00
276	D=900mm	4,61	-3,35	0,00°	3291,8	0,00	0,00

					187,5	0,00	0,00
279	D=900mm	-11,69	-6,75	0,00°	2403,2	0,00	0,00
					247,1	0,00	0,00
282	D=900mm	-9,55	-9,55	0,00°	2414,6	0,00	0,00
					265,8	0,00	0,00
285	D=900mm	0,00	-5,70	0,00°	3284,2	0,00	0,00
					187,3	0,00	0,00
288	D=900mm	1,96	-11,13	0,00°	2748,3	0,00	0,00
					257,6	0,00	0,00
292	D=900mm	-5,27	-5,27	0,00°	3184,3	0,00	0,00
					195,6	0,00	0,00
295	D=900mm	-10,62	3,86	0,00°	2635,2	0,00	0,00
					221,7	0,00	0,00
298	D=900mm	-8,22	-10,71	0,00°	2416,0	0,00	0,00
					272,6	0,00	0,00
301	D=900mm	-6,75	-11,69	0,00°	2415,7	0,00	0,00
					277,6	0,00	0,00
304	D=900mm	-5,17	-12,47	0,00°	2414,4	0,00	0,00
					281,0	0,00	0,00
308	D=900mm	1,76	-5,42	0,00°	3284,9	0,00	0,00
					187,6	0,00	0,00
311	D=900mm	-3,73	-6,45	0,00°	3184,7	0,00	0,00
					200,6	0,00	0,00
314	D=900mm	3,86	-10,62	0,00°	2748,1	0,00	0,00
					257,7	0,00	0,00
317	D=900mm	-11,13	1,96	0,00°	2661,4	0,00	0,00
					211,5	0,00	0,00
320	D=900mm	-1,93	-7,20	0,00°	3183,4	0,00	0,00
					204,2	0,00	0,00
324	D=900mm	-4,00	0,00	0,00°	3336,8	0,00	0,00
					163,1	0,00	0,00
327	D=900mm	3,49	13,04	0,00°	2417,5	0,00	0,00
					284,9	0,00	0,00
330	D=900mm	0,00	-7,45	0,00°	3181,5	0,00	0,00
					206,9	0,00	0,00
333	D=900mm	-3,67	-1,60	0,00°	3339,2	0,00	0,00
					163,9	0,00	0,00
336	D=900mm	3,35	-4,61	0,00°	3287,5	0,00	0,00
					187,5	0,00	0,00
340	D=900mm	-2,80	-2,90	0,00°	3339,2	0,00	0,00
					166,6	0,00	0,00

343	D=900mm	0,00	13,50	0,00°	2407,4	0,00	0,00
					289,7	0,00	0,00
346	D=900mm	1,93	-7,20	0,00°	3181,4	0,00	0,00
					207,2	0,00	0,00
349	D=900mm	-3,49	-13,04	0,00°	2412,4	0,00	0,00
					283,1	0,00	0,00
352	D=900mm	3,72	-6,45	0,00°	3183,7	0,00	0,00
					207,2	0,00	0,00
356	D=900mm	0,00	-4,00	0,00°	3338,2	0,00	0,00
					172,1	0,00	0,00
359	D=900mm	1,76	13,38	0,00°	2414,2	0,00	0,00
					287,1	0,00	0,00
362	D=900mm	-7,20	-1,93	0,00°	3172,9	0,00	0,00
					184,8	0,00	0,00
365	D=900mm	1,76	5,42	0,00°	3293,3	0,00	0,00
					188,0	0,00	0,00
368	D=900mm	1,60	-3,67	0,00°	3339,6	0,00	0,00
					172,3	0,00	0,00
372	D=900mm	4,00	0,00	0,00°	3349,4	0,00	0,00
					172,3	0,00	0,00
375	D=900mm	-1,76	5,42	0,00°	3281,4	0,00	0,00
					186,5	0,00	0,00
378	D=900mm	3,67	-1,60	0,00°	3345,9	0,00	0,00
					172,3	0,00	0,00
381	D=900mm	3,35	4,61	0,00°	3296,8	0,00	0,00
					187,5	0,00	0,00
384	D=900mm	-1,60	3,67	0,00°	3338,8	0,00	0,00
					170,5	0,00	0,00
388	D=900mm	1,60	3,67	0,00°	3347,0	0,00	0,00
					172,7	0,00	0,00
391	D=900mm	0,00	4,00	0,00°	3343,0	0,00	0,00
					173,0	0,00	0,00
394	D=900mm	7,45	0,00	0,00°	3205,5	0,00	0,00
					206,9	0,00	0,00
397	D=900mm	5,27	5,27	0,00°	3198,1	0,00	0,00
					206,5	0,00	0,00
400	D=900mm	9,30	0,00	0,00°	3043,4	0,00	0,00
					230,5	0,00	0,00
404	D=900mm	3,67	1,60	0,00°	3350,2	0,00	0,00
					172,3	0,00	0,00
407	D=900mm	7,26	8,66	0,00°	2767,4	0,00	0,00

					255,7	0,00	0,00
410	D=900mm	9,55	-9,55	0,00°	2417,9	0,00	0,00
					285,5	0,00	0,00
413	D=900mm	7,52	-5,47	0,00°	3022,7	0,00	0,00
					230,8	0,00	0,00
416	D=900mm	8,22	-10,71	0,00°	2411,5	0,00	0,00
					285,5	0,00	0,00
420	D=900mm	8,50	3,78	0,00°	3037,7	0,00	0,00
					229,9	0,00	0,00
423	D=900mm	7,52	5,47	0,00°	3031,8	0,00	0,00
					229,7	0,00	0,00
426	D=900mm	8,50	-3,78	0,00°	3031,3	0,00	0,00
					230,8	0,00	0,00
429	D=900mm	11,69	-6,75	0,00°	2436,8	0,00	0,00
					285,5	0,00	0,00
432	D=900mm	9,10	1,93	0,00°	3042,5	0,00	0,00
					230,2	0,00	0,00
436	D=900mm	0,00	5,70	0,00°	3287,9	0,00	0,00
					188,6	0,00	0,00
439	D=900mm	12,47	-5,17	0,00°	2448,2	0,00	0,00
					285,4	0,00	0,00
442	D=900mm	10,71	-8,22	0,00°	2426,4	0,00	0,00
					285,5	0,00	0,00
446	D=900mm	6,22	-6,91	0,00°	3015,5	0,00	0,00
					230,8	0,00	0,00
449	D=900mm	7,20	1,93	0,00°	3205,4	0,00	0,00
					206,7	0,00	0,00
452	D=900mm	13,04	-3,49	0,00°	2459,3	0,00	0,00
					285,3	0,00	0,00
456	D=900mm	13,38	-1,76	0,00°	2467,7	0,00	0,00
					285,1	0,00	0,00
459	D=900mm	12,47	5,17	0,00°	2454,6	0,00	0,00
					283,9	0,00	0,00
462	D=900mm	13,38	1,76	0,00°	2469,8	0,00	0,00
					284,7	0,00	0,00
465	D=900mm	13,04	3,49	0,00°	2463,5	0,00	0,00
					284,3	0,00	0,00
468	D=900mm	9,10	-1,93	0,00°	3039,2	0,00	0,00
					230,7	0,00	0,00
472	D=900mm	8,22	10,71	0,00°	2425,1	0,00	0,00
					282,5	0,00	0,00

475	D=900mm	10,71	8,22	0,00°	2436,9	0,00	0,00
					283,0	0,00	0,00
478	D=900mm	9,55	9,55	0,00°	2430,1	0,00	0,00
					282,7	0,00	0,00
481	D=900mm	4,61	3,35	0,00°	3299,6	0,00	0,00
					187,3	0,00	0,00
484	D=900mm	6,75	11,69	0,00°	2421,5	0,00	0,00
					282,7	0,00	0,00
488	D=900mm	7,26	-8,66	0,00°	2755,4	0,00	0,00
					257,7	0,00	0,00
491	D=900mm	11,69	6,75	0,00°	2445,2	0,00	0,00
					283,5	0,00	0,00
494	D=900mm	9,79	-5,65	0,00°	2772,9	0,00	0,00
					257,6	0,00	0,00
497	D=900mm	10,62	-3,86	0,00°	2783,8	0,00	0,00
					257,6	0,00	0,00
500	D=900mm	10,62	3,86	0,00°	2789,3	0,00	0,00
					256,6	0,00	0,00
504	D=900mm	6,45	3,72	0,00°	3202,2	0,00	0,00
					206,6	0,00	0,00
507	D=900mm	6,45	-3,73	0,00°	3194,8	0,00	0,00
					207,1	0,00	0,00
510	D=900mm	7,20	-1,93	0,00°	3201,5	0,00	0,00
					207,0	0,00	0,00
513	D=900mm	9,79	5,65	0,00°	2781,0	0,00	0,00
					256,2	0,00	0,00
516	D=900mm	11,13	1,96	0,00°	2795,9	0,00	0,00
					256,9	0,00	0,00
520	D=900mm	8,66	-7,26	0,00°	2763,0	0,00	0,00
					257,7	0,00	0,00
523	D=900mm	13,50	0,00	0,00°	2471,5	0,00	0,00
					284,9	0,00	0,00
526	D=900mm	8,66	7,26	0,00°	2773,3	0,00	0,00
					255,8	0,00	0,00
529	D=900mm	11,30	0,00	0,00°	2797,7	0,00	0,00
					257,2	0,00	0,00
532	D=900mm	11,13	-1,96	0,00°	2793,2	0,00	0,00
					257,4	0,00	0,00
2	D=900mm	-0,91	0,00	0,00°	3368,6	0,00	0,00
					155,4	0,00	0,00
4	D=900mm	0,00	0,90	0,00°	3369,3	0,00	0,00

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

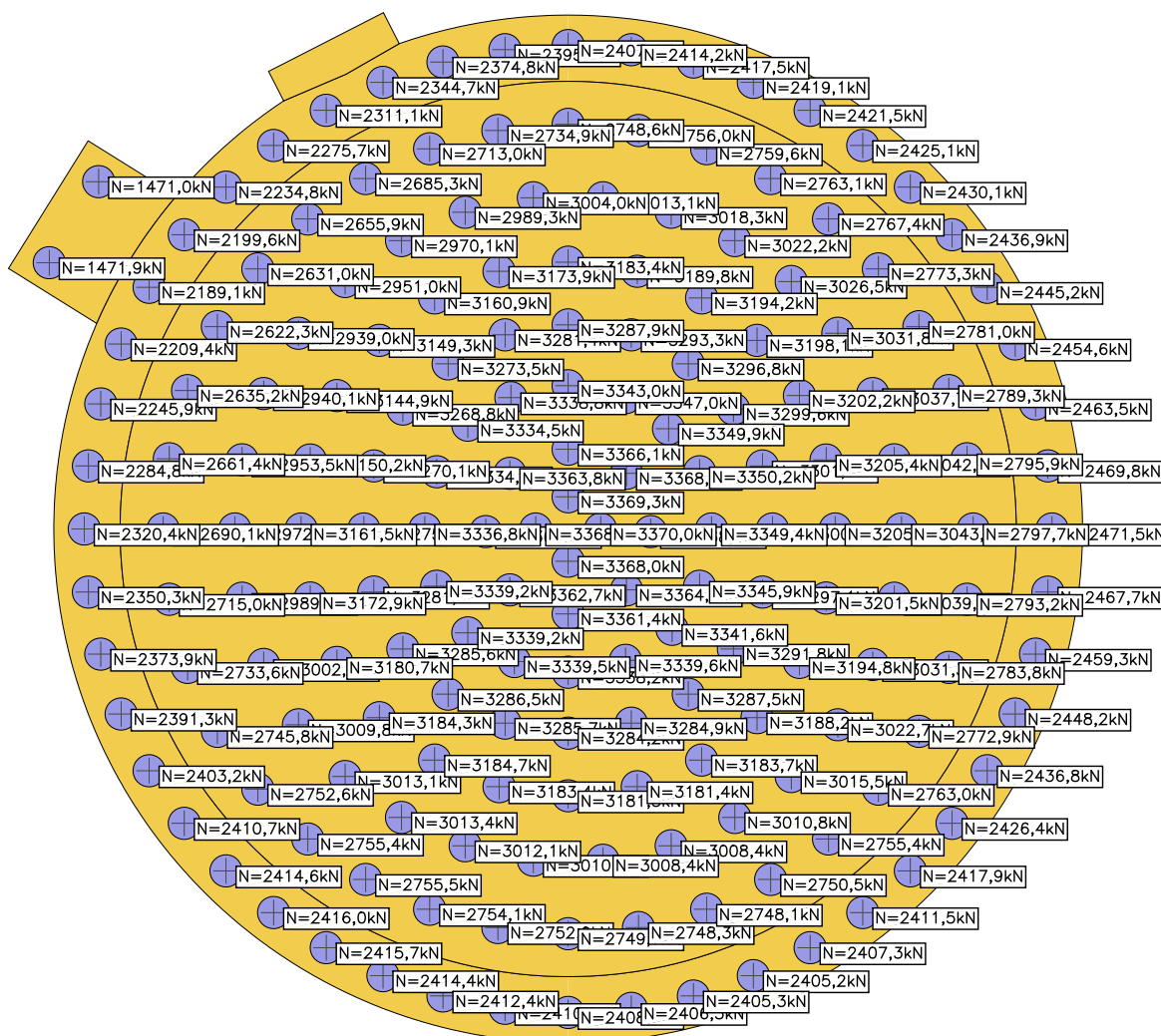
**WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH**

**Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła**

					157,3	0,00	0,00
6	D=900mm	0,91	0,00	0,00°	3370,0	0,00	0,00
					157,4	0,00	0,00
8	D=900mm	0,00	-0,90	0,00°	3368,0	0,00	0,00
					157,1	0,00	0,00
9	D=900mm	-1,50	-3,70	0,00°	3339,5	0,00	0,00
					169,2	0,00	0,00
11	D=900mm	2,90	-2,80	0,00°	3341,6	0,00	0,00
					172,5	0,00	0,00
13	D=900mm	2,80	2,80	0,00°	3349,9	0,00	0,00
					172,1	0,00	0,00
14	D=900mm	-2,80	2,90	0,00°	3334,5	0,00	0,00
					167,9	0,00	0,00

## 2.2.8.2 Słupy - reakcje

Siła N - Wartości maksymalne - (obc. obliczeniowe)



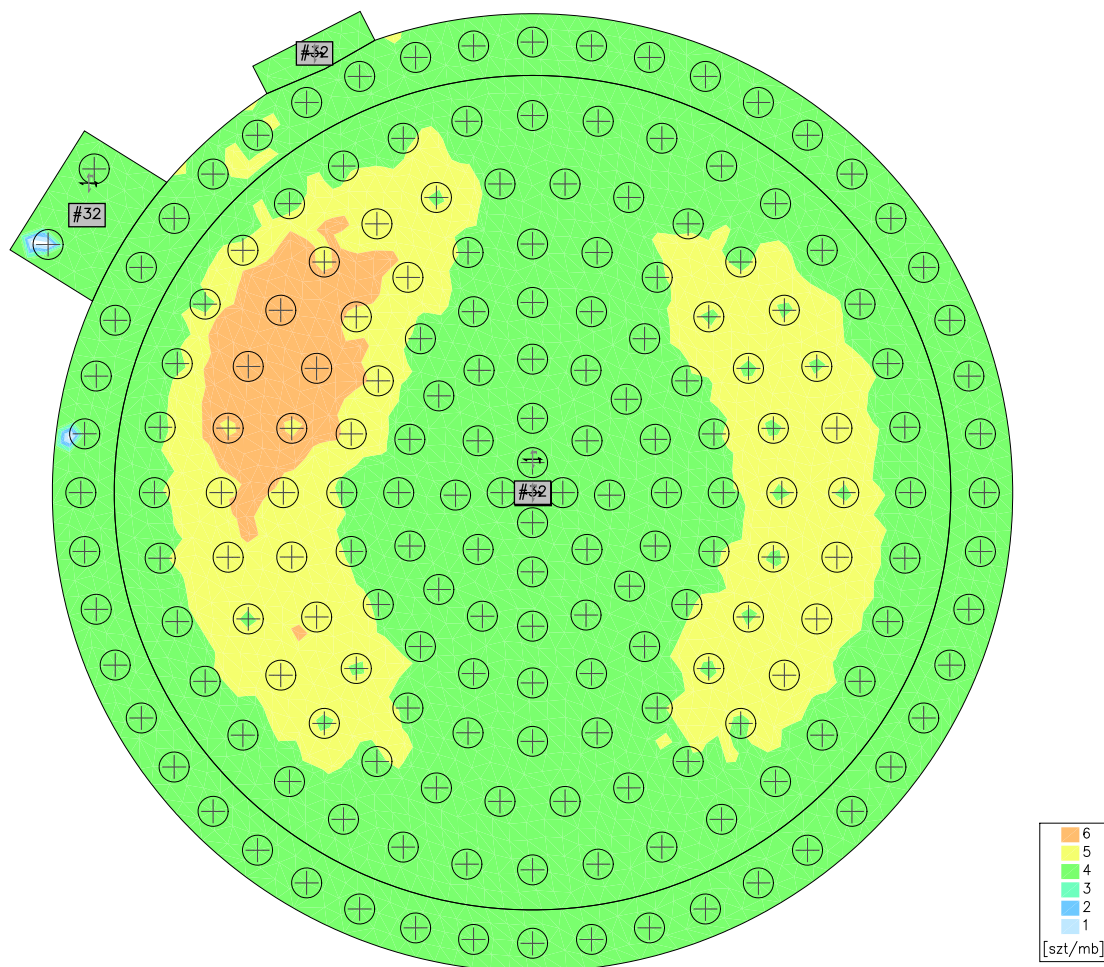


Nr dokumentu:	<b>WHAL-PBM-07NDx00-CIV-CLA-0001</b>	Data:	20.02.2025 r.	Nr strony:	50
---------------	--------------------------------------	-------	---------------	------------	----

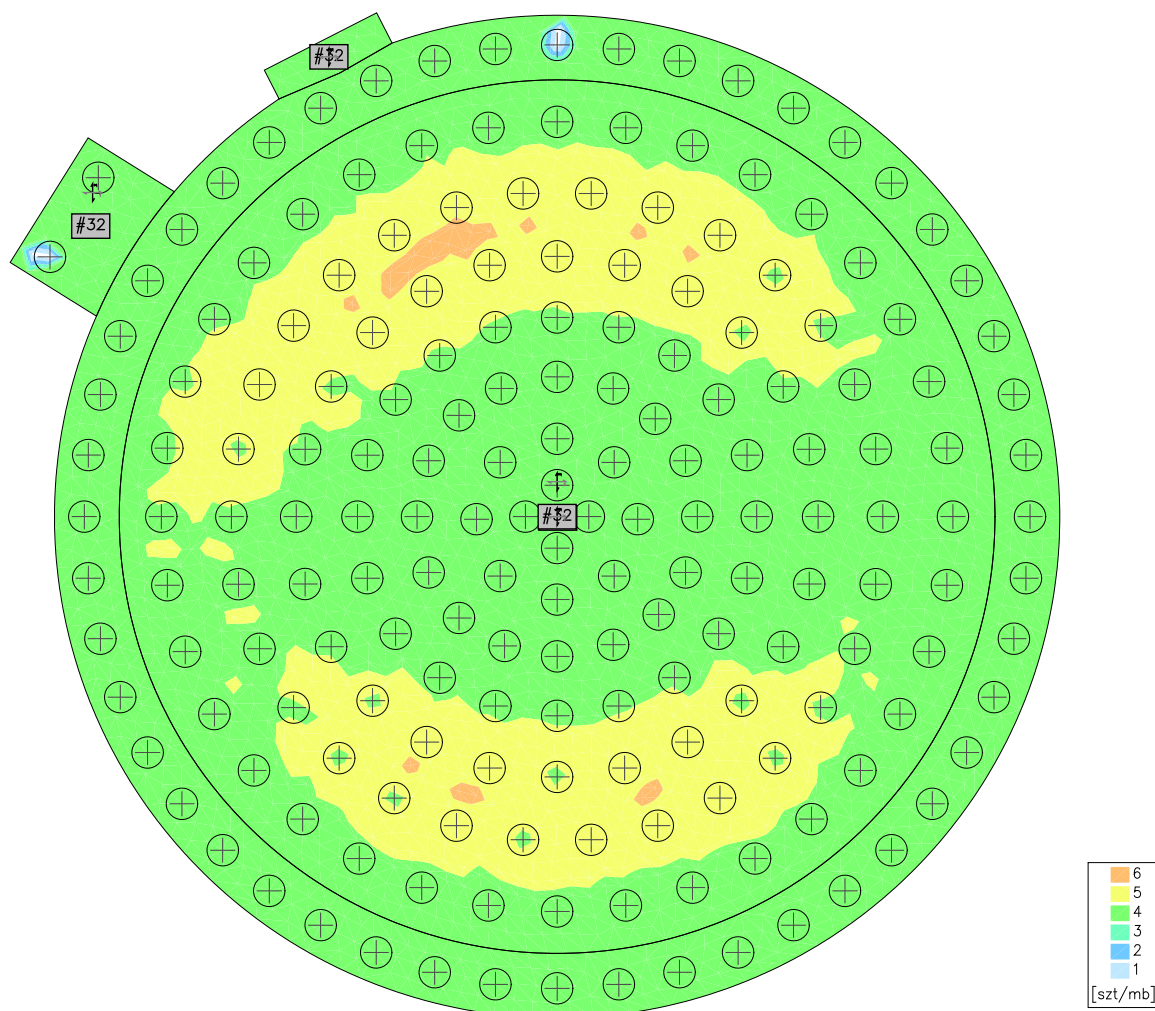
## 2.2.9 Wymiarowanie (wg PN-EN 1992:2005)

### 2.2.9.1 Zbrojenie obliczone w płytach

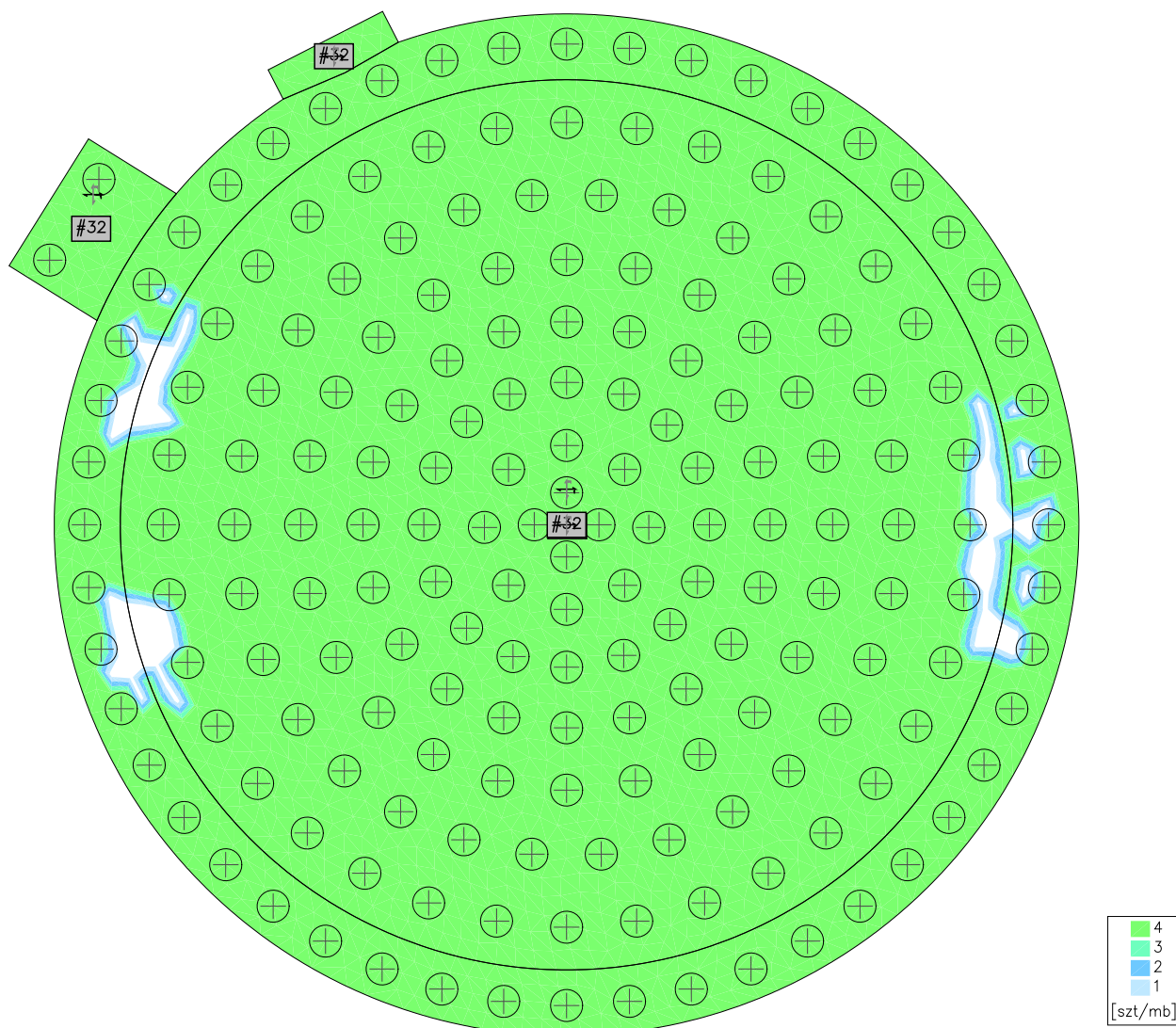
Zbrojenie dolne - kierunek 1 [szt/mb]



Zbrojenie dolne - kierunek 2 [szt/mb]

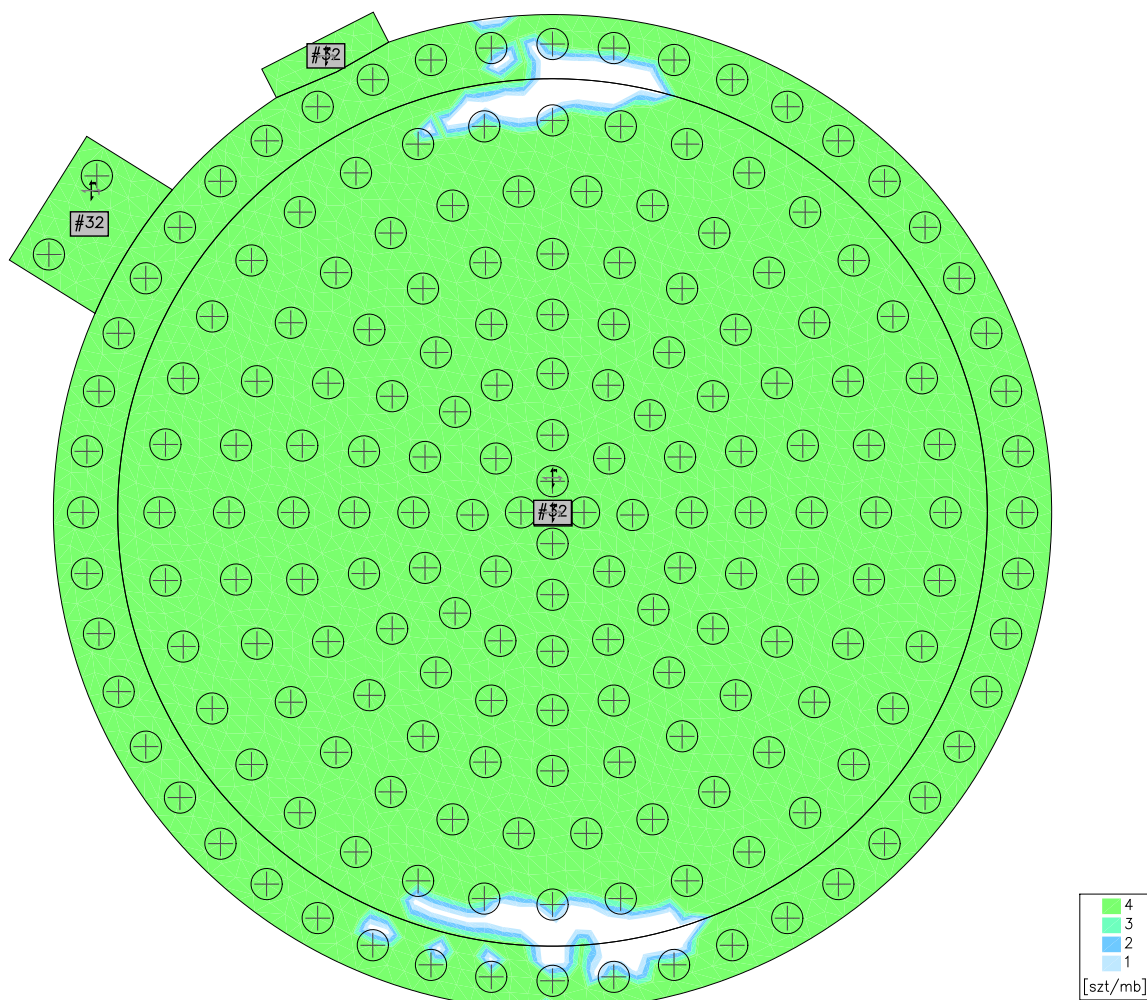


Zbrojenie górne - kierunek 1 [szt/mb]





Zbrojenie górne - kierunek 2 [szt/mb]



## 2.2.10 Zbrojenie zadane w płytach

### Zbrojenie dolne

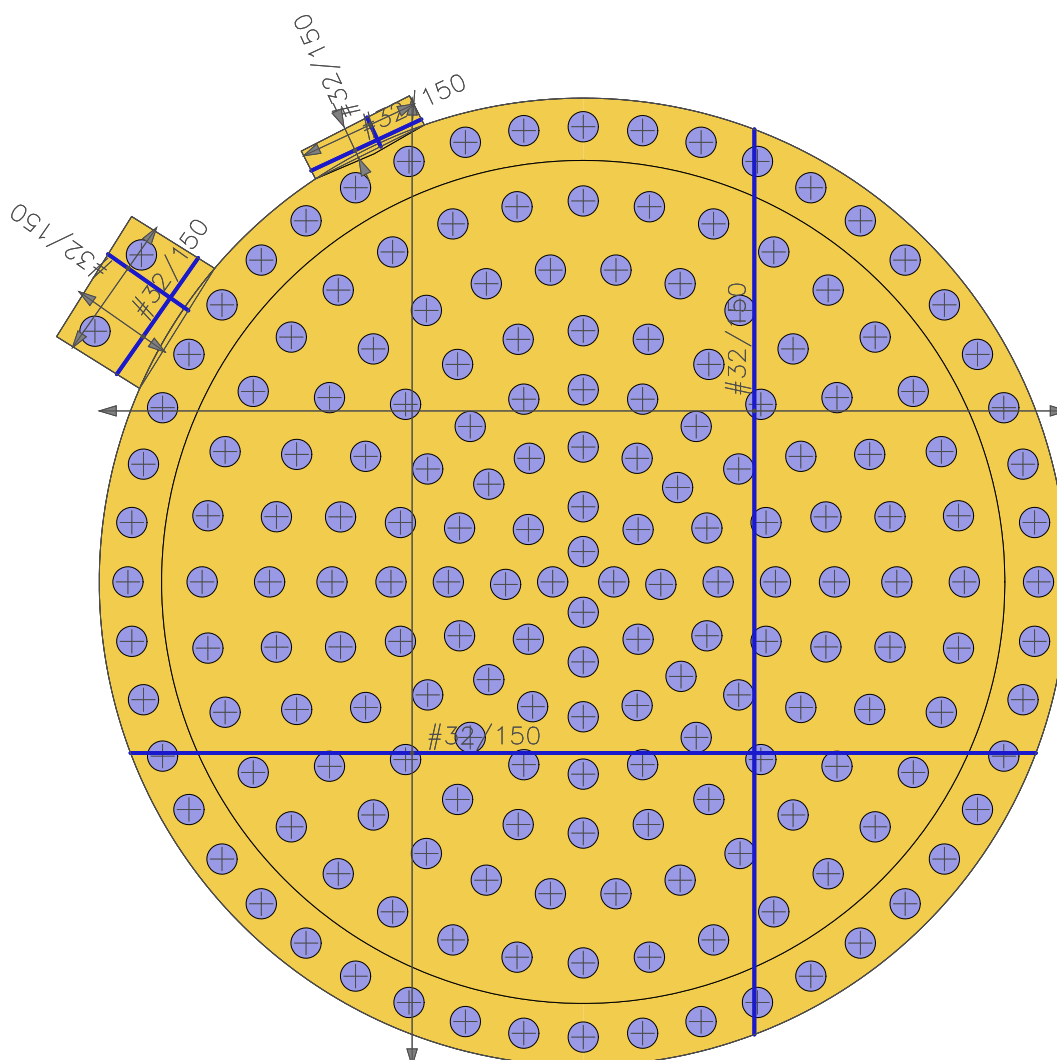
Symbol	Stal	Pręty na kier.1	Pręty na kier.2	Otulina	Kąt	Pole pow.
1	$f_{yk}=500$	#32/150	#32/150	75mm	0,00°	646,92m <sup>2</sup>
5	$f_{yk}=500$	#32/150	#32/150	75mm	25,00°	3,41m <sup>2</sup>
6	$f_{yk}=500$	#32/150	#32/150	75mm	55,00°	12,20m <sup>2</sup>

### Zbrojenie górne

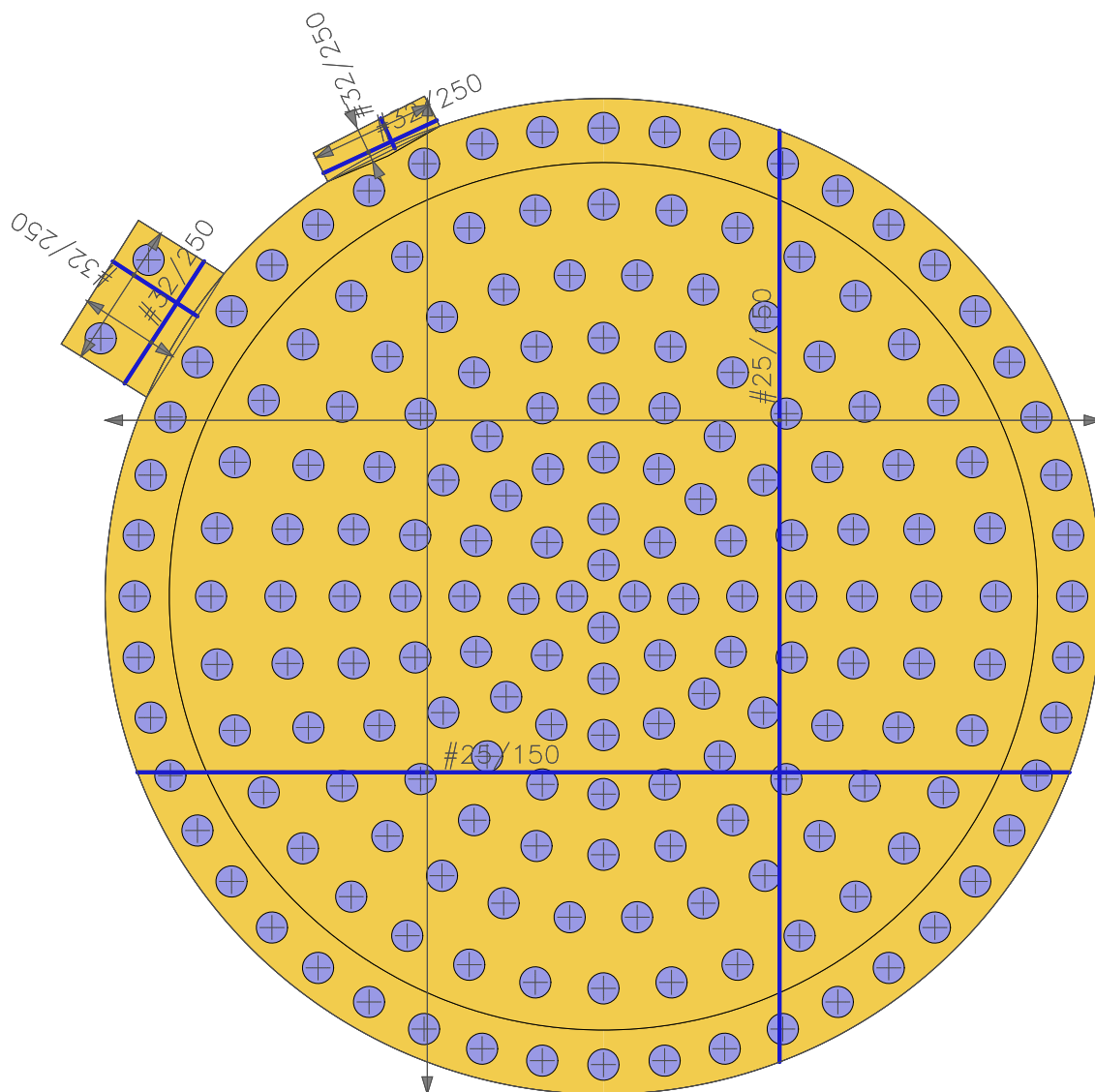
Symbol	Stal	Pręty na kier.1	Pręty na kier.2	Otulina	Kąt	Pole pow.
2	$f_{yk}=500$	#32/250	#32/250	75mm	25,00°	3,41m <sup>2</sup>
3	$f_{yk}=500$	#25/150	#25/150	75mm	0,00°	646,92m <sup>2</sup>
4	$f_{yk}=500$	#32/250	#32/250	75mm	57,00°	12,20m <sup>2</sup>

### 2.2.11 Schemat rozmieszczenia zbrojenia zadanego w płytach

### Zbrojenie dolne



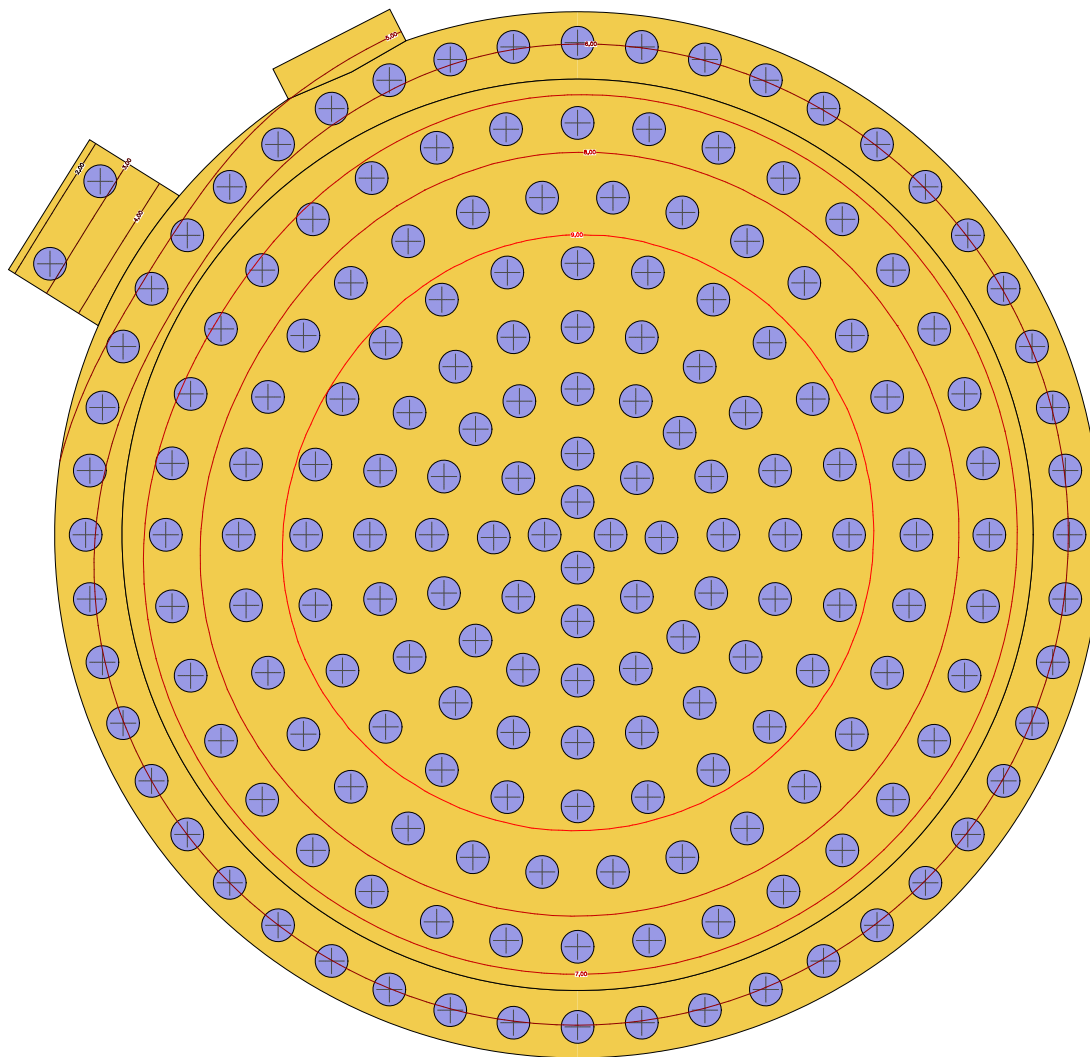
## Zbrojenie górne



2.2.12 Analiza stanu granicznego użytkowności (wg PN-EN 1992:2005)

2.2.12.1 Płyty - SGU - przemieszczenia w

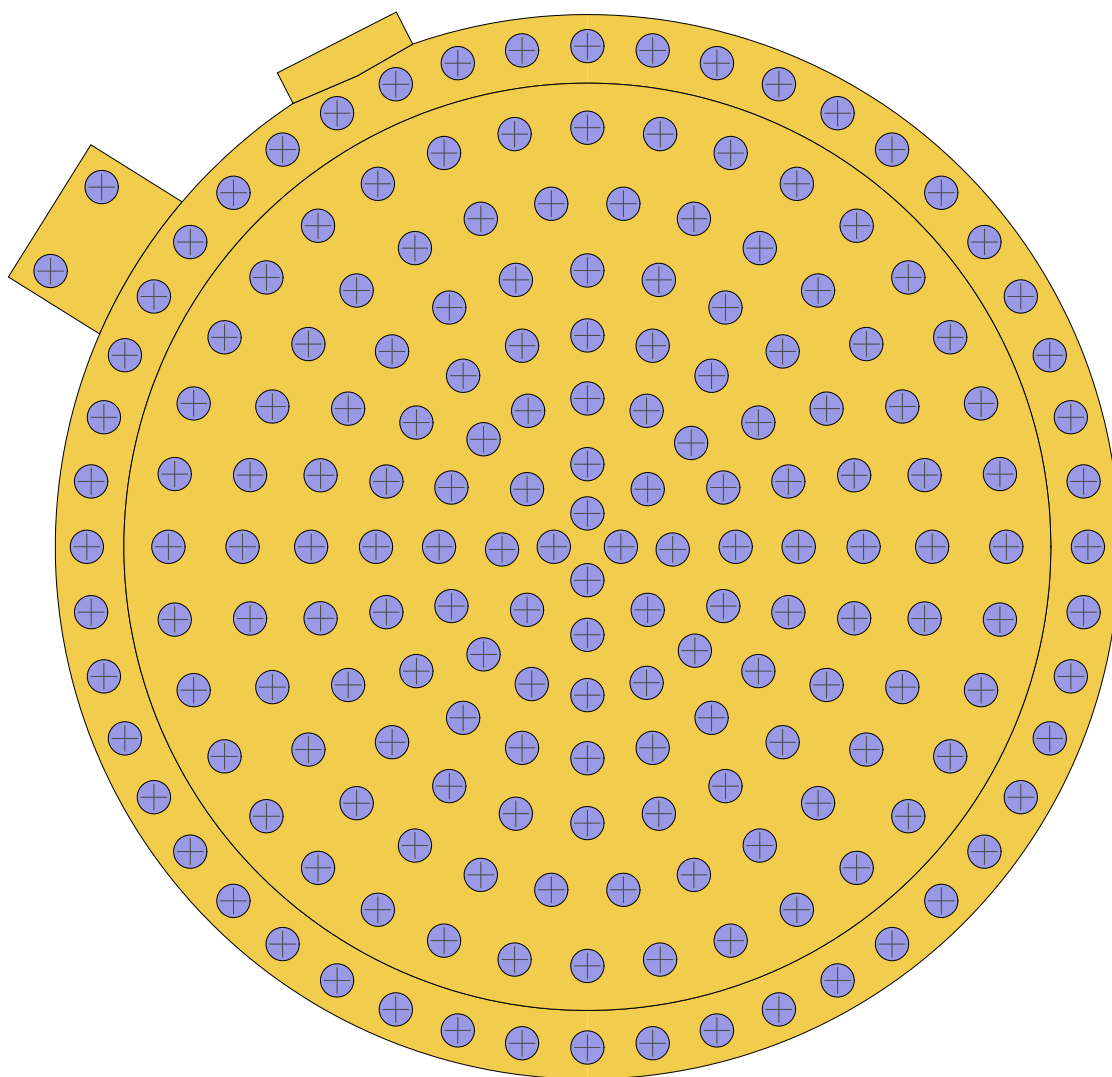
[mm] - (obc. charakterystyczne, dla grup obc.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)





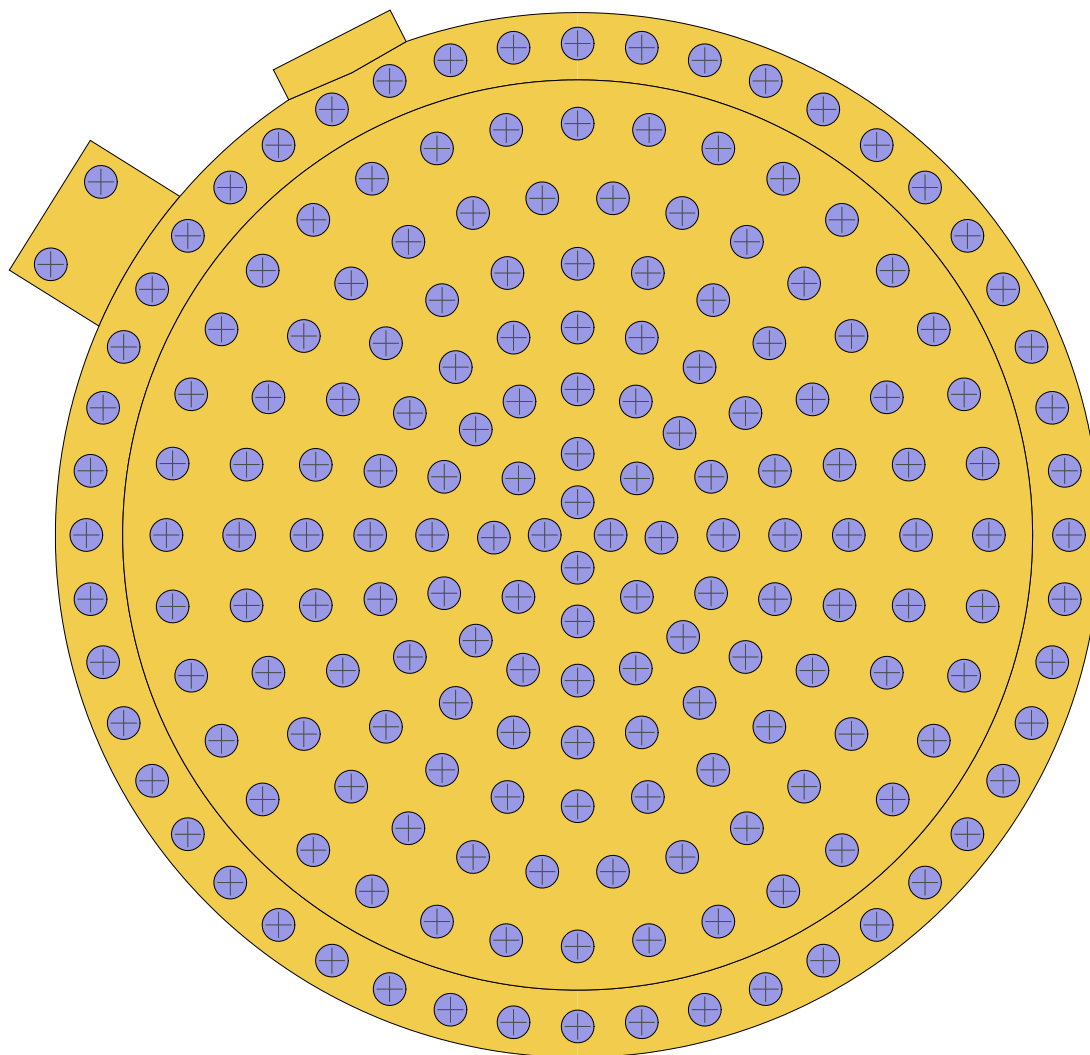
2.2.12.2 Płyty - SGU - rozwartości rys na pow. dolnej

[mm] - (obc. charakterystyczne, dla grup obc.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) Skala rys. 1:150



### 2.2.12.3 Płyty - SGU - rozwartości rys na pow. górnej

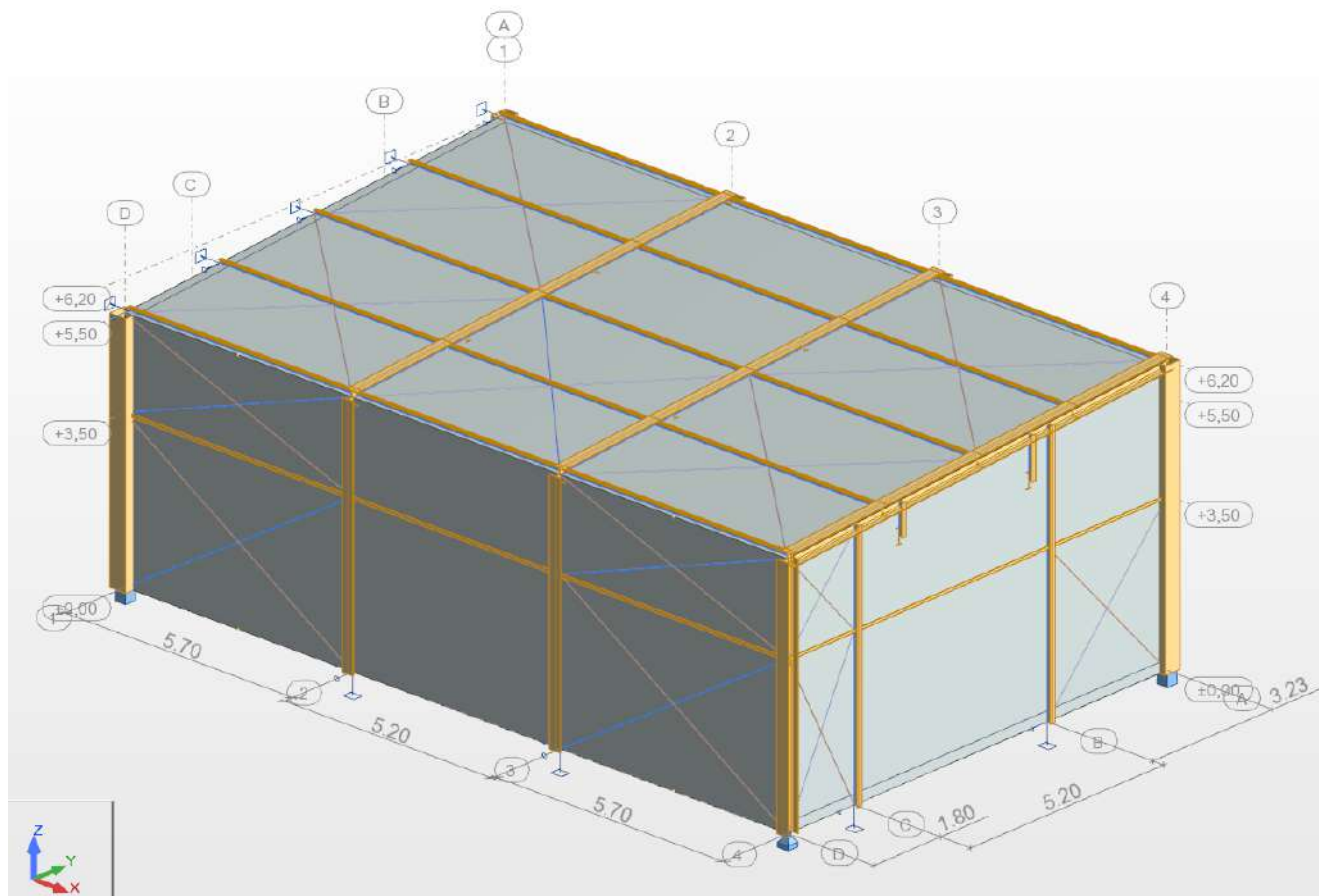
[mm] - (obc. charakterystyczne, dla grup obc.: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) Skala rys. 1:150



## 3.2. PROJEKTOWANA POMPOWNA

### 3.1 Konstrukcja stalowa

#### 3.1.1 Geometria konstrukcji



Rys. 3.1. Geometria konstrukcji kotłowni

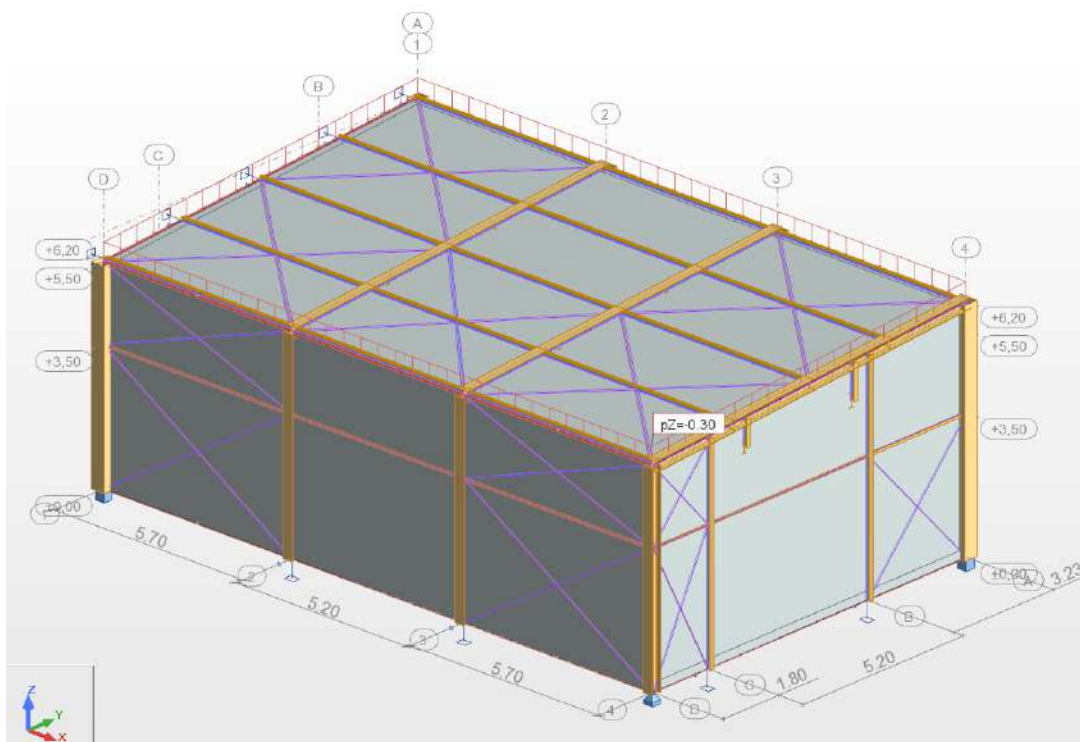
#### 3.1.2 Obciążenia

##### 3.1.2.1 Obciążenia stałe i ciężar własny

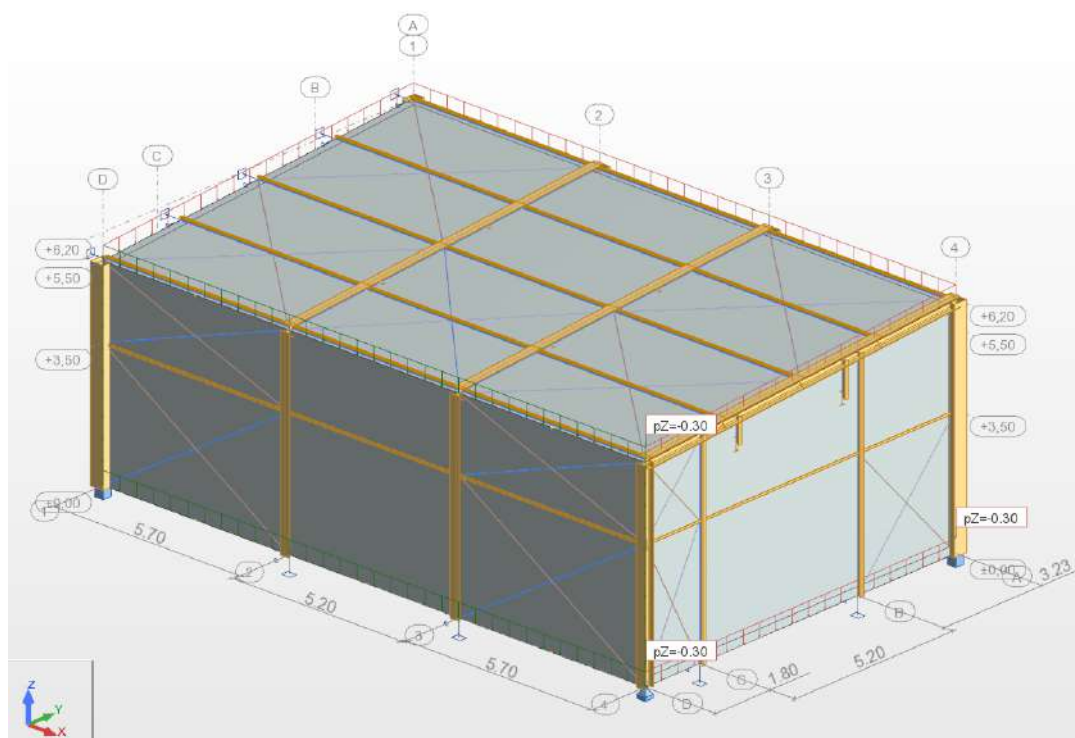
Ciężar własny profili uwzględniono w sposób automatyczny w programie obliczeniowym.

Obciążenia stałe od obudowy na ścianach i dachu przyjęto równe:

$$g = 0,30 \frac{kN}{m^2}$$



Rys. 3.2. Przypadek 1 - Obciążenia stałe



Rys. 3.3. Przypadek 2 - Obciążenia stałe

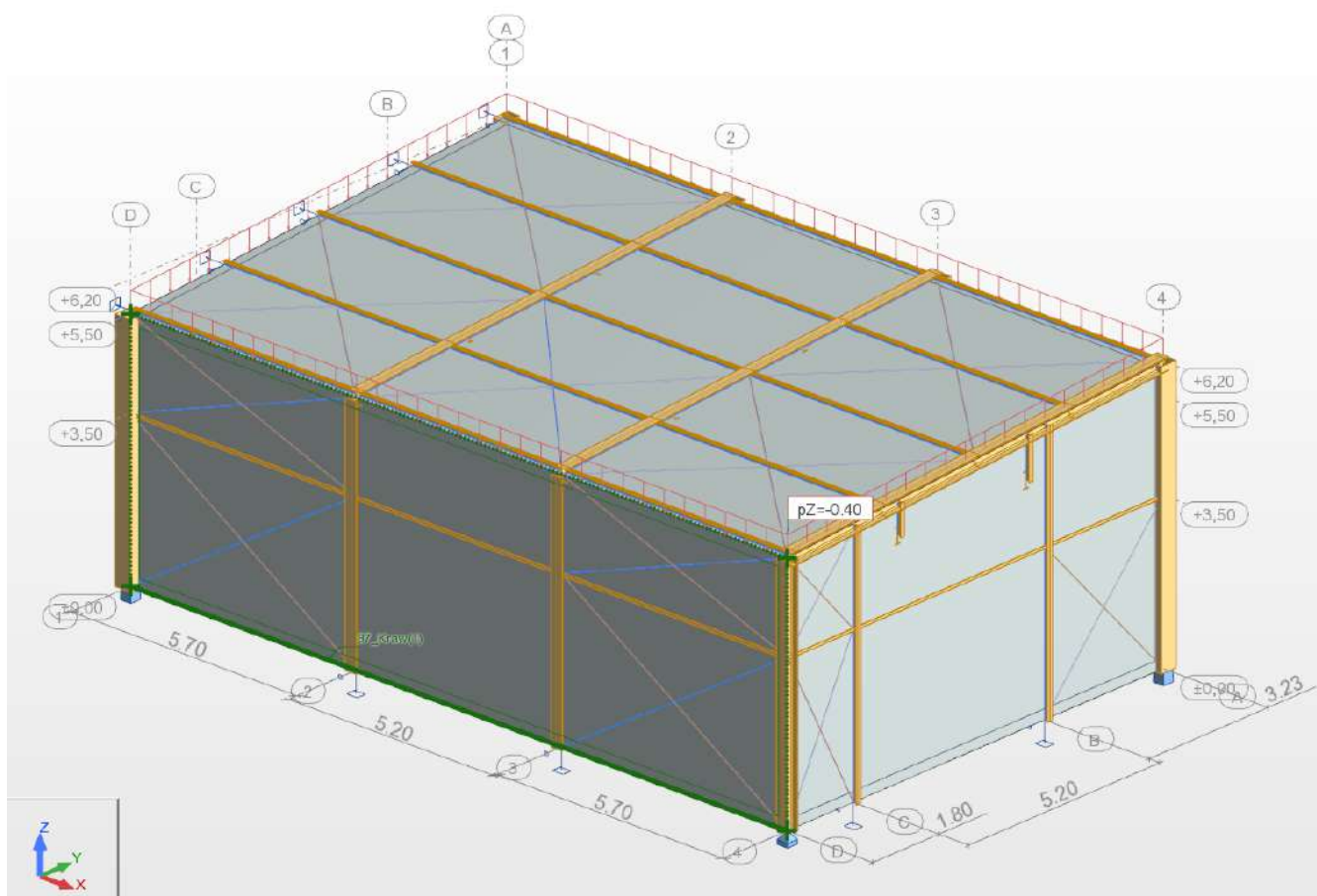
Współczynnik obliczeniowy obciążeń przyjęto równy:

$$\gamma_G = 1,35$$

### 3.1.2.2 Instalacje podwieszane do dachu

Ciężar instalacji podwieszanych do dachu przyjęto równy:

$$q = 0,40 \frac{kN}{m^2}$$



**Rys. 3.4.** Przypadek 3 – Instalacje podwieszane

Współczynnik obliczeniowy obciążeń przyjęto równy:

$$\gamma_Q = 1,5$$





### 3.1.2.4 Wiatr

Oddziaływanie na ściany boczne i dach budynku przyjęto jak dla obiektu znajdującego się w strefie I, na terenie kategorii II.

$$q_{b,0} = 0,3 \frac{kN}{m^2}$$

$$C_e = 1,9 \left( \frac{7}{10} \right)^{0,26} = 1,9$$

$$q_p = 0,3 \cdot 1,9 = 0,57 \frac{kN}{m^2}$$

Współczynniki aerodynamiczne dla poszczególnych obszarów na ścianach przyjęto w sposób następujący:

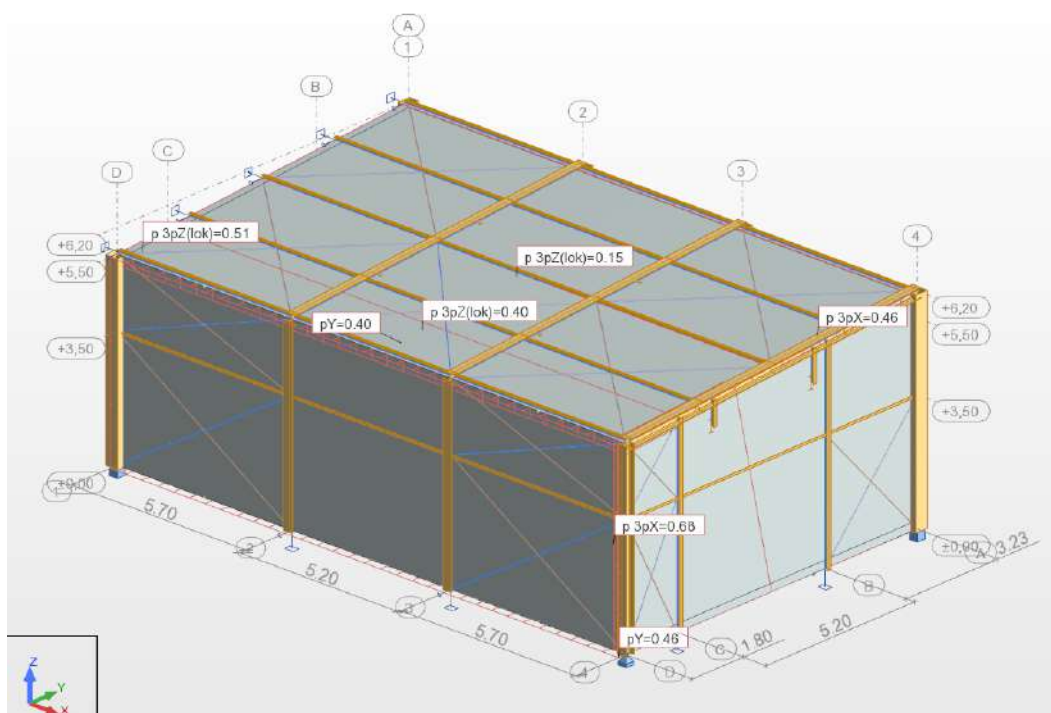
Dla wiatru z kierunku X:

- strefa A	-1,2
- strefa B	-0,8
- strefa D (ściana nawietrzna)	+0,8
- strefa E (ściana zawietrzna)	-0,7
- strefa F	-1,4
- strefa G	-0,9
- strefa H	-0,7

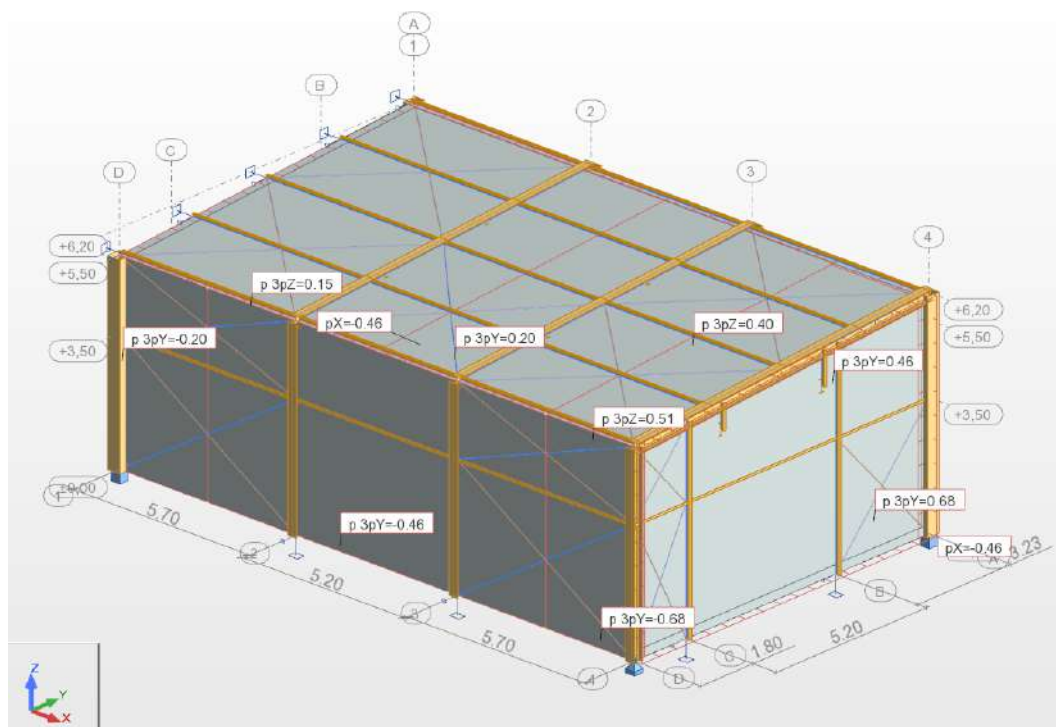
Dla wiatru z kierunku Y

- strefa A	-1,2
- strefa B	-0,8
- strefa D (ściana nawietrzna)	+0,8
- strefa E (ściana zawietrzna)	-0,7
- strefa F	-1,4
- strefa G	-0,9
- strefa H	-0,7
- strefa I	+/-0,2

W każdej ze stref uwzględniono również współczynnik ciśnienia wewnętrznego o wartości +0,2.

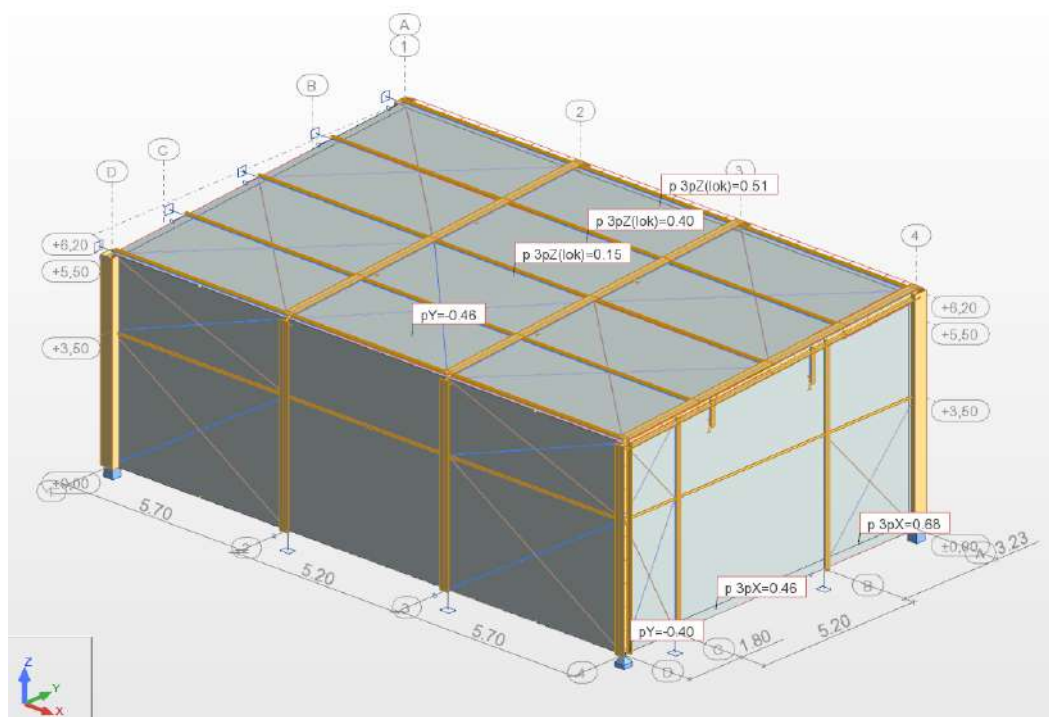


Rys. 3.6. Przypadek 5 – Wiatr Y+



Rys. 3.7. Przypadek 6 – Wiatr X-





Rys. 3.8. Przypadek 7 – Wiatr Y+

Współczynnik obliczeniowy obciążeń przyjęto równy:

$$\gamma_Q = 1,5$$

### 3.1.2.5 Oddziaływania wciągników jezdnych

Udźwig wciągnika przyjęto równy 3,2 tony, masę wciągnika 0,1 tony.

Z uwagi na brak dokładnych wytycznych dotyczących wciągników, przyjęto że oddziaływania prostopadłe do toru wyniosą 10% maksymalnej siły poziomej, a równoległe 12%:

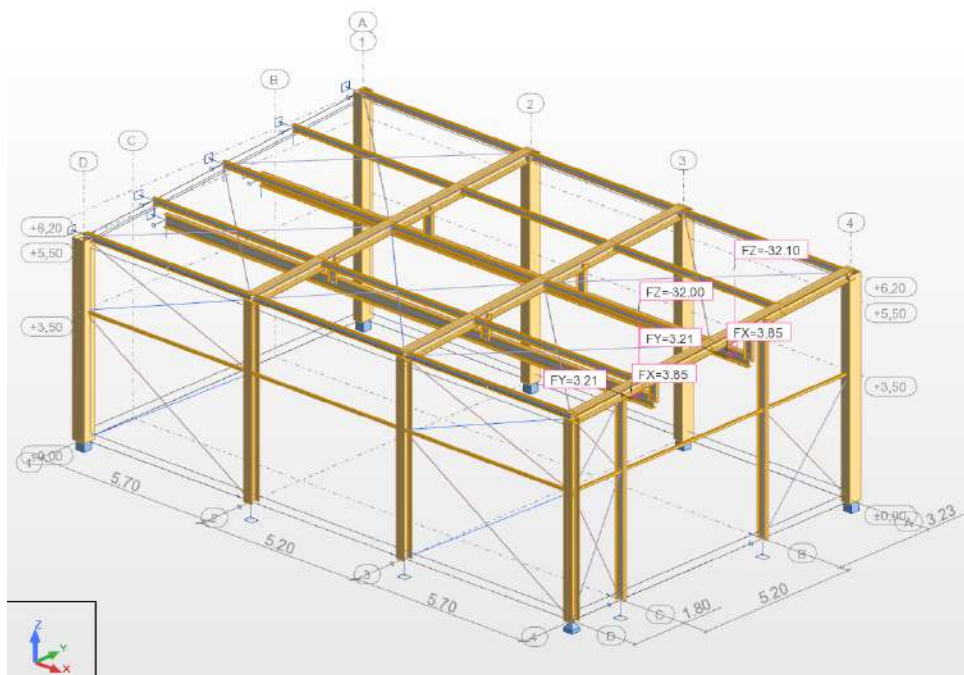
$$P = Q_h + Q_c = 32,0 + 0,1 = 32,1 kN$$

$$H_p = 0,1 \cdot 32,1 = 3,21 kN$$

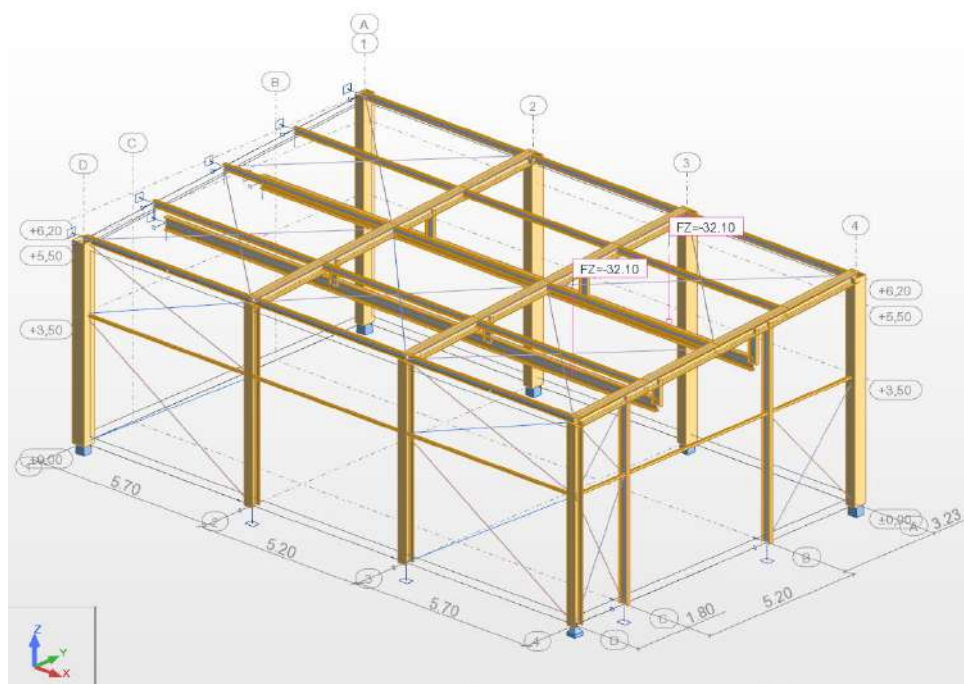
$$H_L = 0,12 \cdot 32,1 = 3,85 kN$$

UWAGA:

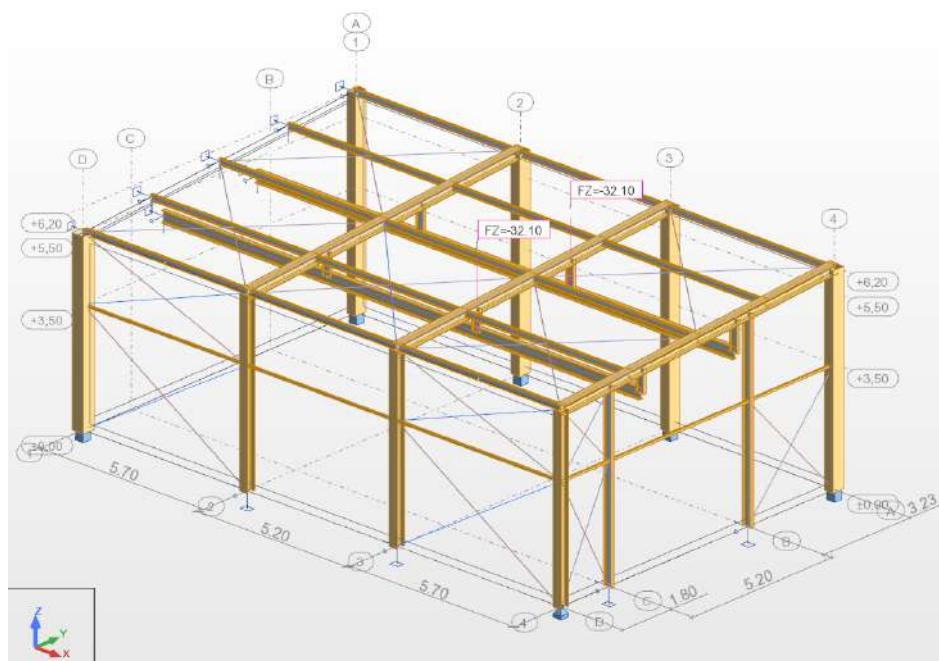
Po ostatecznym wybraniu\zamówieniu\zakupie wciągników należy zweryfikować obliczenia konstrukcji budynku.



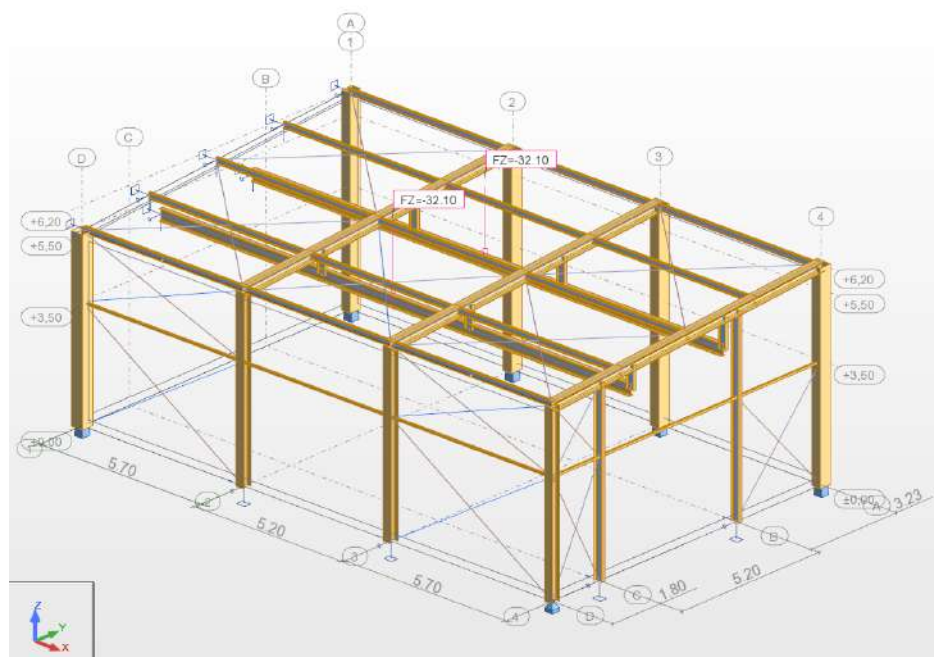
Rys. 3.9. Przypadek 8 – Oddziaływanie wciągników – lokalizacja I



Rys. 3.10. Przypadek 9 – Oddziaływanie wciągników – lokalizacja II

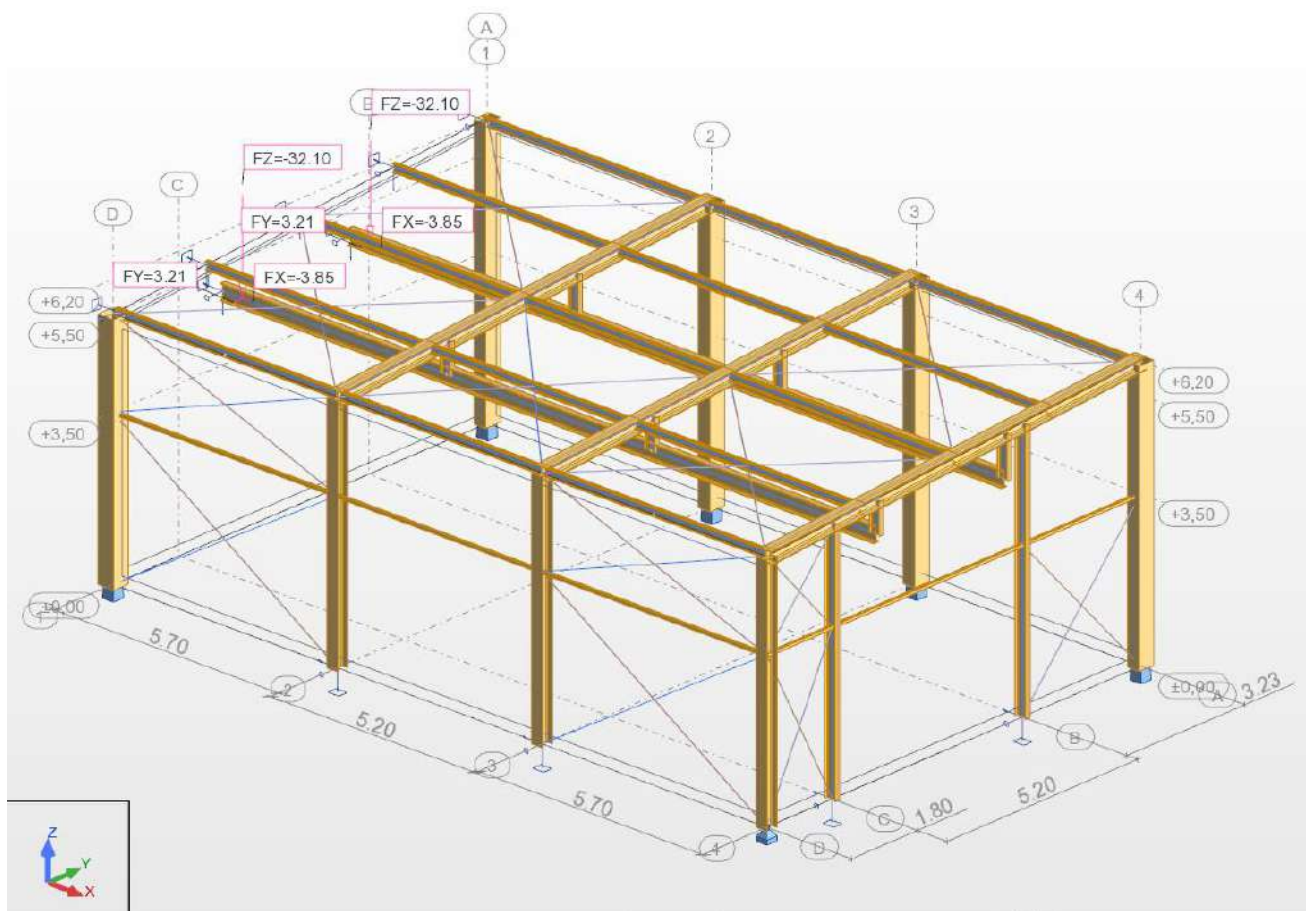


Rys. 3.11. Przypadek 10 – Oddziaływanie wciągników – lokalizacja III



Rys. 3.12. Przypadek 11 – Oddziaływanie wciągników – lokalizacja IV





Rys. 3.13. Przypadek 12 – Oddziaływanie wciągników – lokalizacja V

Współczynnik obliczeniowy obciążeń przyjęto równy:

$$\gamma_Q = 1,5$$

### 3.1.3 Kombinacje obciążeń

Kombinacja	Nazwa	Typ analizy	Typ kombinacji	Natura przypadku	Definicja
21	SGN1	Kombinacja NL	SGN	Kategoria A	$(1+2)*1.35+3*1.50$
22	SGN2	Kombinacja NL	SGN	Kategoria A	$(1+2)*1.35+(3+4)*1.50$
23	SGN3	Kombinacja NL	SGN	Kategoria A	$(1+2)*1.35+(3+4+5)*1.50$
24	SGN4	Kombinacja NL	SGN	Kategoria A	$(1+2)*1.35+(3+4+6)*1.50$
25	SGN5	Kombinacja NL	SGN	Kategoria A	$(1+2)*1.35+(3+4+7)*1.50$
26	SGN6	Kombinacja NL	SGN	Kategoria A	$(1+2)*1.35+(3+5)*1.50$
27	SGN7	Kombinacja NL	SGN	Kategoria A	$(1+2)*1.35+(3+6)*1.50$
28	SGN8	Kombinacja NL	SGN	Kategoria A	$(1+2)*1.35+(3+7)*1.50$
29	SGN9	Kombinacja NL	SGN	Kategoria A	$(1+2)*1.35+4*1.50$
30	SGN10	Kombinacja NL	SGN	Kategoria A	$(1+2)*1.35+(4+5)*1.50$

**Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4**

**WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH**

**Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła**

31	SGN11	Kombinacja NL	SGN	Kategoria A	$(1+2)*1.35+(4+6)*1.50$
32	SGN12	Kombinacja NL	SGN	Kategoria A	$(1+2)*1.35+(4+7)*1.50$
33	SGN13	Kombinacja NL	SGN	Kategoria A	$(1+2)*1.35+5*1.50$
34	SGN14	Kombinacja NL	SGN	Kategoria A	$(1+2)*1.35+6*1.50$
35	SGN15	Kombinacja NL	SGN	Kategoria A	$(1+2)*1.35+7*1.50$
36	SGU16	Kombinacja NL	SGU	Kategoria A	$(1+2+3)*1.00$
37	SGU17	Kombinacja NL	SGU	Kategoria A	$(1+2+3+4)*1.00$
38	SGU18	Kombinacja NL	SGU	Kategoria A	$(1+2+3+4+5)*1.00$
39	SGU19	Kombinacja NL	SGU	Kategoria A	$(1+2+3+4+6)*1.00$
40	SGU20	Kombinacja NL	SGU	Kategoria A	$(1+2+3+4+7)*1.00$
41	SGU21	Kombinacja NL	SGU	Kategoria A	$(1+2+3+5)*1.00$
42	SGU22	Kombinacja NL	SGU	Kategoria A	$(1+2+3+6)*1.00$
43	SGU23	Kombinacja NL	SGU	Kategoria A	$(1+2+3+7)*1.00$
44	SGU24	Kombinacja NL	SGU	Kategoria A	$(1+2+4)*1.00$
45	SGU25	Kombinacja NL	SGU	Kategoria A	$(1+2+4+5)*1.00$
46	SGU26	Kombinacja NL	SGU	Kategoria A	$(1+2+4+6)*1.00$
47	SGU27	Kombinacja NL	SGU	Kategoria A	$(1+2+4+7)*1.00$
48	SGU28	Kombinacja NL	SGU	Kategoria A	$(1+2+5)*1.00$
49	SGU29	Kombinacja NL	SGU	Kategoria A	$(1+2+6)*1.00$
50	SGU30	Kombinacja NL	SGU	Kategoria A	$(1+2+7)*1.00$
51	SGN W I 1	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	$8*1.50+21*1.00$
52	SGN W I 2	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	$8*1.50+22*1.00$
53	SGN W I 3	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	$8*1.50+23*1.00$
54	SGN W I 4	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	$8*1.50+24*1.00$
55	SGN W I 5	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	$8*1.50+25*1.00$
56	SGN W I 6	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	$8*1.50+26*1.00$
57	SGN W I 7	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	$8*1.50+27*1.00$
58	SGN W I 8	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	$8*1.50+28*1.00$
59	SGN W I 9	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	$8*1.50+29*1.00$
60	SGN W I 10	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	$8*1.50+30*1.00$
61	SGN W I 11	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	$8*1.50+31*1.00$
62	SGN W I 12	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	$8*1.50+32*1.00$
63	SGN W I 13	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	$8*1.50+33*1.00$
64	SGN W I 14	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	$8*1.50+34*1.00$
65	SGN W I 15	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	$8*1.50+35*1.00$
71	SGU W I 1	Kombinacja NL	SGU	Konstrukcyjne	$(8+36)*1.00$
72	SGU W I 2	Kombinacja NL	SGU	Konstrukcyjne	$(8+37)*1.00$
73	SGU W I 3	Kombinacja NL	SGU	Konstrukcyjne	$(8+38)*1.00$
74	SGU W I 4	Kombinacja NL	SGU	Konstrukcyjne	$(8+38)*1.00$
75	SGU W I 5	Kombinacja NL	SGU	Konstrukcyjne	$(8+40)*1.00$
76	SGU W I 6	Kombinacja NL	SGU	Konstrukcyjne	$(8+41)*1.00$
77	SGU W I 7	Kombinacja NL	SGU	Konstrukcyjne	$(8+42)*1.00$
78	SGU W I 8	Kombinacja NL	SGU	Konstrukcyjne	$(8+43)*1.00$
79	SGU W I 9	Kombinacja NL	SGU	Konstrukcyjne	$(8+44)*1.00$
80	SGU W I 10	Kombinacja NL	SGU	Konstrukcyjne	$(8+45)*1.00$
81	SGU W I 11	Kombinacja NL	SGU	Konstrukcyjne	$(8+46)*1.00$
82	SGU W I 12	Kombinacja NL	SGU	Konstrukcyjne	$(8+47)*1.00$
83	SGU W I 13	Kombinacja NL	SGU	Konstrukcyjne	$(8+48)*1.00$
84	SGU W I 14	Kombinacja NL	SGU	Konstrukcyjne	$(8+49)*1.00$
85	SGU W I 15	Kombinacja NL	SGU	Konstrukcyjne	$(8+50)*1.00$
86	SGN W II 1	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	$9*1.50+21*1.00$
87	SGN W II 2	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	$9*1.50+22*1.00$
88	SGN W II 3	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	$9*1.50+23*1.00$
89	SGN W II 4	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	$9*1.50+24*1.00$
90	SGN W II 5	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	$9*1.50+25*1.00$
91	SGN W II 6	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	$9*1.50+26*1.00$

92	SGN W II 7	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	9*1.50+27*1.00
93	SGN W II 8	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	9*1.50+28*1.00
94	SGN W II 9	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	9*1.50+29*1.00
95	SGN W II 10	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	9*1.50+30*1.00
96	SGN W II 11	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	9*1.50+31*1.00
97	SGN W II 12	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	9*1.50+32*1.00
98	SGN W II 13	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	9*1.50+33*1.00
99	SGN W II 14	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	9*1.50+34*1.00
100	SGN W II 15	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	9*1.50+35*1.00
101	SGU W II 1	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(9+36)*1.00
102	SGU W II 2	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(9+37)*1.00
103	SGU W II 3	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(9+38)*1.00
104	SGU W II 4	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(9+38)*1.00
105	SGU W II 5	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(9+40)*1.00
106	SGU W II 6	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(9+41)*1.00
107	SGU W II 7	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(9+42)*1.00
108	SGU W II 8	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(9+43)*1.00
109	SGU W II 9	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(9+44)*1.00
110	SGU W II 10	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(9+45)*1.00
111	SGU W II 11	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(9+46)*1.00
112	SGU W II 12	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(9+47)*1.00
113	SGU W II 13	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(9+48)*1.00
114	SGU W II 14	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(9+49)*1.00
115	SGU W II 15	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(9+50)*1.00
116	SGN W III 1	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	10*1.50+21*1.00
117	SGN W III 2	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	10*1.50+22*1.00
118	SGN W III 3	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	10*1.50+23*1.00
119	SGN W III 4	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	10*1.50+24*1.00
120	SGN W III 5	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	10*1.50+25*1.00
121	SGN W III 6	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	10*1.50+26*1.00
122	SGN W III 7	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	10*1.50+27*1.00
123	SGN W III 8	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	10*1.50+28*1.00
124	SGN W III 9	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	10*1.50+29*1.00
125	SGN W III 10	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	10*1.50+30*1.00
126	SGN W III 11	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	10*1.50+31*1.00
127	SGN W III 12	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	10*1.50+32*1.00
128	SGN W III 13	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	10*1.50+33*1.00
129	SGN W III 14	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	10*1.50+34*1.00
130	SGN W III 15	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	10*1.50+35*1.00
131	SGU W III 1	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(10+36)*1.00
132	SGU W III 2	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(10+37)*1.00
133	SGU W III 3	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(10+38)*1.00
134	SGU W III 4	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(10+38)*1.00
135	SGU W III 5	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(10+40)*1.00
136	SGU W III 6	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(10+41)*1.00
137	SGU W III 7	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(10+42)*1.00
138	SGU W III 8	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(10+43)*1.00
139	SGU W III 9	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(10+44)*1.00
140	SGU W III 10	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(10+45)*1.00
141	SGU W III 11	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(10+46)*1.00
142	SGU W III 12	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(10+47)*1.00
143	SGU W III 13	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(10+48)*1.00
144	SGU W III 14	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(10+49)*1.00
145	SGU W III 15	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(10+50)*1.00
146	SGN W IV 1	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	11*1.50+21*1.00
147	SGN W IV 2	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	11*1.50+22*1.00

**Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4**

**WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH**

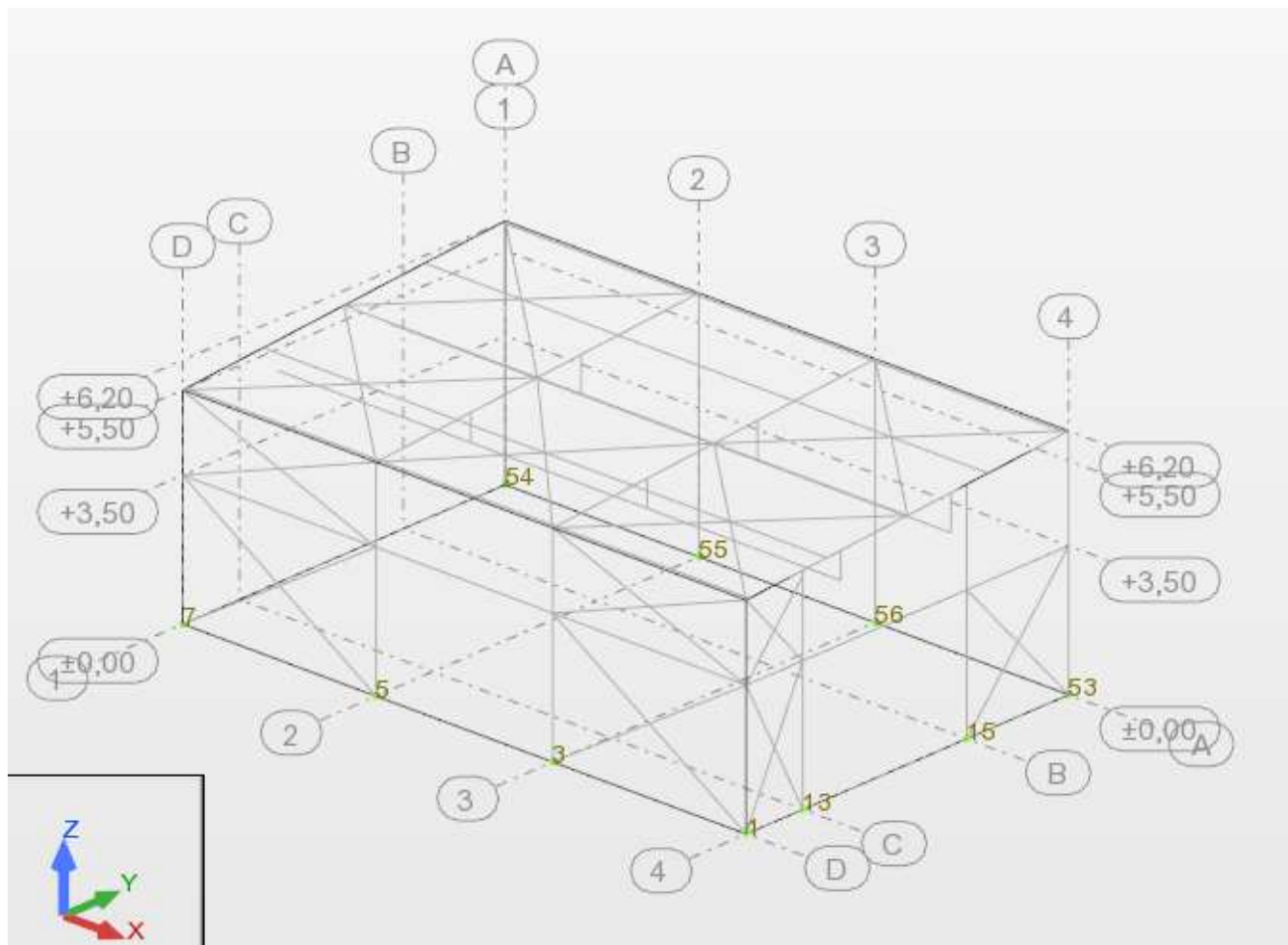
**Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła**

148	SGN W IV 3	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	11*1.50+23*1.00
149	SGN W IV 4	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	11*1.50+24*1.00
150	SGN W IV 5	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	11*1.50+25*1.00
151	SGN W IV 6	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	11*1.50+26*1.00
152	SGN W IV 7	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	11*1.50+27*1.00
153	SGN W IV 8	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	11*1.50+28*1.00
154	SGN W IV 9	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	11*1.50+29*1.00
155	SGN W IV 10	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	11*1.50+30*1.00
156	SGN W IV 11	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	11*1.50+31*1.00
157	SGN W IV 12	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	11*1.50+32*1.00
158	SGN W IV 13	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	11*1.50+33*1.00
159	SGN W IV 14	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	11*1.50+34*1.00
160	SGN W IV 15	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	11*1.50+35*1.00
161	SGU W IV 1	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(11+36)*1.00
162	SGU W IV 2	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(11+37)*1.00
163	SGU W IV 3	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(11+38)*1.00
164	SGU W IV 4	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(11+38)*1.00
165	SGU W IV 5	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(11+40)*1.00
166	SGU W IV 6	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(11+41)*1.00
167	SGU W IV 7	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(11+42)*1.00
168	SGU W IV 8	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(11+43)*1.00
169	SGU W IV 9	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(11+44)*1.00
170	SGU W IV 10	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(11+45)*1.00
171	SGU W IV 11	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(11+46)*1.00
172	SGU W IV 12	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(11+47)*1.00
173	SGU W IV 13	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(11+48)*1.00
174	SGU W IV 14	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(11+49)*1.00
175	SGU W IV 15	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(11+50)*1.00
176	SGN W V 1	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	12*1.50+21*1.00
177	SGN W V 2	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	12*1.50+22*1.00
178	SGN W V 3	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	12*1.50+23*1.00
179	SGN W V 4	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	12*1.50+24*1.00
180	SGN W V 5	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	12*1.50+25*1.00
181	SGN W V 6	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	12*1.50+26*1.00
182	SGN W V 7	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	12*1.50+27*1.00
183	SGN W V 8	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	12*1.50+28*1.00
184	SGN W V 9	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	12*1.50+29*1.00
185	SGN W V 10	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	12*1.50+30*1.00
186	SGN W V 11	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	12*1.50+31*1.00
187	SGN W V 12	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	12*1.50+32*1.00
188	SGN W V 13	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	12*1.50+33*1.00
189	SGN W V 14	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	12*1.50+34*1.00
190	SGN W V 15	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	12*1.50+35*1.00
191	SGU W V 1	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(12+36)*1.00
192	SGU W V 2	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(12+37)*1.00
193	SGU W V 3	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(12+38)*1.00
194	SGU W V 4	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(12+38)*1.00
195	SGU W V 5	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(12+40)*1.00
196	SGU W V 6	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(12+41)*1.00
197	SGU W V 7	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(12+42)*1.00
198	SGU W V 8	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(12+43)*1.00
199	SGU W V 9	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(12+44)*1.00
200	SGU W V 10	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(12+45)*1.00
201	SGU W V 11	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(12+46)*1.00
202	SGU W V 12	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(12+47)*1.00
203	SGU W V 13	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(12+48)*1.00



204	SGU W V 14	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(12+49)*1.00
205	SGU W V 15	Kombinacja NL	SGN	Konstrukcyjne	(12+50)*1.00

### 3.1.4 Reakcje na fundament - obwiednia



Rys. 3.14. Podpory – numery węzłów

Węzeł/Przypadek	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1/ 6	2,13>>	3,07	1,71	-0,00	0,00	0,0
1/ 158	-1,67<<	-12,67	-31,79	-0,00	0,00	0,0
1/ 34	1,30	4,63>>	9,88	-0,00	0,00	0,0
1/ 148	-1,43	-14,80<<	-45,05	-0,00	0,00	0,0
1/ 35	-0,82	2,78	45,29>>	0,00	0,00	0,0
1/ 53	-1,35	-13,87	-57,43<<	-0,00	0,00	0,0
1/ 26	-1,44	-11,64	-25,99	0,00>>	-0,00	-0,00
1/ 190	-0,83	2,81	44,21	-0,00<<	-0,00	0,0



Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

### WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła

1/	56	-1,45	-12,53	-49,36	-0,00	0,00>>	0,0
1/	26	-1,44	-11,64	-25,99	0,00	-0,00<<	-0,00
1/	1	0,05	-0,85	-0,09	0,00	0,00	0,0>>
1/	26	-1,44	-11,64	-25,99	0,00	-0,00	-0,00<<
3/	6	0,20>>	3,95	-11,19	-0,00	-0,00	0,00
3/	150	-5,03<<	38,36	135,69	0,00	-0,00	0,01
3/	120	-4,82	40,32>>	142,78	-0,00	0,00	0,00
3/	5	-0,32	-9,27<<	-11,63	-0,00	-0,00	0,00
3/	117	-4,41	33,62	153,69>>	0,00	-0,00	0,01
3/	5	-0,32	-9,27	-11,63<<	-0,00	-0,00	0,00
3/	26	-2,58	1,06	66,62	0,00>>	-0,00	0,00
3/	190	-1,41	17,55	55,87	-0,00<<	0,00	0,00
3/	82	-2,73	18,28	66,05	-0,00	0,00>>	0,00
3/	117	-4,41	33,62	153,69	0,00	-0,00<<	0,01
3/	148	-4,60	17,86	130,48	-0,00	-0,00	0,01>>
3/	8	-0,26	0,80	3,11	-0,00	0,00	-0,00<<
5/	6	1,77>>	4,59	-8,92	-0,00	0,00	0,00
5/	158	-0,34<<	6,01	81,16	-0,00	0,00	0,00
5/	149	0,10	38,67>>	140,71	-0,00	-0,00	0,01
5/	5	-0,14	-9,15<<	-11,33	-0,00	0,00	-0,00
5/	147	-0,21	31,82	153,48>>	0,0	0,0	0,01
5/	5	-0,14	-9,15	-11,33<<	-0,00	0,00	-0,00
5/	26	-0,17	1,15	69,02	0,00>>	0,00	0,00
5/	190	-0,12	18,26	60,18	-0,00<<	0,00	0,01
5/	124	-0,13	23,43	119,56	-0,00	0,00>>	0,00
5/	25	-0,13	28,90	111,11	0,00	-0,00<<	0,01
5/	25	-0,13	28,90	111,11	0,00	-0,00	0,01>>
5/	8	-0,00	0,12	0,79	0,00	-0,00	-0,00<<
7/	159	11,31>>	8,39	35,66	-3,48	9,26	0,0
7/	55	-4,73<<	6,95	33,71	-12,37	-8,76	0,0
7/	34	10,37	9,93>>	35,69	-11,95	9,40	0,0
7/	148	-2,41	-16,34<<	33,73	60,11	-7,53	0,0
7/	35	-1,28	9,30	35,97>>	-25,26	-2,19	0,0
7/	4	-0,99	-0,90	-0,73<<	4,94	-2,08	0,0
7/	148	-2,41	-16,34	33,73	60,11>>	-7,53	0,0
7/	35	-1,28	9,30	35,97	-25,26<<	-2,19	0,0
7/	189	10,61	9,59	35,68	-10,09	9,49>>	0,0
7/	150	-4,38	6,11	33,72	-7,74	-8,94<<	0,0
7/	1	-0,46	-0,94	21,81	5,17	-1,42	0,0>>
7/	1	-0,46	-0,94	21,81	5,17	-1,42	0,0<<
13/	149	6,66>>	0,07	75,53	0,00	0,00	0,00
13/	63	-9,86<<	0,04	126,25	-0,00	-0,00	0,00
13/	35	-6,59	6,18>>	2,75	-0,00	0,00	0,00
13/	8	-0,00	-0,01<<	42,49	-0,00	0,00	-0,00
13/	53	-9,82	0,06	161,14>>	-0,00	0,00	0,00
13/	7	-4,41	5,62	-28,46<<	0,00	0,00	0,00
13/	181	-9,84	0,06	75,40	0,00>>	-0,00	0,00
13/	148	-9,82	0,08	107,58	-0,00<<	0,00	0,00
13/	56	-9,85	0,05	138,75	-0,00	0,00>>	0,00
13/	26	-9,85	0,06	74,90	-0,00	-0,00<<	0,00
13/	148	-9,82	0,08	107,58	-0,00	0,00	0,00>>
13/	6	4,40	0,92	-8,43	0,00	0,00	-0,00<<
15/	149	8,38>>	-10,09	43,56	0,00	0,00	-0,00
15/	65	-9,85<<	0,02	89,50	-0,00	-0,00	0,00
15/	55	-9,79	0,07>>	109,57	0,0	0,00	0,00
15/	53	-8,52	-22,09<<	88,88	-0,00	0,00	0,00

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

### WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła

15/	55	-9,79	0,07	109,57>>	0,0	0,00	0,00
15/	5	-5,74	-6,04	-9,71<<	0,00	0,00	0,00
15/	170	-5,68	-13,11	23,01	0,00>>	0,00	0,00
15/	53	-8,52	-22,09	88,88	-0,00<<	0,00	0,00
15/	7	-6,59	-0,04	4,13	0,00	0,00>>	0,00
15/	26	-8,55	-14,78	27,55	0,00	-0,00<<	0,00
15/	63	-8,57	-17,42	69,27	-0,00	-0,00	0,00>>
15/	149	8,38	-10,09	43,56	0,00	0,00	-0,00<<
17/	34	9,17>>	-5,46	4,43	-0,02	-0,00	-0,00
17/	148	-29,15<<	-37,76	11,68	-0,07	0,00	-0,00
17/	7	-19,44	13,65>>	-0,87	-0,00	-0,00	-0,00
17/	148	-29,15	-37,76<<	11,68	-0,07	0,00	-0,00
17/	177	-7,76	-20,21	15,28>>	-0,07	0,00	-0,00
17/	5	-11,35	-8,27	-2,31<<	-0,00	-0,00	-0,00
17/	6	3,71	2,01	-0,70	0,00>>	0,00	0,00
17/	55	3,20	0,55	13,92	-0,08<<	0,00	-0,00
17/	118	-28,00	-36,09	11,34	-0,07	0,00>>	-0,00
17/	30	-23,86	-27,04	8,32	-0,06	-0,00<<	0,00
17/	26	-22,65	-24,26	5,52	-0,04	-0,00	0,00>>
17/	7	-19,44	13,65	-0,87	-0,00	-0,00	-0,00<<
35/	149	14,01>>	-0,06	14,61	-0,06	-0,00	0,00
35/	5	-4,11<<	0,17	-2,56	-0,00	-0,00	-0,00
35/	98	-2,59	0,25>>	1,57	-0,03	0,00	-0,00
35/	149	14,01	-0,06<<	14,61	-0,06	-0,00	0,00
35/	147	9,56	-0,05	15,86>>	-0,06	0,00	-0,00
35/	5	-4,11	0,17	-2,56<<	-0,00	-0,00	-0,00
35/	6	3,48	-0,00	-0,82	0,00>>	0,00	-0,00
35/	23	1,27	0,22	11,80	-0,07<<	0,00	-0,00
35/	118	2,51	0,22	11,72	-0,07	0,00>>	-0,00
35/	30	-0,40	0,23	8,19	-0,06	-0,00<<	0,00
35/	26	-1,74	0,23	5,31	-0,04	-0,00	0,00>>
35/	56	-1,43	0,23	5,28	-0,04	0,00	-0,00<<
37/	149	15,38>>	-0,06	14,76	-0,07	-0,00	0,00
37/	35	-5,09<<	0,27	1,39	-0,03	0,00	-0,00
37/	100	-4,49	0,28>>	1,24	-0,03	-0,00	0,00
37/	149	15,38	-0,06<<	14,76	-0,07	-0,00	0,00
37/	147	10,22	-0,06	16,00>>	-0,08	0,00	-0,00
37/	7	-4,56	0,19	-2,78<<	-0,00	-0,00	-0,00
37/	6	3,87	-0,00	-0,82	0,00>>	0,00	-0,00
37/	150	1,18	0,24	11,79	-0,08<<	0,00	-0,00
37/	118	5,56	0,05	14,23	-0,08	0,00>>	-0,00
37/	26	1,19	0,06	7,79	-0,05	-0,00<<	0,00
37/	190	-5,05	0,27	1,47	-0,03	-0,00	0,00>>
37/	7	-4,56	0,19	-2,78	-0,00	-0,00	-0,00<<
45/	7	7,99>>	0,03	-0,39	-0,00	-0,00	-0,00
45/	150	-8,11<<	0,05	7,48	-0,03	0,00	-0,00
45/	63	-6,00	0,16>>	0,65	-0,02	-0,00	0,00
45/	149	2,76	-0,02<<	7,71	-0,03	-0,00	0,00
45/	147	-2,64	-0,01	8,27>>	-0,03	0,00	-0,00
45/	5	-1,45	0,11	-1,59<<	-0,00	-0,00	-0,00
45/	6	5,82	-0,00	-0,34	0,00>>	0,00	0,00
45/	23	-3,44	0,15	5,90	-0,04<<	0,00	-0,00
45/	118	-4,07	0,15	5,90	-0,04	0,00>>	-0,00
45/	30	-3,42	0,15	4,04	-0,03	-0,00<<	0,00
45/	26	-3,39	0,15	2,55	-0,02	-0,00	0,00>>
45/	56	-6,24	0,16	2,51	-0,02	0,00	-0,00<<

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

### WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH

Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła

46/	53	11,24>>	0,04	7,54	-0,05	0,00	-0,00
46/	90	-13,70<<	0,18	5,60	-0,05	-0,00	0,00
46/	120	-13,63	0,18>>	5,59	-0,05	-0,00	0,00
46/	159	6,01	-0,01<<	2,46	-0,02	-0,00	-0,00
46/	52	3,55	0,00	8,17>>	-0,05	0,00	-0,00
46/	7	3,06	0,11	-1,52<<	-0,00	-0,00	-0,00
46/	6	3,30	-0,00	-0,37	0,00>>	0,00	-0,00
46/	150	-12,85	0,18	5,61	-0,05<<	0,00	-0,00
46/	118	9,76	0,04	7,46	-0,05	0,00>>	-0,00
46/	26	8,53	0,04	4,21	-0,03	-0,00<<	0,00
46/	190	-2,91	0,17	0,67	-0,02	-0,00	0,00>>
46/	7	3,06	0,11	-1,52	-0,00	-0,00	-0,00<<
53/	64	4,28>>	-10,17	32,85	18,47	5,14	0,0
53/	120	-6,86<<	8,24	32,23	-9,95	-10,85	0,0
53/	35	-6,45	21,20>>	20,02	-25,25	-8,32	0,0
53/	53	-4,72	-17,51<<	54,67	49,29	-7,82	0,0
53/	148	-4,74	-17,00	58,88>>	47,03	-7,97	0,0
53/	7	-4,12	18,03	-11,23<<	-21,07	-4,44	0,0
53/	53	-4,72	-17,51	54,67	49,29>>	-7,82	0,0
53/	35	-6,45	21,20	20,02	-25,25<<	-8,32	0,0
53/	64	4,28	-10,17	32,85	18,47	5,14>>	0,0
53/	120	-6,86	8,24	32,23	-9,95	-10,85<<	0,0
53/	1	-0,08	-1,22	22,59	4,48	-0,47	0,0>>
53/	1	-0,08	-1,22	22,59	4,48	-0,47	0,0<<
54/	149	15,22>>	-11,51	25,17	17,14	26,50	0,0
54/	5	-0,31<<	-6,79	0,02	20,18	-1,93	0,0
54/	65	-0,00	12,20>>	24,76	-37,82	-0,03	0,0
54/	149	15,22	-11,51<<	25,17	17,14	26,50	0,0
54/	34	14,59	-10,95	25,21>>	13,65	22,61	0,0
54/	10	0,00	-0,00	-0,00<<	0,00	0,00	0,0
54/	151	-0,00	-10,60	24,76	32,84>>	-0,03	0,0
54/	65	-0,00	12,20	24,76	-37,82<<	-0,03	0,0
54/	149	15,22	-11,51	25,17	17,14	26,50>>	0,0
54/	5	-0,31	-6,79	0,02	20,18	-1,93<<	0,0
54/	1	-0,00	0,00	18,34	-0,02	-0,02	0,0>>
54/	1	-0,00	0,00	18,34	-0,02	-0,02	0,0<<
55/	7	0,08>>	12,27	-10,30	-27,87	0,48	0,0
55/	90	-0,28<<	14,49	86,36	-17,54	-1,76	0,0
55/	35	-0,04	16,47>>	41,30	-29,84	-0,23	0,0
55/	148	-0,11	-19,04<<	106,84	55,18	-0,67	0,0
55/	147	-0,21	-4,09	113,57>>	25,33	-1,28	0,0
55/	7	0,08	12,27	-10,30<<	-27,87	0,48	0,0
55/	148	-0,11	-19,04	106,84	55,18>>	-0,67	0,0
55/	35	-0,04	16,47	41,30	-29,84<<	-0,23	0,0
55/	7	0,08	12,27	-10,30	-27,87	0,48>>	0,0
55/	90	-0,28	14,49	86,36	-17,54	-1,76<<	0,0
55/	1	-0,03	-0,74	34,76	4,59	-0,19	0,0>>
55/	1	-0,03	-0,74	34,76	4,59	-0,19	0,0<<
56/	7	0,06>>	12,48	-10,30	-29,19	0,35	0,0
56/	120	-0,26<<	14,13	100,63	-15,34	-1,62	0,0
56/	35	-0,03	16,89>>	41,42	-32,44	-0,18	0,0
56/	118	-0,20	-19,48<<	109,95	57,93	-1,23	0,0
56/	117	-0,23	-4,30	116,20>>	26,68	-1,43	0,0
56/	7	0,06	12,48	-10,30<<	-29,19	0,35	0,0
56/	118	-0,20	-19,48	109,95	57,93>>	-1,23	0,0
56/	35	-0,03	16,89	41,42	-32,44<<	-0,18	0,0

56/	7	0,06	12,48	-10,30	-29,19	0,35>>	0,0
56/	120	-0,26	14,13	100,63	-15,34	-1,62<<	0,0
56/	1	-0,04	-0,78	34,87	4,83	-0,22	0,0>>
56/	1	-0,04	-0,78	34,87	4,83	-0,22	0,0<<
101/	189	6,81>>	-4,36	50,56	0,0	-0,00	-0,00
101/	55	-7,44<<	-0,07	9,71	0,0	0,00	-0,00
101/	7	-0,73	0,05>>	-0,94	0,0	-0,00	0,00
101/	178	4,11	-4,46<<	54,49	0,0	0,00	0,00
101/	177	5,22	-4,43	55,63>>	0,0	0,00	-0,00
101/	10	-0,04	0,00	-1,42<<	0,0	-0,00	0,0
101/	1	-0,10	-0,03	4,02	0,0>>	0,00	-0,00
101/	1	-0,10	-0,03	4,02	0,0<<	0,00	-0,00
101/	56	-7,20	-0,12	6,80	0,0	0,00>>	0,00
101/	26	-1,43	-0,11	7,23	0,0	-0,00<<	0,00
101/	188	4,46	-4,40	49,58	0,0	-0,00	0,00>>
101/	177	5,22	-4,43	55,63	0,0	0,00	-0,00<<
103/	189	6,38>>	-4,29	49,40	0,0	-0,00	-0,00
103/	53	-7,43<<	-0,08	8,08	0,0	0,00	-0,00
103/	7	-0,48	0,04>>	-0,67	0,0	-0,00	-0,00
103/	178	4,09	-4,35<<	52,21	0,0	0,00	0,00
103/	177	5,02	-4,30	53,15>>	0,0	0,00	0,00
103/	10	-0,03	-0,01	-1,22<<	0,0	-0,00	0,00
103/	1	-0,13	-0,00	3,47	0,0>>	0,00	-0,00
103/	1	-0,13	-0,00	3,47	0,0<<	0,00	-0,00
103/	56	-7,13	-0,08	5,69	0,0	0,00>>	-0,00
103/	26	-1,37	-0,05	5,98	0,0	-0,00<<	-0,00
103/	186	6,09	-4,29	51,79	0,0	-0,00	0,00>>
103/	181	4,39	-4,34	49,83	0,0	-0,00	-0,00<<

### 3.1.5 Weryfikacja elementów stalowych konstrukcji

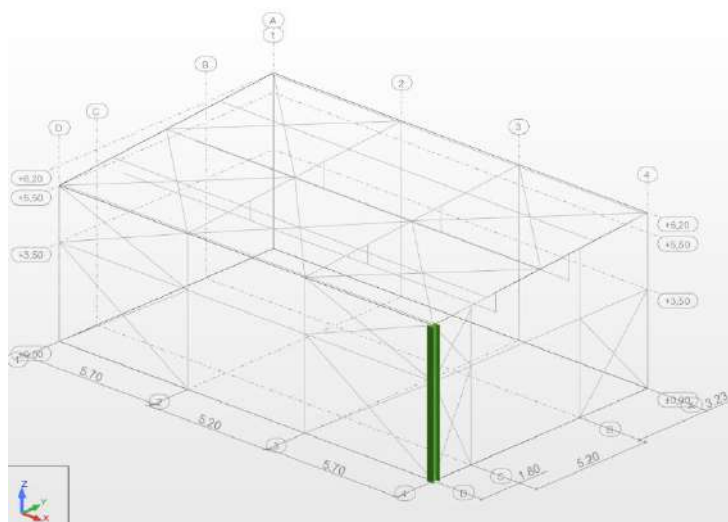
#### 3.1.5.1 Stan graniczny nośności

Obliczenia sprawdzające dla poszczególnych prętów konstrukcji wykonano w 8 grupach.

Skrócone zestawienie wyników dla stanu granicznego nośności przedstawiono w Tablicy 1.1.

**Tablica 3.1.** Wyniki wymiarowania dla stanu granicznego nośności

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż.	Przypadek
Grupa : 2001 Słup narożny						
	HE 280 B	S 235	16.49	28.20	0.09	53 SGN W I 3
Grupa : 2002 Słup						
	HE 280 B	S 235	132.01	28.20	0.64	117 SGN W III 2
Grupa : 2003 Rygiel						
	HE 280 B	S 235	202.14	72.29	0.64	117 SGN W III 2
Grupa : 2004 Płatów						
	I 180 PE	S 235	76.70	277.28	0.70	87 SGN W II 2
Grupa : 2005 Tężnik						
	RK 70x70x5	S 235	215.93	215.93	0.23	148 SGN W IV 3
Grupa : 2006 Stężenia X						
	PO 20	S 235	1532.92	1532.92	0.77	148 SGN W IV 3
Grupa : 2007 Słup wachaczowy						
	I 270 PE	S 235	50.07	115.70	0.45	53 SGN W I 3
Grupa : 2008 Belka Wciągnika						
	I 360	S 235	36.57	182.92	0.65	147 SGN W IV 2



**Rys. 3.14.** Grupa 2001: Słup narożny – HEB280 (S235)

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 2001 Słup narożny

PRĘT: 1 Słup\_1

PUNKT: 20

WSPÓŁRZĘDNA:  $x = 1.00$   $L = 5.50$  m

## OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 53 SGN W I 3  $8 \times 1.50 + 23 \times 1.00$ 

## MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00$  MPa

## PARAMETRY PRZEKROJU: HE 280 B

 $h = 28.0$  cm  $g_{M0} = 1.00$   $g_{M1} = 1.00$  $b = 28.0$  cm  $A_y = 110.42$  cm<sup>2</sup> $t_w = 1.1$  cm  $I_y = 19270.00$  cm<sup>4</sup> $t_f = 1.8$  cm  $W_{ply} = 1534.43$  cm<sup>3</sup> $A_z = 40.73$  cm<sup>2</sup> $I_z = 6590.00$  cm<sup>4</sup> $W_{plz} = 717.57$  cm<sup>3</sup> $A_x = 131.00$  cm<sup>2</sup> $I_x = 144.00$  cm<sup>4</sup>

## SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

 $N_{Ed} = -35.57$  kN $M_{y,Ed} = 33.61$  kN\*m $M_{z,Ed} = -0.11$  kN\*m $V_{y,Ed} = -0.49$  kN $N_{t,Rd} = 3078.50$  kN $M_{y,pl,Rd} = 360.59$  kN\*m $M_{z,pl,Rd} = 168.63$  kN\*m $V_{y,c,Rd} = 1498.15$  kN $M_{y,c,Rd} = 360.59$  kN\*m $M_{z,c,Rd} = 168.63$  kN\*m $V_{z,Ed} = 17.53$  kN $M_{N,y,Rd} = 360.59$  kN\*m $M_{N,z,Rd} = 168.63$  kN\*m $V_{z,c,Rd} = 552.61$  kN $M_{b,Rd} = 360.59$  kN\*m

KLASA PRZEKROJU = 1



## PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

 $z = 0.00$   $M_{cr} = 10368.32$  kN\*m

Krzywa,LT - b

 $X_{LT} = 1.00$  $L_{cr,upp} = 2.00$  m $\lambda_{m,LT} = 0.19$  $\phi_{LT} = 0.48$  $X_{LT,mod} = 1.00$ 

## PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:



względem osi z:

## FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

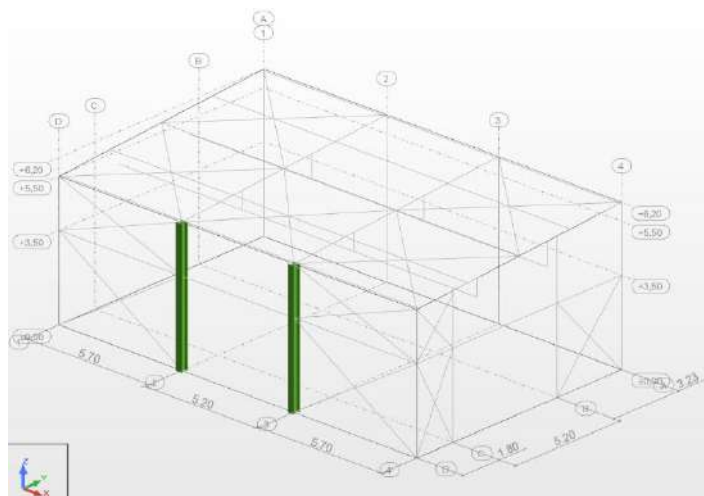
Kontrola wytrzymałości przekroju:

 $N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.3.(1)) $(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.01 < 1.00$  (6.2.9.1.(6)) $V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6.(1)) $V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.03 < 1.00$  (6.2.6.(1))

Kontrola stateczności globalnej pręta:

 $M_{y,Ed}/M_{b,Rd} = 0.09 < 1.00$  (6.3.2.1.(1))

Profil poprawny !!!



Rys. 3.15. Grupa 2002: Słup – HEB280 (S235)

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 2002 Słup

**PRĘT:** 2 Słup G\_2

**PUNKT:** 1

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.64 L = 3.50 \text{ m}$

### OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 117 SGN W III 2  $10 \cdot 1.50 + 22 \cdot 1.00$

### MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



### PARAMETRY PRZEKROJU: HE 280 B

$h = 28.0 \text{ cm}$   $gM0 = 1.00$   $gM1 = 1.00$

$b = 28.0 \text{ cm}$   $A_y = 110.42 \text{ cm}^2$

$tw = 1.1 \text{ cm}$   $I_y = 19270.00 \text{ cm}^4$

$tf = 1.8 \text{ cm}$   $W_{ply} = 1534.43 \text{ cm}^3$

$A_z = 40.73 \text{ cm}^2$

$I_z = 6590.00 \text{ cm}^4$

$W_{plz} = 717.57 \text{ cm}^3$

$A_x = 131.00 \text{ cm}^2$

$I_x = 144.00 \text{ cm}^4$

### SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N_{Ed} = 143.75 \text{ kN}$

$M_{y,Ed} = -117.67 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{z,Ed} = -2.24 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$V_{y,Ed} = -1.16 \text{ kN}$

$N_{c,Rd} = 3078.50 \text{ kN}$

$M_{y,Ed,max} = -184.91 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{z,Ed,max} = -2.24 \text{ kN} \cdot \text{m}$   $V_{y,T,Rd} =$

$1497.79 \text{ kN}$

$N_{b,Rd} = 1167.70 \text{ kN}$

$M_{y,c,Rd} = 360.59 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$M_{z,c,Rd} = 168.63 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$V_{z,Ed} = -33.62 \text{ kN}$

$MN_{y,Rd} = 360.59 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$MN_{z,Rd} = 168.63 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$V_{z,T,Rd} = 552.54 \text{ kN}$

$Mb,Rd = 360.59 \text{ kN} \cdot \text{m}$

$Tt,Ed = 0.01 \text{ kN} \cdot \text{m}$

KLASA PRZEKROJU = 1



### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:



$z = 0.00$   $M_{cr} = 5874.80 \text{ kN}\cdot\text{m}$   
 $L_{cr,low} = 2.00 \text{ m}$   $Lam_{LT} = 0.25$

Krzywa,LT - b  
 $f_{i,LT} = 0.50$

$XLT = 1.00$   
 $XLT,mod = 1.00$

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 5.50 \text{ m}$   $Lam_y = 1.41$   
 $L_{cr,y} = 16.01 \text{ m}$   $X_y = 0.38$   
 $Lam_y = 132.01$   $k_{yy} = 0.99$



względem osi z:

$L_z = 5.50 \text{ m}$   $Lam_z = 0.30$   
 $L_{cr,z} = 2.00 \text{ m}$   $X_z = 0.95$   
 $Lam_z = 28.20$   $k_{yz} = 0.54$

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.05 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.12 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.06 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{xy,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{xz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

##### Kontrola stateczności globalnej pręta:

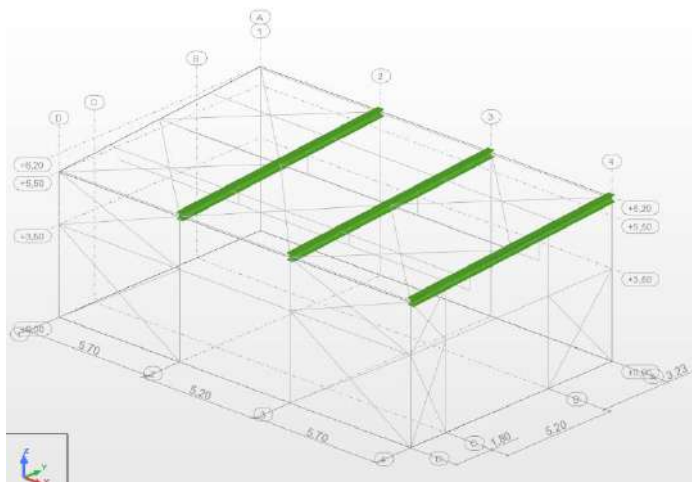
$$\lambda_{y} = 132.01 < \lambda_{y,max} = 210.00 \quad \lambda_{z} = 28.20 < \lambda_{z,max} = 210.00 \quad \text{STABILNY}$$

$$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.51 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.64 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.37 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**Profil poprawny !!!**



Rys. 3.16. Grupa 2003: Rygiel – HEB280 (S235)

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 2003 Rygiel

PRĘT: 1003 Rygiel 3

PUNKT: 20

WSPÓŁRZĘDNA:  $x = 0.50$   $L = 5.13$  m

## OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 117 SGN W III 2  $10 \cdot 1.50 + 22 \cdot 1.00$ 

## MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00$  MPa

## PARAMETRY PRZEKROJU: HE 280 B

 $h = 28.0$  cm  $g_{M0} = 1.00$   $g_{M1} = 1.00$  $b = 28.0$  cm  $A_y = 110.42$  cm<sup>2</sup> $t_w = 1.1$  cm  $I_y = 19270.00$  cm<sup>4</sup> $t_f = 1.8$  cm  $W_{ply} = 1534.43$  cm<sup>3</sup> $A_z = 40.73$  cm<sup>2</sup> $I_z = 6590.00$  cm<sup>4</sup> $W_{plz} = 717.57$  cm<sup>3</sup> $A_x = 131.00$  cm<sup>2</sup> $I_x = 144.00$  cm<sup>4</sup>

## SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

 $N_{Ed} = 38.93$  kN $M_{y,Ed} = 213.43$  kN\*m $M_{z,Ed} = -0.21$  kN\*m $V_{y,Ed} = -0.52$  kN $N_{c,Rd} = 3078.50$  kN $M_{y,Ed,max} = 213.43$  kN\*m $M_{z,Ed,max} = -1.59$  kN\*m  $V_{y,T,Rd} =$ 

1497.77 kN

 $N_{b,Rd} = 565.29$  kN $M_{y,c,Rd} = 360.59$  kN\*m $M_{z,c,Rd} = 168.63$  kN\*m $V_{z,Ed} = 36.59$  kN $MN_{y,Rd} = 360.59$  kN\*m $MN_{z,Rd} = 168.63$  kN\*m $V_{z,T,Rd} = 552.53$  kN $Mb,Rd = 360.59$  kN\*m $Tt,Ed = 0.01$  kN\*m

KLASA PRZEKROJU = 1



## PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

 $z = 1.00$   $M_{cr} = 5325.37$  kN\*m

Krzywa,LT - b

 $X_{LT} = 1.00$  $L_{cr,upp} = 2.12$  m $\lambda_{m,LT} = 0.26$  $\phi_{LT} = 0.50$  $X_{LT,mod} = 1.00$ 

## PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

 $L_y = 10.25$  m  $\lambda_{m,y} = 2.15$  $L_{cr,y} = 24.52$  m $X_y = 0.18$  $\lambda_{m,y} = 202.14$  $\chi_{yy} = 0.95$ 

względem osi z:

 $L_z = 10.25$  m $\lambda_{m,z} = 0.77$  $L_{cr,z} = 5.13$  m $X_z = 0.68$  $\lambda_{m,z} = 72.29$  $\chi_{yz} = 0.55$ 

## FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

## Kontrola wytrzymałości przekroju:

 $N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.4.(1)) $(M_{y,Ed}/MN_{y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/MN_{z,Rd})^1 = 0.35 < 1.00$  (6.2.9.1.(6)) $V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6-7) $V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.07 < 1.00$  (6.2.6-7) $\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6) $\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)

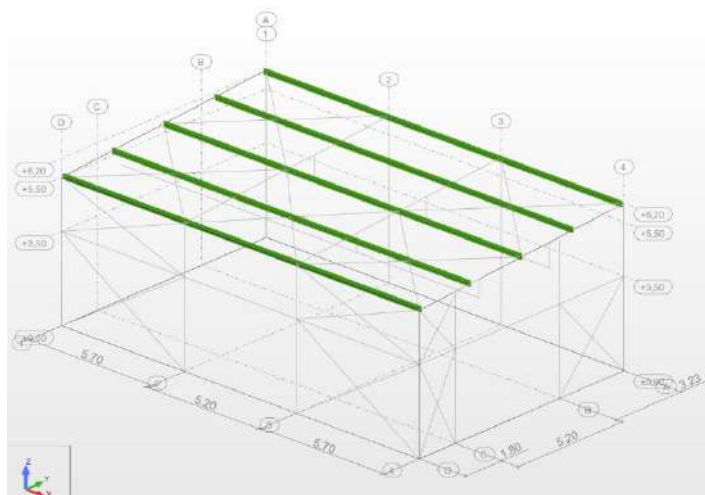
## Kontrola stateczności globalnej pręta:

 $\lambda_{m,y} = 202.14 < \lambda_{m,max} = 210.00$  $\lambda_{m,z} = 72.29 < \lambda_{m,max} = 210.00$  STABILNY $M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.59 < 1.00$  (6.3.2.1.(1))

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.64 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.36 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**Profil poprawny !!!**



Rys. 3.17. Grupa 2004: Płatwie – IPE180 (S235)

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 2004 Płatew

**PRĘT:** 34 Płatew\_34

**PUNKT:**

**WSPÓŁRZĘDNA:** x = 0.00 L = 0.00 m

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 87 SGN W II 2 9\*1.50+22\*1.00

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$



**PARAMETRY PRZĘKROJU: I 180 PE**

h=18.0 cm  $g_{M0}=1.00$   $g_{M1}=1.00$

b=9.1 cm  $A_y=16.16 \text{ cm}^2$

tw=0.5 cm  $I_y=1320.00 \text{ cm}^4$

tf=0.8 cm  $W_{ply}=166.41 \text{ cm}^3$

$A_z=11.20 \text{ cm}^2$

$I_z=101.00 \text{ cm}^4$

$W_{plz}=34.60 \text{ cm}^3$

$A_x=23.90 \text{ cm}^2$

$I_x=4.79 \text{ cm}^4$

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N_{Ed} = 9.11 \text{ kN}$

$M_{y,Ed} = -18.01 \text{ kN*m}$

$M_{z,Ed} = -1.07 \text{ kN*m}$

$V_{y,Ed} = -1.16 \text{ kN}$

$N_{c,Rd} = 561.65 \text{ kN}$

$M_{y,Ed,max} = -18.01 \text{ kN*m}$

$M_{z,Ed,max} = -1.07 \text{ kN*m}$   $V_{y,T,Rd} =$

218.62 kN

$N_{b,Rd} = 441.47 \text{ kN}$

$M_{y,c,Rd} = 39.11 \text{ kN*m}$

$M_{z,c,Rd} = 8.13 \text{ kN*m}$

$V_{z,Ed} = 21.54 \text{ kN}$

$M_{N,y,Rd} = 39.11 \text{ kN*m}$

$M_{N,z,Rd} = 8.13 \text{ kN*m}$

$V_{z,T,Rd} = 151.71 \text{ kN}$

$M_{b,Rd} = 26.99 \text{ kN*m}$

$T_{t,Ed} = 0.01 \text{ kN*m}$

KLASA PRZĘKROJU = 1



#### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = -1.00$   $M_{cr} = 36.09 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$L_{cr,low} = 5.70 \text{ m}$

$L_{am\_LT} = 1.04$

Krzywa, LT - b

$f_{i,LT} = 1.02$

$XLT = 0.67$

$XLT_{mod} = 0.69$

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 5.70 \text{ m}$   $L_{am\_y} = 0.82$

$L_{cr,y} = 5.70 \text{ m}$   $X_y = 0.79$

$L_{am_y} = 76.70$   $k_{yy} = 0.91$



względem osi z:

$k_{yz} = 0.54$

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.02 < 1.00$  (6.2.4.(1))

$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.34 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))

$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.01 < 1.00$  (6.2.6-7)

$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.14 < 1.00$  (6.2.6-7)

$\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.01 < 1.00$  (6.2.6)

$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)

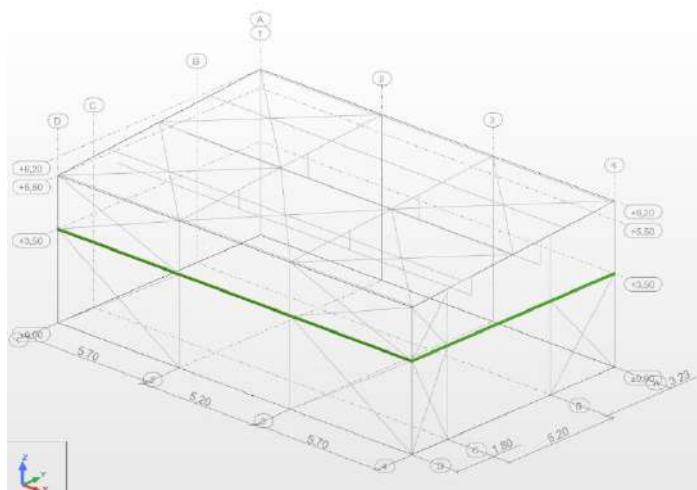
##### Kontrola stateczności globalnej pręta:

$\lambda_{b,y} = 76.70 < \lambda_{b,max} = 210.00$  STABILNY

$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.67 < 1.00$  (6.3.2.1.(1))

$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(XLT \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.70 < 1.00$  (6.3.3.(4))

**Profil poprawny !!!**



## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

**NORMA:** PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TYP ANALIZY:** Weryfikacja grup prętów

**GRUPA:** 2005 Tężnik

**PRĘT:** 1007 Rygle ścienne\_1007 **PUNKT:**

**WSPÓŁRZĘDNA:**  $x = 0.50$   $L = 2.85$  m

**OBCIĄŻENIA:**

Decydujący przypadek obciążenia: 148 SGN W IV 3 11\*1.50+23\*1.00

**MATERIAŁ:**

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00$  MPa



**PARAMETRY PRZEKROJU: RK 70x70x5**

$h = 7.0$  cm  $g_{M0} = 1.00$   $g_{M1} = 1.00$

$b = 7.0$  cm  $A_y = 6.35$  cm<sup>2</sup>  $A_z = 6.35$  cm<sup>2</sup>

$A_x = 12.70$  cm<sup>2</sup>

$t_w = 0.5$  cm  $I_y = 88.50$  cm<sup>4</sup>  $I_z = 88.50$  cm<sup>4</sup>

$I_x = 137.31$  cm<sup>4</sup>

$t_f = 0.5$  cm  $W_{ply} = 29.56$  cm<sup>3</sup>

$W_{plz} = 29.56$  cm<sup>3</sup>

**SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:**

$N_{Ed} = 7.64$  kN

$M_{y,Ed} = 0.54$  kN\*m

$N_{c,Rd} = 298.45$  kN

$M_{y,Ed,max} = 0.54$  kN\*m

$N_{b,Rd} = 51.29$  kN

$M_{y,c,Rd} = 6.95$  kN\*m

$M_{N,y,Rd} = 6.95$  kN\*m

$M_{b,Rd} = 6.95$  kN\*m

KLASA PRZEKROJU = 1



**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

$z = 0.00$   $M_{cr} = 89.93$  kN\*m

Krzywa,LT - d

$X_{LT} = 1.00$

$L_{cr,upp} = 5.70$  m

$\lambda_{m,LT} = 0.28$

$\phi_{LT} = 0.48$

$X_{LT,mod} = 1.00$

**PARAMETRY WYBOCZENIOWE:**



względem osi y:

$L_y = 5.70$  m  $\lambda_{m,y} = 2.30$

$L_{cr,y} = 5.70$  m  $X_y = 0.17$   $L_{cr,z} = 5.70$  m

$\lambda_{m,y} = 215.93$   $k_{yy} = 1.01$



względem osi z:

$L_z = 5.70$  m

$\lambda_{m,z} = 2.30$

$X_z = 0.17$

$\lambda_{m,z} = 215.93$

$k_{zy} = 0.00$

**FORMUŁY WERYFIKACYJNE:**

**Kontrola wytrzymałości przekroju:**

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.03 < 1.00$  (6.2.4.(1))

$M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.08 < 1.00$  (6.2.5.(1))

**Kontrola stateczności globalnej pręta:**

$\lambda_{bda,y} = 205.93 < \lambda_{bda,max} = 210.00$   $\lambda_{bda,z} = 205.93 < \lambda_{bda,max} = 210.00$  STABILNY

$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.08 < 1.00$  (6.3.2.1.(1))

$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) = 0.23 < 1.00$  (6.3.3.(4))

$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) = 0.15 < 1.00$  (6.3.3.(4))

**Profil poprawny !!!**

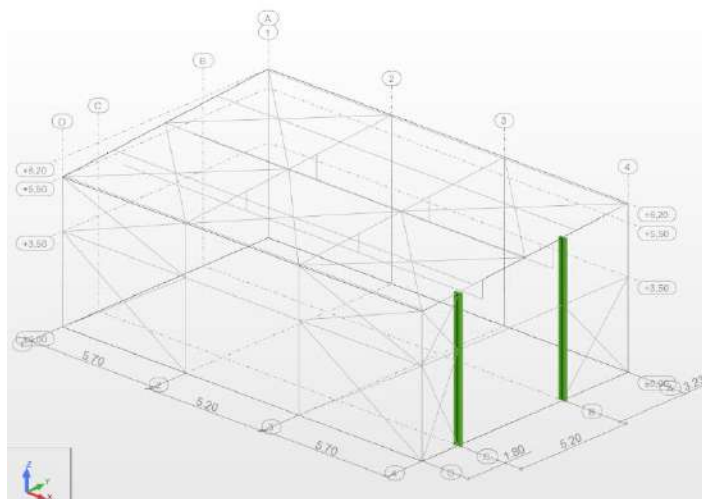


## FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$$N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.77 < 1.00 \quad (6.2.3.(1))$$

Profil poprawny !!!



Rys. 3.20. Grupa 2007: Słup ściana szczytowa – IPE270 (S235)

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 2007 Słup wachaczowy

PRĘT: 9 Słup ściana szczytowa\_9 PUNKT: 2

WSPÓŁRZĘDNA:  $x = 0.03 L = 0.18 \text{ m}$ 

## OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 53 SGN W I 3 8\*1.50+23\*1.00

## MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00 \text{ MPa}$ 

## PARAMETRY PRZEKROJU: I 270 PE

 $h=27.0 \text{ cm}$   $gM0=1.00$   $gM1=1.00$  $b=13.5 \text{ cm}$   $A_y=31.41 \text{ cm}^2$  $tw=0.7 \text{ cm}$   $I_y=5790.00 \text{ cm}^4$  $tf=1.0 \text{ cm}$   $W_{ply}=484.00 \text{ cm}^3$  $A_z=22.09 \text{ cm}^2$  $A_x=45.90 \text{ cm}^2$  $I_z=420.00 \text{ cm}^4$  $I_x=16.40 \text{ cm}^4$  $W_{plz}=96.95 \text{ cm}^3$ 

## SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

 $N_{Ed} = 160.78 \text{ kN}$  $M_{y,Ed} = 1.75 \text{ kN*m}$  $M_{z,Ed} = -0.01 \text{ kN*m}$  $V_{y,Ed} = 0.03 \text{ kN}$  $N_{c,Rd} = 1078.65 \text{ kN}$  $M_{y,Ed,max} = 13.49 \text{ kN*m}$  $M_{z,Ed,max} = -0.10 \text{ kN*m}$  $V_{y,T,Rd} = 426.01 \text{ kN}$  $N_{b,Rd} = 497.31 \text{ kN}$  $M_{y,c,Rd} = 113.74 \text{ kN*m}$  $M_{z,c,Rd} = 22.78 \text{ kN*m}$  $V_{z,Ed} = 9.17 \text{ kN}$  $MN_{y,Rd} = 113.74 \text{ kN*m}$  $MN_{z,Rd} = 22.78 \text{ kN*m}$  $V_{z,T,Rd} = 299.71 \text{ kN}$  $Mb,Rd = 103.03 \text{ kN*m}$  $Tt,Ed = 0.00 \text{ kN*m}$ 

KLASA PRZEKROJU = 1





#### PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = -1.00$   $M_{cr} = 251.76 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$L_{cr,upp} = 3.50 \text{ m}$

$\lambda_{m,LT} = 0.67$

Krzywa, LT - b

$f_{i,LT} = 0.72$

$X_{LT} = 0.88$

$X_{LT,mod} = 0.91$

#### PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:

$L_y = 5.62 \text{ m}$   $\lambda_{m,y} = 0.53$

$L_{cr,y} = 5.62 \text{ m}$   $X_y = 0.91$   $L_{cr,z} = 3.50 \text{ m}$

$\lambda_{m,y} = 50.07$   $k_{zy} = 0.95$   $\lambda_{m,z} = 115.70$



względem osi z:

$L_z = 5.62 \text{ m}$

$\lambda_{m,z} = 1.23$

$X_z = 0.46$

$k_{zz} = 1.31$

#### FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

##### Kontrola wytrzymałości przekroju:

$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.15 < 1.00$  (6.2.4.(1))

$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.00 < 1.00$  (6.2.9.1.(6))

$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6-7)

$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.03 < 1.00$  (6.2.6-7)

$\tau_{ty,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)

$\tau_{tz,Ed}/(f_y/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00$  (6.2.6)

##### Kontrola stateczności globalnej pręta:

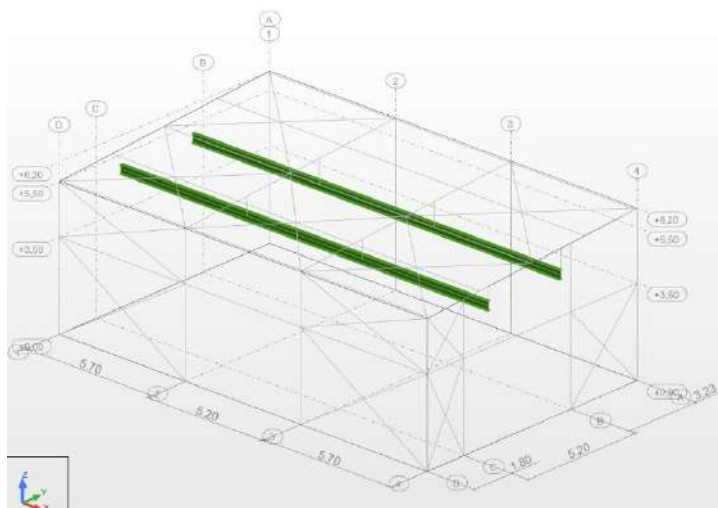
$\lambda_{m,y} = 50.07 < \lambda_{m,max} = 210.00$   $\lambda_{m,z} = 115.70 < \lambda_{m,max} = 210.00$  STABILNY

$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.13 < 1.00$  (6.3.2.1.(1))

$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.29 < 1.00$  (6.3.3.(4))

$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.45 < 1.00$  (6.3.3.(4))

**Profil poprawny !!!**



Rys. 3.21. Grupa 2008: Belka wciągająca – I360 (S235)

## OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja grup prętów

GRUPA: 2008 Belka Wciągnika

PRĘT: 1015 Belka wciągnika\_1015

0.51 L = 8.40 m

PUNKT: 20

WSPÓŁRZĘDNA: x =

## OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 147 SGN W IV 2 11\*1.50+22\*1.00

## MATERIAŁ:

S 235 ( S 235 )  $f_y = 235.00$  MPa

## PARAMETRY PRZEKROJU: I 360

h=36.0 cm  $g_{M0}=1.00$   $g_{M1}=1.00$ b=14.3 cm  $A_y=58.65$  cm<sup>2</sup>tw=1.3 cm  $I_y=19610.00$  cm<sup>4</sup>tf=1.9 cm  $W_{ply}=1307.23$  cm<sup>3</sup> $A_z=48.84$  cm<sup>2</sup> $A_x=97.00$  cm<sup>2</sup> $I_z=818.00$  cm<sup>4</sup> $I_x=124.00$  cm<sup>4</sup> $W_{plz}=214.30$  cm<sup>3</sup>

## SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

 $N_{Ed} = -0.65$  kN $M_{y,Ed} = 118.34$  kN\*m $M_{z,Ed} = -0.81$  kN\*m $V_{y,Ed} = 0.08$  kN $N_{t,Rd} = 2279.50$  kN $M_{y,pl,Rd} = 307.20$  kN\*m $M_{z,pl,Rd} = 50.36$  kN\*m $V_{y,c,Rd} = 795.75$  kN $M_{y,c,Rd} = 307.20$  kN\*m $M_{z,c,Rd} = 50.36$  kN\*m $V_{z,Ed} = 23.41$  kN $MN_{y,Rd} = 307.20$  kN\*m $MN_{z,Rd} = 50.36$  kN\*m $V_{z,c,Rd} = 662.58$  kN $Mb,Rd = 182.54$  kN\*m

KLASA PRZEKROJU = 1



## PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

z = 1.00  $M_{cr} = 255.22$  kN\*m

Krzywa,LT - c

XLT = 0.58

 $L_{cr,upp} = 5.20$  m $\lambda_{m,LT} = 1.10$  $\phi_{LT} = 1.12$ 

XLT,mod = 0.59

## PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi y:



względem osi z:

## FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

 $N_{Ed}/N_{t,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.3.(1)) $(M_{y,Ed}/MN_{y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/MN_{z,Rd})^{1.00} = 0.16 < 1.00$  (6.2.9.1.(6)) $V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00$  (6.2.6.(1)) $V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.04 < 1.00$  (6.2.6.(1))

Kontrola stateczności globalnej pręta:

 $M_{y,Ed}/M_{b,Rd} = 0.65 < 1.00$  (6.3.2.1.(1))

Profil poprawny !!!

## 3.2 Obliczenie pali

## TYTUŁ OBLICZEŃ

Obliczenia dla przekroju charakterystycznego na podstawie OW-1, OW-2 oraz CPT-1, CPT-2, CPT-3,

## PARAMETRY OBLICZEŃ

Charakterystyka podłoża gruntowego:

Nr	Nazwa gruntu	Z [m ppt]	I <sub>D</sub> /I <sub>L</sub> [-]	γ [kN/m <sup>3</sup> ]	γ' [kN/m <sup>3</sup> ]	γ <sub>m</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	q [kPa]	t [kPa]	t <sub>n</sub> [kPa]
1	Nasyp głównie spoisty	5,00	0,55	19,5	9,5	0,90	770,0	27,6	0,0
2	Piasek drobny / piasek średni	12,00	0,60	17,5	9,0	0,90	2483,8	55,6	0,0
3	Gлина piaszczysta tpi	17,00	0,05	22,0	12,0	0,90	1840,0	48,1	0,0
4	Gлина piaszczysta pzw	20,00	-0,01	22,5	12,5	0,90	2750,0	95,0	0,0

- |   |  |
|---|--|
| 1. Świeży nasyp gruntowy:                         | brak świeżego nasypu gruntowego                |
| 2. Tarcie negatywne gruntu:                       | brak tarcia negatywnego gruntu                 |
| 3. Woda gruntowa:                                 | poziom ustabilizowanego zwierciadła 4,00 m ppt |
| 4. Rodzaj pala:                                   | wiercony                                       |
| 5. Technologia wykonania pala:                    | CFA  |
| 6. Średnica pala:                                 | 0,60 m   |
| 7. Długość pala w zwieńczeniu:                    | 0,00 m   |
| 8. Rzędna spodu zwieńczenia pala:                 | 0,50 m ppt                                     |
| 9. Oparcie fundamentu na palach:                  | na co najmniej 3 palach (m=0,90)               |
| 10. Współczynnik materiałowy dla t <sub>n</sub> : | 1,1 - dla tarcia negatywnego                   |
| 11. Pal pojedynczy/grupa pali:                    | grupa pali                                     |
| ▪ Liczba pali w grupie:                           | 29   |
| ▪ Rozstaw osiowy pali:                            | 2,70 m   |
| ▪ Długość grupy pali:                             | 17,50 m  |
| ▪ Szerokość grupy pali:                           | 11,20 m  |

## WYNIKI OBLICZEŃ

## Wyniki nośności pala

Nr	Długość całkowita pala L <sub>c</sub> [m]	Długość pala w gruncie L <sub>g</sub> [m]	Nośność podstawy pala N <sub>p</sub> [kN]	Nośność poboczniczy pala N <sub>s</sub> [kN]	Tarcie negatywne gruntu T <sub>n</sub> [kN]	Pal pojedynczy		Grupa pali	
						Nośność na wciskanie N <sub>t</sub> [kN]	Nośność na wyciąganie N <sub>w</sub> [kN]	Nośność na wciskanie N <sub>tgr</sub> [kN]	Nośność na wyciąganie N <sub>wgr</sub> [kN]
1	1,00	1,00	29	0	0	26	5	26	5
2	2,00	2,00	49	0	0	44	15	44	15
3	3,00	3,00	69	0	0	62	30	62	30
4	4,00	4,00	88	0	0	79	51	79	51

5	5,00	5,00	75	52	0	114	84	114	84
6	6,00	6,00	284	156	0	396	126	396	126
7	7,00	7,00	328	260	0	529	169	529	169
8	8,00	8,00	372	363	0	661	211	661	211
9	9,00	9,00	415	467	0	794	254	794	254
10	10,00	10,00	459	571	0	927	296	927	296
11	11,00	11,00	372	675	0	942	339	942	332
12	12,00	12,00	516	771	0	1158	382	1158	367
13	13,00	13,00	516	861	0	1239	426	1239	400
14	14,00	14,00	516	951	0	1320	470	1320	432
15	15,00	15,00	516	1041	0	1401	514	1401	468
16	16,00	16,00	516	1131	0	1481	558	1461	497
17	17,00	17,00	516	1264	0	1602	631	1556	543
18	18,00	18,00	770	1441	0	1991	732	1991	608
19	19,00	19,00	770	1619	0	2150	834	2150	667

$$N_t = m \cdot (N_p + N_s) - T_n$$

$$N_w = m \cdot N_{sw}$$

$$N_{tgr} = m \cdot m_2 \cdot (N_p + m_1 \cdot N_s) - m_n \cdot T_n$$

$$N_{wgr} = m \cdot m_1 \cdot m_2 \cdot N_{sw}$$

#### Wyniki analizy warunków normowych nośności pała

Nr	Długość całkowita pała Lc [m]	Minimalne zagłębienie pała w warstwie nośnej	Warunki geotechniczne pod podstawą pała
1	1,00	Niewłaściwe zagłębienie pała - niewystarczające zagłębienie pała w warstwie nośnej.	Niezalecane warunki geotechniczne pod podstawą pała - podstawa pała znajduje się w gruncie spoistym, a poniżej zalega grunt niespoisty.
2	2,00	Niewłaściwe zagłębienie pała - niewystarczające zagłębienie pała w warstwie nośnej.	Niezalecane warunki geotechniczne pod podstawą pała - podstawa pała znajduje się w gruncie spoistym, a poniżej zalega grunt niespoisty.
3	3,00	Niewłaściwe zagłębienie pała - niewystarczające zagłębienie pała w warstwie nośnej.	Niezalecane warunki geotechniczne pod podstawą pała - podstawa pała znajduje się w gruncie spoistym, a poniżej zalega grunt niespoisty.
4	4,00	Poprawne zagłębienie pała w warstwie nośnej.	Niezalecane warunki geotechniczne pod podstawą pała - podstawa pała znajduje się w gruncie spoistym, a poniżej zalega grunt niespoisty.
5	5,00	Niewłaściwe zagłębienie pała - niewystarczające zagłębienie pała w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pała.

		nośnej. Uwaga - pal zagłębiony jest mniej niż 1,0m w warstwie o większym oporze pod podstawą pala q. Przyjęto opór pod podstawą pala q dla warstwy słabszej zalegającej powyżej.	
6	6,00	Niewłaściwe zagłębienie pala - niewystarczające zagłębienie pala w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pala.
7	7,00	Poprawne zagłębienie pala w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pala.
8	8,00	Poprawne zagłębienie pala w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pala.
9	9,00	Poprawne zagłębienie pala w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pala.
10	10,00	Poprawne zagłębienie pala w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pala.
11	11,00	Poprawne zagłębienie pala w warstwie nośnej.	Niewłaściwe warunki geotechniczne pod podstawą pala - podstawa pala znajduje się w gruncie niespoistym, a w odległości mniejszej niż 2,5D od podstawy zalega grunt spoisty. Uwaga - przyjęto opór pod podstawą pala q dla warstwy słabszej zalegającej poniżej.
12	12,00	Niewłaściwe zagłębienie pala - niewystarczające zagłębienie pala w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pala.
13	13,00	Poprawne zagłębienie pala w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pala.
14	14,00	Poprawne zagłębienie pala w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pala.
15	15,00	Poprawne zagłębienie pala w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pala.
16	16,00	Poprawne zagłębienie pala w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pala.
17	17,00	Poprawne zagłębienie pala w warstwie nośnej. Uwaga - pal zagłębiony jest mniej niż 1,0m w warstwie o większym oporze pod podstawą pala q. Przyjęto opór pod podstawą pala q dla warstwy słabszej zalegającej powyżej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pala.
18	18,00	Poprawne zagłębienie pala w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pala.
19	19,00	Poprawne zagłębienie pala w warstwie nośnej.	Poprawne warunki geotechniczne pod podstawą pala.

### 3.2.1 1. Dane konstrukcji

#### 3.2.1.1 Dane płyt

Symbol	Grubość	Pole powierzchni	Poziom pł. środk.	Materiał
1	300mm	18,69m <sup>2</sup>	0,00m	C30/37
2	500mm	184,42m <sup>2</sup>	0,00m	C30/37

#### 3.2.1.2 Sztywności płyt

Symbol	D <sub>x</sub>	D <sub>y</sub>	D <sub>xy</sub>	G <sub>xy</sub>	Opcje
1	75000kNm	75000kNm	15000kNm	29999kNm	
2	347222kNm	347222kNm	69444kNm	138885kNm	

#### 3.2.1.3 słupów

Symbol	Przekrój	wys. L <sub>d</sub>	wys. L <sub>g</sub>	X	Y	Kąt obr.	Materiał	Typ połączenia
1	D=600mm	1,00m	-	17,08	10,43	0,00°	C30/37	przegubowe
2	D=600mm	1,00m	-	16,90	25,98	0,00°	C30/37	przegubowe
3	D=600mm	1,00m	-	20,59	21,52	0,00°	C30/37	przegubowe
4	D=600mm	1,00m	-	17,08	15,97	0,00°	C30/37	przegubowe
5	D=600mm	1,00m	-	17,08	21,52	0,00°	C30/37	przegubowe
6	D=600mm	1,00m	-	17,08	7,58	0,00°	C30/37	przegubowe
7	D=600mm	1,00m	-	27,13	7,58	0,00°	C30/37	przegubowe
8	D=600mm	1,00m	-	17,08	13,28	0,00°	C30/37	przegubowe
9	D=600mm	1,00m	-	20,60	7,58	0,00°	C30/37	przegubowe
10	D=600mm	1,00m	-	23,60	7,58	0,00°	C30/37	przegubowe
11	D=600mm	1,00m	-	27,13	13,28	0,00°	C30/37	przegubowe
12	D=600mm	1,00m	-	23,60	10,43	0,00°	C30/37	przegubowe
13	D=600mm	1,00m	-	20,60	24,38	0,00°	C30/37	przegubowe
14	D=600mm	1,00m	-	23,60	24,38	0,00°	C30/37	przegubowe
15	D=600mm	1,00m	-	20,59	10,43	0,00°	C30/37	przegubowe
16	D=600mm	1,00m	-	23,60	21,52	0,00°	C30/37	przegubowe
17	D=600mm	1,00m	-	20,59	15,97	0,00°	C30/37	przegubowe
18	D=600mm	1,00m	-	23,60	15,99	0,00°	C30/37	przegubowe
19	D=600mm	1,00m	-	27,13	24,38	0,00°	C30/37	przegubowe
20	D=600mm	1,00m	-	17,08	18,68	0,00°	C30/37	przegubowe
21	D=600mm	1,00m	-	20,60	13,28	0,00°	C30/37	przegubowe
22	D=600mm	1,00m	-	23,60	13,28	0,00°	C30/37	przegubowe
23	D=600mm	1,00m	-	27,13	18,68	0,00°	C30/37	przegubowe
24	D=600mm	1,00m	-	17,08	24,38	0,00°	C30/37	przegubowe
25	D=600mm	1,00m	-	20,60	18,68	0,00°	C30/37	przegubowe

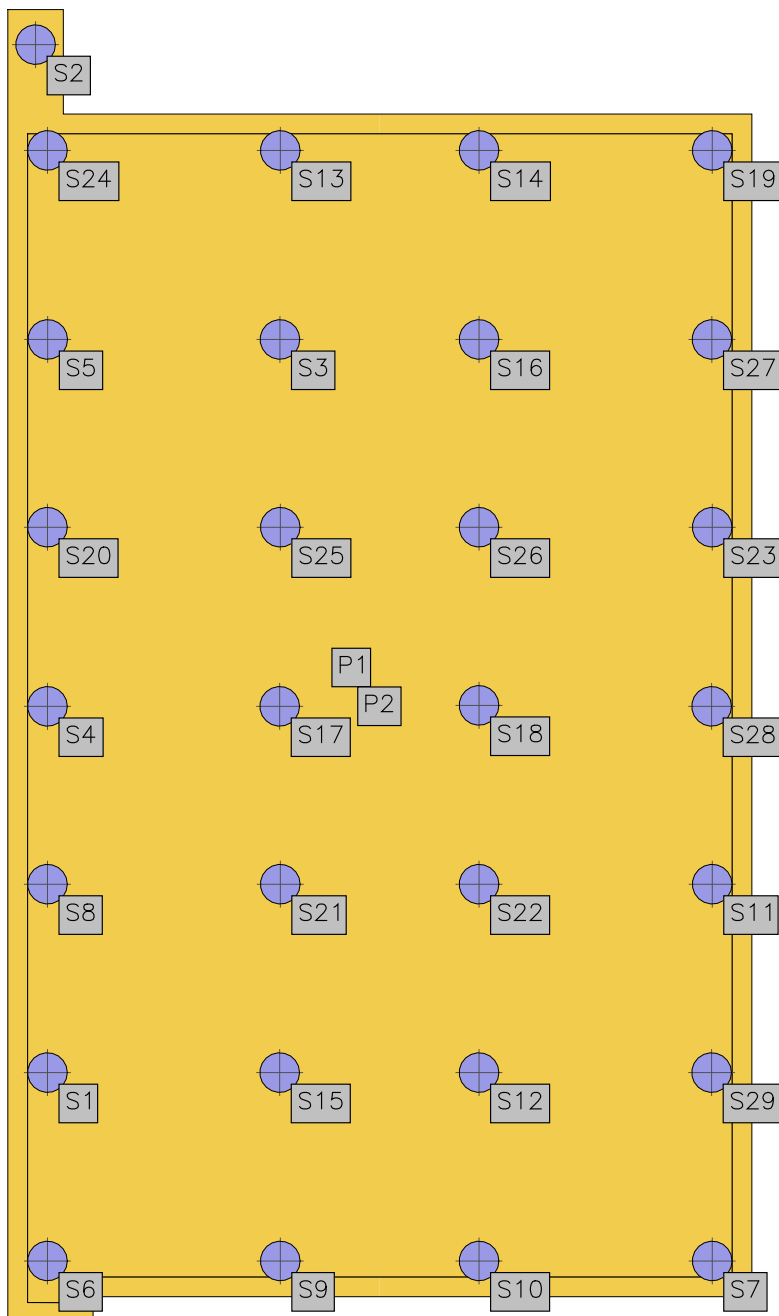
26	D=600mm	1,00m	-	23,60	18,68	0,00°	C30/37	przegubowe
27	D=600mm	1,00m	-	27,13	21,52	0,00°	C30/37	przegubowe
28	D=600mm	1,00m	-	27,12	15,97	0,00°	C30/37	przegubowe
29	D=600mm	1,00m	-	27,12	10,43	0,00°	C30/37	przegubowe

### 3.2.1.4 Sztywności słupów - pali

Symbol	Typ połączenia	$K_w$	$K_{fi1}$	$K_{fi2}$	Opcje
1	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
2	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
3	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
4	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
5	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
6	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
7	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
8	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
9	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
10	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
11	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
12	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
13	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
14	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
15	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
16	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
17	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
18	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
19	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
20	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
21	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
22	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
23	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
24	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
25	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
26	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
27	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
28	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność
29	przegubowe	145000kN/m2	1000kN	1000kN	zadana sztywność



### 3.2.2 Model konstrukcyjny



### 3.2.3 Lista materiałów

#### beton C30/37

Wytrzymałość gwarantowana na ściskanie	$f_{G,cube} = 37 \text{ MPa}$
Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie	$f_{cd} = 21,43 \text{ MPa}$
Moduł Younga	$E = 32 \text{ GPa}$
Współczynnik Poissona	$\nu = 0,2$
Współczynnik rozszerzalności term.	$\alpha_T = 0,000010 \text{ 1/K}$
Gęstość	$\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$

#### stal fyk=500

Obliczeniowa granica plastyczności	$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$
Moduł Younga	$E = 200 \text{ GPa}$
Gęstość	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

### 3.2.4 Grupy obciążeń

Symbol	Nazwa	Rodzaj	$\gamma_{f1}$	$\gamma_{f2}$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	Oddziaływanie	Wiodące/RGO
CW	ciężar własny	stałe	1,35	1,0					
A	Stałe - posadzka	stałe	1,35	1,0					
B	zmienne posadzka	zmienne	1,5		1,0	0,9	0,8	kat. E: pow. magazynowe	
C	zmienne pompy	zmienne	1,5		1,0	1,0	1,0	inne	
D	reakcje od konstrukcji	stałe	1,0	1,0					

### 3.2.5 Relacje grup obciążeń

**A B C D**

**A**

**B**

**C**

**D**

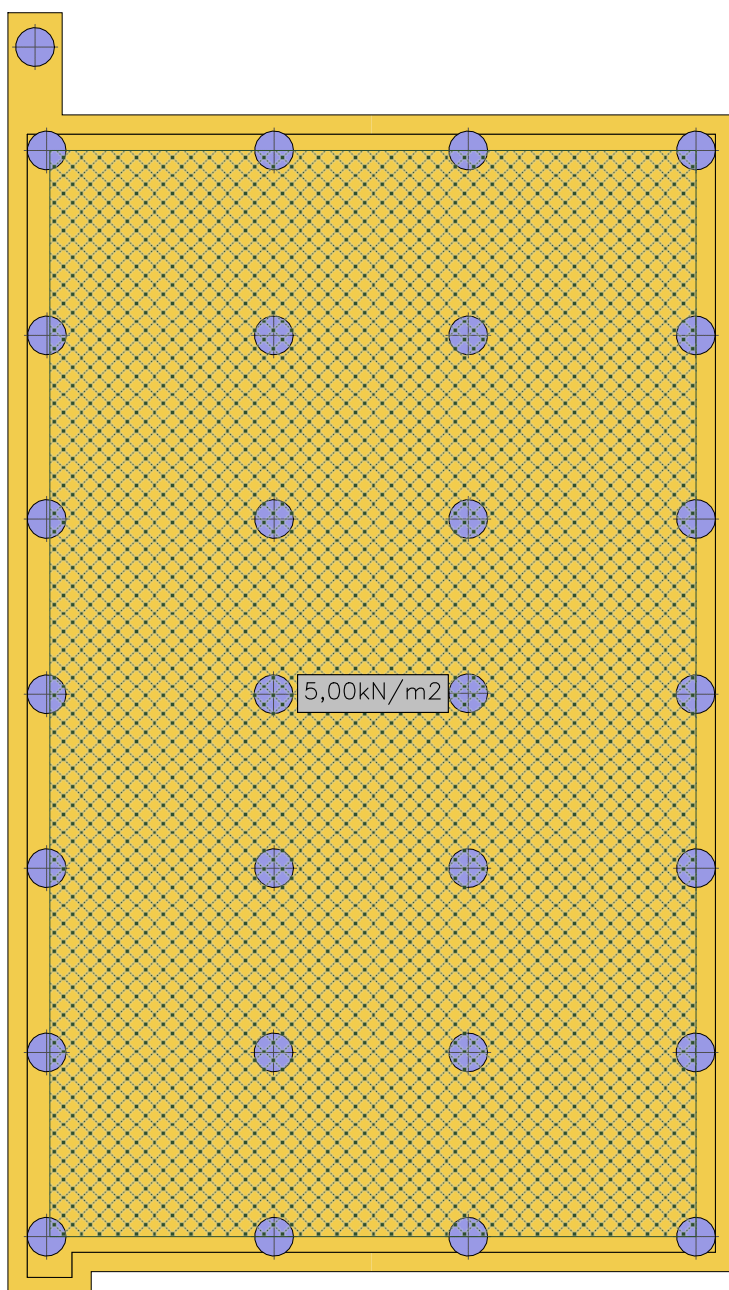
### 3.2.6 Lista obciążeń

Lp.	Grupa	Rodzaj	$\gamma_{f1}$	$\gamma_{f2}$	Wartość obc.	Współrzędne
1	A	pole	1,35	1,0	5,00 kN/m <sup>2</sup>	(27,13; 24,38)
					5,00 kN/m <sup>2</sup>	(17,13; 24,38)
					5,00 kN/m <sup>2</sup>	(17,13; 7,58)

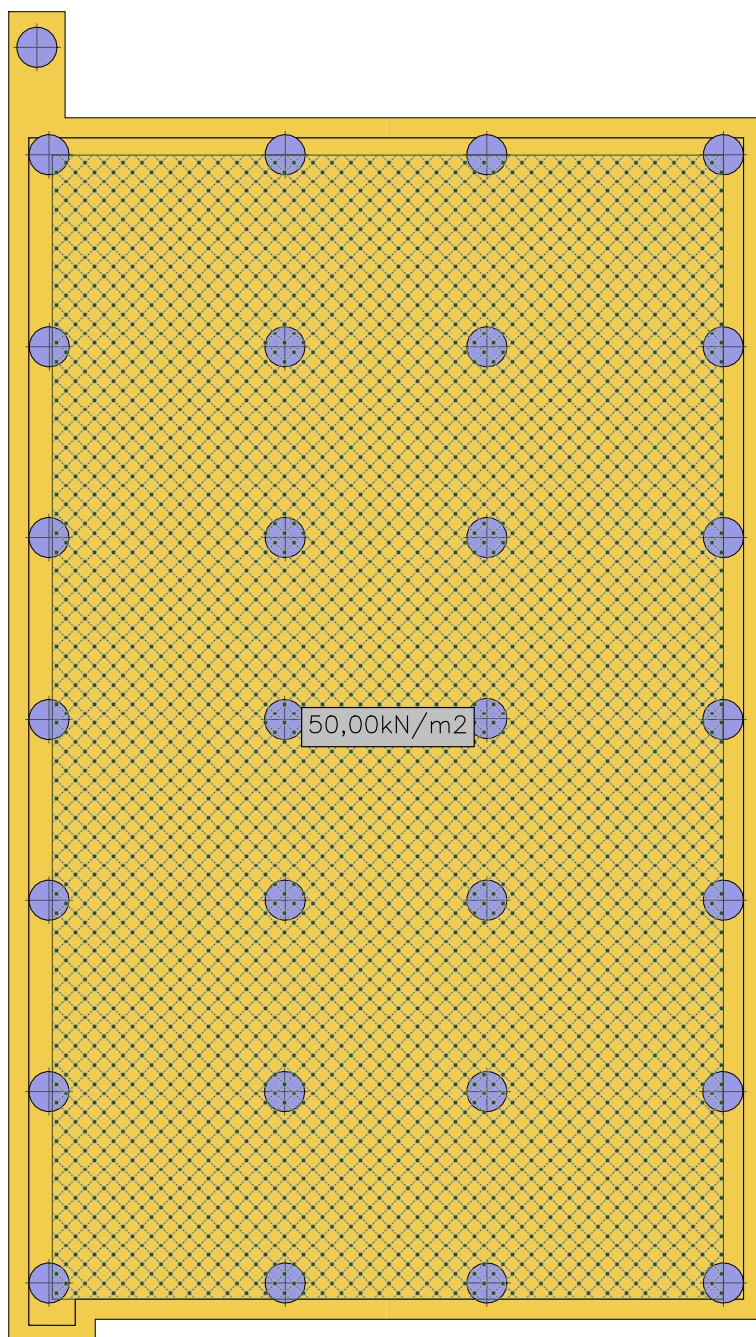
					5,00kN/m2	(27,13; 7,58)
2	B	pole	1,5	1,0	50,00kN/m2	(27,13; 24,37)
					50,00kN/m2	(17,13; 24,37)
					50,00kN/m2	(17,13; 7,34)
					50,00kN/m2	(27,13; 7,34)
3	C	pole	1,5	1,0	50,00kN/m2	(20,29; 10,99)
					50,00kN/m2	(20,29; 9,71)
					50,00kN/m2	(23,90; 9,71)
					50,00kN/m2	(23,90; 10,99)
4	C	pole	1,5	1,0	50,00kN/m2	(20,29; 14,83)
					50,00kN/m2	(20,29; 13,55)
					50,00kN/m2	(23,90; 13,55)
					50,00kN/m2	(23,90; 14,83)
5	C	pole	1,5	1,0	50,00kN/m2	(20,29; 18,66)
					50,00kN/m2	(20,29; 17,38)
					50,00kN/m2	(23,90; 17,38)
					50,00kN/m2	(23,90; 18,66)
6	C	pole	1,5	1,0	50,00kN/m2	(24,80; 22,97)
					50,00kN/m2	(24,80; 19,36)
					50,00kN/m2	(26,08; 19,36)
					50,00kN/m2	(26,08; 22,97)
7	C	pole	1,5	1,0	50,00kN/m2	(19,13; 22,63)
					50,00kN/m2	(19,13; 21,35)
					50,00kN/m2	(22,74; 21,35)
					50,00kN/m2	(22,74; 22,63)
8	D	siła	1,0	1,0	153,0kN	(27,13; 18,59)
9	D	siła	1,0	1,0	15,0kN	(25,32; 24,40)
10	D	siła	1,0	1,0	153,0kN	(27,15; 13,37)
11	D	siła	1,0	1,0	35,0kN	(27,13; 7,57)
12	D	siła	1,0	1,0	15,0kN	(20,13; 24,40)
13	D	siła	1,0	1,0	60,0kN	(17,13; 24,38)
14	D	siła	1,0	1,0	116,0kN	(17,13; 18,68)
15	D	siła	1,0	1,0	54,0kN	(17,59; 7,58)
16	D	siła	1,0	1,0	116,0kN	(17,13; 13,58)
17	D	nóż	1,0	1,0	45,0kN/m	(16,90; 26,21)
					45,0kN/m	(16,90; 13,33)
					45,0kN/m	(17,36; 13,33)
					45,0kN/m	(17,36; 6,95)

### 3.2.7 Schematy obciążeń dla poszczególnych grup

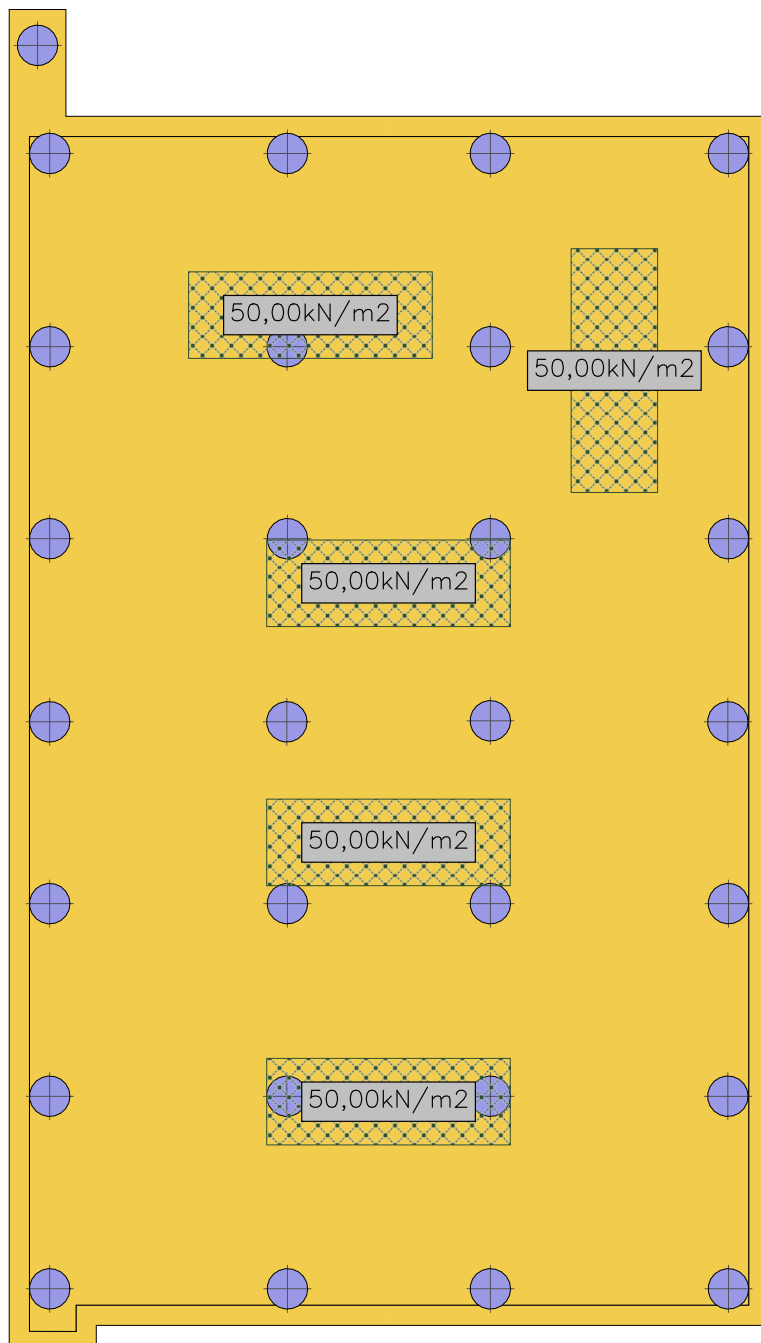
#### Grupa A – obciążenie stałe posadzki



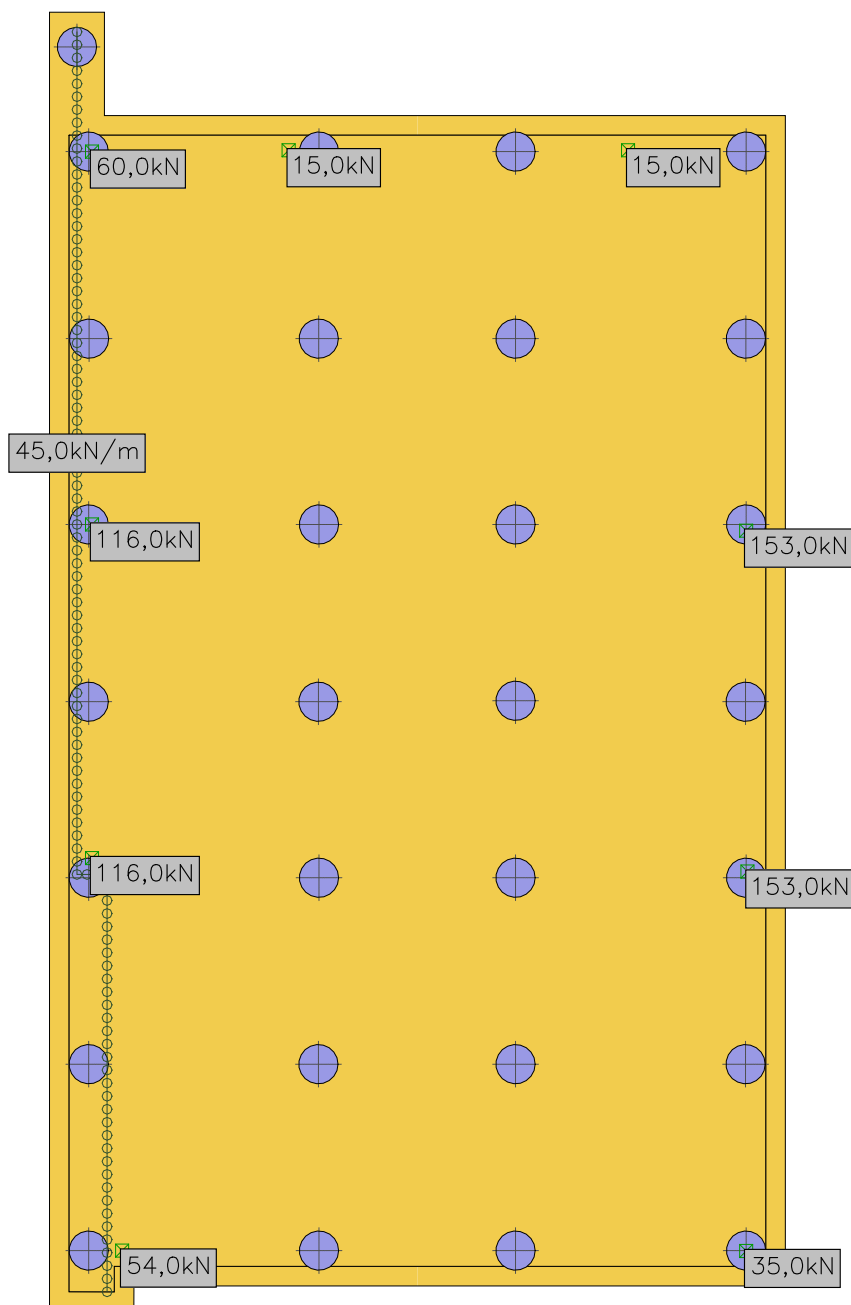
**Grupa B – obciążenie zmienne technologiczne**



**Grupa C – obciążenie pompami ponad obciążenie grupy B**



**Grupa D – reakcje z konstrukcji stalowej i ściany p.poż**

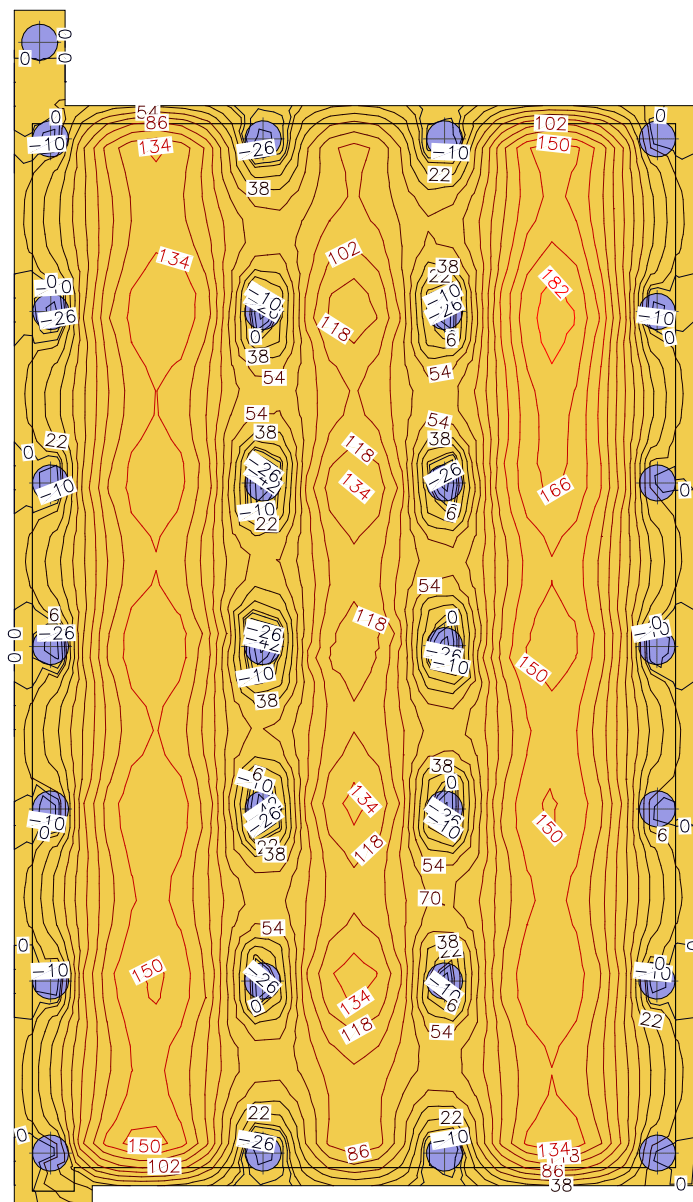




### 3.2.8 Analiza

#### 3.2.8.1 Płyty - momenty zginające $M_x$

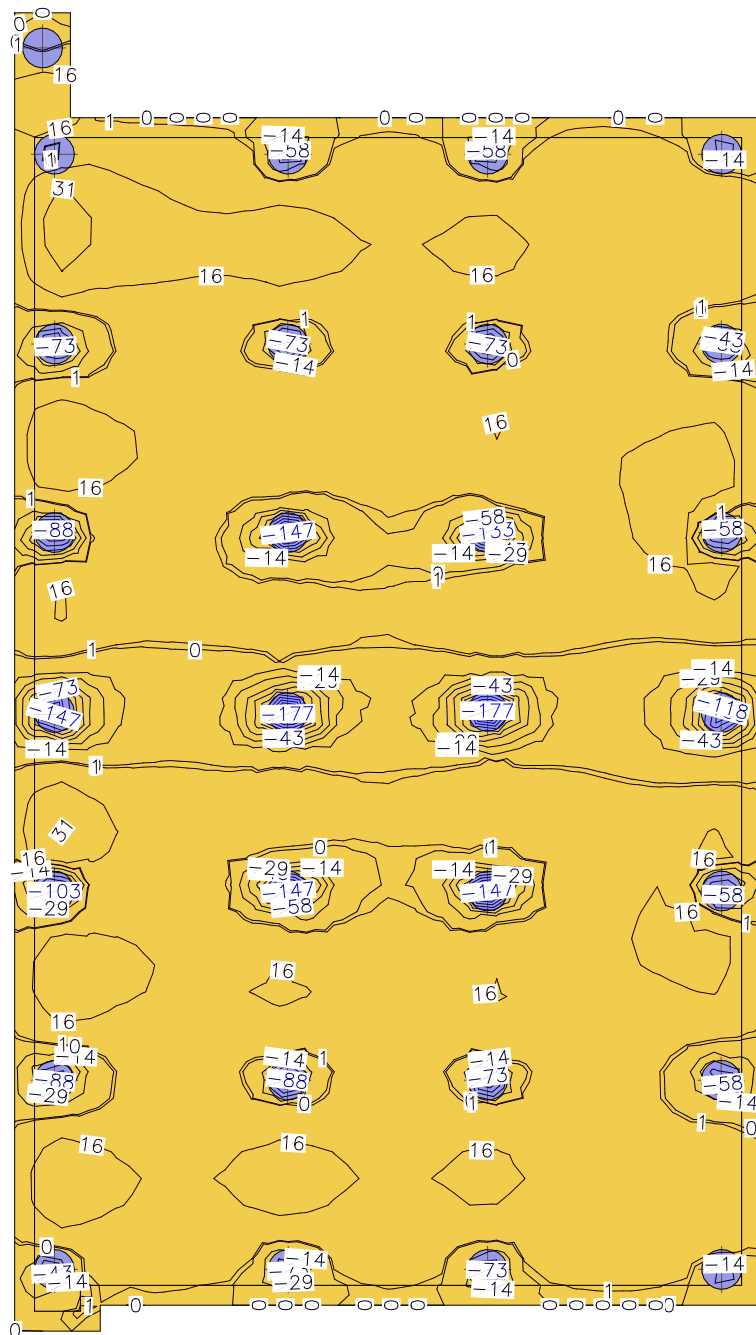
Wartości maksymalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe)





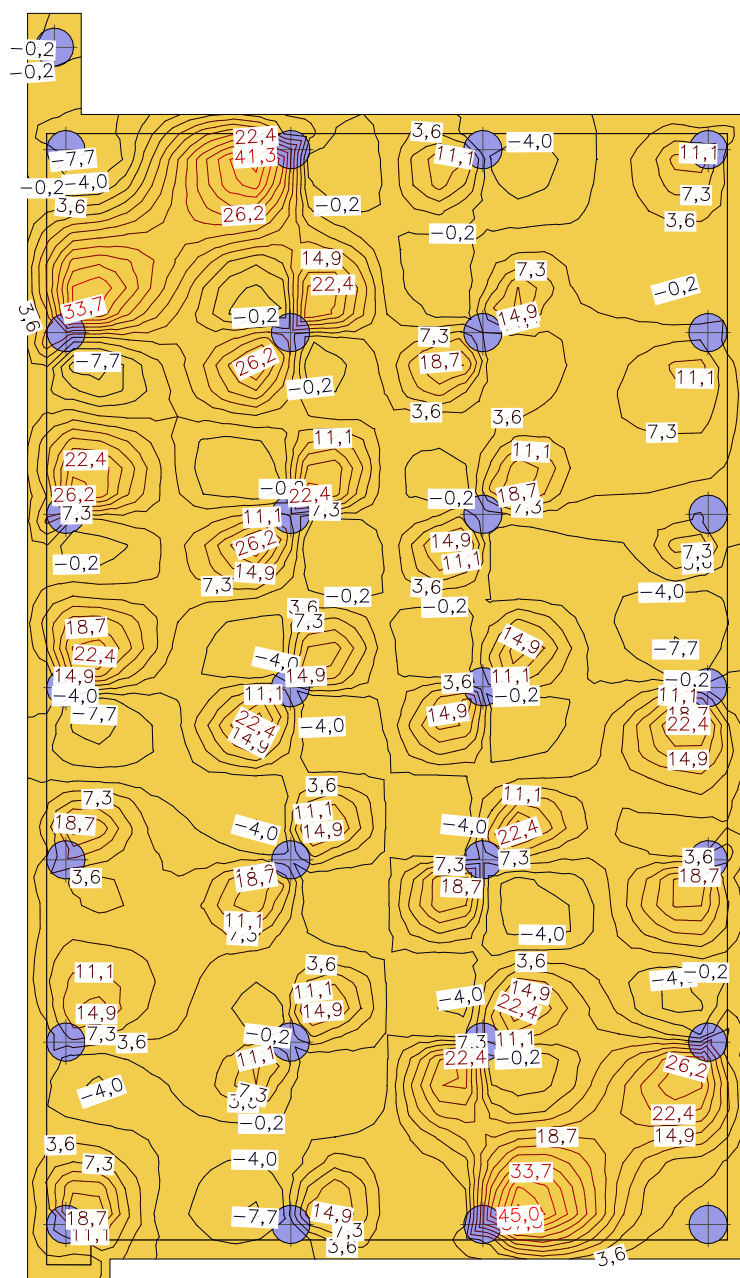


Wartości minimalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe)

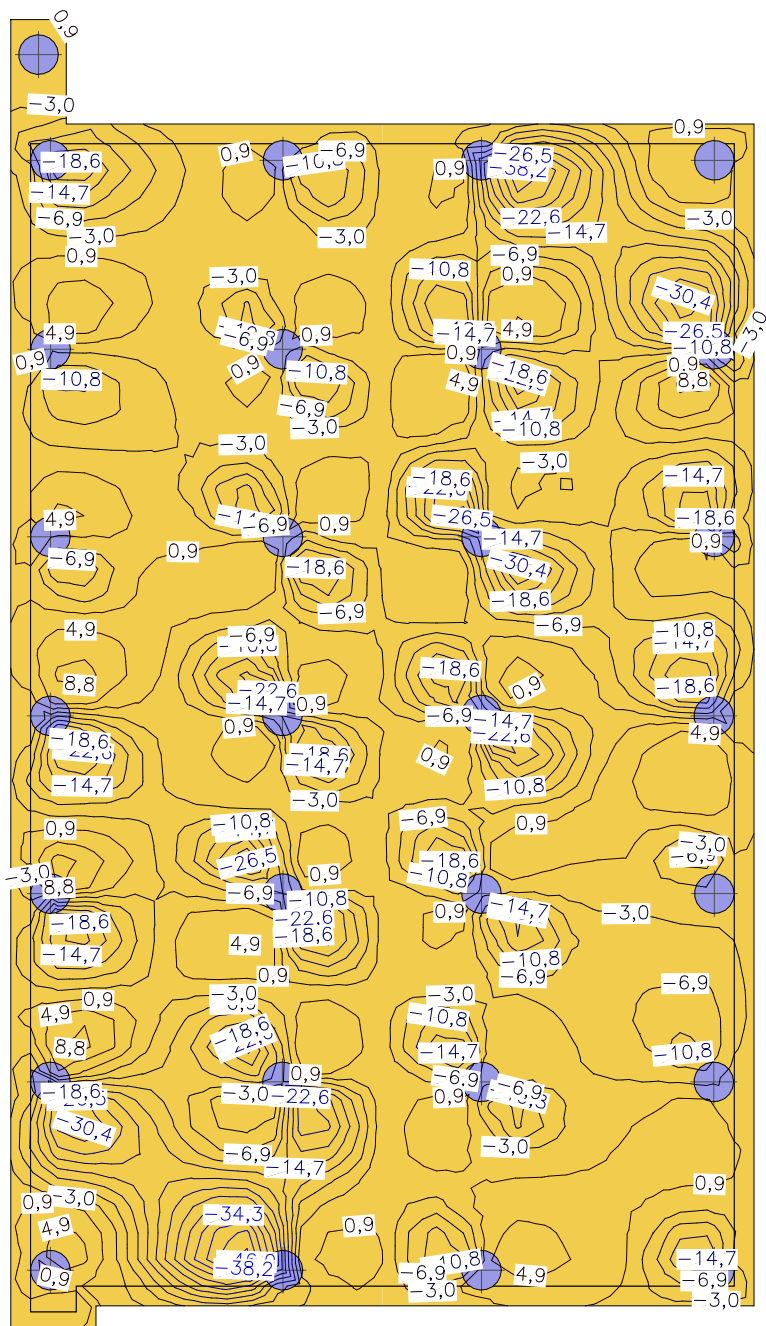


### 2.3. Płyty - momenty skręcające $M_{xy}$

Wartości maksymalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe)

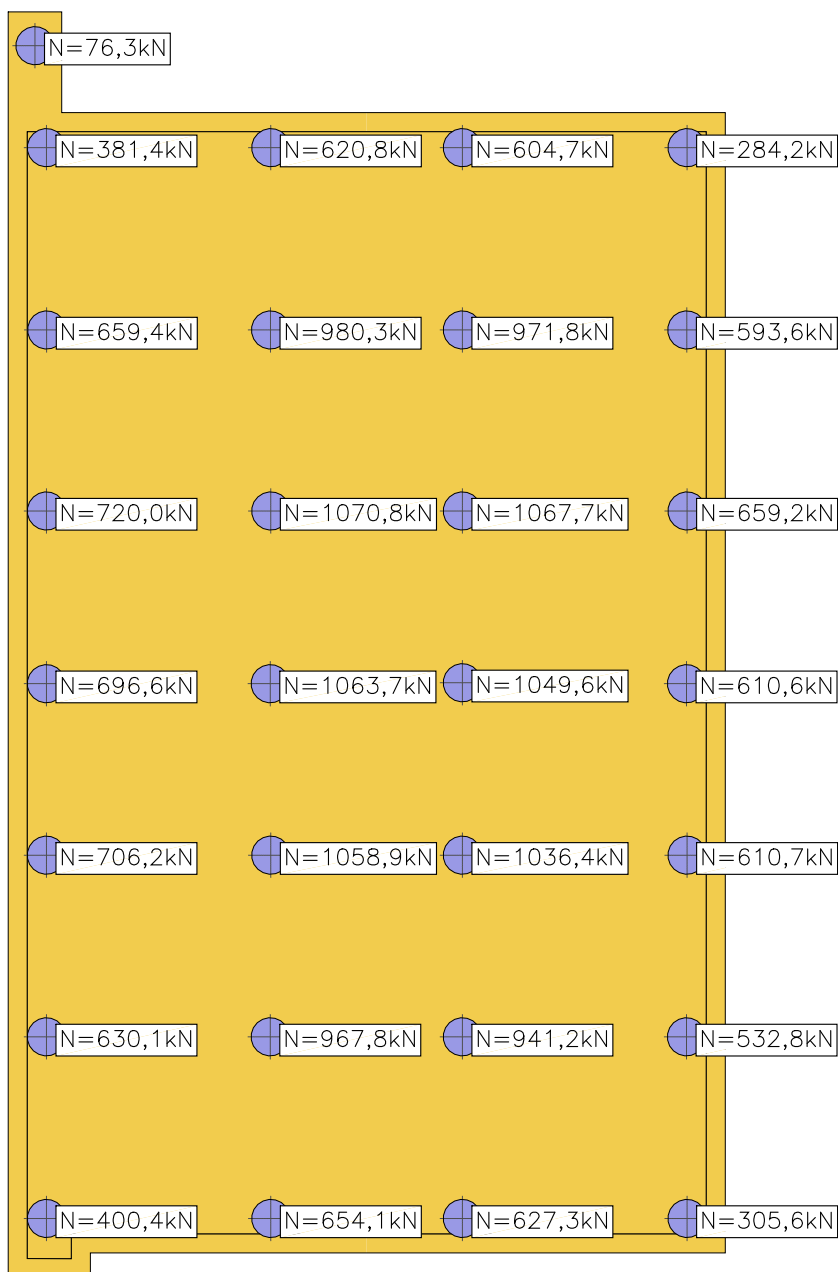


Wartości minimalne [kNm/m] - (obc. obliczeniowe)



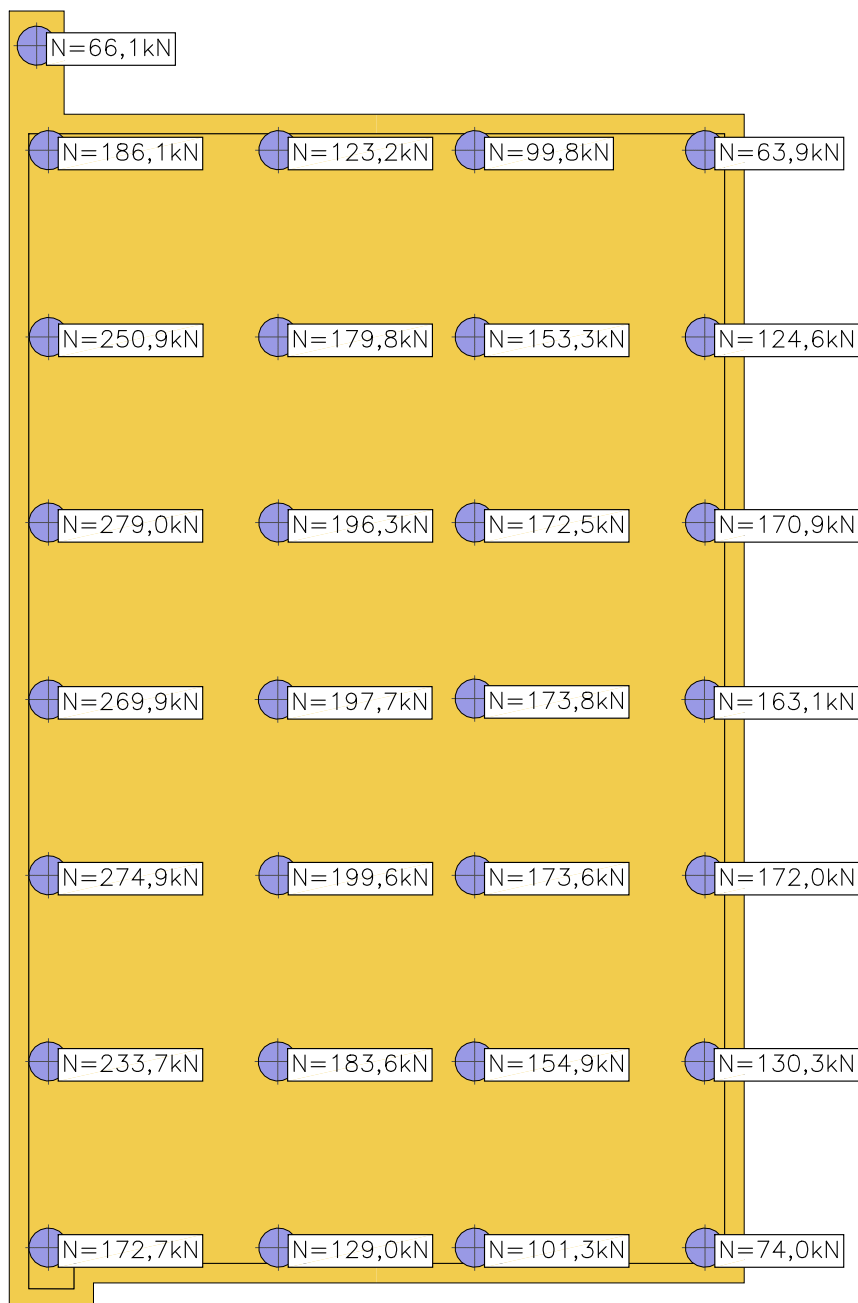
### 3.2.8.2 Słupy - reakcje

Siła N - Wartości maksymalne - (obc. obliczeniowe)





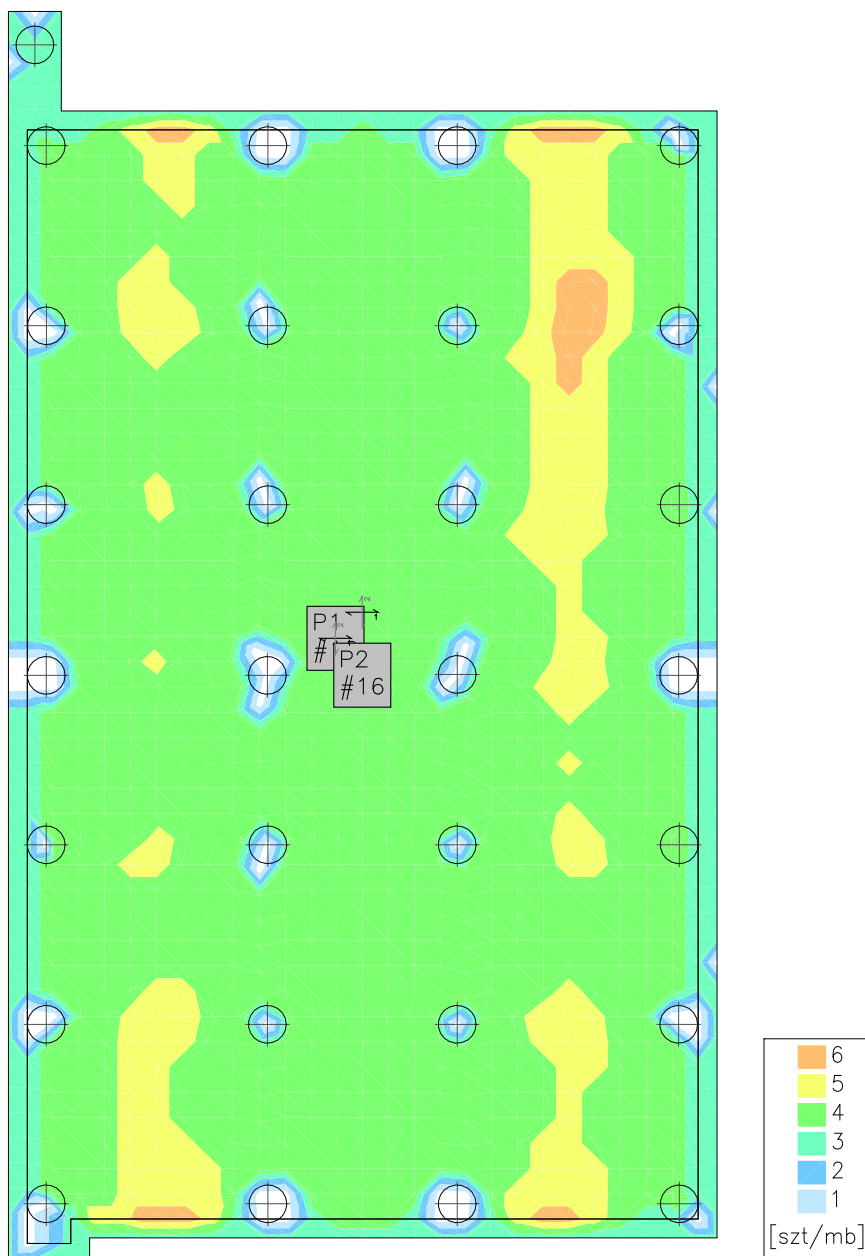
Siła N - Wartości minimalne - (obc. obliczeniowe)



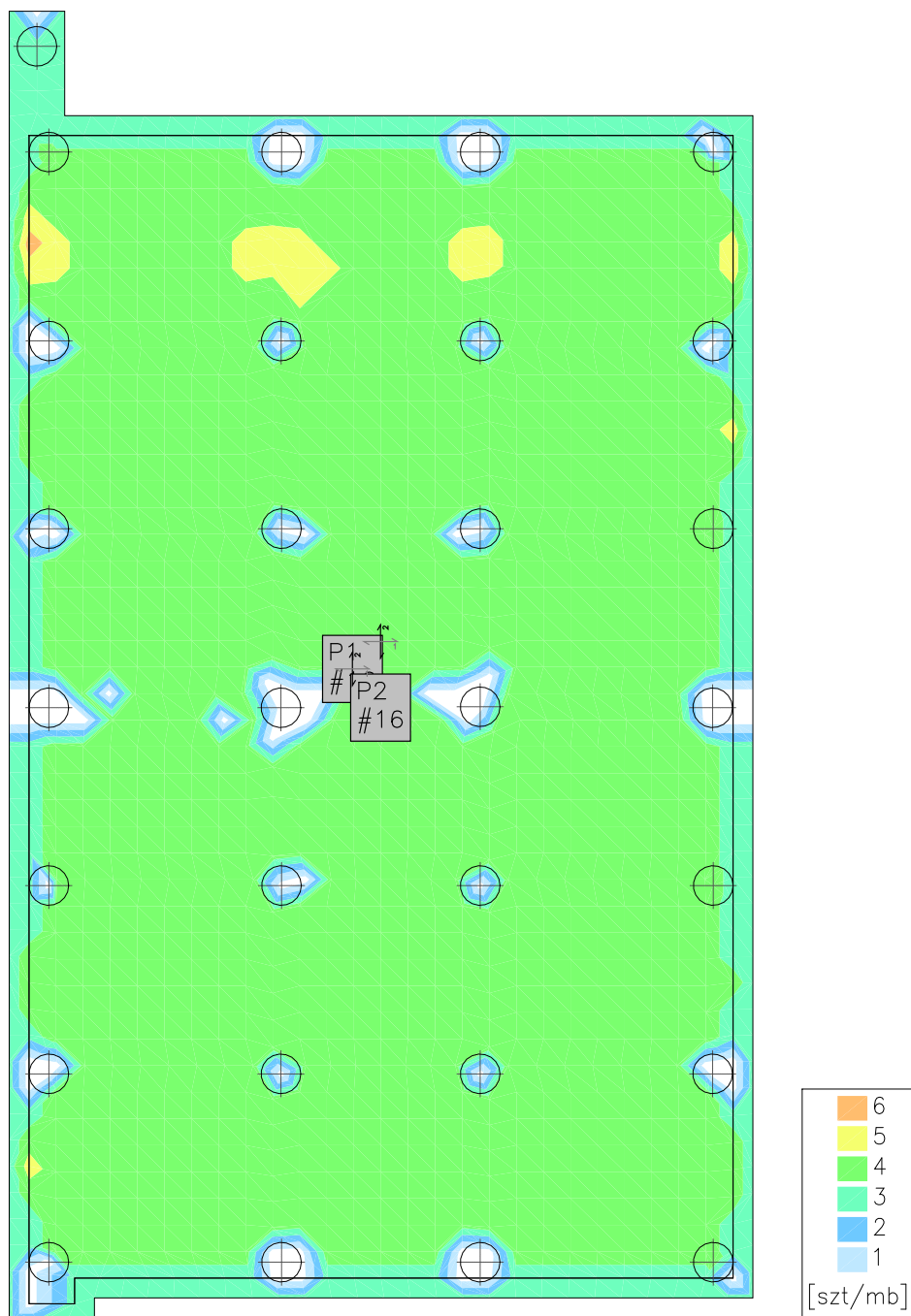
### 3.2.9 Wymiarowanie (wg PN-EN 1992:2005)

#### 3.2.9.1 Zbrojenie obliczone w płytach

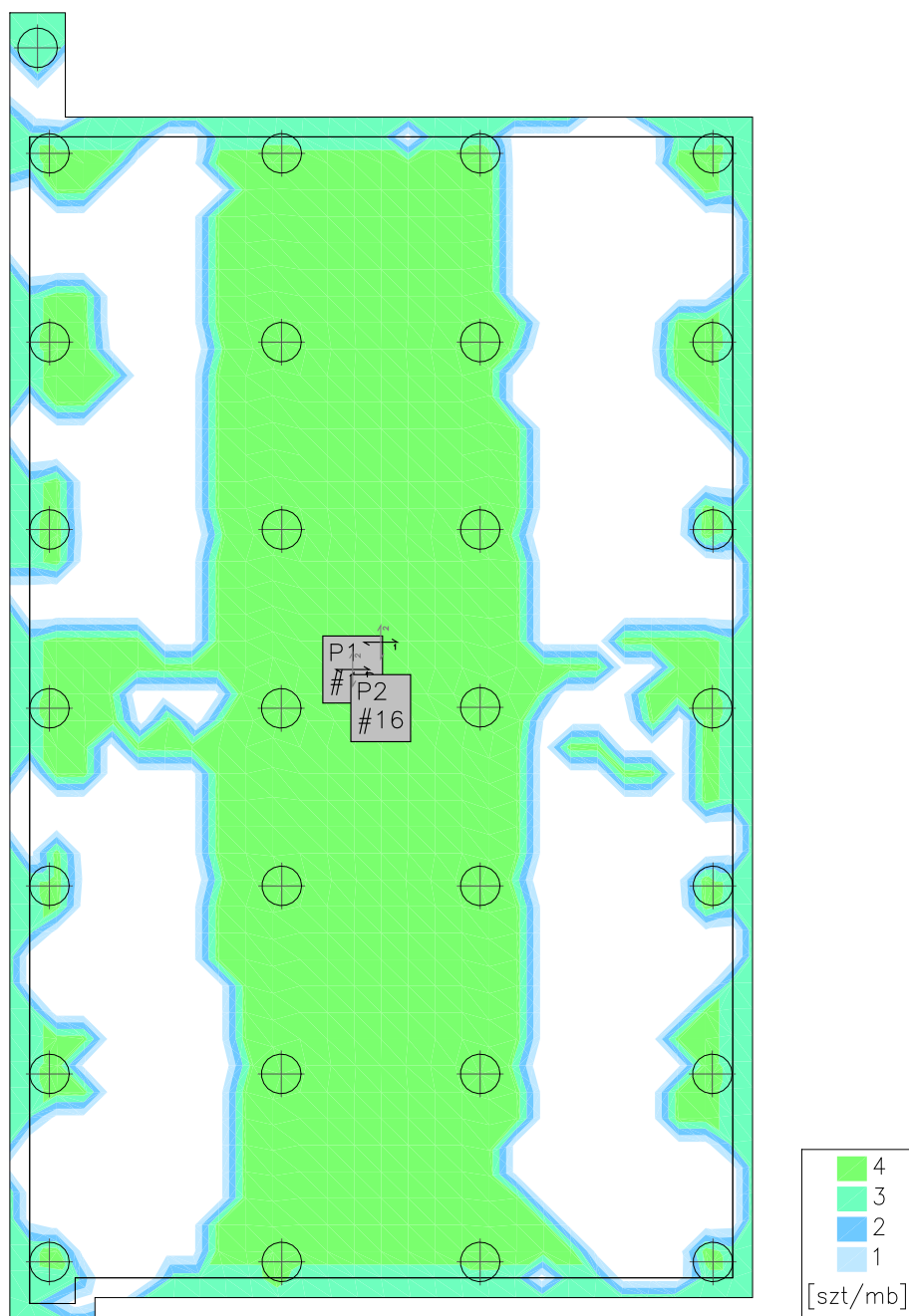
Zbrojenie dolne - kierunek 1 [szt/mb]



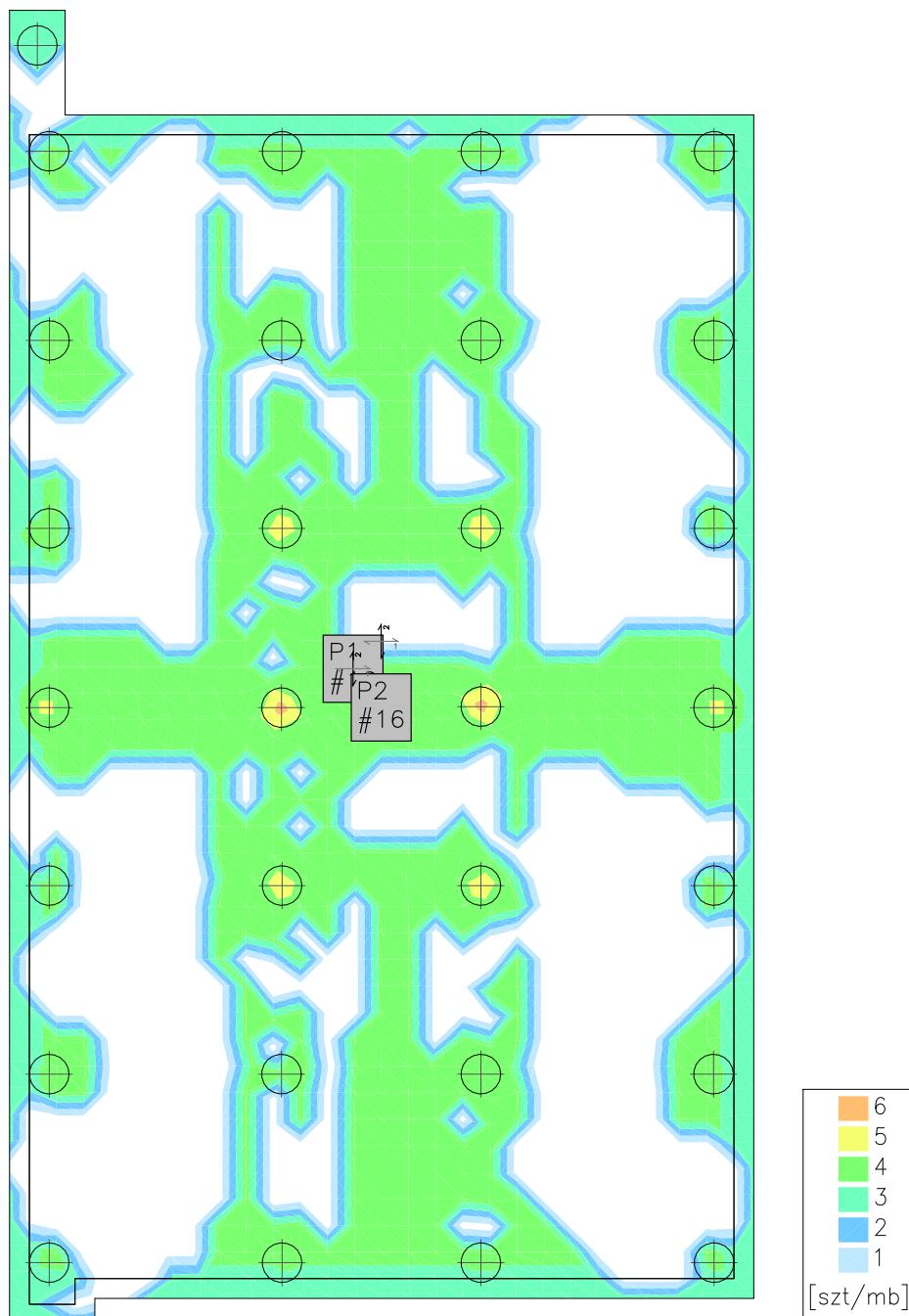
Zbrojenie dolne - kierunek 2 [szt/mb]



Zbrojenie górne - kierunek 1 [szt/mb]



Zbrojenie górne - kierunek 2 [szt/mb]



### 3.2.10 Zbrojenie zadane w płytach

#### Zbrojenie dolne

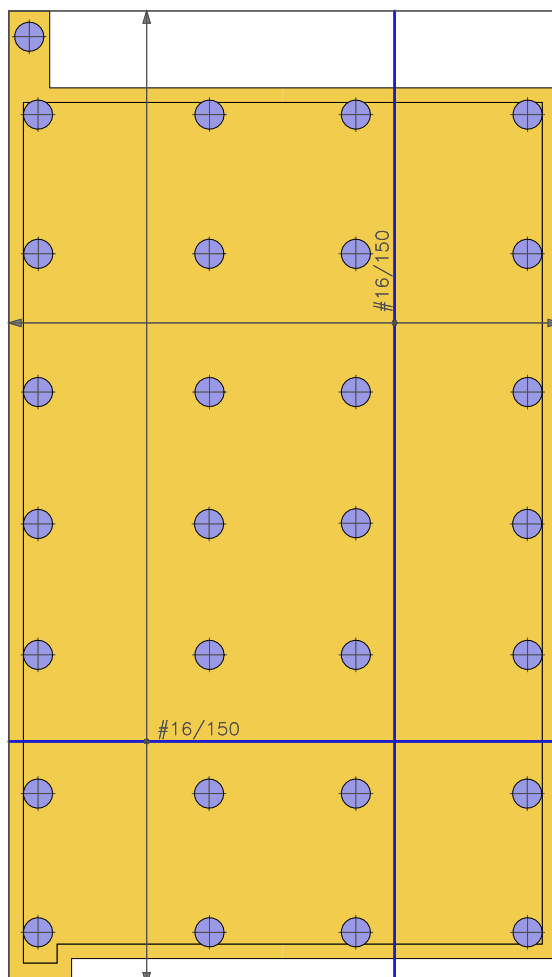
Symbol	Stal	Pręty na kier.1	Pręty na kier.2	Otulina	Kąt	Pole pow.
1	$f_{yk}=500$	#16/150	#16/150	50mm	0,00°	226,55m <sup>2</sup>

#### Zbrojenie górne

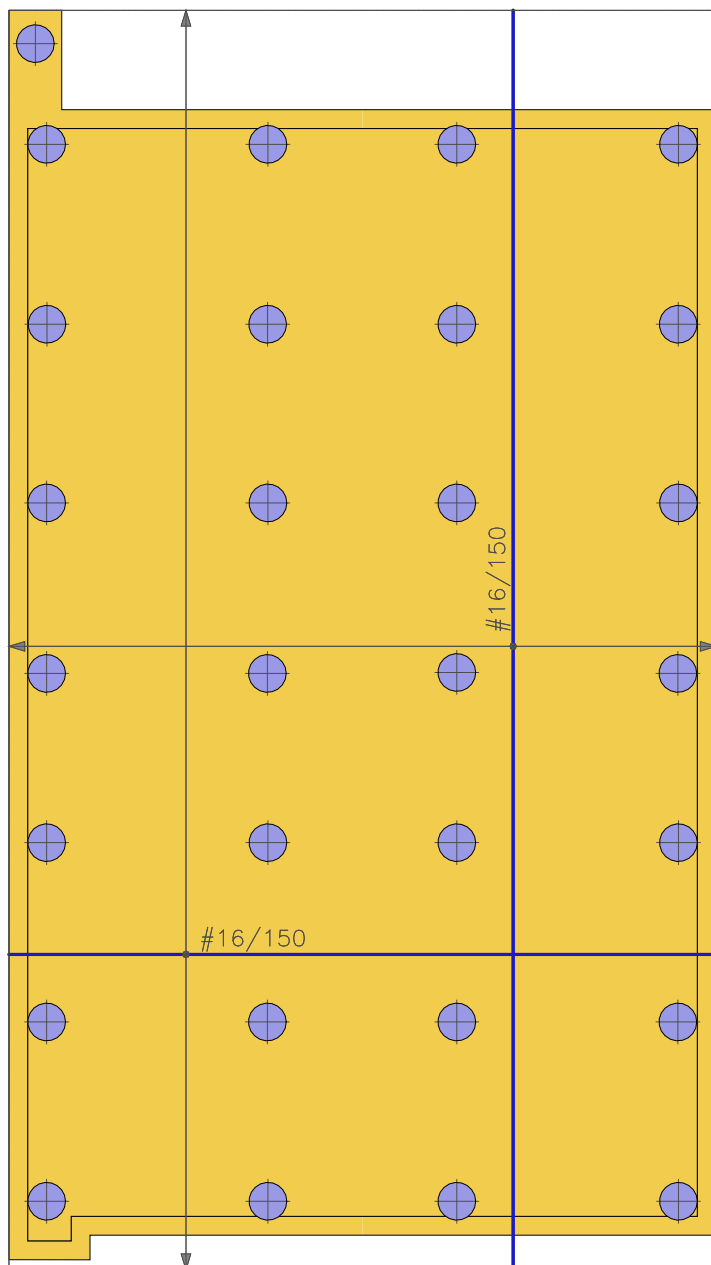
Symbol	Stal	Pręty na kier.1	Pręty na kier.2	Otulina	Kąt	Pole pow.
2	$f_{yk}=500$	#16/150	#16/150	50mm	0,00°	225,17m <sup>2</sup>

### 3.2.11 Schemat rozmieszczenia zbrojenia zadanego w płytach

#### Zbrojenie dolne



## Zbrojenie górne

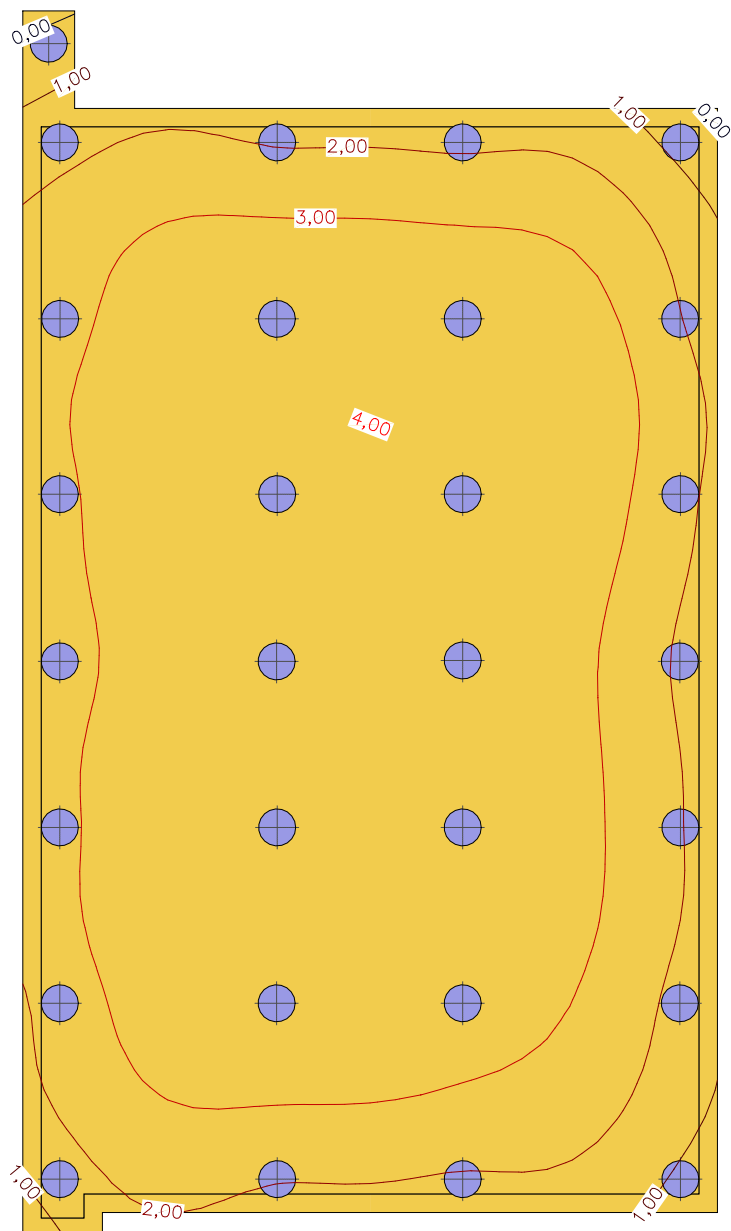




3.2.12 4. Analiza stanu granicznego użyteczności (wg PN-EN 1992:2005)

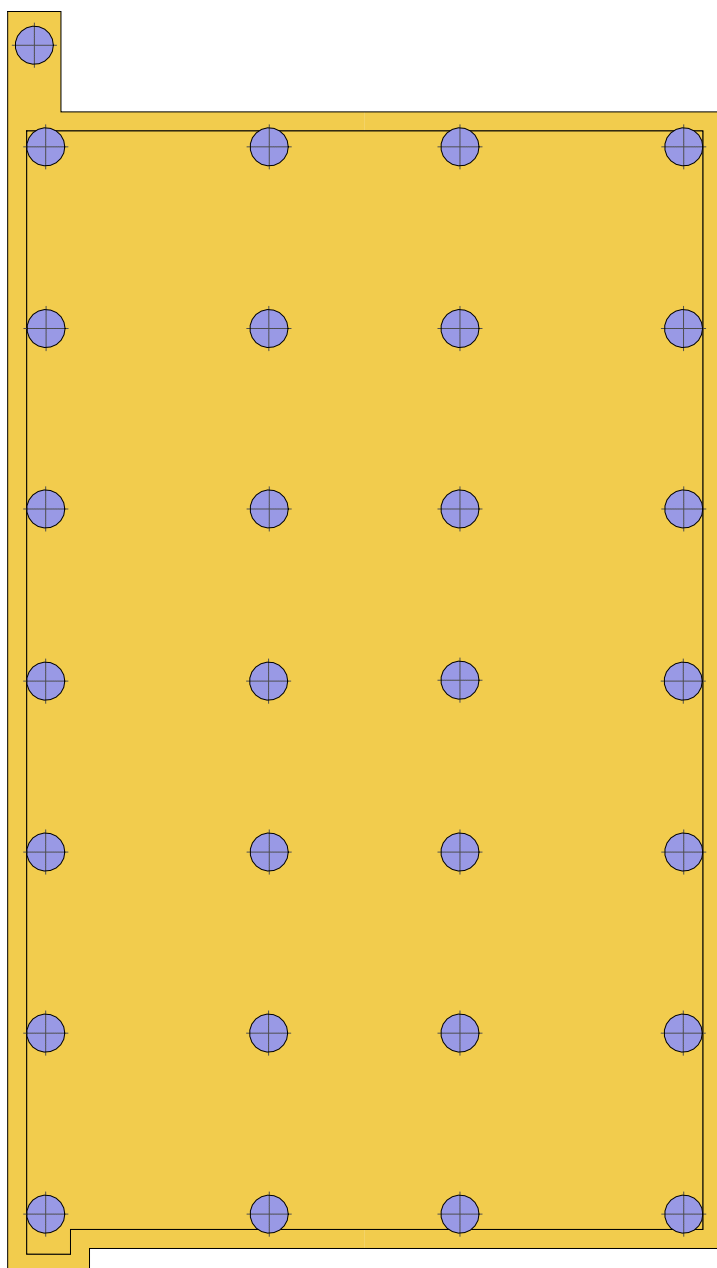
3.2.12.1 Płyty - SGU - przemieszczenia w

[mm] - (obc. charakterystyczne, dla grup obc.: A, B, C, D)



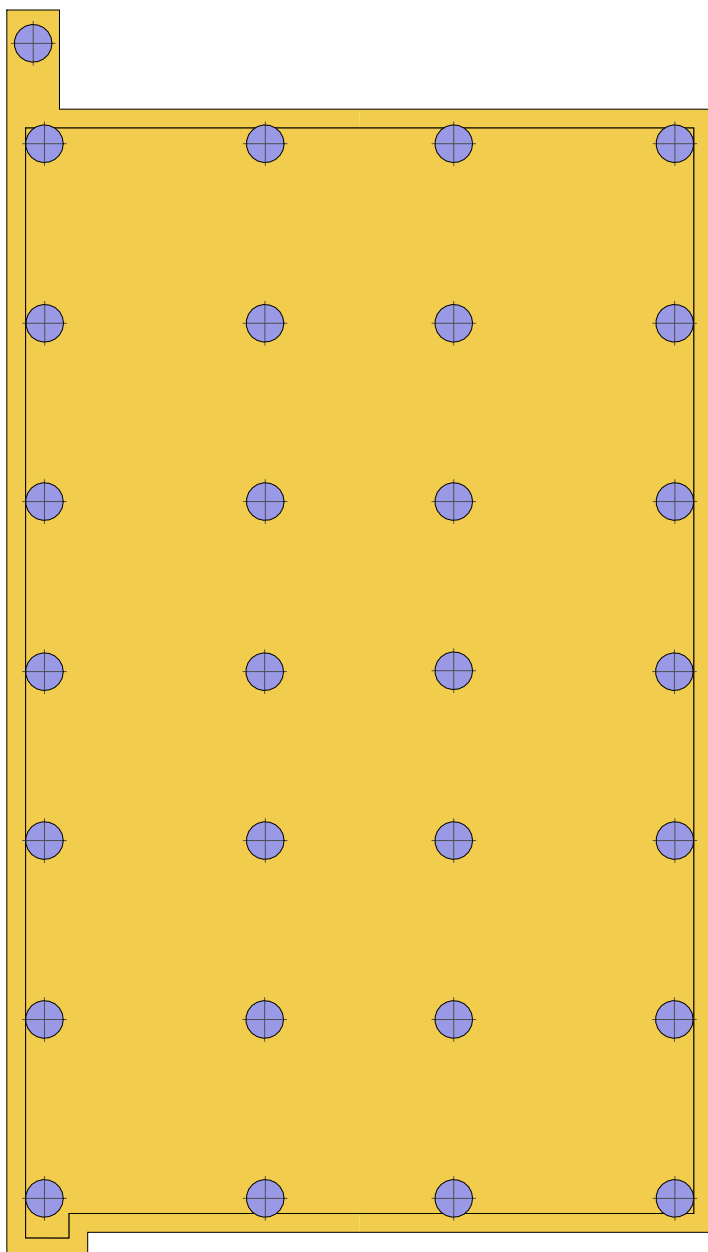
3.2.12.2 Płyty - SGU - rozwartości rys na pow. dolnej

[mm] - (obc. charakterystyczne, dla grup obc.: A, B, C, D)



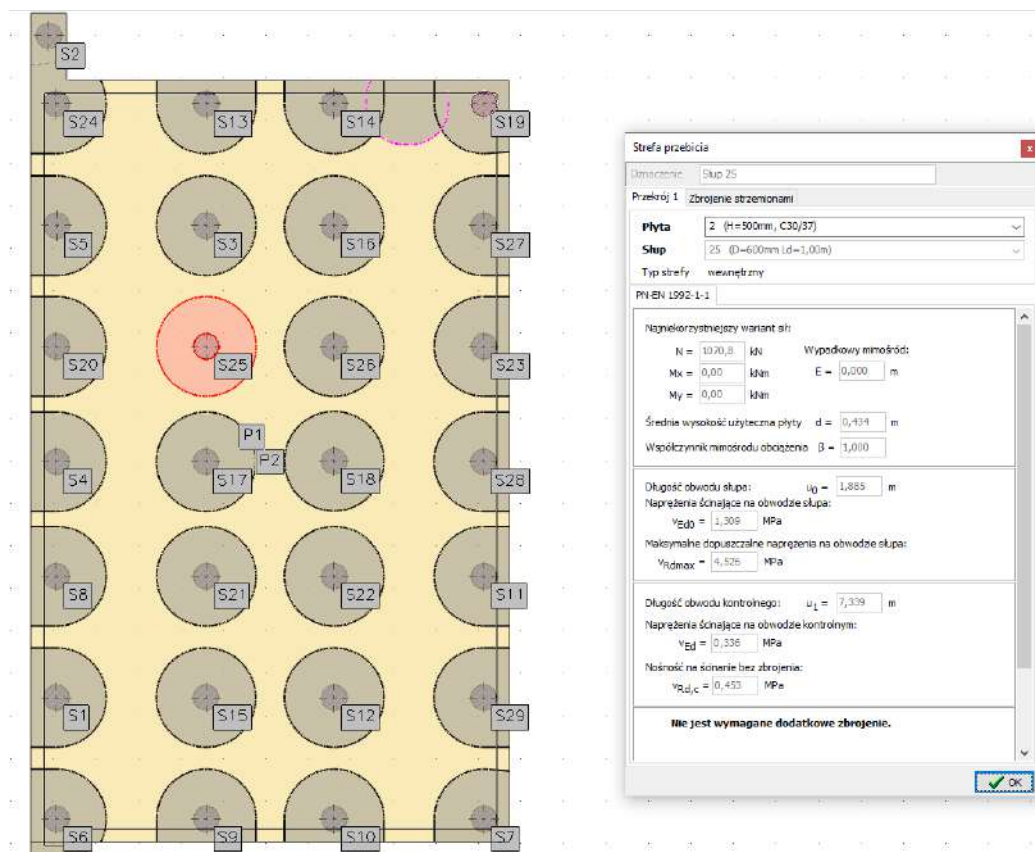
### 3.2.12.3 Płyty - SGU - rozwartości rys na pow. górnej

[mm] - (obc. charakterystyczne, dla grup obc.: A, B, C, D)



## 3.2.12.4 Płyty - przebiecie

[mm] - (obc. charakterystyczne, dla grup obc.: A, B, C, D) Skala rys. 1:100



Łódź, luty 2025 r.

Opracował Zespół Projektantów (wg tabeli poniżej)

Projektant:  mgr inż. <b>Jarosław SZYDŁOWSKI</b> nr upr. bud.: 238/94/WŁ specjalność: konstrukcyjno-budowlana nr członkowski OIIB: LOD/BO/2451/02	Projektant sprawdzający:  mgr inż. <b>Krzysztof SOŁTYSZEWSKI</b> nr upr. bud.: 298/90/WŁ specjalność: konstrukcyjno-budowlana nr członkowski OIIB: ŁOD/BO/4737/03
Data, podpis:	Data, podpis:



Rok założenia 1992

**GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geotechniczne Spółka z o.o.**  
ul. Walbrzyska 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

*Zleceniodawca  
i Inwestor:*

Veolia Energia Łódź S.A.  
ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-550 Łódź

*Umowa:  
Nr tematu:*

1300007835  
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	Jedn. 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)perylene	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 glacyfluwialnych 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 mioceny) 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 wodonośny 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



### Główne Zbiorniki Wód Podziemnych:

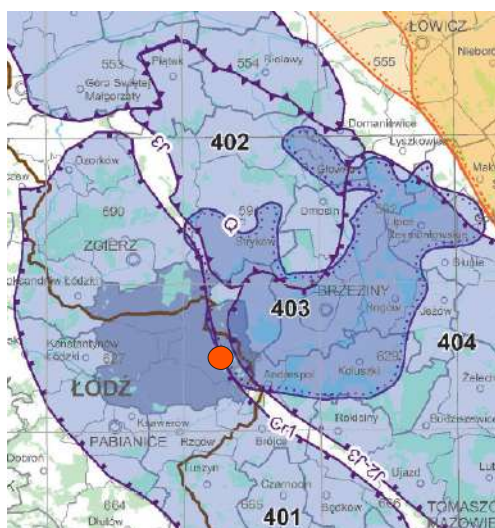
W rejonie inwestycji występują trzy Główne Zbiorniki Wód Podziemnych: GZWP nr 401 – Niecka Łódzka, GZWP nr 403 – Zbiornik międzymorenowy Brzeziny–Lipce Reymontowskie oraz GZWP nr 404 – Zbiornik Koluszkowski–Tomaszów.

Pierwszy z nich obejmuje poziom dolnokredowy niecki łódzkiej od Ozorkowa po Tomaszów Mazowiecki. W Łodzi występuje w obrębie niecki łódzkiej, z wyłączeniem jej wschodniej części należącej do wału kujawsko-pomorskiego. Jest to zbiornik porowo-szczelinowy charakteryzujący się wodami wysokiej jakości o stałych i jednorodnych parametrach fizykochemicznych.

Zbiornik nr 403 obejmuje piętro czwartorzędowe. W swym zachodnim zasięgu ma wschodnią część Łodzi oraz tereny przyległe (Janów, Andrzejów, Wiączyń, Byszewy, Bedoń). Jest to rozległy zbiornik porowy, najczęściej odkryty, ze swobodnym lustrem wody zalegającym pod grubym nakładem piasków strefy aeracji, stanowiący w kierunku wschodnim i północno-wschodnim kontynuację głównego poziomu użytkowego piętra czwartorzędowego.

Zbiornik nr 404 obejmuje poziom górnourajski. Jego granica przebiega przez peryferyjną, wschodnią część Łodzi i ciągnie się w kierunku wschodnim. Jest to zbiornik szczelinowo-krasowy o potencjalnej dużej wydajności otworowej. Rozpoznany został w rejonie Byszew i Wiączyń.

Położenie inwestycji na tle GZWP przedstawiono na Rys. nr 1.



Rys. Nr 1. Lokalizacja inwestycji na tle istniejących GZWP  
(na podstawie Mapy Głównych Zbiorników Wód Podziemnych - stan na 01.01.2017; opr. J. Mikołajków,  
D. Węglarz, L. Skrzypczyk, G. Mordzonek - PIG-PIB)

--- granica GZWP 222 (ośrodek porowy)      222 nr zbiornika      ● orientacyjna lokalizacja inwestycji

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 otczaków 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 plejstocénskie, 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.

Zleciéniodawca: 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 małośrednicowe 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.

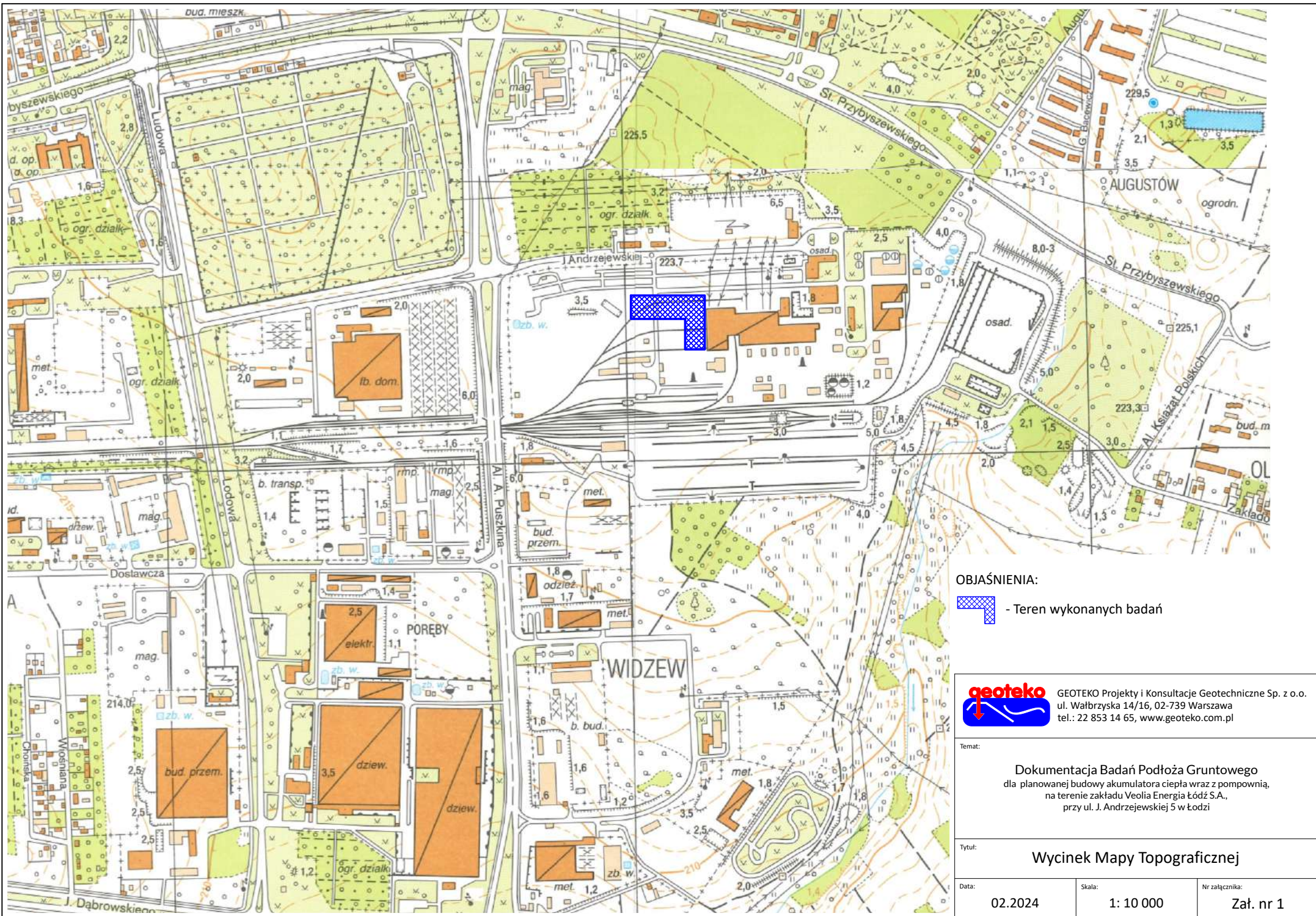
Zleceniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.	Dokumentacja Badań Podłoża Gruntowego dla planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią, na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835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



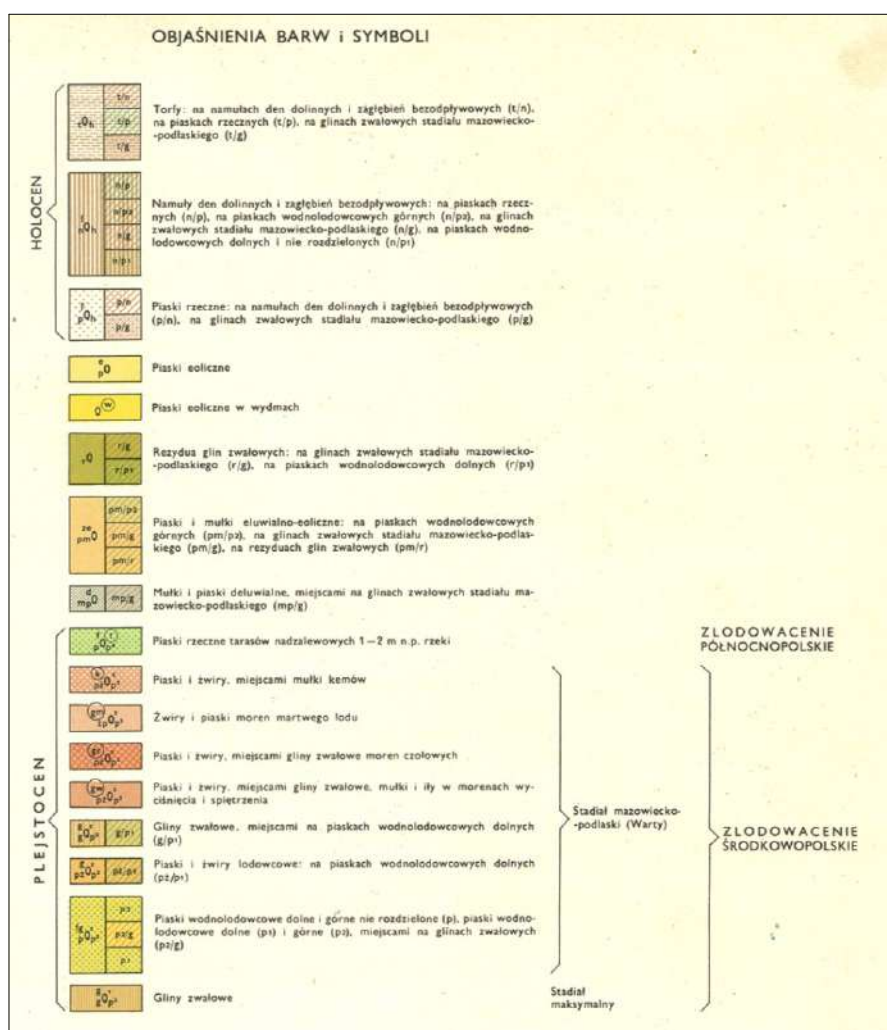
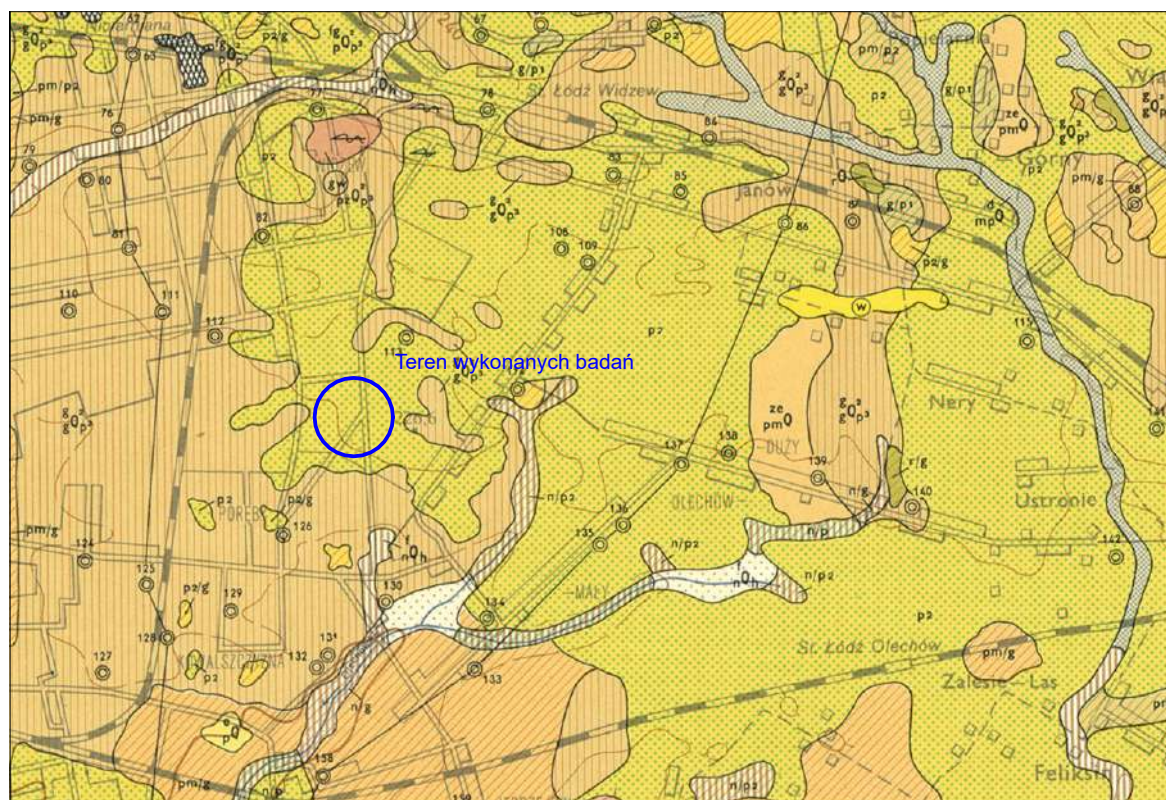




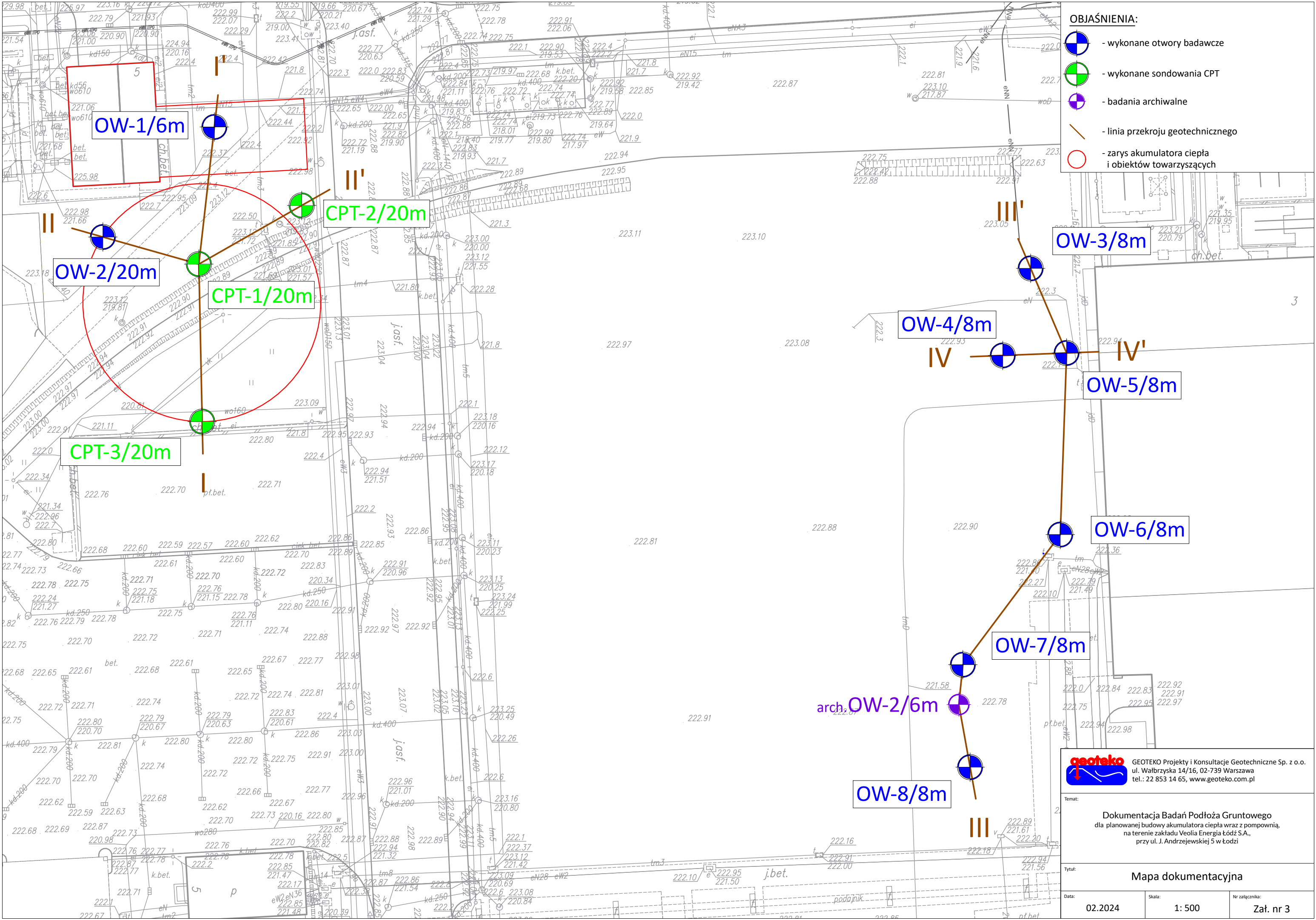
# WYCINEK SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ POLSKI

Zał. nr 2

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











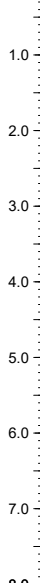
## **PROFILE OTWORÓW WIERTNICZYCH**


## **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>	
<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>4.0</div>	<div>0.0</div>	<div>nN</div>	<div>Nasyp niebudowlany(Glina piaszczysta+Żwir/Piasek gliniasty+Żwir) (brązowa)</div>			<div>Mg</div>	<div>1.10</div>	<div>mw</div>	<div>tpl</div>	<div>NNS (1.0 - 1.4 m)</div> <div>NW 1.90</div>	
	<div>1.0</div>	<div>nN</div>	<div>Nasyp niebudowlany(Glina piaszczysta+Żwir) (brązowa)</div>			<div>Mg</div>	<div>0.90</div>	<div>mw</div>	<div>tpl</div>		
	<div>2.0</div>	<div>nN</div>	<div>Nasyp niebudowlany(Glina piaszczysta) (szara)</div>			<div>Mg</div>	<div>0.30</div>	<div>w</div>	<div>pl</div>		
	<div></div>	<div>nN</div>	<div>Nasyp niebudowlany(Piasek gliniasty/Glina piaszczysta) (czarna)</div>			<div>Mg</div>	<div>0.30</div>	<div>mw</div>	<div>tpl</div>		
	<div>3.0</div>	<div>Ps/Pg+Ż</div>	<div>Piasek średni/Piasek gliniasty+Żwir (szara)</div>			<div>clSa+Gr</div>	<div>0.50</div>	<div>w</div>		<div>NU 2.90</div>	
	<div></div>	<div>Po</div>	<div>Pospółka (szara)</div>			<div>Sa</div>	<div>0.50</div>	<div>w</div>		<div>NU 3.50</div>	
	<div>4.0</div>	<div>Ps</div>	<div>Piasek średni (żółta)</div>			<div>Sa</div>	<div>0.50</div>	<div>w/nw</div>		<div>NU 3.90</div>	
	<div>5.0</div>	<div>Gp</div>	<div>Glina piaszczysta (jasno-szaro-brązowa)</div>			<div>clSa</div>	<div>1.40</div>	<div>w</div>	<div>pl</div>	<div>NU 5.90</div>	
<div>6.0</div>	<div>Ps</div>	<div>Piasek średni (jasno-szara)</div>			<div>Sa</div>	<div>0.50</div>	<div>w</div>				


<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>▼ 12.5</div><div>▼ 17.4</div></div>	0.0	nN	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	Ps/Pd	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	Po	Pospółka (żółta)			Sa	1.60	nw		NU 12.50	
	11.0										
	12.0										
	12.5										
	13.0	Gp+Ż	Glina piaszczysta+Żwir (szara)			saCl+Gr	4.00	mw	tpl/pzw	NW 13.80	
	14.0										
	15.0										
	16.0										
17.0	Ps	Piasek średni (szara)			Sa	0.30	nw		NW 15.00		
17.4											
18.0											
	19.0	Gp+Ż	Glina piaszczysta+Żwir (szara)			clSa+Gr	2.30	mw	pzw	NW 18.00	
	20.0										


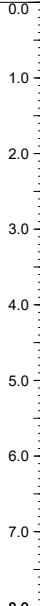



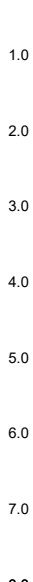
<div>Wykonawca:</div> <div></div> <div>GEOTEKO Projekty i Konsultacje</div> <div>Geotechniczne Spółka z o. o.</div> <div>ul. Wąlbzryska 14/16, 02-739 Warszawa</div>			<div>KARTA DOKUMENTACYJNA</div> <div>OTWORU WIERTNICZEGO</div> <div>OW-3</div>		<div>Załącznik nr: 4.1.3</div>					
<div>Gmina:</div> <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>Współrzędna Y:</div> <div>6606226.161</div>					
<div>Województwo:</div> <div>łódzkie</div>			<div>Operator sprzętu:</div> <div>Łukasz Parol</div>		<div>System wiercenia:</div> <div>mechaniczny</div>		<div>Kilometrą:</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+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. Wąlbzryska 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									NU 8.00	


<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-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>Zleceniodawca:</div> <div>Veolia Energia Łódź S.A.</div>			<div>Współrzędna X:</div> <div>5735819.814</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>6606230.768</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 zwrócenia 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	<div>nN</div>	Nasyp niebudowlany(Piasek gliniasty//Glina piaszczysta) (brązowa)			Mg	1.20	mw/w	tpl/pl	NW 2.00	
	1.0	<div>nN</div>	Nasyp niebudowlany(Piasek średni//Piasek gliniasty+Kamienie) (żółto-brązowa)			Mg	0.40	w/mw	pl/tpl		
	2.0	<div>Gp</div>	Glina piaszczysta (szaro-brązowa)			clSa	0.60	w/mw	pl/tpl		
		<div>Ps</div>	Piasek średni (brązowa)			Sa	0.60	w		NU 3.00	
	3.0										
	4.0	<div>Pg/Gp</div>	Piasek gliniasty//Glina piaszczysta (brązowa)			clSa	1.90	w		NU 5.00	
	5.0	<div>Ps</div>	Piasek średni (żółto-brązowa)			Sa	1.10	w		NU 6.00	
	6.0	<div>Pd</div>	Piasek drobny (jasno-żółta)			Sa	0.70	w		NU 7.00	
	7.0	<div>Ps</div>	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-7</div>			<div>Załącznik nr: 4.1.7</div>					
<div>Gmina:</div> <div>Łódź Widzew</div>			<div>Temat:</div> <div>VEOLIA</div>			<div>Rzędna:</div> <div>5222.91 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>5735799.588</div>					
						<div>Współrzędna Y:</div> <div>6606215.619</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 gruby+Żwir) (brązowa)			Mg	0.50	w		NU 3.70	
	1.0	nN	Nasyp niebudowlany(Piasek średni) (żółto-brązowa)			Mg	1.00	w			
	2.0	nN	Nasyp niebudowlany(Piasek drobny) (brązowa)			Mg	0.90	w			
	3.0	nN	Nasyp niebudowlany(Piasek średni//Piasek gliniasty/Glina piaszczysta) (brązowa)			Mg	1.20	w			
	4.0	Po	Pospółka (brązowa)			Sa	0.30	w		NW 5.00	
	5.0	Gp	Glina piaszczysta (brązowa)			clSa	1.80	mw/w	tpl/pl		
	6.0	Pd	Piasek drobny (jasno-żółta)			FSa	0.60	w		NU 7.50	
7.0	Ps	Piasek średni (brązowa)			MSa	1.70	w				
8.0											

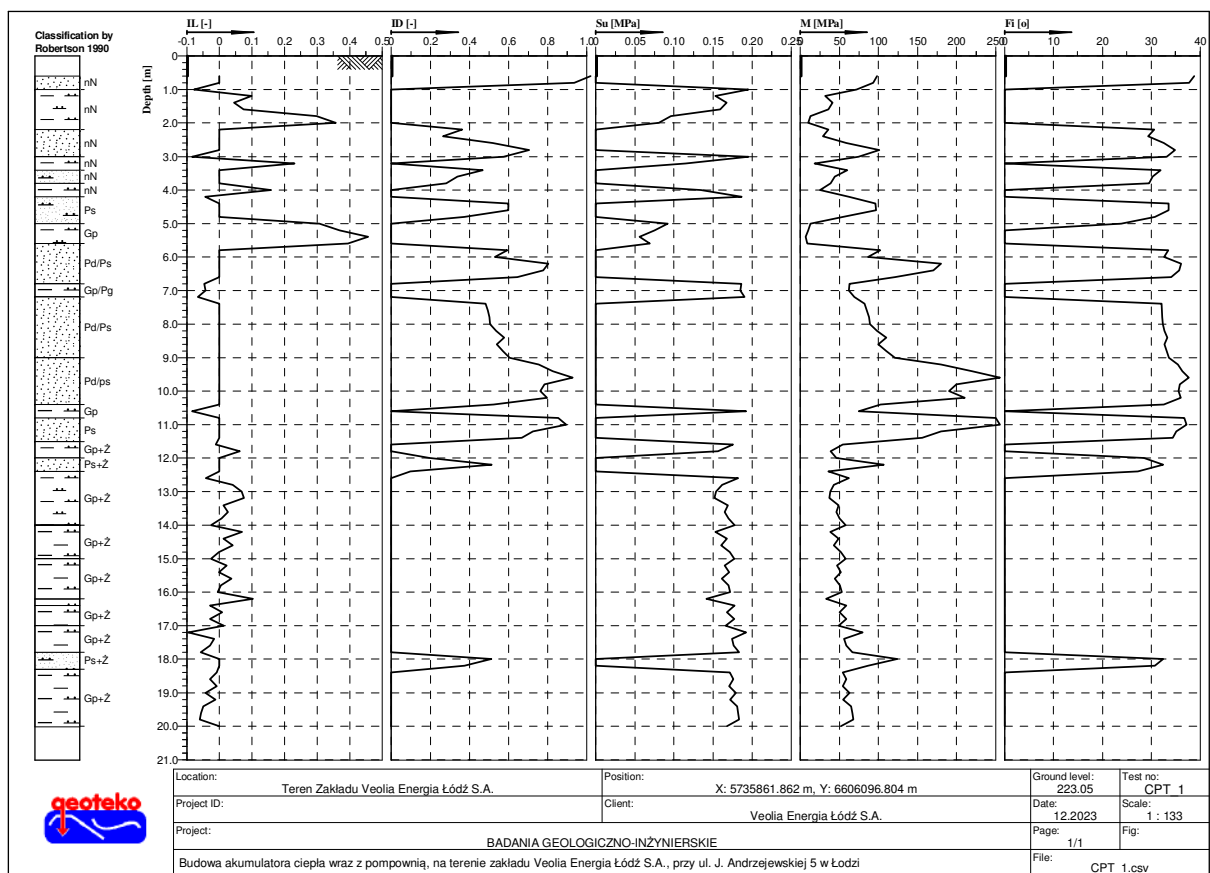
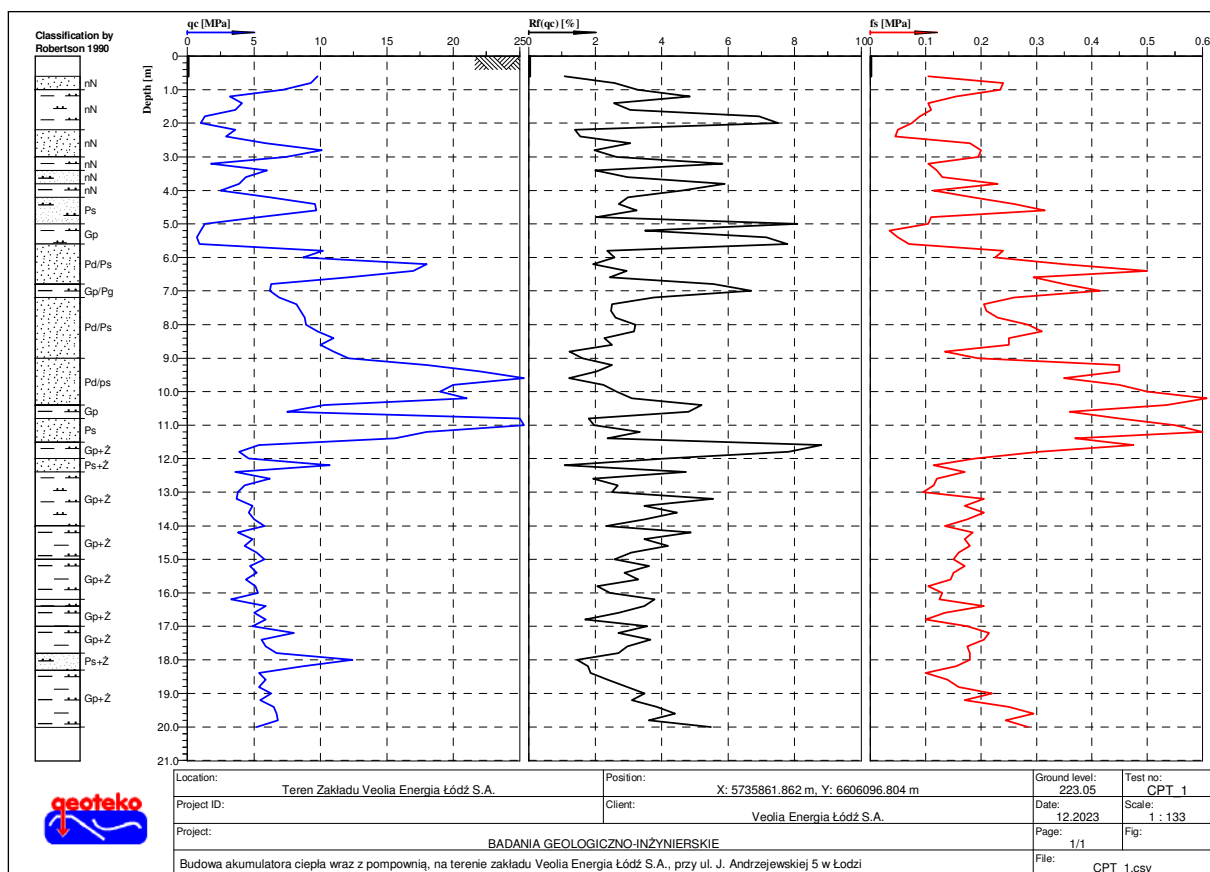
<div>Wykonawca:</div> <div></div> <div>GEOTEKO Projekty i Konsultacje</div> <div>Geotechniczne Spółka z o. o.</div> <div>ul. Waiłbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa</div>			<div>KARTA DOKUMENTACYJNA</div> <div>OTWORU WIERTNICZEGO</div> <div>OW-8</div>			<div>Załącznik nr: 4.1.8</div>					
Gmina:			Temat:			Rzędna:		Układ odniesienia:			
Łódź Widzew			VEOLIA			5222.86 m n.p.m.		2000/6			
Powiat:			Zlecniodawca:			Współrzędna X:					
Łódź			Veolia Energia Łódź S.A.			5735783.657					
Województwo:			Operator sprzętu:		System wiercenia:		Współrzędna Y:				
łódzkie			Łukasz Parol		mechaniczny		6606216.746				
Skala:			Nadzór geologiczny:		Typ wiertnicy:		Data wykonania wiercenia:				
1:100			mgr Paweł Rzeźnicki		Nordmeyer typ RSB 0/1.4		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			Symboly gruntów 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+Glina 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+Glina 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	Pr	Piasek gruby (ciemno-brązowa)			Sa	0.90	w		NU 7.50	
		Ps	Piasek średni (jasno-żółta)			Sa	0.30	w		NU 7.90	

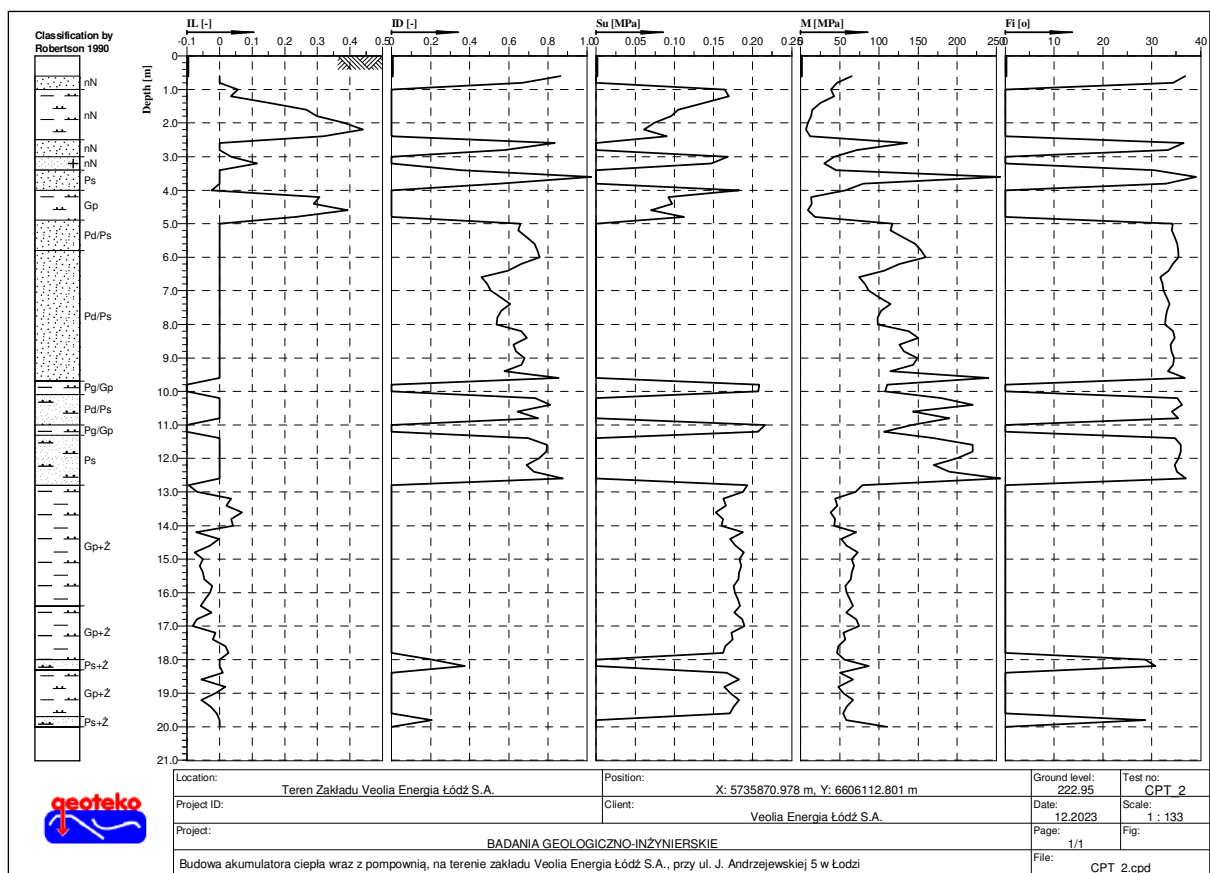
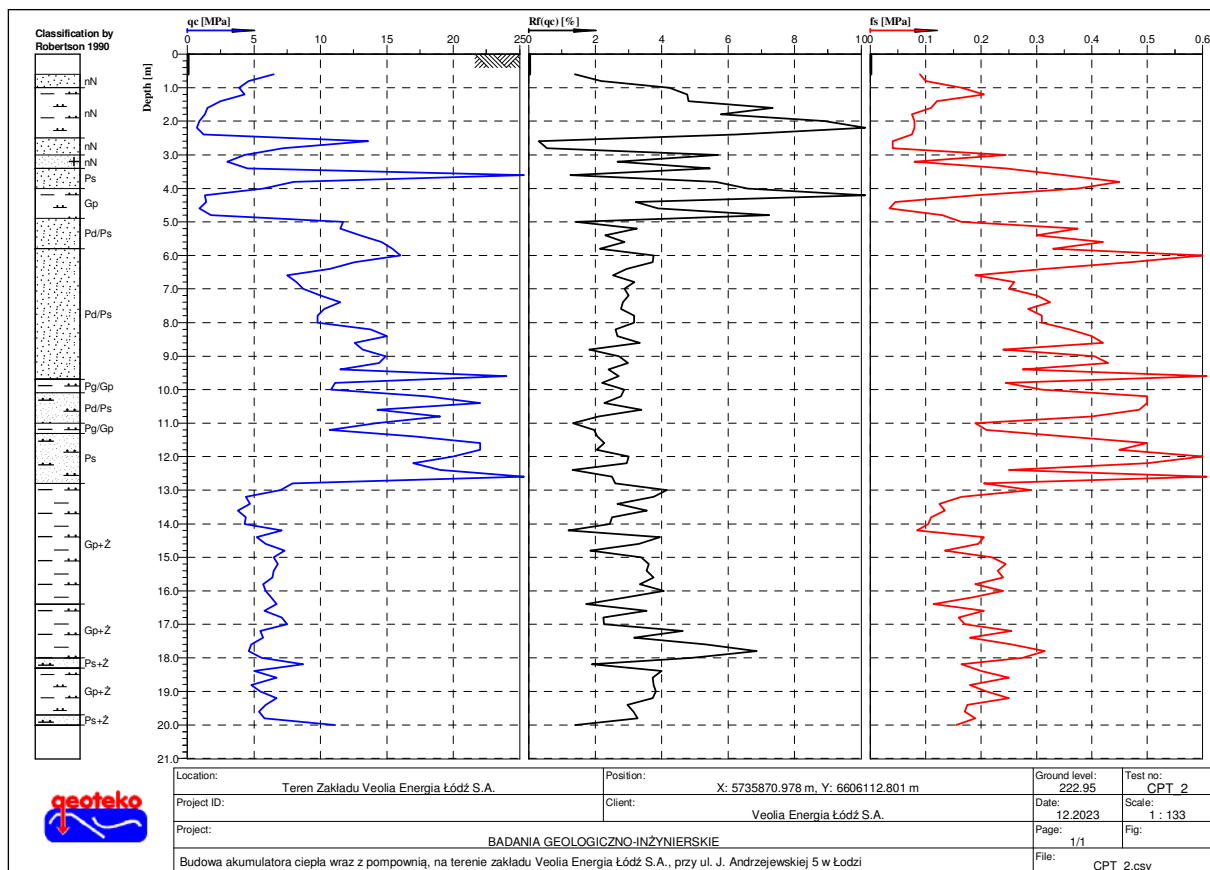
## **Profil archiwalnego otworu wiertniczego**

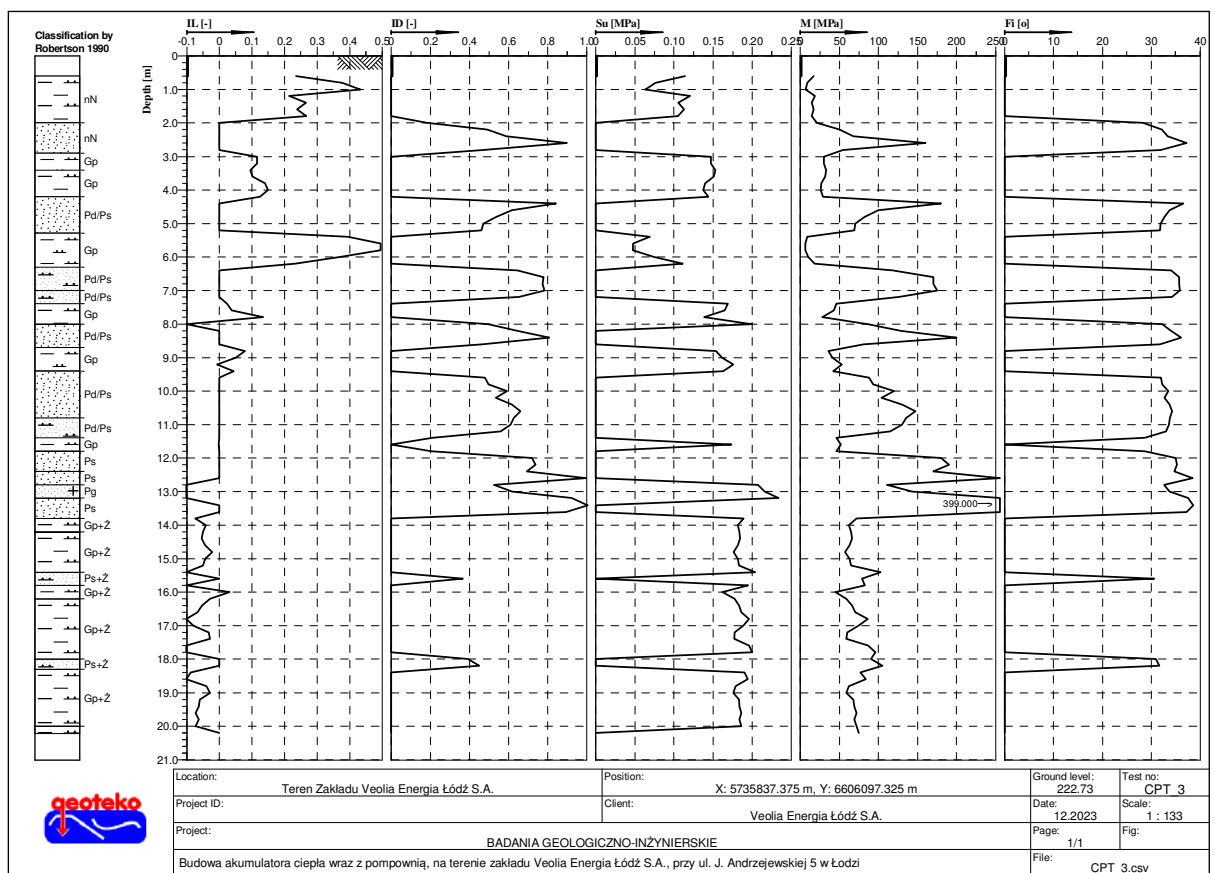
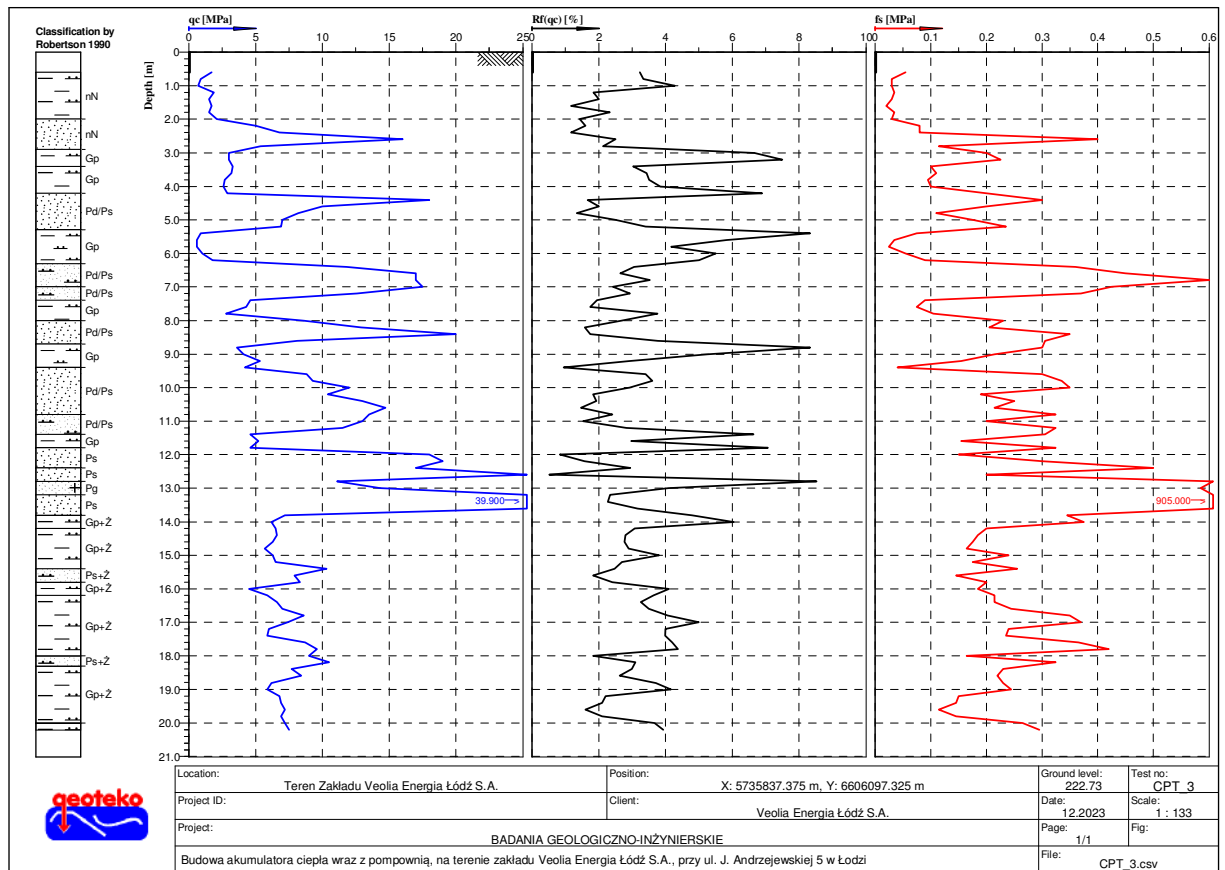


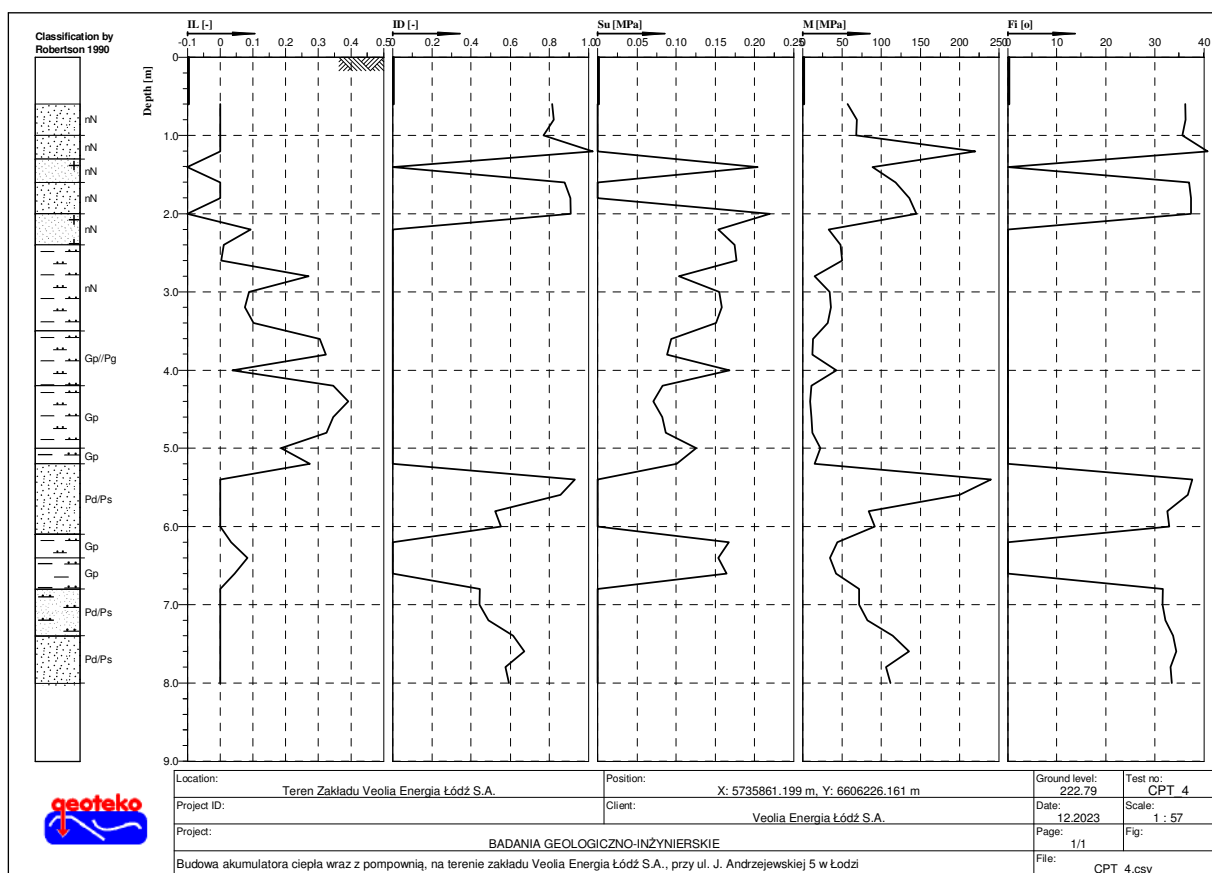
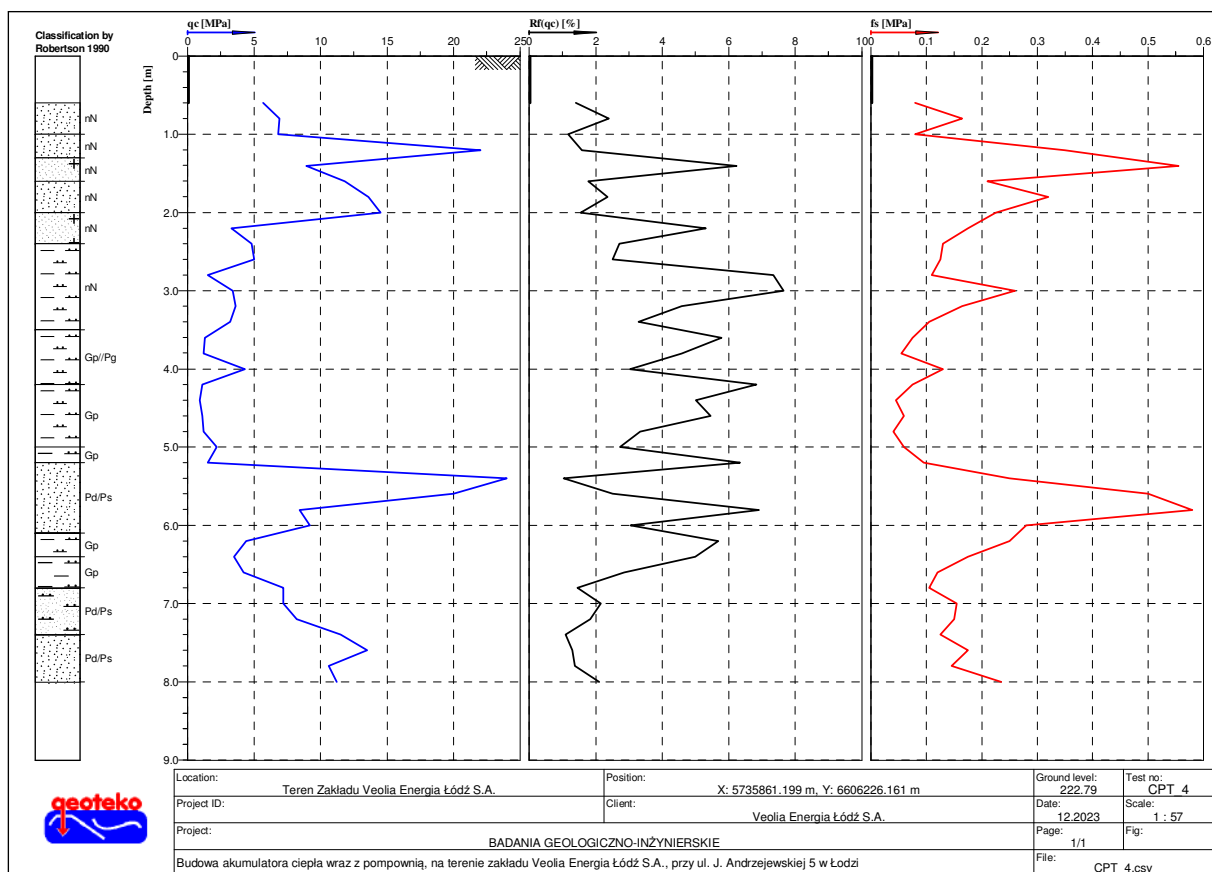
<div>Wykonawca: </div> <div>GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o. ul. Wałbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa</div>			<div>KARTA DOKUMENTACYJNA OTWORU WIERTNICZEGO</div> <div>OW-2</div>			Załącznik nr: 4.2				
Gmina: Łódź-Widzew			Temat: Dokumentacja geologiczno-inżynierska sporządzona w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby posadowienia projektowanej nowej jednostki kogeneracji gazowej w układzie CCGT, na terenie EC-4 w Łodzi			Rzędna: 222.58 m n.p.m.		Układ odniesienia: 2000/6		
Powiat: m. Łódź			Zleceniodawca: ILF CONSULTING ENGINEERS POLSKA Sp. z o. o.			Współrzędna X: 5735793.324				
						Współrzędna Y: 6606214.951				
Województwo: łódzkie			Operator sprzętu: Piotr Komuda		System wiercenia: mechaniczny		Kilometraż:			
Skala: 1:100			Nadzór geologiczny: mgr Paweł Rzeźnicki		Typ wiertnicy: Nordmeyer typ DSB 0/3		Data wykonania wiercenia: 05.09.2020 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(Glina piaszczysta+Otoczaki+Piasek gliniasty+gruz) (brązowa)			Mg	0.60	w		
	1.0	nN	Nasyp niebudowlany(Piasek średni+Otoczaki+żwir) (żółto-brązowa)			Mg	0.50	w		
		Gp	Glina piaszczysta (brązowa)			saCCl	0.30	mw/w	tpl/pl	
	2.0	Ps	Piasek średni (brązowa)			MSa	1.80	w		
	3.0									
4.0										
5.0		Ps	Piasek średni (jasno żółta)			MSa	2.80	w		
6.0										

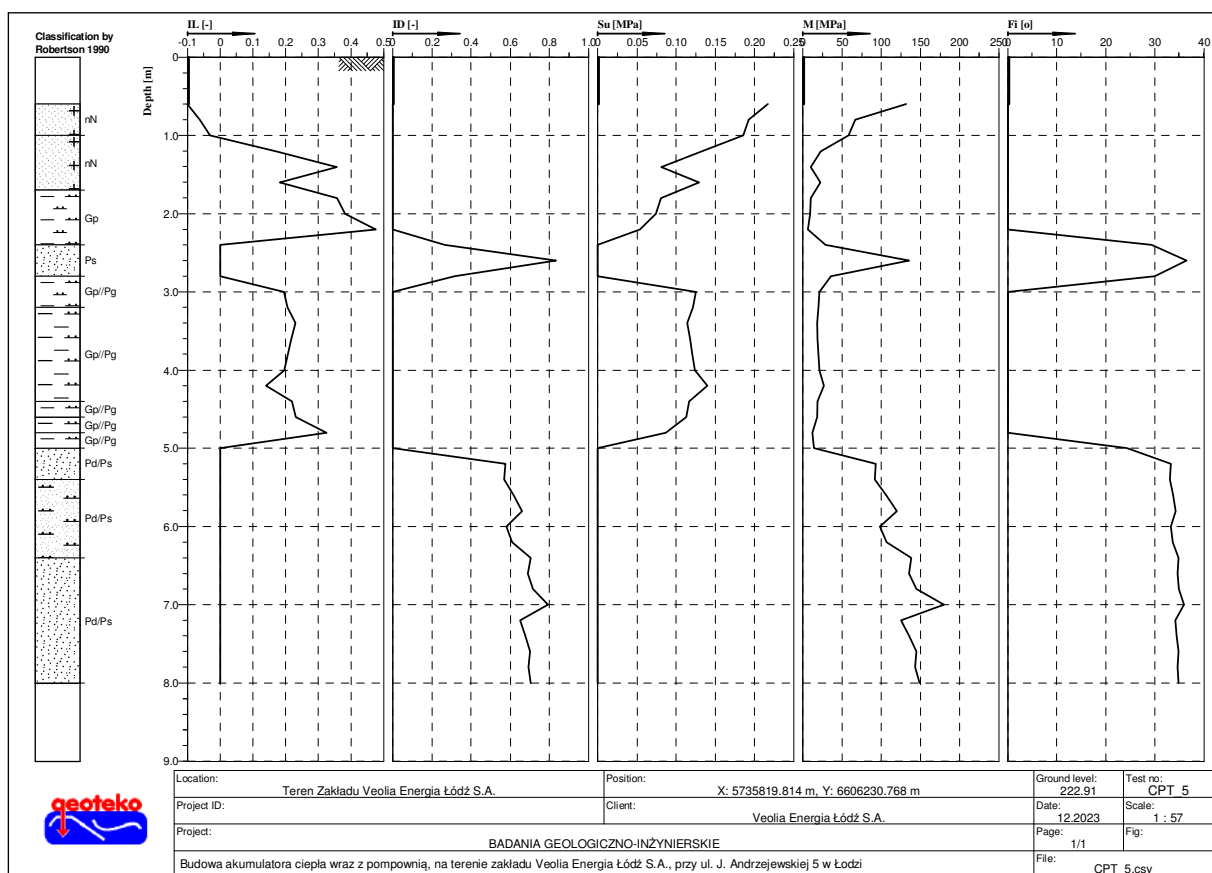
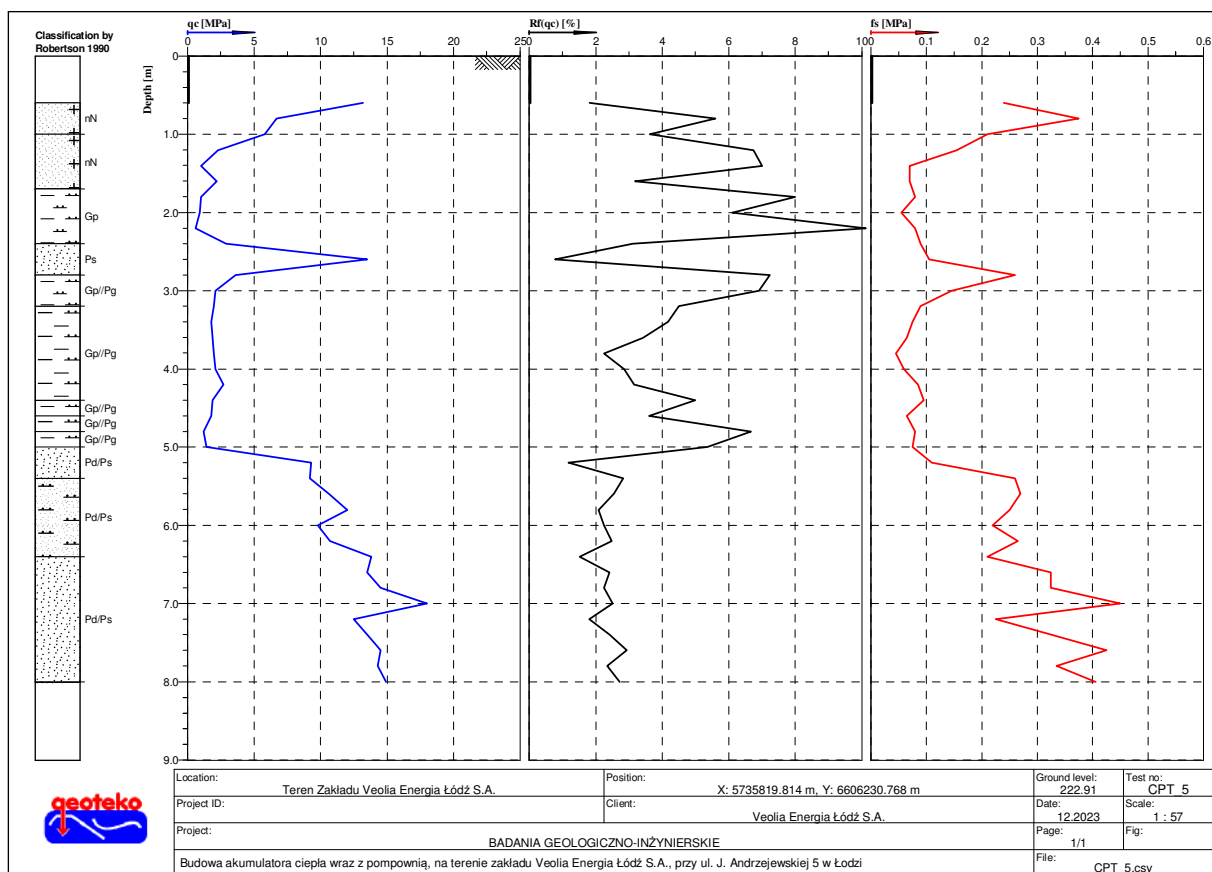
## WYNIKI SONDOWAŃ STATYCZNYCH CPT











## *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 optywu (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			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	
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			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		[%]	[%]	[%]
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				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>	
		Depth									Rodzaj gruntu	Stan gruntu	Barwa gruntu Soil color											CaCO <sub>3</sub>
		Borehole No	[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	szarobrązowa		greyish brown	<1	twardoplastyczny, szarobrązowy, 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>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		[%]
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, malej plastyczności PYŁ z item 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				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
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	brązowoszara	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 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 deviatora 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-09
																		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	Napężenie efektywne na koniec etapu konsolidacji	Prędkość ścinania	Średnie napężenie efektywne	Półowa dewiatora napężenia	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	$\phi'$ [°]	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]
18	OW-3	4.90-5.30	5.10-5.30	twardoplastyczny/plastyczny, ciemnoszarobrazowy, wapnisty, średniej plastyczności łł 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	<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								
20		3.30-3.50	3.30-3.50	twardoplastyczny, brązowy, łł z pyłem z dużą ilością piasku <i>firm, brown, very sandy, silty CLAY</i>	TX CIU	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample	VMC_24_7	2.14	1.86	14.8	0.98	100	0.05	110	58								

Zał. / App. 2

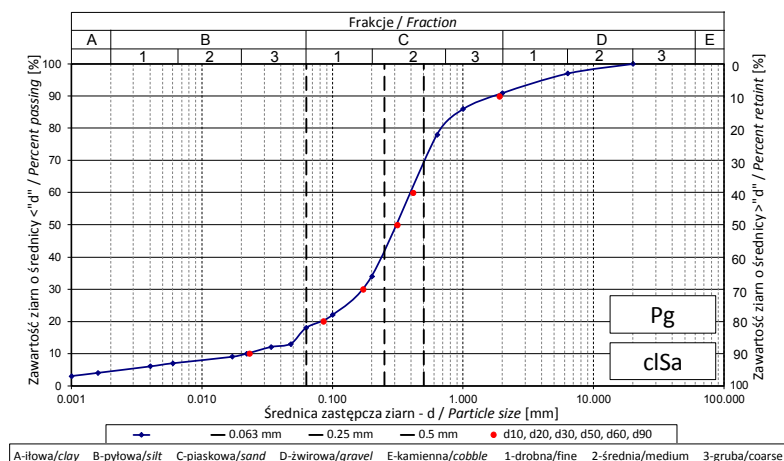
**WYNIKI BADAŃ SKŁADU GRANULOMETRYCZNEGO**  
***Grain size distribution test results***

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 fines 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	USBSC 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:

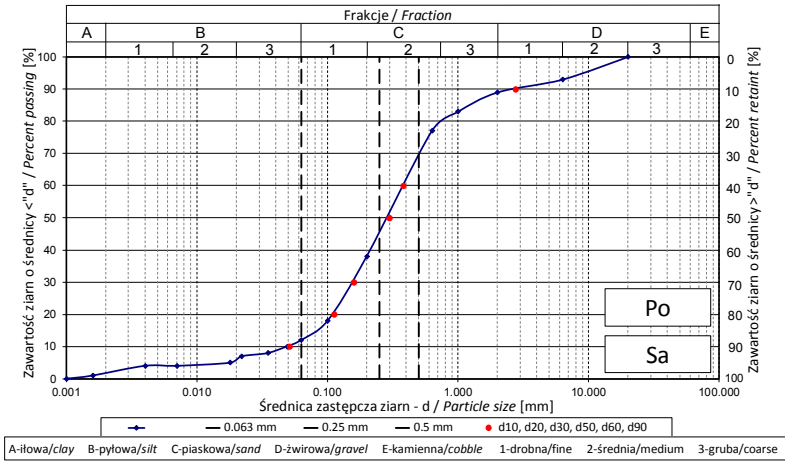
Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły /  
Information of any deviations from the test procedure:

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 wykonał / 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 fine 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:

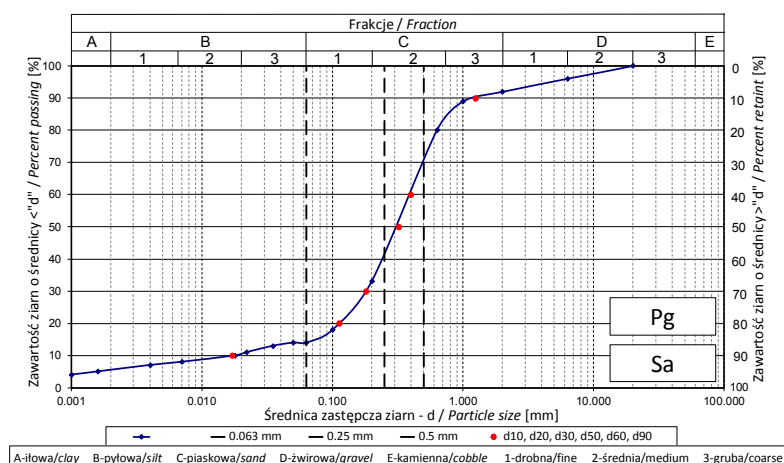
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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:

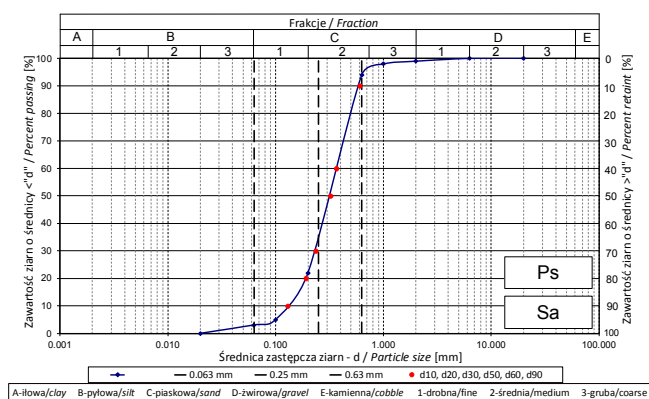
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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				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-1	5.90	1	97	2	Ps		1	96	3	Sa	

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 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:

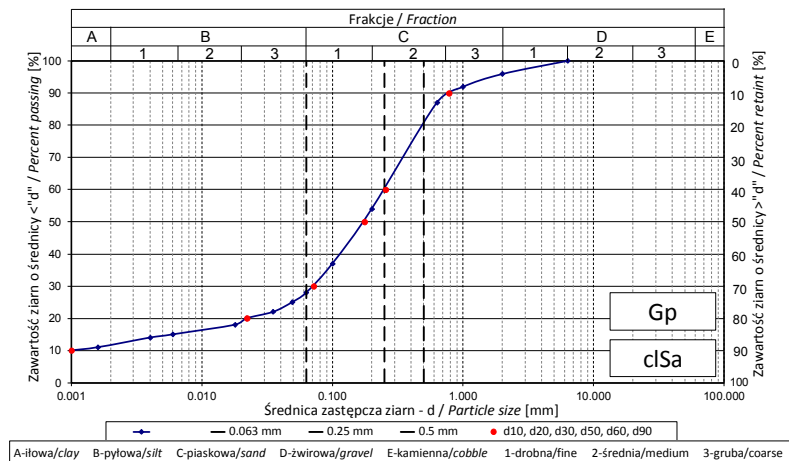


ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

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 odstępach od procedury badawczej jeśli wystąpiły / Information of any deviations from the test procedure:

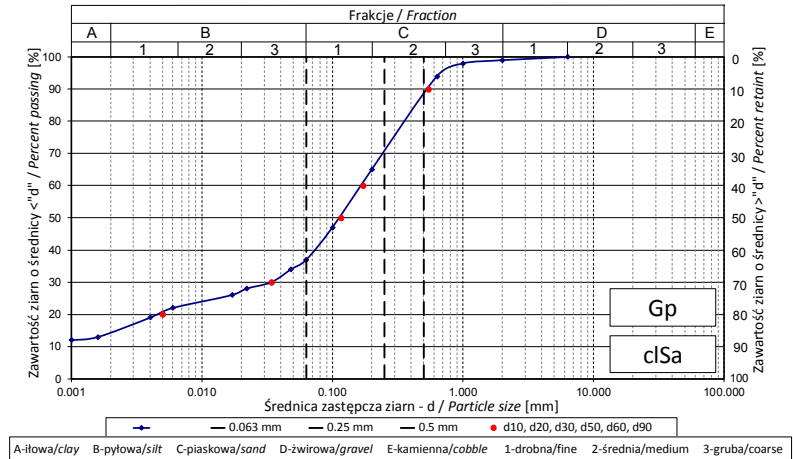
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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 łą 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]	0.000	0.005	0.034	0.116	0.171	0.540	Hazen formula	USBC formula	Seelheim formula
Borehole	Depth [m]							---	---	---
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:

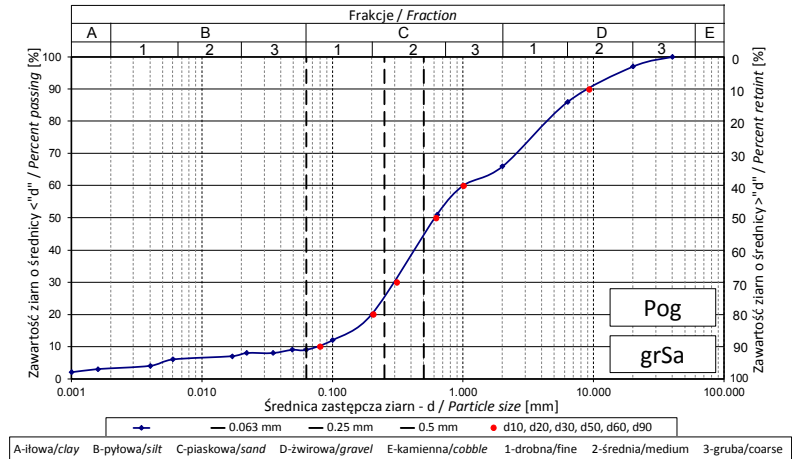
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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 ilem
[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 ziarn / 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]	0.080	0.205	0.309	0.618	1.007	9.211	Hazen formula	USBSC formula	Seelheim formula
Borehole	Depth [m]							Hazen formula	USBSC 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:

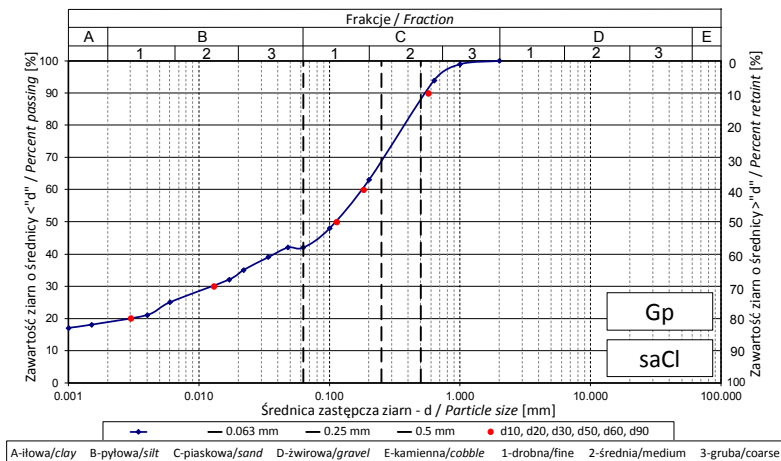
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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 wykonał / 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 fine 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:

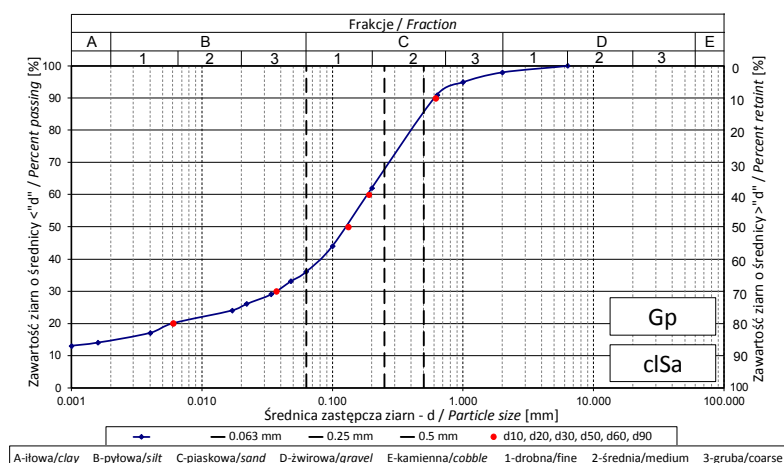
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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 fines ratio [-]
OW-3	4.00-4.60	2	65	18	15	Gp	2	62	21	15	36	clSa	38.9	1.5

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-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:

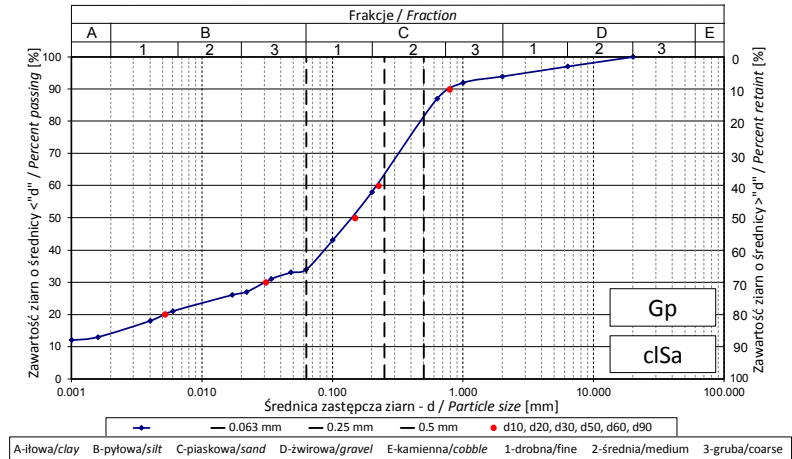
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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	cI Sa	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]									
Borehole	Depth [m]							Hazen formula	USBC formula	Seelheim formula
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:

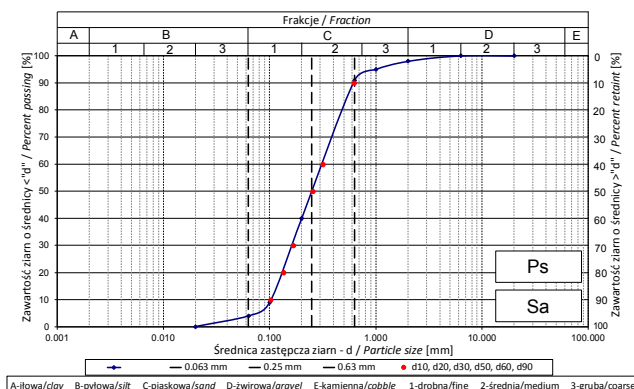
Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły / Information of any deviations from the test procedure:

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	fx + fi	Gr + Co	Sa	Si+Cl	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-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]											
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	0.86	3.10

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:

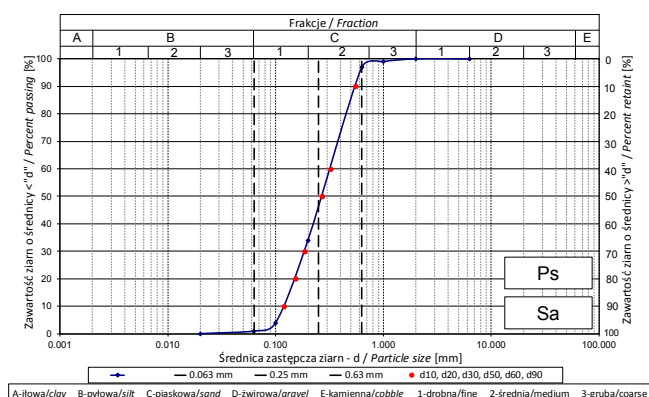


ANALIZA UZIARNIENIA - sitowa - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

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			Rodzaj gruntu	PN-EN ISO 14688-2:2006			Zawartość frakcji drobnej (F <sub>CC</sub> <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-3	7.00		99	1		Ps		99			1

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:

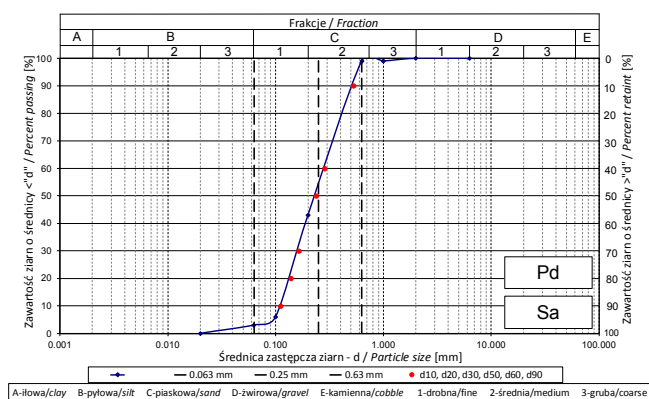


ANALIZA UZIARNIENIA - sitowa - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

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 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-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:

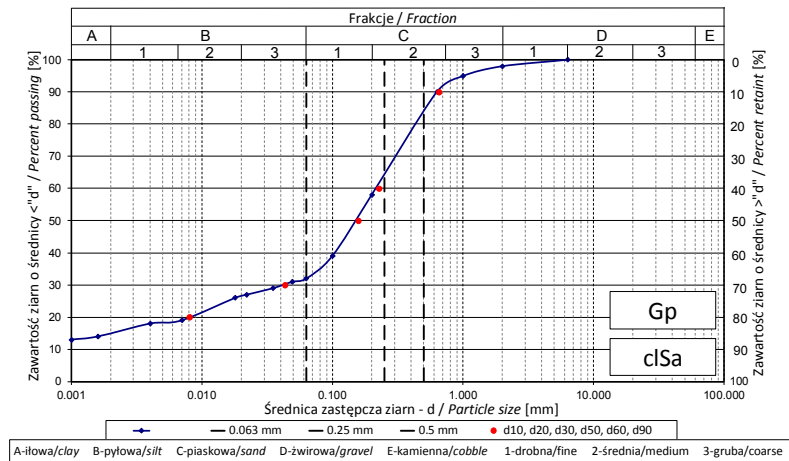
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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	Si+Cl	Type of soil
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt	clay	gravel		sand	silt	clay	silt + clay			
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:

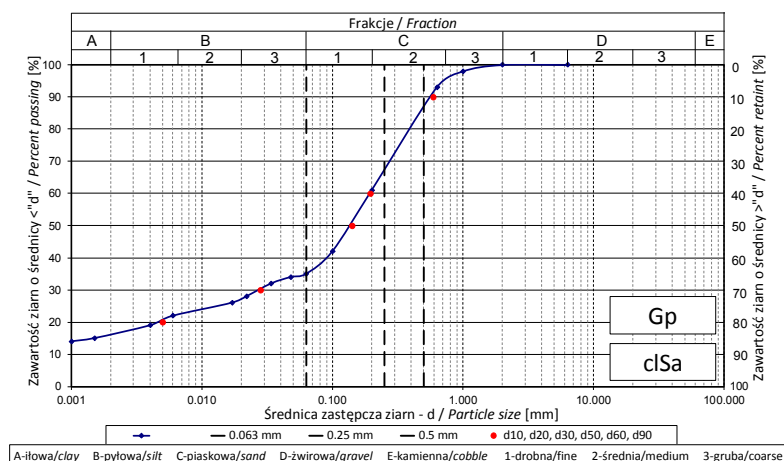
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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 ilt 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:

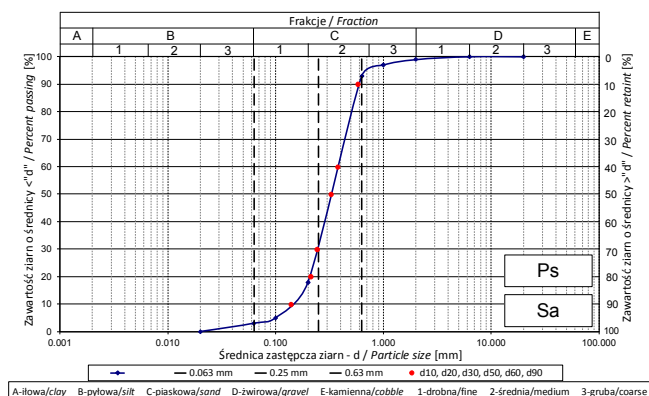
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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	gravel		sand	silt + clay			
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]											
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:

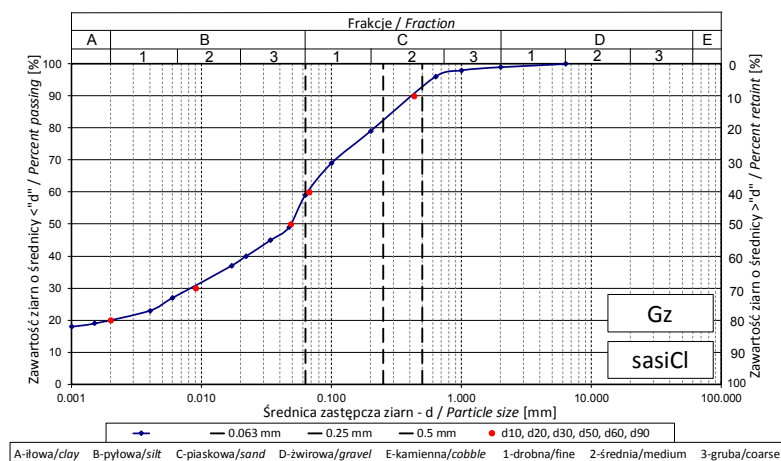
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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 podpróbki / 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 ilt z pyłem z piaskiem, w domieszcze małej plastyczności PYł z ilt 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 wykonał / 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			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	4.00	1	45	34	20	Gz	1	40	39	20	59	sasiCl	62.7	0.59

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 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:

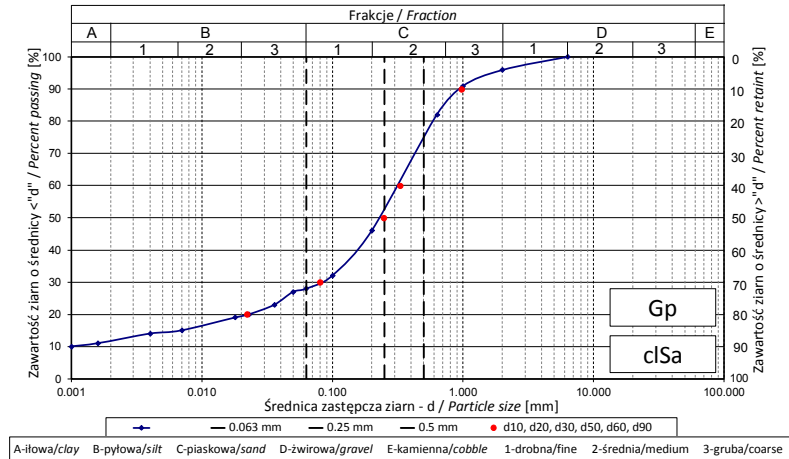
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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]:	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 łł 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	cISa	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:

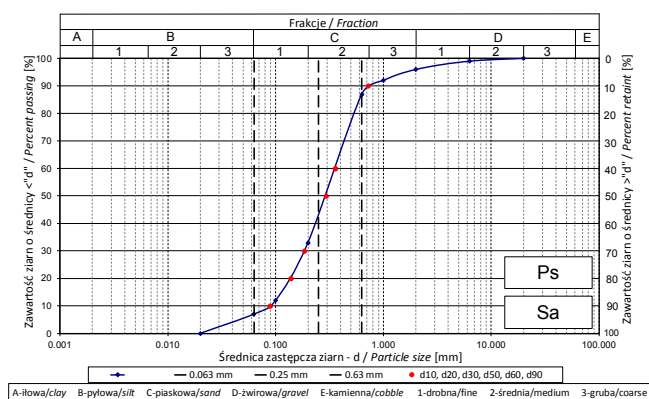
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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	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-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:

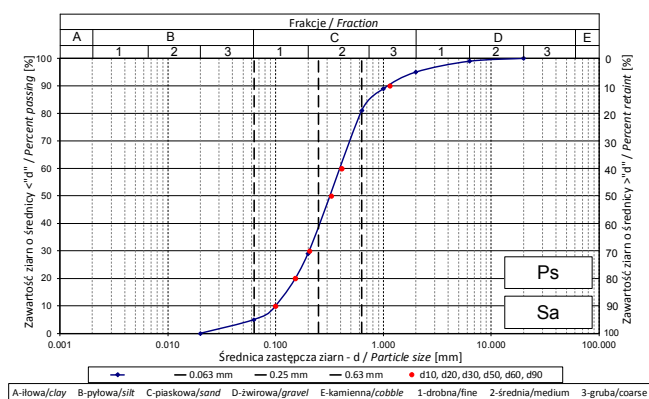


ANALIZA UZIARNIENIA - sitowa - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

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		Type of soil	Gr + Co	Sa		Si+Cl	Sa
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt + clay	gravel		sand	silt + clay			
OW-5	8.00	5	91	4	Ps		5	90	5		

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-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:

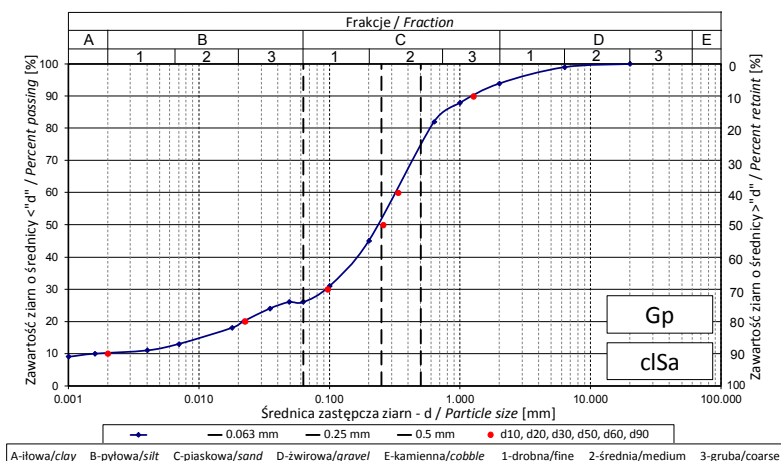


ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

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		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	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]	
OW-6	2.00	6	69	15	10	Gp	6	68	16	10	26	cLSa	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]	0.002	0.022	0.097	0.256	0.335	1.259	Hazen formula	USBSC formula	Seelheim formula
Borehole	Depth [m]							Hazen formula	USBSC 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:

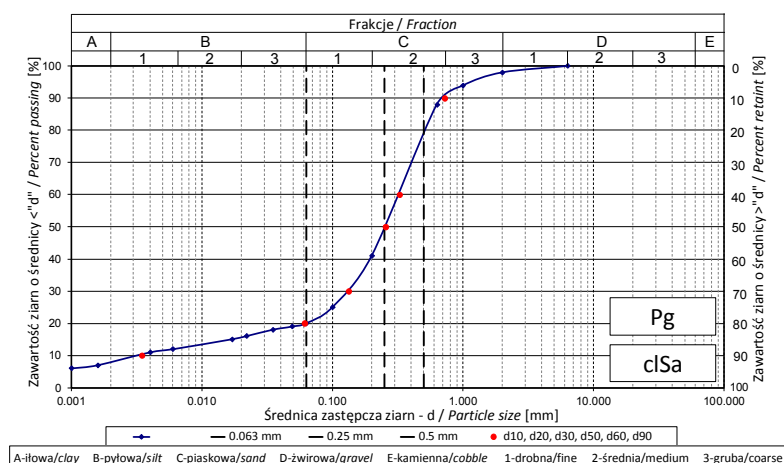
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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	cISa	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:

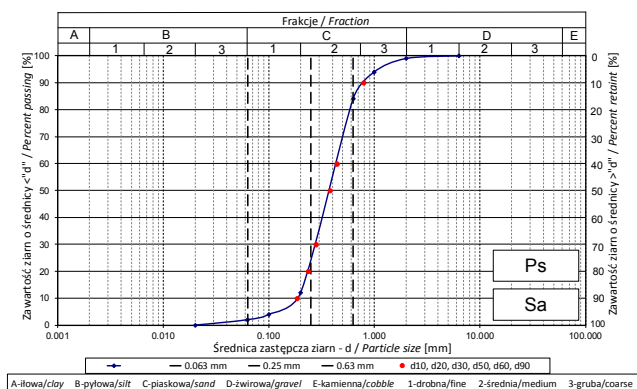
Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły / Information of any deviations from the test procedure:

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**

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-6
Głębokość / Depth [m]:	5.00
Głębokość szczegółowa / Detailed depth [m]:	---
Numer próbki / Specimen reference:	---
[PL] Opis makroskopowy / Visual description (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	brązowożółty, bezwapnisty PIASEK średni z małą ilością żwiru
[EN] Visual description / Opis makroskopowy (PN-EN ISO 14688-1:2018-05)	brownish 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 [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			
OW-6	5.00	1	97	2	Ps		1	97	2	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>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-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:

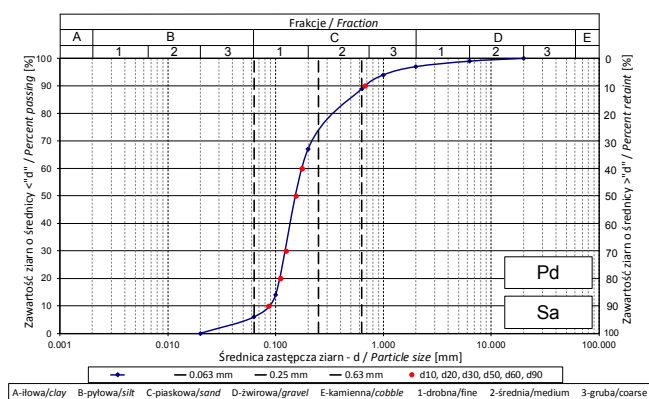
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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			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	6.00	3	92	5	Pd	3	91	6	Sa	9.1	9.99

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-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:

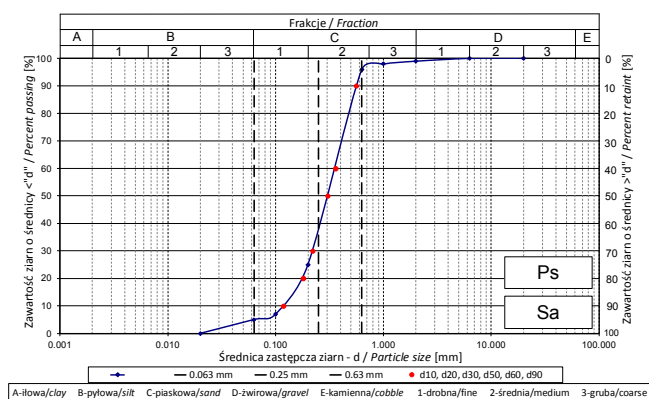
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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				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	7.00	1	95	4	Ps		1	94	5	Sa	

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza [mm]						Współczynnik filtracji [m/s]			Wskaźnik krzywnicy 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:

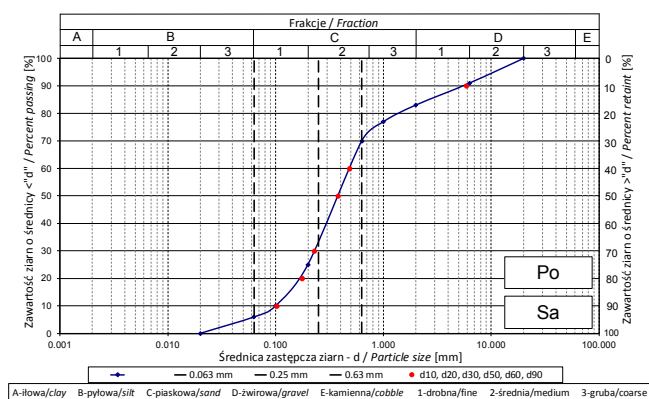
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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:

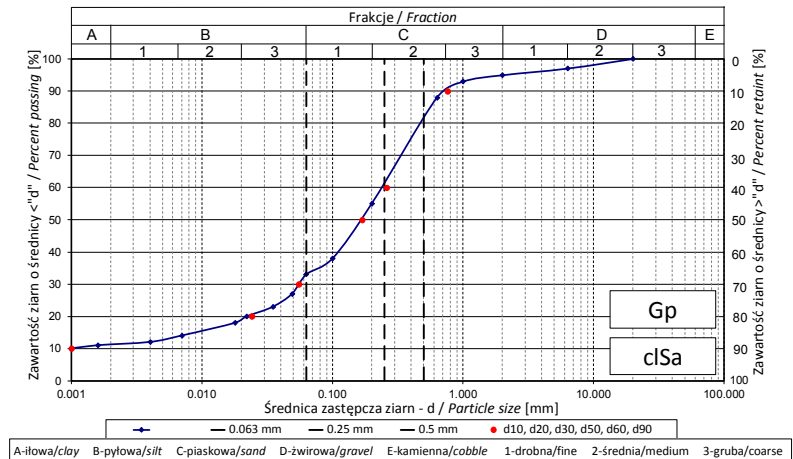
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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 domieszcze 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 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	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]	0.001	0.024	0.055	0.168	0.259	0.761	Hazen formula	USBSC formula	Seelheim formula
Borehole	Depth [m]							Hazen formula	USBSC 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:

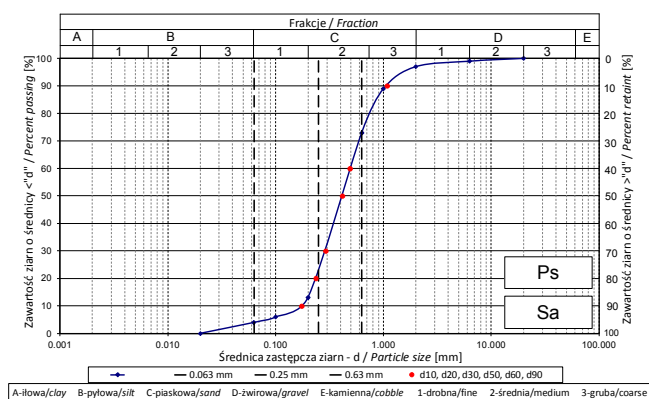
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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
		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-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 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	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:

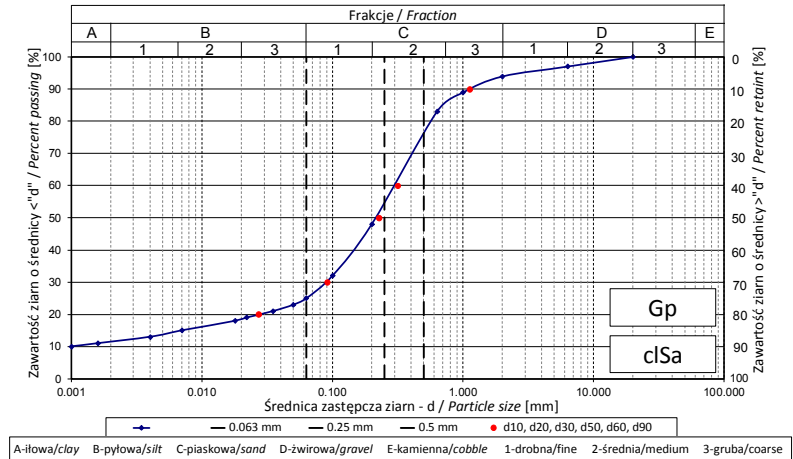


ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

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, bezwapniowy, 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	cIsa	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:

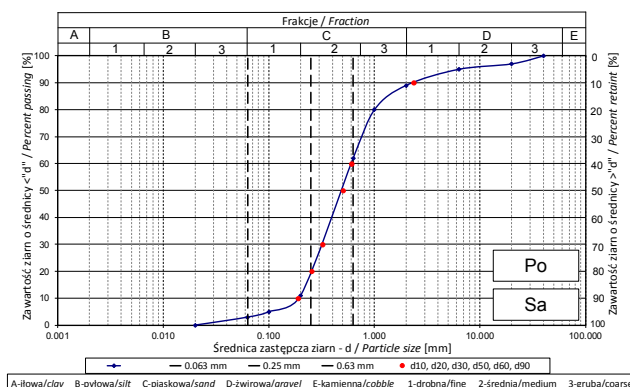
Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły / Information of any deviations from the test procedure:

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 [%]					
Otwór	Głębokość [m]	fz + fk	fp	fπ + fi	Type of soil	Gr + Co	Sa	Si+Cl	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt + clay		gravel	sand	silt + clay			
OW-8	6.50	11	87	2		11	86	3			
					Pro						

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza [mm]						Współczynnik filtracji [m/s]			Wskaźnik krzyżwiny 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]										Cc	Cu
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:

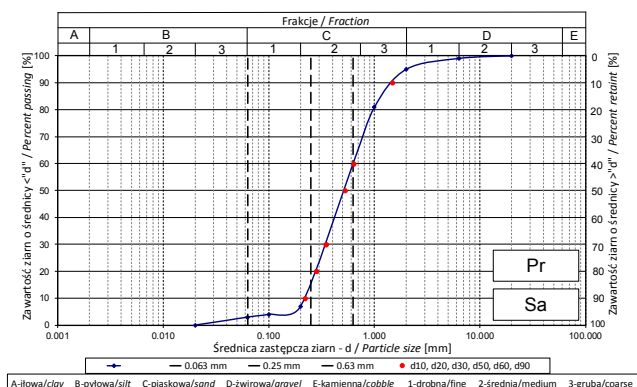
Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły /  
Information of any deviations from the test procedure:

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	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
OW-8	7.50	5	93	2	Pr		5	92	3	Sa	3.3

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]										Cc	Cu
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:

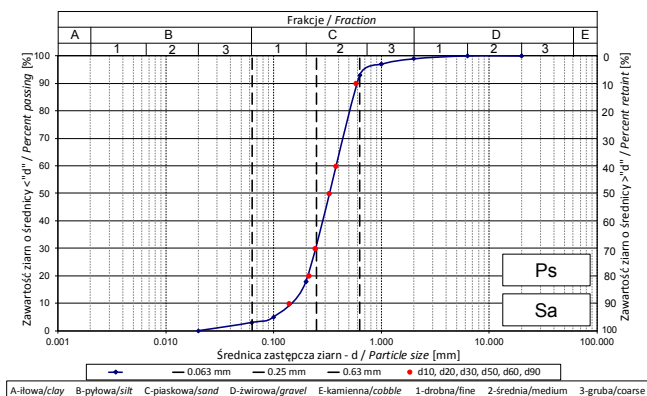
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-8
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]	[%]
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			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 krzywizny 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

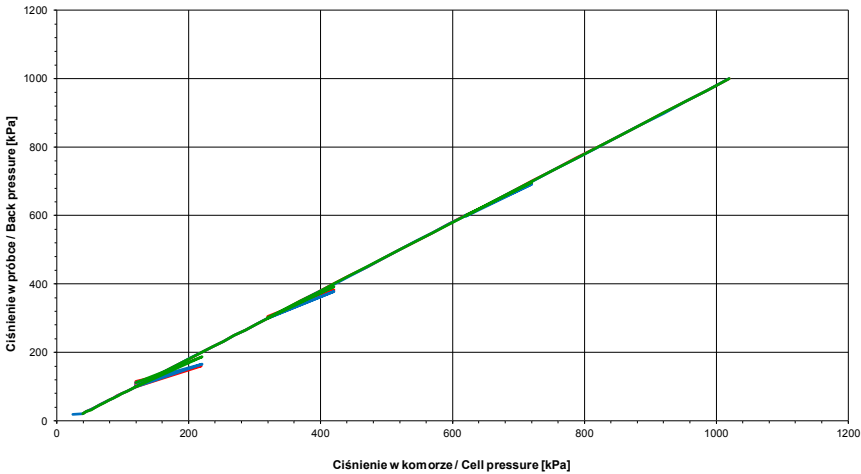
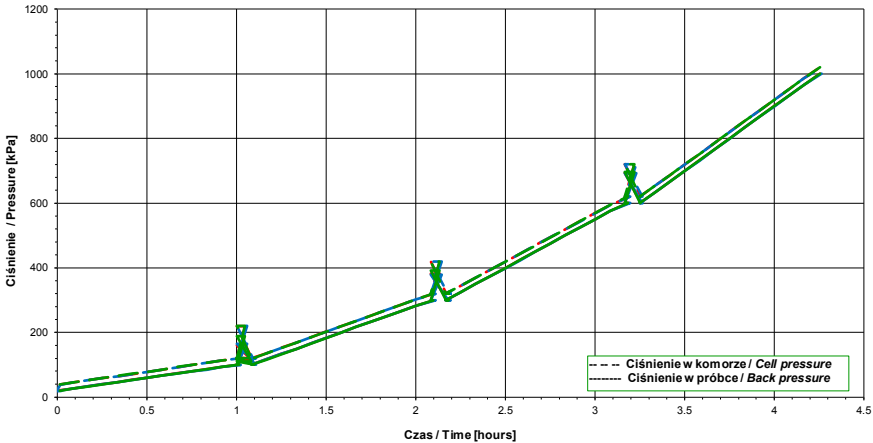
Nazwa próbki / Name of the sample :			-	-	-
Nazwa badania / Name of the test :			VMC_24_1	VMC_24_2	VMC_24_3
Data rozpoczęcia badania / Test start date :			2024-01-03	2024-01-05	2024-01-07
Głębokość podpróbki / Specimen depth		[m]	3.60-3.75	3.75-3.90	3.90-4.05
POCZĄTKOWE PARAMETRY PRÓBK / INITIAL SPECIMEN 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>a</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<sub>i</sub></sub>	[%]	97	83	96
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:					

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

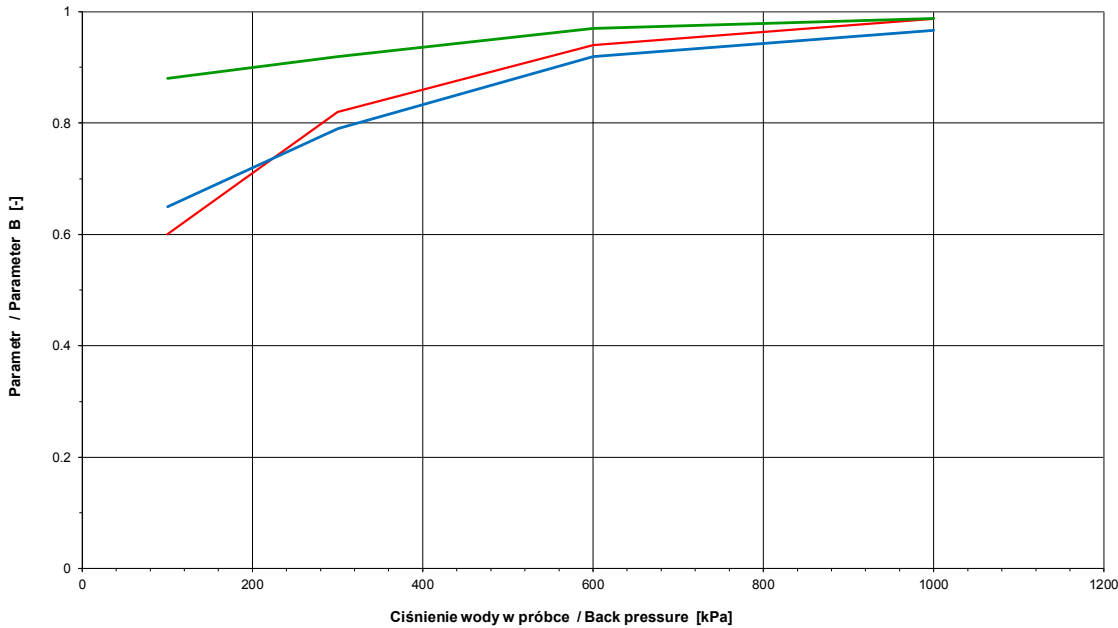


**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**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 / Name of the sample :			-	-	-
Nazwa badania / Name of the test :			VMC_24_1	VMC_24_2	VMC_24_3
Głębokość podpróbk / Specimen depth	[m]		3.60-3.75	3.75-3.90	3.90-4.05
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 Skemptona / Skempton Parameter	B	[-]	0.99	0.97	0.99
Opis makroskopowy / Visual description		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		



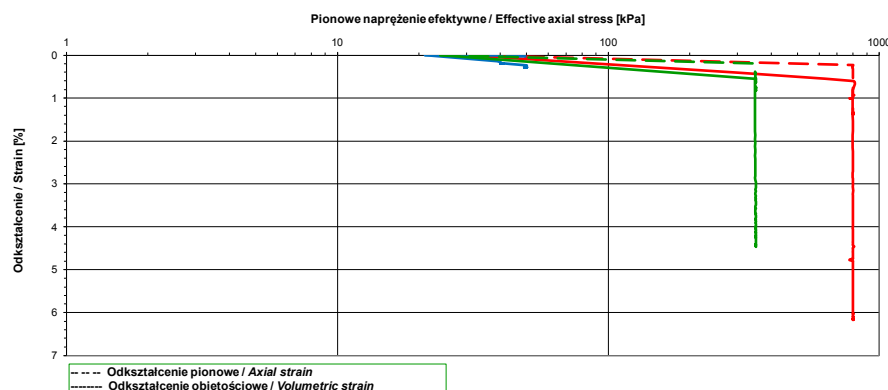
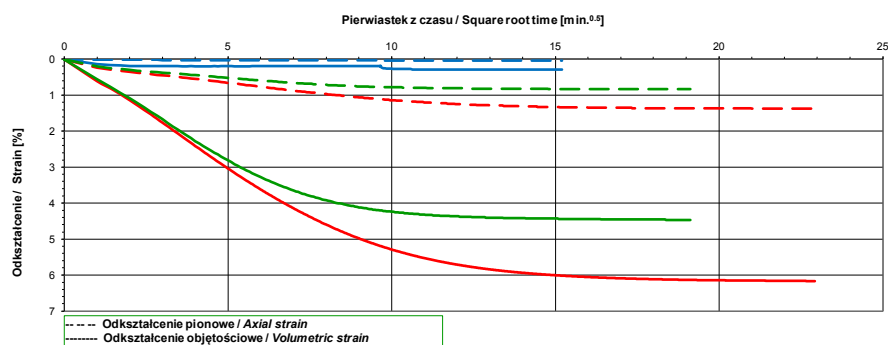


**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**

Badanie z konsolidacją i ścinaniem 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
Przesunięcie pionowe / Axial displacement $\Delta h$ [mm]		1.91	0.06	1.15
Odształcenie 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 ścinaniem / Rate of volumetric strain immediately prior to shearing [%/h]		0.0	0.0	0.0
Odształcenie 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

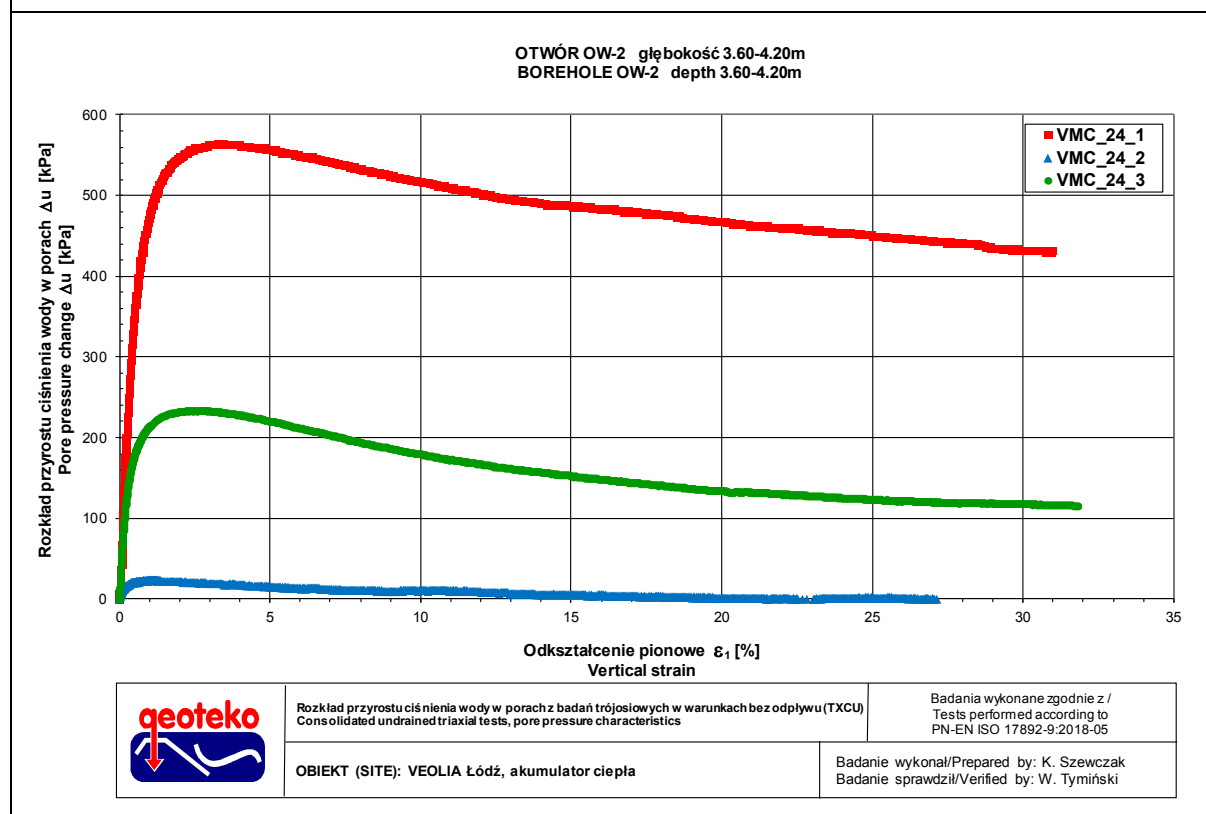
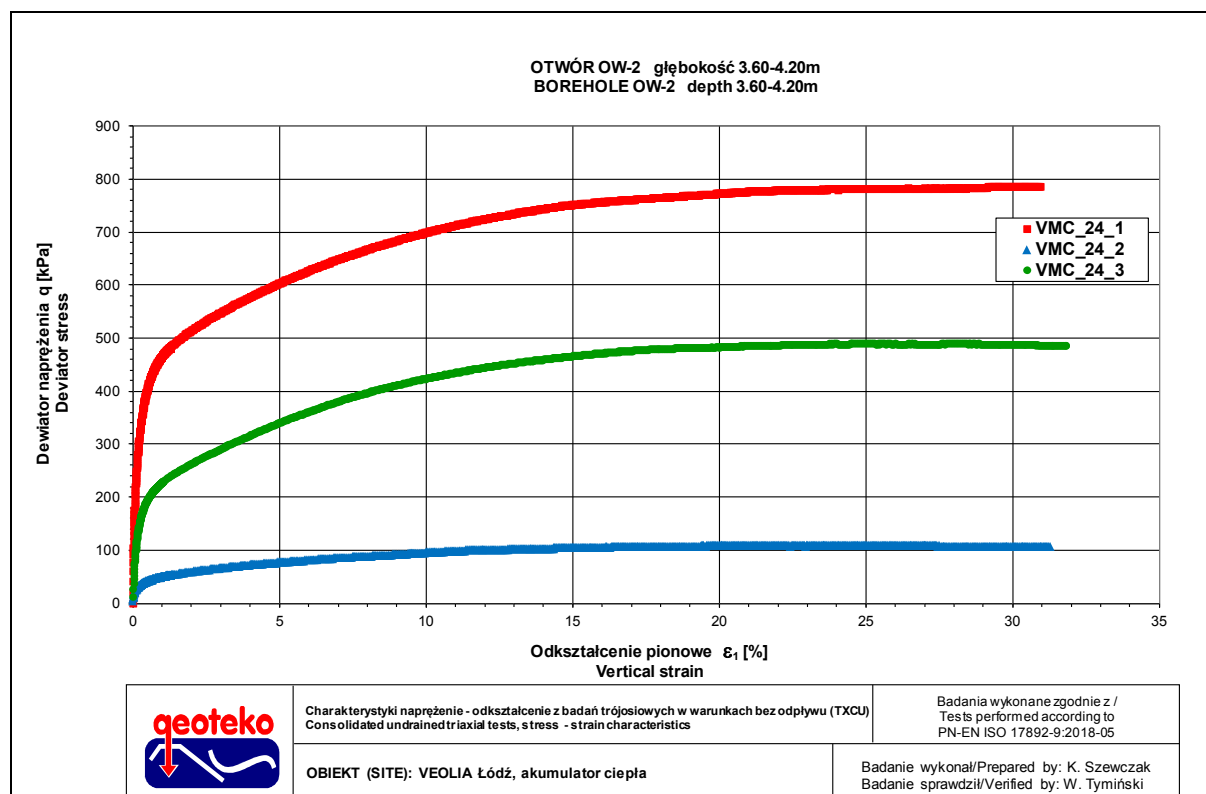
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05

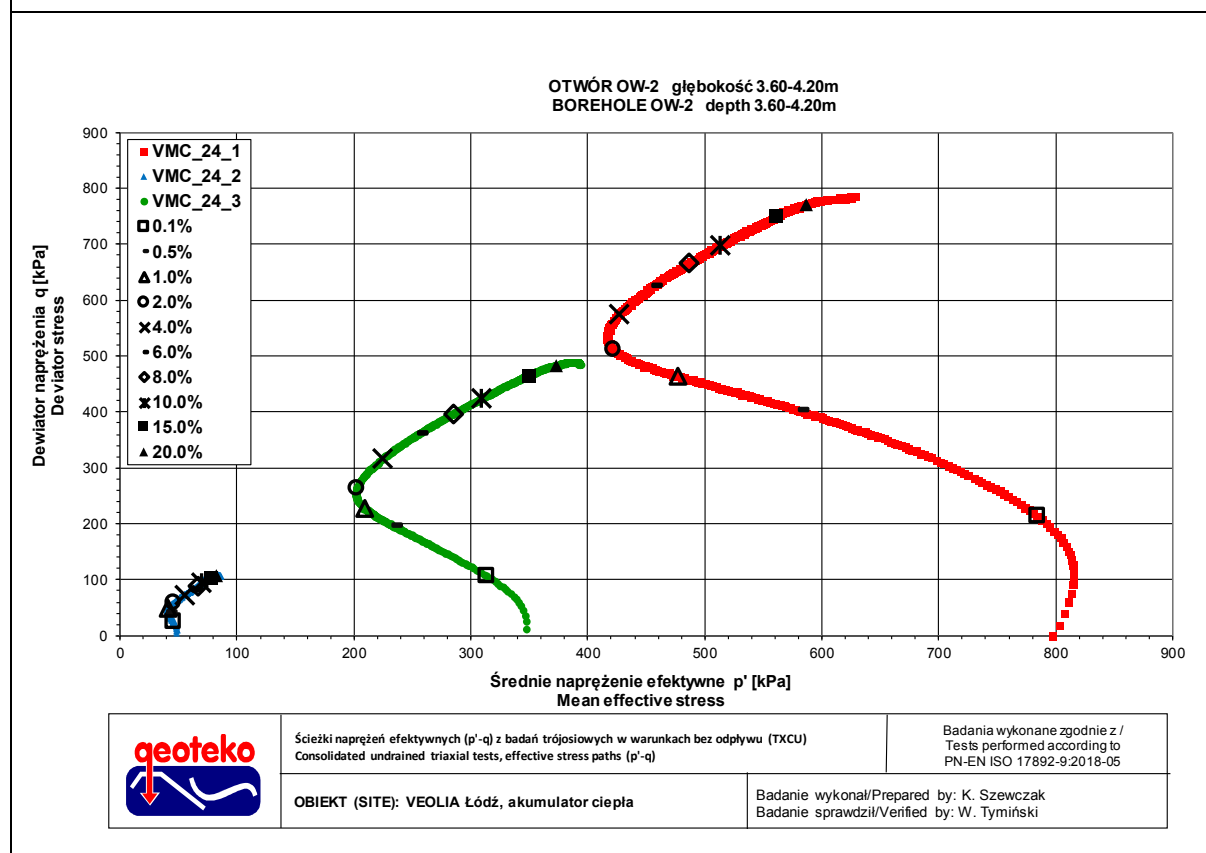
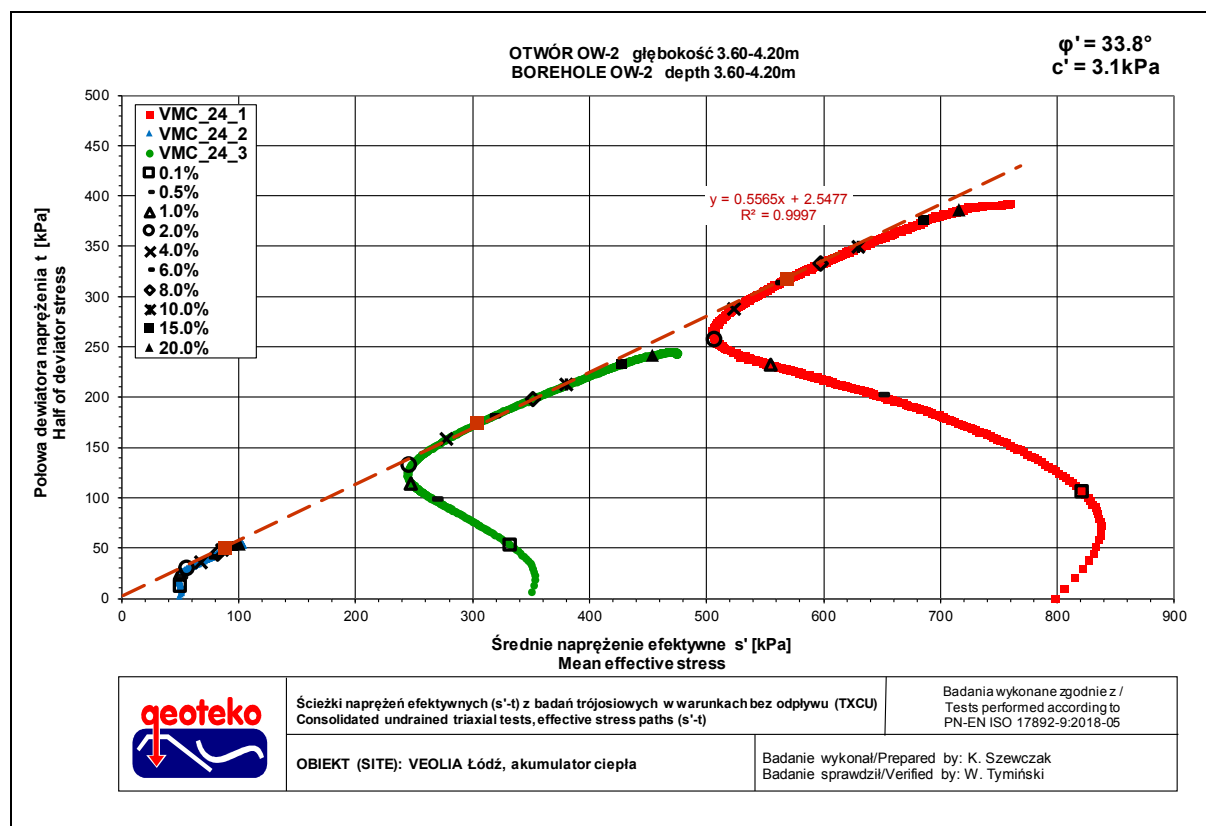
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

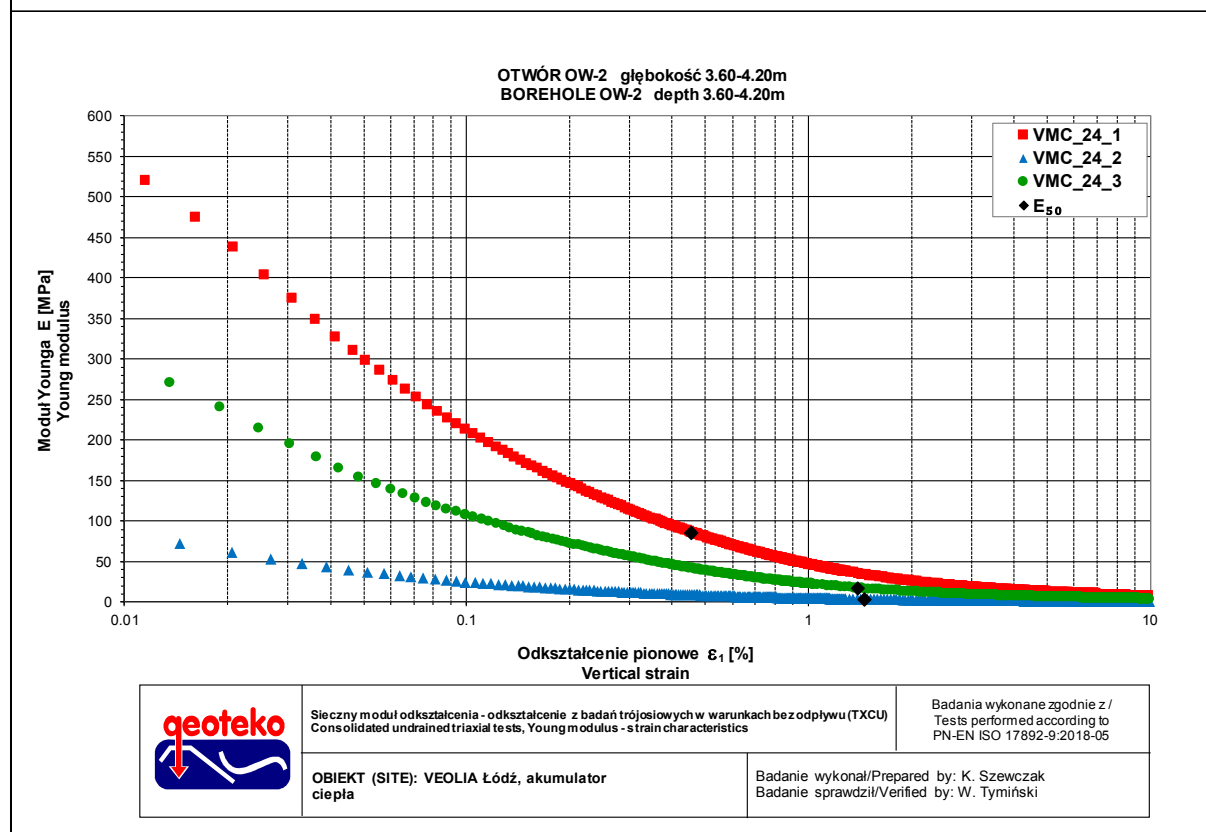
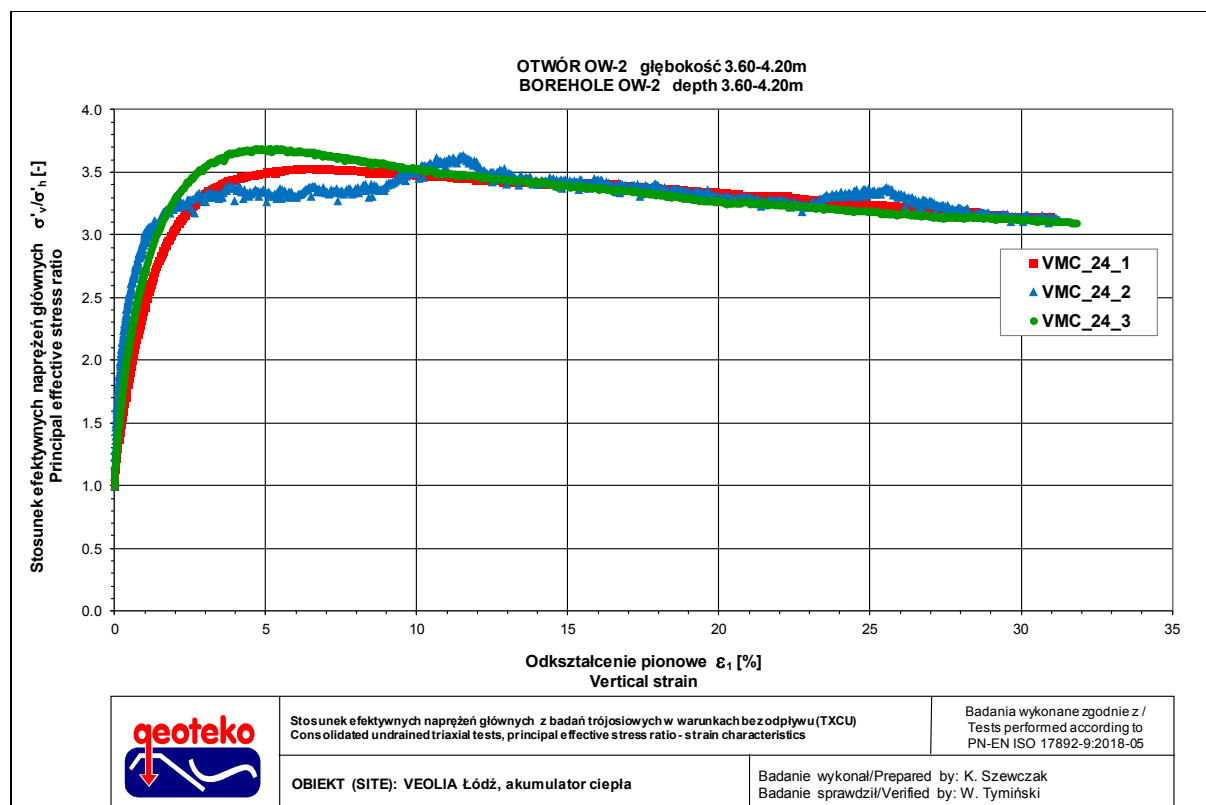
ŚCINANIE / SHEARING

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. Tymiński

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		[m]	3.60-3.75	3.75-3.90	3.90-4.05
Początkowe efektywne naprężenie poziome / Initial effective radial stress		$\sigma'_{r0}$ [kPa]	800	50	350
Początkowe efektywne naprężenie pionowe / Initial effective axial stress		$\sigma'_{v0}$ [kPa]	800	50	350
Prędkość ścinania / Rate of shearing		v [mm/min]	0.050	0.050	0.050
		[%/h]	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		$q_t$ [kPa]	635	100	349
Odształcenie pionowe / Axial strain		$\epsilon_{at}$ [%]	6.4	11.5	5.4
Przyrost ciśnienia wody w porach / Excess pore pressure		$\Delta U$ [kPa]	547	10	218
Efektywne naprężenie poziome / Effective radial stress		$\sigma'_{rt}$ [kPa]	251	38	130
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress		$\sigma'_{vt}$ [kPa]	886	138	479
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio		$\sigma'_{vt} / \sigma'_{rt}$ [-]	3.53	3.63	3.69
Połowa dewiatora naprężenia / Half of deviator stress		$q/2$ [kPa]	318	50	175
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress $s'$		$s'_t$ [kPa]	568	88	304
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress $p'$		$p'_t$ [kPa]	463	71	246
Parametr Skemptona / Skempton parameter $A_v$		$\Delta U / \Delta q_t$ [-]	0.86	0.10	0.62
Kąt tarcia wewnętrznego / Friction angle		$\phi'$ [°]	33.8		
Spójność / Cohesion		$c'$ [kPa]	3.1		
Poprawka ze względu na błędy filtracyjne / Corrections due filter papers		$(\Delta \sigma'_{vt})_0$ [kPa]	sprawia bibuła filtracyjna - nie stosowano poprawek / spiral filter papers - no corrections		
Poprawka ze względu na membrany dla pionowego naprężenia całkowitego / Correction due membrane for vertical stress		$(\Delta \sigma'_{vt})_m$ [kPa]	3	5	2
Poprawka ze względu na membrany dla poziomego naprężenia całkowitego / Correction due membrane for horizontal stress		$(\Delta \sigma'_{rt})_m$ [kPa]	nie stosowano / not applied		
Kryterium zniszczenia / Failure criteria		10% odkształcenia pionowego / At 10% axial strain			
Dewiator naprężenia / Deviator stress		$q_t$ [kPa]	698	95	424
Odształcenie pionowe / Axial strain		$\epsilon_{at}$ [%]	10.0	10.0	10.0
Przyrost ciśnienia wody w porach / Excess pore pressure		$\Delta U$ [kPa]	517	10	180
Efektywne naprężenie poziome / Effective radial stress		$\sigma'_{rt}$ [kPa]	281	38	168
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress		$\sigma'_{vt}$ [kPa]	979	133	592
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio		$\sigma'_{vt} / \sigma'_{rt}$ [-]	3.49	3.51	3.53
Połowa dewiatora naprężenia / Half of deviator stress		$q/2$ [kPa]	349	48	212
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress		$s'_t$ [kPa]	630	86	380
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress		$p'_t$ [kPa]	514	70	309
Parametr Skemptona / Skempton parameter $A_v$		$\Delta U / \Delta q_t$ [-]	0.74	0.11	0.42
Maksymalny dewiator naprężenia / Maximum deviator stress		$q_{MAX}$ [kPa]	786	110	490
Moduł $E_{50}$ / Modulus $E_{50}$		$E_{50}$ [MPa]	85.8	3.8	17.5
Odształcenie pionowe dla 50% maksymalnego dewiatora / Strain at 50 % peak deviator stress		$\epsilon_{50}$ [%]	0.5	1.5	1.4
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:					










**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 PRÓBK / 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	S <sub>ri</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.					

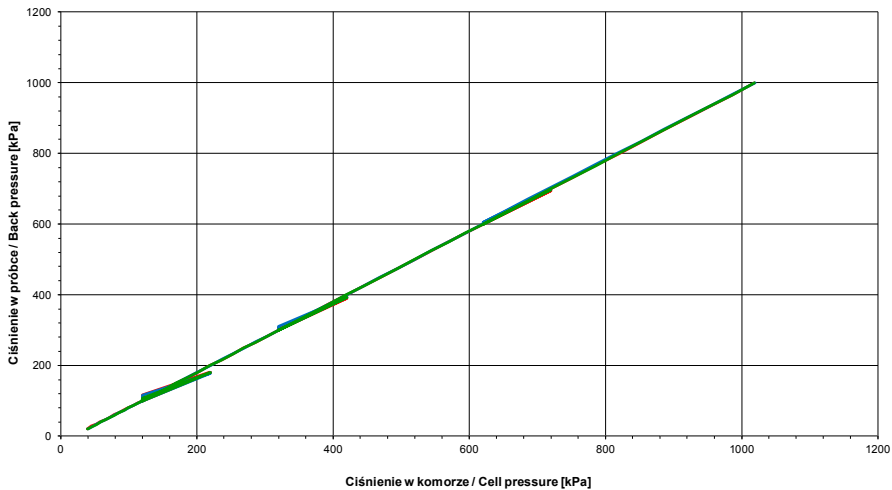
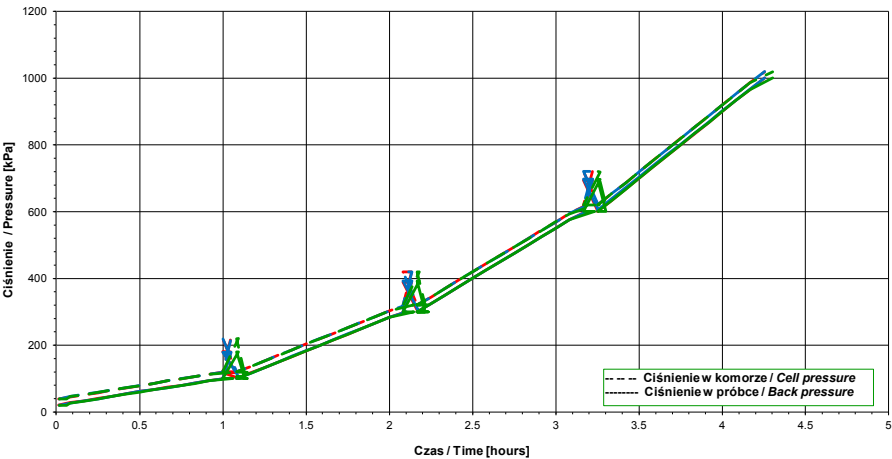


BADANIA W APARacie TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

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

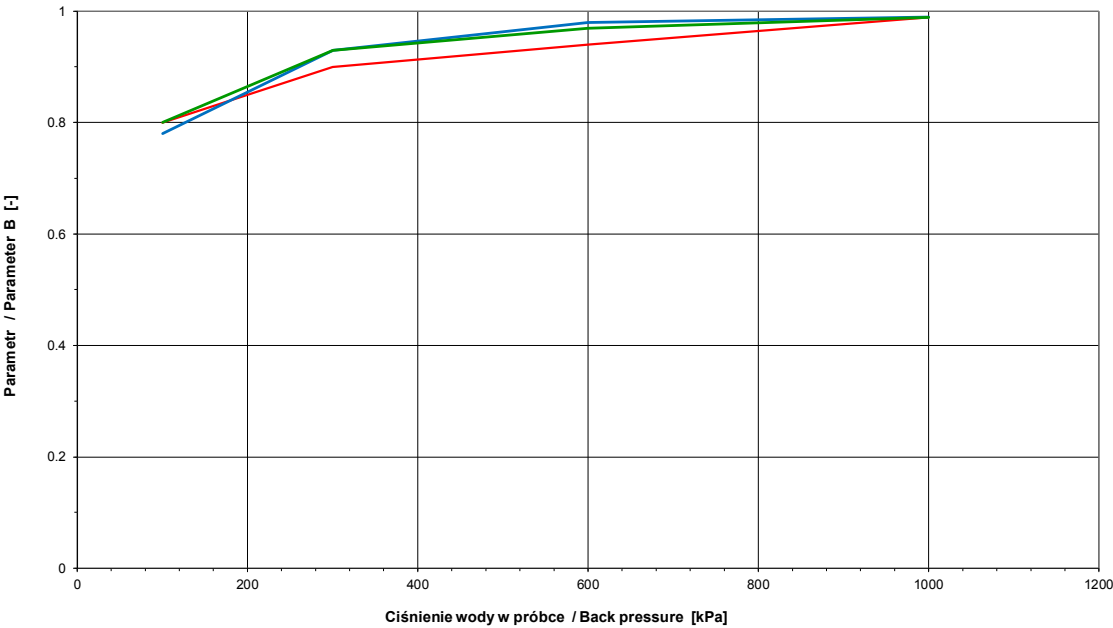


**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**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



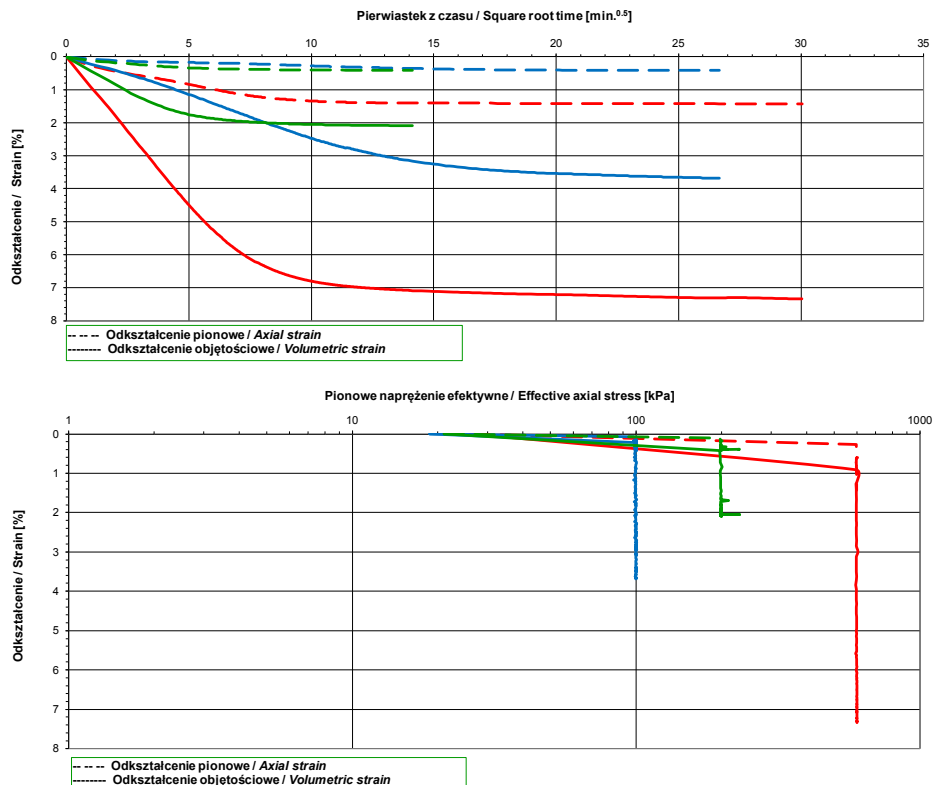


**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**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 wykonane / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdzili / 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
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, drenaz 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 odształceń 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		łł. z pyłem z dużą ilością piasku, plastyczny, szary / very sandy, silty CLAY, soft, gray	łł. z pyłem z dużą ilością piasku, plastyczny, szaro-brązowy / very sandy, silty CLAY, soft, grayish-brown	łł. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy / very sandy, silty CLAY, firm, brown



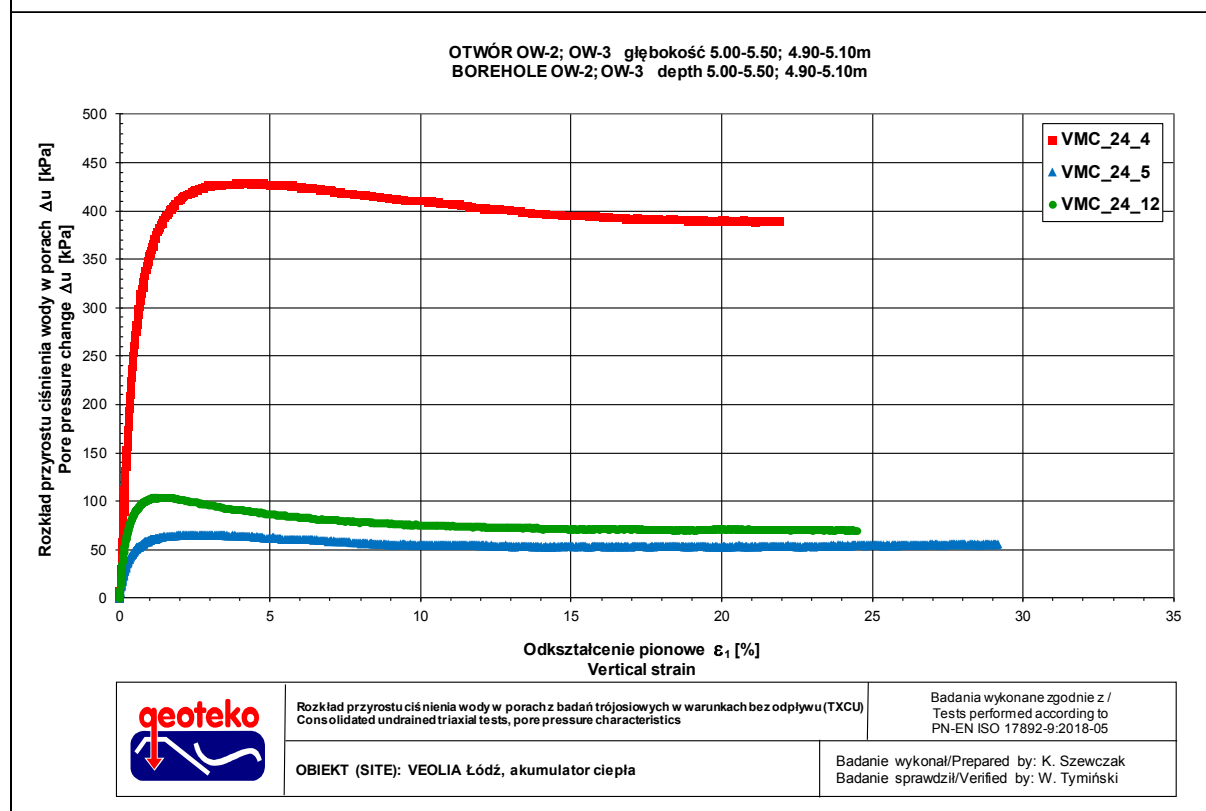
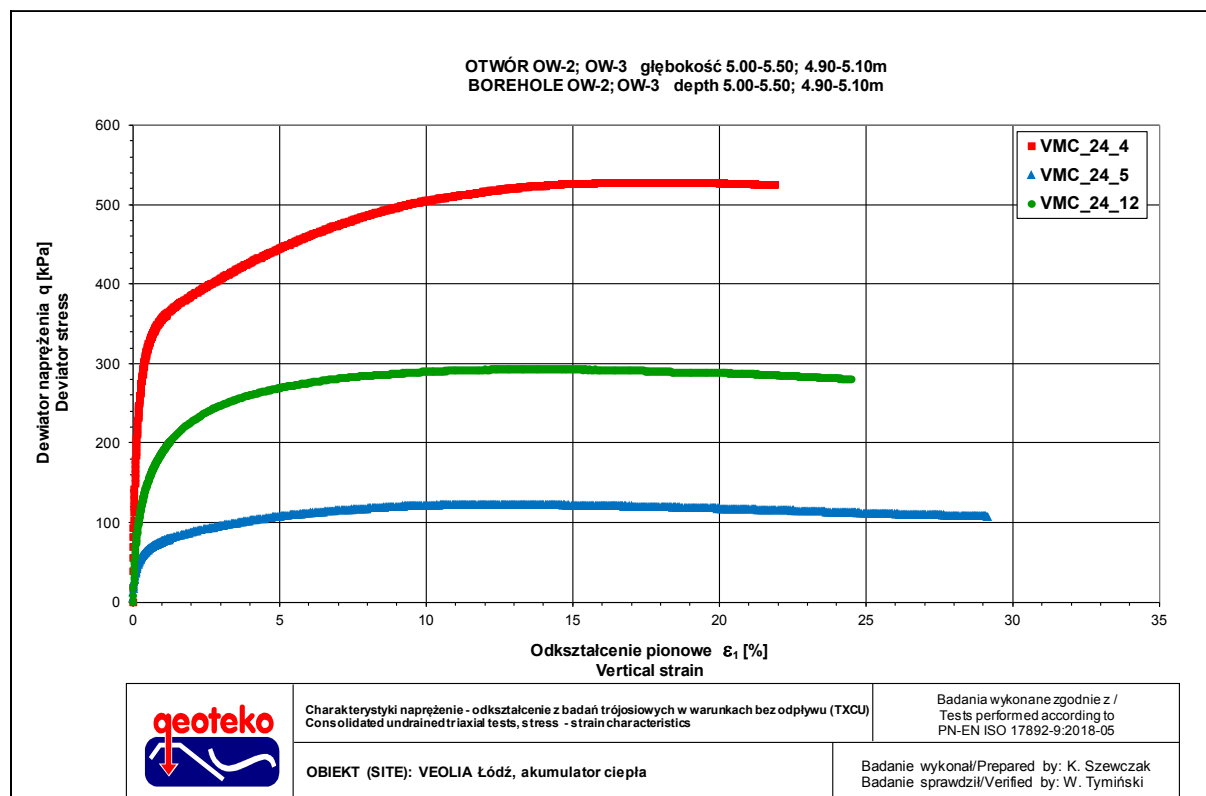
BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05

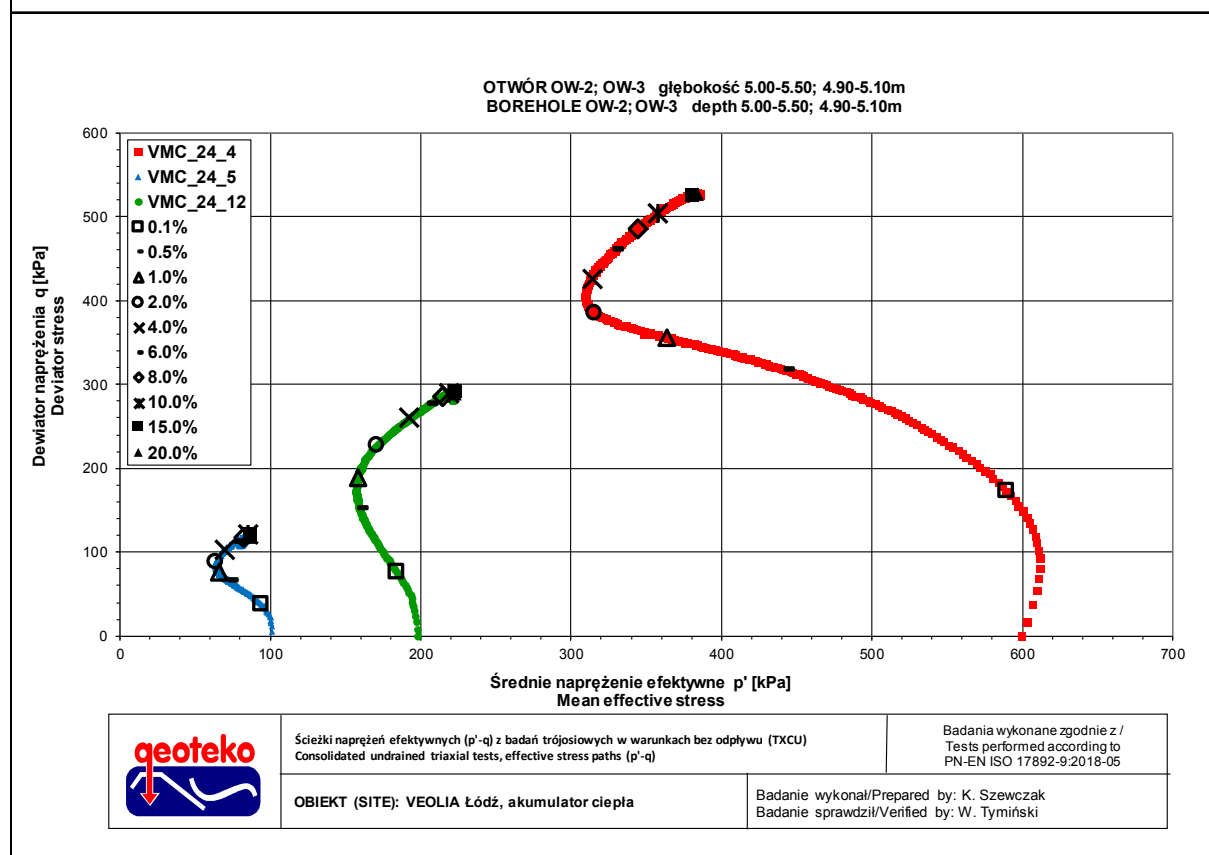
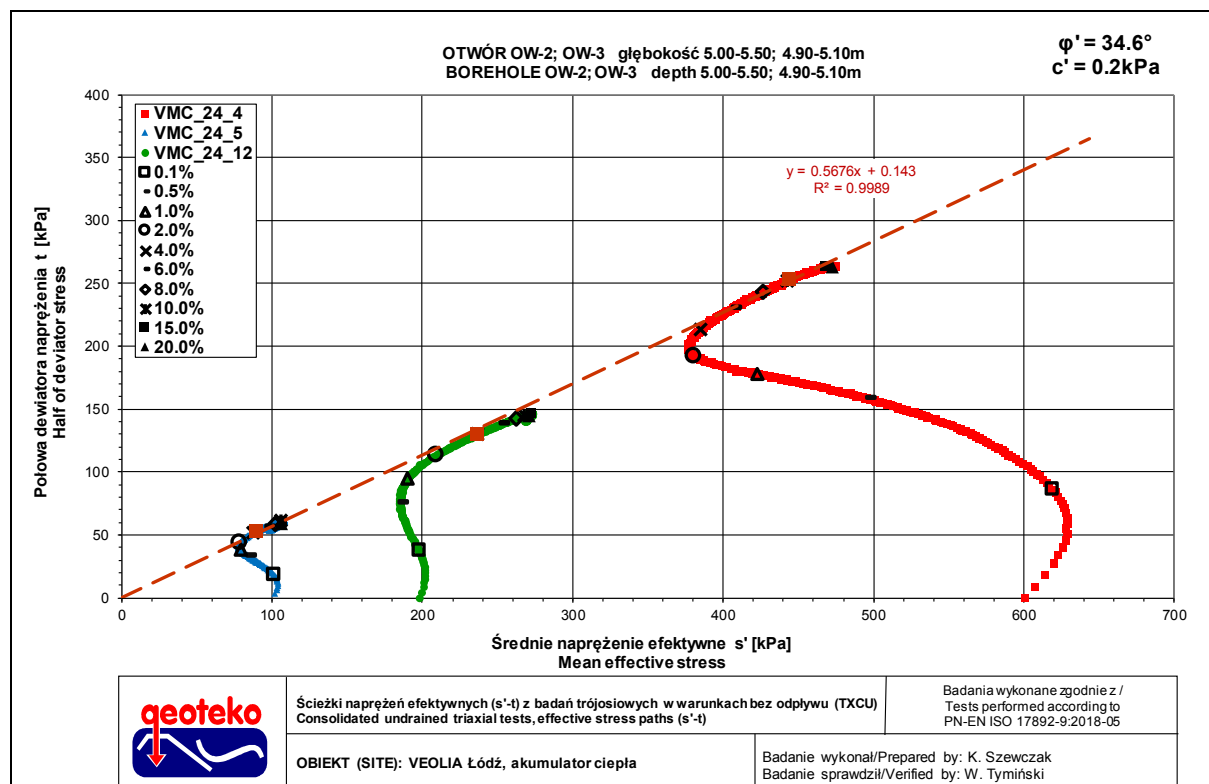
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

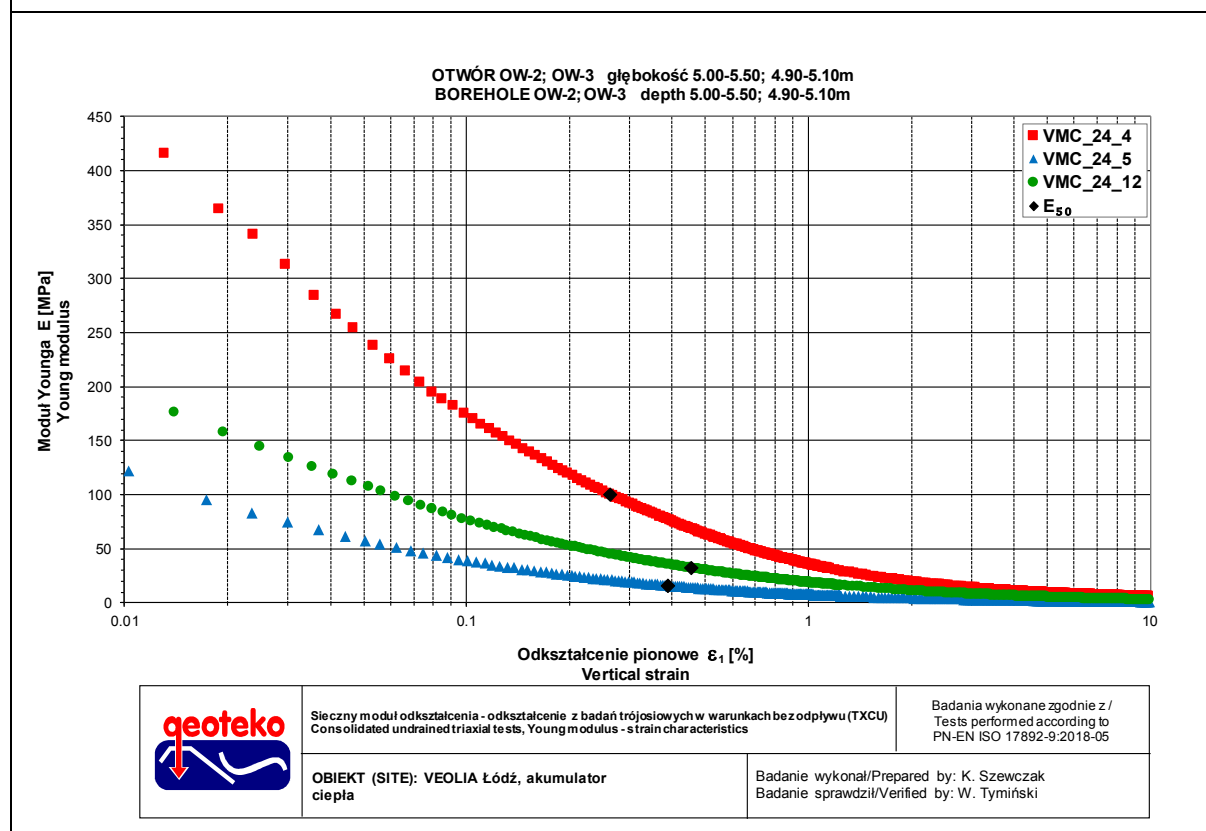
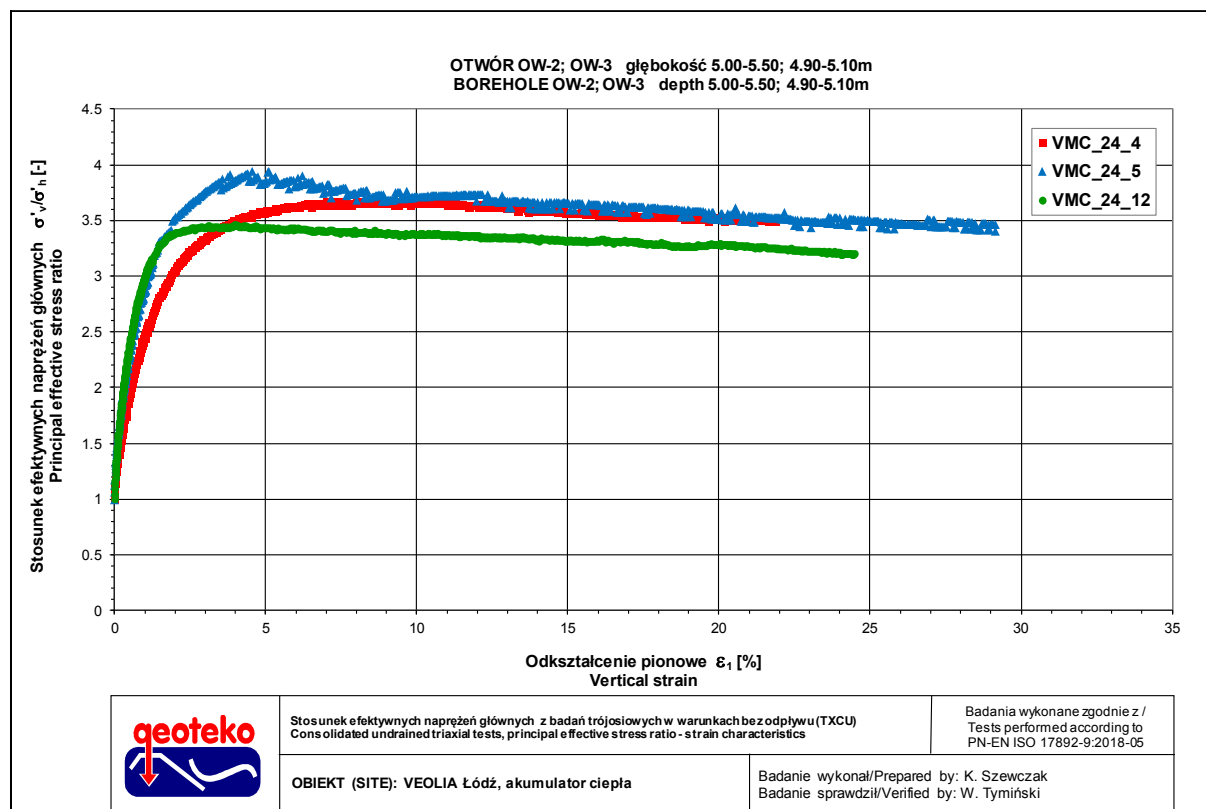
ŚCINANIE / SHEARING

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-2; OW-3
Głębokość / Depth [m]:	5.00-5.50; 4.90-5.10
Numer 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_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	$\sigma'_{r0}$ [kPa]	600	100	200
Początkowe efektywne naprężenie pionowe / Initial effective axial stress	$\sigma'_{v0}$ [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	$q_p$ [kPa]	507	106	261
Odształcenie pionowe / Axial strain	$\epsilon_{vf}$ [%]	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	$\sigma'_{rf}$ [kPa]	190	36	106
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress	$\sigma'_{vf}$ [kPa]	697	142	367
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio	$\sigma'_{vf} / \sigma'_{rf}$ [-]	3.67	3.94	3.46
Półowa dewiatora naprężenia / Half of deviator stress	$q_p/2$ [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 $A_v$	$\Delta U / \Delta q_p$ [-]	0.81	0.60	0.35
Kąt tarcia wewnętrzznego / Friction angle	$\phi'$ [°]	34.6		
Spójność / Cohesion	$c'$ [kPa]	0.2		
Poprawka ze względu na błędę filtracyjną / Corrections due filter papers	$(\Delta \sigma'_{vf})_b$ [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	$(\Delta \sigma'_{vf})_m$ [kPa]	4	2	2
Poprawka ze względu na membranę dla pionowego naprężenia całkowitego / Correction due membran for horizontal stress	$(\Delta \sigma'_{rf})_m$ [kPa]	nie stosowano / not applied		
Kryterium zniszczenia / Failure criteria		10% odkształcenia pionowego / At 10% axial strain		
Dewiator naprężenia / Deviator stress	$q_p$ [kPa]	505	122	290
Odształcenie pionowe / Axial strain	$\epsilon_{vf}$ [%]	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	$\sigma'_{rf}$ [kPa]	190	45	122
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress	$\sigma'_{vf}$ [kPa]	695	167	412
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio	$\sigma'_{vf} / \sigma'_{rf}$ [-]	3.66	3.71	3.38
Półowa dewiatora naprężenia / Half of deviator stress	$q_p/2$ [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 $A_v$	$\Delta U / \Delta q_p$ [-]	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
Złama > 1/6 średnicy próbki / Grains > 1/6 diameter of specimen		nie występowały / absent	nie występowały / absent	nie występowały / absent
Złama > 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

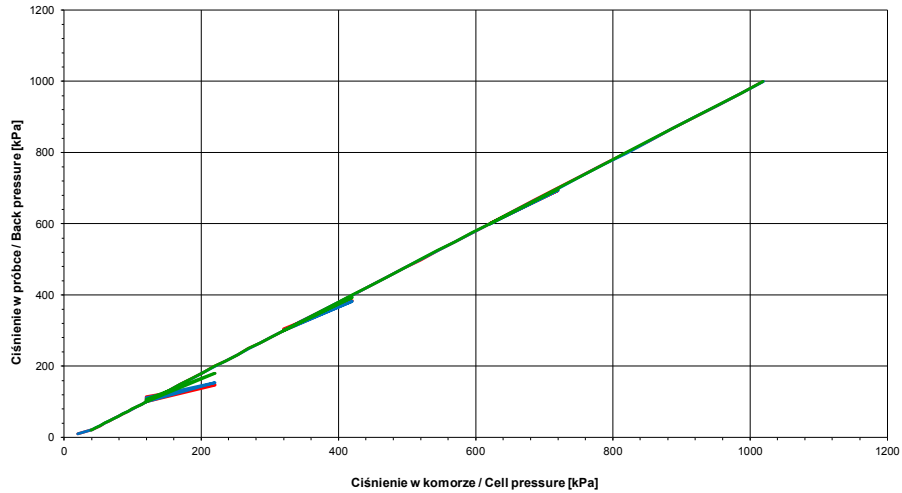
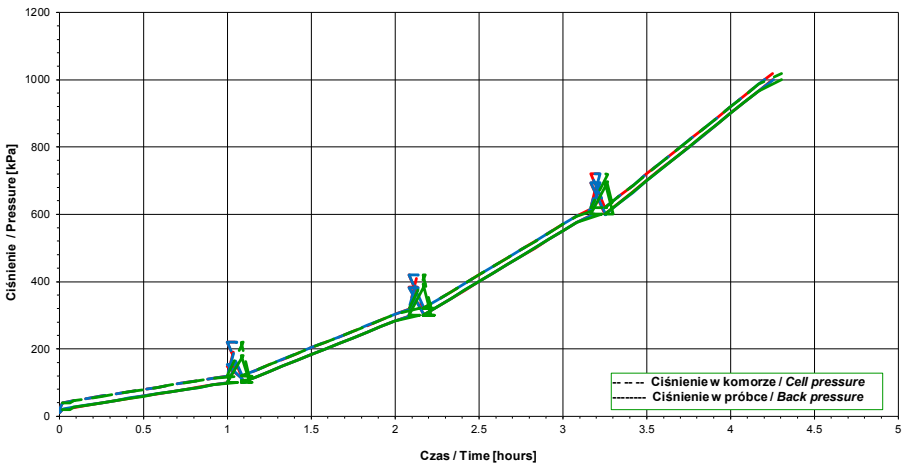
Nazwa próbki / Name of the sample :			-	-	-
Nazwa badania / Name of the test :			VMC_24_6	VMC_24_7	VMC_24_12
Data rozpoczęcia badania / Test start date :			2024-01-05	2024-01-07	2024-01-09
Głębokość podpróbki / Specimen depth	[m]		3.50-3.70	3.30-3.50	4.90-5.10
POCZĄTKOWE PARAMETRY PRÓBK / INITIAL SPECIMEN 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	S <sub>ri</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 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. 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

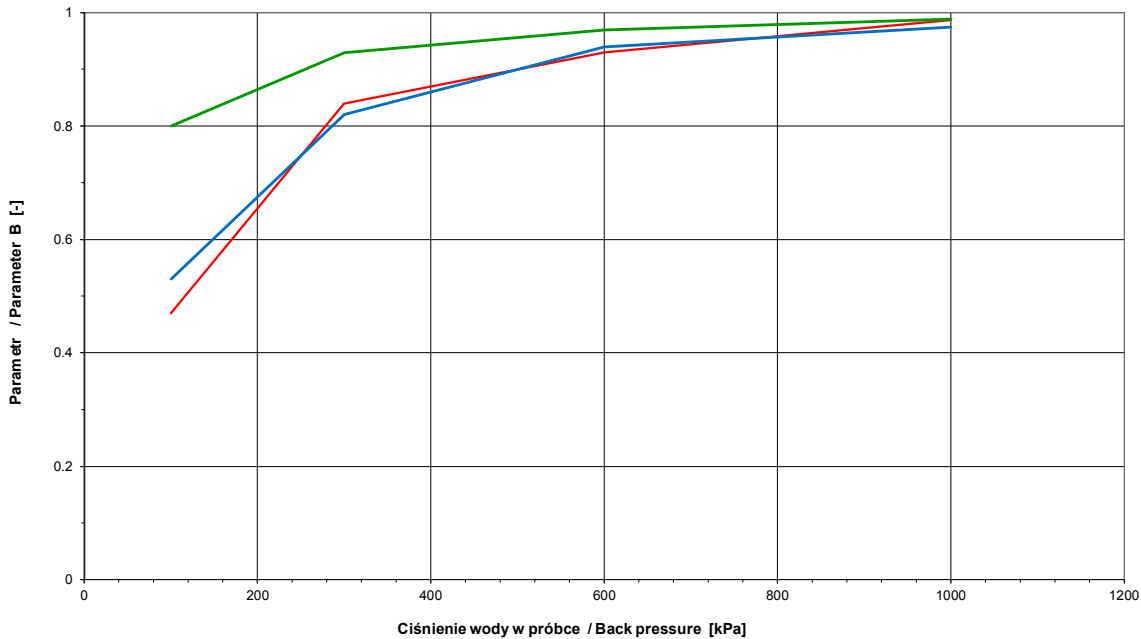


**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**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



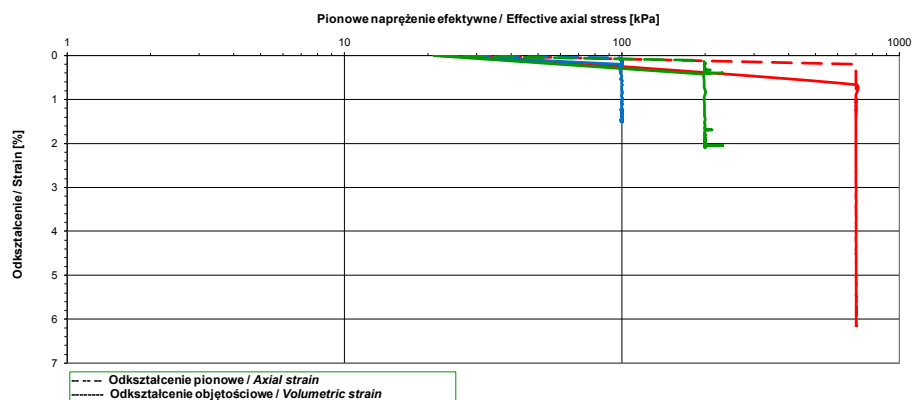
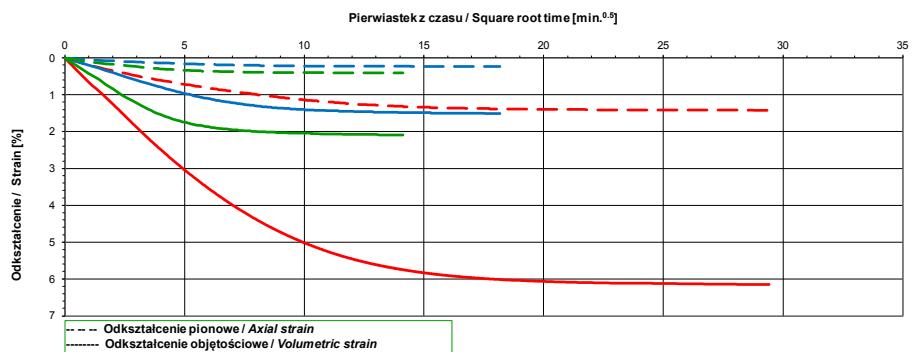


**BADANIA W APARACIE TRÓJSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**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 <sub>c</sub> [%]	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 <sub>c</sub> [-]	0.339	0.428	0.329
Stopień wilgotności / Degree of saturation	S <sub>r,c</sub> [%]	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

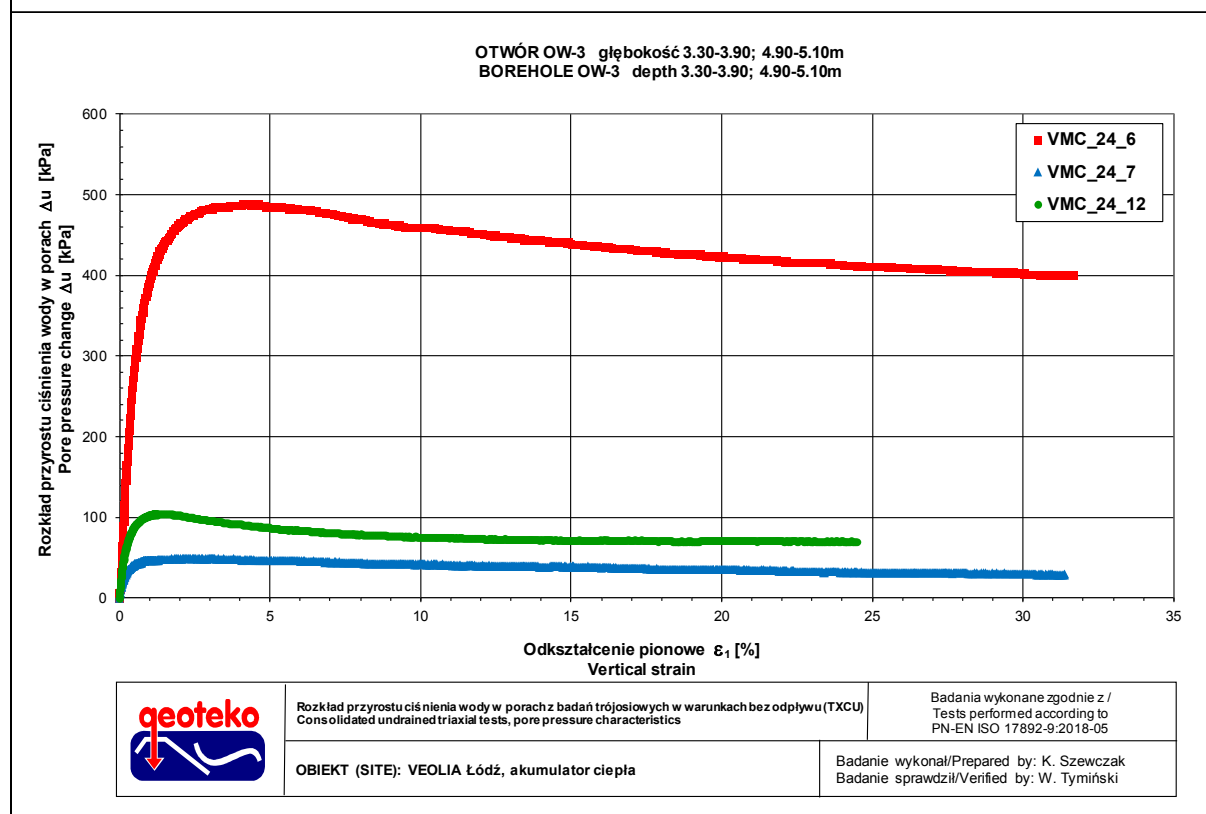
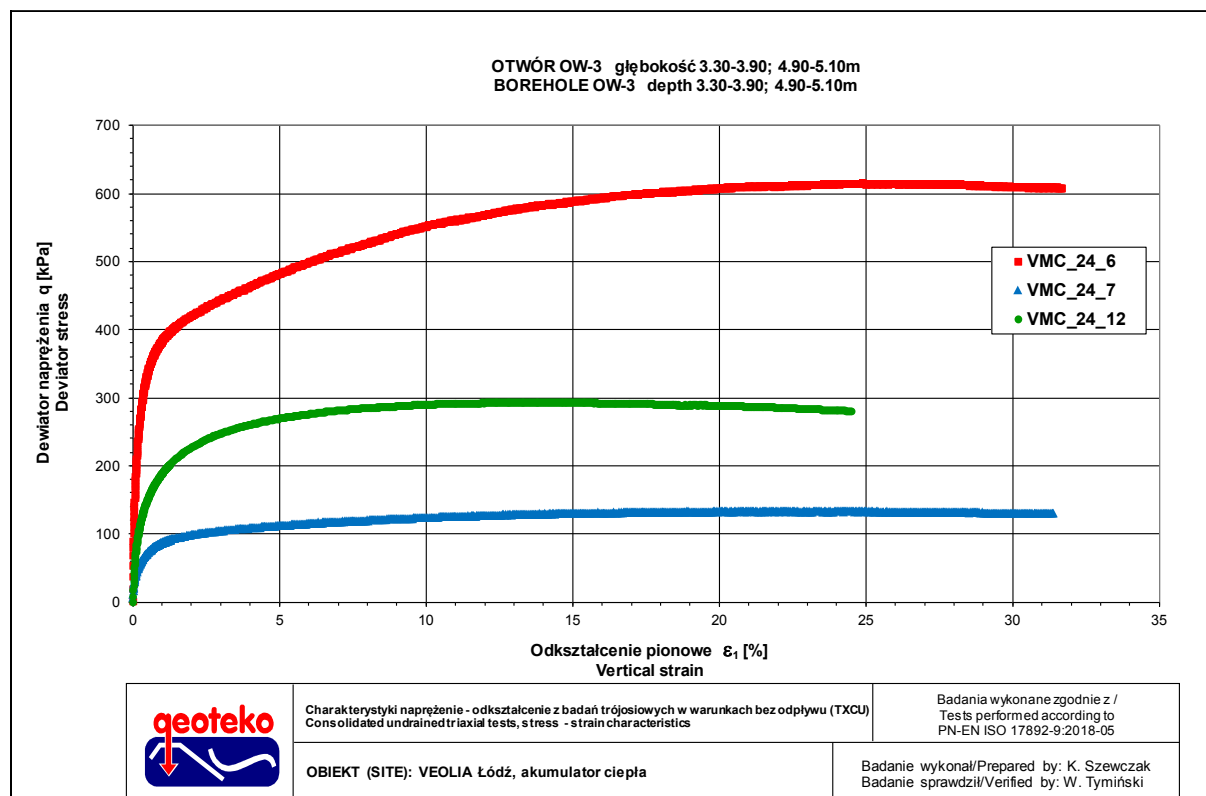


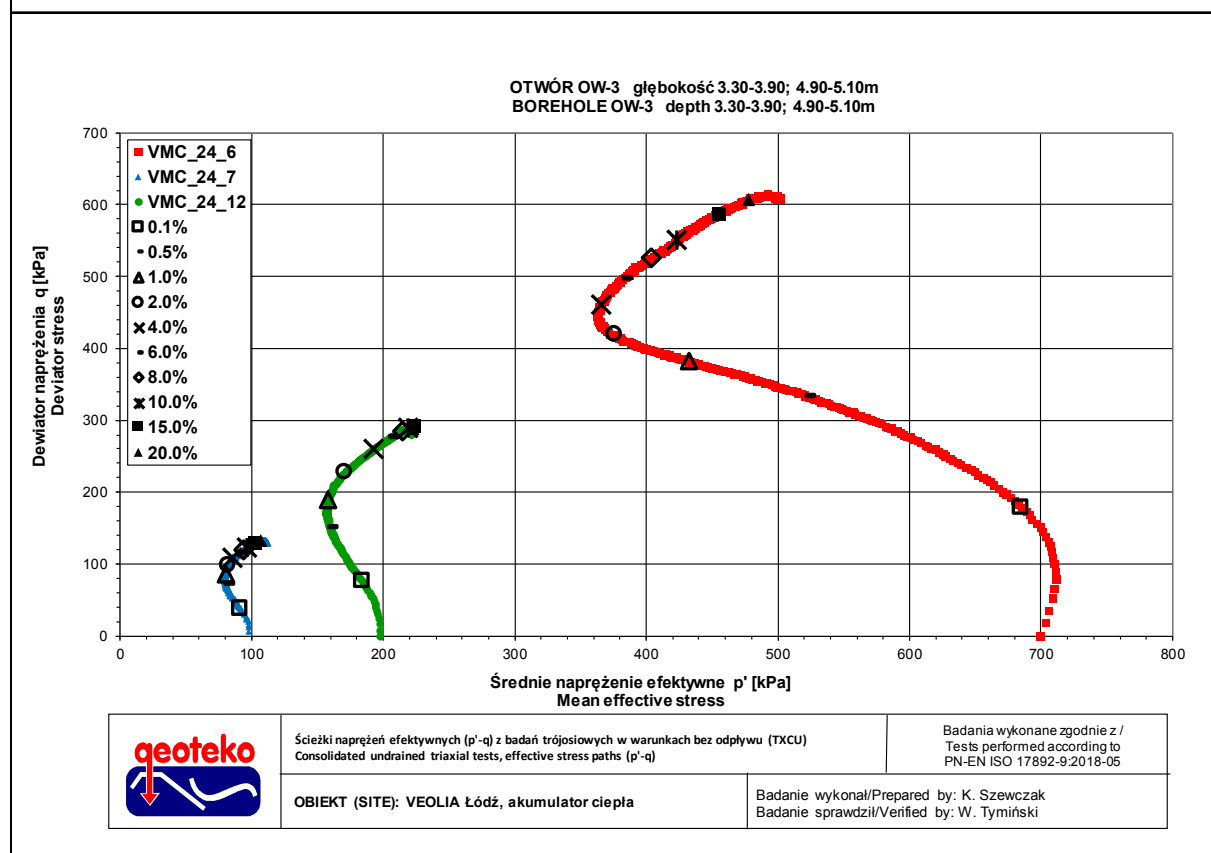
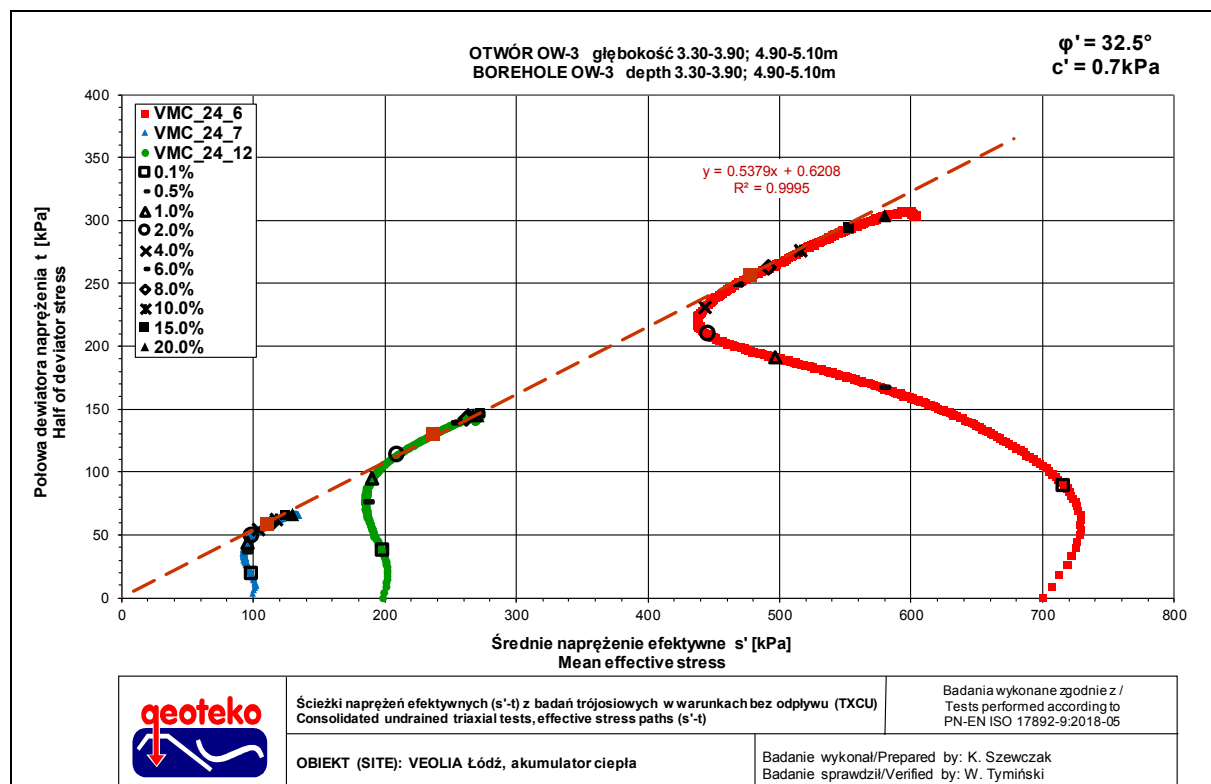
BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

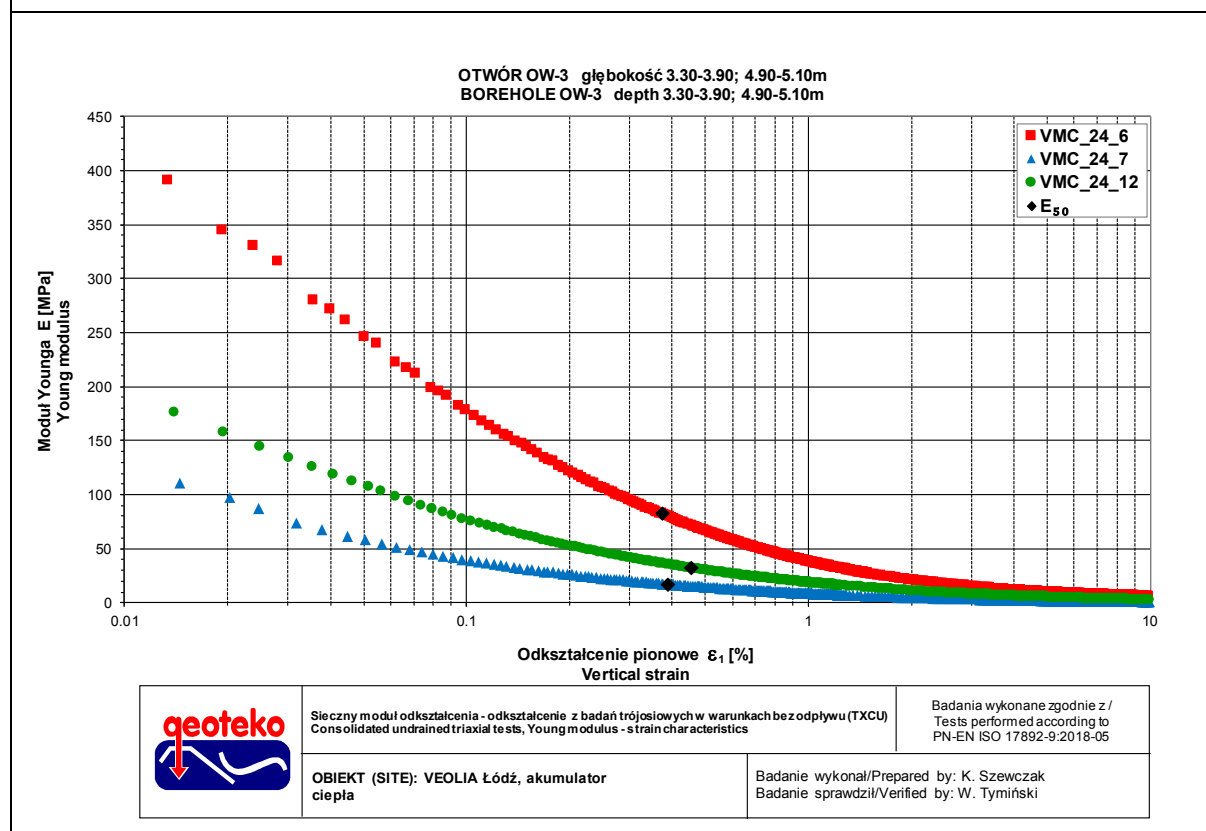
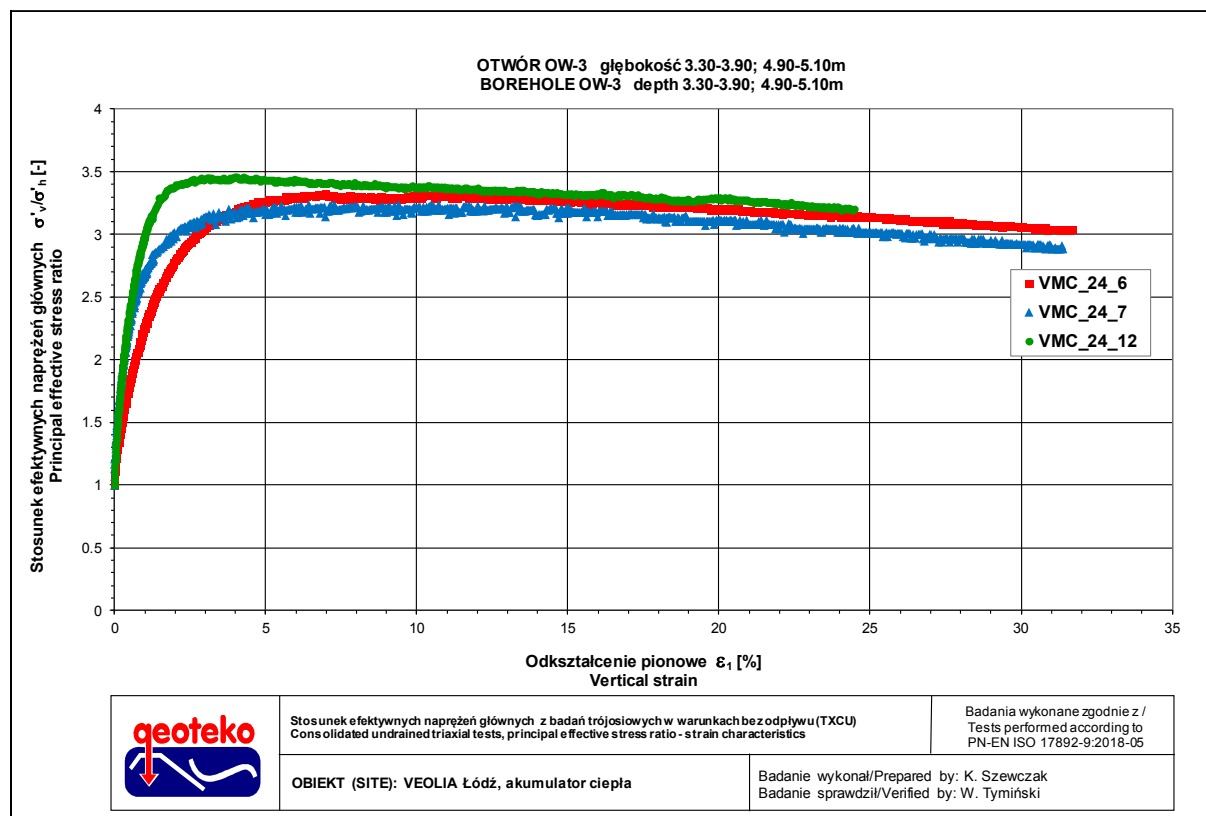
ŚCINANIE / SHEARING

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 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
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 $\sigma'_{r0}$ [kPa]	700	100	200
Początkowe efektywne naprężenie pionowe / Initial effective axial stress $\sigma'_{v0}$ [kPa]	700	100	200
Prędkość ścinania / Rate of shearing v [mm/min]	0.050	0.050	0.050
Prędkość ścinania / Rate of shearing $\dot{\epsilon}$ [%/h]	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	261
Odkształcenie pionowe / Axial strain $\epsilon_{at}$ [%]	7.0	6.5	4.0
Przyrost ciśnienia wody w porach / Excess pore pressure $\Delta U$ [kPa]	478	46	92
Efektywne naprężenie poziome / Effective radial stress $\sigma'_{rt}$ [kPa]	221	52	106
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress $\sigma'_{vt}$ [kPa]	734	168	367
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio $\sigma'_{vt} / \sigma'_{rt}$ [-]	3.32	3.24	3.46
Półowa dewiatora naprężenia / Half of deviator stress $q_t/2$ [kPa]	257	58	130
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress $s'$ [kPa]	478	110	236
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress $p'$ [kPa]	392	91	193
Parametr Skemptona / Skempton parameter $A_v$ $\Delta U_t / \Delta q_t$ [-]	0.93	0.39	0.35
Kąt tarcia wewnętrzznego / Friction angle $\phi'$ [°]	32.5		
Spójność / Cohesion $c'$ [kPa]	0.7		
Poprawka ze względu na błędy filtracyjne / 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 ciskowego / Correction due membrane for vertical stress $(\Delta \sigma'_{vt})_{m}$ [kPa]	2	2	2
Poprawka ze względu na membranę dla poziomego naprężenia ciskowego / Correction due membrane for horizontal stress $(\Delta \sigma'_{rt})_{m}$ [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	290
Odkształcenie pionowe / Axial strain $\epsilon_{at}$ [%]	10.0	10.0	10.0
Przyrost ciśnienia wody w porach / Excess pore pressure $\Delta U$ [kPa]	459	42	76
Efektywne naprężenie poziome / Effective radial stress $\sigma'_{rt}$ [kPa]	240	56	122
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress $\sigma'_{vt}$ [kPa]	791	180	412
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio $\sigma'_{vt} / \sigma'_{rt}$ [-]	3.30	3.21	3.38
Półowa dewiatora naprężenia / Half of deviator stress $q_t/2$ [kPa]	276	62	145
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress $s'$ [kPa]	516	118	267
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress $p'$ [kPa]	424	97	219
Parametr Skemptona / Skempton parameter $A_v$ $\Delta U_t / \Delta q_t$ [-]	0.83	0.34	0.26
Maksymalny dewiator naprężenia / Maximum deviator stress $q_{tMAX}$ [kPa]	615	133	294
Moduł $E_{50}$ / Modulus $E_{50}$ [MPa]	82.1	17.1	32.2
Odkształcenie pionowe dla 50% maksymalnego dewiatora / Strain at 50% peak deviator stress $\epsilon_{50}$ [%]	0.4	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, 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:	Bezcza / Barrel	Bezcza / Barrel	Bezcza / 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**

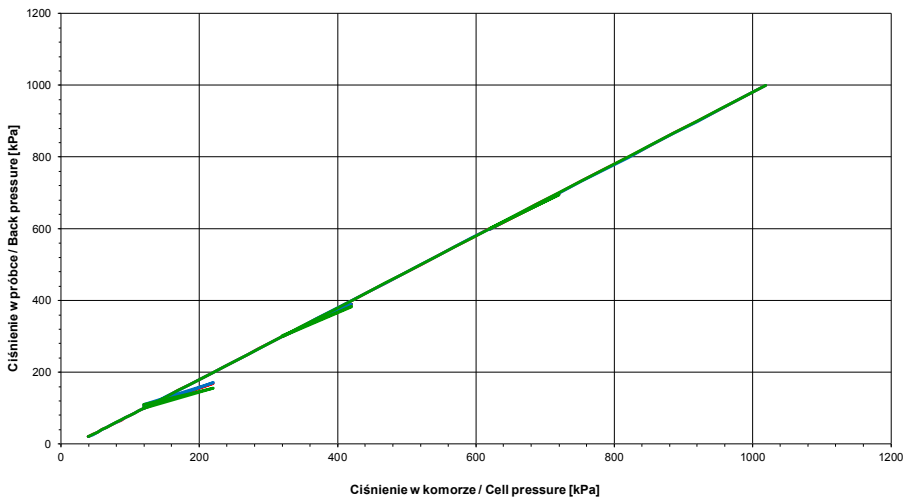
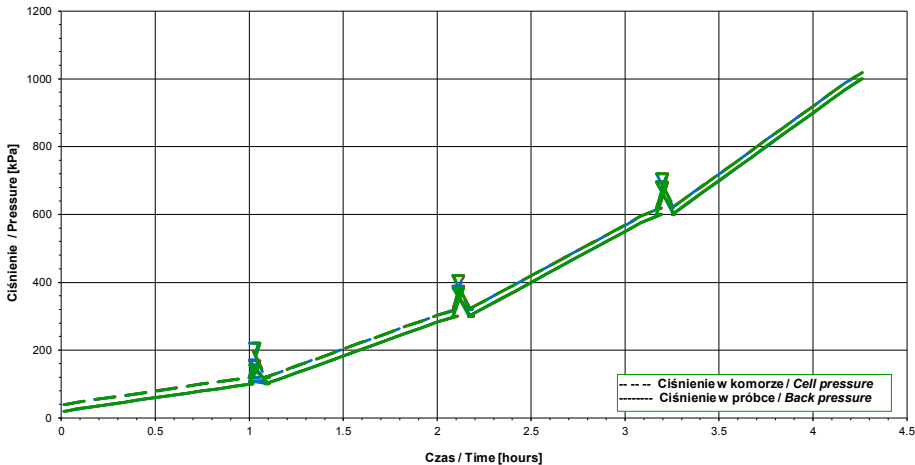
Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	4.00-4.60
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample_ID:	-
Typ próbki / Sample type:	TW - Próbnik cienkościenny / Thin walled push in sample
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej 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	S <sub>r<i>i</i></sub>	[%]	88	91	94
Zdjęcie próbek przed badaniem / Photo of the samples before test					
Opis makroskopowy / Visual description			ił z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy	ił z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy	ił 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 próbkki / Specimen reference:		-		
Numer próbkki / Sample ID:		-		
Rodzaj próbkki / Sample conditions:		Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample		
Badanie wykonał / Prepared by:		K. Szewczak		
Badanie sprawdził / Verified by:		W. Tymiński		
Nazwa próbkki / Name of the sample:		-	-	-
Nazwa badania / Name of the test:		VMC_24_8	VMC_24_9	VMC_24_10
Głębokość podpróbkki / 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	19
Początkowe efektywne naprężenie pionowe / Initial effective axial stress	$\sigma'_v$ [kPa]	18	20	20
Efektywne naprężenie poziome na końcu etapu nasączenia / Final effective radial stress	$\sigma'_h$ [kPa]	19	19	19
Efektywne naprężenie pionowe na końcu etapu nasączenia / Final effective axial stress	$\sigma'_v$ [kPa]	19	19	19
Opis makroskopowy / Visual description		Łt. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy / very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown	Łt. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy / very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown	Łt. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy / very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown

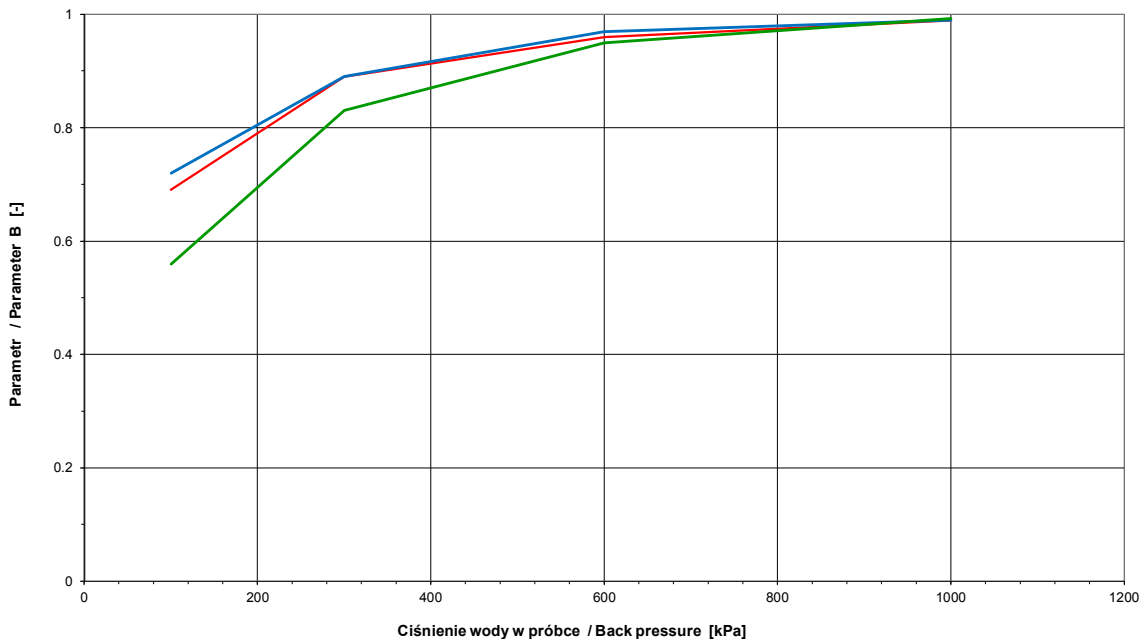


**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**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



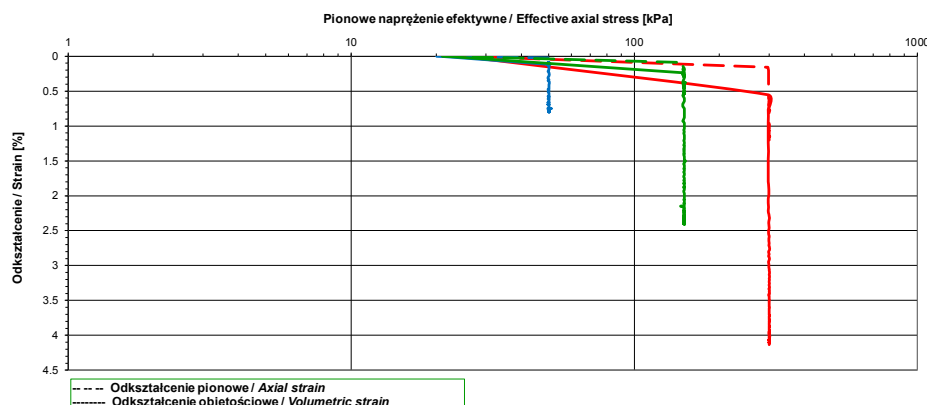
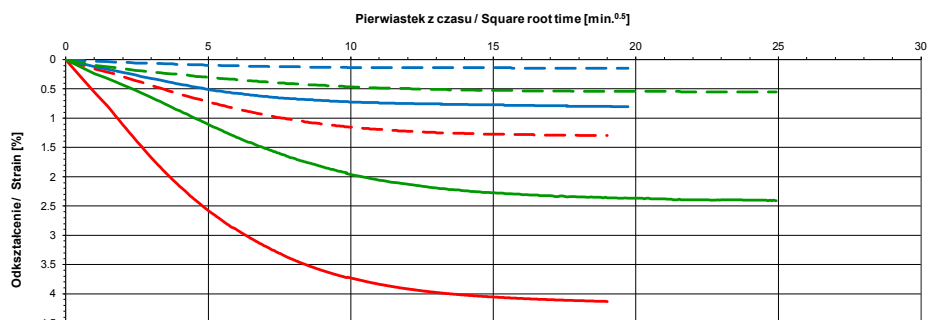


BADANIA W APARacie TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

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. Tyński

Nazwa próbki / Name of the sample :			-	-	-
Nazwa badania / Name of the test :			VMC_24_8	VMC_24_9	VMC_24_10
Głębokość podpróbki / 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	$\varepsilon_v$	[%]	1.30	0.14	0.55
Zmiana objętości / Volume change	$\Delta V$	[cm <sup>3</sup> ]	19.86	3.87	11.57
Prędkość odształceń objętościowych przed ścinaniem / Rate of volumetric strain immediately prior to shearing	[%/h]		0.0	0.0	0.0
Odształcenie objętościowe / Volumetric strain	$\varepsilon_{vol}$	[%]	4.13	0.81	2.41
Wilgotność / Water content	$w_c$	[%]	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	$\rho_{dc}$	[Mg/m <sup>3</sup> ]	1.95	1.92	1.94
Wskaźnik porowatości / Void ratio	$e_c$	[-]	0.386	0.403	0.389
Stopień wilgotności / Degree of saturation	$Sr_c$	[%]	95	97	97
Opis makroskopowy / Visual description			Ił z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy / very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown	Ił z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy / very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown	Ił z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy / very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown



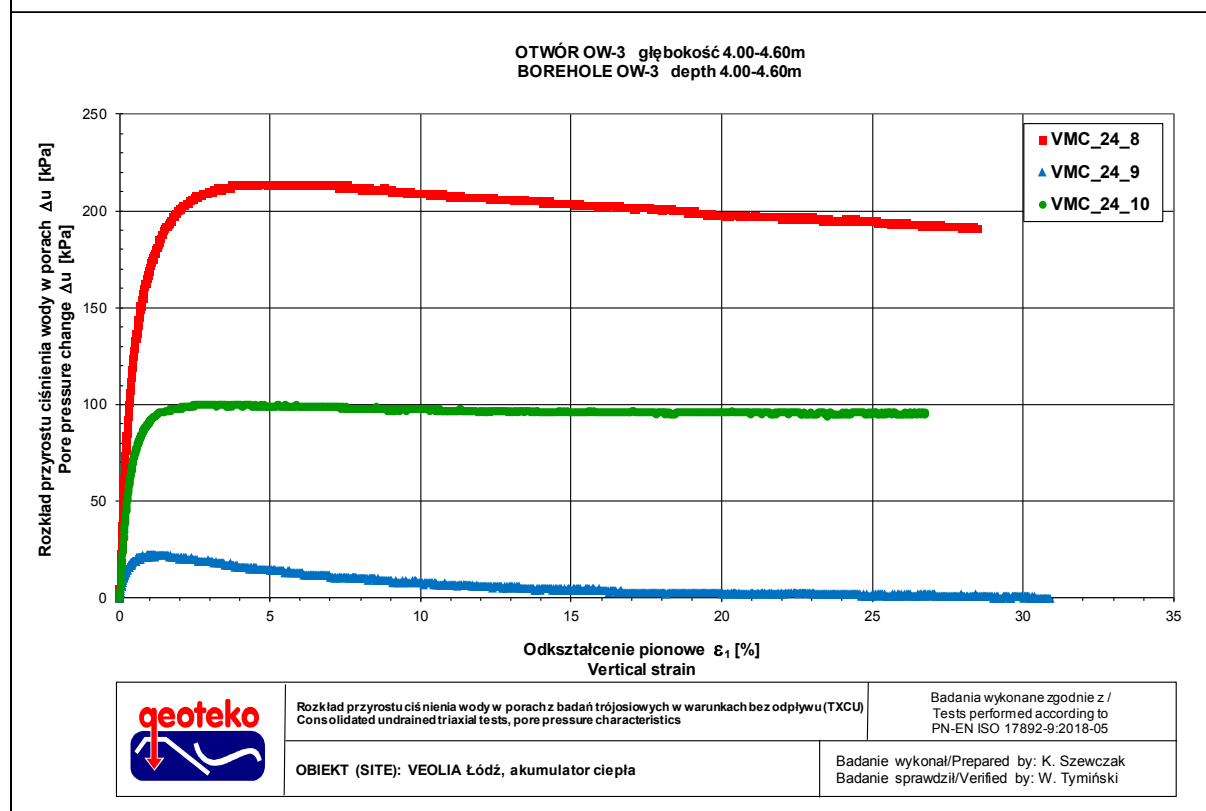
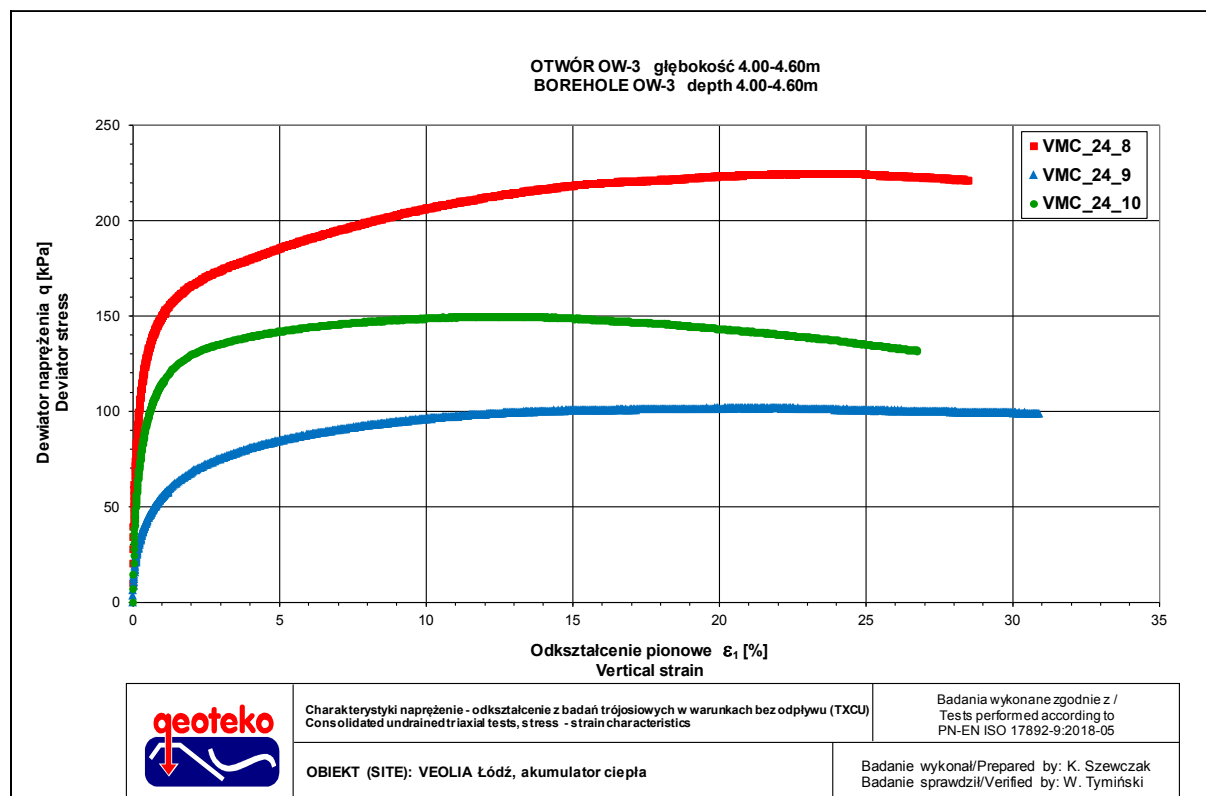
BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05

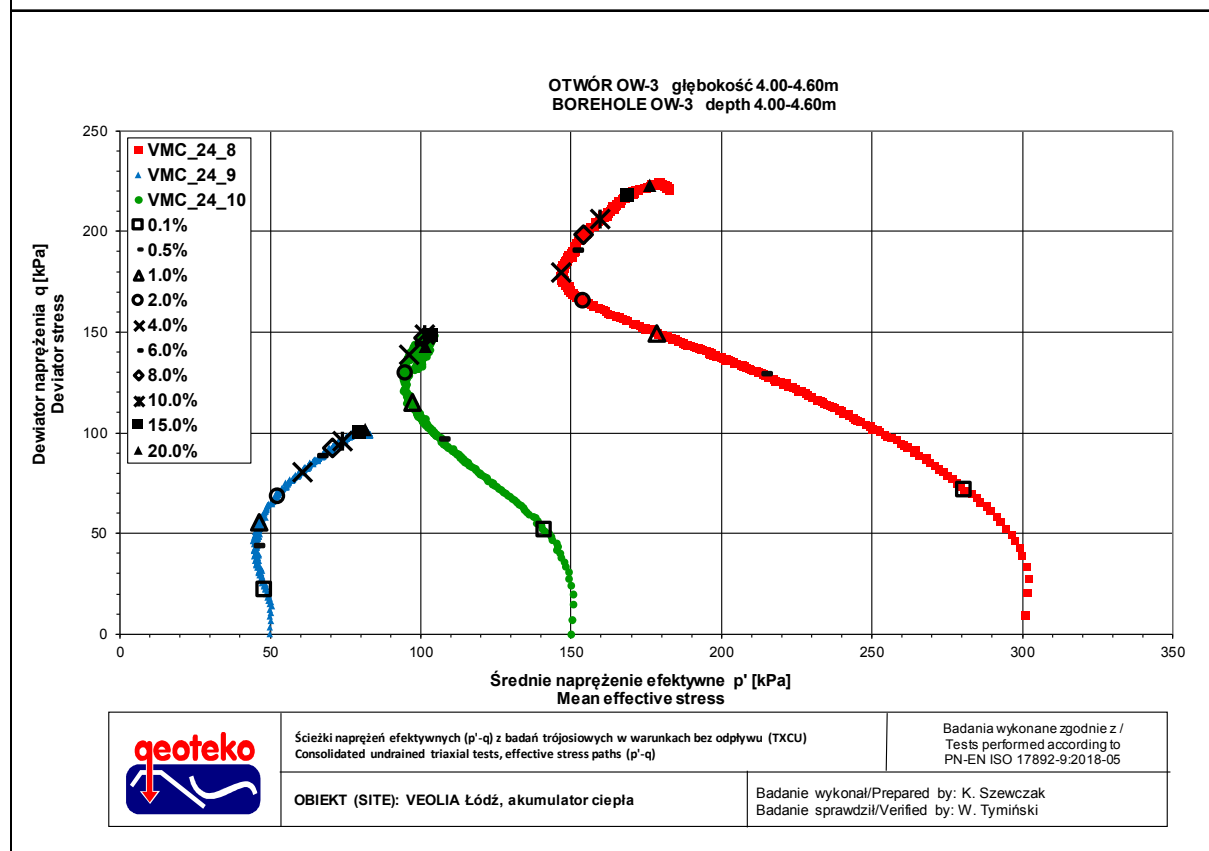
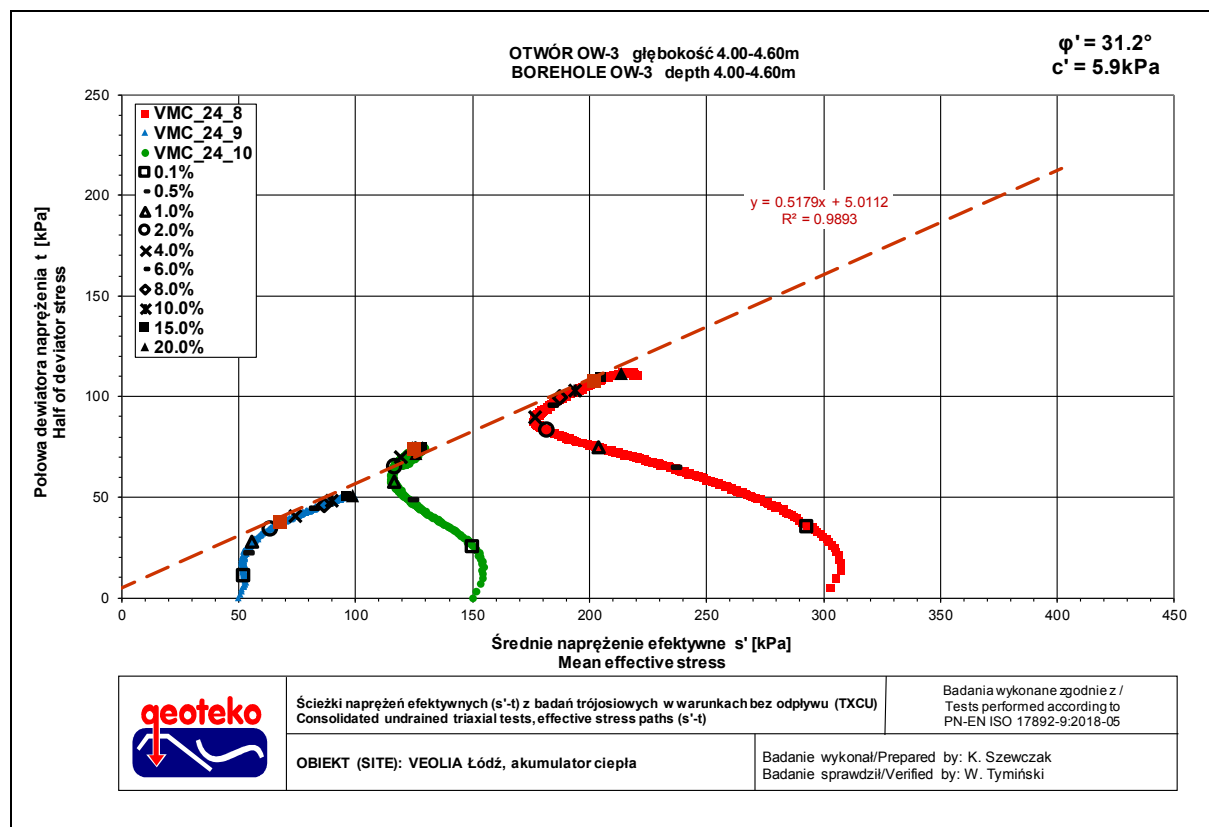
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

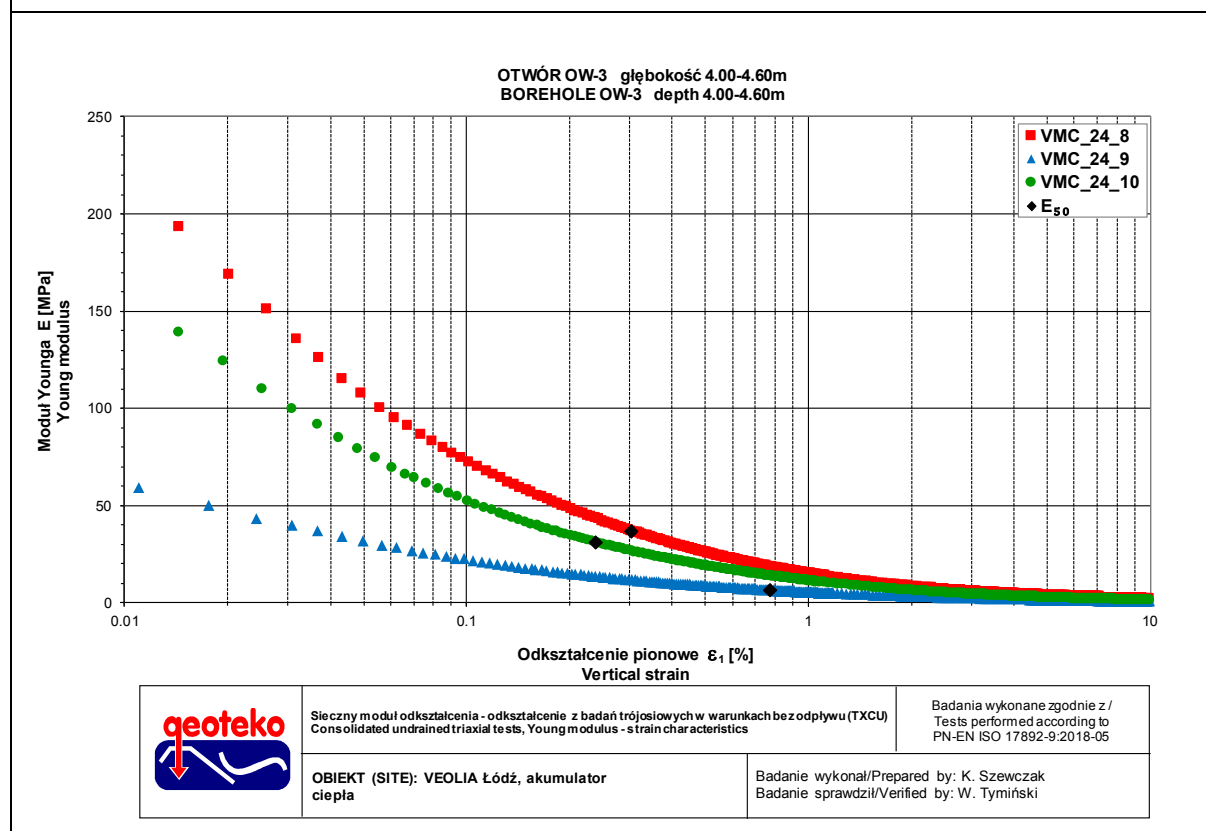
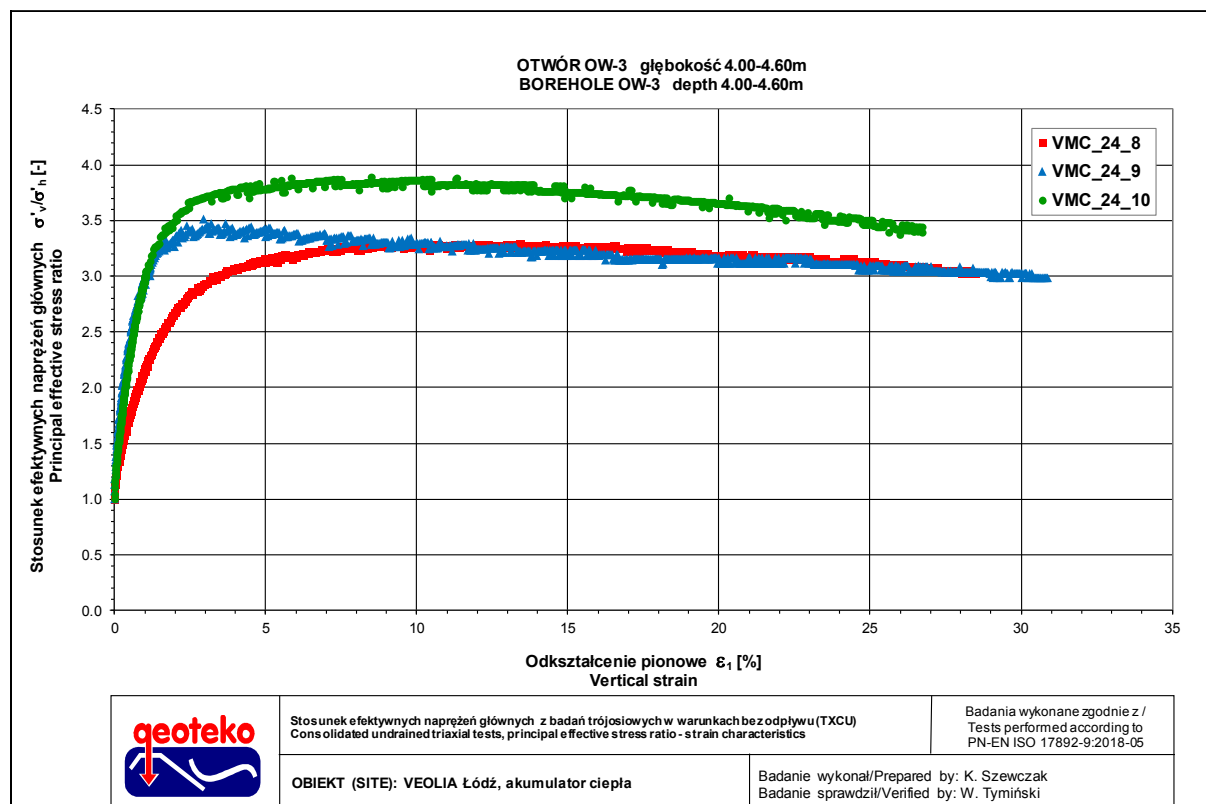
ŚCINANIE / SHEARING

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		4.00-4.20	4.45-4.60	4.39-4.45
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	$\dot{\gamma}$ [mm/min]	0.050	0.050	0.050
		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	$\epsilon_{at}$ [%]	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	$\sigma'_{rt}$ [kPa]	94	30	51
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress	$\sigma'_{vt}$ [kPa]	309	105	199
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio	$\sigma'_{vt} / \sigma'_{rt}$ [-]	3.29	3.51	3.90
Półowa dewiatora naprężenia / Half of deviator stress	$q/2$ [kPa]	108	38	74
Srednie naprężenie efektywne / Mean effective stress $s'$	$s'_t$ [kPa]	202	68	125
Srednie 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 błędy filtracji / Corrections due filter papers	$(\Delta \sigma'_{vt})_0$ [kPa]	spiralna bibuła filtracyjna - nie stosowano poprawek / spiral filter papers - no corrections		
Poprawka ze względu na membranę dla pionowego naprężenia całkowitego / Correction due membrane for vertical stress	$(\Delta \sigma'_{vt})_m$ [kPa]	5	1	3
Poprawka ze względu na membranę dla pionowego naprężenia całkowitego / Correction due membrane 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	$\epsilon_{at}$ [%]	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	$\sigma'_{rt}$ [kPa]	91	42	52
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress	$\sigma'_{vt}$ [kPa]	297	138	201
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio	$\sigma'_{vt} / \sigma'_{rt}$ [-]	3.27	3.29	3.86
Półowa dewiatora naprężenia / Half of deviator stress	$q/2$ [kPa]	103	48	74
Srednie naprężenie efektywne / Mean effective stress $s'$	$s'_t$ [kPa]	194	90	126
Srednie 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	$q_{lim}$ [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	$\epsilon_{50}$ [%]	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	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
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**

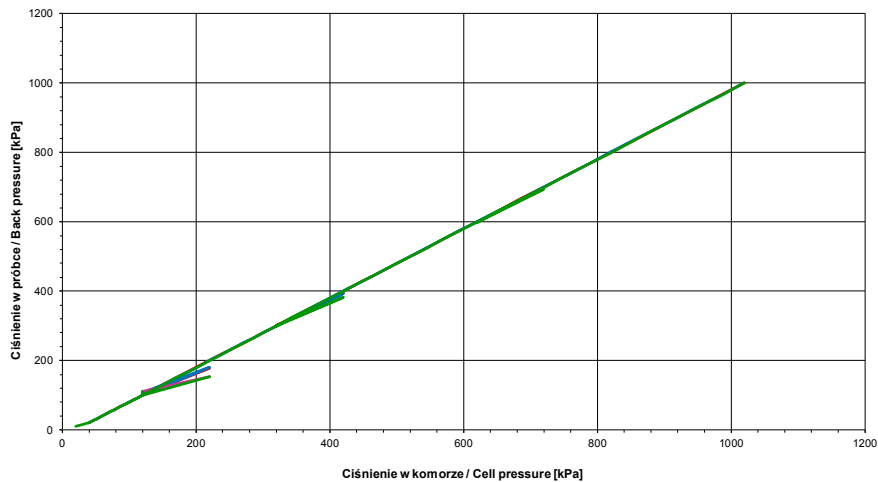
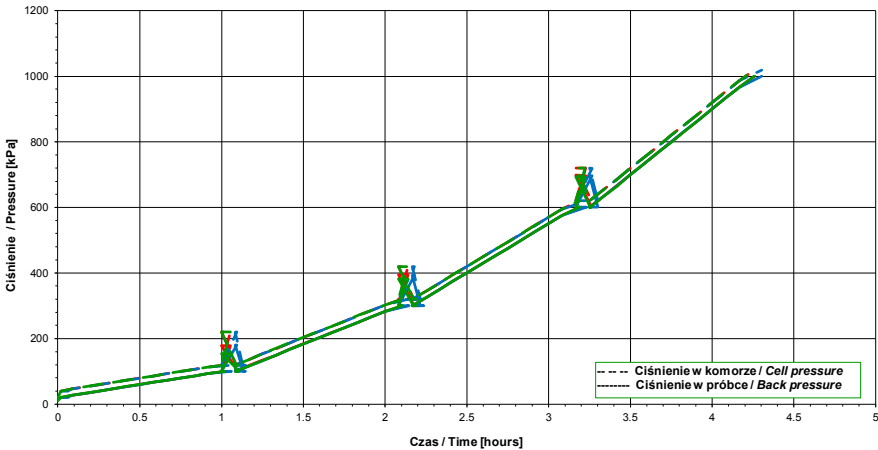
Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	4.90-5.30; 3.30-3.50
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample_ID:	-
Typ próbki / Sample type:	TW - Próbnik cienkościenny / Thin walled push in sample
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka 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 PRÓBKİ / 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>d</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			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: 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 napężenie poziome / Initial effective radial stress		$\sigma'_h$ [kPa]	19	19	10
Początkowe efektywne napężenie pionowe / Initial effective axial stress		$\sigma'_v$ [kPa]	19	19	-2
Efektywne napężenie poziome na końcu etapu nasączania / Final effective radial stress		$\sigma'_h$ [kPa]	20	19	20
Efektywne napężenie 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

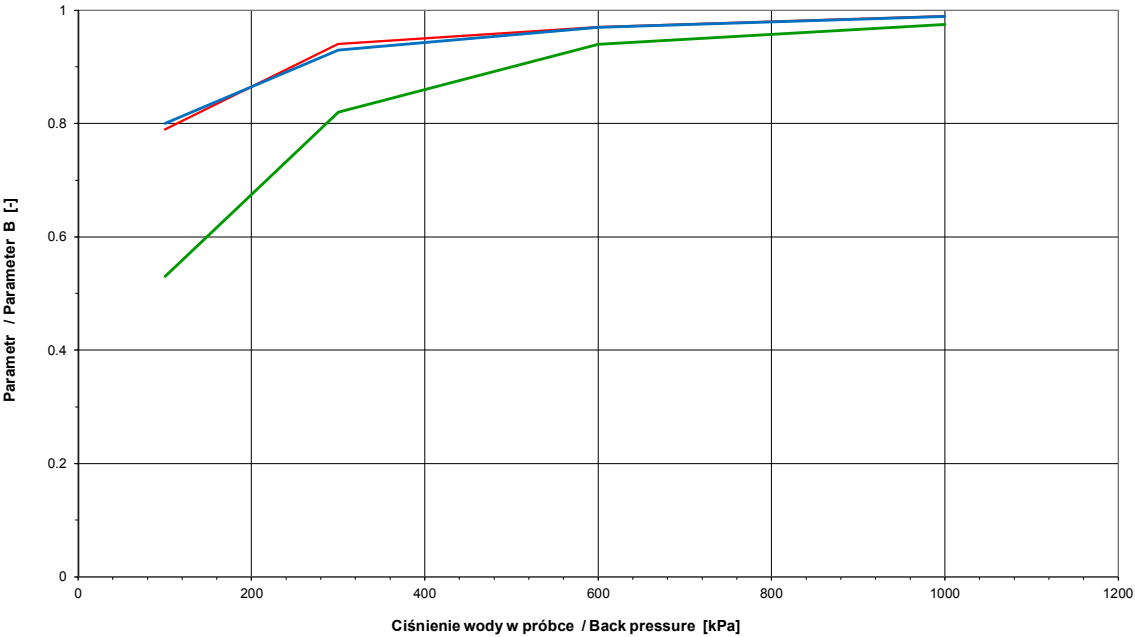


**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**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 podpróbki / 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					
		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	





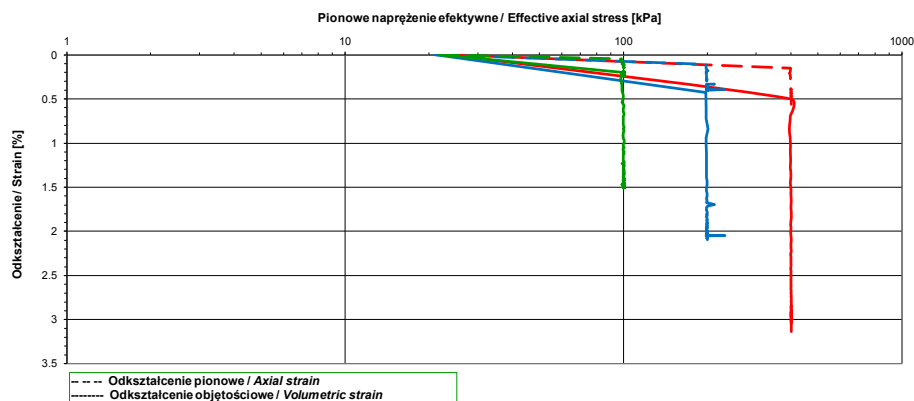
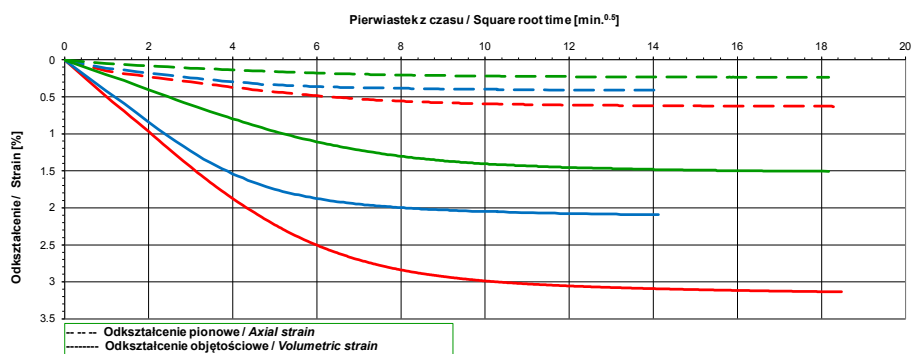
**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**

Badanie z konsolidacją i 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 <sub>c</sub> [%]	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 <sub>c</sub> [-]	0.275	0.329	0.428
Stopień wilgotności / Degree of saturation	Sr <sub>c</sub> [%]	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




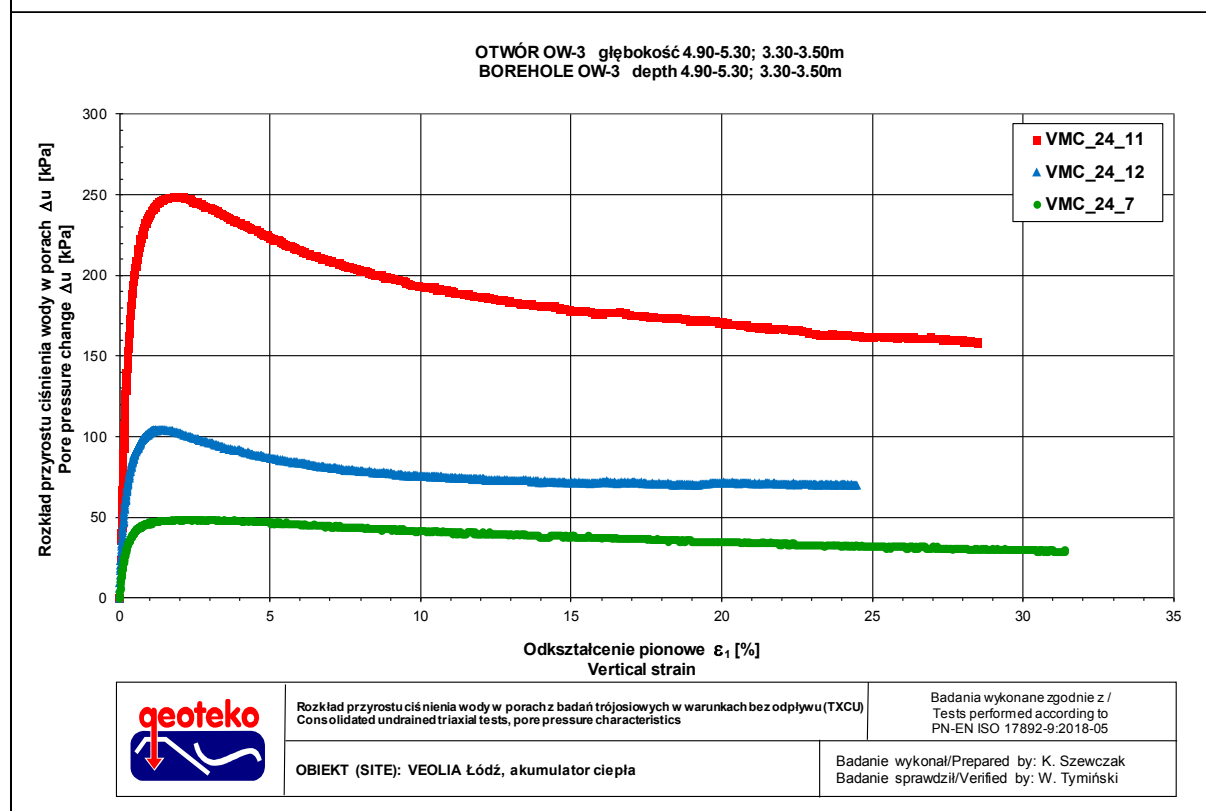
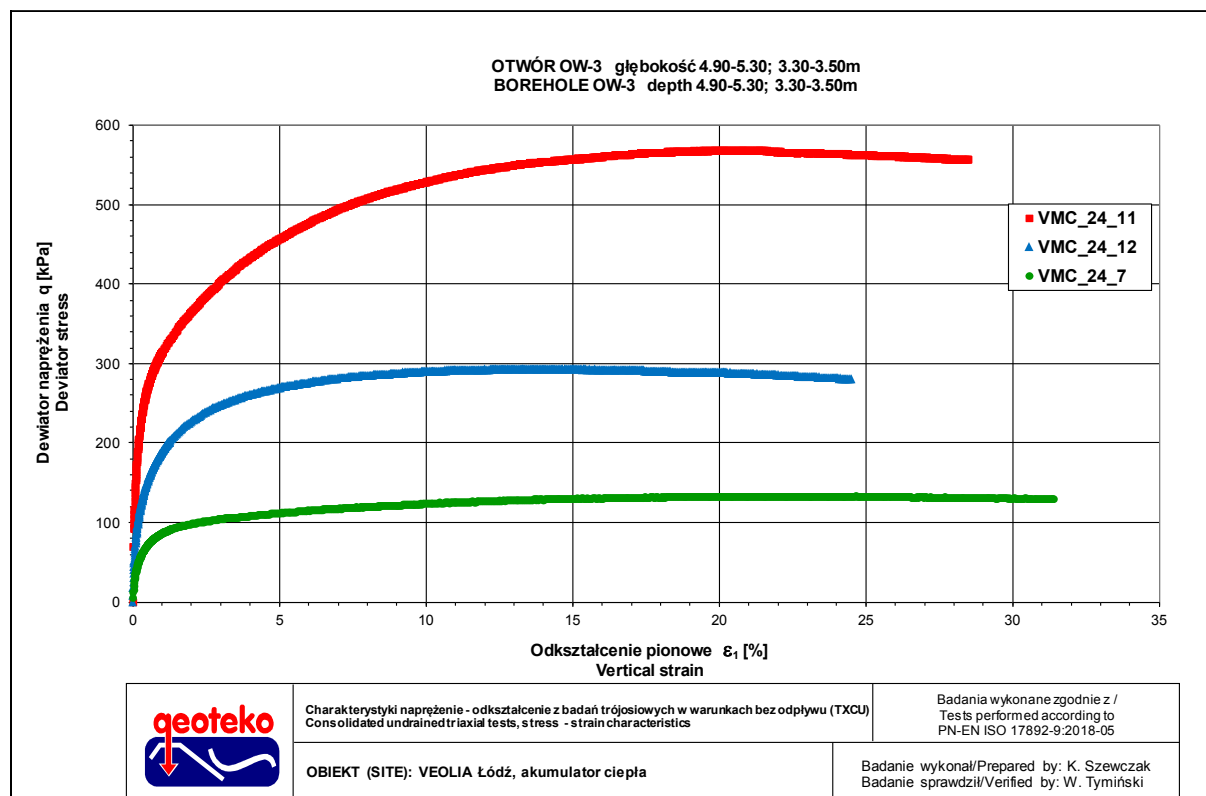
BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05

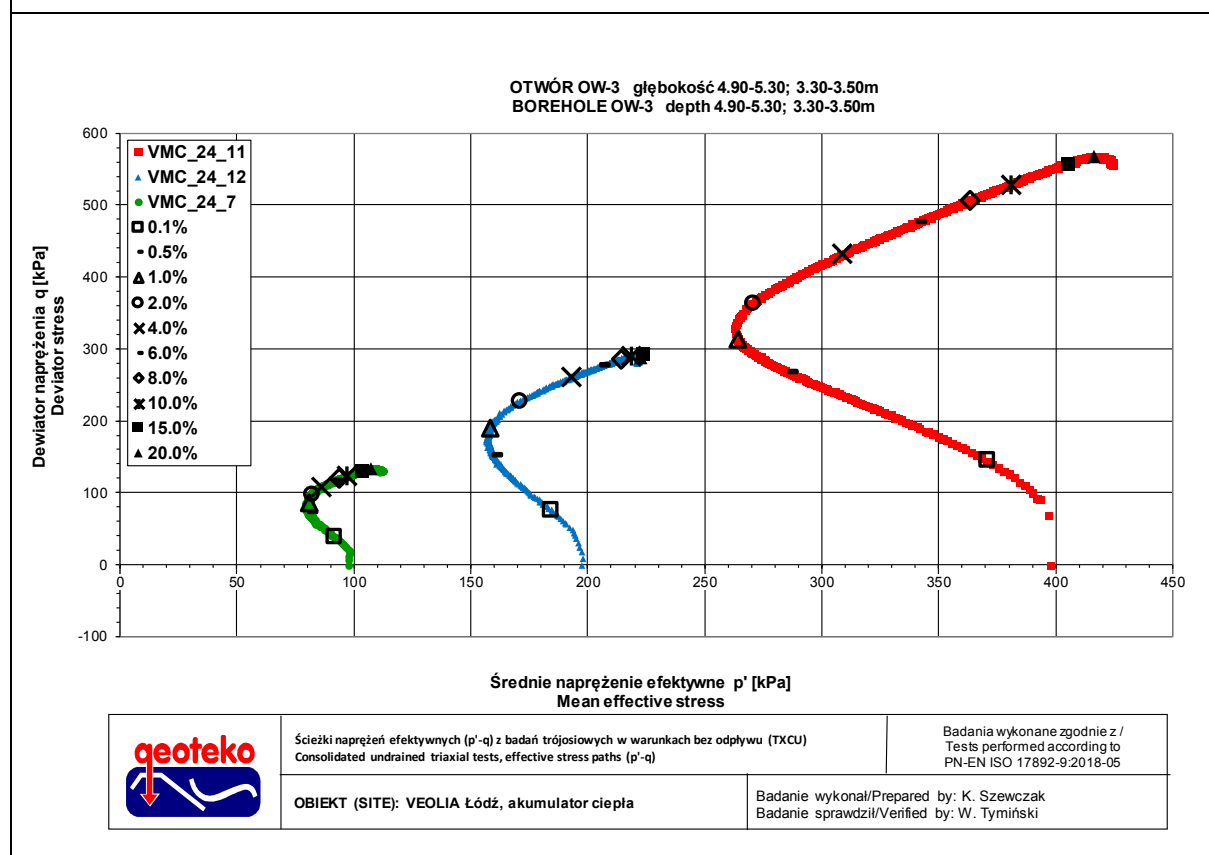
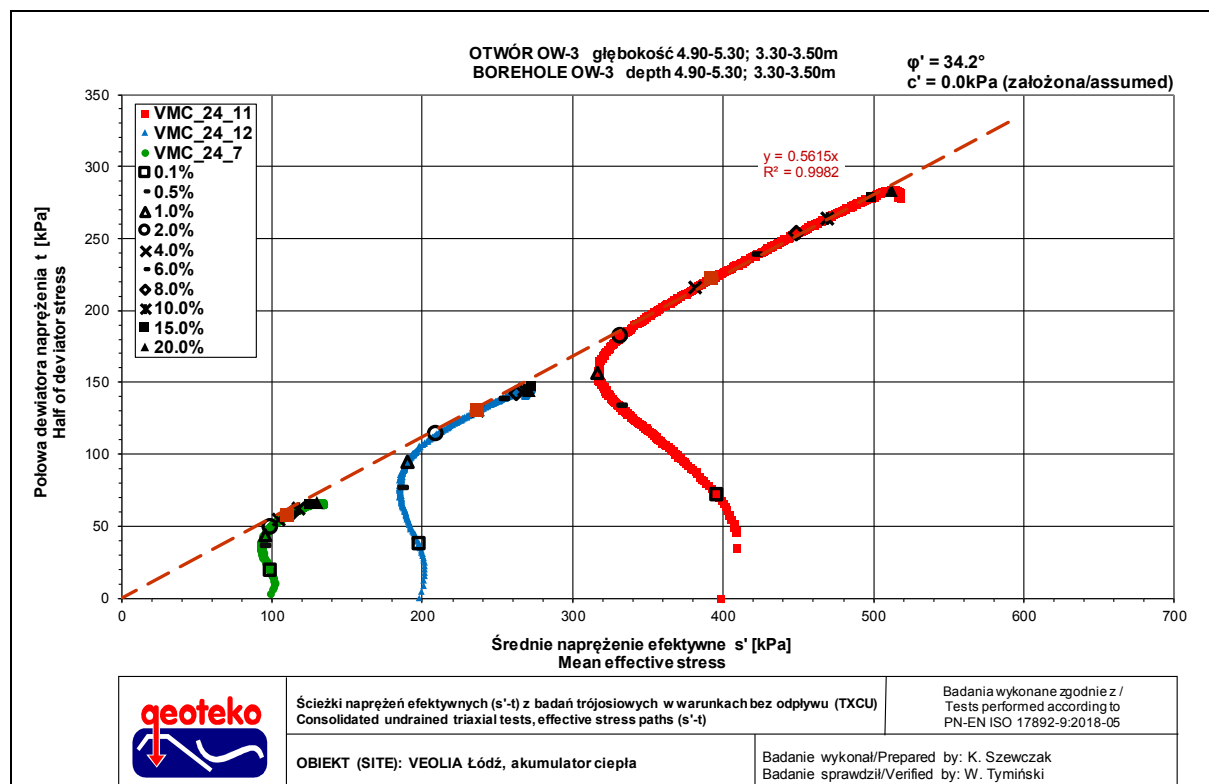
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

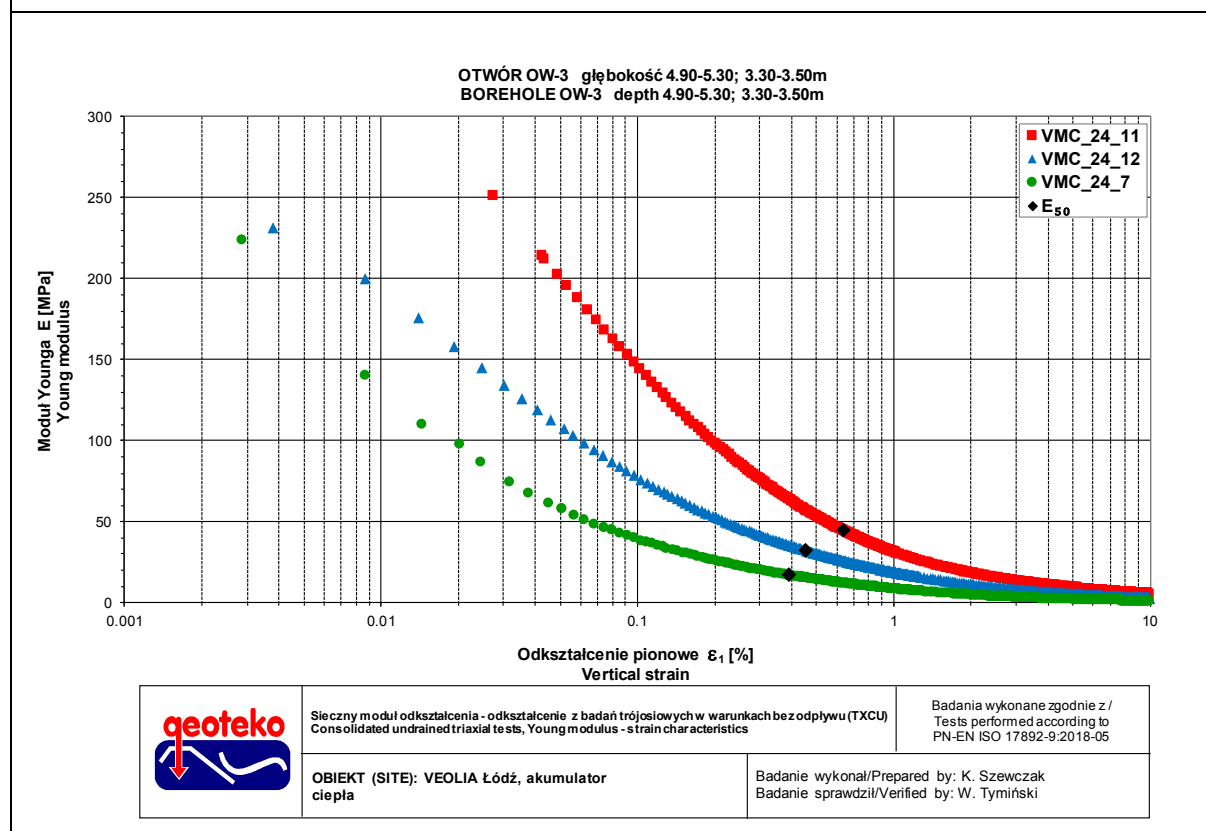
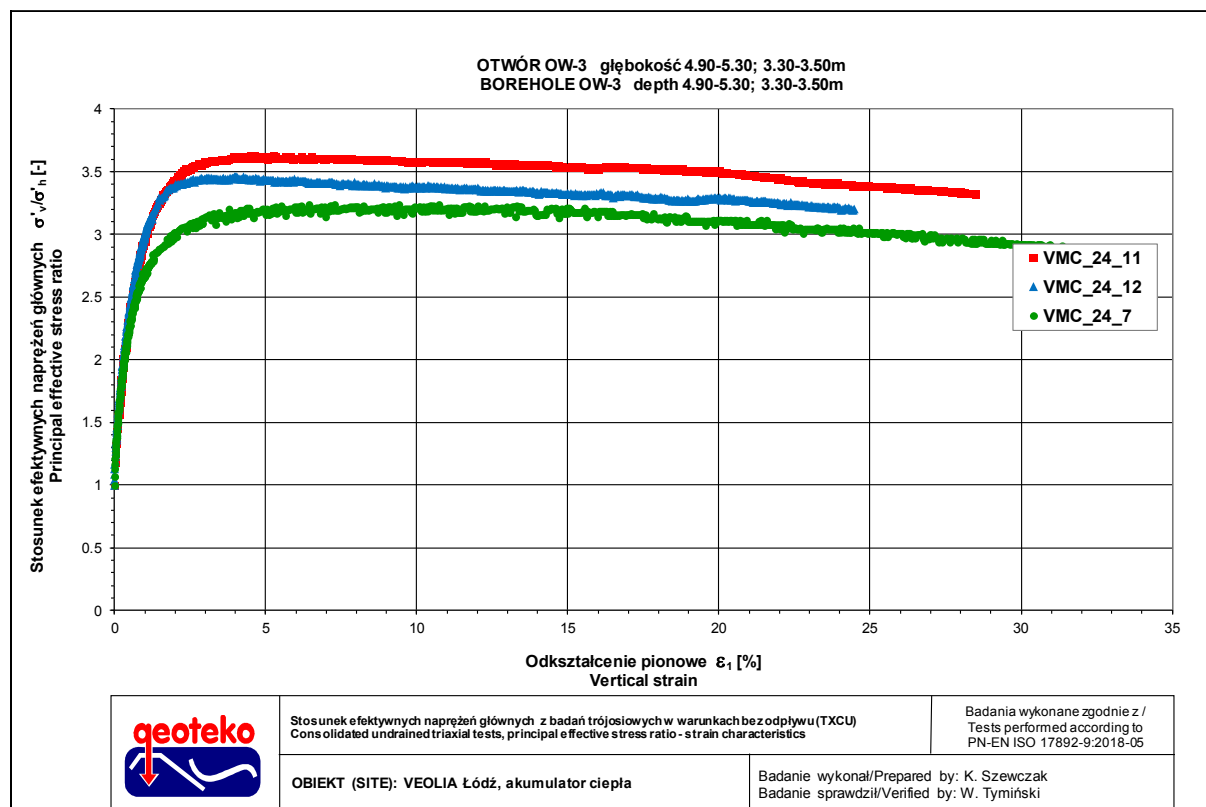
ŚCINANIE / SHEARING

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. Tymiński

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		[m]	5.10-5.30	4.90-5.10		3.30-3.50	
Początkowe efektywne naprężenie poziome / Initial effective radial stress	$\sigma'_0$	[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	$\epsilon_{x1}$	[%]	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	$\sigma'_{x1}$	[kPa]	170	106		52	
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress	$\sigma'_{x2}$	[kPa]	615	367		168	
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio	$\sigma'_{x2} / \sigma'_{x1}$	[-]	3.63	3.46		3.24	
Polowa dewiatora naprężenia / Half of deviator stress	$q/2$	[kPa]	223	130		58	
Srednie naprężenie efektywne / Mean effective stress $s'$	$s'_1$	[kPa]	392	236		110	
Srednie naprężenie efektywne / Mean effective stress $p'$	$p'_1$	[kPa]	318	193		91	
Parametr Skempton / Skempton parameter $A_1$	$\Delta U / \Delta q_p$	[-]	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	$(\Delta \sigma'_{x2})_{hp}$	[kPa]	spiralna bibula filtracyjna - nie stosowano poprawek / spiral filter papers - no corrections				
Poprawka ze względu na membranę dla pionowego naprężenia całkowitego / Correction due membran for vertical stress	$(\Delta \sigma'_{x2})_m$	[kPa]	2	2		2	
Poprawka ze względu na membranę dla poziomego naprężenia całkowitego / Correction due membran for horizontal stress	$(\Delta \sigma'_{x1})_m$	[kPa]	nie stosowano / not applied				
Kryterium zniszczenia / Failure criteria		10% odkształcenia pionowego / At 10% axial strain					
Dewiator naprężenia / Deviator stress	$q_p$	[kPa]	528	290		124	
Odształcenie pionowe / Axial strain	$\epsilon_{x1}$	[%]	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	$\sigma'_{x1}$	[kPa]	205	122		56	
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress	$\sigma'_{x2}$	[kPa]	733	412		180	
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio	$\sigma'_{x2} / \sigma'_{x1}$	[-]	3.58	3.38		3.21	
Polowa dewiatora naprężenia / Half of deviator stress	$q/2$	[kPa]	264	145		62	
Srednie naprężenie efektywne / Mean effective stress $s'_1$	$s'_1$	[kPa]	469	267		110	
Srednie naprężenie efektywne / Mean effective stress $p'_1$	$p'_1$	[kPa]	381	219		97	
Parametr Skempton / Skempton parameter $A_1$	$\Delta U / \Delta q_p$	[-]	0.37	0.26		0.34	
Maksymalny dewiator naprężenia / Maximum deviator stress	$q_{0.05}$	[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					
Ziarna > 1/6 średnicy próbki / Grains > 1/6 diameter of specimen:		występowały / occur					
Ziarna > 1/10 średnicy próbki / Grains > 1/10 diameter of specimen:		występowały / occur					
Typ zniszczenia / Mode of failure:		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 EDOMETRZE**  
***Oedometer test results***

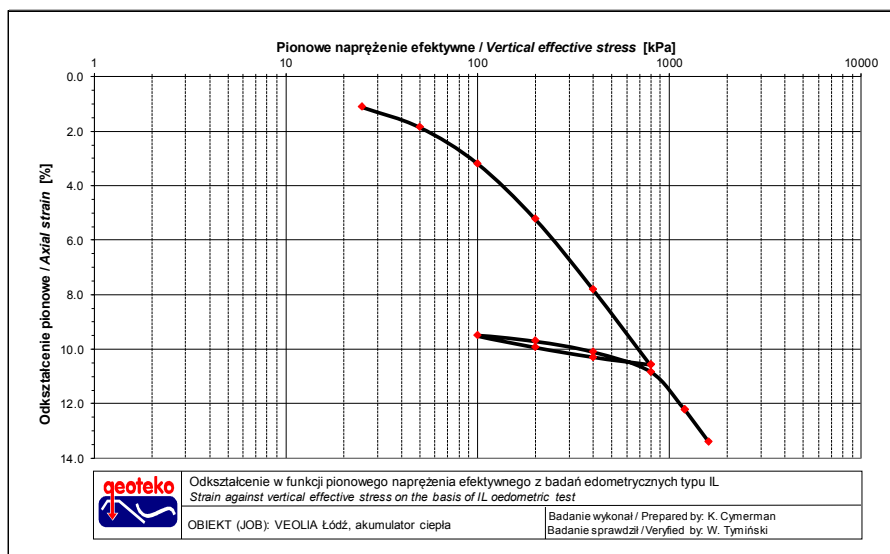
**BADANIE W EDOMETRZE / Oedometer test**  
wg / acc. to PN-EN ISO 17892-5:2017-06

<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

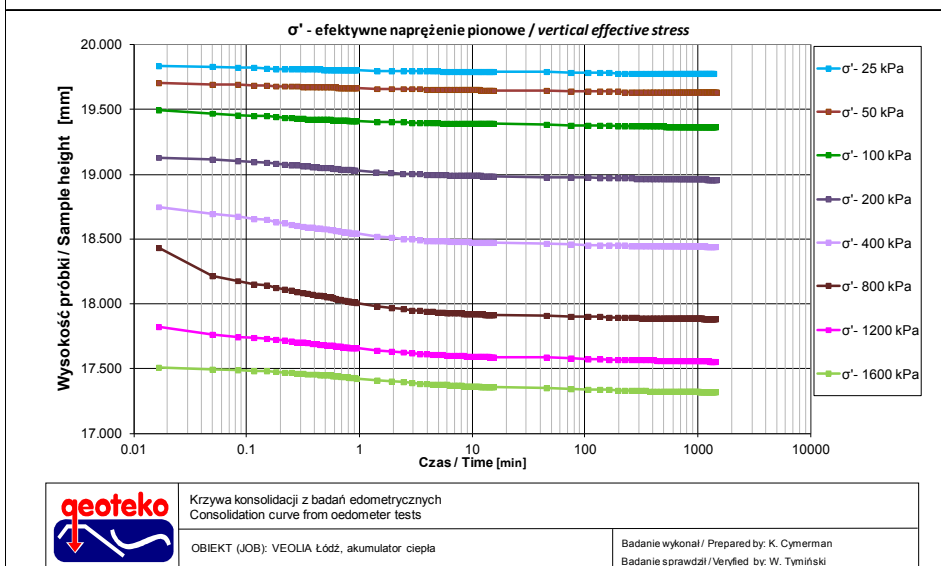
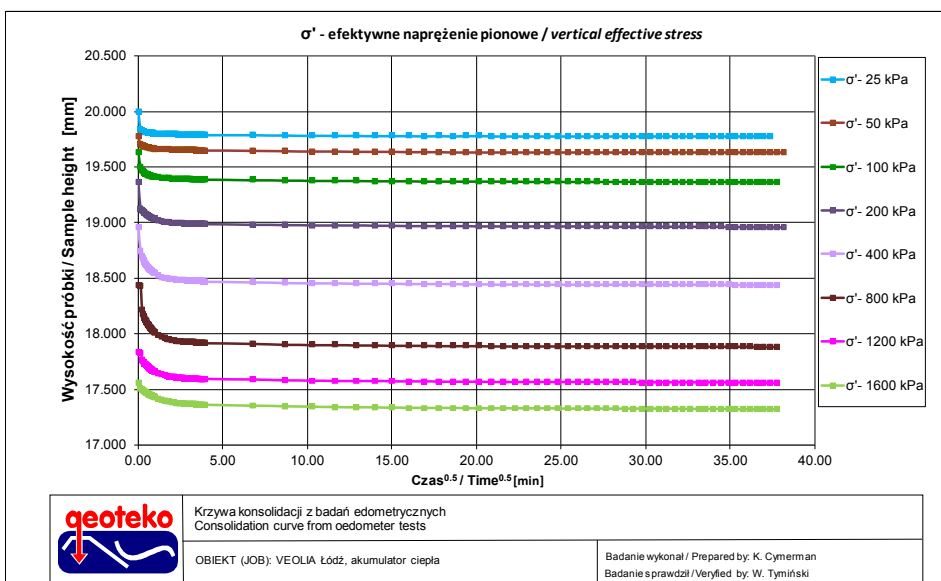
\*Przedrostek #, jeśli wartość założona /Prefix # if value assumed

Wyniki badań edometrycznych / Results of oedometer tests					
Napężenie całkowite		Odształcenie osiowe	Moduł 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	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 próbki / 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



Opis makroskopowy / Visual description	
acc to PN-EN ISO 14688-1: 2018-05	twardoplastyczny, żółtobrazowy i szary, bezwapny, średniej plastyczności ił z pyłem z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru firm, yellowish brown and grey, non-calcareous, medium plasticity slightly gravelly 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>3.60-4.20</b>
<b>Głębokość próbki / 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>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**



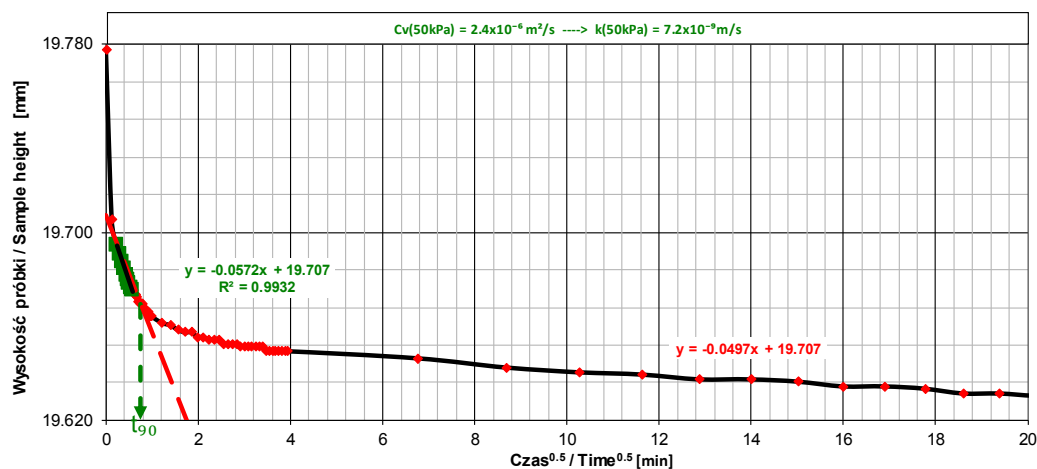
**Zdjęcie próbki po badaniu / Photo of the sample after test**



**Opis makroskopowy / Visual description**

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

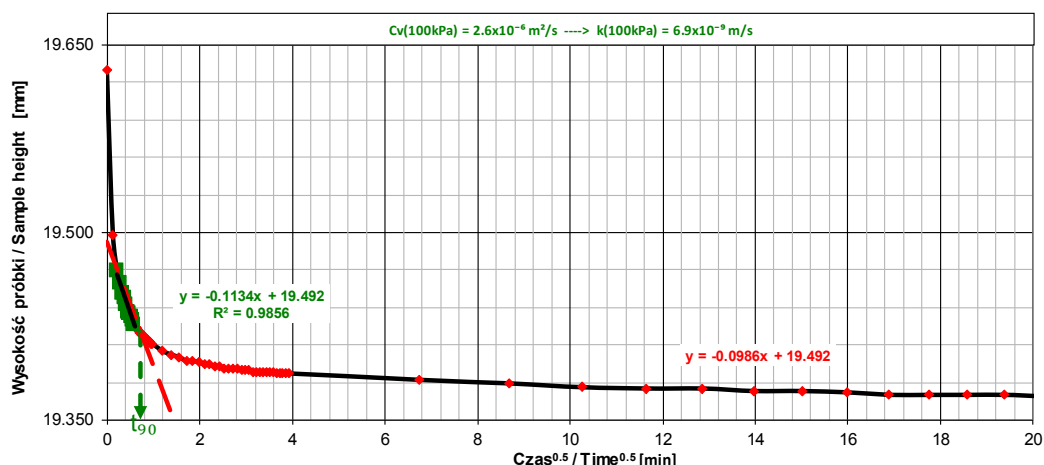
twardoplastyczny, żółtobrązowy i szary, bezwapnisty, średniej plastyczności ił z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru  
firm, yellowish brown and grey, non-calcareous, medium plasticity slightly gravelly very sandy silty CLAY



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

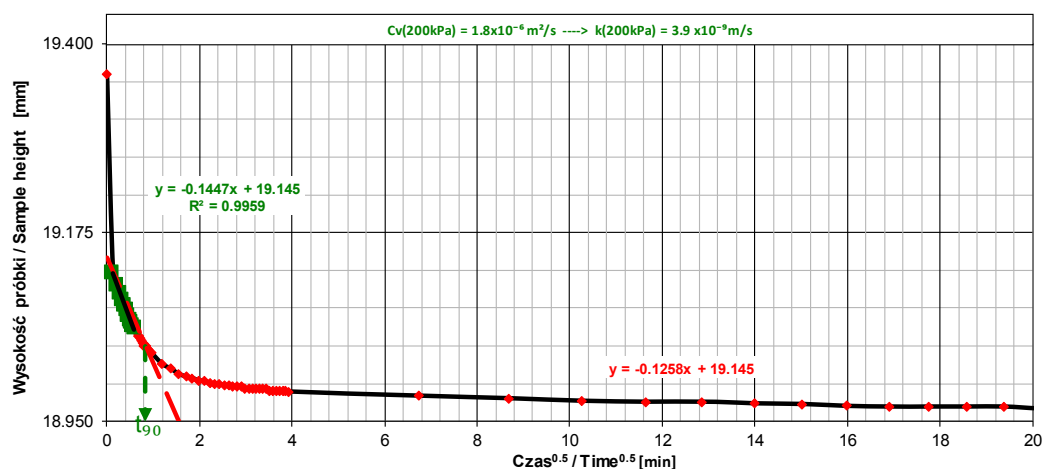
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

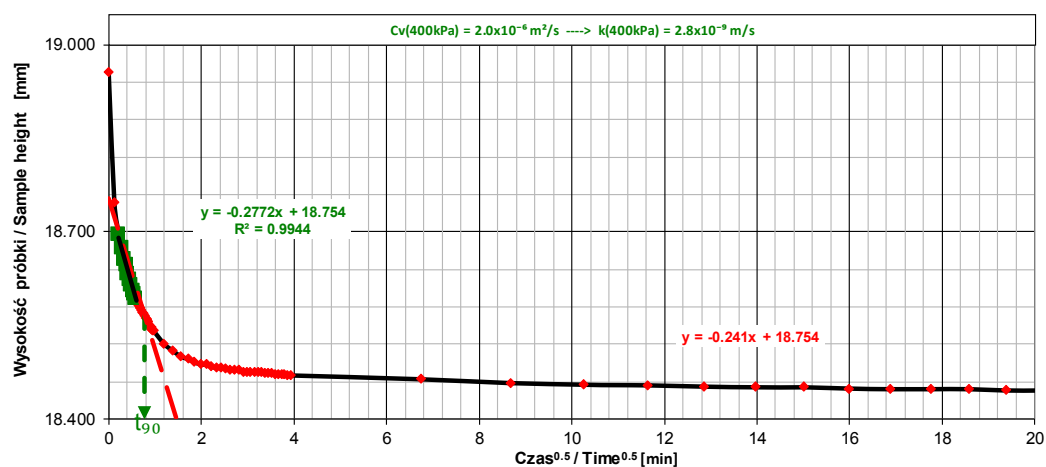
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

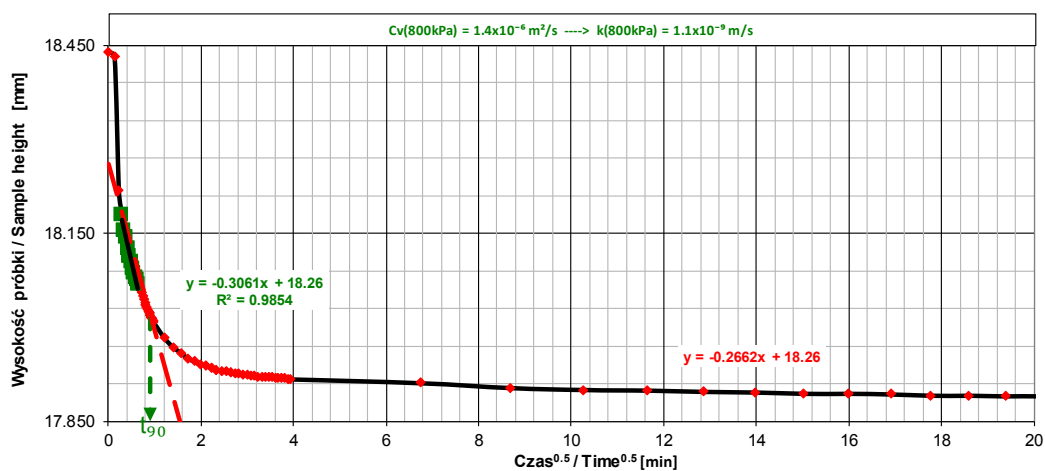
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

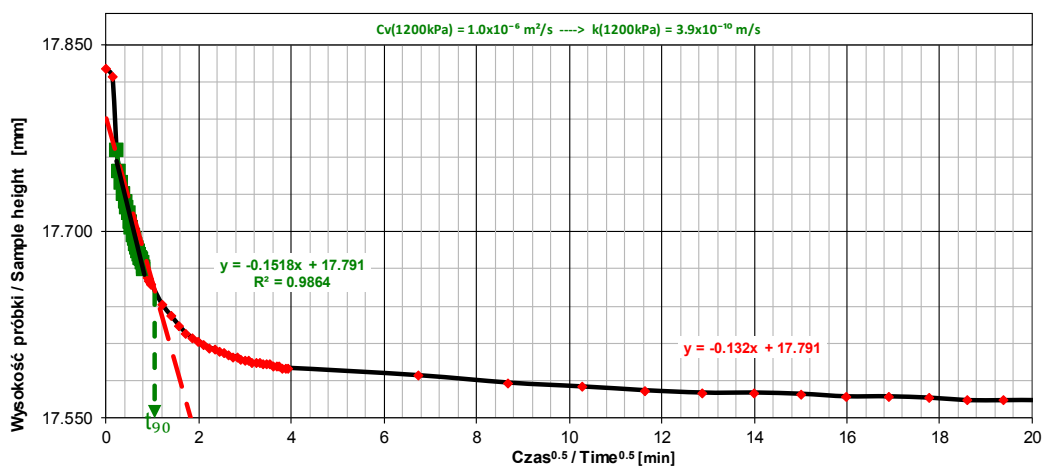
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

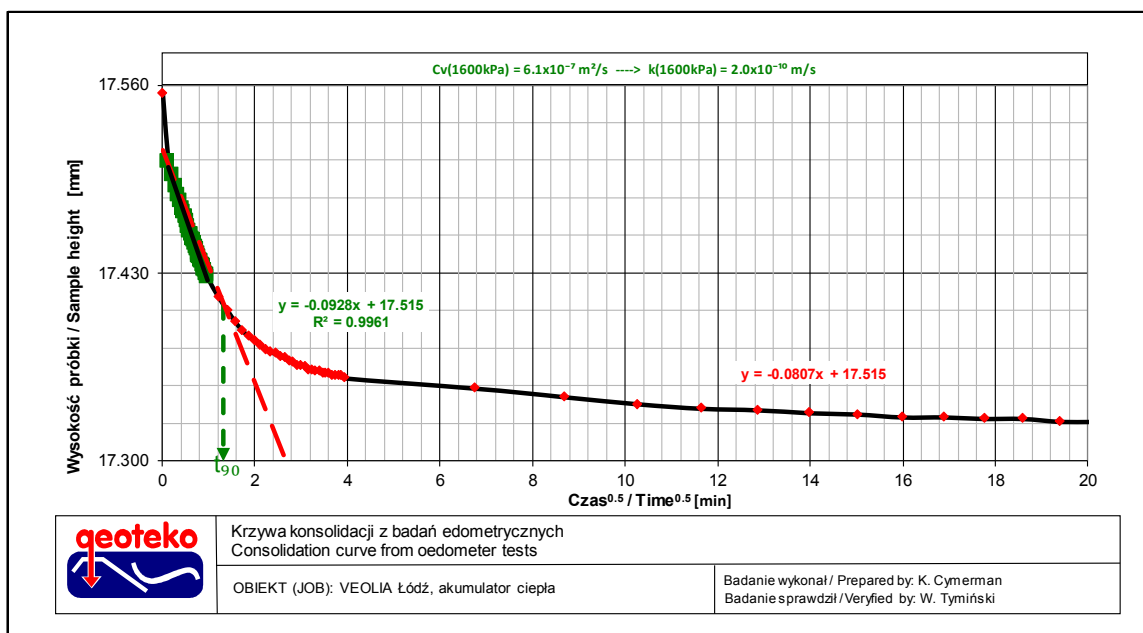
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



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



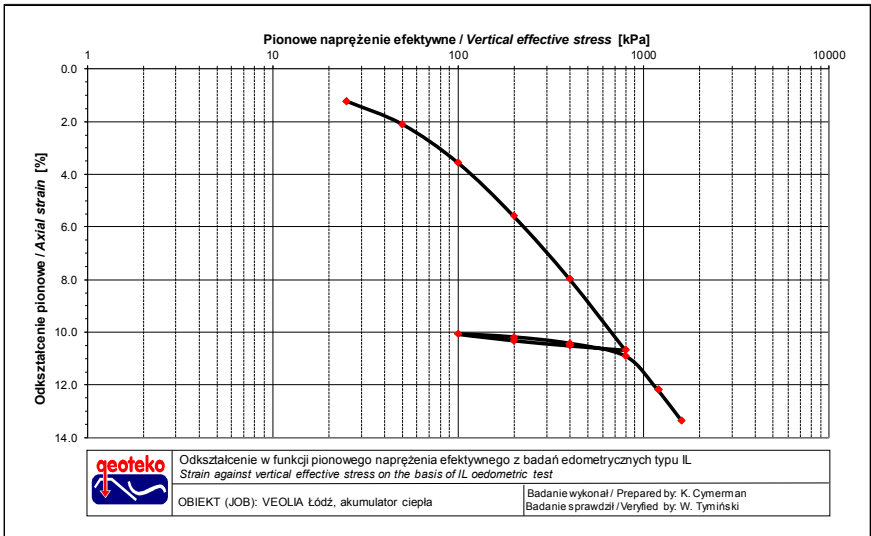
**BADANIE W EDOMETRZE / Oedometer test**  
wg / acc. to **PN-EN ISO 17892-5:2017-06**

<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

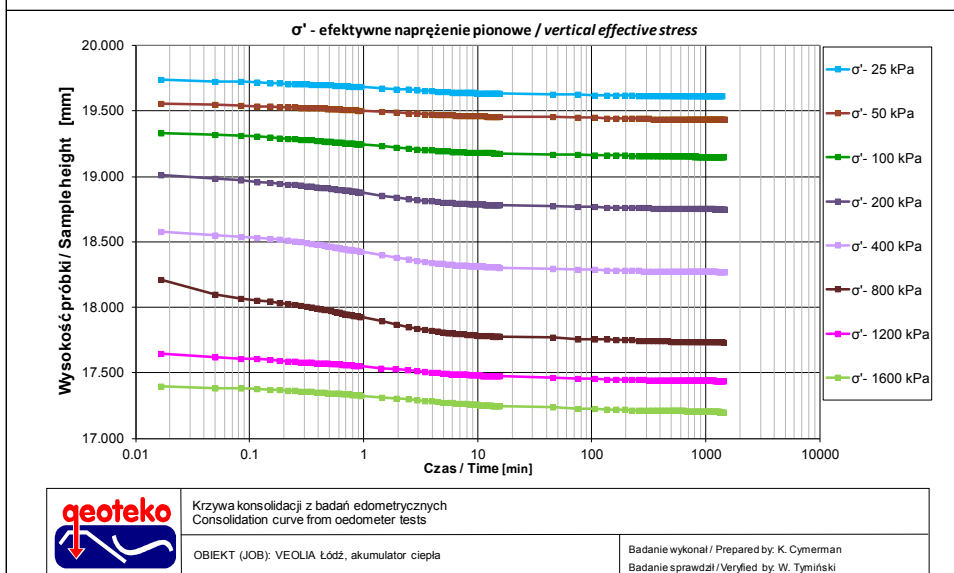
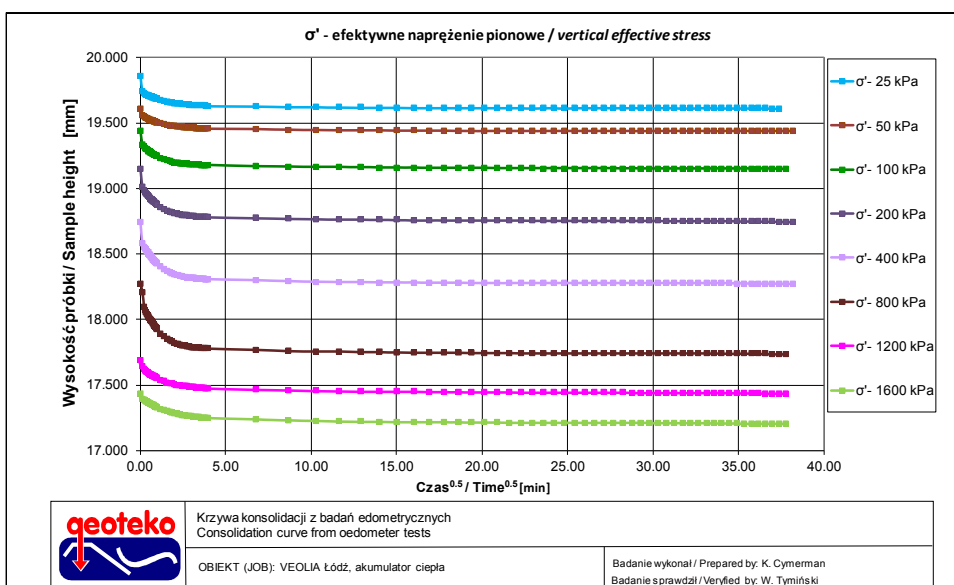
\* Przedrostek k, jeśli wartość zaokrąglona /Prefix # if value assumed

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]		$\epsilon$ [%]	$E_{oed0}$ [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 PN-EN ISO 14688-1: 2018-05	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**

<i>Obiekt / Site:</i>	<i>VEOLIA Łódź, akumulator ciepła</i>
<i>Otwór / Borehole:</i>	<i>OW-2</i>
<i>Głębokość / Depth [m]:</i>	<i>5.00-5.50</i>
<i>Głębokość podpróbki / Detailed depth of subsample [m]:</i>	<i>5.00-5.02</i>
<i>Numer podpróbki / Specimen reference:</i>	<i>-</i>
<i>Numer próbki / Sample_ID:</i>	<i>-</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. Cyerman</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**

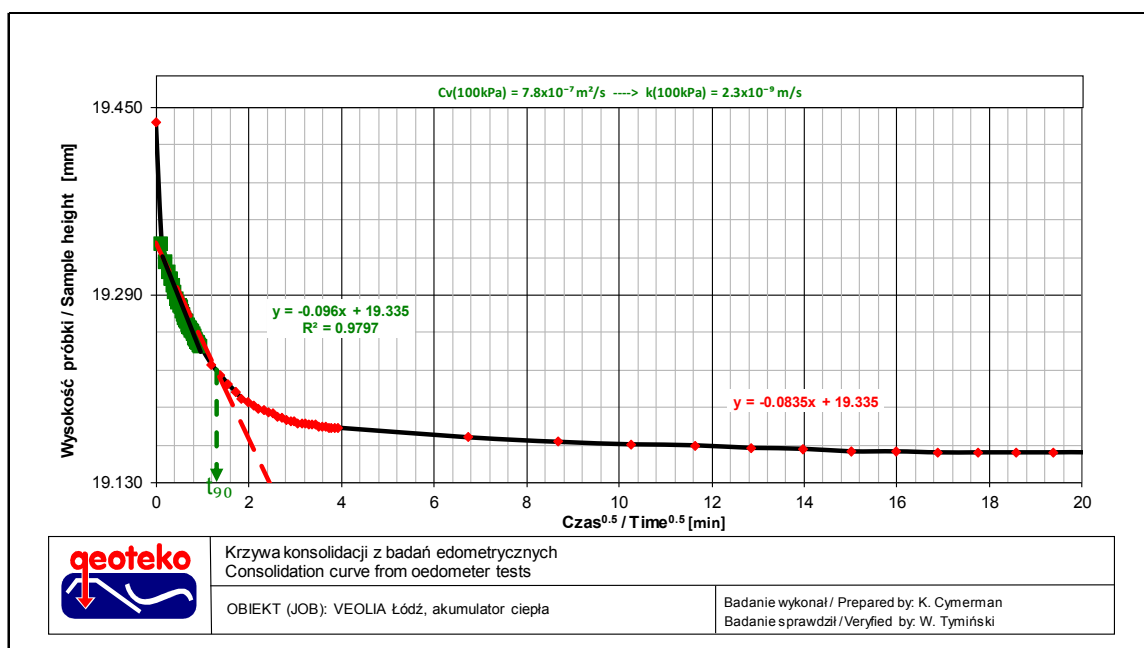
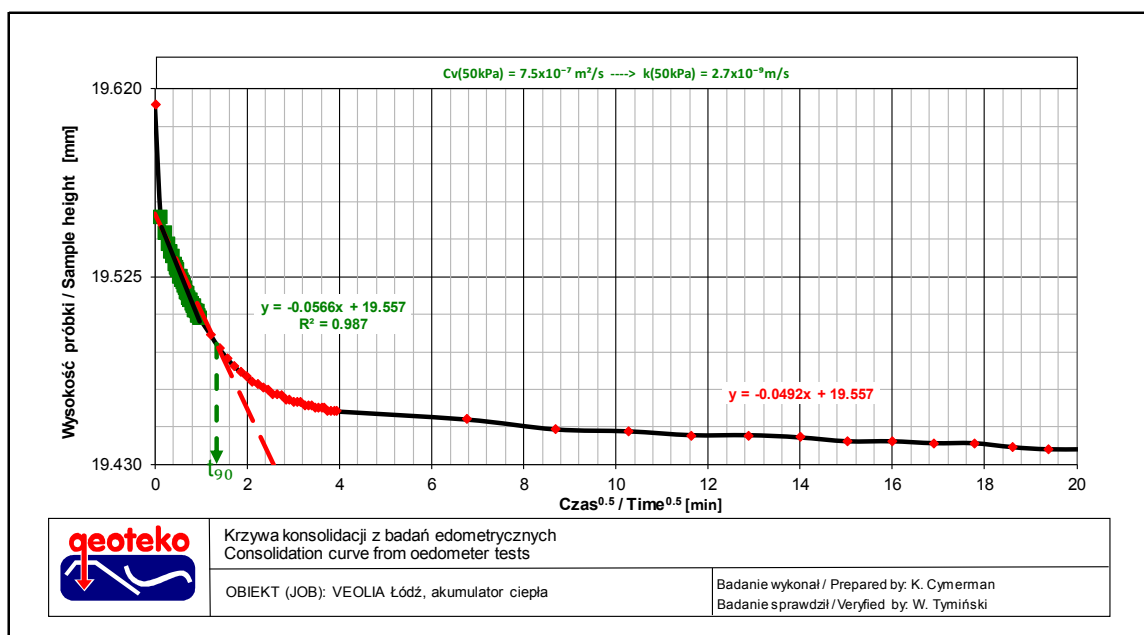


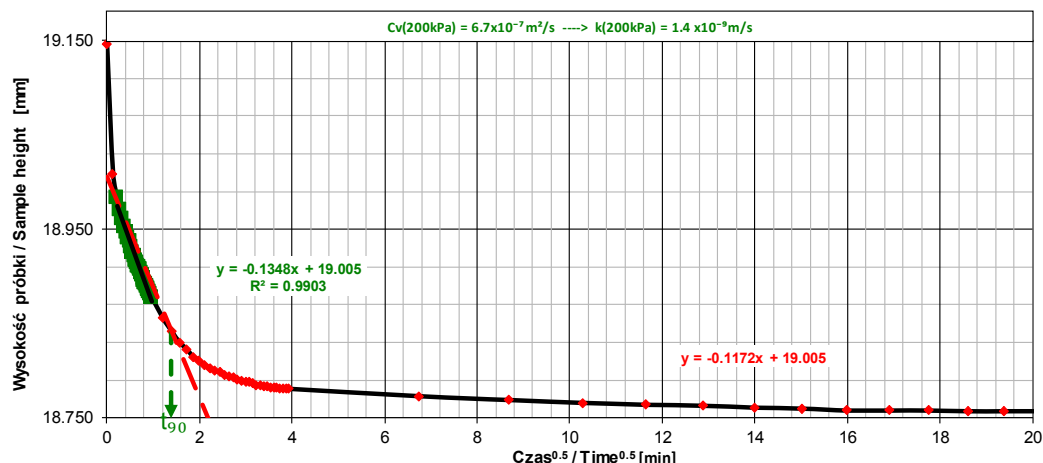
**Opis makroskopowy / Visual description**

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

twardoplastyczny, żółtoszary, bezwapnisty, średniej plastyczności łt z dużą  
ilością piasku  
firm, yellowish grey, non-calcareous, medium plasticity very sandy silty CLAY



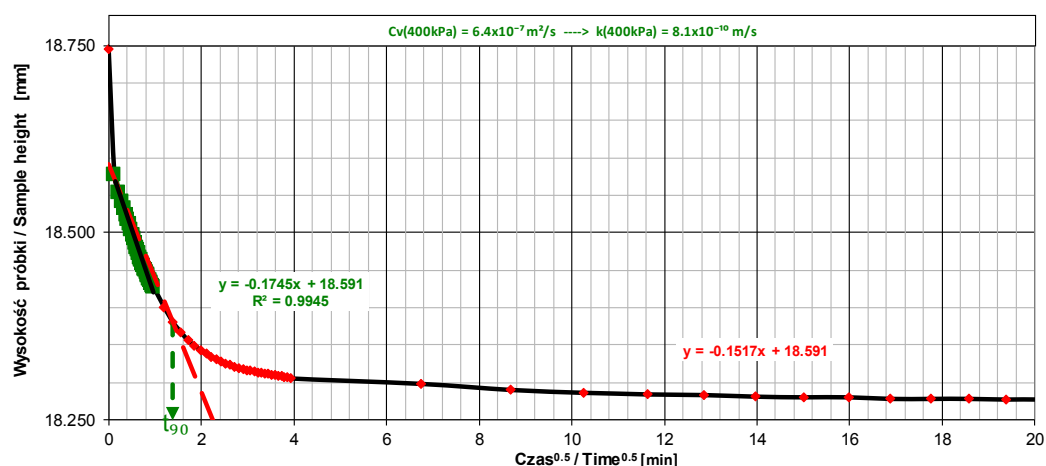




Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

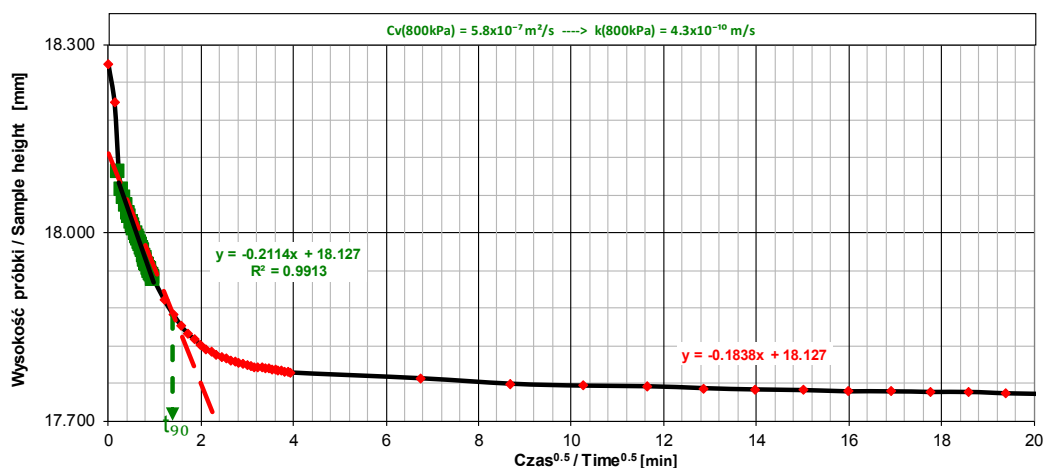
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

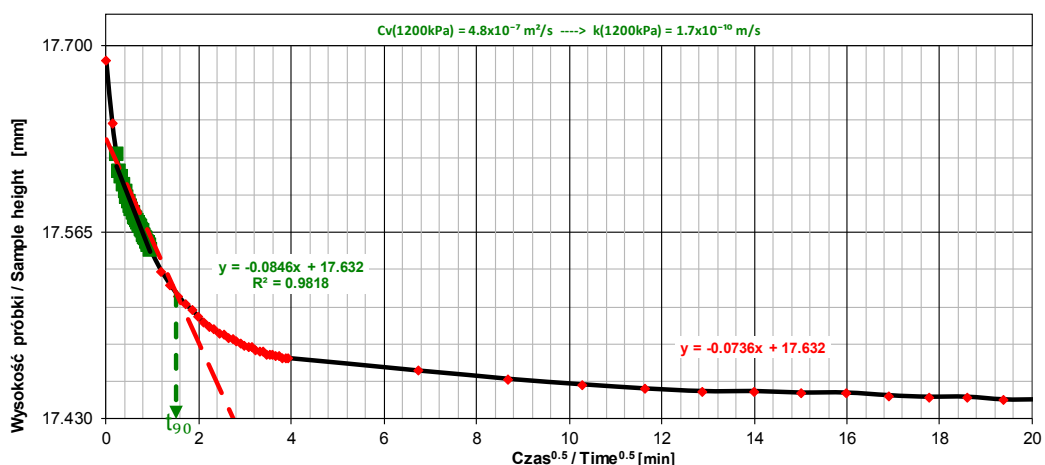
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

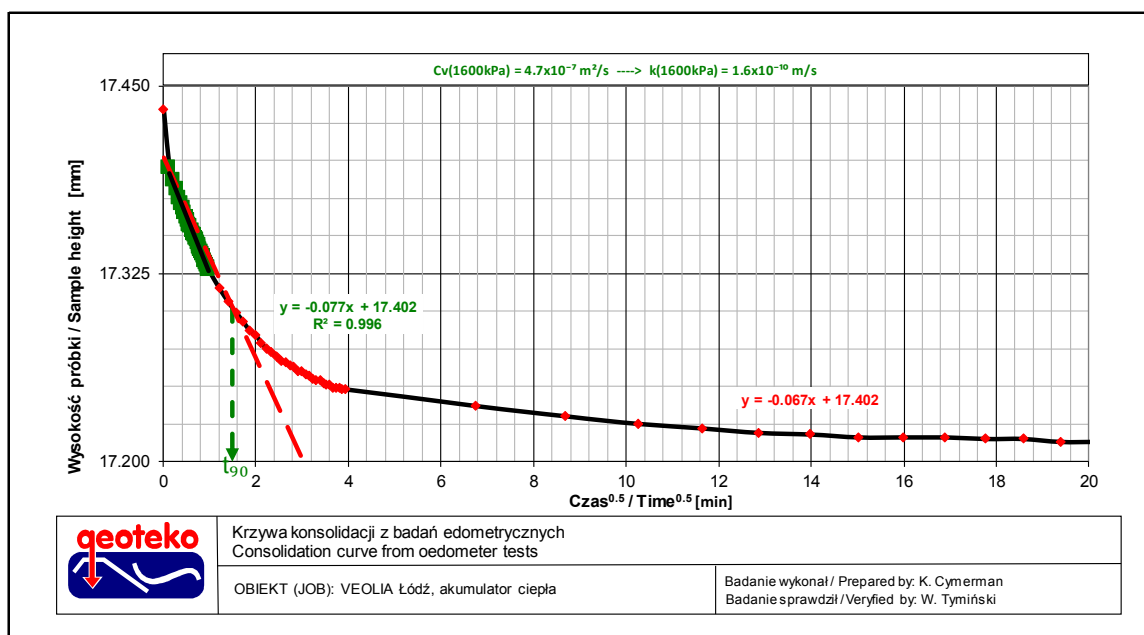
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



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 próbki / 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

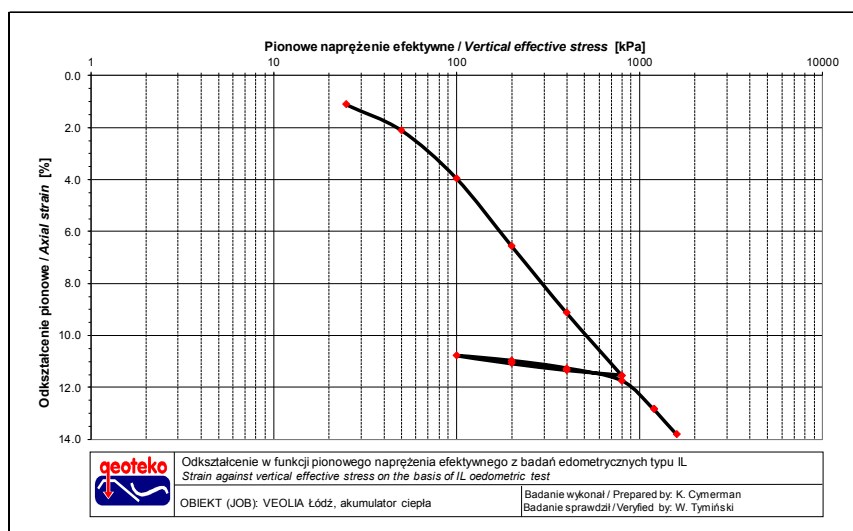
**Badanie wykonał / Prepared by:** K. Cymerman

**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

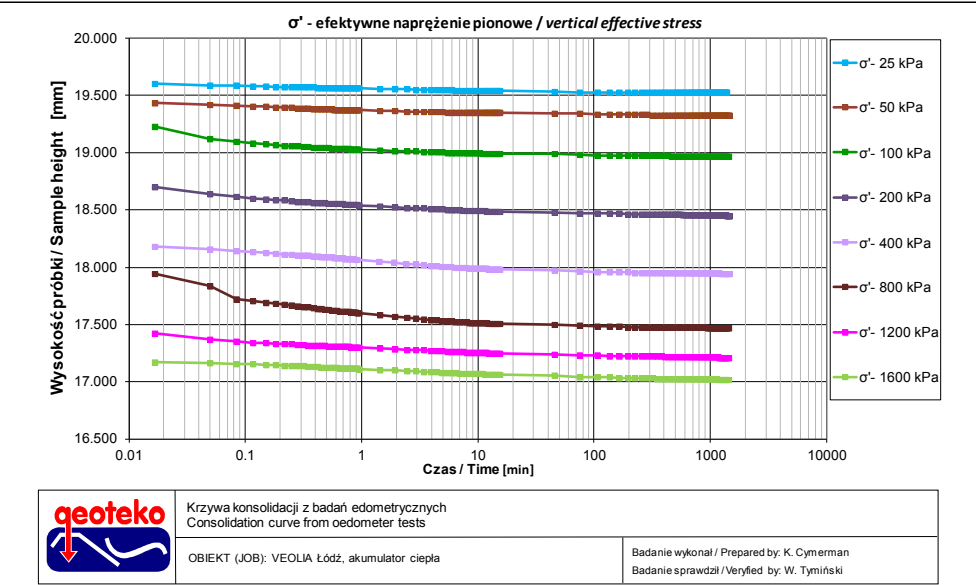
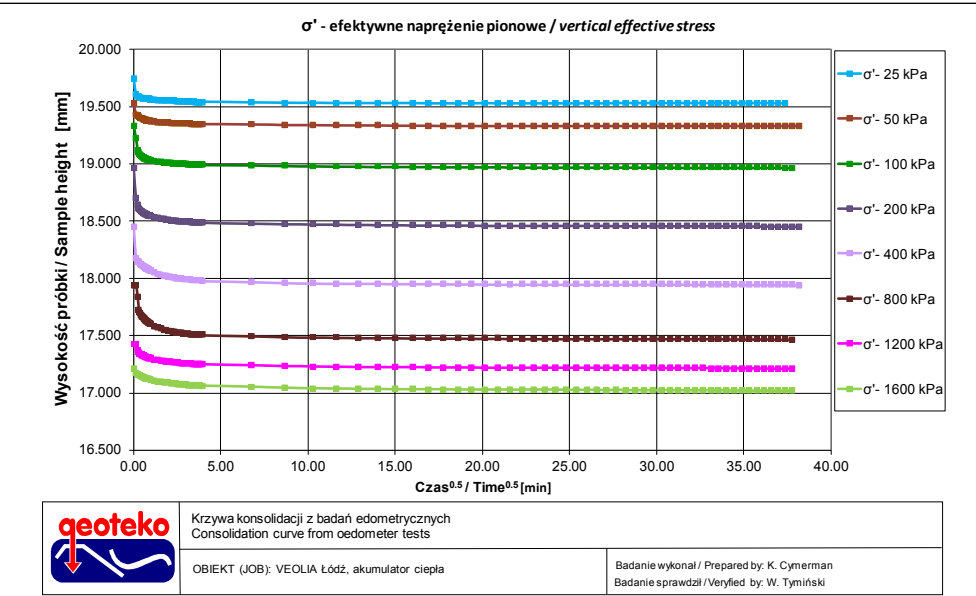
\*Przedrostek #, jeśli wartość założona / Prefix # if value assumed

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 próbki / Detailed depth of subsample [m]:	4.25-4.30
Numer próbki / 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



<b>Opis makroskopowy / Visual description</b>	
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

**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-3</b>
<b>Głębokość / Depth [m]:</b>	<b>4.00-4.60</b>
<b>Głębokość podpróbki / Detailed depth of subsample [m]:</b>	<b>4.25-4.30</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**



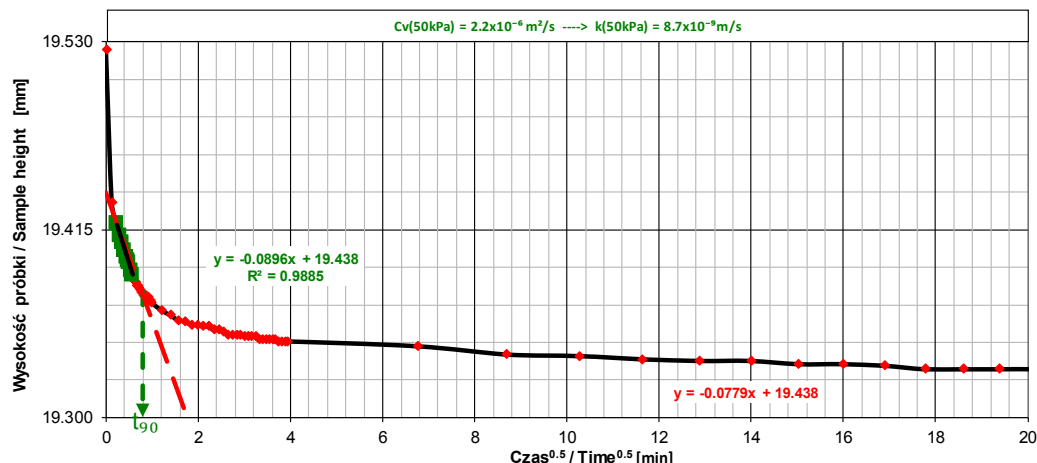
**Zdjęcie próbki po badaniu / Photo of the sample after test**



**Opis makroskopowy / Visual description**

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

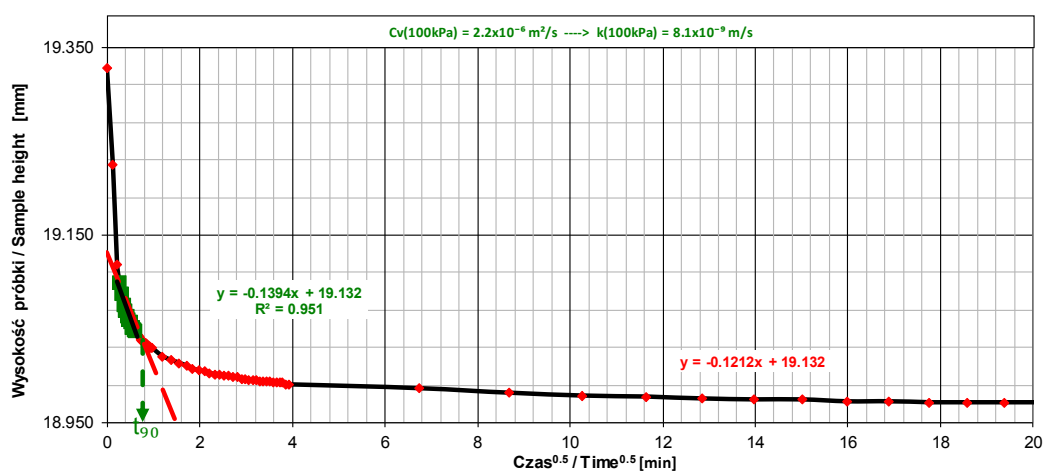
twardoplastyczny/plastyczny, szarobrazowy i szary, bezwapnisty, średniej plastyczności łą z pyłem z dużą  
ilością piasku i małą ilością żwiru  
firm/soft, greyish brown and grey, non-calcareous, medium plasticity slightly gravelly very sandy silty CLAY



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

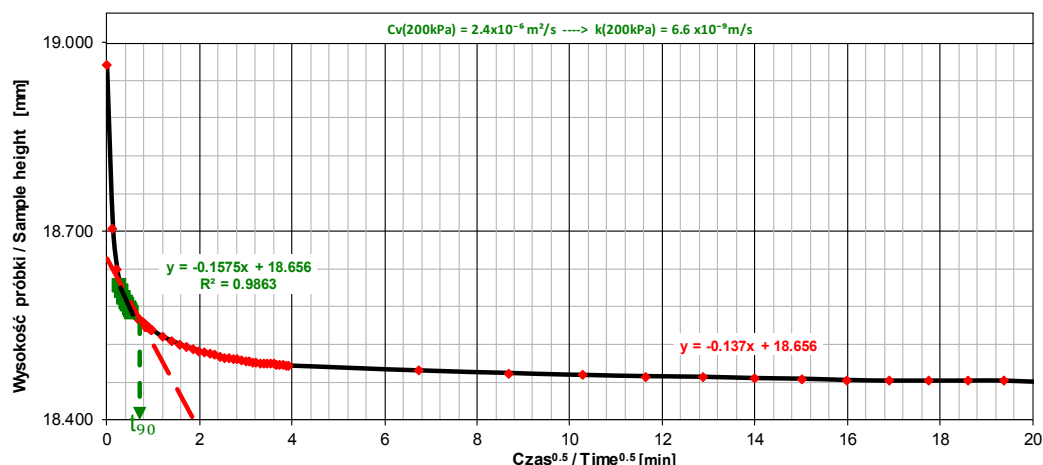


Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

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

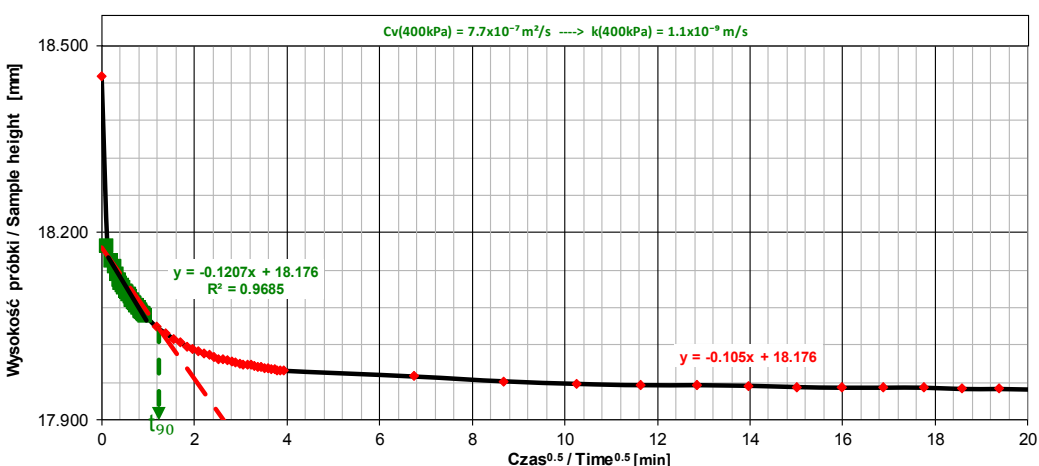




Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

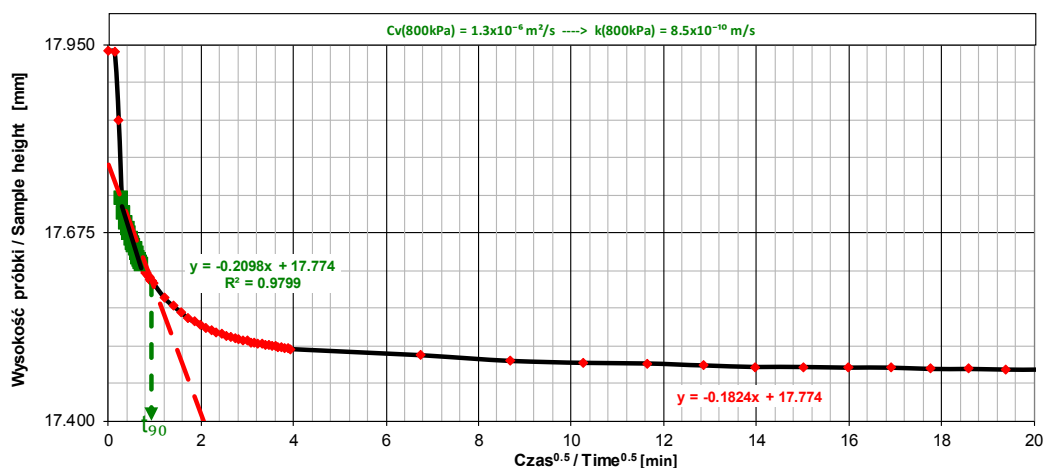
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

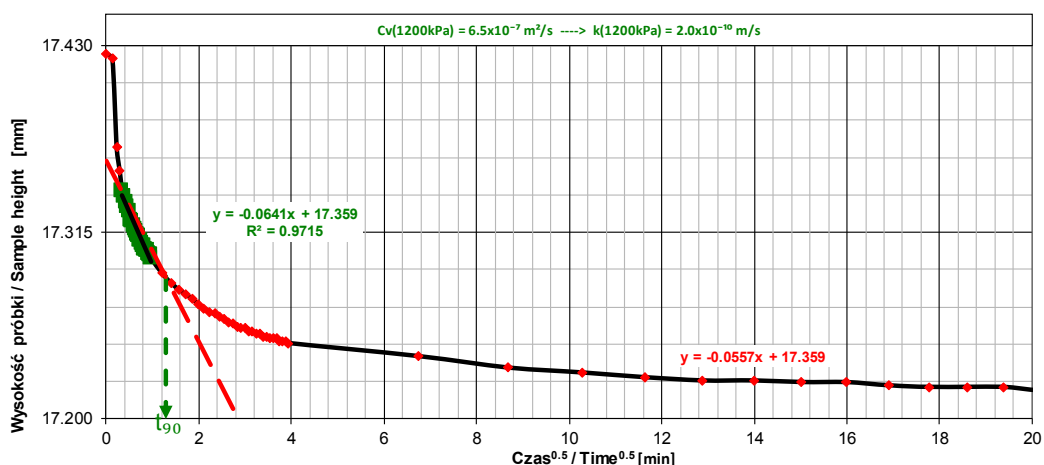
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

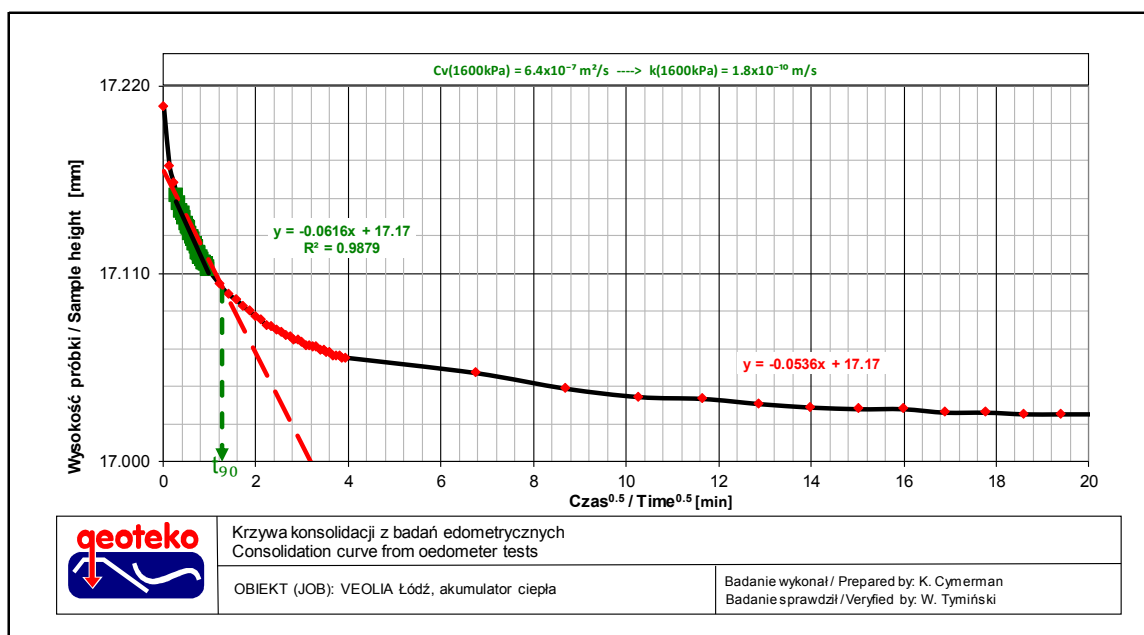
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



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



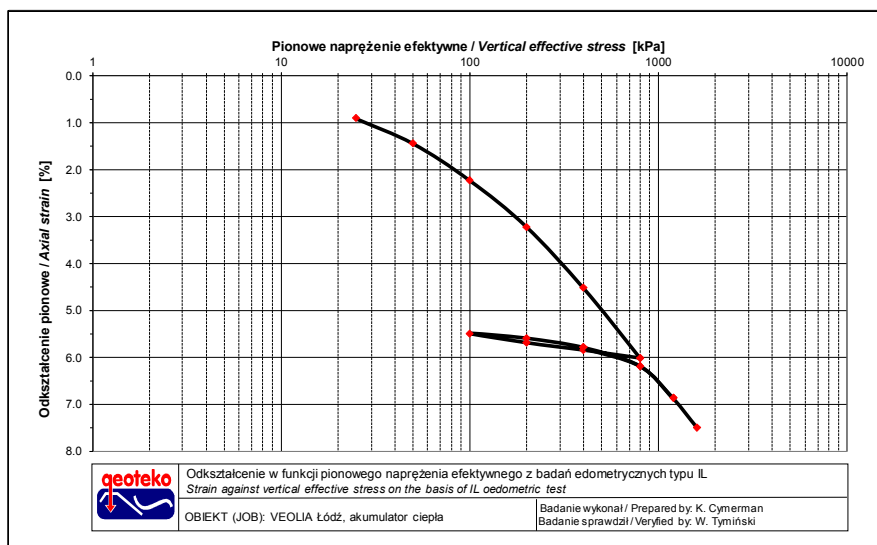
**BADANIE W EDOMETRZE / Oedometer test**  
wg / acc. to PN-EN ISO 17892-5:2017-06

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	4.90-5.30
Głębokość podpróbki / Detailed depth of subsample [m]:	5.25-5.30
Numer podpróbki / 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 method:	Próbka 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]	19.89	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

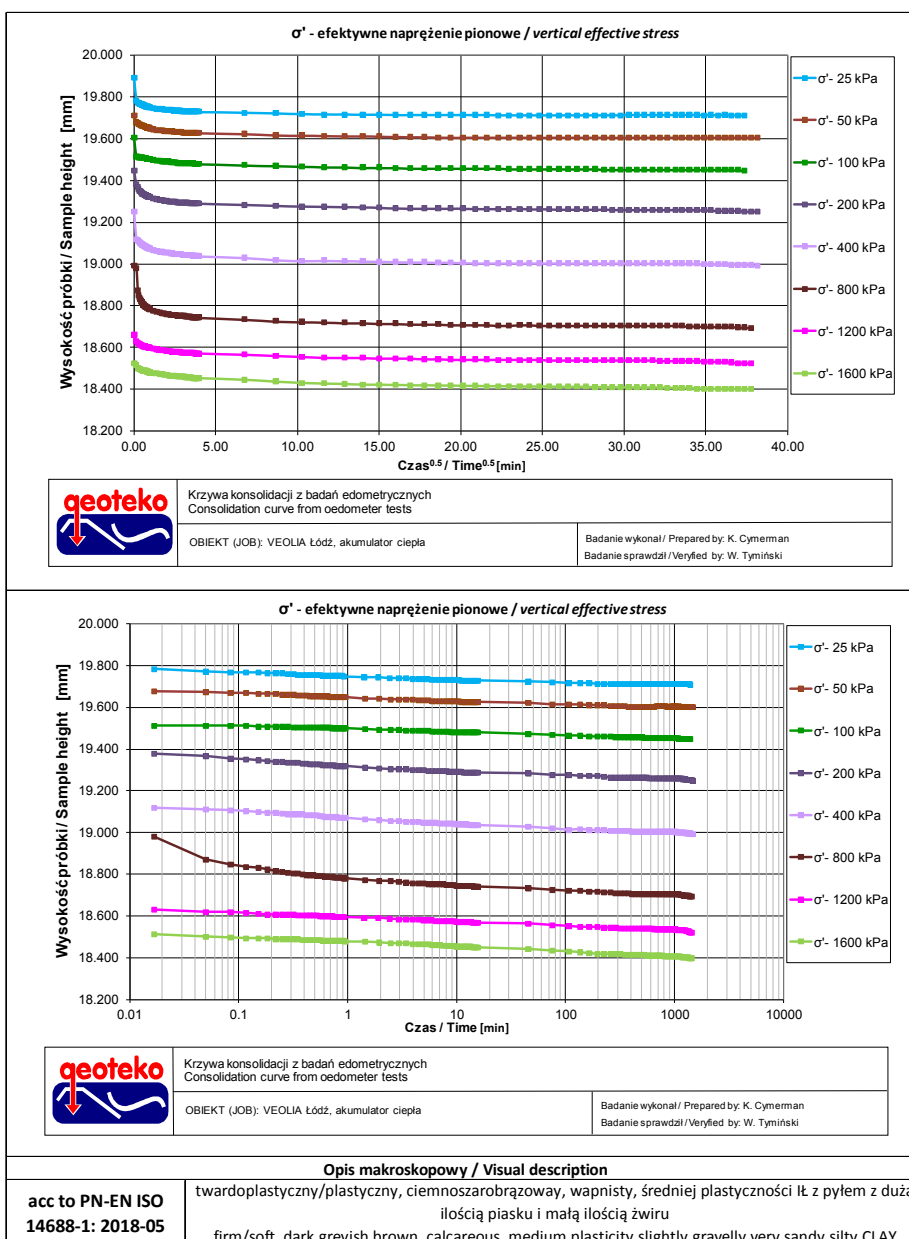
\* Przedrostek #, jeśli wartość założona / Prefix # if value assumed

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 podpróbki / Detailed depth of subsample [m]:	5.25-5.30
Numer podpróbki / 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



**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. Cyerman</i>
<i>Badanie sprawdził / Verified by:</i>	<i>W. Tymiński</i>

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



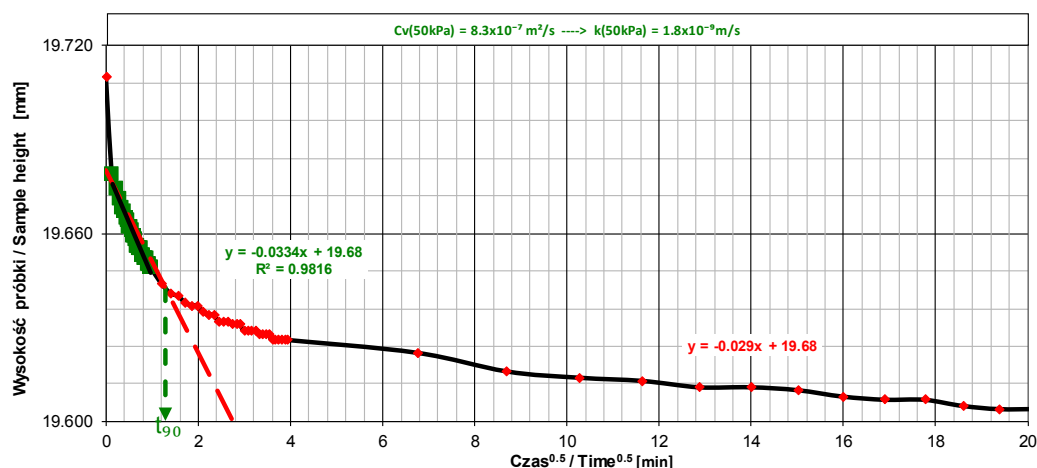
**Zdjęcie próbki po badaniu / Photo of the sample after test**



**Opis makroskopowy / Visual description**

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

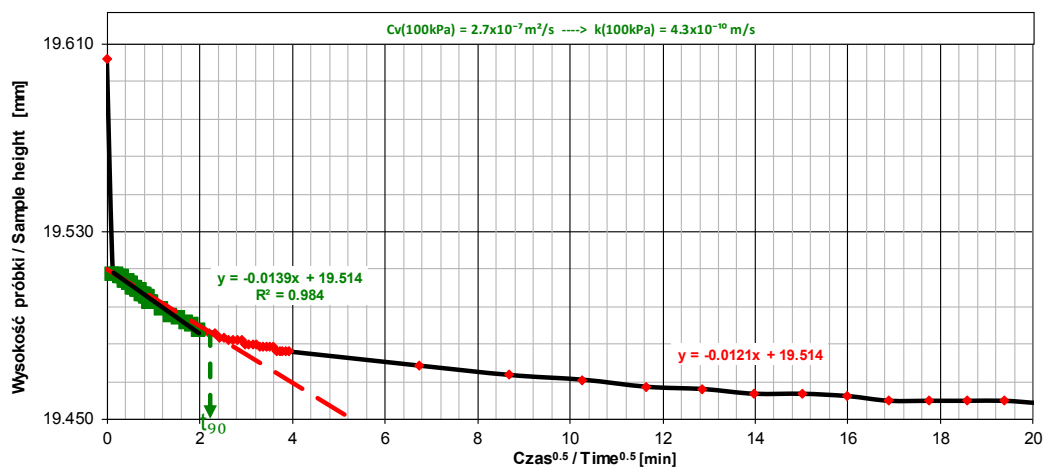
twardoplastyczny/plastyczny, ciemnoszarobrazowy, wapnisty, średniej plastyczności łą z pyłem z dużą ilością  
piasku i małą ilością żwiru  
firm/soft, dark greyish brown, calcareous, medium plasticity slightly gravelly very sandy silty CLAY



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

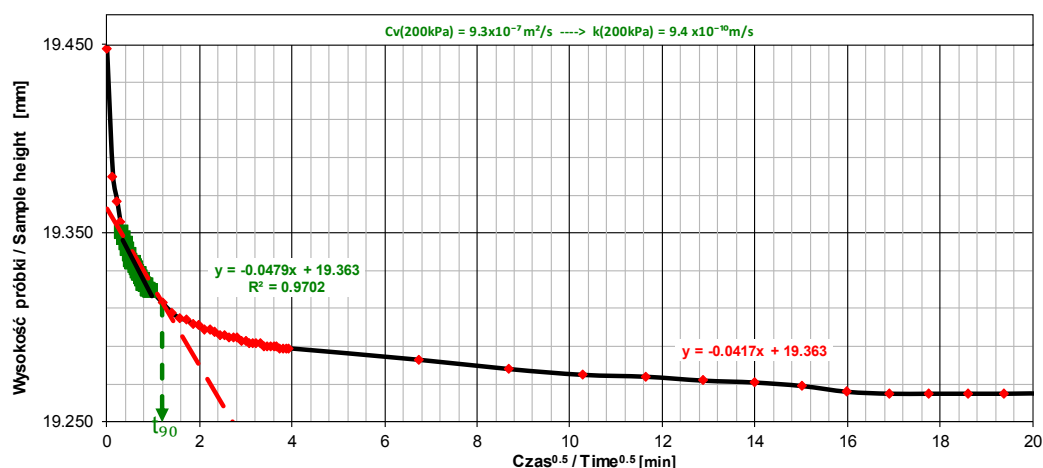
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

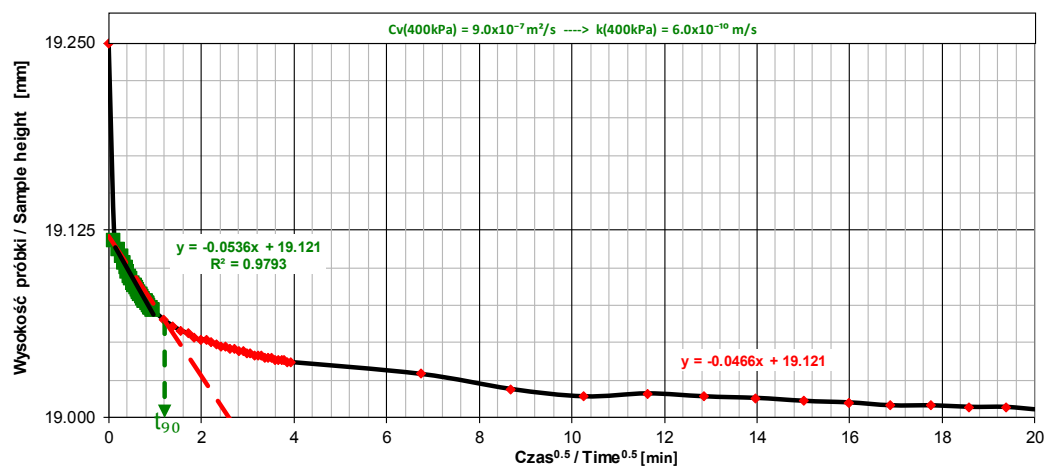
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIĘKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

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

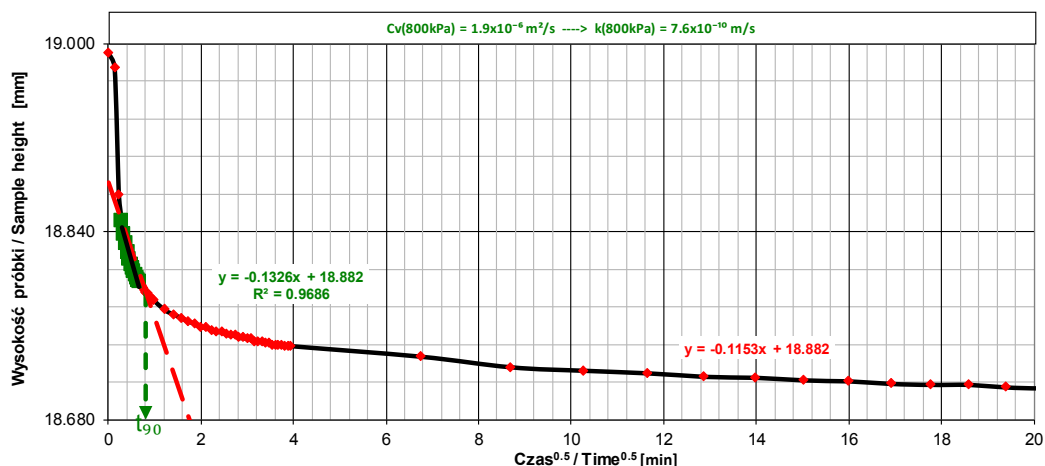


Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIĘKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

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

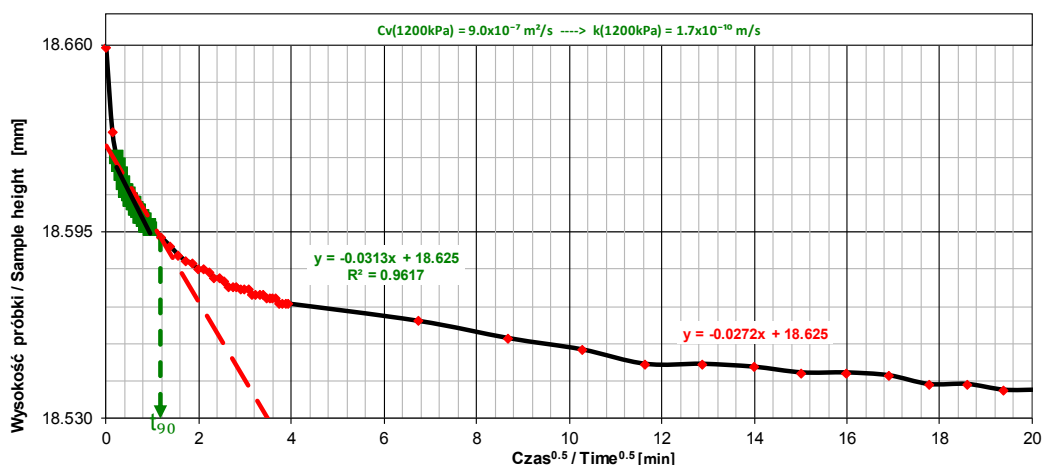




Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

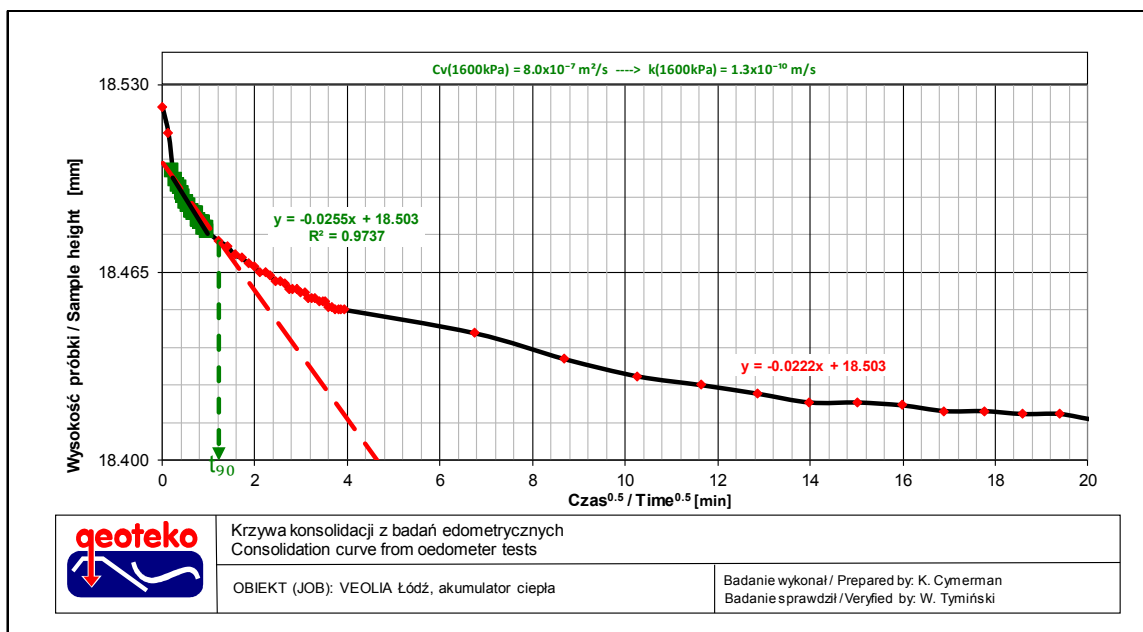
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



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.*

**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 Szwagrzak**  
Specjalista Działu  
Analiz Raportów

**Podpis:**

Joanna Szwagrzak  
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
<u>Informacja:</u> 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
<u>Informacja:</u> 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



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

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



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

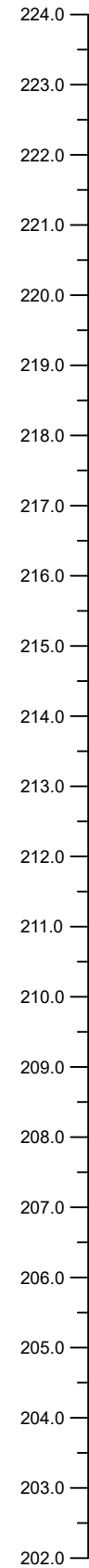
## **PRZEKROJE GEOTECHNICZNE**





H [m n.p.m.]

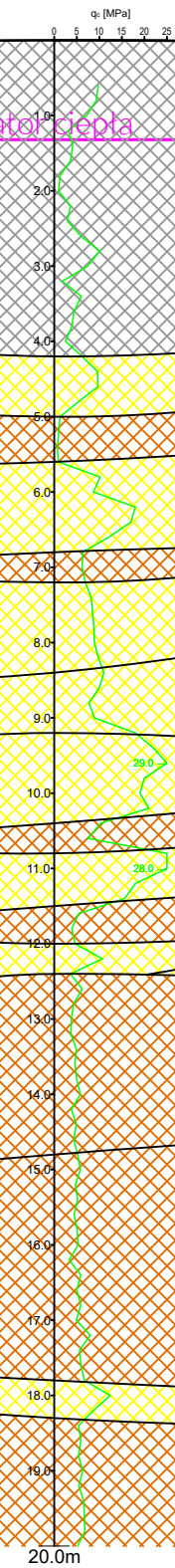
**OW-2**  
222.93



odległości między  
punktami [m]

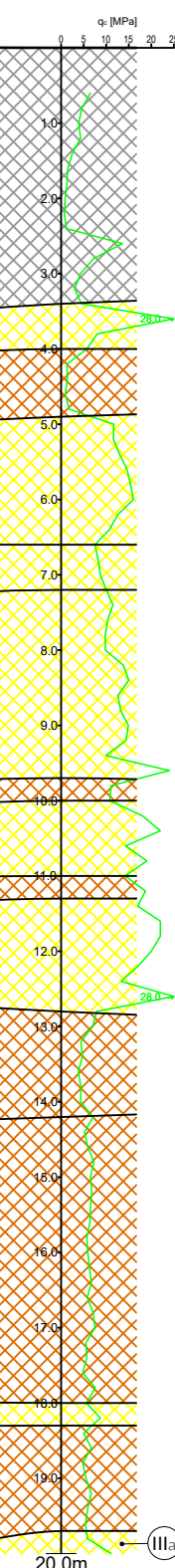
15.51

**CPT-1**  
223.05

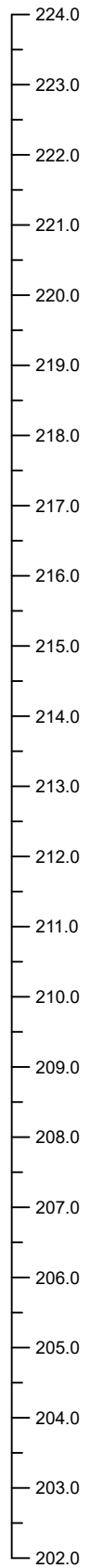


18.41

**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
- Poziom swobodnego zwierciadła wód gruntowych
- Poziom swobodnego i ustabilizowanego zwierciadła wód gruntowych
- 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

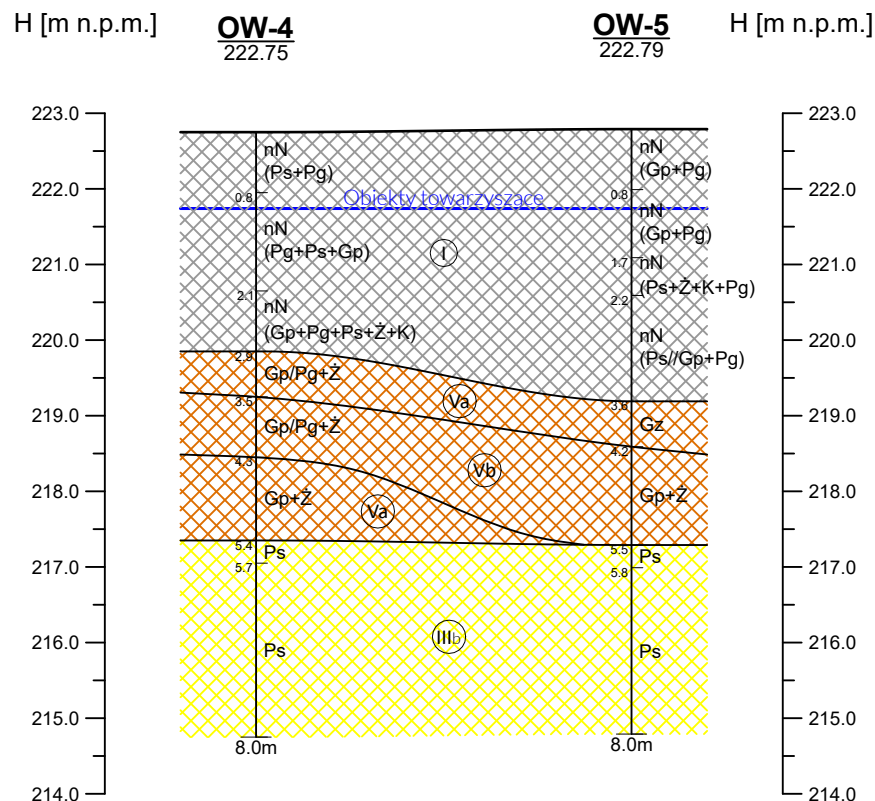
Tytuł:  
**Przekrój geotechniczny II - II'**

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









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

#### 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
- 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: 100  
200

Nr załącznika:

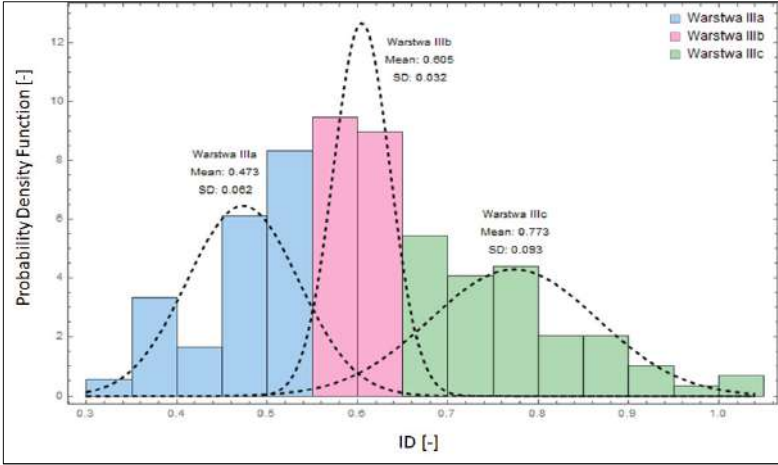
Zał. nr 7.4

Tabela nr 3. Zestawienie właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów

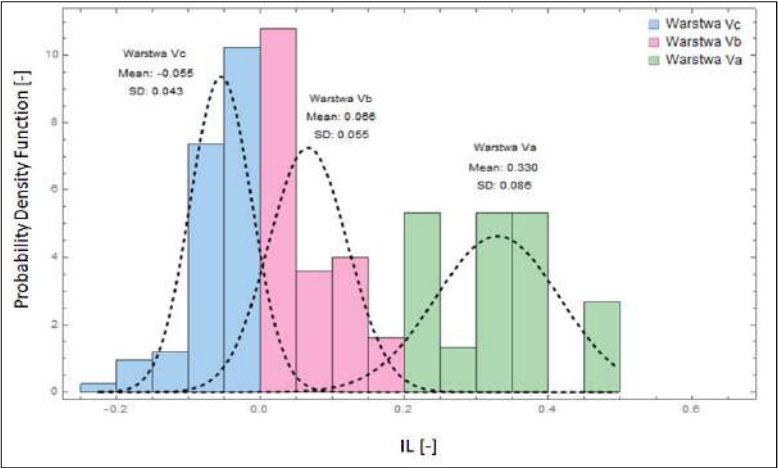
Wydzielenia geologiczno-inżynierskie					wg PN-81/B-03020						wg CPT		Parametry wyznaczone w aparacie trójosiowego ściskania				Edometr	
Nr warstwy geologiczno-inżynierskiej	Dominujący rodzaj gruntu	Stan gruntu (średnia) $I_L$	Stan gruntu (średnia) $I_b$	Odchylenie standardowe dla warstwy	Symbol gruntów spoistych	Gęstość objętościowa	Kąt tarcia wewnętrznego	Spójność	Edometryczny moduł ściśłościwości pierwotnej	Edometryczny moduł ściśłościwości wtórnej	Średnia wartość oporu na stożku	Wytrzymałość na ścinanie w warunkach bez odpyływu	W warunkach z odpyływem w odniesieniu do naprężeń efektywnych		Moduł odkształcenia dla $\sigma_v'=50$ kPa		Moduł ściśłościwości dla naprężeń pionowych 200 - 400 kPa	
						$\rho^{(n)}$	$\phi_e^{(n)}$	$c_e^{(n)}$	$M_0$	M			Kąt tarcia wewn.	Spójność	$E_{\epsilon=0.1\%}$	$E_{\epsilon=0.5\%}$	Mo	M
						[t/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kPa]	[MPa]	[MPa]			q <sub>c</sub>	Su	φ'	c'	[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  $I_p$  dla warstw: IIIa, IIIb i IIIc



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

Nazwa obiektu budowlanego	<b>Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4</b>	
Adres obiektu budowlanego	województwo: łódzkie; powiat: m. Łódź; miejscowość: Łódź; ulica: Jadzi Andrzejewskiej; nr domu: 5; kod pocztowy: 92-550	
Kategoria obiektu budowlanego	VIII, XVIII, XIX	
Jednostka ewidencyjna, obręb i numer ewidencyjny działki	jednostka ewidencyjna: 106106_9; obręb ewidencyjny: W-32; nr ewidencyjny: 56/228	
Nazwa i adres Inwestora		<b>Veolia Energia Łódź S.A.</b> województwo: łódzkie; powiat: m. Łódź; miejscowość: Łódź; ulica: Jadzi Andrzejewskiej; nr domu: 5; kod pocztowy: 92-550
Nazwa i adres jednostki projektowania		<b>PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Spółka z o. o.</b> województwo: łódzkie; powiat: m. Łódź; miejscowość: Łódź; ulica: aleja 1-go Maja; nr domu: 87; kod pocztowy: 90-755

## PROJEKT GEOTECHNICZNY

**Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła**

Opracował:	mgr inż. <b>Jarosław SZYDŁOWSKI</b> nr upr.: 238/94/WŁ specjalność: konstrukcyjno-budowlana nr członkowski OIIB: ŁOD/BO/2451/02	
Sprawdził:	mgr inż. <b>Krzysztof SOŁTYSZEWSKI</b> nr upr.: 298/90/WŁ specjalność: konstrukcyjno-budowlana nr członkowski OIIB: ŁOD/BO/2511/02	

Nr dokumentu	<b>WHAL-PBM-07NDx00-CIV-TED-0002</b>
--------------	--------------------------------------

Łódź, 20 lutego 2025 r.	Nr strony:	1
	Ilość stron:	11

## 1 PODSTAWA FORMALNA

Podstawą formalną opracowania niniejszego Projektu Geotechnicznego jest zlecenie wystawione przez Zleceniodawcę – Veolia Energia Łódź S.A., ul. Jadzi Andrzejewskiej 5, 92-550 Łódź.

## 2 OPIS TERENU

Teren projektowanej inwestycji położony jest Łodzi, województwo łódzkie, powiat miejski łódzki, gmina Łódź, na terenie Elektrociepłowni EC4 Veolia Energia Łódź S.A.

Projektowane obiekty zlokalizowane są na działkach o numerze ewidencyjnym 56/228, z obrębu ewidencyjnego W-32 i jednostki ewidencyjnej 106106\_9.

Pod ziemią przebiegają sieci m.in. elektroenergetyczne, wodociągowe, kanalizacyjne i gazowe.

## 3 OPIS PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI BUDOWLANEJ

Niniejszy Projekt Geotechniczny dotyczy I etapu realizacji inwestycji:

„Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4”.

Etap I realizacji inwestycji dotyczy budowy / przebudowy zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła.

Realizacja etapu I inwestycji obejmuje:

a) Prace związane z przebudową istniejących obiektów:

- przebudowa istniejącego budynku przepompowni,
- przebudowa istniejącego budynku rozdzielni elektrycznej.

b) Prace związane z budową nowych obiektów:

- budowa akumulatora ciepła,
- budowa pompowni.

c) Obiekty budowlane niebędące budynkami:

- budowa fundamentów i konstrukcji wsporczych projektowanej estakady pomiędzy akumulatorem ciepła a pompowniami,
- budowa fragmentu instalacji kanalizacji przemysłowej,
- budowa fragmentu instalacji kanalizacji deszczowej,
- budowa i przebudowa fragmentów układu drogowego,
- budowa i przebudowa instalacji elektroenergetycznej,
- przebudowa fragmentów uzbrojenia terenu.

### 3.1 Projektowany budynek pompowni

Budynek pompowni zaprojektowano jako obiekt jednokondygnacyjny, bez podpiwniczenia.

Konstrukcja budynku mieszana: murowano-stalowa.

Budynek posadowiony na płycie fundamentowej (oczepowej) posadowionej na palach wierconych CFA.

Ściany zewnętrzne stanowią płyty warstwowe montowane do konstrukcji stalowej w układzie poziomym z wyjątkiem ściany oddzielenia ppoż. projektowanej z bloczków betonowych.

Dach w konstrukcji stalowej, docieplony wełną mineralną i przekryty papą termozgrzewalną.

Budynek dedykowany technologii powiązanej z projektowanym akumulatorem ciepła.

Podstawowym wyposażeniem technologicznym pompowni wody sieciowej na potrzeby układu akumulatora ciepła będą agregaty pompowe wody sieciowej.

W ramach kompletowania wyposażenia pompowni przewiduje się również zainstalowanie wytwornicy azotu lub opcjonalnie generatorów pary dla potrzeb wytworzenia poduszki w akumulatorze ciepła.

Posadowienie budynku pośrednie na 29 palach CFA o średnicy 60 cm i długości 13 m zwieńczonych żelbetową, monolityczną płytą oczepową gr. 50 cm.

### 3.2 Projektowany akumulator ciepła

Akumulator ciepła zaprojektowano jako stalowy, pionowy zbiornik wolnostojący, posadowiony na kołowej płycie fundamentowej (oczepowej) posadowionej na palach wierconych typu CFA.

Obiekt o wysokości 74,20 m.

Płaszcz i dach zbiornika akumulatora ciepła izolowany wełną mineralną. Izolacja pokryta blachą.

Dach zbiornika przekryty blachą na konstrukcji stalowej, izolowanej wełną mineralną zabezpieczoną powłoką z membrany PCV.

Na obwodzie dachu zbiornika akumulatora ciepła przewidziano pomosty obsługowe w konstrukcji stalowej przekryte kratami pomostowymi ażurowymi oraz zabezpieczone są od strony zewnętrznej balustradami o wysokości min. 1,1 m od poziomu podestów.

Posadowienie pośrednie na 188 palach CFA o średnicy 90 cm i długości 16 m zwieńczonych kołową żelbetową płytą oczepową, monolityczną gr. 200 cm.

### 3.3 Istniejący budynek pompowni

Istniejący budynek pompowni to budynek jednokondygnacyjny, bez podpiwniczenia, wykonany w konstrukcji stalowej.

Konstrukcja dachu stalowa.

Dach jednospadowy przekryty blachą fałdową na płatwiach stężonych poziomo.

W budynku przewiduje się zabudowę nowych pomp.

Budynek posadowiony w sposób bezpośredni na gruncie na ławach fundamentowych.

### 3.4 Istniejący budynek elektryczny

Istniejący budynek elektryczny o budynek jednokondygnacyjny wykonany w konstrukcji murowanej. Konstrukcja dachu stalowa, pokrycie blachą fałdową na płatwiach stalowych opartych na ryglach mocowanych do wieńcy.

Ściany warstwowe mocowane do elementów konstrukcji stalowej.

Budynek podzielono na trzy części:

- pomieszczenie transformatorów w północnej części budynku,
- pomieszczenie rozdzielni elektrycznej w środkowej części budynku,
- pomieszczenie AKPiA w części południowej budynku.

Budynek posadowiony w sposób bezpośredni na gruncie na ławach fundamentowych.

#### 4 BUDOWA GEOLOGICZNA I WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

Szczegółowy opis warunków geologicznych i hydrogeologicznych został zamieszczony w opracowaniach geotechnicznych wykonanych przez GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geologiczne Spółka z o. o. Warszawa:

- a) „Dokumentacja badań podłoża gruntowego” opracowana w lutym 2024 r.,
- b) „Dokumentacja geologiczno-inżynierska” opracowana w styczniu 2024 r.

Poniżej przedstawiono uproszczony opis warunków gruntowych oraz wodnych.

##### 4.1 Warunki gruntowe

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).

Wydzielono 5 zasadniczych warstw geotechnicznych, w warstwach III i V wydzielono dodatkowo podwarstwy.

**Warstwa geotechniczna I** to nasypy antropogeniczne o maksymalnej stwierdzonej miąższości wynoszącej ok. 4,2 m.

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 geotechniczna 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  $I_D = 0,60$ .

**Warstwa geotechniczna III** to 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 geotechniczna IV** to niewielkie soczewki pospółki, która znajduje się w stanie średniozagęszczonym,  $I_D = 0,47$ .

**Warstwa geotechniczna V** to plejstoceńskie, 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).

#### 4.2 Model podłoża gruntowego

Model podłoża gruntowego przygotowano na podstawie opracowań geotechnicznych wykonanych przez GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geologiczne Spółka z o. o. Warszawa:

- „Dokumentacja badań podłoża gruntowego” opracowana w lutym 2024 r.,
- „Dokumentacja geologiczno-inżynierska” opracowana w styczniu 2024 r.

Stanowi on podstawę do wykonania obliczeń fundamentów.

Model podłoża gruntowego przedstawiono na rysunkach dołączonych na końcu niższego opisu – Załącznik 3.1.

#### 4.3 Warunki wodne

Wodę gruntową stwierdzono w większości wykonanych wierceń.

Nie tworzy ona ciągłego poziomu, lecz występuje na różnych głębokościach od powierzchni terenu, w oddzielnych zagłębieniach stropu gruntów spoistych.

W części otworów natrafiono na wodę zbierającą się na powierzchni terenu po ulewnym deszczu, który miał miejsce w przeddzień badań terenowych. Woda powoli wsiąkała w podłoże, okresowo nawadniając stropowe partie gruntu, a w okresach bezdeszczowych zanika.

W części nawiercono wodę na głębokościach od 1,5 m do 10,0 m poniżej powierzchni terenu. Są to tzw. wody zawieszone, najczęściej o zwierciadle swobodnym.

W pięciu wierceniach wody gruntowej nie stwierdzono.



## 5 OBUDOWA I ZABEZPIECZENIE WYKOPÓW

Płyty oczepowe (fundamentowe) posadowione będą na:

- dla akumulatora ciepła na rzędnej ok. 221 m n.p.m., tj. na głębokości ok. 2 m poniżej poziomu terenu,
- dla projektowanego budynku pompowni na rzędnej ok. 228 m n.p.m., tj. na głębokości ok. 70 cm poniżej poziomu terenu.

Prace będą realizowane w wykopach zabezpieczonych skarpami.

## 6 OKREŚLENIE SZKODLIWOŚCI ODDZIAŁYWANIA WÓD GRUNTOWYCH NA OBIEKTY BUDOWLANE I SPOSOBÓW PRZECIWDZIAŁANIA TYM ZAGROŻENIOM

Poziom posadowienia płyt oczepowych (fundamentowych) akumulatora ciepła oraz budynku projektowanej pompowni znajdują się powyżej poziomu wody gruntowej.

### 6.1 Agresywność wody gruntowej w stosunku do betonu

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

## 7 ZAGROŻENIA NA ETAPIE WYKONYWANIA WYKOPÓW

W trakcie prowadzenia prac fundamentowych możliwe jest wystąpienie następujących zagrożeń:

- rozluźnienie gruntów piaszczystych,
- pozostawienie w dnie wykopu piasków rozluźnionych w skutek kontaktu ze sprzętem budowlanym,
- możliwość występowania w obrębie morenowych gruntów spoistych kamieni / głazów narzutowych utrudniających wykonanie pali,
- obciążenie (w tym dynamiczne) maszynami budowlanymi,
- możliwość uszkodzenia niezinventaryzowanych elementów uzbrojenia terenu.

## 8 WYTYCZNE GEOTECHNICZNE DLA ZAPEWNIENIA WYMAGANEJ JAKOŚCI ROBÓT ZIEMNYCH I SPECJALISTYCZNYCH ROBÓT GEOTECHNICZNYCH

Na etapie wykonywania specjalistycznych robót geotechnicznych:

- przed przystąpieniem do wszelkich prac należy przeprowadzić inwentaryzację istniejącego uzbrojenia podziemnego,
- podłoże budowlane należy przygotować przy użyciu koparek wyposażonych w gładkie łyżki, tak aby nie naruszyć naturalnej struktury gruntu,
- należy wykonać zagęszczenie powierzchniowej warstwy piaszczystego dna wykopów rozluźnionych na skutek kontaktu ze sprzętem budowlanym, zagęszczenie należy wykonać przy wilgotności gruntu zbliżonej do wilgotności optymalnej,



- wszelkie prace prowadzone w bezpośrednim sąsiedztwie istniejących konstrukcji powinny być prowadzone małymi obszarami, tak aby w żadnym momencie nie spowodować zagrożenia utraty ich stateczności,
- należy zapewnić podłoże dla bezpiecznej pracy palownicy, platformę należy wykonać z kruszywa zagęszczonego do wskaźnika zagęszczenia  $I_s \geq 0.95$ ,
- konieczny jest nadzór geologiczny w czasie prowadzonych robót, odbiory (gruntu w dnie wykopu, zagęszczenia nasypów) będą wykonywane przez uprawnionego geologa z wpisem do Dziennika Budowy,
- wszelkie roboty ziemne i budowlano-montażowe należy prowadzić zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami dotyczącymi prowadzonych robót, pod nadzorem osób do tego uprawnionych oraz zgodnie z normami i przepisami BHP oraz wewnętrznymi przepisami BHP dotyczącymi prowadzenia robót w Veolia Energia Łódź S.A. ,

## 9 CZĘŚCIOWE WSPÓŁCZYNNIKI BEZPIECZEŃSTWA DO OBLICZEŃ GEOTECHNICZNYCH

Częściowe współczynniki bezpieczeństwa uwzględniają możliwość niekorzystnych odchyłeń od wartości charakterystycznych oraz niepewność modelu teoretycznego obciążenia.

Wykorzystywane są w obliczeniach sprawdzających stany graniczne nośności i użyteczności.

W Polsce, w sytuacji obliczeniowej przejściowej i trwałej, załącznik krajowy PN-EN 1997-1:2008 / Ap2 „Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne” zaleca stosowanie wartości współczynników zamieszczonych w załączniku A.

Współczynniki zostały podzielone na zestawy:

- $A_i$  - do oddziaływań lub efektów oddziaływań,
- $M_i$  - do parametrów gruntowych,
- $R_i$  - do oporów lub nośności.

Zgodnie z załącznikiem krajowym PN-EN 1997-1:2008 / Ap2 „Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne” w Polsce przyjęto następujące podejścia obliczeniowe:

- podejście 3 przy sprawdzaniu stateczności ogólnej,
- podejście 2\* przy sprawdzaniu pozostałych stanów granicznych.

W podejściu obliczeniowym 2\* wartość obliczeniową oporu granicznego wyznacza się pod działaniem wartości charakterystycznych oddziaływań, a nie obliczeniowych jak w przypadku normowego podejścia 2.

Wobec tego współczynnik częściowy do oddziaływań  $\gamma_F = 1,0$ .

Sprawdzenie stanu granicznego nośności (GEO) polega na wykazaniu, że spełniony jest warunek:

$$E_d \leq R_d$$

gdzie:

$E_d$  – wartość obliczeniowa efektu oddziaływań,

$R_d$  – wartość obliczeniowego oporu granicznego podłoża.

W Tabeli 1 przedstawiono zestawienie wartości współczynników bezpieczeństwa do sprawdzania stanu granicznego nośności.

**Tabela 1.** Zestawienie wartości współczynników bezpieczeństwa do sprawdzania stanów granicznych nośności (GEO) wg (PN-EN 1997-1:2008 / Ap2:2010)

		Współczynniki do oddziaływań	Współczynniki do właściwości gruntów	Współczynniki do oporu gruntu
Obciążenia stałe	niekorzystne	1,35		
	korzystne	1,0		
Obciążenia zmienne	niekorzystne	1,5		
Tangens $\phi$			1,0	
Efektywna spójność			1,0	
Wytrzymałość bez odpływu			1,0	
Wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie			1,0	
Ciężar objętościowy			1,0	
Fundamenty bezpośrednie - wyparcie				1,4
Fundamenty bezpośrednie - poślizg				1,1
Pale - podstawa				1,1
Pale - pobocznica				1,1
Pale – całkowity wypór				1,1
Pale - wyciąganie				1,5

## 10 OKREŚLENIE ODDZIAŁYWAŃ OD GRUNTU

Zgodnie z PN-EN 1997-1:2004 Eurokod 7 „Projektowanie geotechniczne cz.1” w przypadku przedmiotowej inwestycji należy uwzględnić następujące oddziaływania:

- ciężar gruntu,
- naprężenia w podłożu,
- parcie gruntu i wody gruntowej,
- obciążenia stałe i przyłożone od budowli,
- obciążenie maszynami.

## 11 PROGNOZA ZMIAN WŁAŚCIWOŚCI PODŁOŻA GRUNTOWEGO W CZASIE

Przyrost obciążenia wywołany wznoszeniem konstrukcji spowoduje zmniejszenie objętości gruntu połączone z rozproszeniem nadwyżki ciśnienia wody w porach.

Proces ten zwany konsolidacją prowadzi do zmian stałych materiałowych gruntów, którymi są parametry geotechniczne.

W piaskach zjawisko to przebiega szybko i można przyjąć, że zakończy się już w trakcie wznoszenia konstrukcji budynku. Obciążenie podłoża budynkami będzie działać korzystnie na parametry gruntowe. Wraz ze wzrostem obciążenia będą wzrastały parametry wytrzymałościowe gruntu.

Grunty spoiste obecne w dnie wykopu należy chronić przed uplastycznianiem, rozmakaniem i oddziaływaniem czynników mechanicznych (w tym wibracji), celem zabezpieczenia przed spadkiem nośności. Zaleca się ograniczenie stosowania wibrowania. Grunty spoiste są gruntami wysadzinowymi i nie mogą być wystawione na bezpośrednie oddziaływanie ujemnych temperatur.

Uwzględniając stan gruntów podłoża na terenie inwestycji przy zachowaniu warunków przedstawionych w niniejszym projekcie nie przewiduje się istotnych negatywnych zmian wartości parametrów.

## 12 STREFA ODDZIAŁYWANIA WYKOPU NA OBIEKTY SĄSIEDNIE

W związku małą głębokością wykopu, to jest maksymalnie 70 cm poniżej poziomu terenu i powyżej poziomu posadowienia ław istniejącego budynku pompowni nie wykonuje się obliczeń stref oddziaływania wykopów.

## 13 OKREŚLENIE ZAKRESU NIEZBĘDNEGO MONITOROWANIA WYBUDOWANEGO OBIEKTU BUDOWLANEGO, OBIEKTÓW SĄSIADUJĄCYCH I OTACZAJĄCEGO GRUNTU, NIEZBĘDNEGO DO ROZPOZNANIA ZAGROŻEŃ MOGĄCYCH WYSTĄPIĆ W TRAKCIE ROBÓT BUDOWLANYCH LUB W ICH WYNIKU ORAZ W CZASIE UŻYTKOWANIA OBIEKTU BUDOWLANEGO

Dla projektowanego obiektu, a w szczególności akumulatora ciepła, podstawowym kryterium oceny stanu bezpieczeństwa jest wielkość występujących przemieszczeń pionowych. Wymusza to zastosowanie w okresie budowy i w pierwszych latach eksploatacji reperów (stabilizowanych punktów wysokościowych osnowy geodezyjnej) za pomocą, których prowadzone będą pomiary jego osiadań.

Zalecenia dotyczące monitoringu:

- stały monitoring parametrów formowania pala,
- próbne obciążenia oraz badania kontrolne ciągłości pali po ich wykonaniu,
- monitoring elementów konstrukcji znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie projektowanych prac.

Należy zwrócić szczególną uwagę na możliwość występowania drgań oraz wibracji wywołanych w trakcie prowadzenia robót. Drgania, przenoszone na elementy budynku, przekraczające dopuszczalny zakres, mogą stać się przyczyną jego uszkodzenia oraz naruszenia stateczności.

Przed przystąpieniem do robót wykonawca dokona przeglądu technicznego budynku istniejącej pompowni. Miejsca o widocznych uszkodzeniach należy opisać, wykonać zdjęcia, ewentualnie nakleić plomby gipsowe i na bieżąco obserwować ich zachowanie w trakcie realizacji robót.

Niezbędna jest także weryfikacja warunków gruntowych przyjętych w dokumentacji z warunkami rzeczywistymi, w szczególności gruntów w poziomie posadowienia.

Ważne są także wyniki okresowych inspekcji wizualnych wykorzystywane do codziennej oceny stanu technicznego obiektów. Ciągły monitoring inżynierski powinien być prowadzony przed przystąpieniem do realizacji projektu, w trakcie jego trwania oraz po zakończeniu prac - monitoring powykonawczy.

Uzyskane wyniki, obserwacje i pomiary umożliwią analizę stanu podłoża budowlanego z zachowaniem wysokiego poziomu bezpieczeństwa. Dane uzyskiwane z tych obserwacji zaleca się analizować pod kątem zapewnienia bezpieczeństwa i przygotowania do użytkowania projektowanego obiektu.

#### **14 OBLICZENIE NOŚNOŚCI I OSIADANIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO ORAZ OGÓLNEJ STATECZNOŚCI**

Obliczenia znajdują się w Załączniku 1 „Wyniki obliczeń statycznych”, nr dokumentu WHAL-PBM-07NDx00-PER-CLA-0001.

#### **15 WNIOSKI I DODATKOWE ZALECENIA**

Przestrzegać zaleceń dotyczących wykonywania robót ziemnych, pali oraz fundamentów zawartych w projektach wykonawczych.

#### **16 WYKAZ NORM I PRZEPISÓW PRAWNYCH**

##### **16.1 Normy**

- PN-EN 1997-1:2009. Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- PN-EN 1997-2:2009. Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- PN-B-0248:1998. Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.

##### **16.2 Przepisy prawne**

- Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012. poz. 463).
- Prawo budowlane. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r.
- Prawo geologiczne i górnicze. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno - inżynierskiej (Dz. U. 2016 poz. 2033).

Łódź, luty 2025 r.

Opracował Zespół Projektantów (wg tabeli na str. 11):

Nr dokumentu:	WHAL-PBM-07NDx00-CIV-TED-0002	Data:	20.02.2025 r.	Nr strony:	10
---------------	-------------------------------	-------	---------------	------------	----

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

**PROJEKT GEOTECHNICZNY**

**Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła**

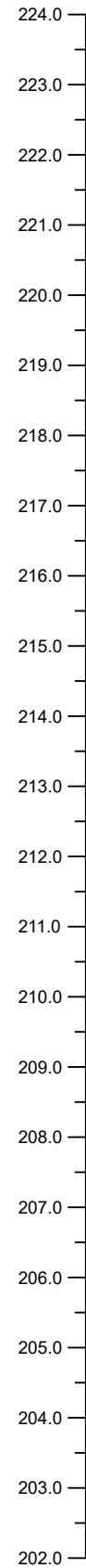
<p>Projektant:</p> <p>mgr inż. <b>Jarosław SZYDŁOWSKI</b> nr upr. bud.: 238/94/WŁ specjalność: konstrukcyjno-budowlana nr członkowski OIIB: LOD/BO/2451/02</p>	<p>Projektant sprawdzający:</p> <p>mgr inż. <b>Krzysztof SOŁTYSZEWSKI</b> nr upr. bud.: 298/90/WŁ specjalność: konstrukcyjno-budowlana nr członkowski OIIB: ŁOD/BO/4737/03</p>
<p>Data, podpis:</p>	<p>Data, podpis:</p>

**ZAŁĄCZNIK 3.1**  
**PROJEKT GEOTECHNICZNY - MODEL PODŁOŻA**  
**PRZEKROJE GEOTECHNICZNE**

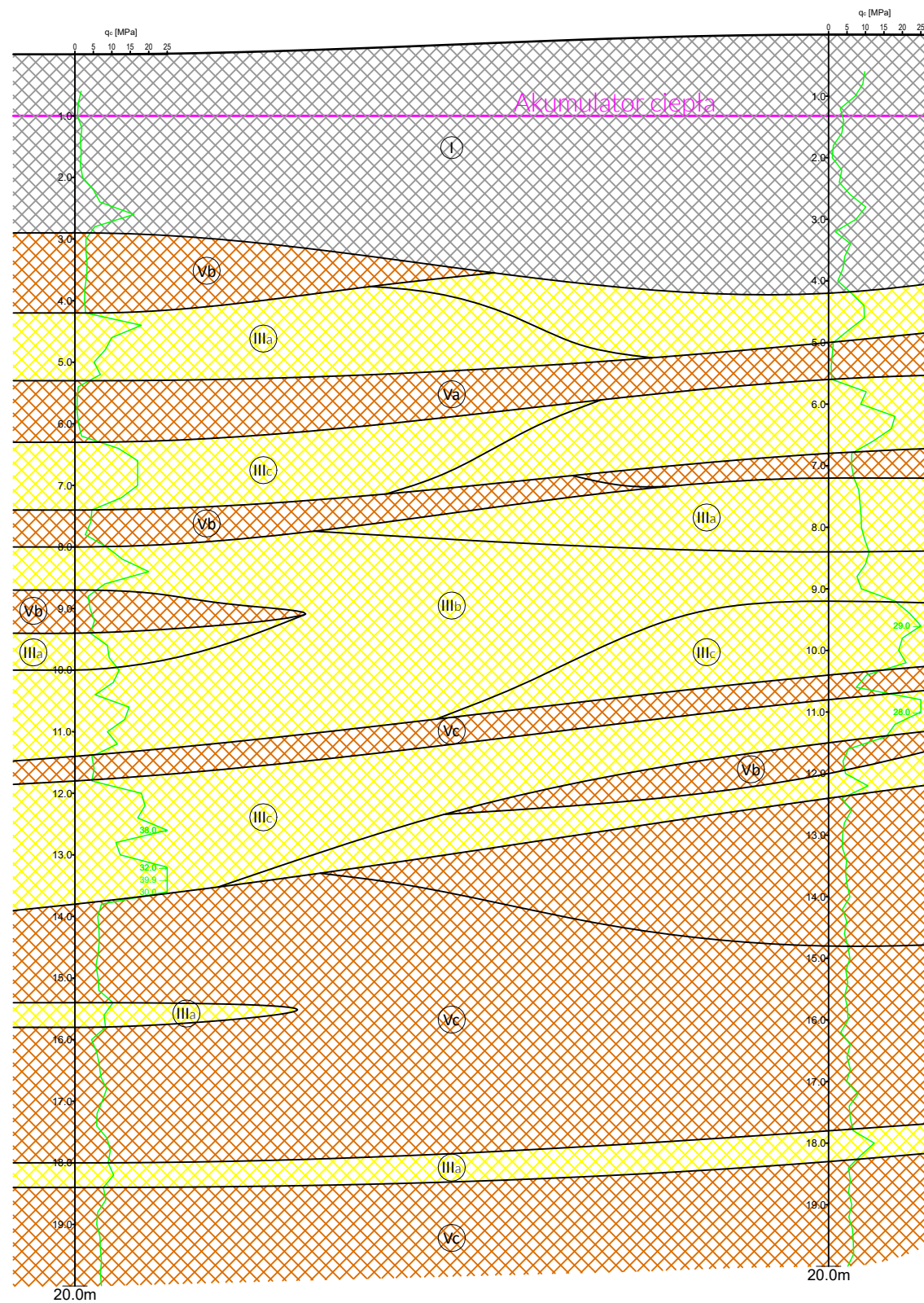


H [m n.p.m.]

CPT-3  
222.73

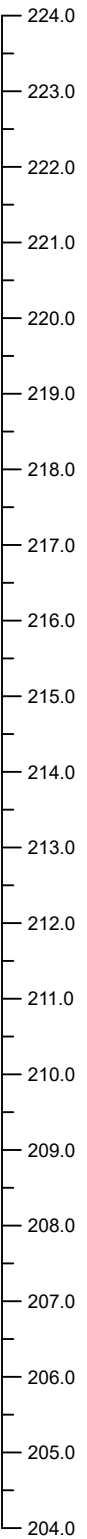


CPT-1  
223.05











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+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



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:

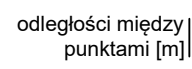
Zał. nr 7.1

odległości między  
punktami [m]

24.49

21.46

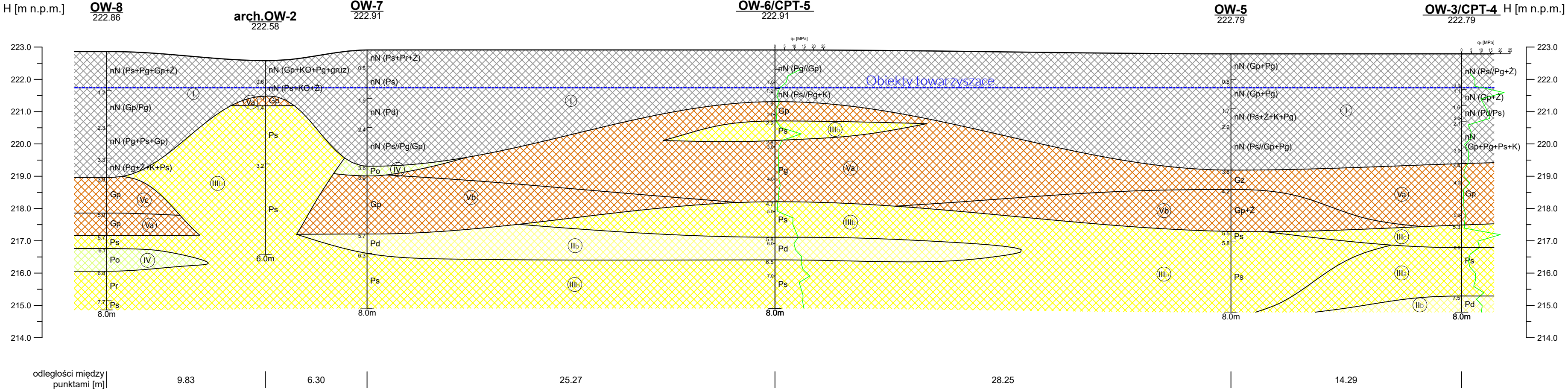




18.41

Nr załącznika:  
**Zał. nr 7.2**





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
- Poziom swobodnego zwierciadła wód gruntowych
- Poziom swobodnego i ustabilizowanego zwierciadła wód gruntowych
- Poziom nawierconego zwierciadła wód gruntowych
- Strefa nawodniona
- Wykres sondowania statycznego CPT
- Numer warstwy geologiczno-inżynierskiej
- Przewidywany poziom posadowienia pompowni i obiektów towarzyszących

Numer warstwy	Dominujący rodzaj gruntu	I <sub>b</sub>	I <sub>L</sub>
I	nN		
II <sub>b</sub>	Pd	0.60	-
III <sub>a</sub>	Ps, Ps+Z	0.47	
III <sub>b</sub>		0.60	
III <sub>c</sub>		0.77	
IV	Po	0.47	-
V <sub>a</sub>	Gp, Gp+Z		0.33
V <sub>b</sub>			0.07
V <sub>c</sub>			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 III - III'

Data:

02.2024

Skala:

1: 100/200

Nr załącznika:

Zał. nr 7.3





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 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**

**Zleceniodawca  
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, styczeń 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>
3.1. Założenia ogólne .....	3
<b>4. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ.....</b>	<b>3</b>
4.1. Położenie administracyjne i zagospodarowanie terenu.....	3
4.2. Geomorfologia.....	4
4.3. Hydrografia.....	4
4.4. Budowa geologiczna .....	5
4.5. Warunki hydrogeologiczne.....	6
4.6. Złoża oraz obszary i tereny górnicze.....	8
4.7. Opis zjawisk i procesów geodynamicznych, deformacji filtracyjnych i przekształceń antropogenicznych.....	8
4.8. Tereny niekorzystne dla posadowienia inwestycji.....	8
4.9. Obszary chronione.....	9
<b>5. RODZAJ I ZAKRES WYKONANYCH PRAC.....</b>	<b>9</b>
5.1. Wprowadzenie .....	9
5.2. Prace terenowe .....	10
5.2.1. Zakres prac.....	10
5.2.2. Prace geodezyjne.....	11
5.2.3. Wiercenia badawcze .....	11
5.2.4. Pobór próbek gruntu.....	13
5.2.5. Likwidacja otworów badawczych.....	14
5.2.6. Sondowania sondą statyczną CPT.....	14
5.2.7. Kartowanie geologiczno - inżynierskie.....	16
5.3. Badania laboratoryjne.....	17
5.3.1. Badania właściwości fizycznych gruntów .....	17
5.3.2. Badania agresywności gruntu i wody gruntowej.....	17
5.3.3. Badania stopnia zanieczyszczenia środowiska wodno-gruntowego .....	18
5.4. Prace kameralne .....	23
<b>6. ANALIZA I OCENA WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH.....</b>	<b>23</b>

7. WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNO-MECHANICZNE GRUNTÓW (PARAMETRY GEOTECHNICZNE).....	25
8. WSTĘPNA PROGNOZA WPŁYWU PLANOWANEJ INWESTYCJI NA ŚRODOWISKO WODNO-GRUNTOWE .....	26
9. OCENA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTÓW ZLOKALIZOWANYCH W SĄSIEDZTWIE .....	27
10. PROGNOZA ZMIAN WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH.....	27
11. OKREŚLENIE METOD WZMOCNIENIA PODŁOŻA.....	27
12. ZAKRES I SPOSÓB PROWADZENIA MONITORINGU .....	27
13. UWAGI DO CZĘŚCI GRAFICZNEJ DOKUMENTACJI .....	28
14. WYKAZ WYKORZYSTANYCH MATERIAŁÓW .....	28
15. WNIOSKI I ZALECENIA.....	30



## **SPIS ZAŁĄCZNIKÓW**

### **Załączniki tekstowe**

- Załącznik nr T.1**      Kopia decyzji zatwierdzającej projekt robót geologicznych.
- Załącznik nr T.2**      Karta informacyjna;
- Załącznik nr T.3**      Zestawienie właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów.

### **Załączniki graficzne**

- 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**      Wycinek Mapy Geośrodowiskowej Polski; ark. Łódź Wschód  
wraz z objaśnieniami, skala 1: 50 000;
- Załącznik nr 4**      Mapa dokumentacyjna, skala 1: 500;
- Załącznik nr 5**      Profile otworów wiertniczych;
- Załącznik nr 6**      Wyniki sondowań statycznych CPT;
- Załącznik nr 7**      Wyniki badań laboratoryjnych;
- Zał. nr 7.1              Sprawozdanie z badań laboratoryjnych Geoteko;*
- Zał. nr 7.2              Wyniki badań chemicznych gruntu i wody gruntowej;*
- Załącznik nr 8**      Przekroje geologiczno - inżynierskie;
- Załącznik nr 9**      Mapy tematyczne;
- Zał. nr 9.1              Mapa geologiczno-inżynierska;*
- Zał. nr 9.2              Mapa warunków budowlanych;*
- Zał. nr 9.3              Mapa głębokości występowania gruntów słabonośnych;*
- Zał. nr 9.4              Mapa miąższości gruntów antropogenicznych;*
- Zał. nr 9.5              Mapa stropu utworów nieprzepuszczalnych;*
- Zał. nr 9.6              Mapy przepuszczalności gruntów;*
- Zał. nr 9.7              Mapa z naniesionymi osadami występującymi na głębokości 1 m;*
- Zał. nr 9.8              Mapa z naniesioną głębokością podłoża nośnego.*

## 1. WSTĘP

Niniejsza "Dokumentacja ..." została opracowana 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.

Dokumentację sporządzono na podstawie Ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo Geologiczne i Górnicze (Dz. U. z 2023 poz. 633) i w oparciu o szczegółowe wymagania, jakim powinna odpowiadać część opisowa i część graficzna dokumentacji geologiczno-inżynierskiej sporządzonej w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby posadowienia obiektów budowlanych, podane w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. *w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej* (Dz. U. z 2016 poz. 2033).

Prace i roboty geologiczne prowadzono w oparciu o „Projekt Robót Geologicznych na opracowanie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej 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., październik 2023] zatwierdzony przez Prezydenta miasta Łodzi decyzją nr GI-32/23 z dnia 30 listopada 2023 r. (Zał. nr T.1).

Stosownie do postanowień ustawy Prawo Geologiczne i Górnicze (Dz.U. 2023 poz. 633) niniejsze opracowanie podlega zatwierdzeniu przez Prezydenta miasta Łodzi.

## 2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Celem wykonanych prac i robót geologicznych było określenie warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb posadowienia inwestycji, w stopniu umożliwiającym:

- opis budowy geologicznej, z uwzględnieniem litologii i genezy warstw,
- określenie wyprowadzonych wartości parametrów fizyczno-mechanicznych gruntów podłoża, stanowiących podstawę do określenia wartości charakterystycznych parametrów fizyko-mechanicznych w dalszym etapie prac projektowych,
- opis warunków hydrogeologicznych, w tym: głębokości zalegania zwierciadła wody gruntowej pierwszego poziomu wodonośnego, agresywności wody do betonu oraz prognozę ewentualnych zmian poziomu zwierciadła wody w czasie,

Zleceniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024

- przedstawienie występujących w rejonie projektowanej inwestycji zjawisk i procesów geodynamicznych, deformacji filtracyjnych i przekształceń antropogenicznych,
- ocenę warunków geologiczno-inżynierskich wraz z prognozą wpływu inwestycji na środowisko,
- określenie kierunków rekultywacji i zagospodarowania obszarów zmienionych antropogenicznie, występujących na badanym terenie,
- opracowanie przekroi geologiczno-inżynierskich,
- opracowanie mapy warunków geologiczno-inżynierskich,
- przygotowanie informacji do określenia kategorii geotechnicznej inwestycji.

### 3. CHARAKTERYSTYKA INWESTYCJI

#### 3.1. Założenia ogólne

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. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ

#### 4.1. 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

Zleceniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024



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: bocznice kolejowe 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).

#### 4.2. Geomorfologia

W ujęciu fizycznogeograficznym, wg podziału J. Kondrackiego (Geografia regionalna Polski, PWN 2013), omawiany teren położony jest na wschodnim skraju mezoregionu Wysoczyzny Łaskiej (318.19) - należącej do makroregionu Niziny Południowowielkopolskiej.

Wysoczyzna Łaska jest denudacyjną równiną morenową, a w jej krajobrazie występują ciągi wydm śródlądowych oraz pagóry morenowe.

Pod względem geomorfologicznym analizowany obszar położony jest na wschodnim skraju równiny sandrowej/ wodnolodowcowej, której powierzchnia wznosi się na rzędnych ok. 215 ÷ 225 m n.p.m.

Bezpośrednio w obszarze badań rzędne terenu wynoszą ok. 222 ÷ 223 m n.p.m.

#### 4.3. Hydrografia

Najbliższym elementem hydrograficznym jest przepływający poza terenem EC, od strony wschodniej, rów Augustówka. Jest to prawy dopływ strugi Olechówki.

Pierwotny obszar źródłowy cieku znajdował się w rejonie wsi Augustów, na wschód od starej Łodzi. Współcześnie rów Augustówka wypływa z terenów osiedla Widzew Wschód, na północ od ulicy Zakładowej. Jest to obecnie sztucznie utworzony rów o długości ok. 2 km, gdzie zbierana jest woda opadowa przez kanalizację miejską. Na południe od ulicy Zakładowej na rowie ukształtował się niewielki staw o przeznaczeniu retencyjno-technicznym.

Augustówka wpada do Olechówki na wschód od ulicy Tomaszowskiej, po przepłynięciu przez las leżący wzdłuż ulicy Olechowskiej.

Zleceniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024

Olechówka to ciek o długości ok. 12.5 km, lewy dopływ rzeki Jasień. Obszar źródłowy Olechówki znajdował się pierwotnie w lasach wiślickich na południu od Olechowa. Współcześnie rzeka rozpoczyna się wylotem kolektora deszczowego zbierającego ścieki opadowe z obszaru osiedla Olechów-Południe (pomiędzy ulicami Hetmańską, Zakładową i Łokietkówny). Stały przepływ rzeki występuje dopiero od stacji PKP Łódź Olechów. Rzeka biegnie przepływając przez Stare Chojny, ulice Rzgowską, Pabianicką do rzeki Jasień.

Łódź jest usytuowana na dziale wodnym I rzędu rozdzielającym dorzecza Odry i Wisły. W obrębie Wzniesień Łódzkich, w rejonie Nowosolnej i Moskulik znajduje się węzeł hydrograficzny, w którym zbiegają się linie wododziałowe. Stąd rzeki i strumienie spływają promieniście do systemów Bzury (Moszczenica, Mroga, Mrożyca – północna część Łodzi), Neru (Ner z Olechówką, Jasień i Łódka – centralna i południowa część Łodzi) i Pilicy (Miazga – rejon Nowosolnej i Wiączynia).

#### 4.4. Budowa geologiczna

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  $1.1 \div 4.2$  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

Zleceniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024

w okresie stadiu mazowiecko-podlaskiego (i wcześniej) mogły utworzyć formy z wyciśnięcia i spiętrzenia w podłożu gruntowym. Ponadto, w okresie interglacjalu eemskiego występowały procesy erozyjno-denudacyjne, w czasie których mogły powstawać rozcięcia erozyjne dochodzące do kilkunastu metrów głębokości.

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 5) i przekrojach geologiczno-inżynierskich (Zał. nr 8).

#### 4.5. Warunki hydrogeologiczne

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 mioceńskie) 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/cbCr3l / 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/wwwP/Q**.

Jest to obszar występowania glin zwałowych częściowo zwietrzałych i spiaszczonych. W obrębie tego wydzielenia studnie kopane ujmują przewarstwienia wodonośne i soczewy nie

Zleceniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024

wykazujące ciągłości w skali całego wydzielenia. W południowo-wschodnich dzielnicach Łodzi głębokość do PPW wynosi  $< 5$  m i sporadycznie tylko przekracza 5 m.

#### Główne Zbiorniki Wód Podziemnych:

W rejonie inwestycji występują trzy Główne Zbiorniki Wód Podziemnych: GZWP nr 401 – Niecka Łódzka, GZWP nr 403 – Zbiornik międzymorenowy Brzeziny–Lipce Reymontowskie oraz GZWP nr 404 – Zbiornik Koluszki–Tomaszów.

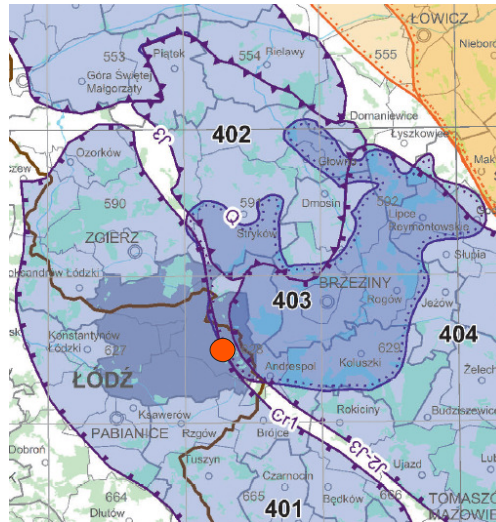
Pierwszy z nich obejmuje poziom dolnokredowy niecki łódzkiej od Ozorkowa po Tomaszów Mazowiecki. W Łodzi występuje w obrębie niecki łódzkiej, z wyłączeniem jej wschodniej części należącej do wału kujawsko-pomorskiego. Jest to zbiornik porowo-szczelinowy charakteryzujący się wodami wysokiej jakości o stałych i jednorodnych parametrach fizykochemicznych.

Zbiornik nr 403 obejmuje piętro czwartorzędowe. W swym zachodnim zasięgu ma wschodnią część Łodzi oraz tereny przyległe (Janów, Andrzejów, Wiączyń, Byszewy, Bedoń). Jest to rozległy zbiornik porowy, najczęściej odkryty, ze swobodnym lustrem wody zalegającym pod grubym nadkładem piasków strefy aeracji, stanowiący w kierunku wschodnim i północno-wschodnim kontynuację głównego poziomu użytkowego piętra czwartorzędowego.

Zbiornik nr 404 obejmuje poziom górnójurajski. Jego granica przebiega przez peryferyjną, wschodnią część Łodzi i ciągnie się w kierunku wschodnim. Jest to zbiornik szczelinowo-krasowy o potencjalnej dużej wydajności otworowej. Rozpoznany został w rejonie Byszew i Wiączyń.

Położenie inwestycji na tle GZWP przedstawiono na Rys. nr 1.

Zleceniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024



Rys. Nr 1. Lokalizacja inwestycji na tle istniejących GZWP  
(na podstawie Mapy Głównych Zbiorników Wód Podziemnych - stan na 01.01.2017; opr. J. Mikołajków,  
D. Węglarz, L. Skrzypczyk, G. Mordzonek - PIG-PIB)

— granica GZWP 222 (ośrodek porowy)      222 nr zbiornika      ● orientacyjna lokalizacja inwestycji

#### 4.6. Złoża oraz obszary i tereny górnicze

Dla potrzeb realizacji inwestycji nie przewiduje się wykorzystania kopalin, nie analizowano więc pod tym kątem zasobów złóż. W najbliższym otoczeniu nie stwierdzono występowania obszarów i terenów górniczych.

#### 4.7. Opis zjawisk i procesów geodynamicznych, deformacji filtracyjnych i przekształceń antropogenicznych

Na terenie projektowanej inwestycji nie stwierdzono występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych, zjawisk i procesów geodynamicznych, deformacji filtracyjnych, form krasowych i gruntów zapadowych.

#### 4.8. Tereny niekorzystne dla posadowienia inwestycji

W obrębie omawianego obszaru nie stwierdzono warunków które uniemożliwiłyby realizację przedmiotowej inwestycji. Tym samym, należy stwierdzić, że naturalne grunty występujące w podłożu nadają się do posadowienia projektowanego obiektu.

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

Zleceniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024

Na podstawie danych zawartych w rejestrach terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi (System osłony przeciwosuwiskowej-SOPO) nie stwierdzono występowania terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi na obszarze planowanej inwestycji.

#### 4.9. Obszary chronione

W zasięgu oddziaływania planowanej inwestycji nie występują formy ochrony przyrody utworzone lub ustanowione na podstawie Ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. *O ochronie przyrody* (Dz. U. 2018 poz. 1614 z późn. zm.).

Najbliższym obszarem NATURA 2000 jest obszar dyrektywy siedliskowej PLH100016 *Buczyna Gałkowska* położony w odległości ok. 10 km w kierunku wschodnim od terenu inwestycji.

Zamierzone roboty geologiczne nie wpłyną negatywnie i nie stanowią zagrożenia dla obszarów chronionych, w tym obszarów Natura 2000.

### 5. RODZAJ I ZAKRES WYKONANYCH PRAC

#### 5.1. Wprowadzenie

Prace geologiczne prowadzono w oparciu o zatwierdzony „Projekt robót geologicznych...” [7]. Obejmowały one prace terenowe, laboratoryjne i dokumentacyjne.

Prace terenowe zostały przeprowadzone w dniach 27 i 28 grudnia 2023 roku, pod nadzorem uprawnionego geologa, z zachowaniem przepisów określonych w par. 12 pkt. 1 i 2 Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w prawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia pożarowego w zakładach górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi (Dz. U. Nr 109 poz. 961).

Zakres przeprowadzonych prac terenowych obejmował:

- geodezyjne wytyczenie punktów badawczych w terenie wraz z określeniem rzędnej terenu,
- kartowanie geologiczno-inżynierskie terenu badań,
- wykonanie i zlikwidowanie otworów badawczych,
- pomiar zwierciadła wody w wykonanych otworach,
- opis i pobranie próbek gruntu i wody do badań laboratoryjnych,
- wykonanie sondowań statycznych sondą CPT.

Zleceniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024

Badania laboratoryjne obejmowały:

- badania identyfikacyjne gruntów,
- badania właściwości cech fizycznych i mechanicznych gruntów,
- badania stopnia agresywności wody gruntowej w stosunku do betonu i stali.

Prace dokumentacyjne obejmowały zebranie i analizę materiałów archiwalnych, danych literaturowych, norm branżowych, map oraz analizę prac terenowych i laboratoryjnych. Wyniki przeprowadzonych prac przedstawiono w formie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, sporządzonej zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. *w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej* (Dz. U. z 2016 poz. 2033).

## 5.2. Prace terenowe

### 5.2.1. Zakres prac

Zakres wykonanych prac i robót geologicznych został dostosowany do wytycznych przedstawionych przez Inwestora oraz zawartych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. *w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej* (Dz. U. z 2016 poz. 2033).

Zatwierdzony projekt robót geologicznych zakładał wykonanie:

- pomiarów geodezyjnych,
- 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;
- 3 sondowań statycznych CPT o głębokości 20.0 m, łącznie 60.0 mb;
- badań laboratoryjnych gruntów,
- badań agresywności wody w stosunku do materiałów konstrukcyjnych,
- wynikowej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej.

W ramach prac terenowych do opracowywania niniejszej dokumentacji wykonano:

- pomiary geodezyjne,
- 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;
- 3 sondowań statycznych CPT o głębokości 20.0 m, łącznie 60.0 mb;

Zleceniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024

- badania laboratoryjne próbek gruntów;
- badania agresywności wody w stosunku do materiałów konstrukcyjnych,
- wynikową dokumentację geologiczno-inżynierską.

Zrealizowano wszystkie prace założone do wykonania w zatwierdzonym projekcie robót geologicznych. Cel robót geologicznych został osiągnięty, a zakres wykonanych prac pozwolił na sformułowanie wniosków i określenie warunków geologiczno-inżynierskich zgodnie z przyjętym celem i rodzajem dokumentacji.

### *5.2.2. 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 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 w Karcie informacyjnej (Zał. nr T.2).

### *5.2.3. Wiercenia badawcze*

Zakres wykonanych prac został dostosowany do stopnia skomplikowania warunków gruntowo-wodnych, rodzaju projektowanego obiektu i głębokości jego posadowienia oraz do założeń podstawowych określonych w „Projekcie robót geologicznych...”.

W ramach prac terenowych wykonano 8 otworów badawczych o głębokości 6 ÷ 20.0 m, łącznie 74.0 mb. Ich lokalizację przedstawiono na mapie dokumentacyjnej (Zał. nr 4).

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-

Zleceniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024



1:2022-04 *Rozpoznanie i badania geotechniczne. Metody poboru próbek oraz pomiarów wody gruntowej. Część 1: Zasady technicznepoboru próbek gruntu, skał oraz wody gruntowej.*

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

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

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 drążenia 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.

Prowadzono również badania i obserwacje poziomów piezometrycznych wody gruntowej zgodnie z ww. normą, po ustabilizowaniu się zwierciadła wody. Pomiarów głębokości występowania warstw geologiczno-inżynierskich 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 geologiczno-inżynierskich stan gruntów spoistych określano z uwzględnieniem wyników sondowań statycznych oraz badań laboratoryjnych i dokumentowano na przekrojach geologiczno-inżynierskich.

Profile wykonanych otworów badawczych zamieszczono w Zał. nr 5.1, natomiast profile archiwalne zamieszczono w Zał. nr 5.2.

Zleceniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024

#### 5.2.4. Pobór próbek gruntu

Zgodnie z założeniami przedstawionymi w projekcie robót geologicznych, 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). Próbkę do badań cech fizycznych pobierano z każdej napotkanej warstwy gruntu różniącej 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. Próbkę 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 otworów badawczych (OW-1 i OW-6) pobrano próbki gruntu, a z otworu OW-2 próbkę wody gruntowej do badań chemicznych.

Po wstępnej selekcji, część próbek została przekazana do badań laboratoryjnych. Próbkę poddane badaniom laboratoryjnym zestawiono tabelarycznie w Zał. nr 7.1. 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*.

Zgodnie z Ustawą z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. z 2023 poz. 633) pobrane próbki nie zostały przekazane państwowej służbie geologicznej. W oparciu o Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. *w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej* (Dz. U. 2017 poz. 2075) próbki geologiczne czasowego przechowywania zachowuje się co najmniej do dnia, w którym decyzja w sprawie zatwierdzenia dokumentacji geologicznej stanie się ostateczna (jeżeli próbki były wykorzystane do sporządzenia dokumentacji geologicznej podlegającej zatwierdzeniu). Po zatwierdzeniu dokumentacji materiał czasowego przechowywania może być zlikwidowany w miejscu dotychczasowego przechowywania.

Próbki pobrane w czasie wierceń są przechowywane w magazynie Laboratorium Geoteko mieszczącym się w Warszawie przy ul. Wałbrzyskiej.

Zlecienniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024

### 5.2.5. 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.

### 5.2.6. 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 3 sondowania statyczne CPT o głębokości 20.0 m, łącznie 60.0 mb. Ich lokalizację przedstawiono na mapie dokumentacyjnej (Zał. nr 4).

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 geologiczno-inżynierskich.

Bezpośrednio z otrzymanych wyników sondowań określono parametry:

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

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

Zleceniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024

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

- **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].

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

*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):

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

gdzie:

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

$q_t$  – opór na stożku netto [MPa],

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

Zleceniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024

*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.*

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 6.

#### *5.2.7. Kartowanie geologiczno - inżynierskie*

Na podstawie wykonanych robót geologicznych, badań archiwalnych oraz kartowania terenu wykonano mapę warunków budowlanych, która obejmuje rejon projektowanej inwestycji. Za główne kryterium podziału przyjęto litologię i stan gruntów, głębokość zalegania gruntów słabonośnych, poziom położenia zwierciadła wód gruntowych z którym związane są potencjalne zagrożenia oraz utrudnienia dla wykonawstwa inwestycji.

Uwzględniając powyższe kryterium wyróżniono 1 rejon, którego charakterystykę zamieszczono poniżej:

**Warunki budowlane złe** – charakteryzują się występowaniem w podłożu budowlanym nasypów antropogenicznych 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. Ze względu na niekontrolowany proces formowania nasypów oraz różnorodność ich składu przyjmuje się, że stanowią złe podłoże budowlane.

Zwierciadło wody gruntowej występuje poniżej poziomu posadowienia.

Mapę warunków budowlanych sporządzono na podkładzie mapy zasadniczej w skali 1:1000. Jej treść dotyczy rejonizacji warunków budowlanych występujących w podłożu projektowanej inwestycji. W treści mapy zawarto: mapę sytuacyjno-wysokościową, lokalizację i numer otworów badawczych oraz sondowań CPT, które zostały wykonane dla potrzeb niniejszego opracowania, lokalizację i numer badań archiwalnych, a także określenie warunków budowy ze względu na środowisko geologiczne (rejonizacja geologiczno-inżynierska).

Zleceniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024

Na dokumentowanym terenie nie stwierdzono występowania procesów geodynamicznych, takich jak osuwiska, zapadliska krasowe, niecki sufozyjne, itp., stąd też na mapie nie przedstawiono tego typu zagrożeń dla posadowienia inwestycji.

Mapę warunków budowlanych przedstawiono na Zał. nr 9.2.

### 5.3. Badania laboratoryjne

#### 5.3.1. Badania właściwości fizycznych 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 7.1.

#### 5.3.2. 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.

Zlecniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024

### 5.3.3. 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>;
- benzyny (C<sub>6</sub> - C<sub>12</sub>);
- olej mineralny (C<sub>12</sub> - C<sub>35</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 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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024

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

Opis	Jednostka	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 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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 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>), sód (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 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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 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 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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 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 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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024

#### 5.4. Prace kameralne

W oparciu o wyniki prac terenowych i archiwalnych oraz badań laboratoryjnych przeprowadzono analizę warunków geologiczno-inżynierskich i hydrogeologicznych w podłożu projektowanej inwestycji. Na podstawie analizy sporządzono dokumentację geologiczno-inżynierską zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. *w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej* (Dz. U. z 2016 poz. 2033).

W skład dokumentacji wynikowej wchodzi następujące elementy:

- 1 **część tekstowa** zawierająca charakterystykę inwestycji i jej wpływ na środowisko, ocenę warunków geologiczno-inżynierskich, a także parametry fizyko-mechaniczne, wnioski i zalecenia dotyczące posadowienia projektowanego obiektu;
- 2 **część graficzna** i tabelaryczna zawierająca:
  - mapę dokumentacyjną w skali 1: 500 z zaznaczonymi punktami badawczymi i liniami przekrojów,
  - mapę geologiczno-inżynierską w skali 1: 500,
  - przekroje geologiczno-inżynierskie,
  - zestawienie wartości wyprowadzonych parametrów fizyczno-mechanicznych gruntów dla wydzielonych warstw geologiczno-inżynierskich,
  - karty otworów badawczych,
  - wykresy sondowań statycznych CPT,
  - wyniki badań archiwalnych,
  - zestawienie wyników badań laboratoryjnych.

Dla potrzeb realizacji inwestycji nie przewiduje się wykorzystania kopalin, nie analizowano więc pod tym kątem zasobów złóż.

## 6. ANALIZA I OCENA WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH

Charakterystyka geologiczno-inżynierska 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 geologiczno-inżynierskie o zbliżonych właściwościach fizycznych (rodzaj i stan gruntu)

Zleceniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024

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 geologiczno-inżynierskich.

W warstwach III i V wydzielono dodatkowo podwarstwy, ze względu rodzaj i stan gruntu. Numery warstw geologiczno-inżynierskich w niniejszej dokumentacji zostały ujednolicone z numerami warstw w dokumentacji archiwalnej [8]. Wzajemny układ wyodrębnionych warstw geologiczno-inżynierskich w podłożu inwestycji zilustrowano na przekrojach geologiczno-inżynierskich (Zał. nr 8). 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 geologiczno-inżynierskich.

**Warstwę geologiczno-inżynierską 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** – wodnolodowcowe piaski drobne zlodowacenia środkowopolskiego. Zawierają domieszki żwirów i przewarstwienia gruntów spoistych, lokalnie mogą przechodzić w piaski pylaste. Występują w stanie średniozagęszczonym, stopień zagęszczenia  $I_D = 0.35 \div 0.65$ .

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

- **podwarstwa IIlb** – piaski w stanie średniozagęszczonym, o stopniu zagęszczenia  $I_D = 0.35 \div 0.65$ ;
- **podwarstwa IIlc** – piaski w stanie zagęszczonym, o stopniu zagęszczenia  $I_D \geq 0.66$ .

Zleciodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024

**Warstwa IV** – niewielkie soczewki pospółki, która znajduje się w stanie średniozagęszczonym,  $I_D = 0.35 \div 0.65$ .

**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 one 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 dwie podwarstwy:

- **podwarstwa Va** – grunty spoiste w stanie plastycznym, stopień plastyczności  $I_L = 0.25 \div 0.50$ ;
- **podwarstwa Vb** – grunty spoiste w stanie twardoplastycznym,  $I_L = 0.0 \div 0.25$ .

Na terenie projektowanej inwestycji nie stwierdzono występowania obszarów, gdzie warunki geologiczno-inżynierskie 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 geologiczno-inżynierskich 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 Zał. nr T.3.

## 7. 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.

Zleceniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024

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 Zał. nr T.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.*

## 8. WSTĘPNA PROGNOZA WPŁYWU PLANOWANEJ INWESTYCJI NA ŚRODOWISKO WODNO-GRUNTOWE

Zasadnicze oddziaływanie na środowisko gruntowo-wodne w przypadku planowanego przedsięwzięcia będzie zachodziło na etapie jego realizacji. W tym okresie prowadzone będą prace ziemne, roboty budowlane, itp. Teoretycznie prace takie mogą powodować zanieczyszczenie środowiska gruntowo-wodnego, deformacje ośrodka gruntowego i niekontrolowane osiadania. Intensywność i zakres oddziaływań będą zależeć, m.in. od przyjętej technologii prowadzenia prac, głębokości ingerencji w środowisko gruntowo-wodne, czasu realizacji prac oraz rodzaju i ilości wykorzystywanych maszyn i środków transportu, itp.

Na etapie użytkowania realizacja inwestycji nie będzie miała bezpośredniego wpływu na wody powierzchniowe, ze względu na oddalenie od zbiorników i cieków powierzchniowych. Realizacja inwestycji nie powinna mieć również wpływu na wody podziemne.

W czasie eksploatacji obiektu, w sytuacjach awaryjnych może dojść do zanieczyszczenia gleby oraz wód podziemnych poprzez migrację zanieczyszczeń.

Oddziaływanie na środowisko gruntowo-wodne można uznać za ustabilizowane i nieznaczne. Do podstawowych uciążliwości należy zaliczyć emisję hałasu i emisję zanieczyszczeń związaną z ruchem pojazdów mechanicznych oraz powstawanie ścieków z wód deszczowych na terenach utwardzonych. Rozwiązania zastosowane w projekcie budowlanym będą miały za zadanie ograniczenie emisji i minimalizację tych uciążliwości do poziomów dopuszczalnych, określonych przez przepisy prawa z zakresu ochrony środowiska.

Zleceniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024

## 9. OCENA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTÓW ZLOKALIZOWANYCH W SĄSIEDZTWIE

Wizualna ocena zewnętrznego stanu technicznego budynków zlokalizowanych w sąsiedztwie pozwala stwierdzić, że znajdują się one w zadowalającym stanie technicznym, a realizacja projektowanego obiektu nie pogorszy tego stanu.

## 10. PROGNOZA ZMIAN WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH

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

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.

Nie przewiduje istotnych zmian warunków geologiczno-inżynierskich mogących wystąpić podczas użytkowania i rozbiórki projektowanych obiektów budowlanych.

## 11. OKREŚLENIE METOD WZMOCNIENIA PODŁOŻA

Zaleca się wymianę niekontrolowanych nasypów antropogenicznych na nasypy budowlane. Poza tym nie przewiduje się stosowania dodatkowych metod wzmocnienia podłoża.

## 12. ZAKRES I SPOSÓB PROWADZENIA MONITORINGU

Nie przewiduje się prowadzenia monitoringu obiektu. Nie wyklucza się stosowania geodezyjnych technik pomiarowych do kontrolowania osiadań.

Zlecniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024



### 13. UWAGI DO CZĘŚCI GRAFICZNEJ DOKUMENTACJI

W części graficznej nie zamieszczono następujących map:

- 1 *Mapa poziomów wodonośnych z naniesioną głębokością ich występowania oraz ich miąższością* - w obrębie omawianego obszaru nawiercono tylko jeden poziom wodonośny, którego głębokość występowania przedstawiono na mapie warunków budowlanych.
- 2 *Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami* - badany teren położony jest poza obszarami zagrożonymi podtopieniami.

### 14. 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 Środowiska z dnia 15 grudnia 2016 r. *w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej* (Dz. U. 2016, poz. 2033);
- 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;

Zleceniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024

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

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

#### Pozostałe materiały:

- 1 Kondracki J. - Geografia regionalna Polski, PWN 2013;
- 2 Mapa Topograficzna Polski w skali 1: 10 000;
- 3 Mapa Zasadnicza dla rejonu badań – dostarczona przez Zleceniodawcę;
- 4 Majer E., Sokołowska M., Frankowski Z. - Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego (w świetle wymagań Eurokodu 7), PIG-PIB, Warszawa 2018;
- 5 Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1: 50 000, ark. Łódź Wschód (628). Opr. B. Trzmiel, K. Nowacki, IG (1984 – mapa, 1987 – objaśnienia);
- 6 Mapa Geośrodowiskowa Polski w skali 1: 50 000, ark. Łódź Wschód (628). Opr. R. Formowicz, B. Ptak, PIG-PIB, 2015;
- 7 Projekt Robót Geologicznych na opracowanie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej 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., 10. 2023 r.;
- 8 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.;

Zleceniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024

- 9 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., 10. 2023 r.

## 15. 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 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**) oraz twar doplastycznym (**warstwa Vb**).

W serii osadów glacyfluwialnych 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, IIIb i IV**) oraz zagęszczonym (**warstwa IIIc**).

- Z uwagi na występujące w tym rejonie zaburzenia glacytektoniczne 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)

Zleceniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024

mogły utworzyć formy z wycisnięcia 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**.

### Warunki wodne

- W czasie prac terenowych swobodne zwierciadło wód zawieszonych na glinach zwałowych nawiercono na głębokości 4.0 ÷ 4.2 m (rzędna 218.7 ÷ 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 ÷ 4 m poniżej.
- Amplitudę wahań zwierciadła wody gruntowej szacuje się na ok. ±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**

Zleceniodawca:  Veolia Energia Łódź S.A.	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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024

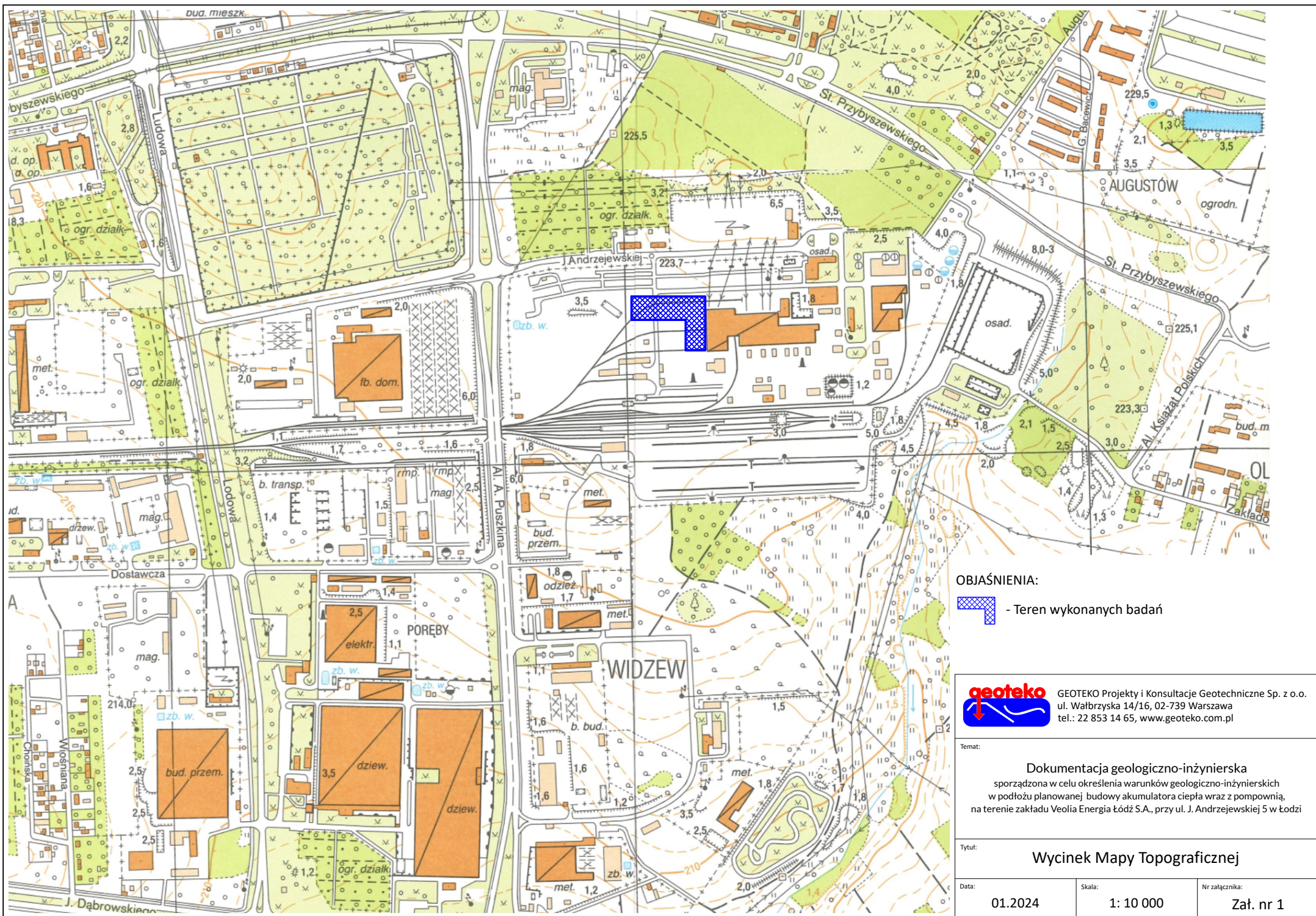
- Teren badań położony jest poza obszarami zagrożonymi podtopieniami.

### **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.
- Zakładana 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.
- 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 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
Wykonawca: Geoteko Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.	nr umowy: 1300007835 (nr GEOTEKO: 139/6001/23) data: styczeń 2024



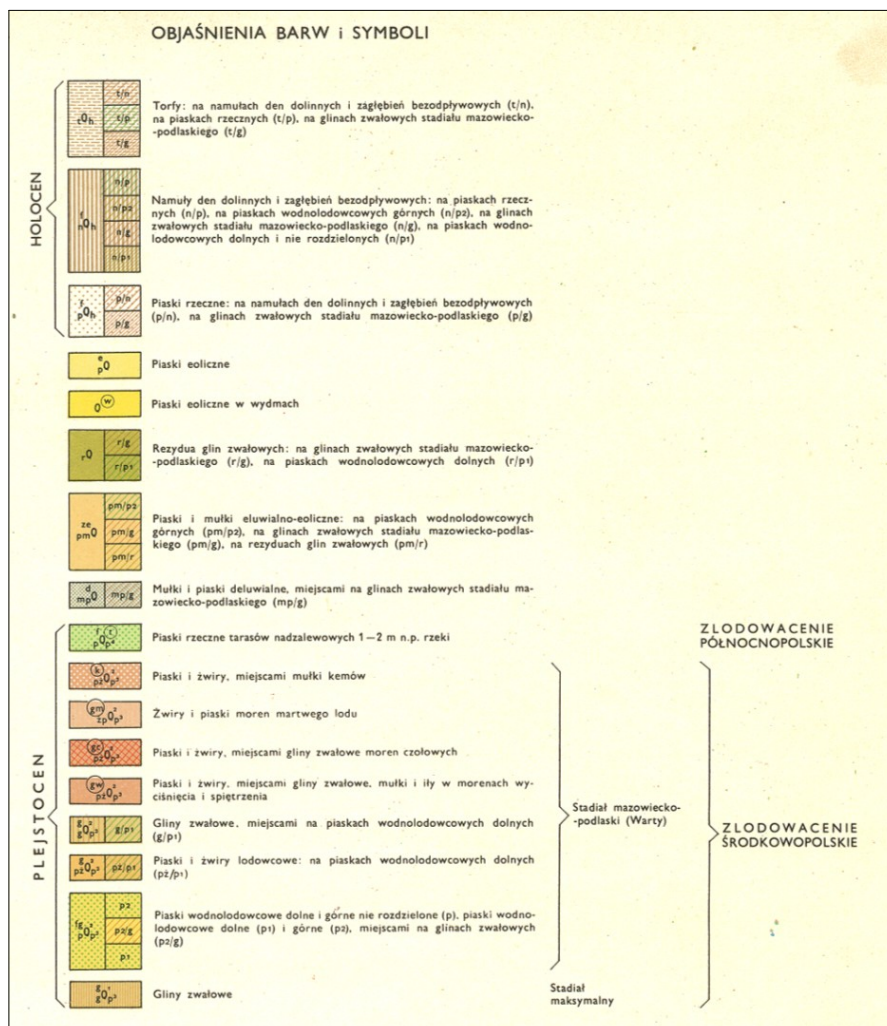
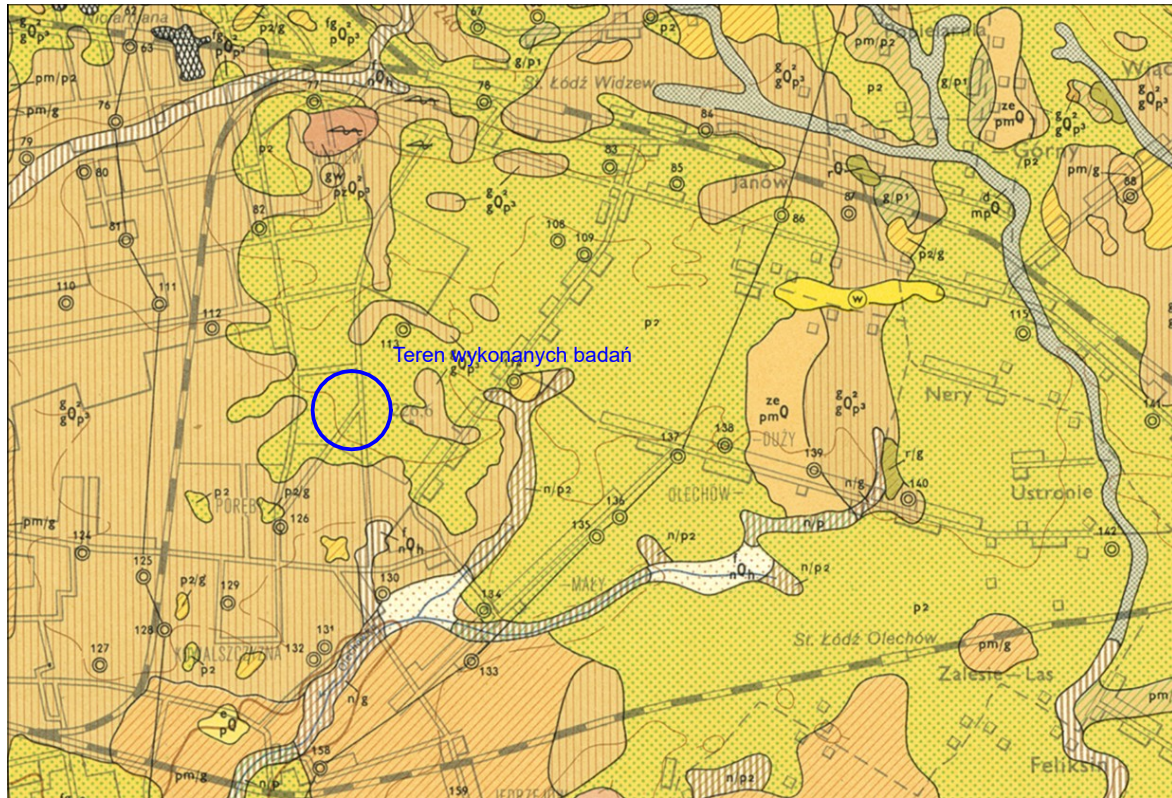




# WYCINEK SZCZEGÓŁOWEJ MAPY GEOLOGICZNEJ POLSKI

Zał. nr 2

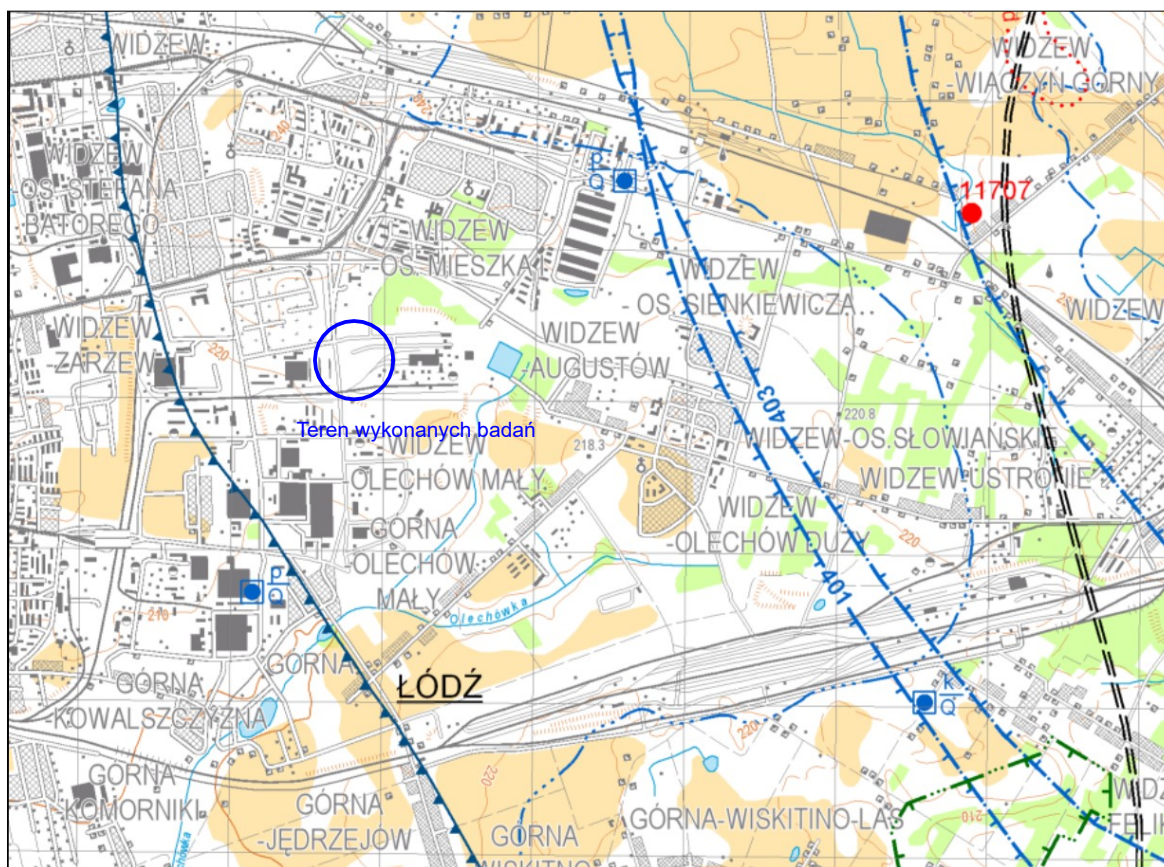
Arkusz: Łódź Wschód (628), skala 1:50 000, wyd. IG - 1984





## WYCINEK MAPY GEOŚRODOWISKOWEJ POLSKI

Arkusz: Łódź Wschód (628), skala 1:50 000, wyd. PIG - 2015



## OBJAŚNIENIA

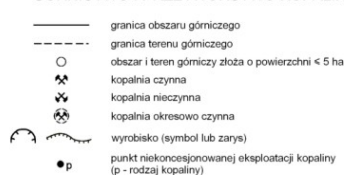
## ZŁOŻA KOPALIN ORAZ PERSPEKTYWY I PROGNOZY ICH WYSTĘPOWANIA

1453 NOWOSOLNA II  
22 BYSZEWO-BOGINIAidentyfikator z bazy Midas oraz nazwa złoża mało-konfliktowego  
identyfikator z bazy Midas oraz nazwa złoża konfliktowego

1453	złożo NOWOSOLNA II (B) p/Q	8026	złożo ŁÓDŹ-POMORSKA I (C) p/Q
3522	złożo BYSZEWO-BOGINIA (C) p/Q	9307	złożo BRZĘZINY-FARA I (C) p/Q
3538	złożo ŁÓDŹ-LISTOPADOWA (C) p/Q	11323	złożo ŁÓDŹ-OBŁOCZNA (C) p/Q
3561	złożo BYSZEWO (C) p/Q	11606	złożo PRZYPUSTA (C) p/Q
6256	złożo FARA II (C) p/Q	11707	złożo ŁÓDŹ-MALOWNICZA (C) p/Q
6646	złożo ŁÓDŹ-IGLASTA III (C) p/Q	16206	złożo ŁÓDŹ-OBŁOCZNA I (C) p/Q
7018	złożo ŁÓDŹ-IGLASTA IV (C) p/Q	17089	złożo ŁÓDŹ-OPOLSKA I (C) p/Q
7690	złożo ŁÓDŹ-IGLASTA VI (C) p/Q		

— granica złoża o zasobach udokumentowanych w kategoriach A+B+C<sub>1</sub> i C  
 - - - granica zweryfikowanego obszaru prognostycznego  
 - - - granica obszaru perspektywicznego  
 - - - granica obszaru o negatywnych wynikach rozpoznania (p2 - rodzaj kopaliny)  
 • złożo o powierzchni ≤ 5 ha

## GÓRNICTWO I PRZETWÓRSTWO KOPALIN



Symbol kopaliny:  
 g(g) - gliny ceramiczne  
 p2 - piasek i żwir  
 p - piasek

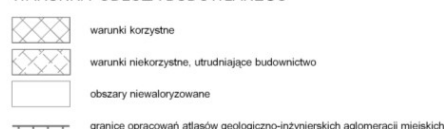
Symbol jednostki stratygraficznej:  
 Q - czwartorzęd  
 Gr - kreda  
 J - jura

## WODY POWIERZCHNIOWE I PODZIEMNE

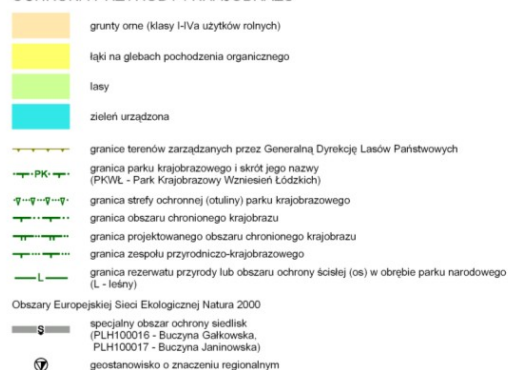
Granice działu wodnego:

— pierwszy rzędu  
 — drugi rzędu  
 — trzeciego rzędu  
 — czwartego rzędu  
 — 404 — granica głównego zbiornika wód podziemnych wraz z jego numerem  
 — ujęcie wód podziemnych o wydajności ≤ 25 m<sup>3</sup>/h  
 (k - komunalne, p - przemysłowe, Q - wiek ujętym wód)

## WARUNKI PODŁOŻA BUDOWLANEGO



## OCHRONA PRZYRODY I KRAJOBRAZU

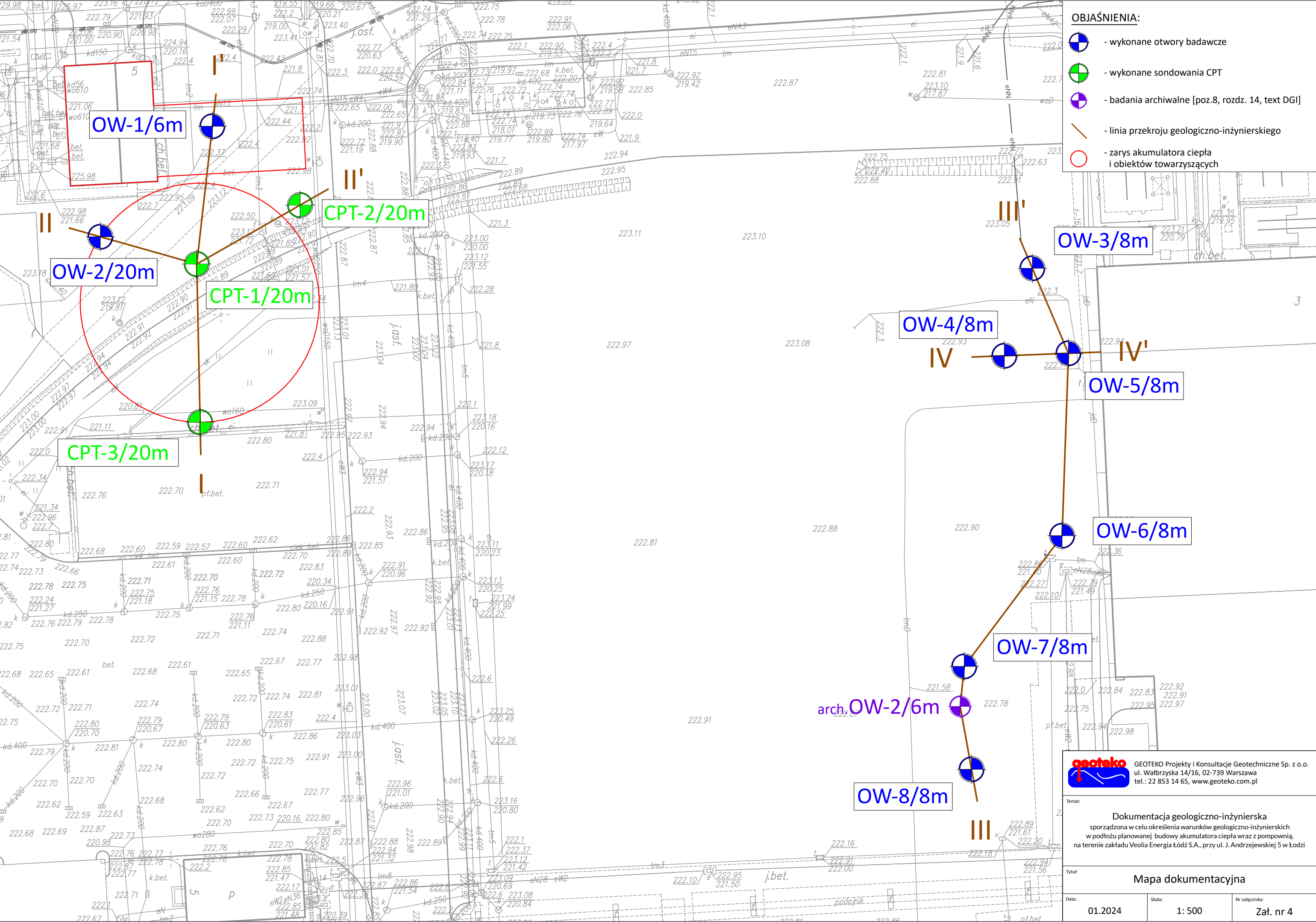


## INFORMACJE DODATKOWE





BRÓJCE





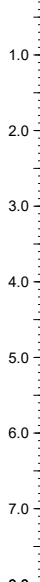



## PROFILE OTWORÓW WIERTNICZYCH

## **Profile wykonanych otworów wiertniczych**


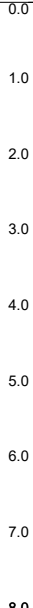
<div>Wykonawca:</div> <div></div> <div>GEOTEKO Projekty i Konsultacje</div> <div>Geotechniczne Spółka z o. o.</div> <div>ul. Walbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa</div>			<div>KARTA DOKUMENTACYJNA</div> <div>OTWORU WIERTNICZEGO</div> <div>OW-1</div>			<div>Załącznik nr: 5.1.1</div>					
<div>Gmina:</div> <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></div> <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				


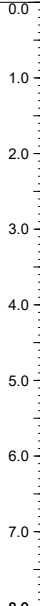








<div>Wykonawca:</div> <div></div> <div>GEOTEKO Projekty i Konsultacje</div> <div>Geotechniczne Spółka z o. o.</div> <div>ul. Wąbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa</div>			<div>KARTA DOKUMENTACYJNA</div> <div>OTWORU WIERTNICZEGO</div> <div>OW-2</div>			<div>Załącznik nr: 5.1.2</div>					
<div>Gmina:</div> <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>▼ 12.5</div><div>▼ 17.4</div></div>	0.0	nN	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	Ps/Pd	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	Po	Pospółka (żółta)			Sa	1.60	nw		NU 12.50	
	11.0										
	12.0										
	12.5										
	13.0	Gp+Ż	Glina piaszczysta+Żwir (szara)			saCl+Gr	4.00	mw	tpl/pzw	NW 13.80	
	14.0										
	15.0										
16.0											
17.0	Ps	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. Walbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa</div>			<div>KARTA DOKUMENTACYJNA OTWORU WIERTNICZEGO</div> <div>OW-3</div>			<div>Załącznik nr: 5.1.3</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 gruntu 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: 5.1.4</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>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>6606221.828</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 Geotechniczne Spółka z o. o. ul. Waiłbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa</div>			<div>KARTA DOKUMENTACYJNA OTWORU WIERTNICZEGO</div> <div>OW-5</div>			<div>Załącznik nr: 5.1.5</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>Współrzędna Y:</div> <div>6606231.750</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(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		NU 8.00	
	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: 5.1.6</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>Zleceniodawca:</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>Symbol gruntu zgodnie z PN-EN ISO 14688:2006</div>	<div>Miaższość 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-7</div>			<div>Załącznik nr: 5.1.7</div>				
<div>Gmina:</div> <div>Łódź Widzew</div>			<div>Temat:</div> <div>VEOLIA</div>			<div>Rzędna:</div> <div>5222.91 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>5735799.588</div>				
						<div>Współrzędna Y:</div> <div>6606215.619</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>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(Piasek średni+Piasek gruby+Żwir) (brązowa)			Mg	0.50	w		NU 3.70
	1.0	nN	Nasyp niebudowlany(Piasek średni) (żółto-brązowa)			Mg	1.00	w		
	2.0	nN	Nasyp niebudowlany(Piasek drobny) (brązowa)			Mg	0.90	w		
	3.0	nN	Nasyp niebudowlany(Piasek średni//Piasek gliniasty/Glina piaszczysta) (brązowa)			Mg	1.20	w		
	4.0	Po	Pospółka (brązowa)			Sa	0.30	w		NW 5.00
	5.0	Gp	Glina piaszczysta (brązowa)			clSa	1.80	mw/w	tpl/pl	
	6.0	Pd	Piasek drobny (jasno-żółta)			FSa	0.60	w		NU 7.50
	7.0	Ps	Piasek średni (brązowa)			MSa	1.70	w		
	8.0									

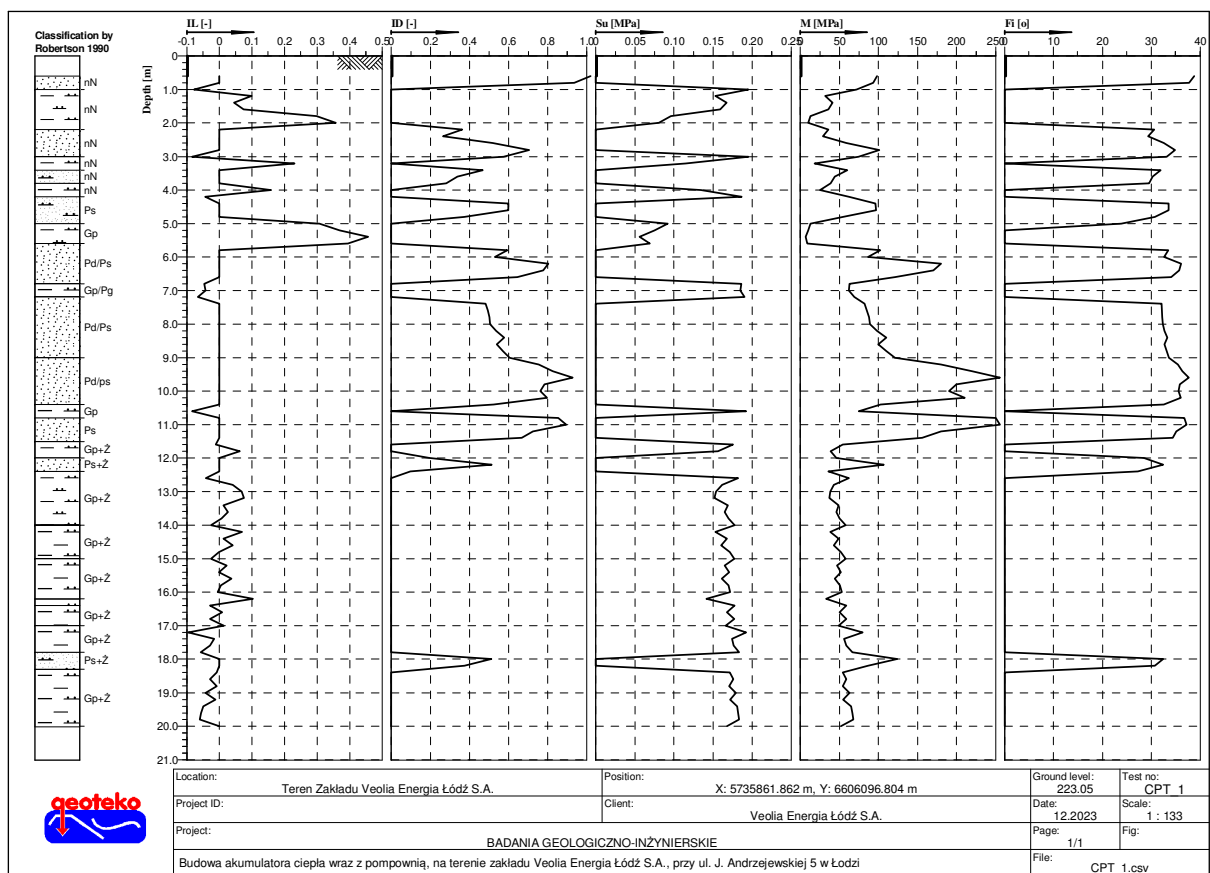
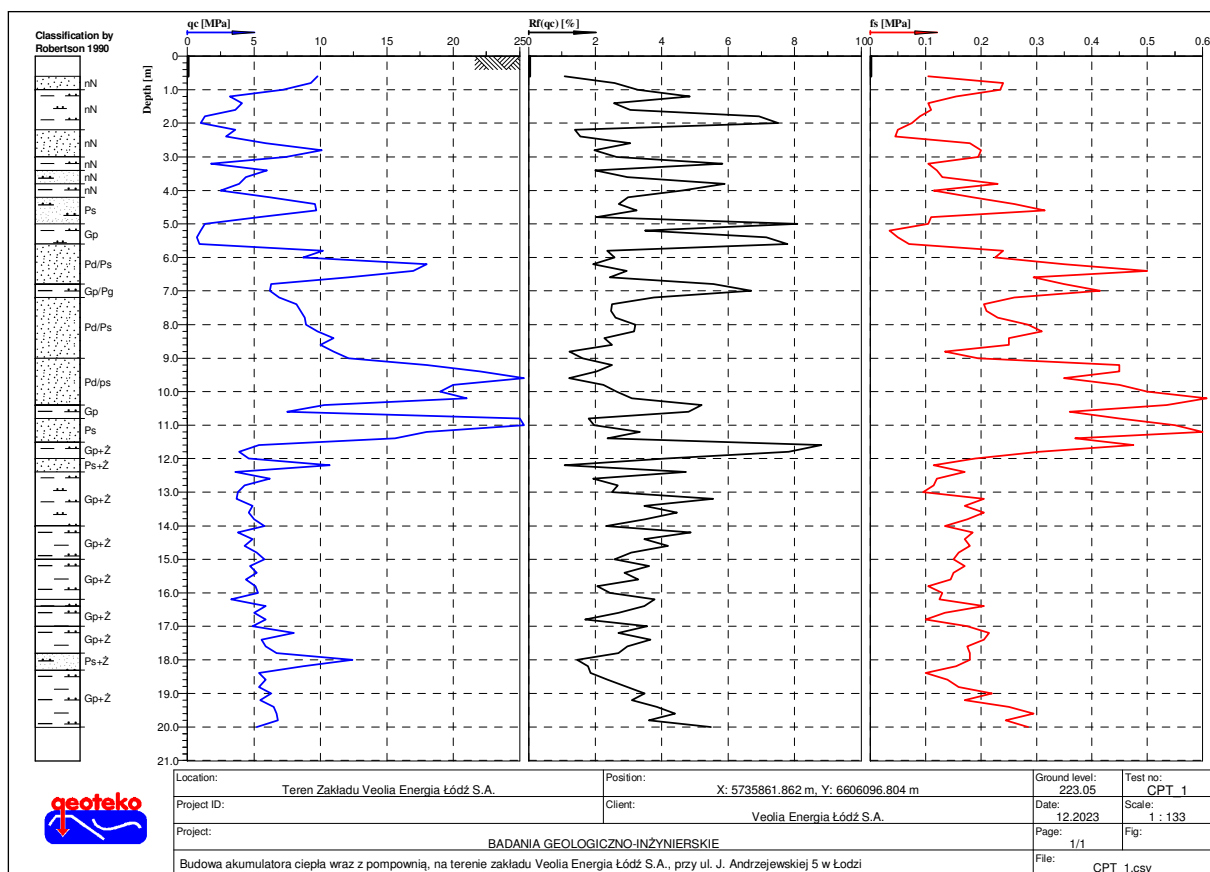
<div>Wykonawca:  GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geotechniczne Spółka z o. o. ul. Waiłbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa</div>			<div>KARTA DOKUMENTACYJNA OTWORU WIERTNICZEGO  OW-8</div>			<div>Załącznik nr: 5.1.8</div>					
<div>Gmina: Łódź Widzew</div>			<div>Temat: VEOLIA</div>			<div>Rzędna: 5222.86 m n.p.m.</div>		<div>Układ odniesienia: 2000/6</div>			
<div>Powiat: Łódź</div>			<div>Zlecniodawca: Veolia Energia Łódź S.A.</div>			<div>Współrzędna X: 5735783.657</div>					
<div>Województwo: łódzkie</div>			<div>Operator sprzętu: Łukasz Parol</div>		<div>System wiercenia: mechaniczny</div>		<div>Współrzędna Y: 6606216.746</div>				
<div>Skala: 1:100</div>			<div>Nadzór geologiczny: mgr Paweł Rzeźnicki</div>		<div>Typ wiertnicy: Nordmeyer typ RSB 0/1.4</div>		<div>Data wykonania wiercenia: 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 gruntu 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 średni+Piasek gliniasty+Glina piaszczysta+Żwir) (brązowa)			Mg	1.20	w		NW 1.00	
	1.0		Nasyp niebudowlany(Glina piaszczysta/Piasek gliniasty) (brązowa)			Mg	1.10	w		NW 2.00	
	2.0		Nasyp niebudowlany(Piasek gliniasty+Piasek średni+Glina piaszczysta) (brązowa)			Mg	1.00	w			
	3.0		Nasyp niebudowlany(Piasek gliniasty+Żwir+Kamienie+Piasek średni) (ciemno-brązowa)			Mg	0.60	w			
	4.0		Glina piaszczysta (szaro-brązowa)			clSa	1.10	mw/w	tpl	NW 4.60	
	5.0		Glina piaszczysta (szaro-brązowa)			clSa	0.70	mw/w	tpl/pl	NW 5.40	
	6.0		Piasek średni (żółta)			Sa	0.40	w			
	7.0		Pospółka (ciemno-brązowa)			Sa	0.70	w		NU 6.50	
	8.0		Piasek gruby (ciemno-brązowa)			Sa	0.90	w		NU 7.50	
				Piasek średni (jasno-żółta)			Sa	0.30	w		NU 7.90

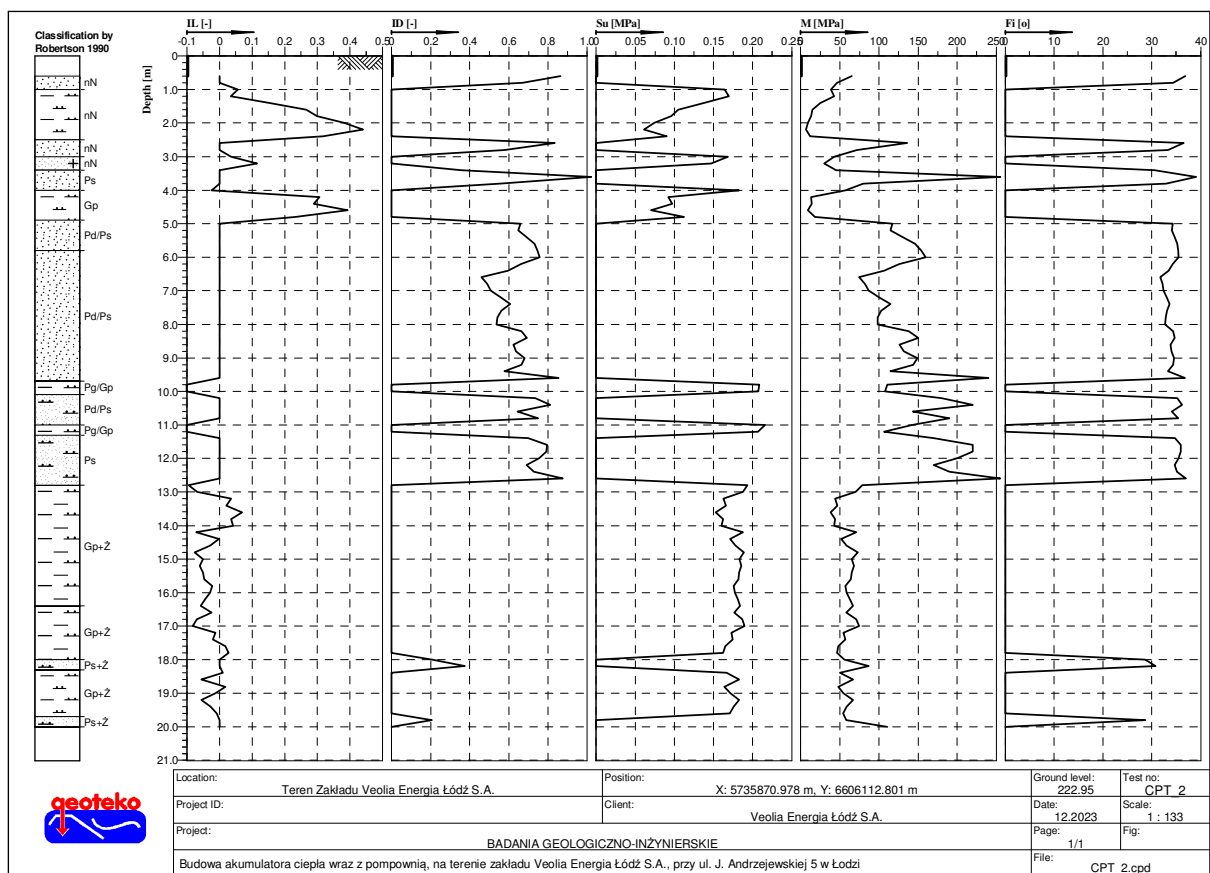
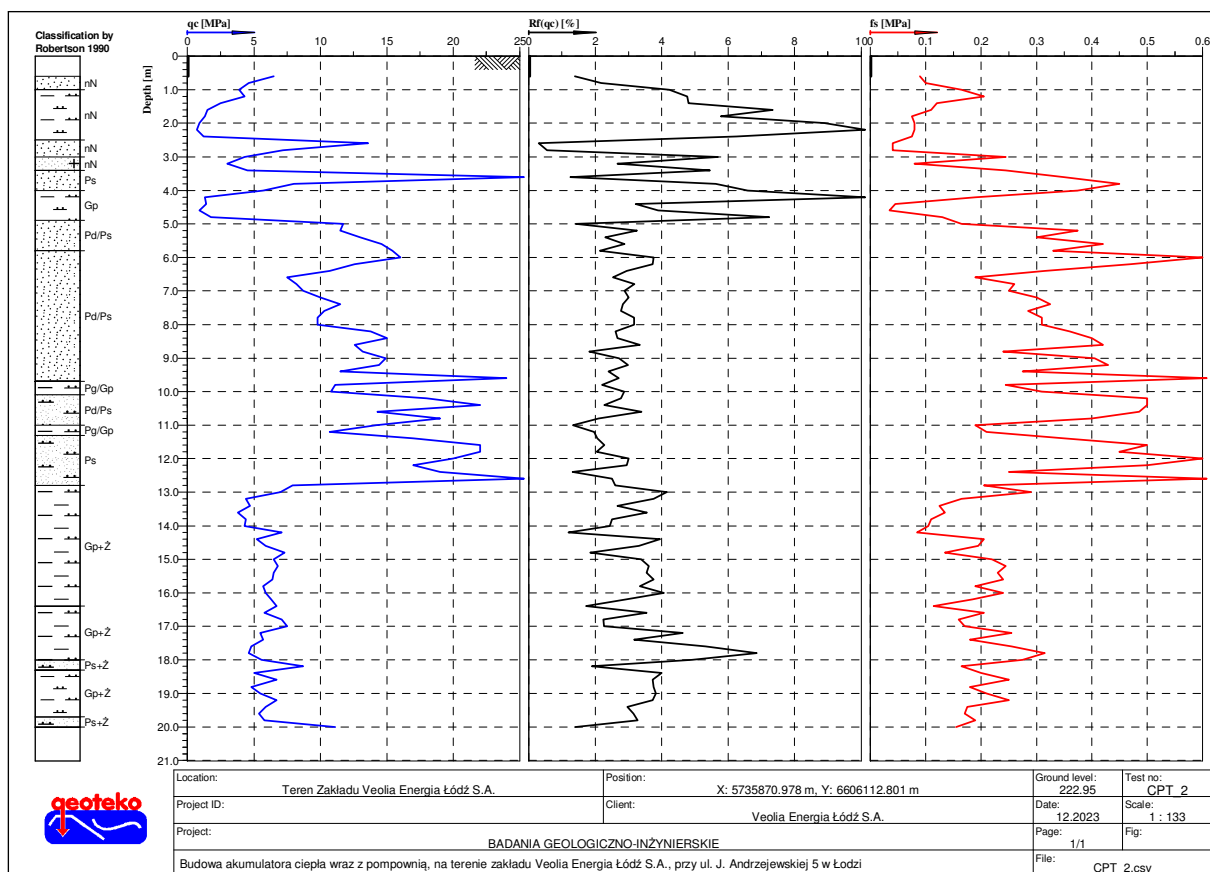
## **Profil archiwalnego otworu wiertniczego**

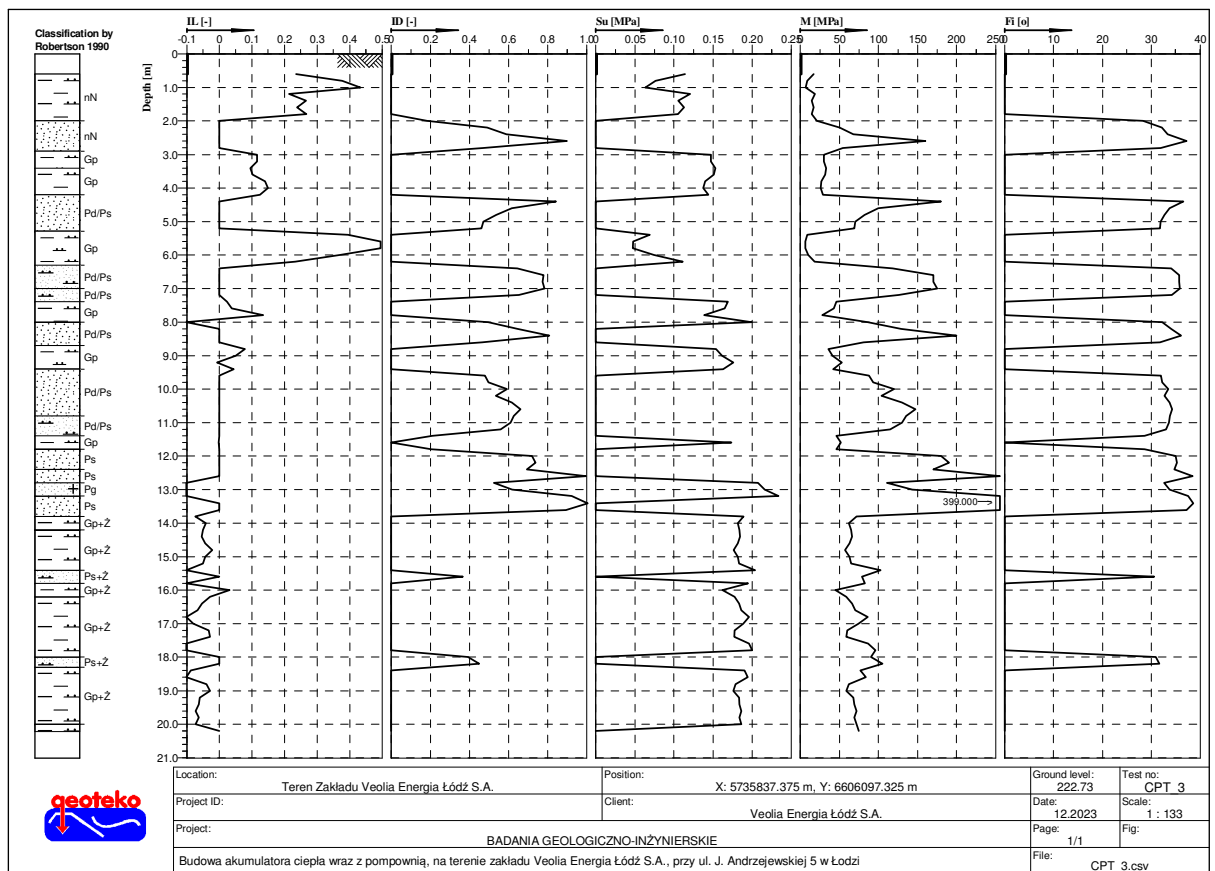
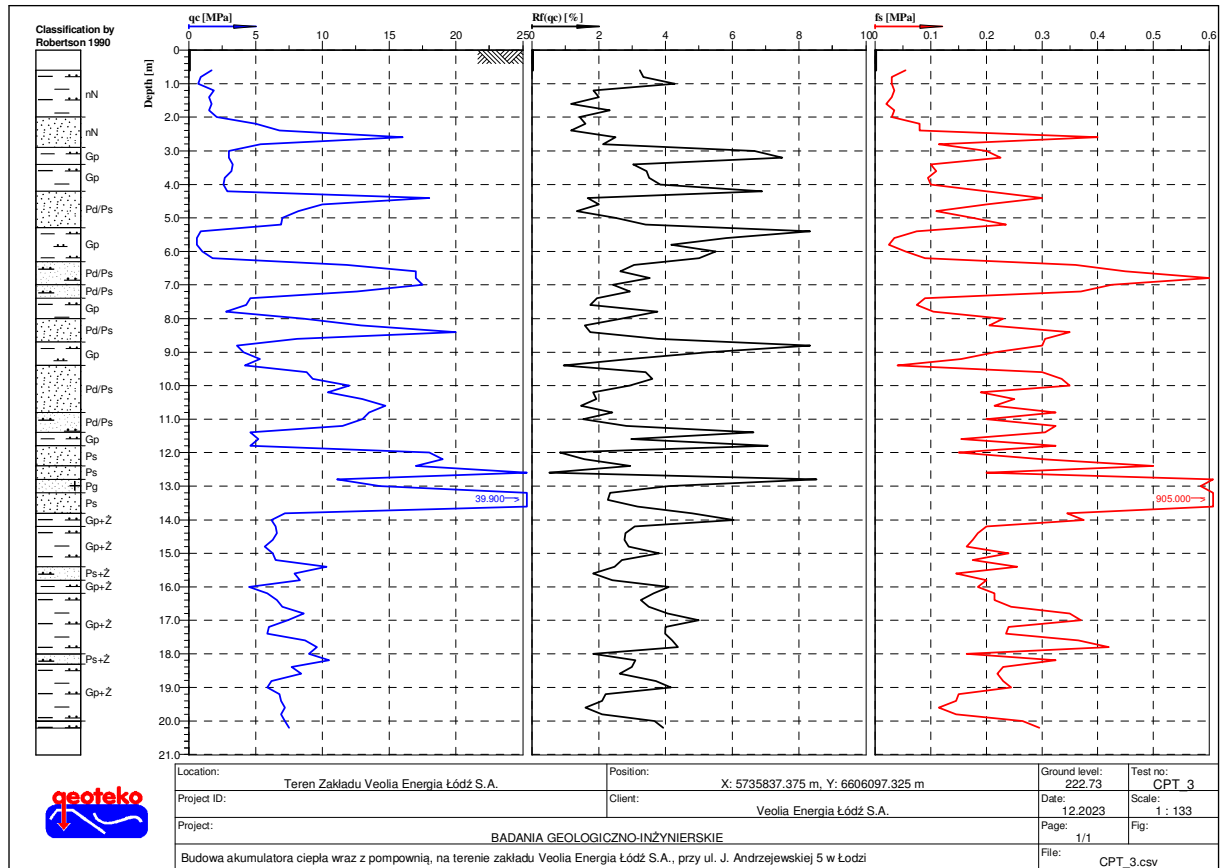
<div>Wykonawca: <b>geoteko</b></div> <div></div> <div>GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o. ul. Waiłbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa</div>			<div>KARTA DOKUMENTACYJNA OTWORU WIERTNICZEGO</div> <div>OW-2</div>			<div>Załącznik nr: 5.2</div>					
<div>Gmina:</div> <div>Łódź-Widzew</div>			<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>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(Glina piaszczysta+Otoczaki+Piasek gliniasty+gruz) (brązowa)			Mg	0.60	w			
	1.0		Nasyp niebudowlany(Piasek średni+Otoczaki+żwir) (żółto-brązowa)			Mg	0.50	w			
			Glina piaszczysta (brązowa)			saCCl	0.30	mw/w	tpl/pl		
	2.0		Piasek średni (brązowa)			MSa	1.80	w			
	3.0										
	4.0		Piasek średni (jasno żółta)			MSa	2.80	w			
	5.0										
	6.0										

## 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 zaostrego 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		
	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		
No	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	[%]	[%]	[%]
1	OW-1	1.90									Gp	pl/tpl	ciemnożółtobrazowa	dark yellowish brown	<1	plastyczny/twardoplastyczny, ciemnożółtobrazowy, bezwapnisty, średniej plastyczności łł. 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	żółtobrazowa i szara	yellowish brown and grey	<1	twardoplastyczny, żółtobrazowy 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	ciemnobrazowoszara	dark brownish grey	3-5	miękkoplastyczny, ciemnobrazowoszary, 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 domieszcze 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 domieszcze 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>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
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>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		[%]
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, malej plastyczności PYŁ z item 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+z		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 deviatora 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	$\varphi'$ [°]	c' [kPa]	[kPa]	[kPa]	$E_{oed0}$ [MPa]	$E_{oed}$ [MPa]	$c_v$ [m²/s]	k [m/s]
1	OW-1	1.00-1.40	---	twardoplastyczny, żółtobrazowy, bezwapnisty, średniej plastyczności łą 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 łą 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 łą 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 łą 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 łą 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 <i>firm, brown, very sandy, silty CLAY</i>	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											
15			4.45-4.60	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>	TX CIU	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample	VMC_24_9	2.17	1.91	13.9	0.99	50	0.05	68	38													
16			4.30-4.45	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>	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	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]
18	OW-3	4.90-5.30	5.10-5.30	twardoplastyczny/plastyczny, ciemnoszarobrazowy, wapnisty, średniej plastyczności łł 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	<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								
20		3.30-3.50	3.30-3.50	twardoplastyczny, brązowy, łł z pyłem z dużą ilością piasku <i>firm, brown, very sandy, silty CLAY</i>	TX CIU	Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample	VMC_24_7	2.14	1.86	14.8	0.98	100	0.05	110	58								

Zał. / App. 2

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

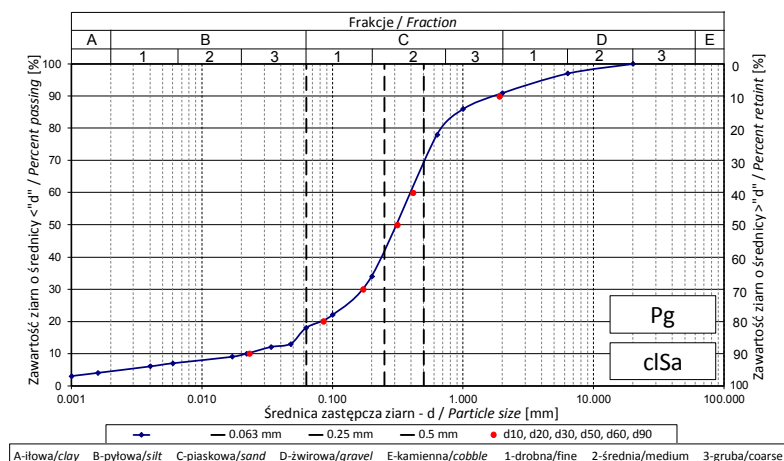


ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

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 fines ratio [-]
OW-1	2.90	9	75	12	4	Pg	9	73	14	4	18	cISa	19.3	4.1.8

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	USBSC 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:

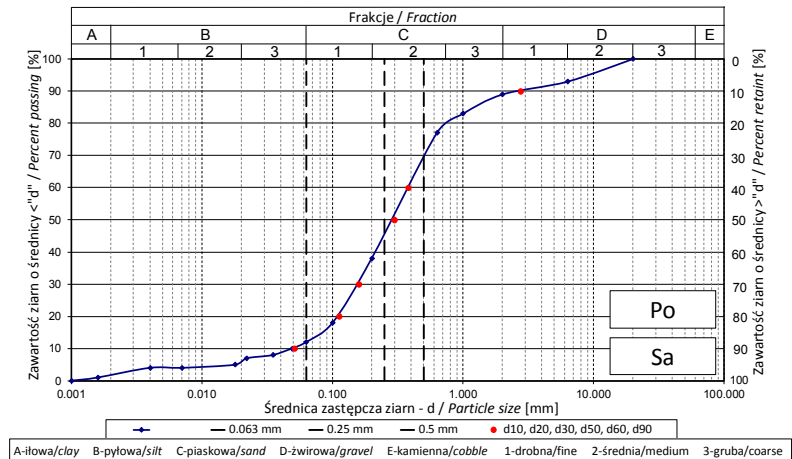
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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, bezwapniasty 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 fine 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:

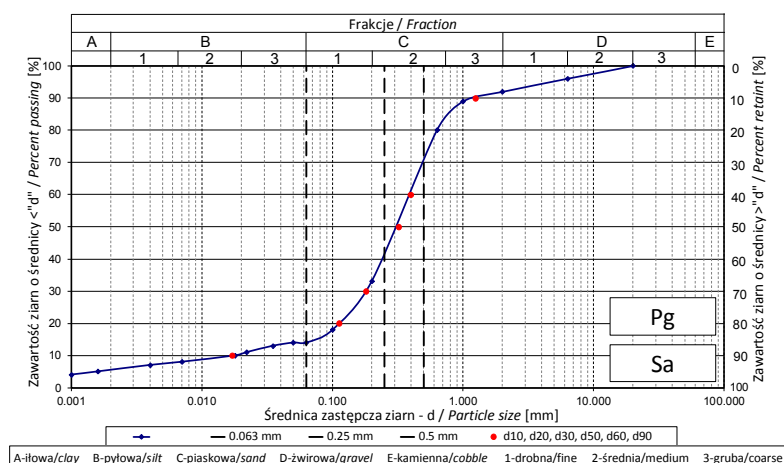
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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:

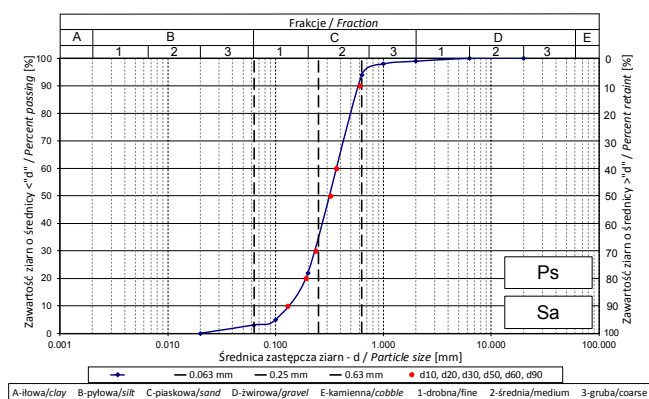
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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				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-1	5.90	1	97	2	Ps		1	96	3	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-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 /

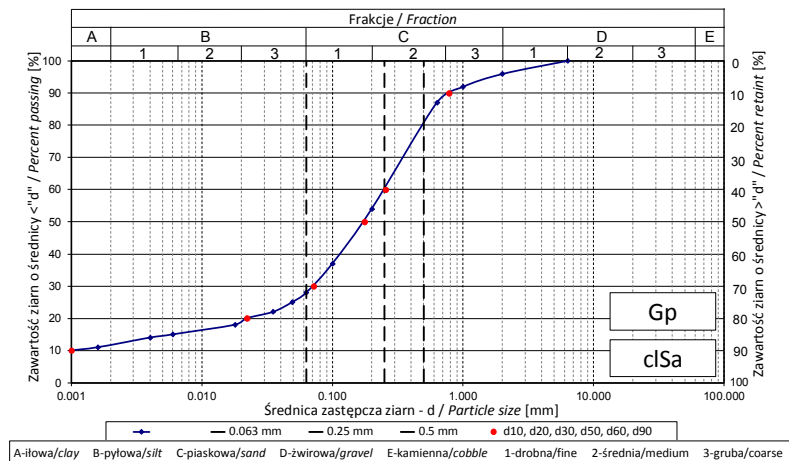
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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	clSa	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]							Hazena formula	USBSC formula	Seelheim formula
Borehole	Depth [m]									
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:

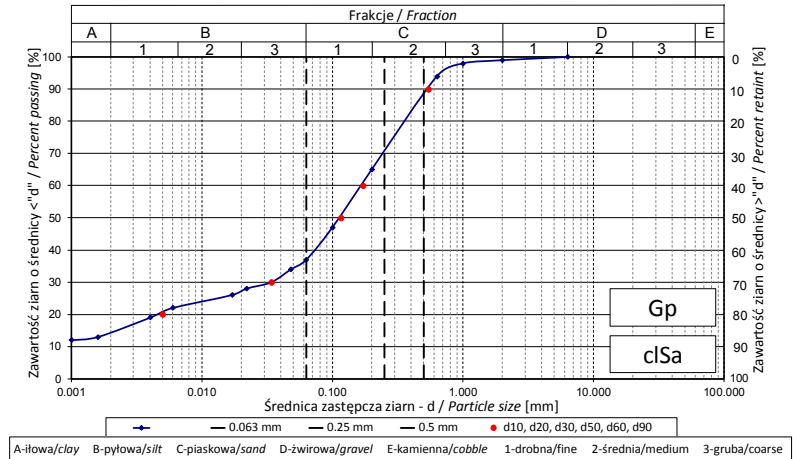
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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 łą 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	clSa	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:

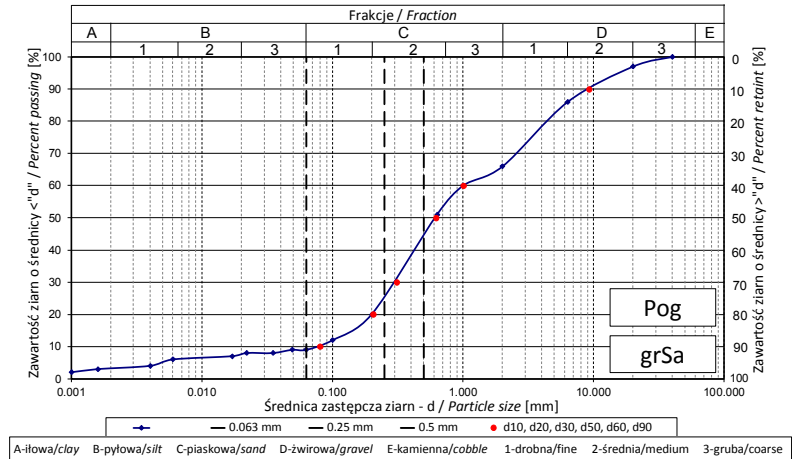
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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 ziarn / 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	USBSC 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:

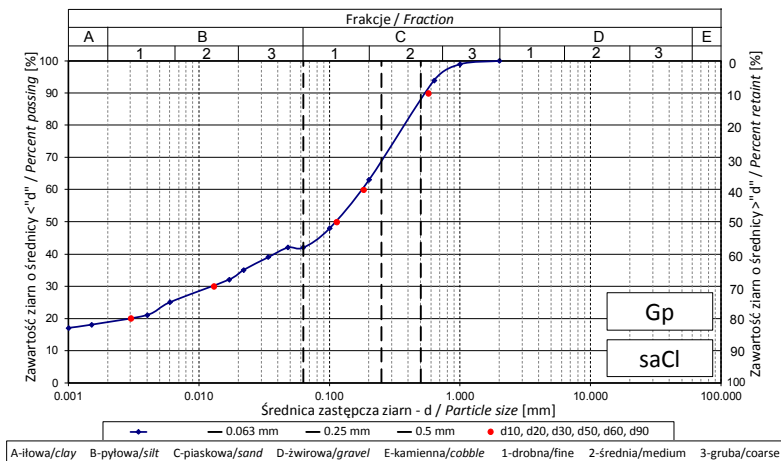


ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

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 wykonał / 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	Fines content [%]	Sand fine 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:

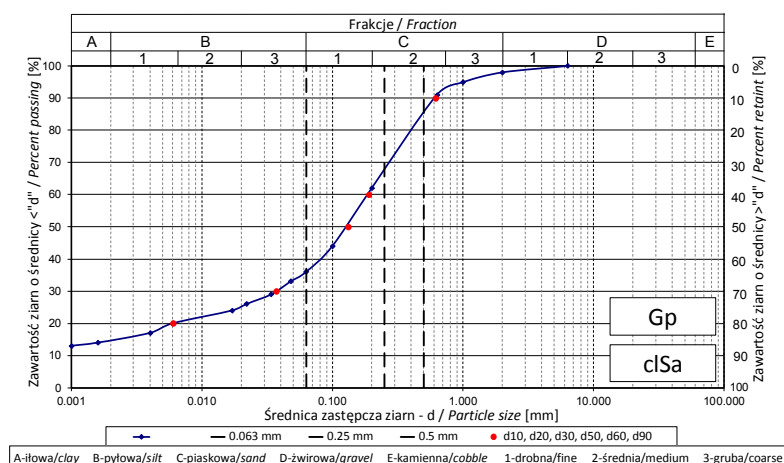


ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

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 fines ratio [-]
OW-3	4.00-4.60	2	65	18	15	Gp	2	62	21	15	36	clSa	38.9	1.5

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-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:

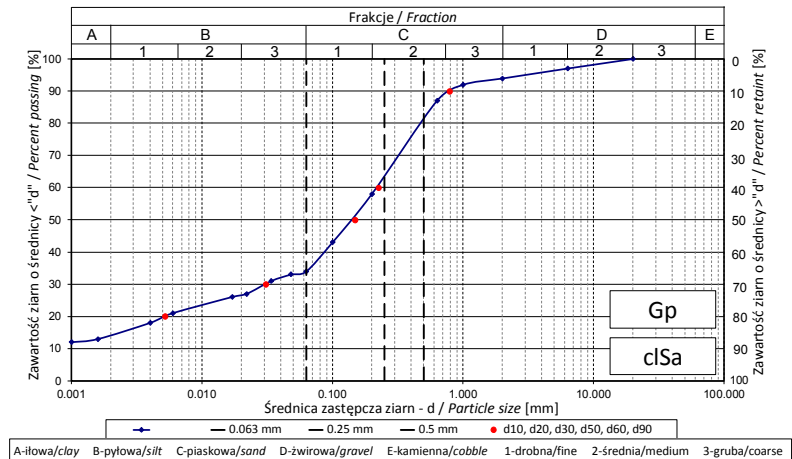
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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]							Hazen formula	USBC formula	Seelheim formula
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:

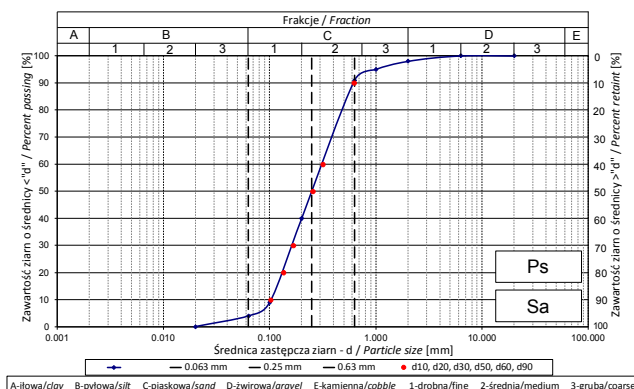
Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły /  
Information of any deviations from the test procedure:

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	fx + fi	Gr + Co	Sa	Si+Cl	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-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 krzywizny 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	6.50	0.102	0.134	0.166	0.254	0.316	0.620	1.2E-04	3.5E-05	2.3E-04	0.86	3.10

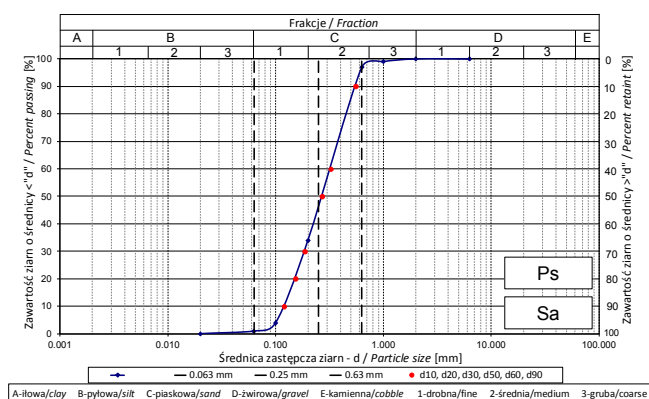
Informacja o procedurze usuwania z próbek węglanów i materii organicznej jeśli stosowano/  
Information on the procedure for removing carbonates and organic matter from the sample, if used:  
Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły /  
Information of any deviations from the test 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			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	Type of soil	Gr + Co	Sa	Si+Cl	Type of soil	Fines content [%]	Sand fine ratio [-]
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt + clay		gravel	sand	silt + clay			
OW-3	7.00		99	1		Ps		99			

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:

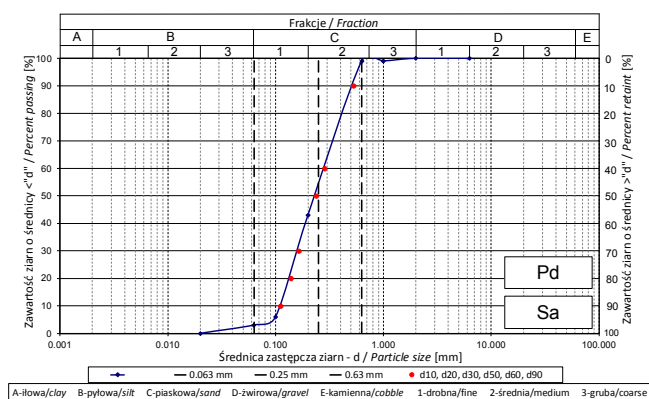
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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, bezwapniasty 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]										Cc	Cu
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:

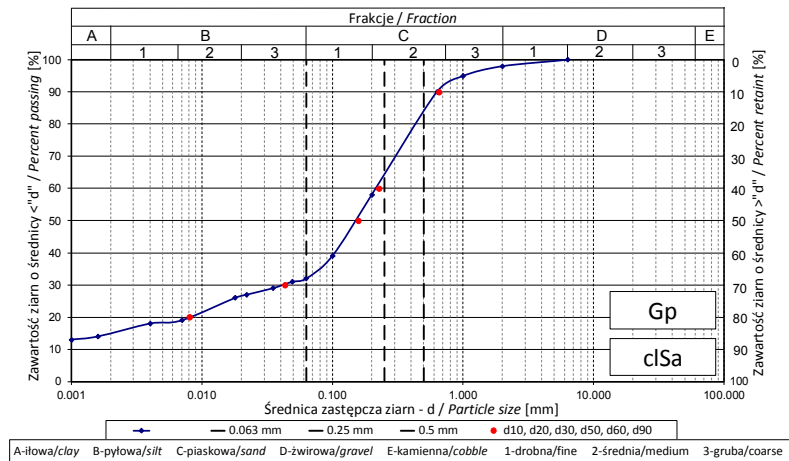
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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		Rodzaj gruntu	Gr + Co	Sa	Si		Cl	Si+Cl	Rodzaj gruntu
Borehole	Depth [m]	gravel	sand	silt	clay	Type of soil		gravel	sand	silt	clay	silt + clay	Type of soil	
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:

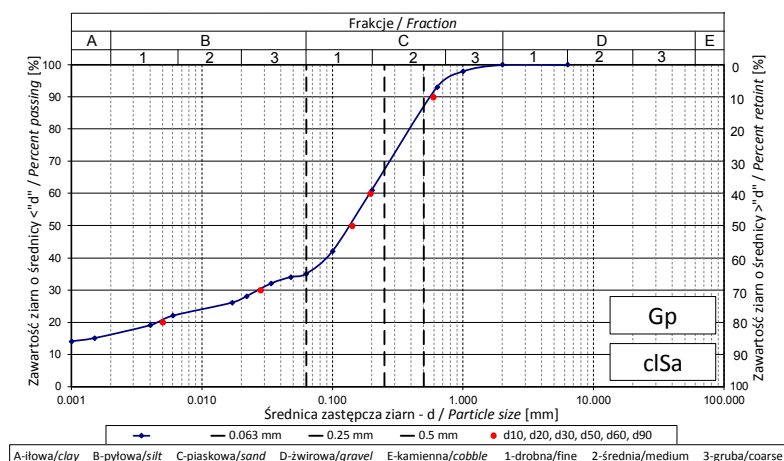
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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:

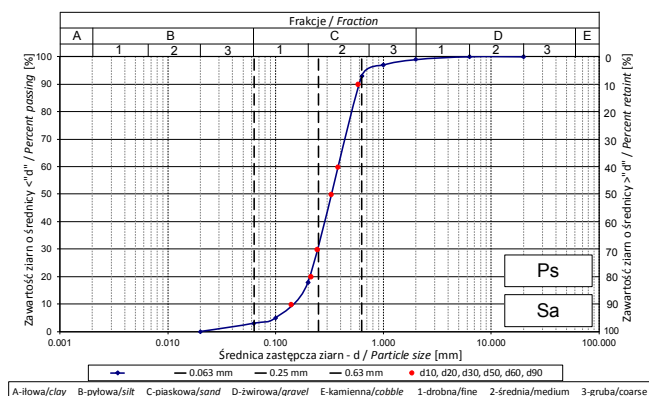


ANALIZA UZIARNIENIA - sitowa - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

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:

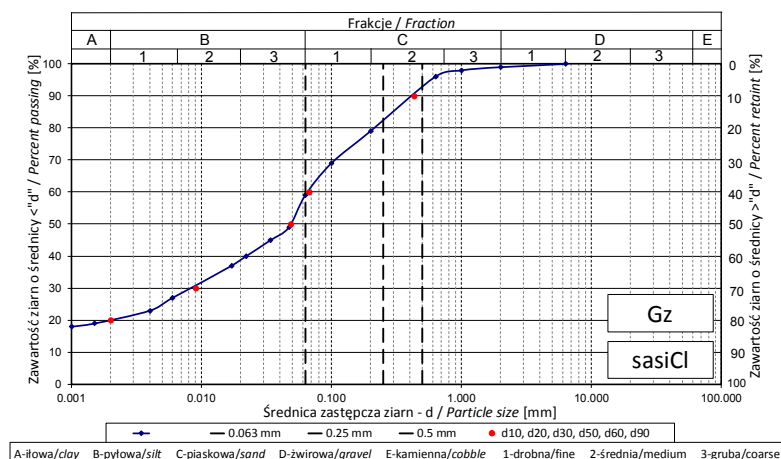


ANALIZA UZIARNIENIA - areometryczna - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

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 podpróbki / 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 łem 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 wykonał / 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			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	4.00	1	45	34	20	Gz	1	40	39	20	59	sasiCl	62.7	0.59

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

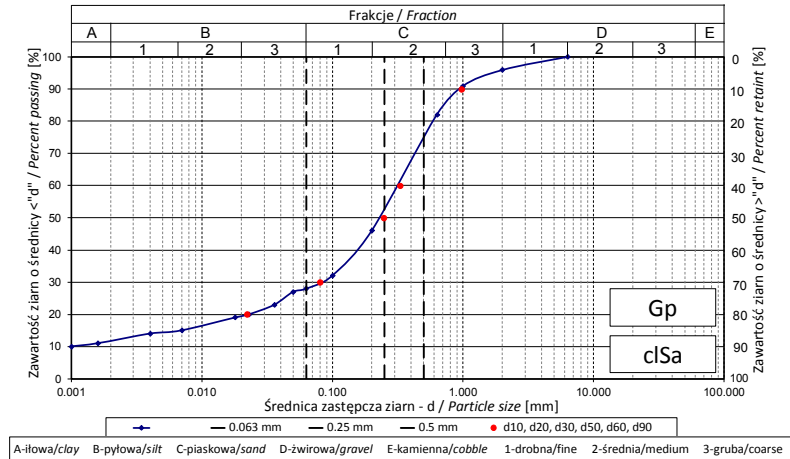
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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]:	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 łą 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 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
0.007	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	cISa	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:

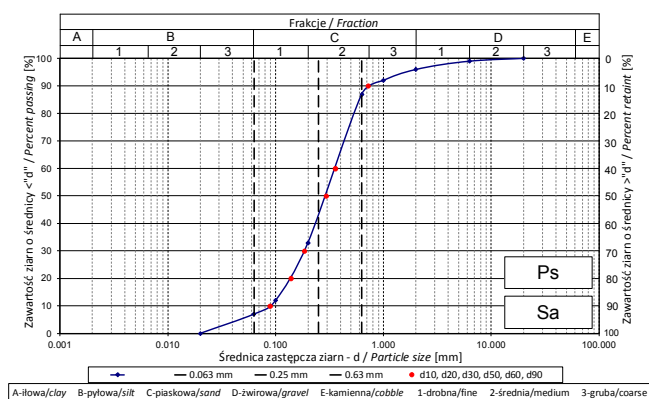
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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	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-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:

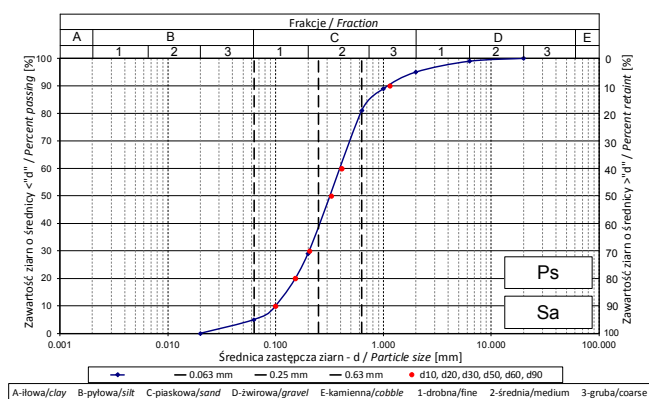
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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 USBC	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 /

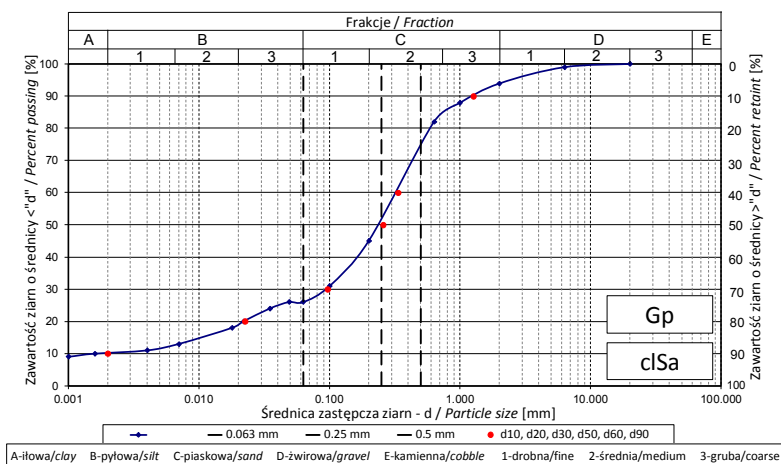
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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	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]	0.002	0.022	0.097	0.256	0.335	1.259	Hazen formula	USBSC formula	Seelheim formula
Borehole	Depth [m]							Hazen formula	USBSC 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:

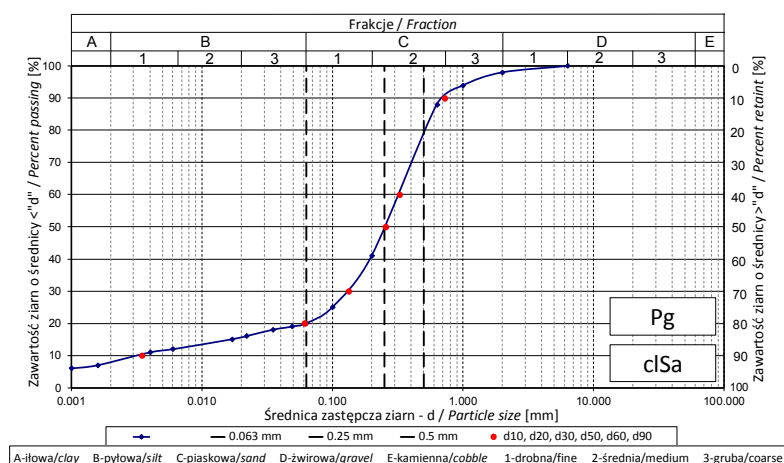
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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	cISa	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:

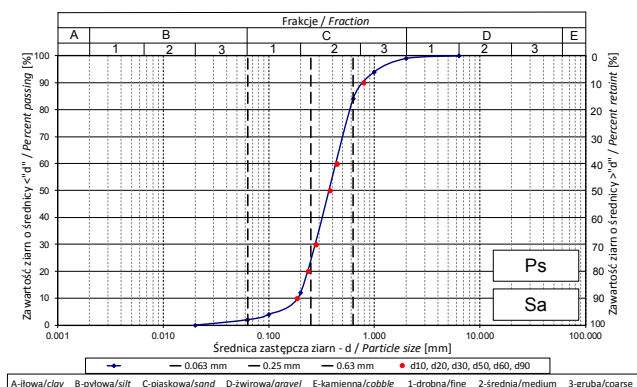
Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły / Information of any deviations from the test procedure:

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]										Cc	Cu
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:

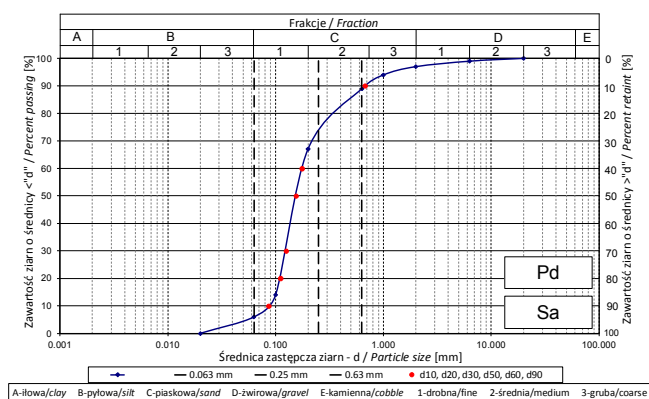


ANALIZA UZIARNIENIA - sitowa - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

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			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	6.00	3	92	5	Pd	3	91	6	Sa	9.1	9.99

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-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:

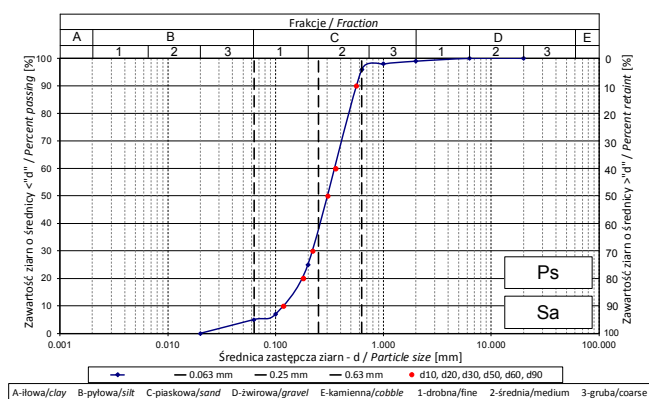


ANALIZA UZIARNIENIA - sitowa - wg PN-EN ISO 17892-4:2017-01

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				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	7.00	1	95	4	Ps		1	94	5	Sa	

Dane od klienta / Data from client		Średnica zastępcza [mm]						Współczynnik filtracji [m/s]			Wskaźnik krzywnicy 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:

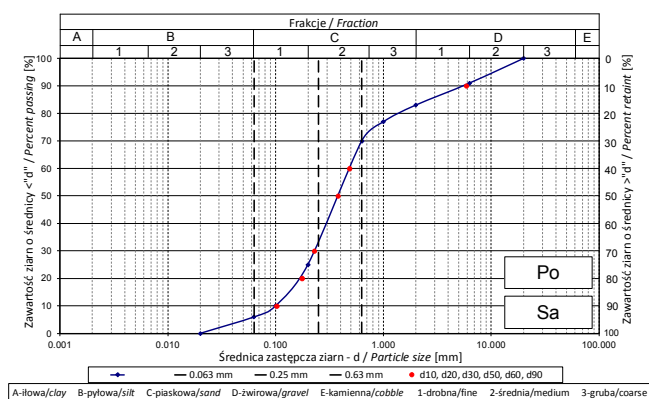
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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:

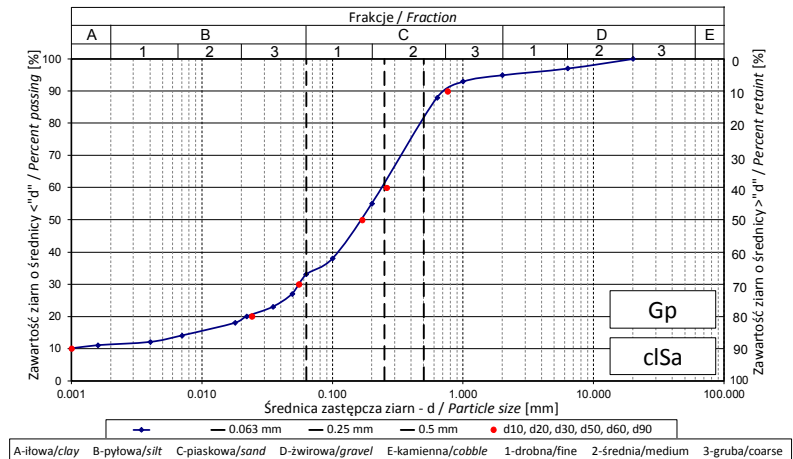
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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 domieszcze 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:

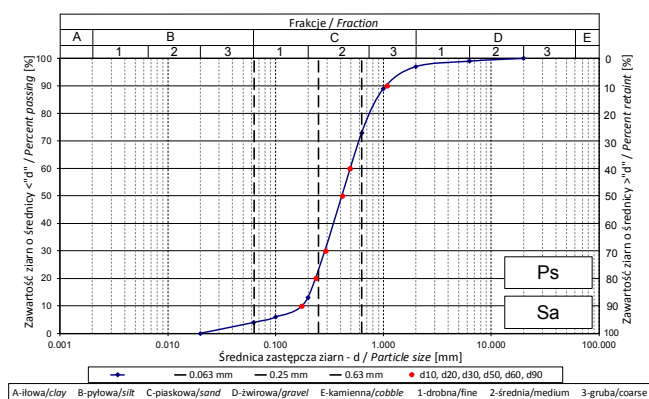
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła / If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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 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]										Cc	Cu
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:

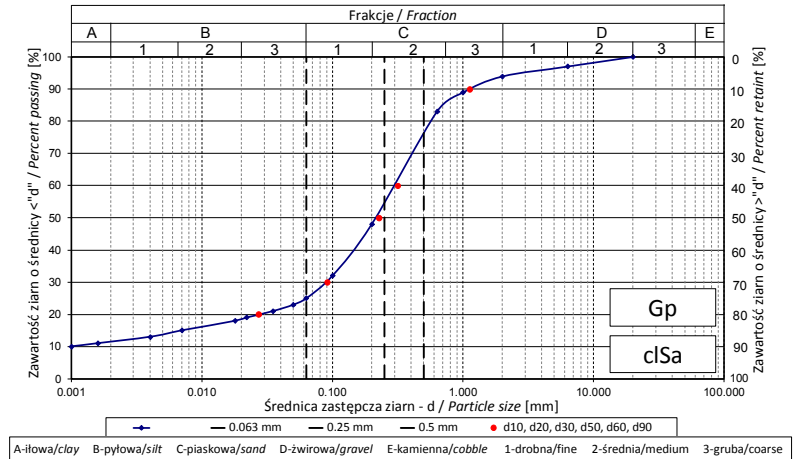
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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 ilitem 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	cISa	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]	0.000	0.027	0.091	0.226	0.314	1.121	Hazen formula	USBSC formula	Seelheim formula
Borehole	Depth [m]							Hazen formula	USBSC 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:

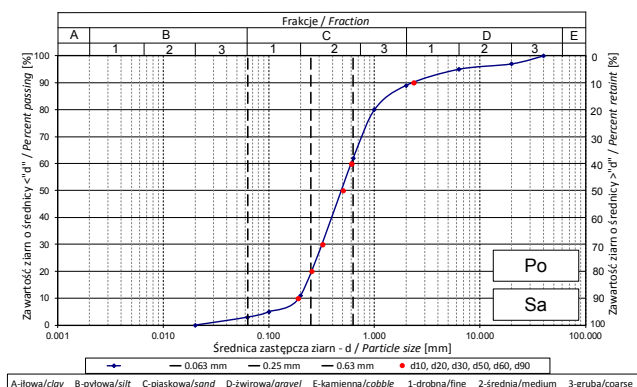
Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły / Information of any deviations from the test procedure:

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:

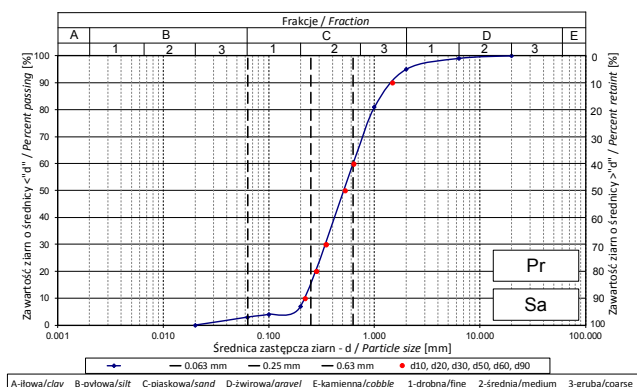
Informacja o odstępstwach od procedury bawczej jeśli wystąpiły /  
Information of any deviations from the test procedure:

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:

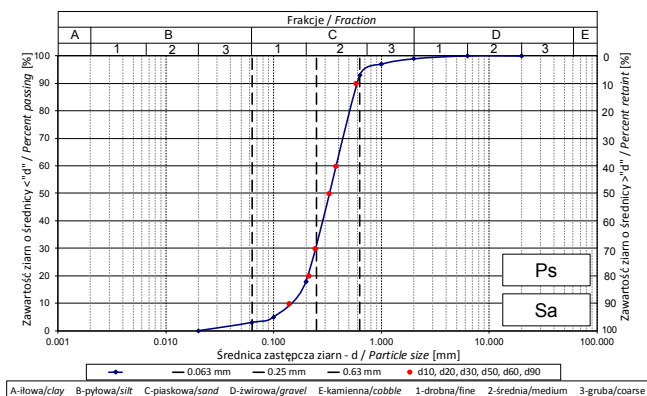
Informacja o braku odpowiedniej ilości materiału do badań jeśli taka sytuacja wystąpiła /  
If amount of soil tested was insufficient to comply with recommended minimum mass:

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

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-8
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]	[%]
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			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

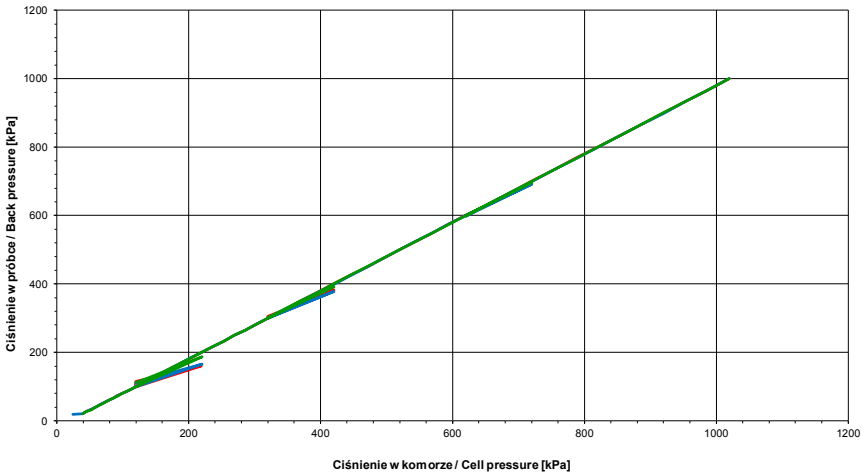
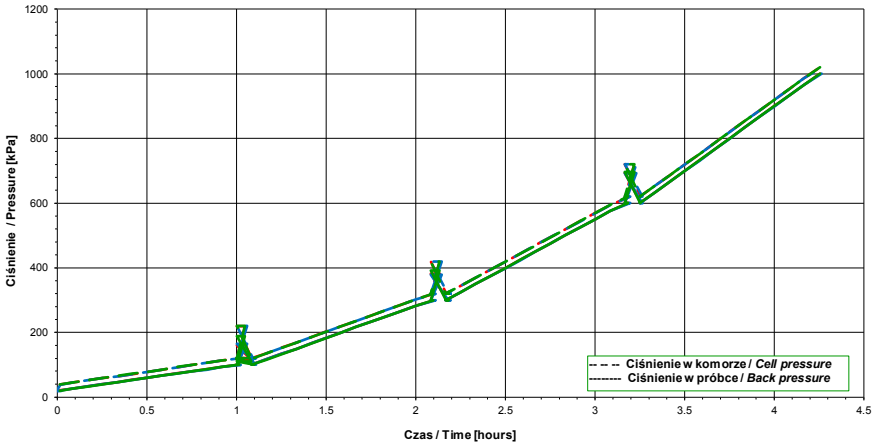
Nazwa próbki / Name of the sample :			-	-	-
Nazwa badania / Name of the test :			VMC_24_1	VMC_24_2	VMC_24_3
Data rozpoczęcia badania / Test start date :			2024-01-03	2024-01-05	2024-01-07
Głębokość podpróbki / Specimen depth	[m]		3.60-3.75	3.75-3.90	3.90-4.05
POCZĄTKOWE PARAMETRY PRÓBKĲ / INITIAL SPECIMEN 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

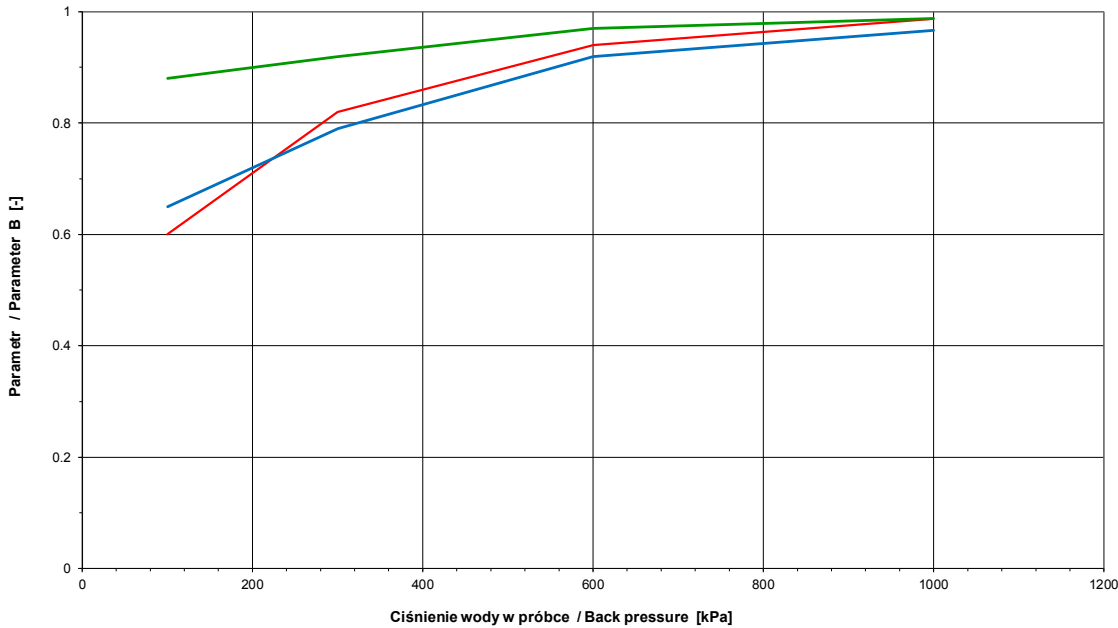


**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**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

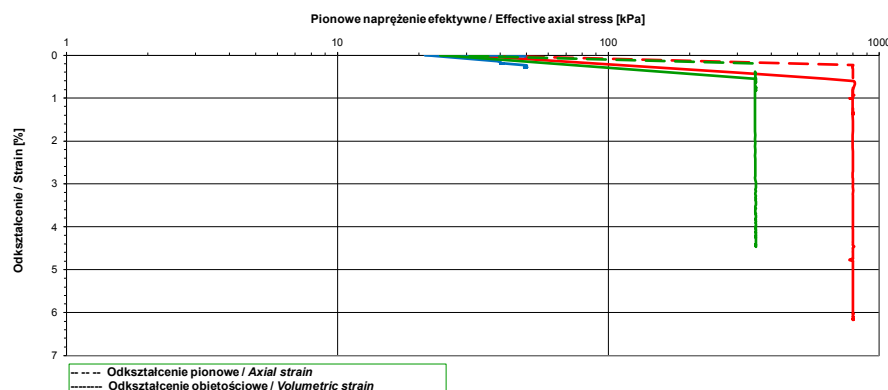
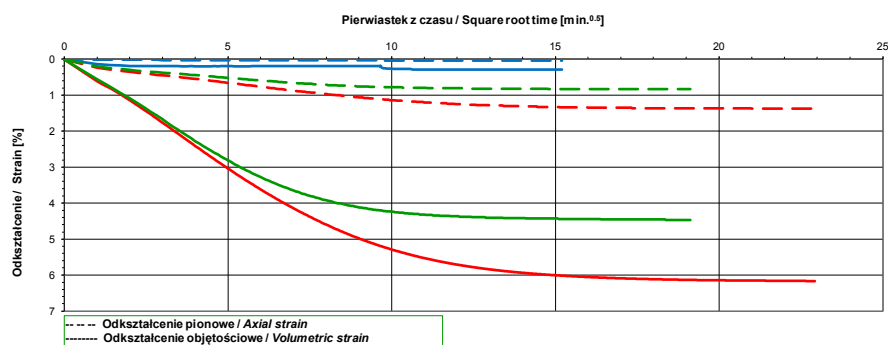
Nazwa próbki / Name of the sample :			-	-	-
Nazwa badania / Name of the test :			VMC_24_1	VMC_24_2	VMC_24_3
Głębokość podpróbk / Specimen depth	[m]		3.60-3.75	3.75-3.90	3.90-4.05
PARAMETRY PO NASĄCZANIU / PARAMETERS AFTER SATURATION					
Ciśnienie w komorze / Cell pressure	$\sigma_c$	[kPa]	1020	1019	1020
Ciśnienie wyrównawcze / Back pressure	$u_B$	[kPa]	1000	1000	1000
Parametr Skemptona / Skempton Parameter	B	[-]	0.99	0.97	0.99
Opis makroskopowy / Visual description		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 ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**KONSOLIDACJA / CONSOLIDATION**

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
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 ścinaniem / 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		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		






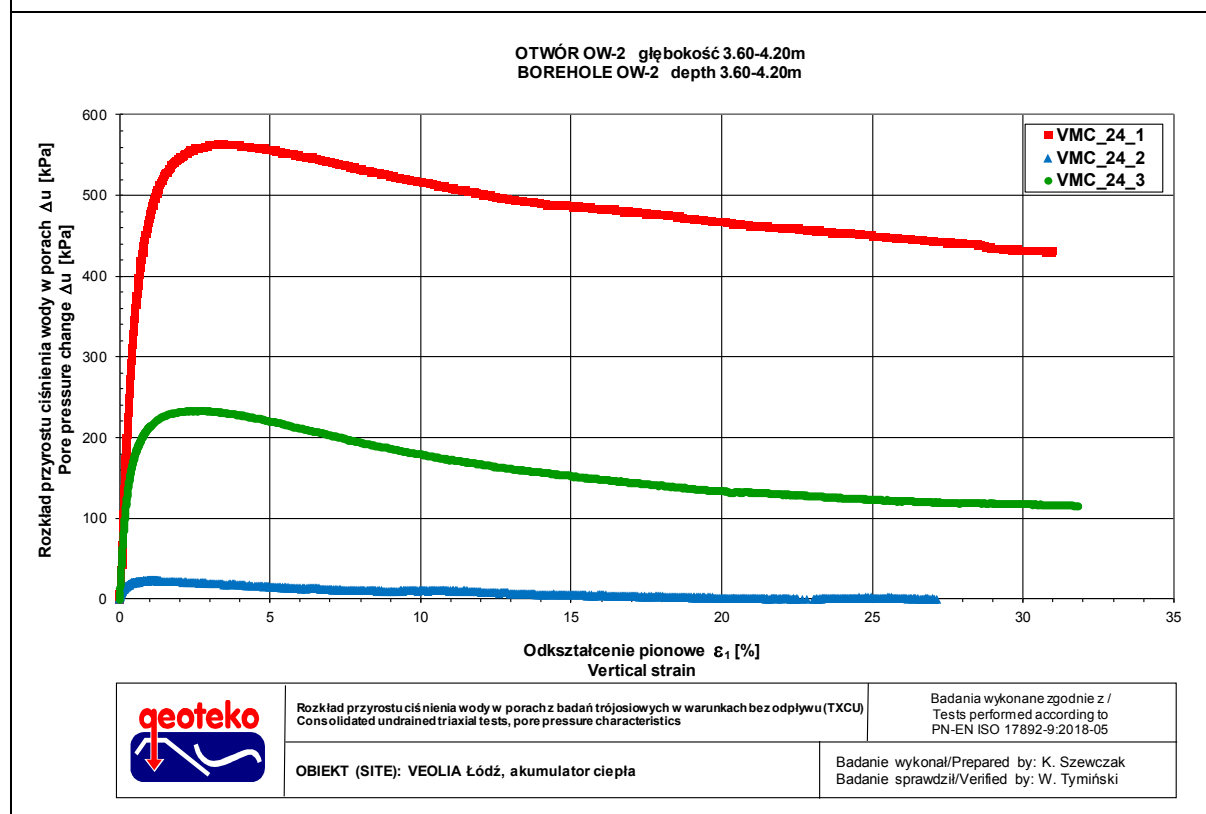
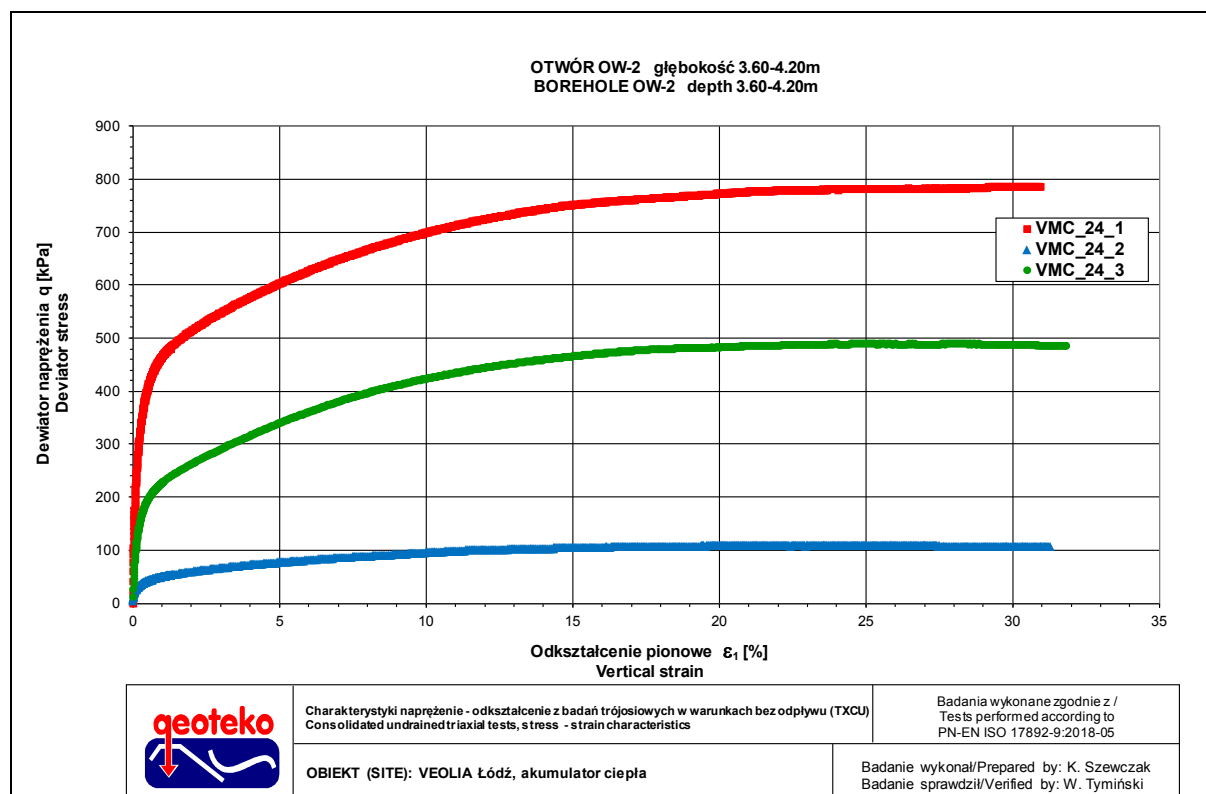
BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05

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

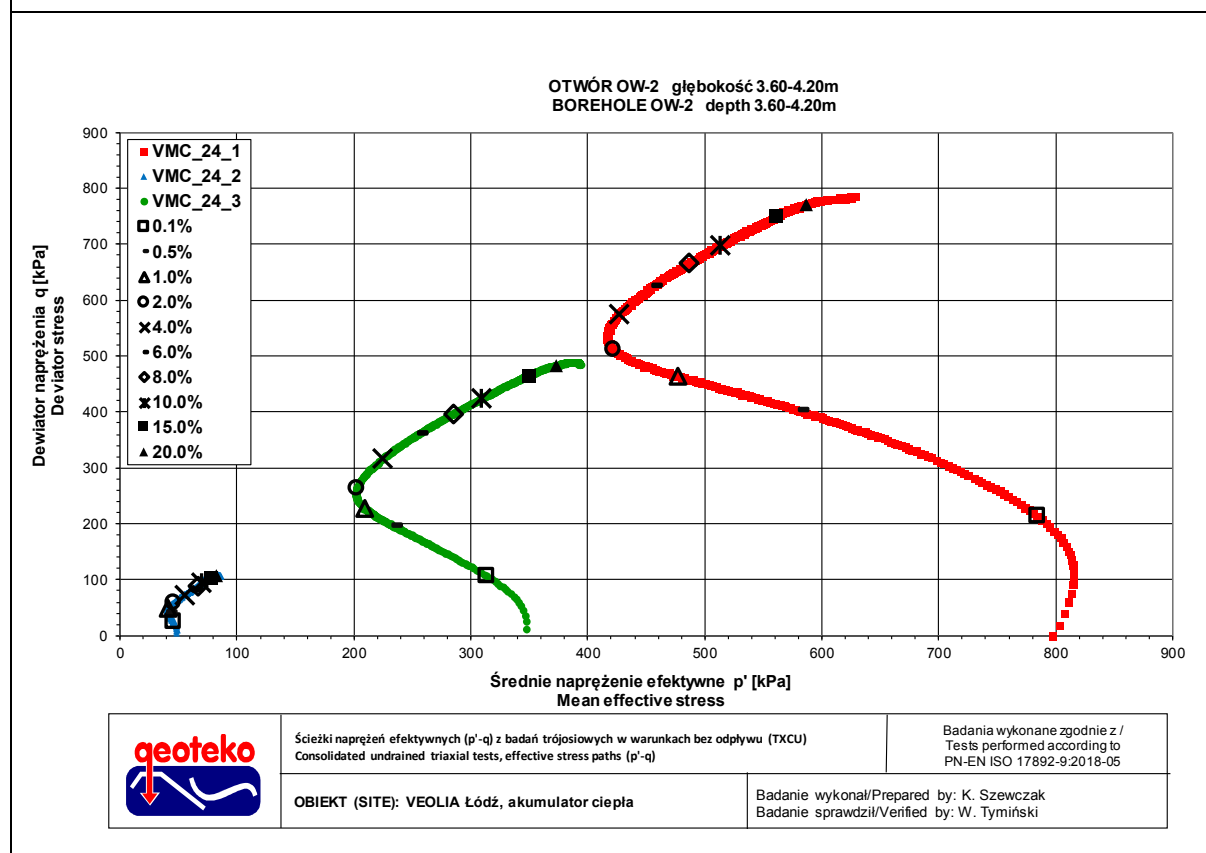
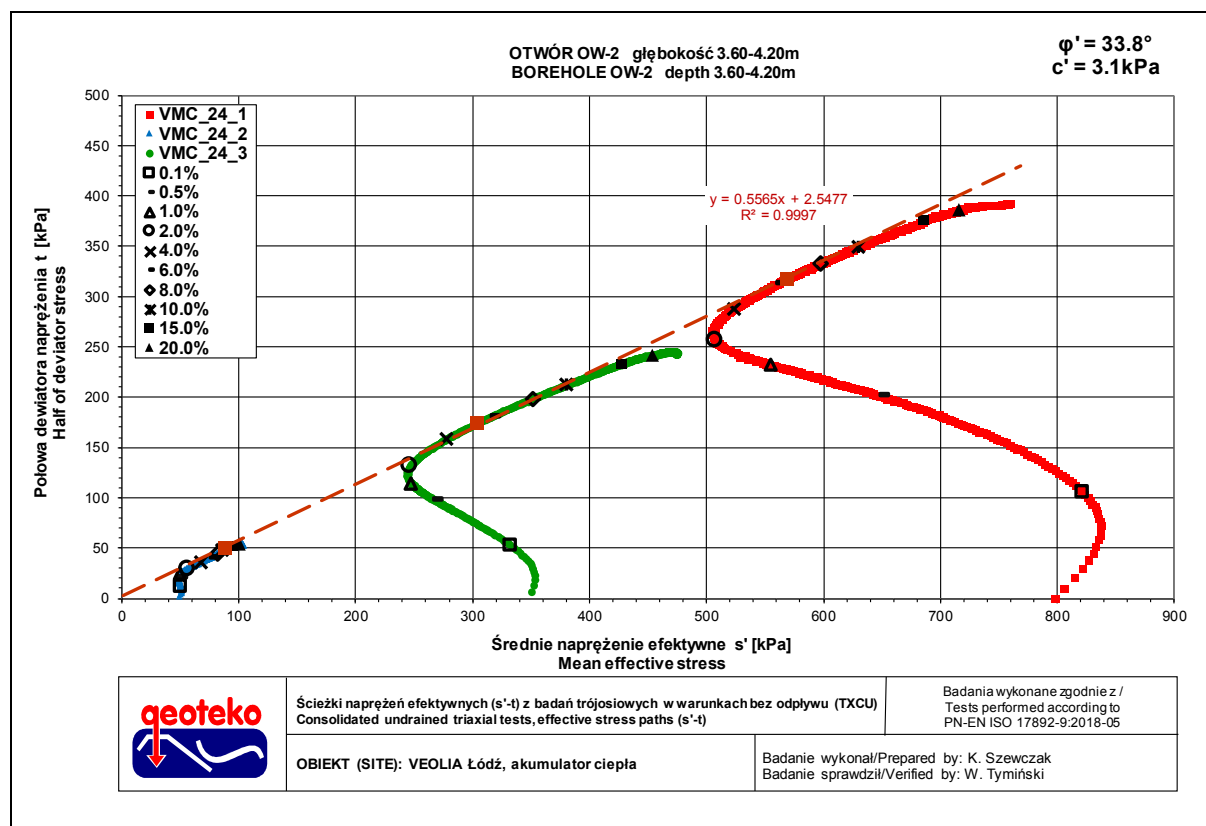
ŚCINANIE / SHEARING

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-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 wykonane / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdził / Verified by:	W. Tymiański

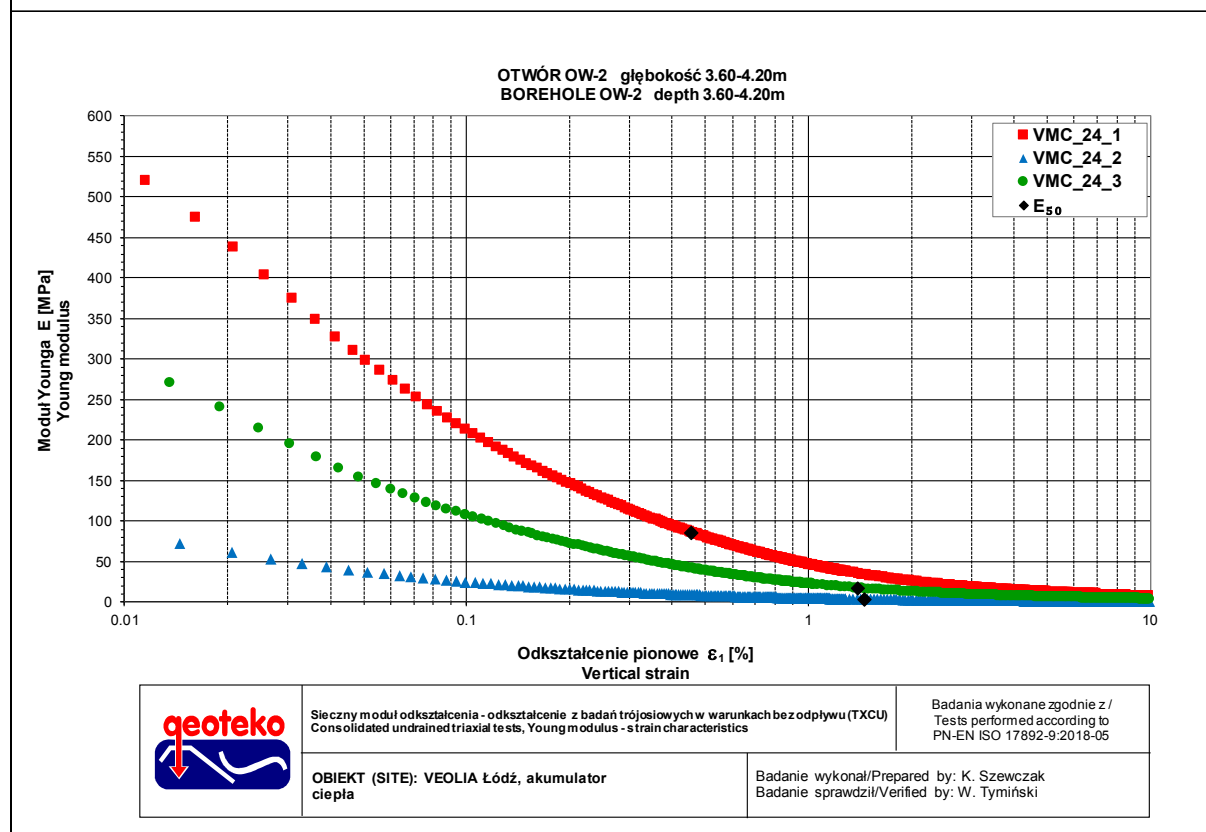
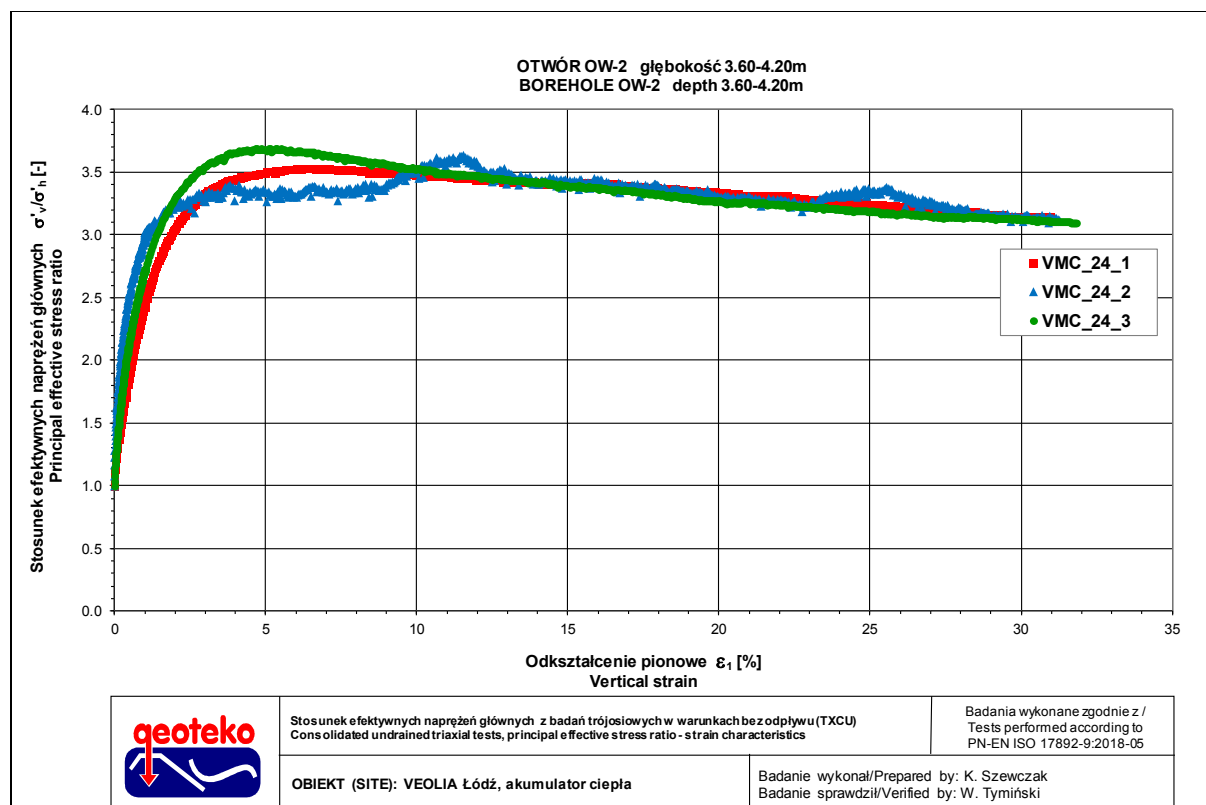
Nazwa próbki / Name of the sample:		-	-	-
Nazwa badania / Name of the test:		VMC_24_1	VMC_24_2	VMC_24_3
Data zakończenia badania / Test end date:		2024-01-05	1900-03-11	2024-01-08
Głębokość próbki / Specimen depth		3.60-3.75	3.75-3.90	3.90-4.05
Początkowe efektywne naprężenie poziome / Initial effective 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 Skempton / 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 Skempton / 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 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
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

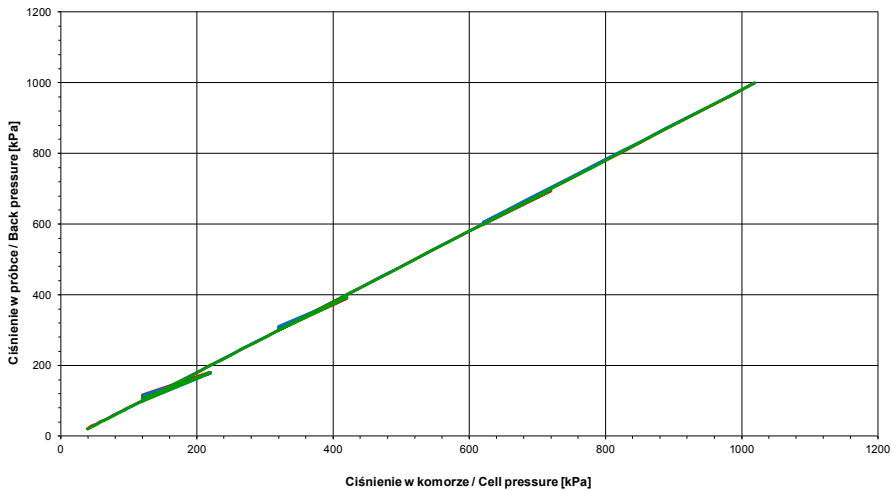
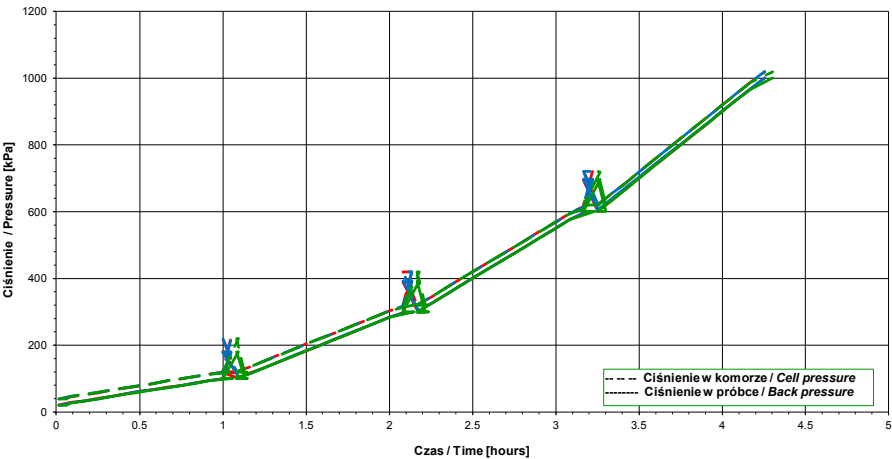
Nazwa próbki / Name of the sample :			-	-	-
Nazwa badania / Name of the test :			VMC_24_4	VMC_24_5	VMC_24_12
Data rozpoczęcia badania / Test start date :			2024-01-04	2024-01-05	2024-01-09
Głębokość podpróbki / Specimen depth	[m]		5.00-5.20	5.20-5.40	4.90-5.10
POCZĄTKOWE PARAMETRY PRÓBKII / INITIAL SPECIMEN 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

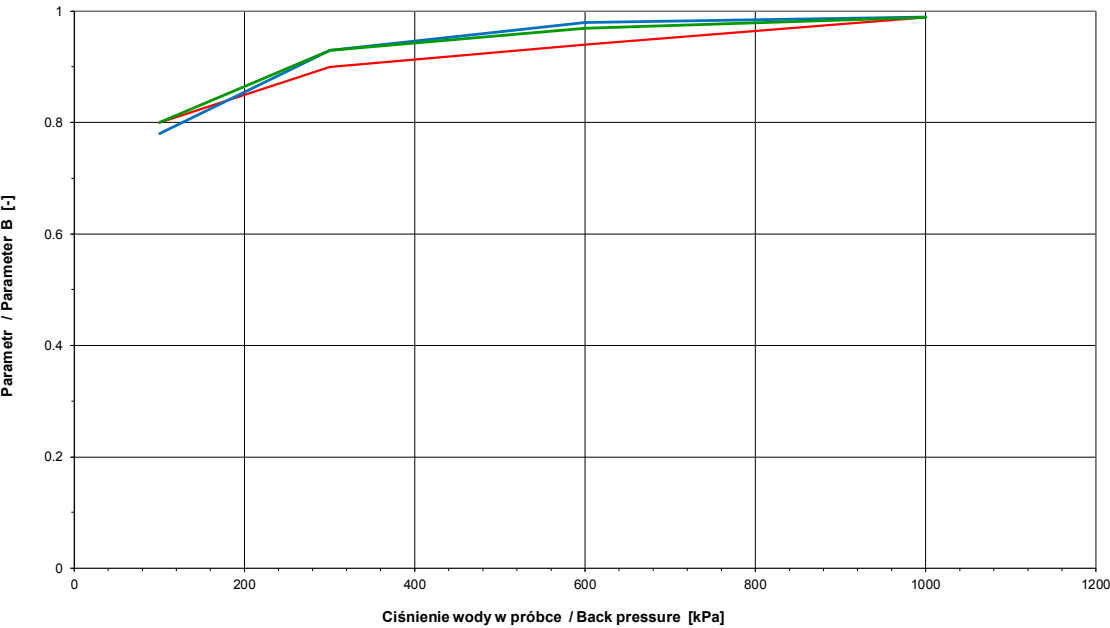


**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**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

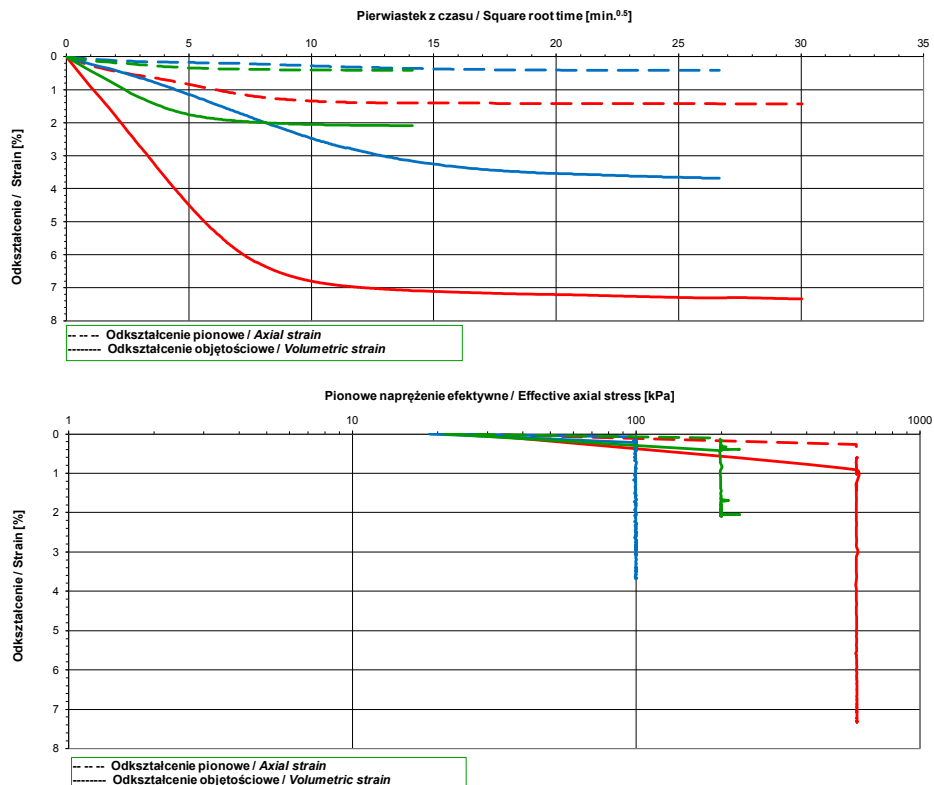


BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

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, drenaz 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	$\epsilon_v$	[%]	1.43	0.42	0.41		
Zmiana objętości / Volume change	$\Delta V$	[cm <sup>3</sup> ]	31.26	16.25	10.03		
Prędkość odształceń objętościowych przed ścinaniem / Rate of volumetric strain immediately prior to shearing	[%/h]	0.0	0.0	0.0			
Odształcenie objętościowe / Volumetric strain	$\epsilon_{vol}$	[%]	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		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	



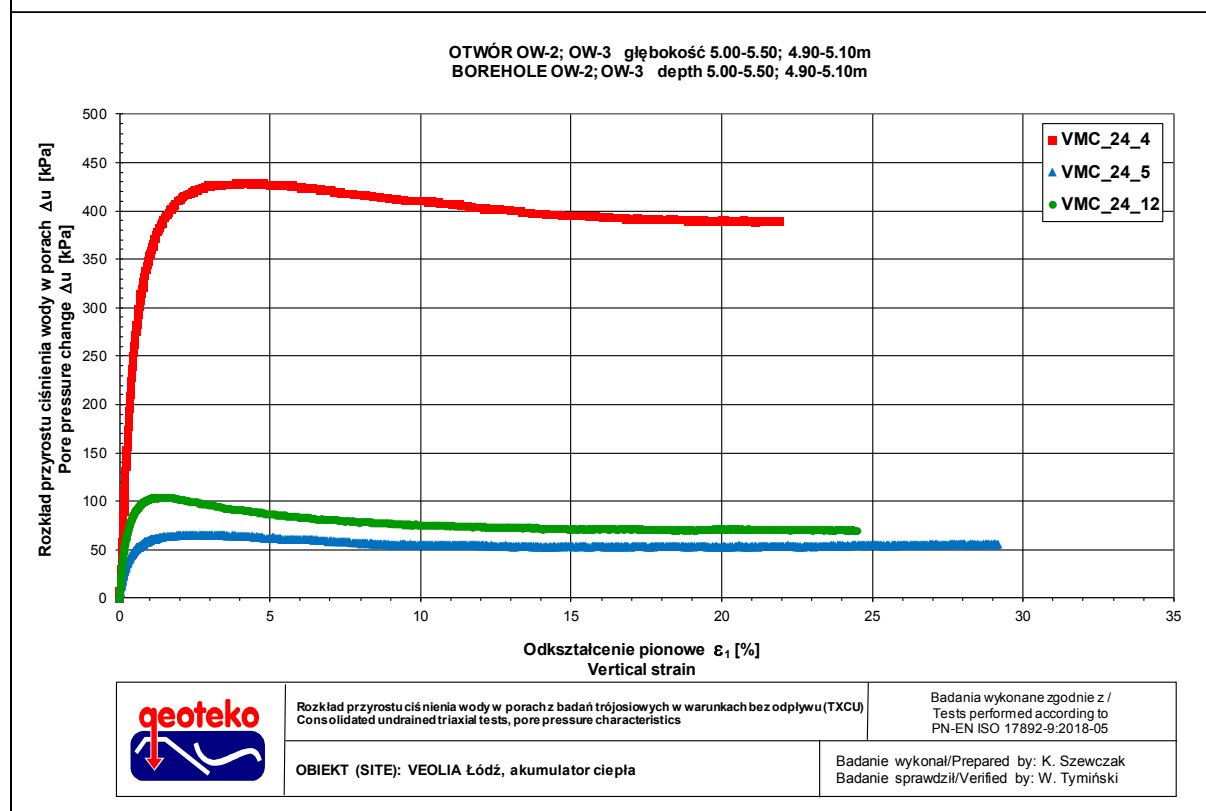
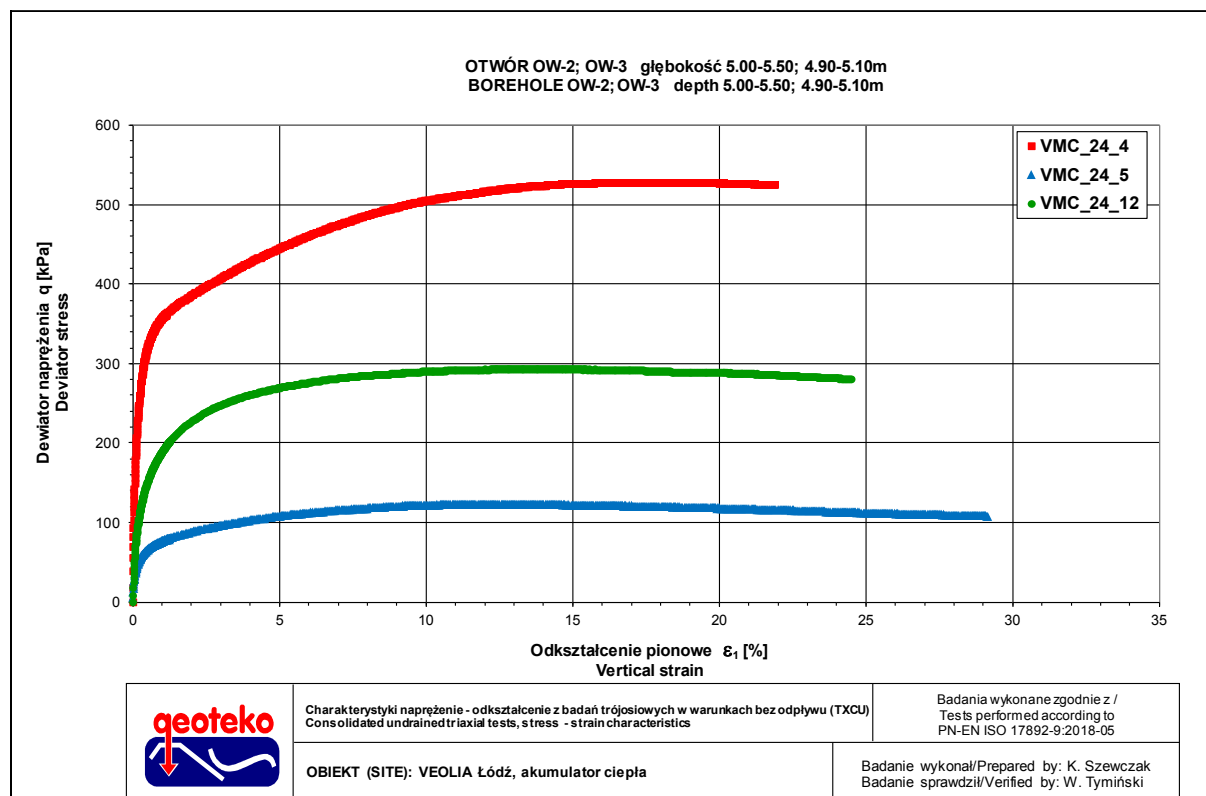
BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

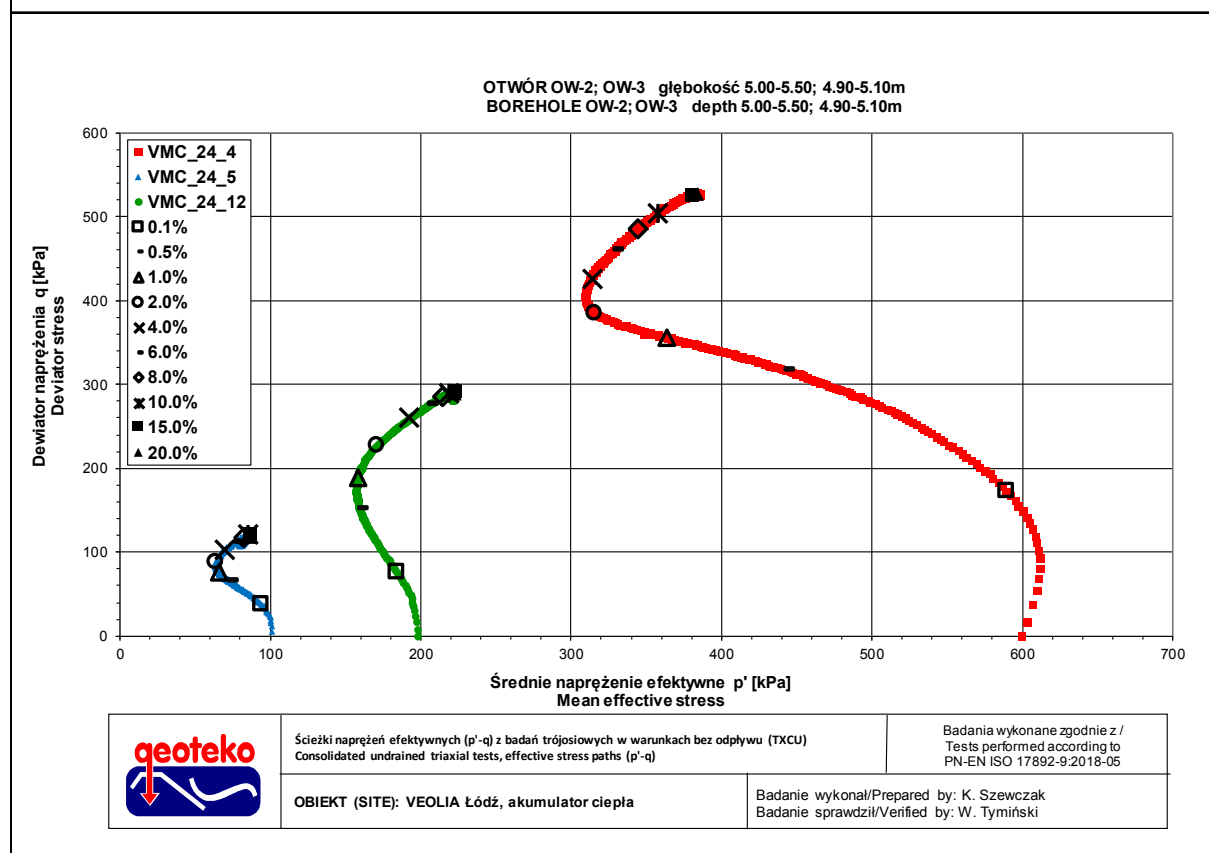
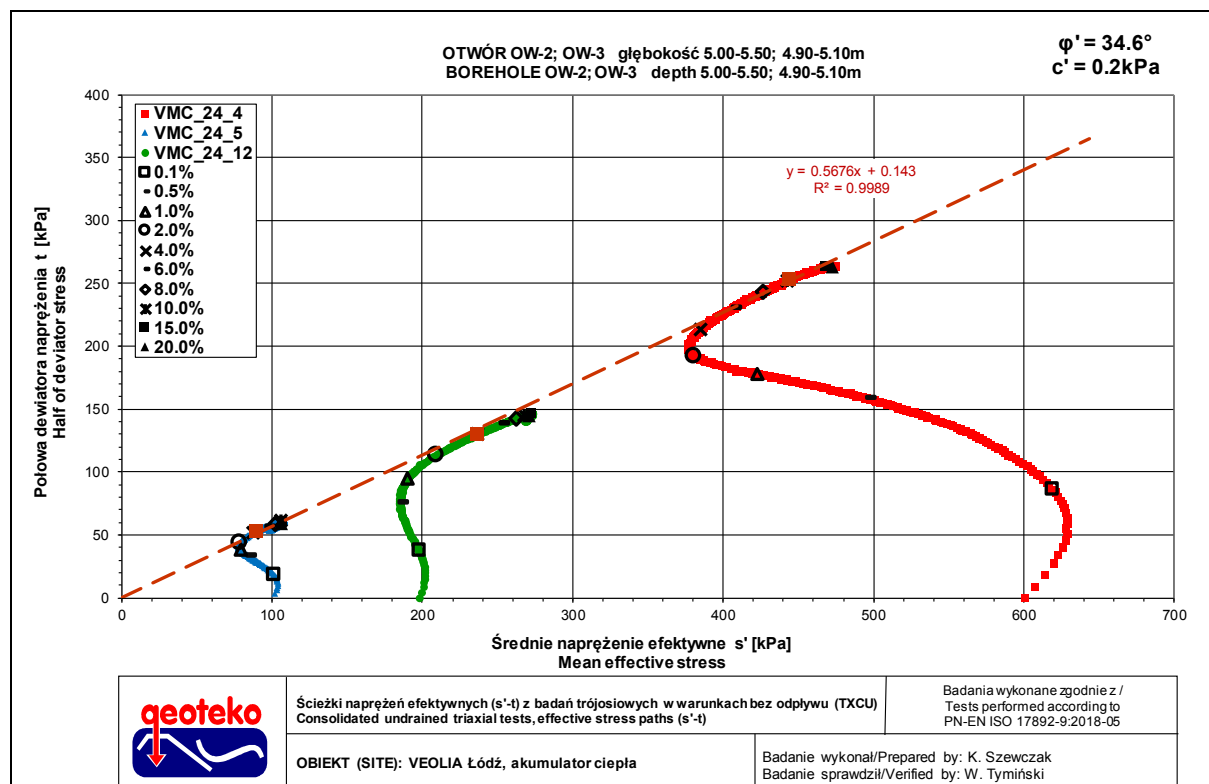
ŚCINANIE / SHEARING

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

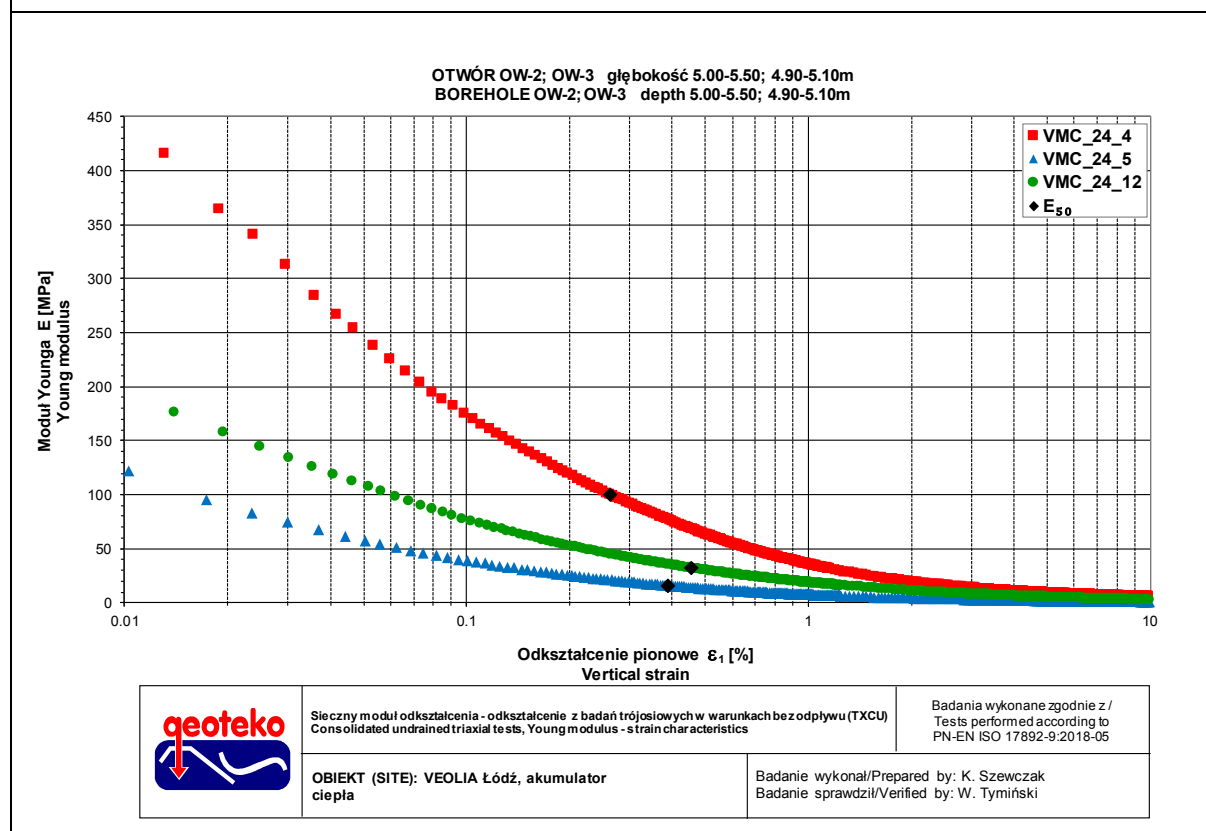
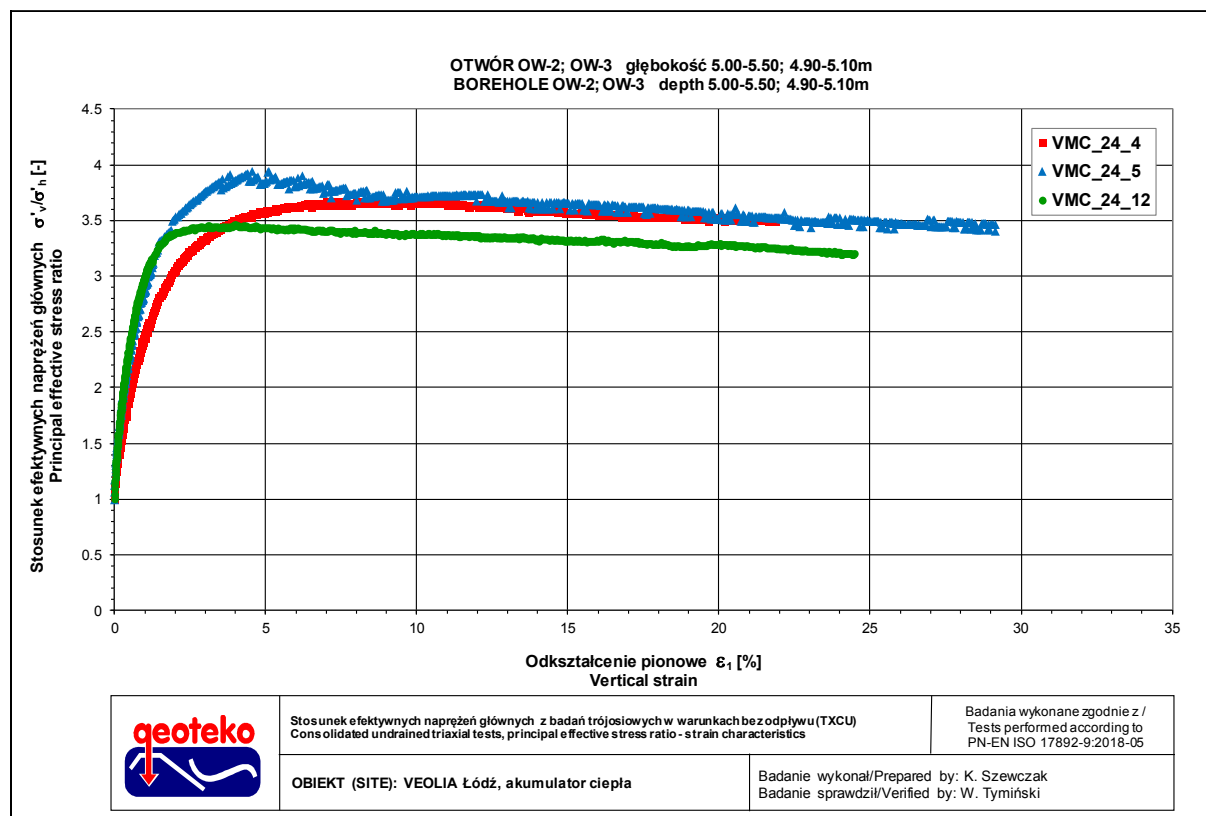
Nazwa próbki / Name of the sample :		-	-	-
Nazwa badania / Name of the test :		VMC_24_4	VMC_24_5	VMC_24_12
Data zakończenia badania / Test end date :		2024-01-05	2024-01-07	2024-01-10
Głębokość próbki / Specimen depth		5.00-5.20	5.20-5.40	4.90-5.10
Początkowe efektywne naprężenie poziome / Initial effective radial stress	$\sigma'_h$ [kPa]	600	100	200
Początkowe efektywne naprężenie pionowe / Initial effective axial stress	$\sigma'_v$ [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	$\epsilon_{zf}$ [%]	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	$\sigma'_{zf}$ [kPa]	190	36	106
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress	$\sigma'_{zf}$ [kPa]	697	142	367
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio	$\sigma'_{zf} / \sigma'_{zf}$ [-]	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	$(\Delta \sigma_z)_{fp}$ [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	$(\Delta \sigma_z)_{vm}$ [kPa]	4	2	2
Poprawka ze względu na membranę dla poziomego naprężenia całkowitego / Correction due membran for horizontal stress	$(\Delta \sigma_r)_{hm}$ [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	$\epsilon_{zf}$ [%]	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	$\sigma'_{zf}$ [kPa]	190	45	122
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress	$\sigma'_{zf}$ [kPa]	695	167	412
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio	$\sigma'_{zf} / \sigma'_{zf}$ [-]	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

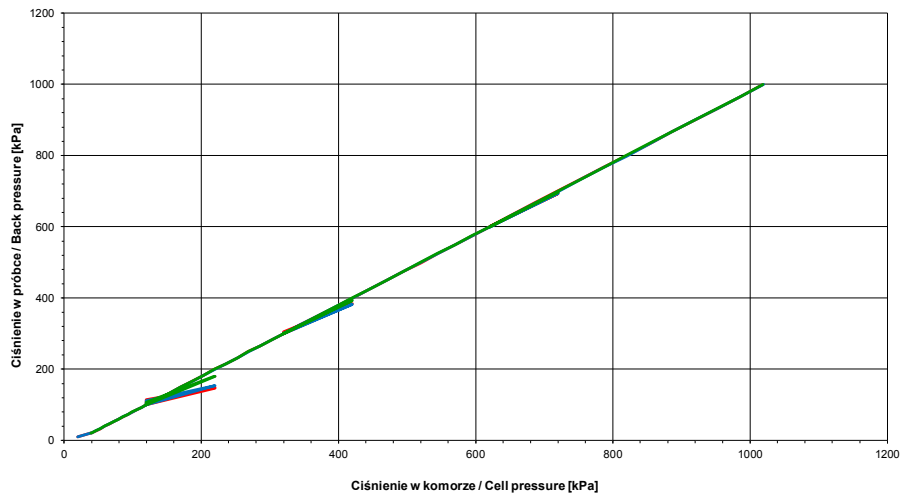
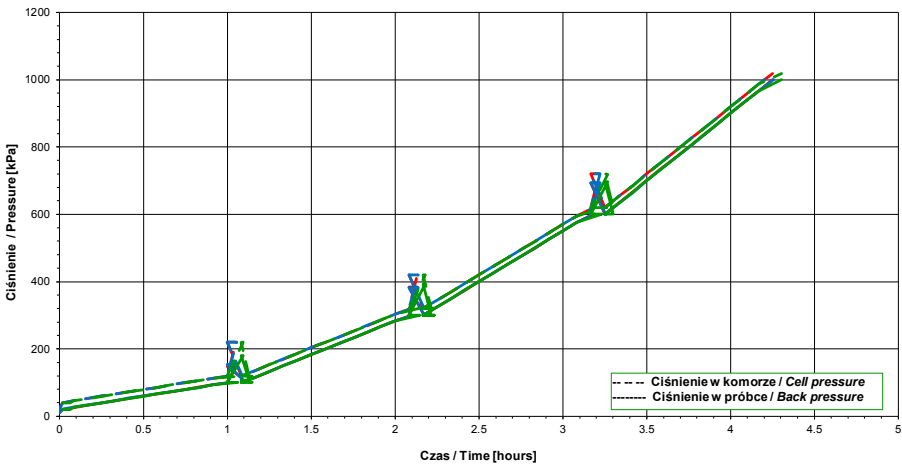
Nazwa próbki / Name of the sample :			-	-	-
Nazwa badania / Name of the test :			VMC_24_6	VMC_24_7	VMC_24_12
Data rozpoczęcia badania / Test start date :			2024-01-05	2024-01-07	2024-01-09
Głębokość podpróbki / Specimen depth	[m]		3.50-3.70	3.30-3.50	4.90-5.10
POCZĄTKOWE PARAMETRY PRÓBKII / INITIAL SPECIMEN 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 próbkki / 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 podpróbki / 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

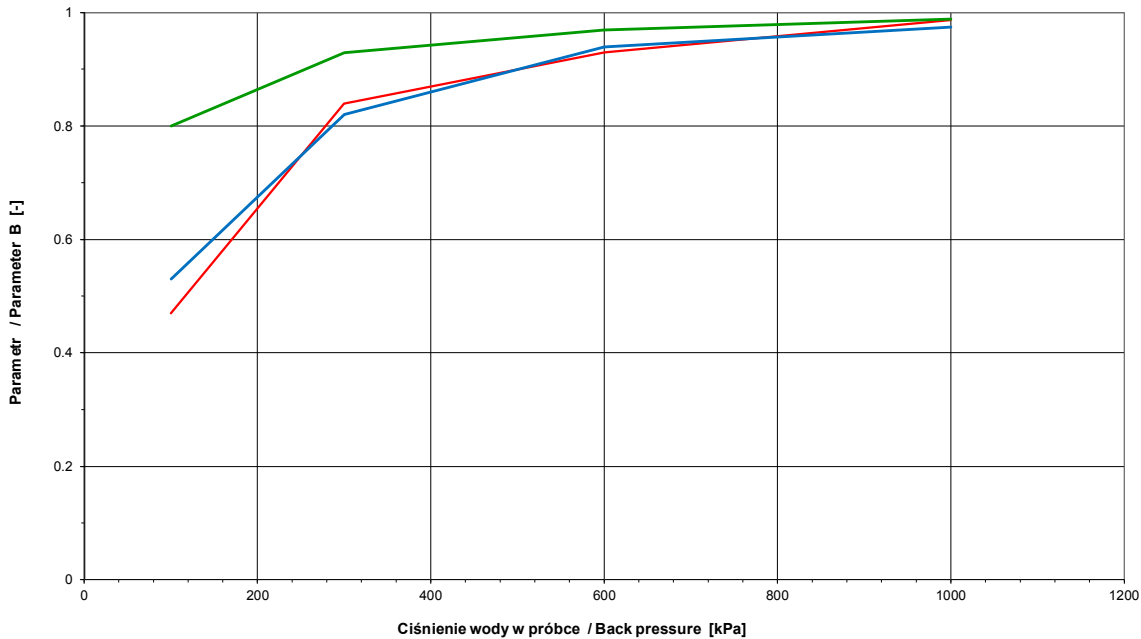


**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**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

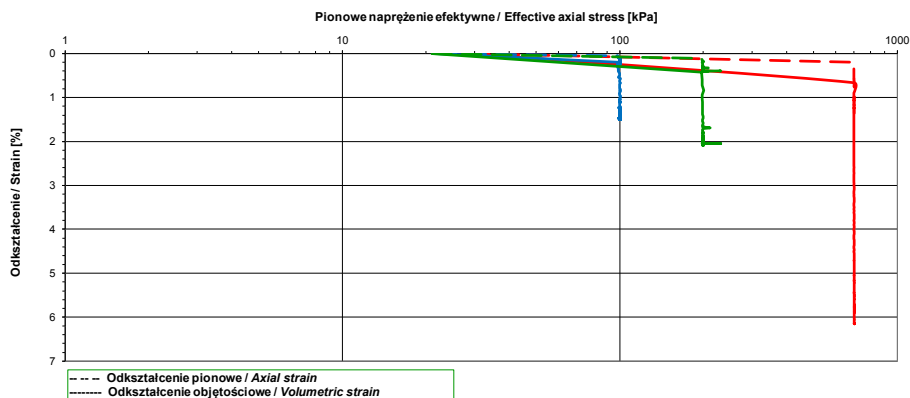
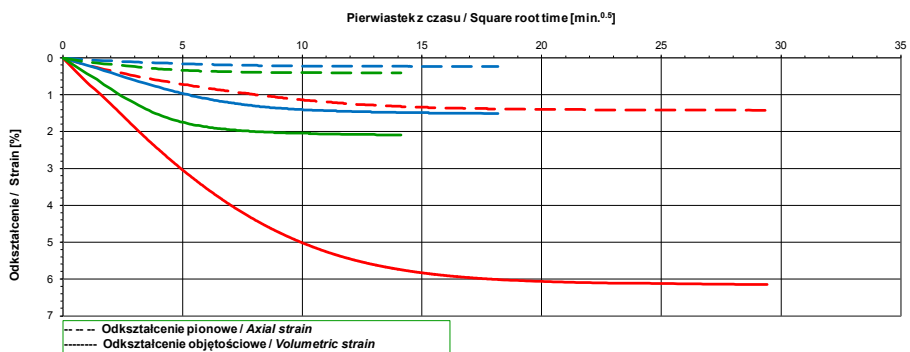


**BADANIA W APARacie TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**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 <sub>c</sub> [%]	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 <sub>c</sub> [-]	0.339	0.428	0.329
Stopień wilgotności / Degree of saturation	S <sub>r,c</sub> [%]	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



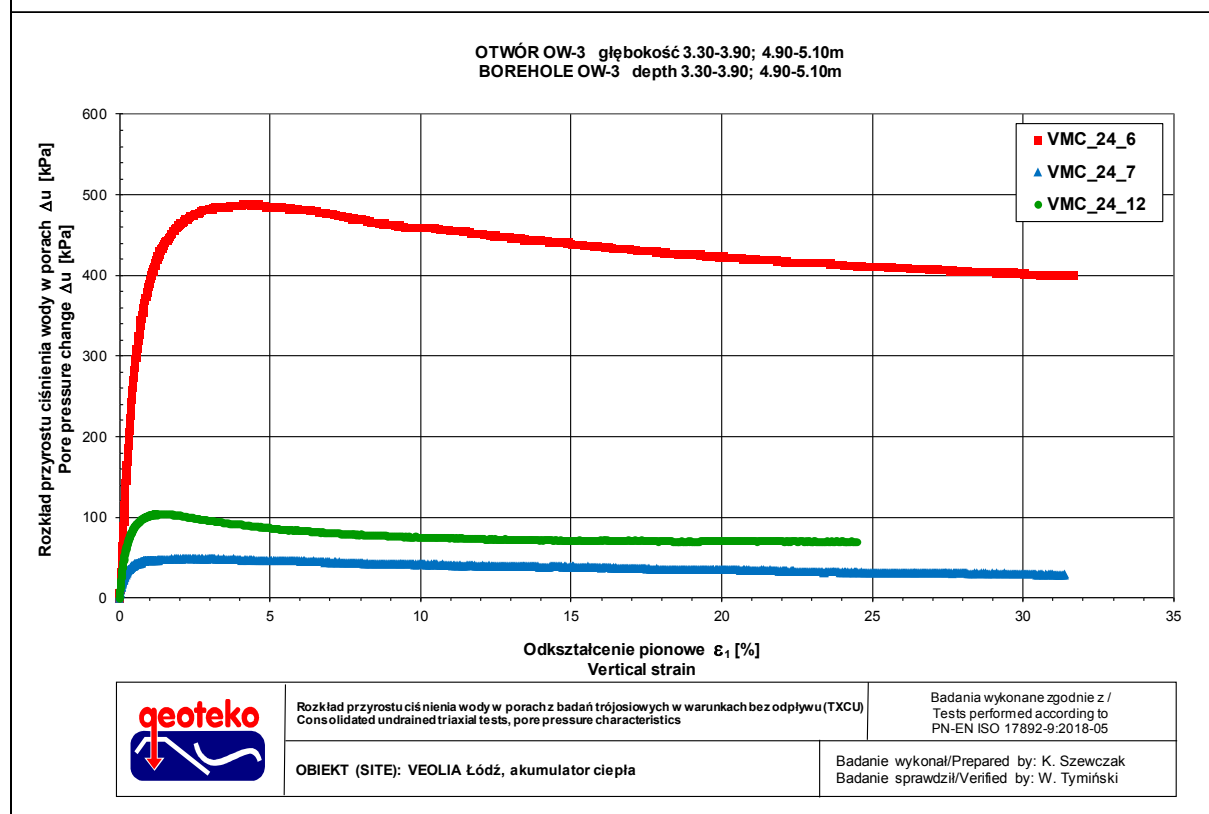
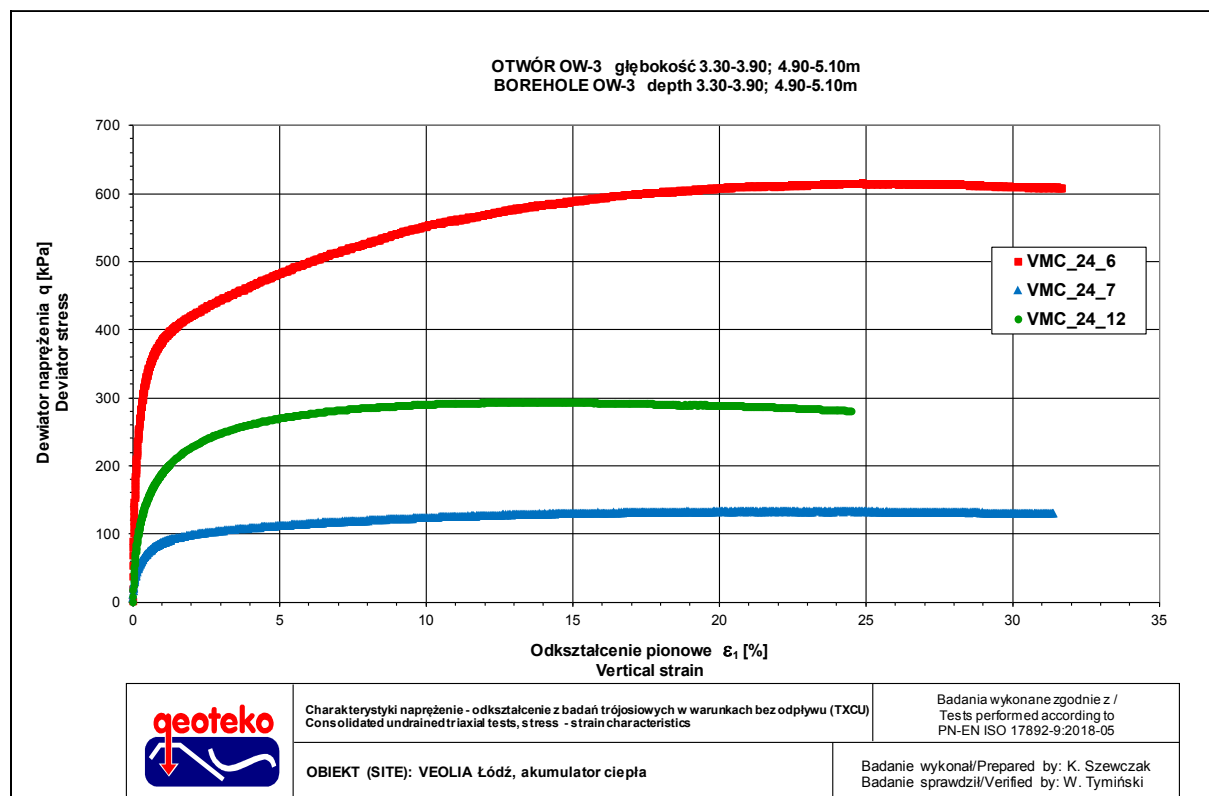
BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

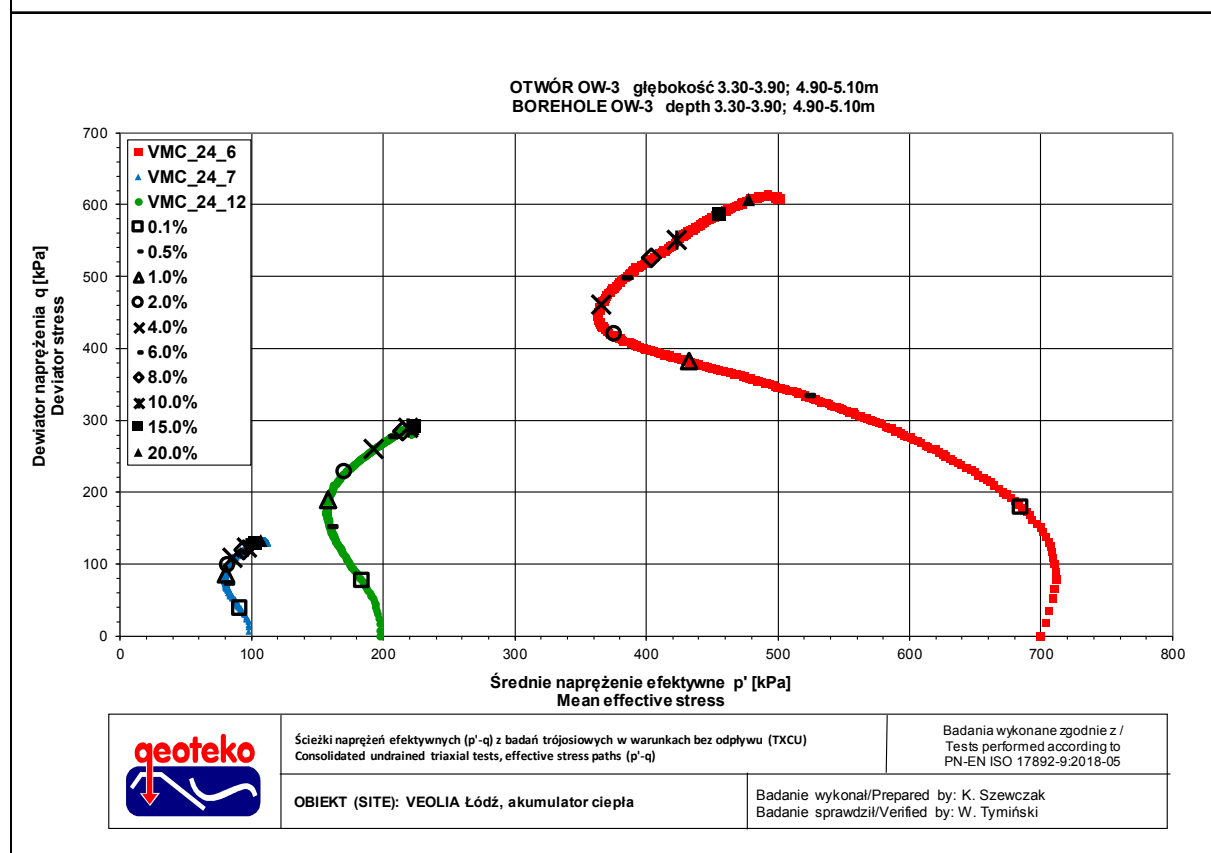
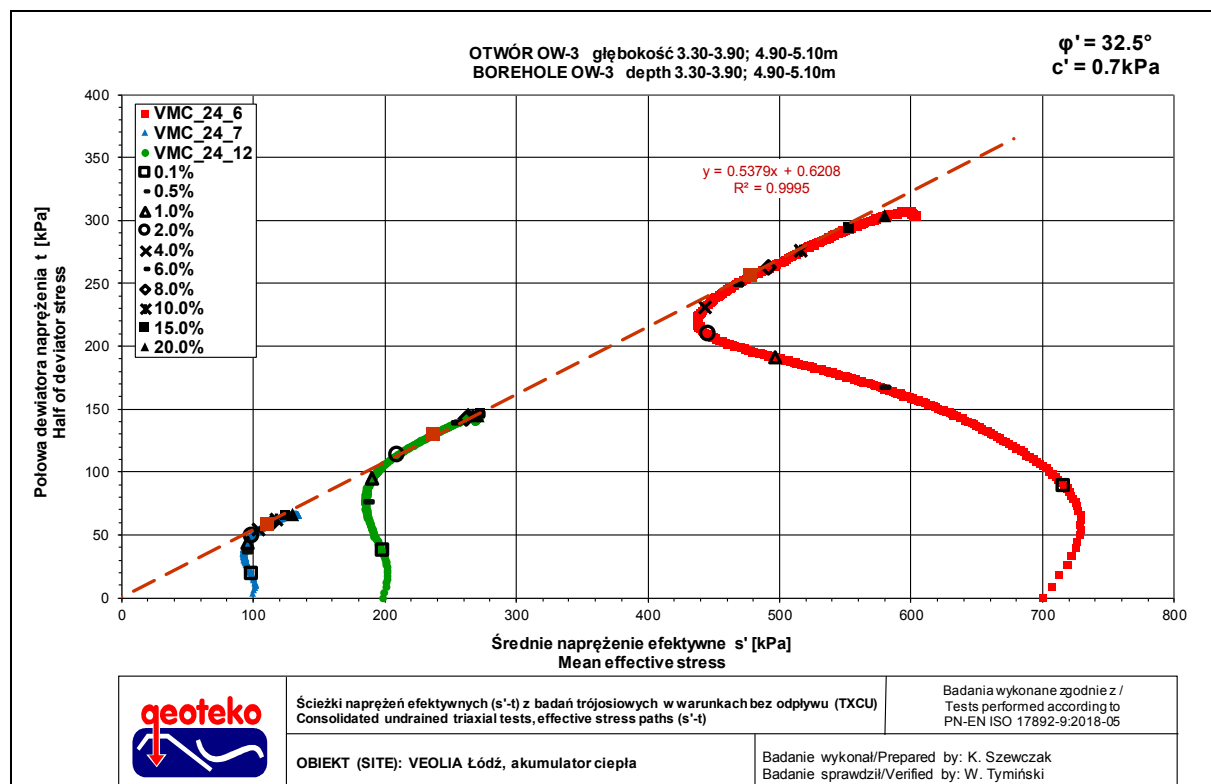
ŚCINANIE / SHEARING

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

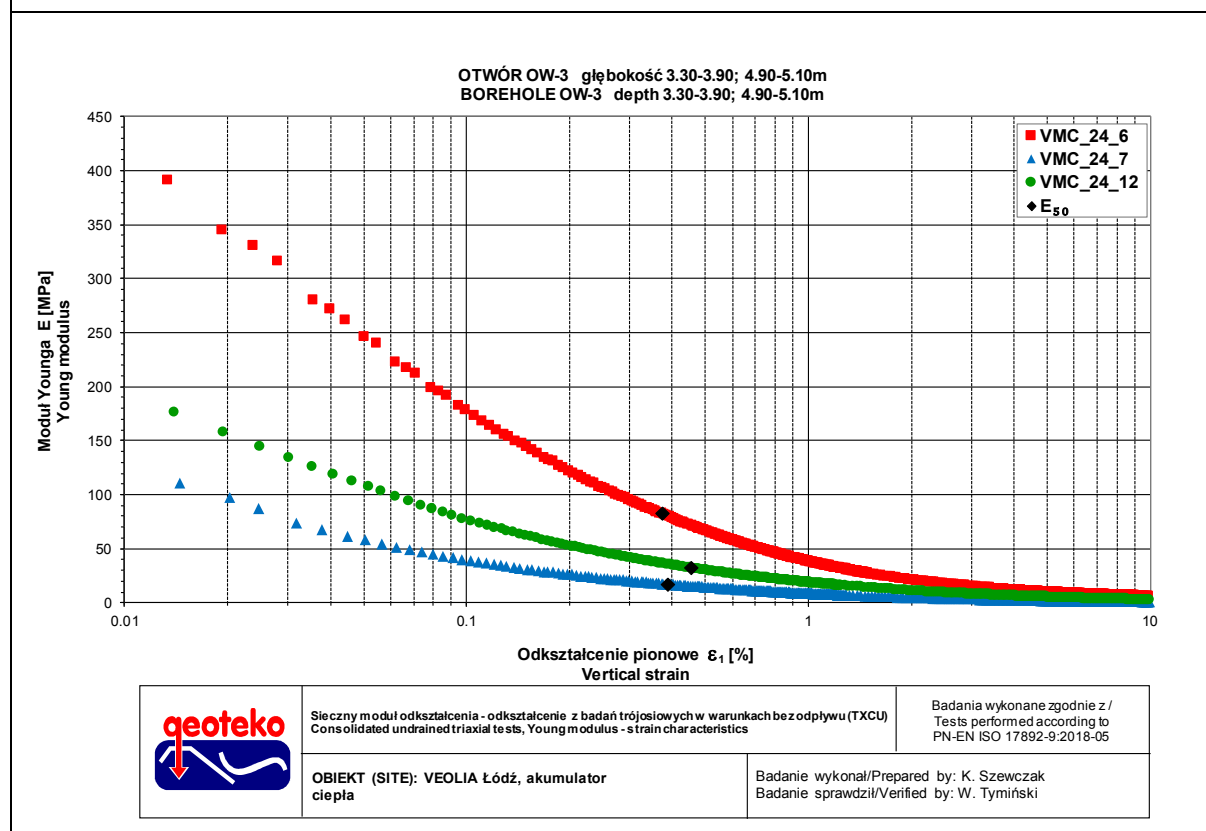
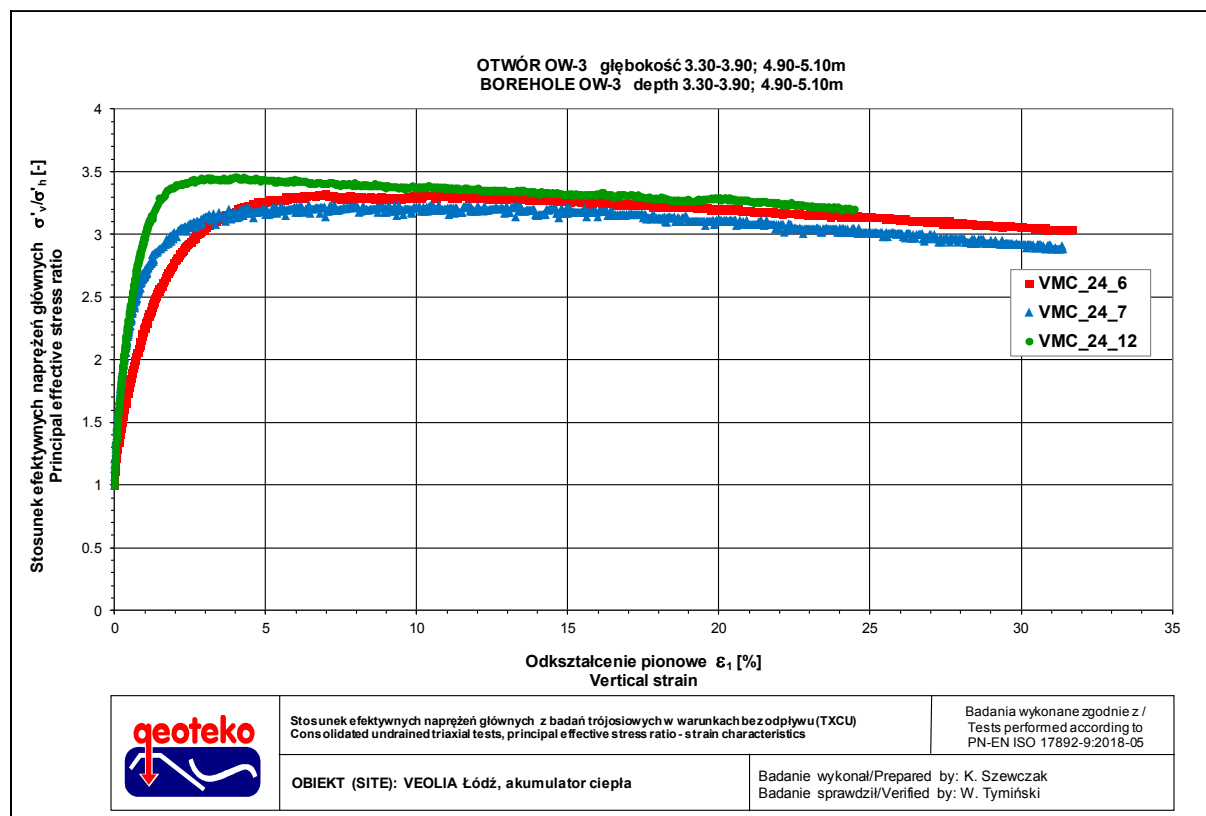
Nazwa próbki / Name of the sample:		-	-	-
Nazwa badania / Name of the test:		VMC_24_6	VMC_24_7	VMC_24_12
Data zakończenia badania / Test end date:		2024-01-07	2024-01-08	2024-01-10
Głębokość podrobki / Specimen depth	[m]	3.50-3.70	3.30-3.50	4.90-5.10
Początkowe efektywne naprężenie poziome / Initial effective radial stress	$\sigma'_{h0}$ [kPa]	700	100	200
Początkowe efektywne naprężenie pionowe / Initial effective axial stress	$\sigma'_{v0}$ [kPa]	700	100	200
	[mm/min]	0.050	0.050	0.050
Prędkość ścinania / Rate of shearing	v [%/h]	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	261
Odształcenie pionowe / Axial strain	$\epsilon_{at}$ [%]	7.0	6.5	4.0
Przyrost ciśnienia wody w porach / Excess pore pressure	$\Delta U$ [kPa]	478	46	92
Efektywne naprężenie poziome / Effective radial stress	$\sigma'_{hf}$ [kPa]	221	52	106
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress	$\sigma'_{vf}$ [kPa]	734	168	367
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio	$\sigma'_{vf} / \sigma'_{hf}$ [-]	3.32	3.24	3.46
Polowa dewiatora naprężenia / Half of deviator stress	$q_t/2$ [kPa]	257	58	130
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress $s'$	$s'_t$ [kPa]	478	110	236
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress $p'$	$p'_t$ [kPa]	392	91	193
Parametr Skemptona / Skempton parameter $A_v$	$\Delta U_t / \Delta q_t$ [-]	0.93	0.39	0.35
Kąt tarcia wewnętrznego / Friction angle	$\phi'$ [°]		32.5	
Spójność / Cohesion	$c'$ [kPa]		0.7	
Poprawka ze względu na bibułę filtracyjną / Corrections due filter papers	$(\Delta \sigma'_{h0})_{fp}$ [kPa]	spiralna bibuła filtracyjna - nie stosowano poprawek / spiral filter papers - no corections		
Poprawka ze względu na membranę dla pionowego naprężenia całkowitego / Correction due membran for vertical stress	$(\Delta \sigma'_{v0})_m$ [kPa]	2	2	2
Poprawka ze względu na membranę dla poziomego naprężenia całkowitego / Correction due membran for horizontal stress	$(\Delta \sigma'_{h0})_m$ [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	290
Odształcenie pionowe / Axial strain	$\epsilon_{at}$ [%]	10.0	10.0	10.0
Przyrost ciśnienia wody w porach / Excess pore pressure	$\Delta U$ [kPa]	459	42	76
Efektywne naprężenie poziome / Effective radial stress	$\sigma'_{hf}$ [kPa]	240	56	122
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress	$\sigma'_{vf}$ [kPa]	791	180	412
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio	$\sigma'_{vf} / \sigma'_{hf}$ [-]	3.30	3.21	3.38
Polowa dewiatora naprężenia / Half of deviator stress	$q_t/2$ [kPa]	276	62	145
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress $s'$	$s'_t$ [kPa]	516	118	267
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress $p'$	$p'_t$ [kPa]	424	97	219
Parametr Skemptona / Skempton parameter $A_v$	$\Delta U_t / \Delta q_t$ [-]	0.83	0.34	0.26
Maksymalny dewiator naprężenia / Maximum deviator stress	$q_{tMAX}$ [kPa]	615	133	294
Moduł $E_{50}$ / Modulus $E_{50}$	$E_{50}$ [MPa]	82.1	17.1	32.2
Odształcenie pionowe dla 50% maksymalnego dewiatora / Strain at 50 % peak deviator stress	$\epsilon_{50}$ [%]	0.4	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, twardoplastyczny, brązowy	il. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, brązowy	il. 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: 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**

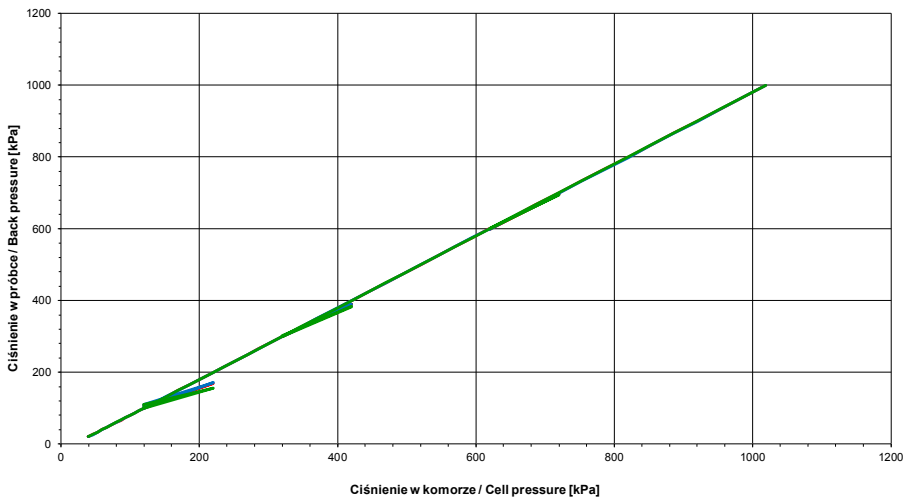
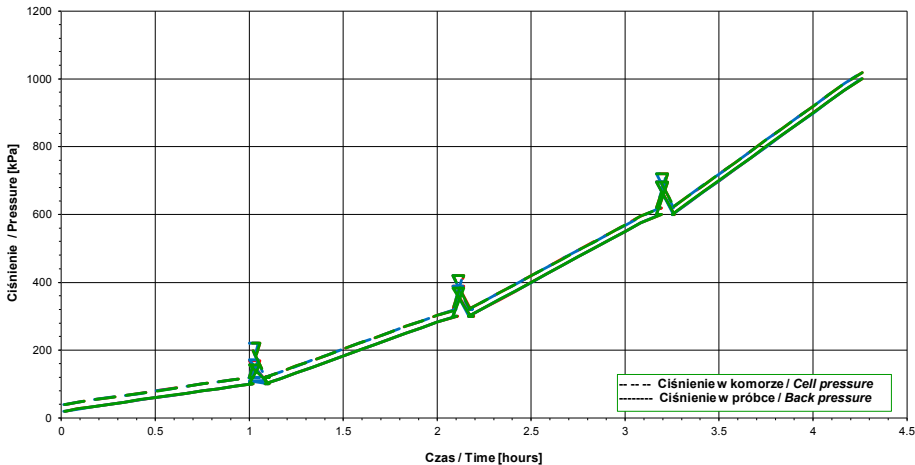
Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	4.00-4.60
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample_ID:	-
Typ próbki / Sample type:	TW - Próbnik cienkościenny / Thin walled push in sample
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka o nienaruszonej 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 PRÓBK / 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	S <sub>ri</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 próbkki / Specimen reference:		-		
Numer próbkki / Sample ID:		-		
Rodzaj próbkki / Sample conditions:		Próbka o nienaruszonej strukturze / Undisturbed sample		
Badanie wykonał / Prepared by:		K. Szewczak		
Badanie sprawdził / Verified by:		W. Tymiński		
Nazwa próbkki / Name of the sample:		-	-	-
Nazwa badania / Name of the test:		VMC_24_8	VMC_24_9	VMC_24_10
Głębokość podpróbkki / 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	19
Początkowe efektywne naprężenie pionowe / Initial effective axial stress	$\sigma'_v$ [kPa]	18	20	20
Efektywne naprężenie poziome na końcu etapu nasączenia / Final effective radial stress	$\sigma'_h$ [kPa]	19	19	19
Efektywne naprężenie pionowe na końcu etapu nasączenia / Final effective axial stress	$\sigma'_v$ [kPa]	19	19	19
Opis makroskopowy / Visual description		Łt. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy / very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown	Łt. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy / very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown	Łt. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy / very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown

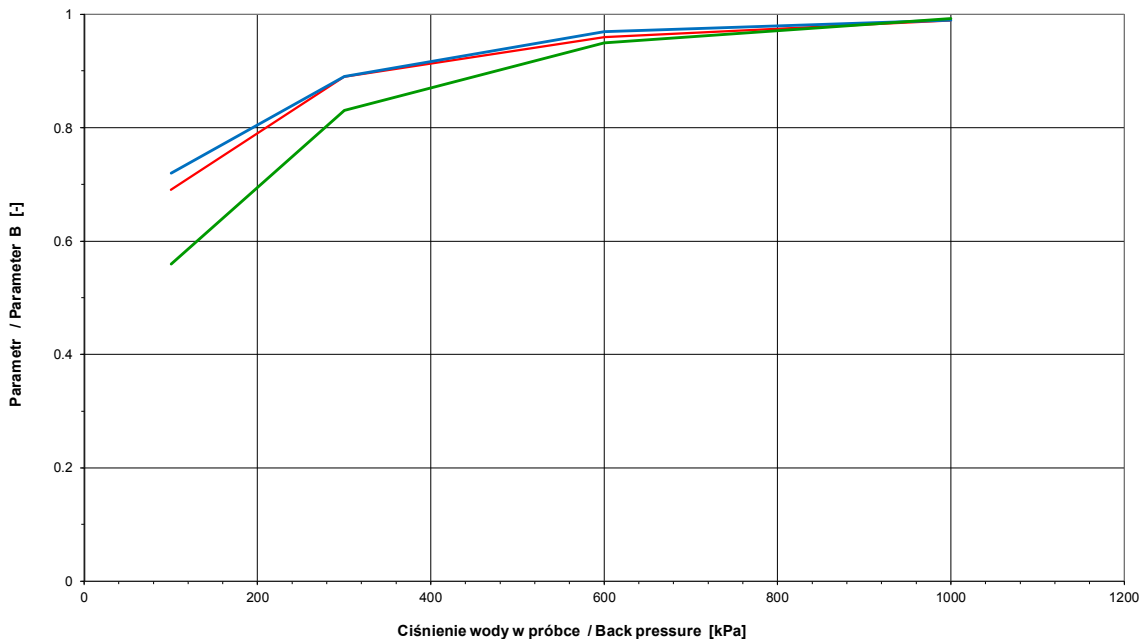


**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**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

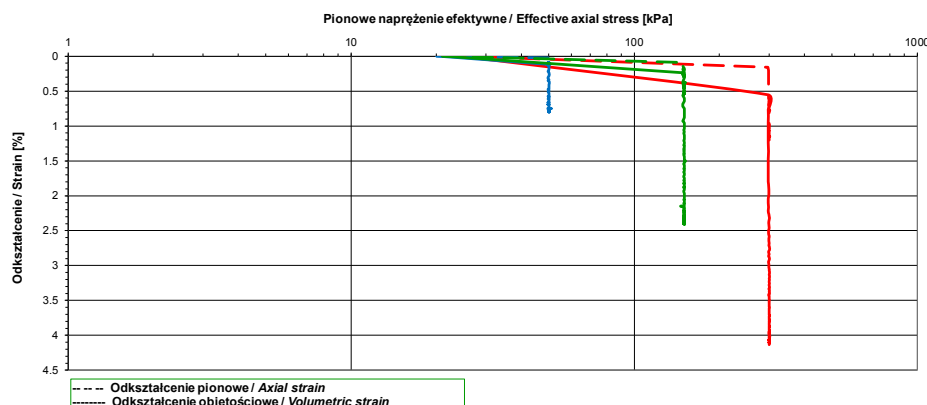
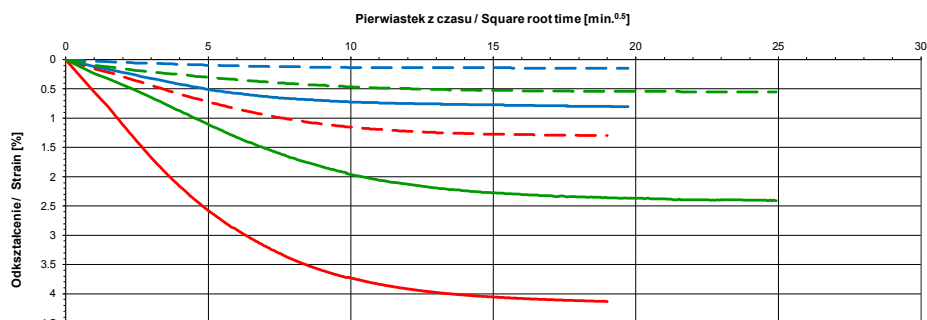


**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**KONSOLIDACJA / CONSOLIDATION**

Obiekt / Site:	VEOLIA tódź, 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 wykonane / Prepared by:	K. Szewczak
Badanie sprawdzili / 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	$\varepsilon_v$ [%]	1.30	0.14	0.55
Zmiana objętości / Volume change	$\Delta V$ [cm <sup>3</sup> ]	19.86	3.87	11.57
Prędkość odształcenia objętościowego przed ścinaniem / Rate of volumetric strain immediately prior to shearing	[%/h]	0.0	0.0	0.0
Odształcenie objętościowe / Volumetric strain	$\varepsilon_{vol}$ [%]	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	$\rho_{dc}$ [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		łt. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy / very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown	łt. z pyłem z dużą ilością piasku, twardoplastyczny, szarobrazowy / very sandy, silty CLAY, firm, greyish brown	łt. 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

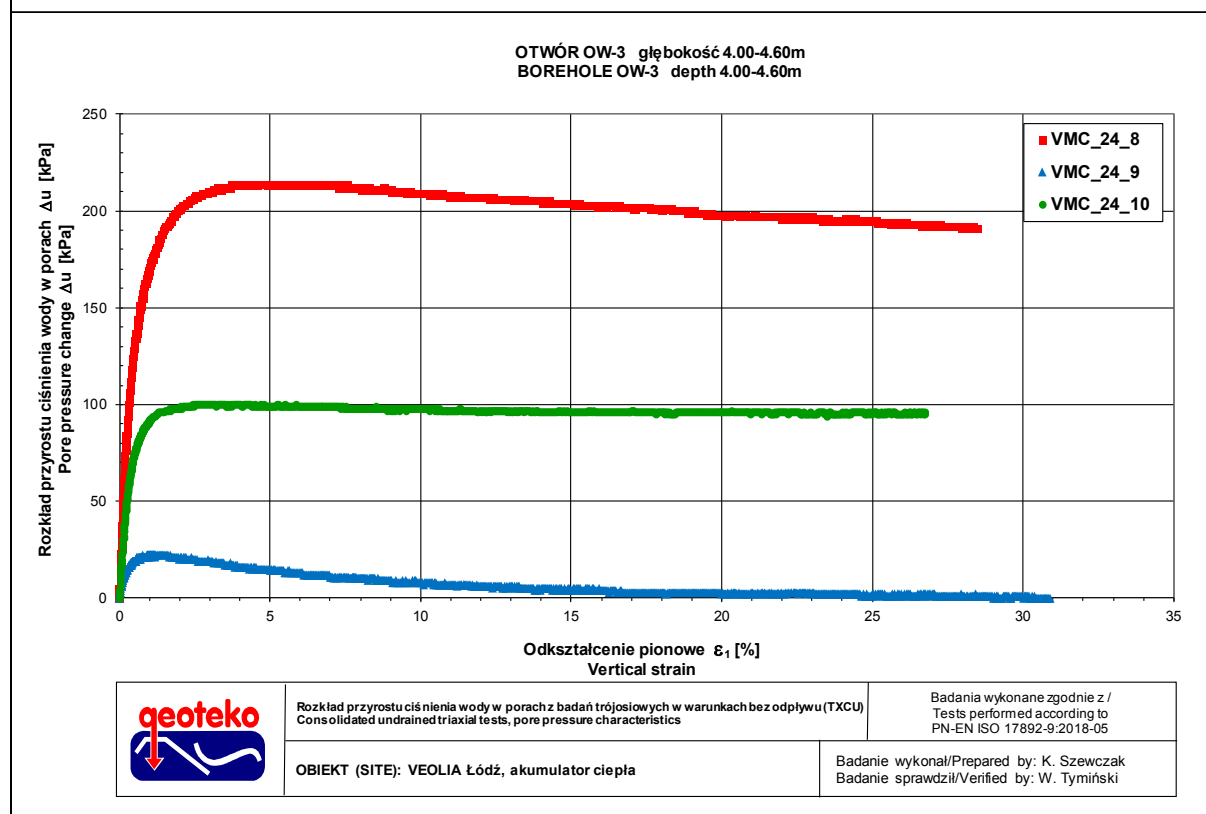
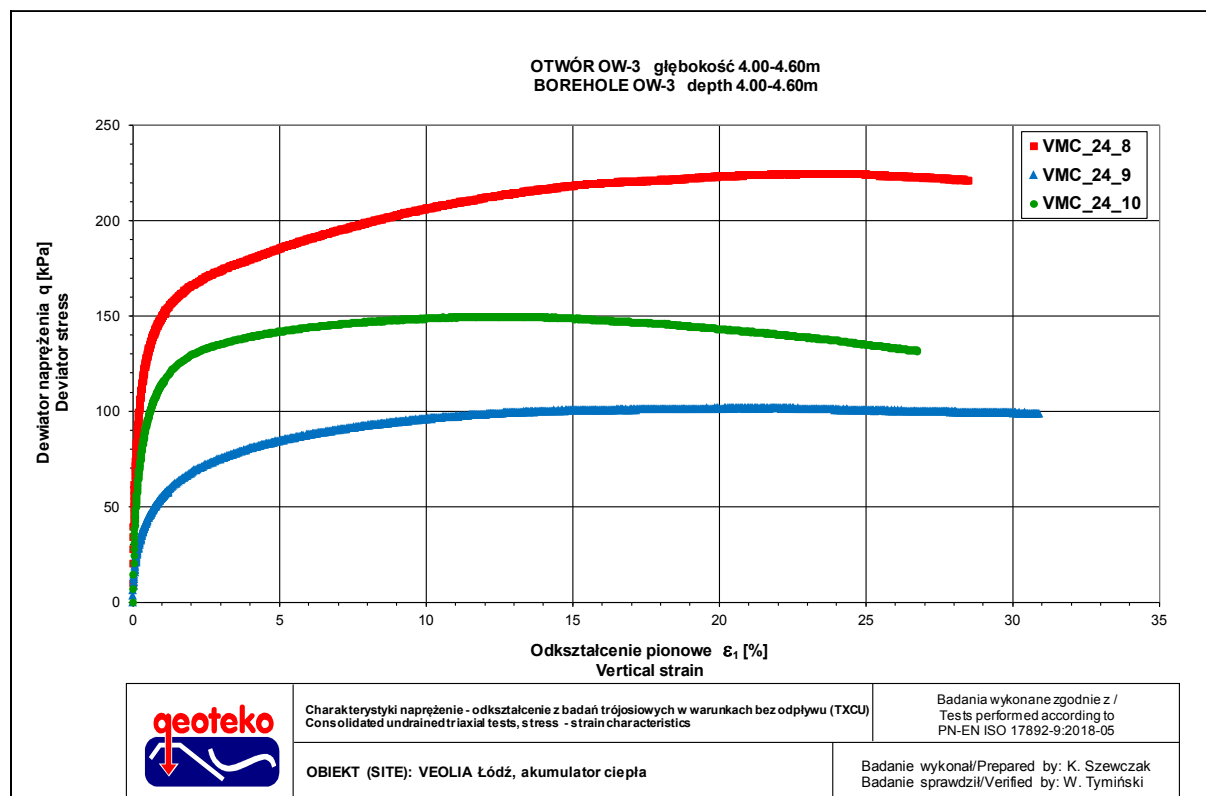
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

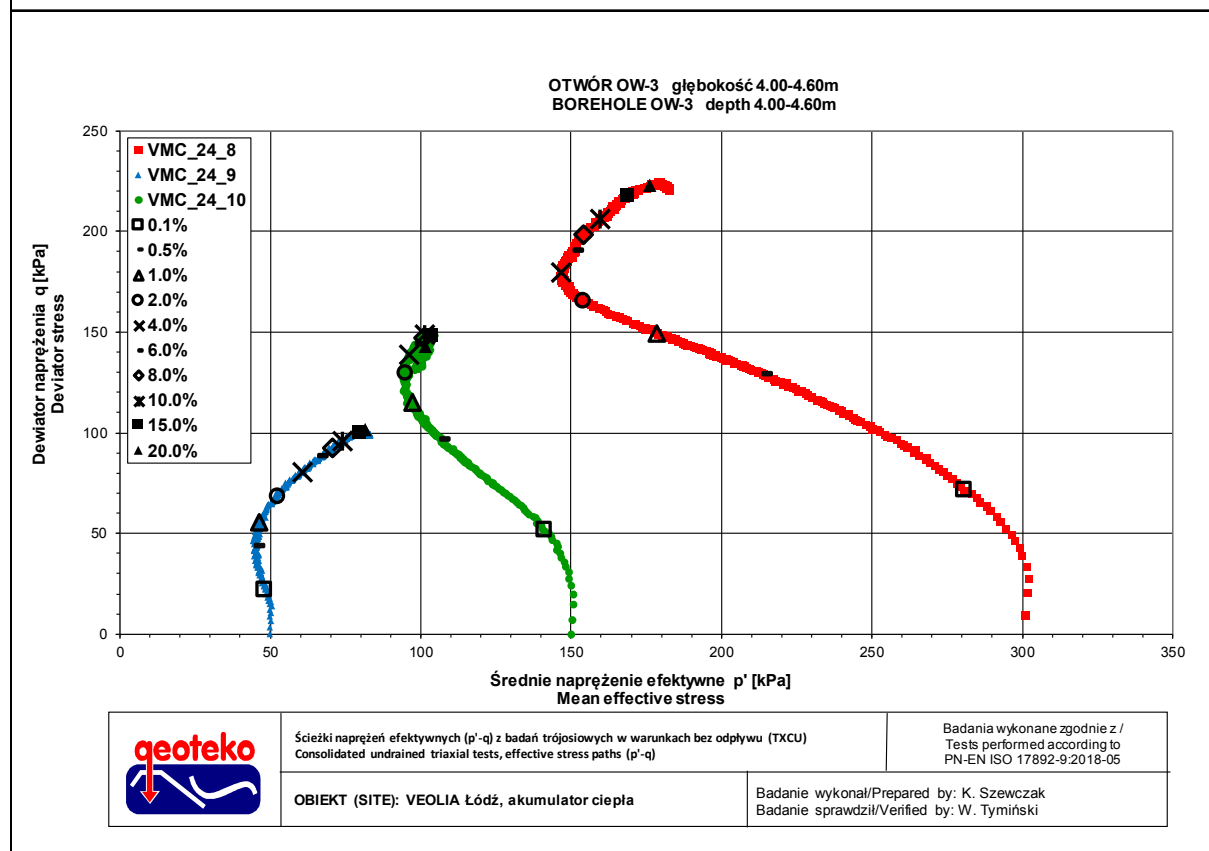
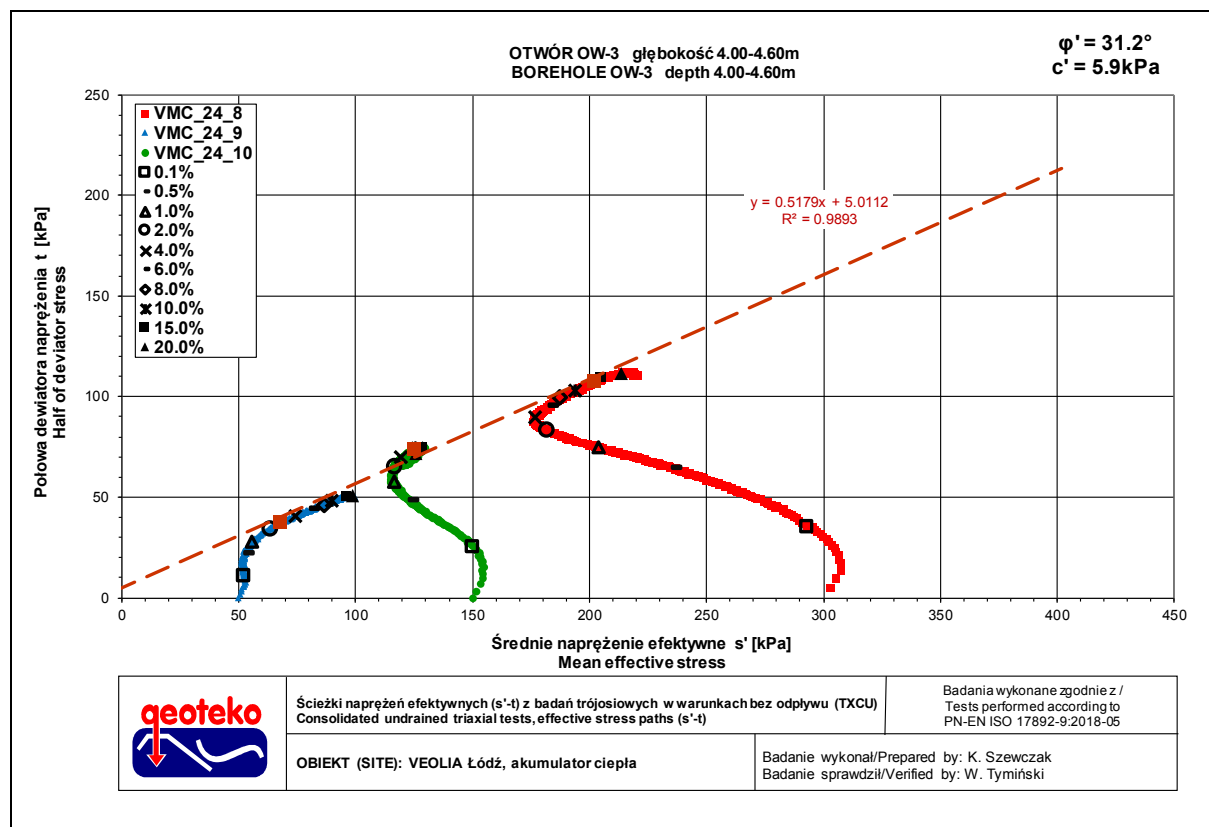
ŚCINANIE / SHEARING

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

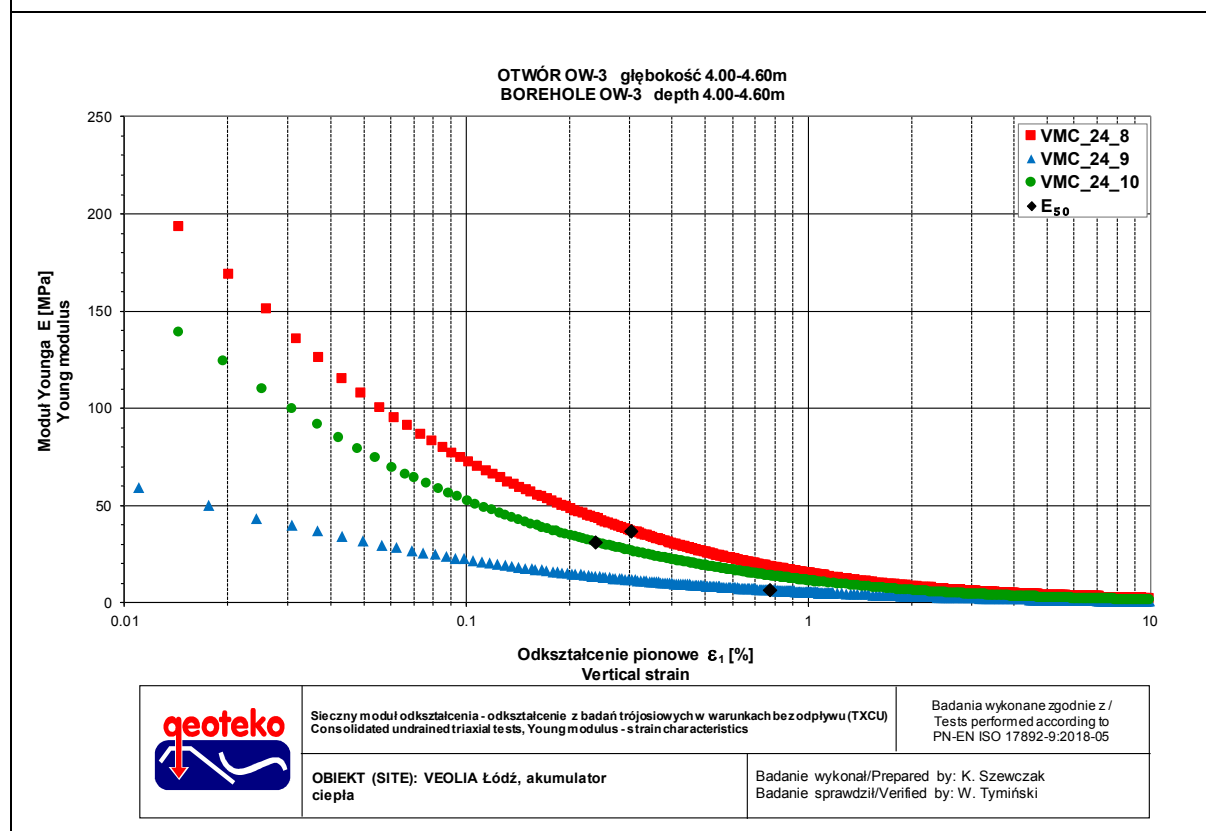
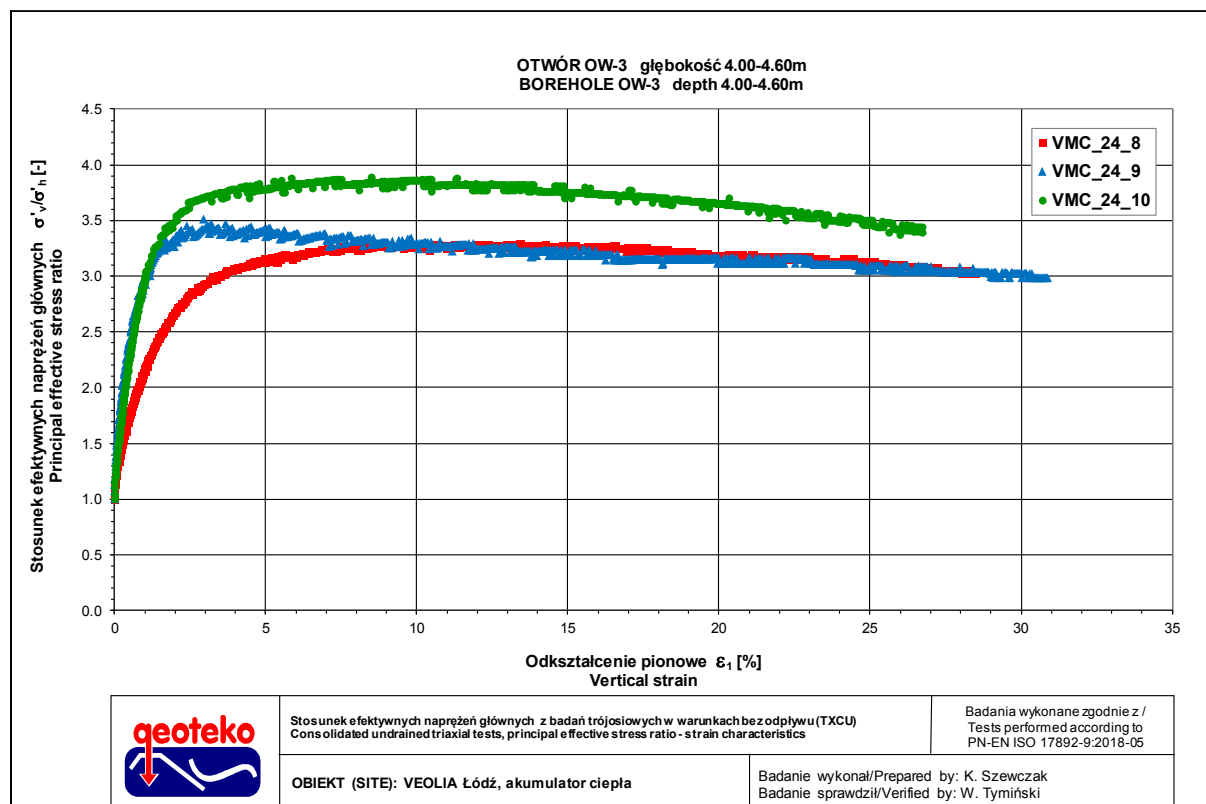
Nazwa próbki / Name of the sample:					
Nazwa badania / Name of the test:		VMC_24_8		VMC_24_9	
Data zakończenia badania / Test end date:		2024-01-08		2024-01-09	
Data zakończenia badania / Test end date:		2024-01-08		2024-01-11	
Głębokość próbki / Specimen depth		[m]	4.00-4.20	4.45-4.60	
Początkowe efektywne naprężenie poziome / Initial effective radial stress		$\sigma'_h$ [kPa]	300	50	
Początkowe efektywne naprężenie pionowe / Initial effective axial stress		$\sigma'_v$ [kPa]	300	50	
Prędkość ścinania / Rate of shearing		v [mm/min]	0.050	0.050	
Prędkość ścinania / Rate of shearing		v [%/h]	2.18	2.21	
Kryterium zniszczenia / Failure criteria		Maksymalny stosunek efektywnych naprężeń głównych / At peak principal effective stress ratio			
Dewiator naprężenia / Deviator stress		$q_t$ [kPa]	215	75	
Odształcenie pionowe / Axial strain		$\varepsilon_{vt}$ [%]	13.4	2.9	
Przyrost ciśnienia wody w porach / Excess pore pressure		$\Delta U$ [kPa]	206	20	
Efektywne naprężenie poziome / Effective radial stress		$\sigma'_{ht}$ [kPa]	94	30	
Efektywne naprężenie pionowe / Effective axial stress		$\sigma'_{vt}$ [kPa]	309	105	
Stosunek efektywnych naprężeń głównych / Principal effective stress ratio		$\sigma'_{vt} / \sigma'_{ht}$ [-]	3.29	3.51	
Połowa dewiatora naprężenia / Half of deviator stress		$q/2$ [kPa]	108	38	
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress $s'$		$s'_t$ [kPa]	202	68	
Średnie naprężenie efektywne / Mean effective stress $p'$		$p'_t$ [kPa]	166	55	
Parametr Skemptona / Skempton parameter $A_v$		$\Delta U / \Delta q_t$ [-]	0.96	0.27	
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
Połowa 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		Ił 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			
Ziarna > 1/10 średnicy próbki / Grains > 1/10 diameter of specimen:		występowały / occur			
Typ zniszczenia / Mode of failure:		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**

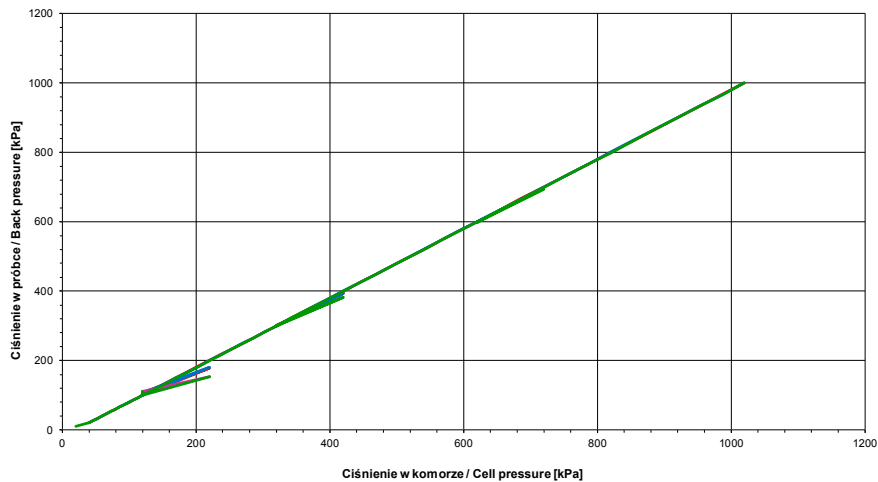
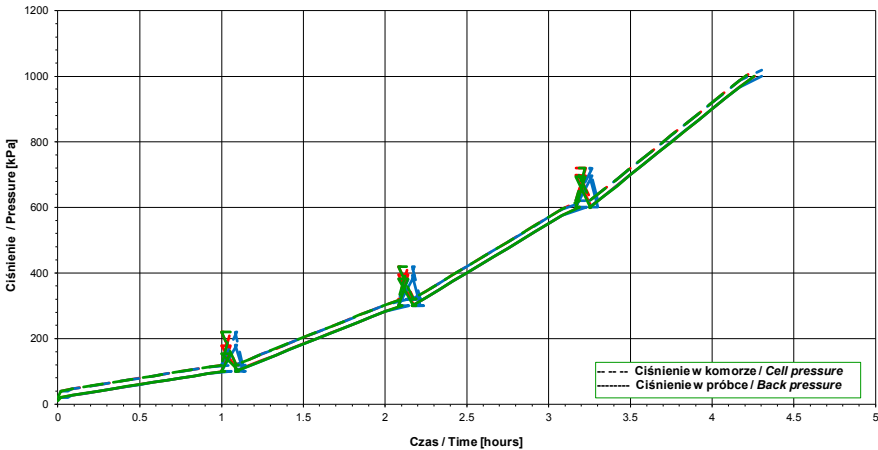
Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	4.90-5.30; 3.30-3.50
Numer próbki / Specimen reference:	-
Numer próbki / Sample ID:	-
Typ próbki / Sample type:	TW - Próbnik cienkościenny / Thin walled push in sample
Rodzaj próbki / Sample conditions:	Próbka 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 napężenie poziome / Initial effective radial stress $\sigma'_h$ [kPa]	19	19	10
Początkowe efektywne napężenie pionowe / Initial effective axial stress $\sigma'_v$ [kPa]	19	19	-2
Efektywne napężenie poziome na końcu etapu nasączania / Final effective radial stress $\sigma'_h$ [kPa]	20	19	20
Efektywne napężenie 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

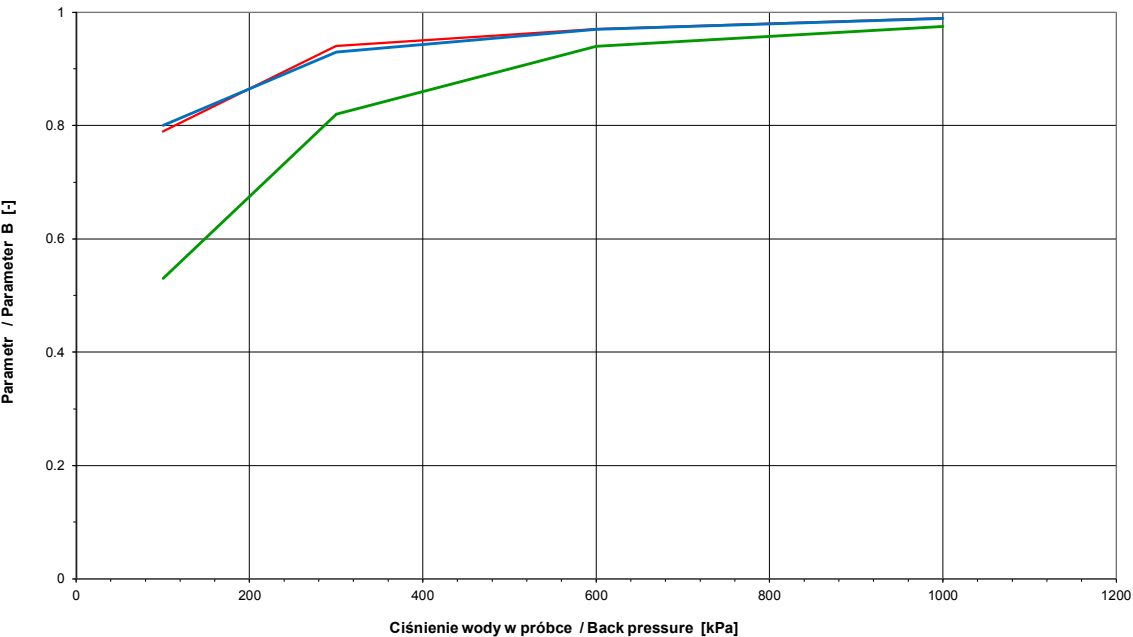


**BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
**TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05**  
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

**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 podpróbki / 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					
		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	



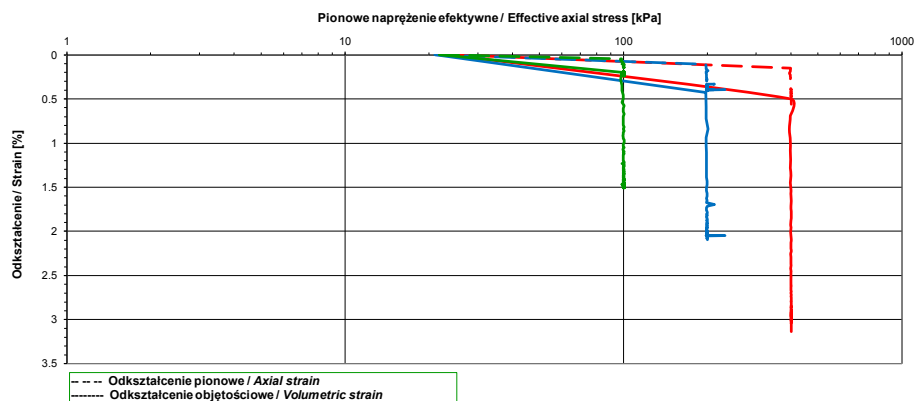
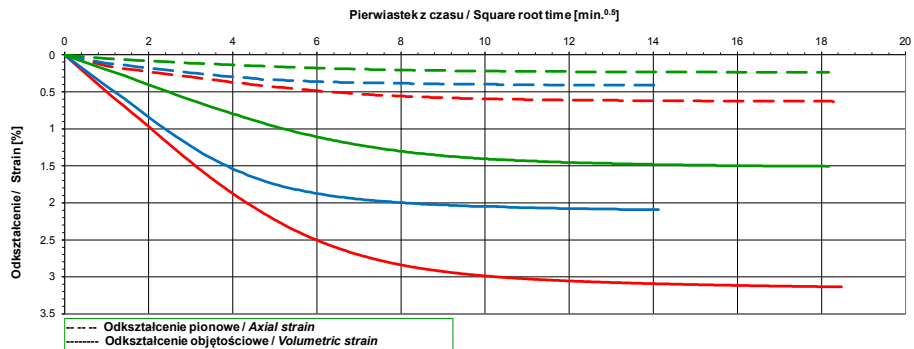
BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05

Badanie z konsolidacją i 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 <sub>c</sub> [%]	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 <sub>c</sub> [-]	0.275	0.329	0.428
Stopień wilgotności / Degree of saturation	S <sub>r,c</sub> [%]	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

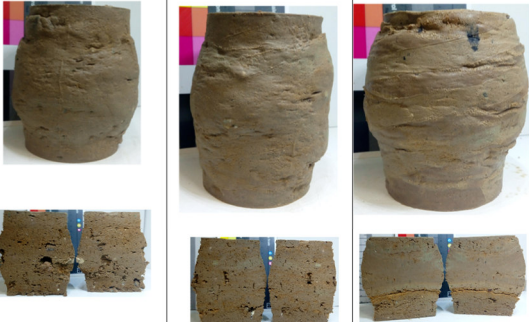


BADANIA W APARACIE TRÓJOSIOWEGO ŚCISKANIA wg PN-EN ISO 17892-9:2018-05  
TRIAXIAL TESTS according to PN-EN ISO 17892-9:2018-05

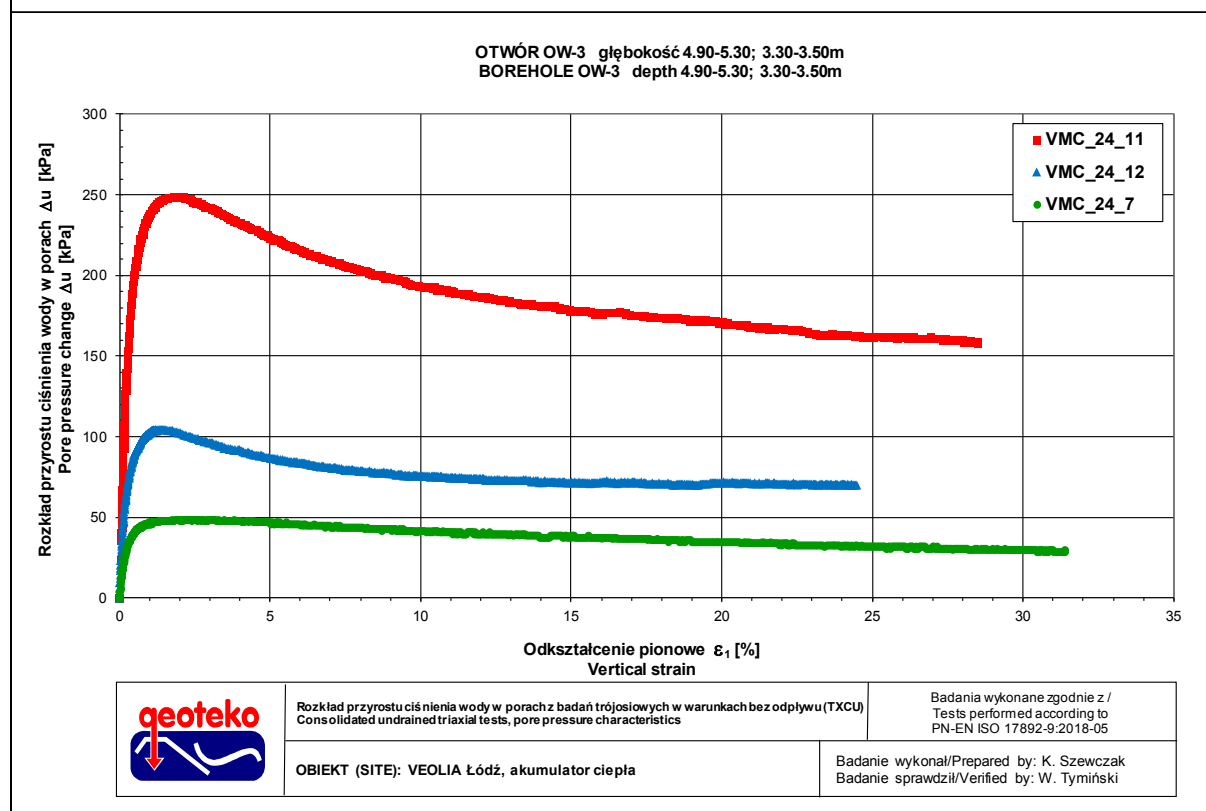
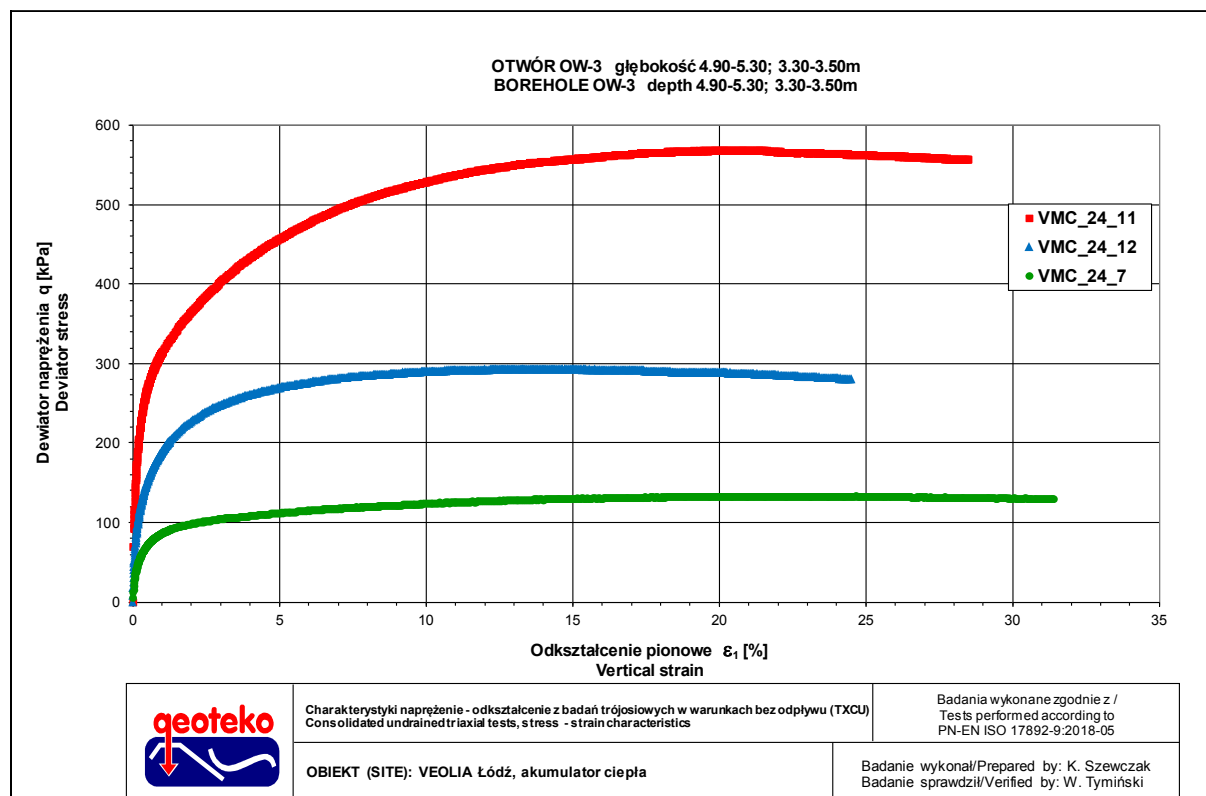
Badanie z konsolidacją i ścinaniem w warunkach bez odpływu (TXCU) / Consolidated undrained test (TXCU)

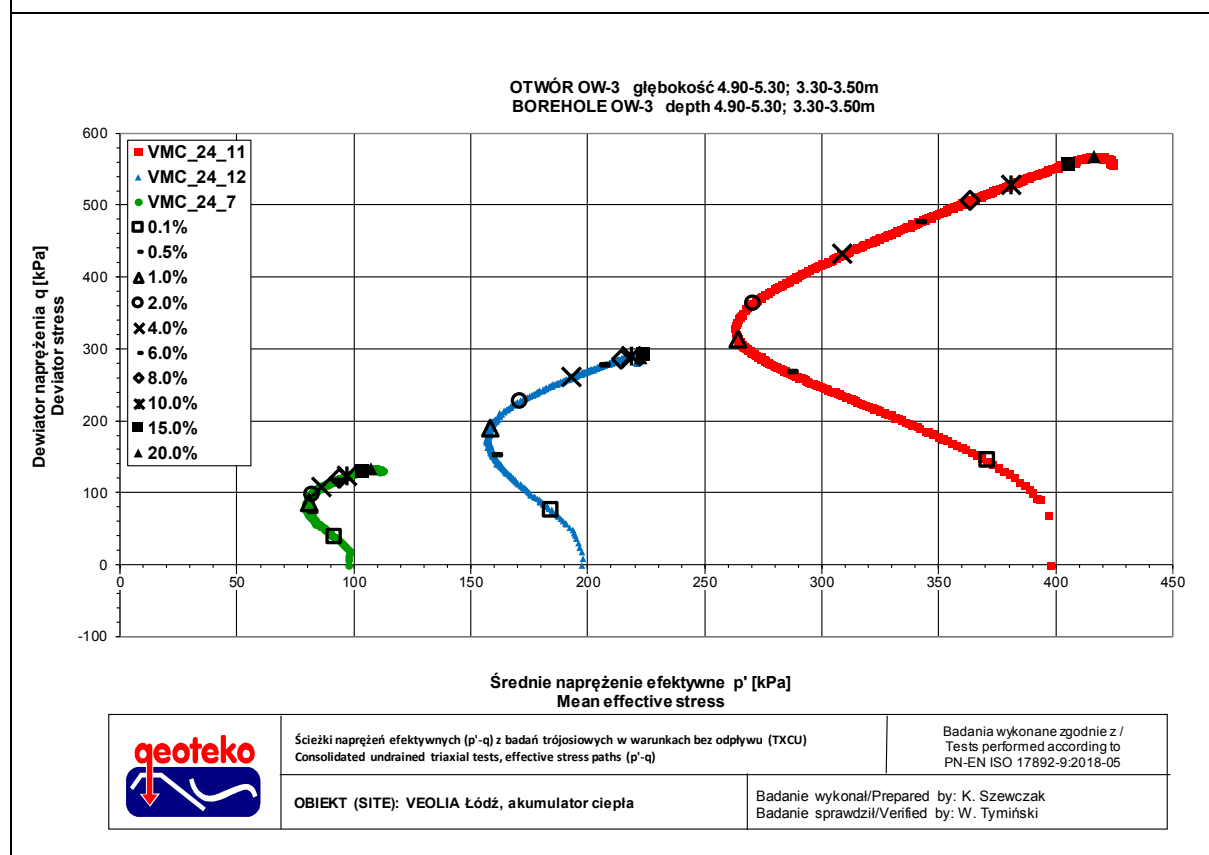
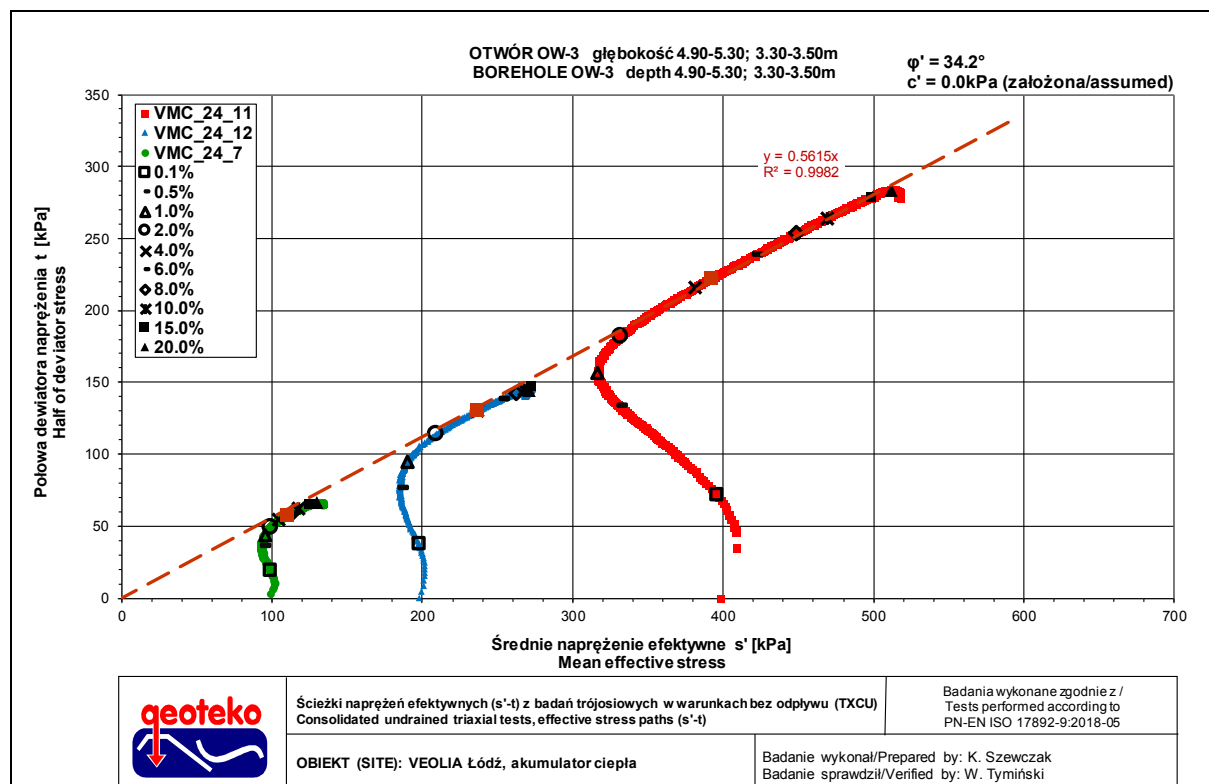
ŚCINANIE / SHEARING

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

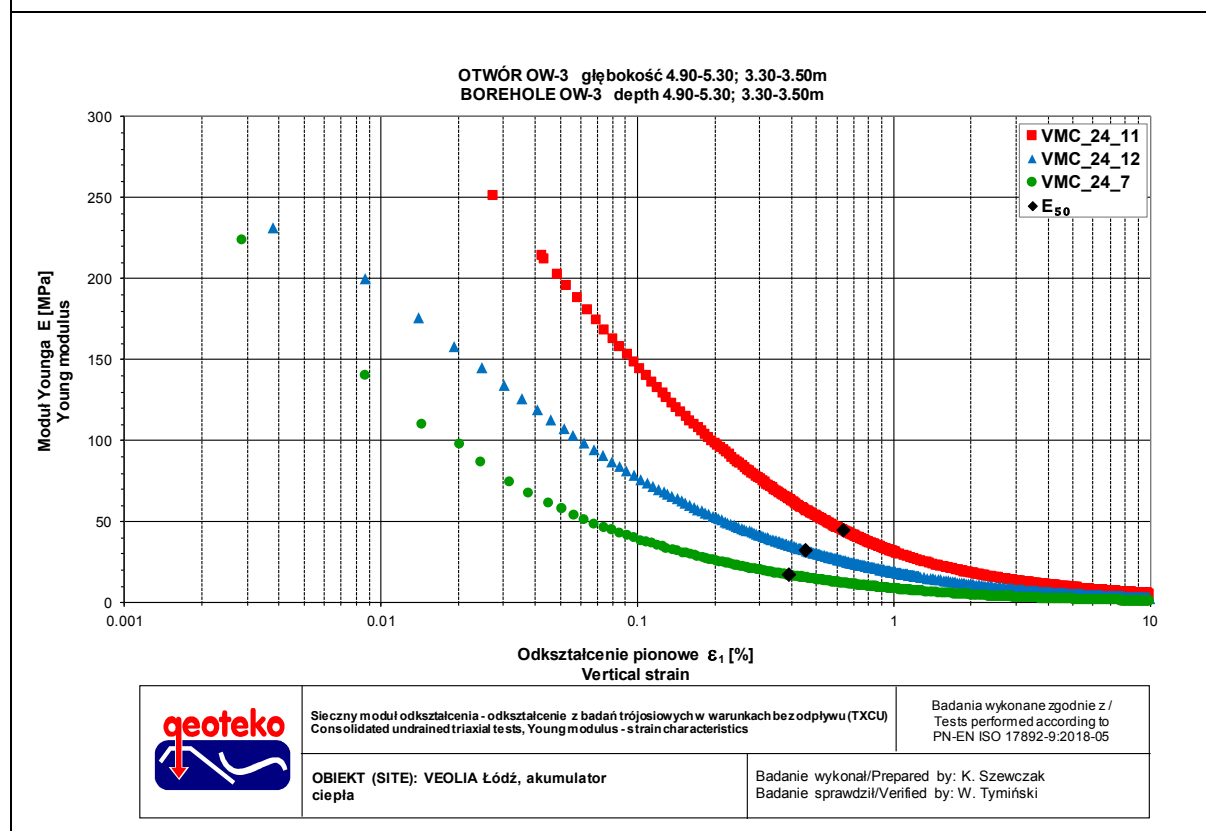
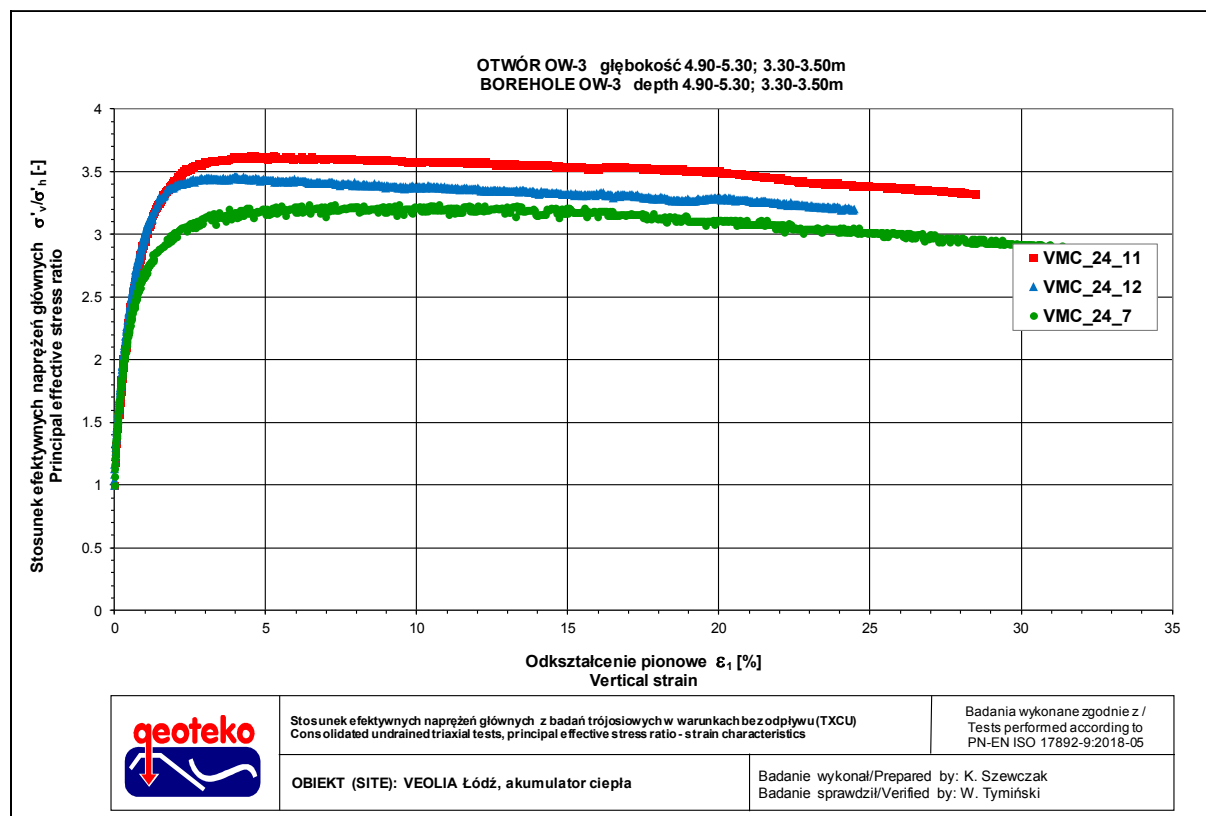
Nazwa próbki / Name of the sample:		-	-	-
Nazwa badania / Name of the test:		VMC_24_11	VMC_24_12	VMC_24_7
Data zakończenia badania / Test end date:		2024-01-09	2024-01-10	2024-01-08
Głębokość próbki / Specimen depth		5.10-5.30	4.90-5.10	3.30-3.50
Początkowe efektywne naprężenie poziome / Initial effective 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 $A_f$	$\Delta U / \Delta q_p$ [-]	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 $A_f$	$\Delta U / \Delta q_p$ [-]	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		
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 EDOMETRZE**  
***Oedometer test results***

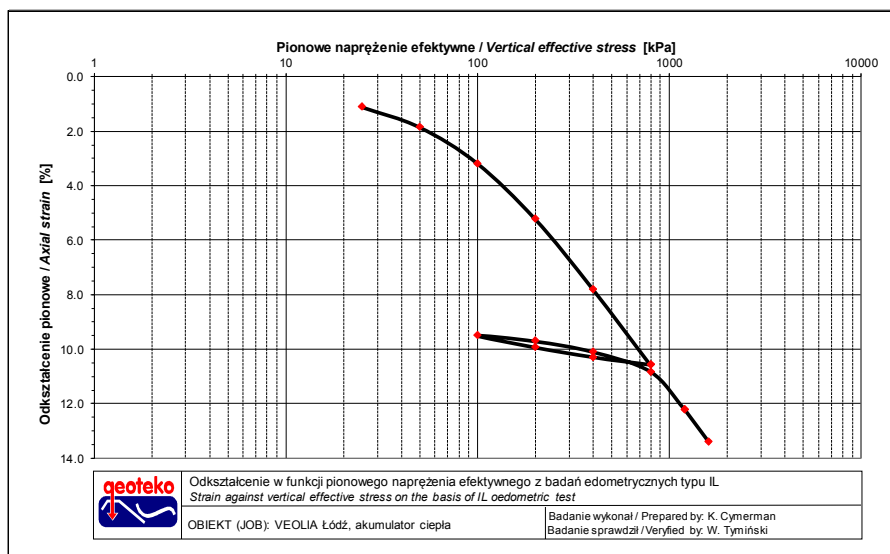
**BADANIE W EDOMETRZE / Oedometer test**  
wg / acc. to PN-EN ISO 17892-5:2017-06

<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

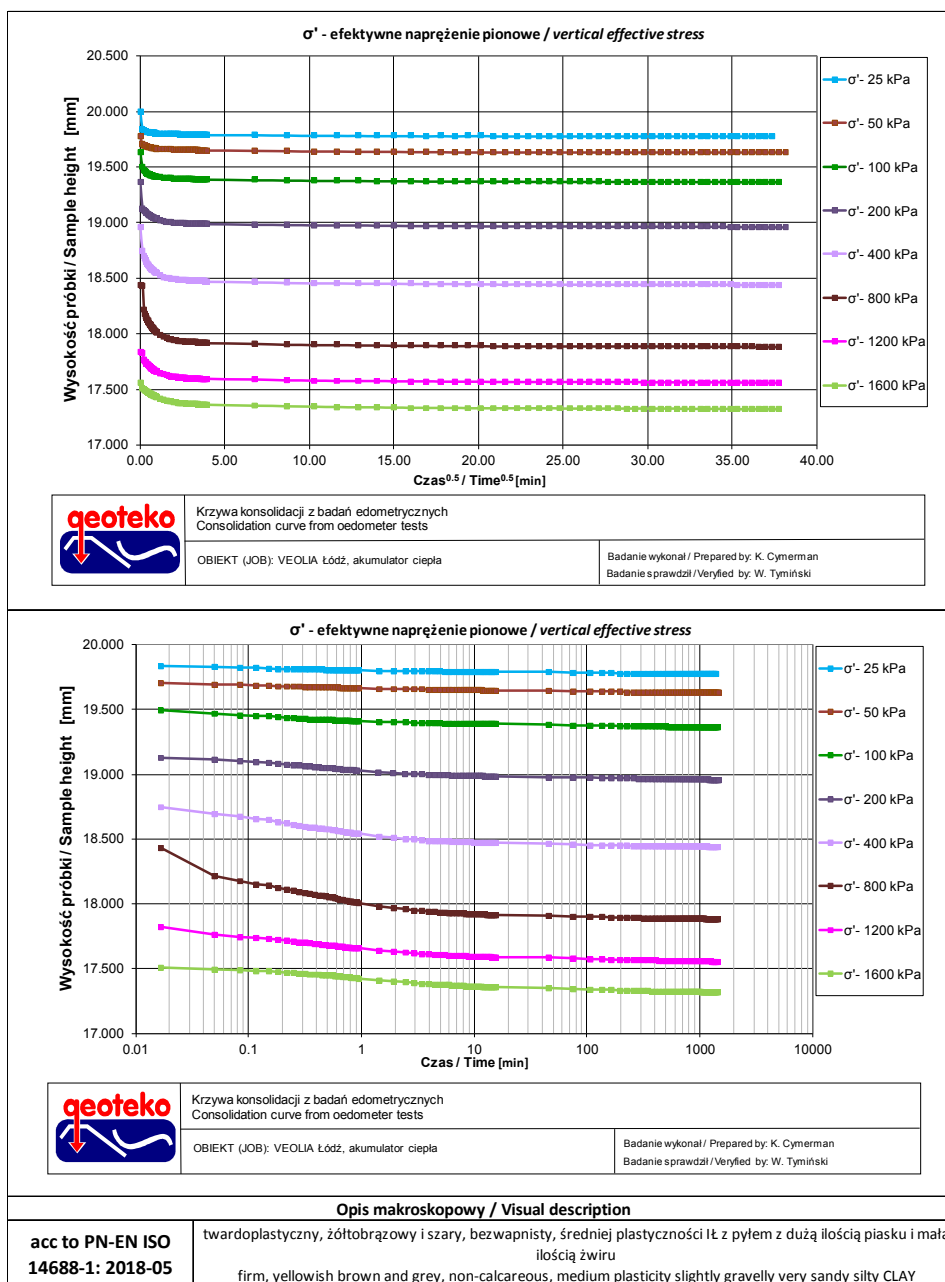
\*Przedrostek #, jeśli wartość założona /Prefix # if value assumed

Wyniki badań edometrycznych / Results of oedometer tests					
Napężenie całkowite		Odształcenie osiowe	Moduł 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	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 próbki / 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**



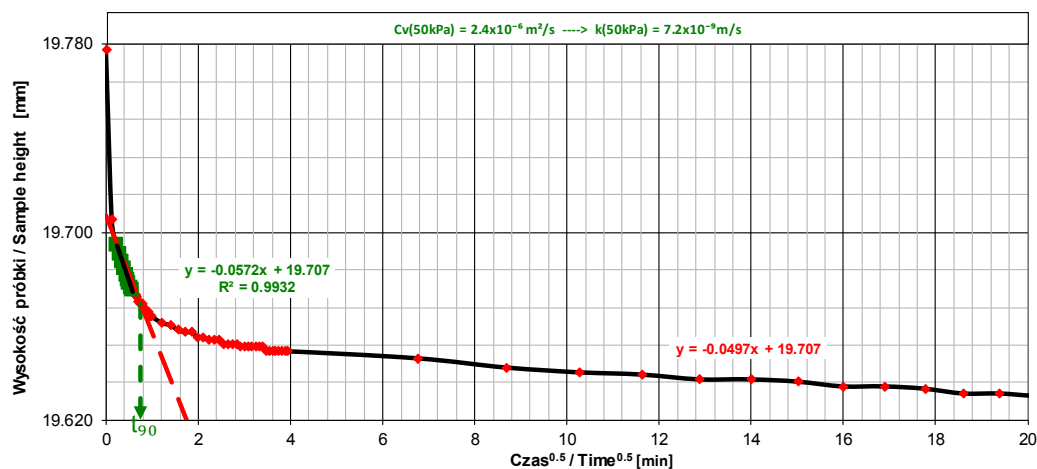
**Zdjęcie próbki po badaniu / Photo of the sample after test**



**Opis makroskopowy / Visual description**

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

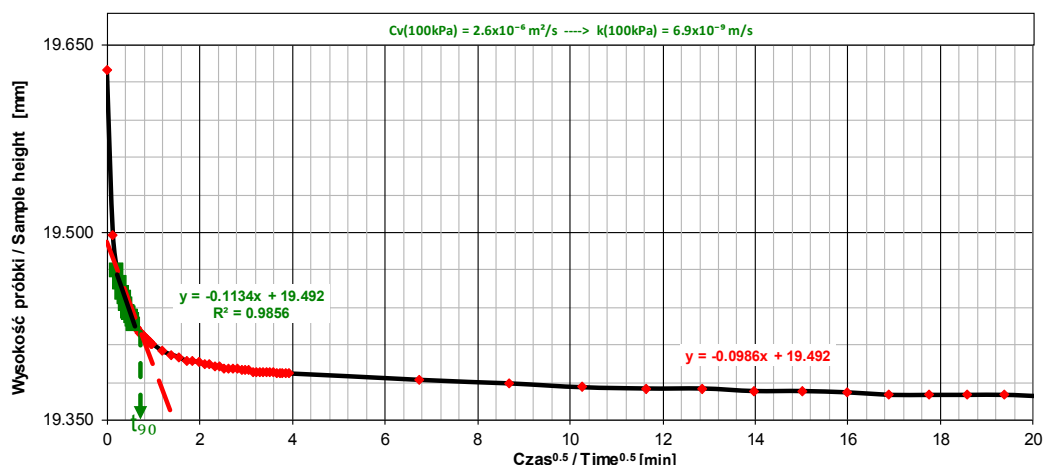
twardoplastyczny, żółtobrazowy i szary, bezwapnisty, średniej plastyczności ił z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru  
firm, yellowish brown and grey, non-calcareous, medium plasticity slightly gravelly very sandy silty CLAY



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

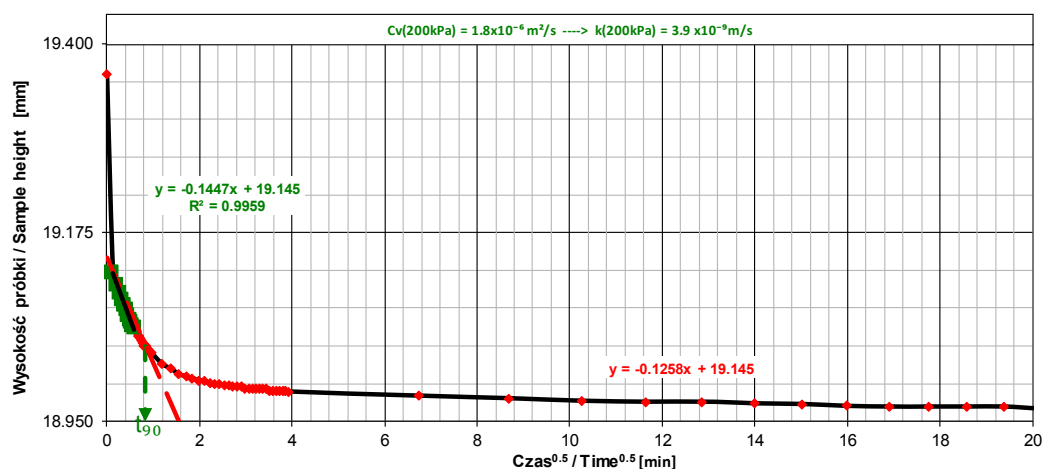
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

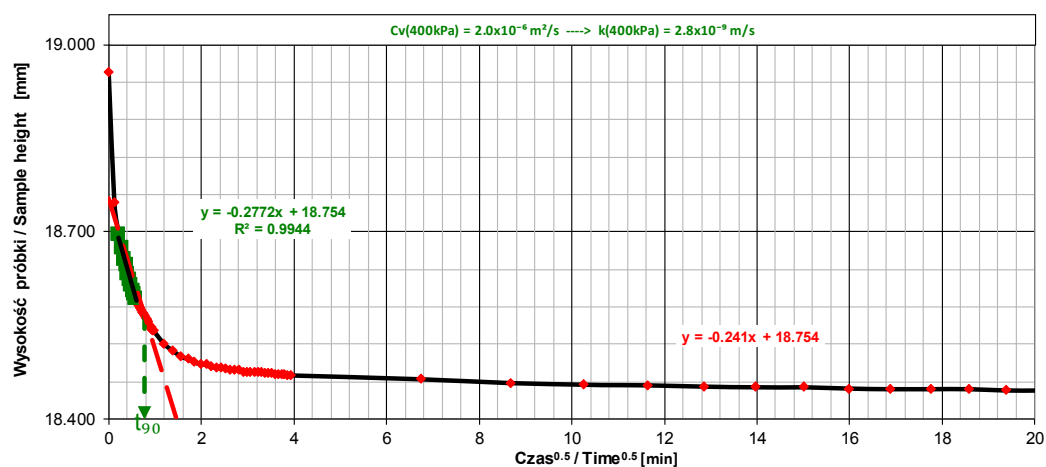
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

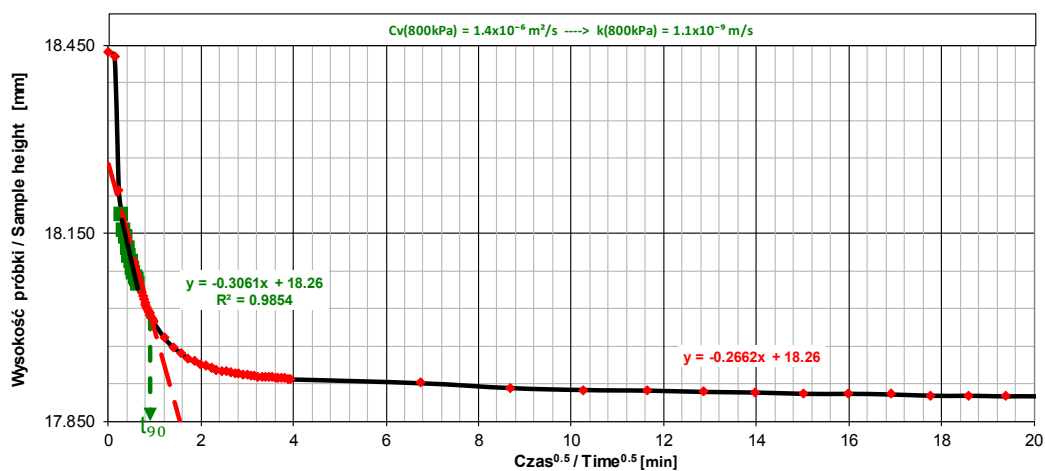
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

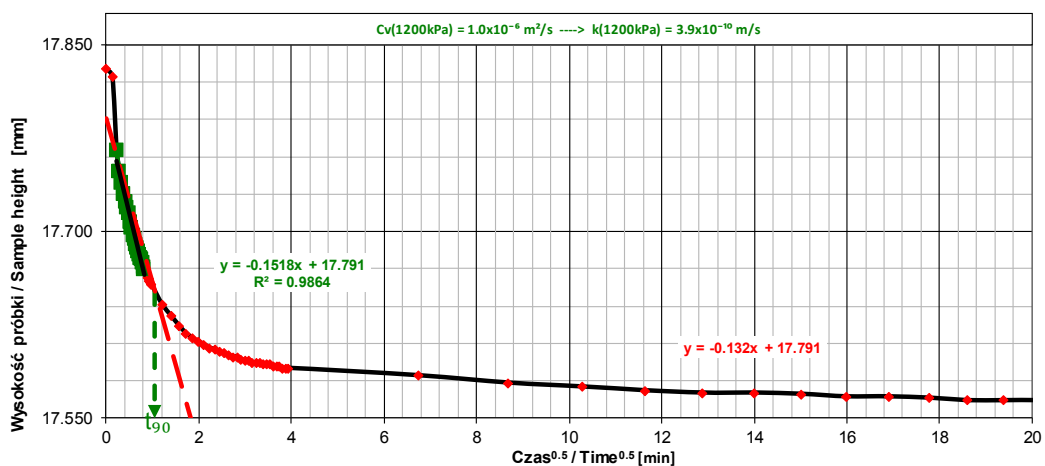
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



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

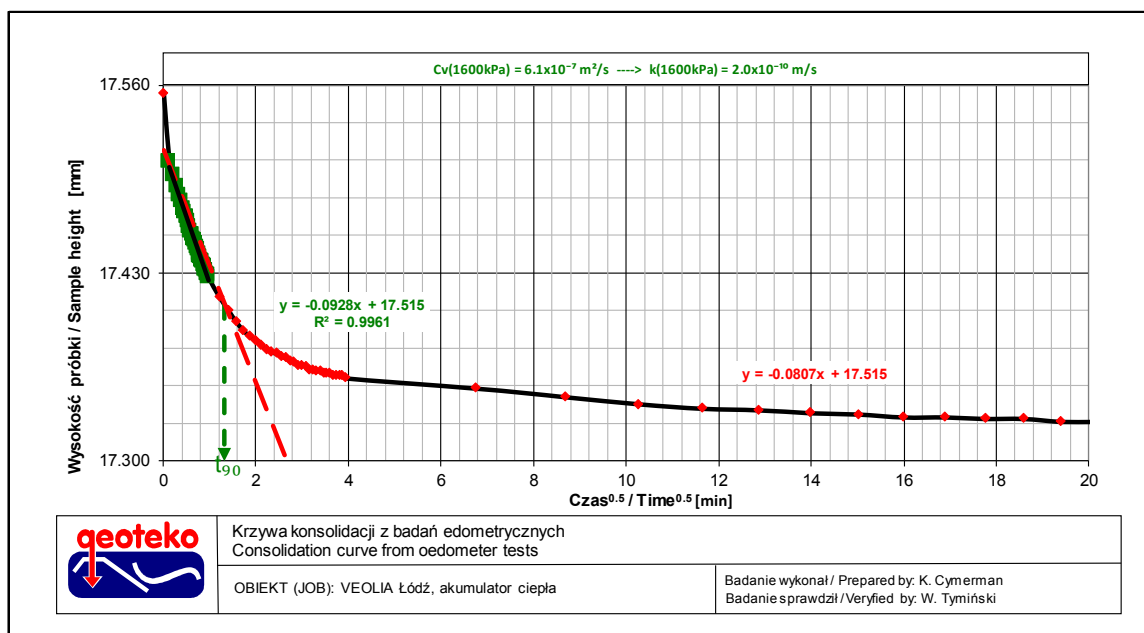


Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

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





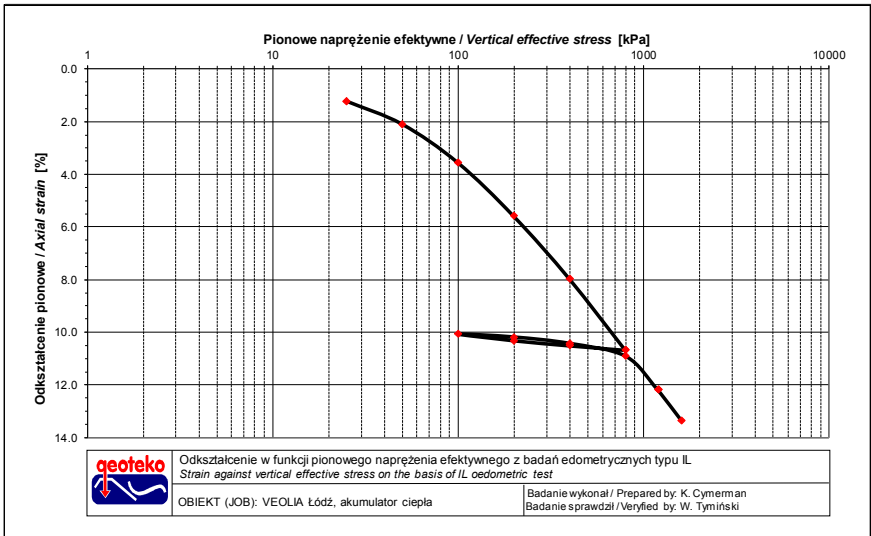
**BADANIE W EDOMETRZE / Oedometer test**  
wg / acc. to **PN-EN ISO 17892-5:2017-06**

<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

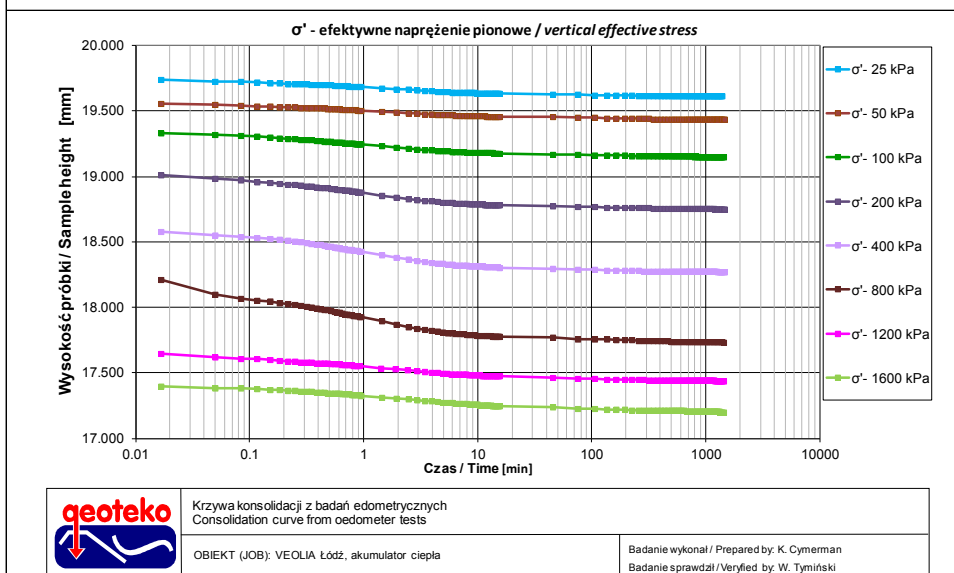
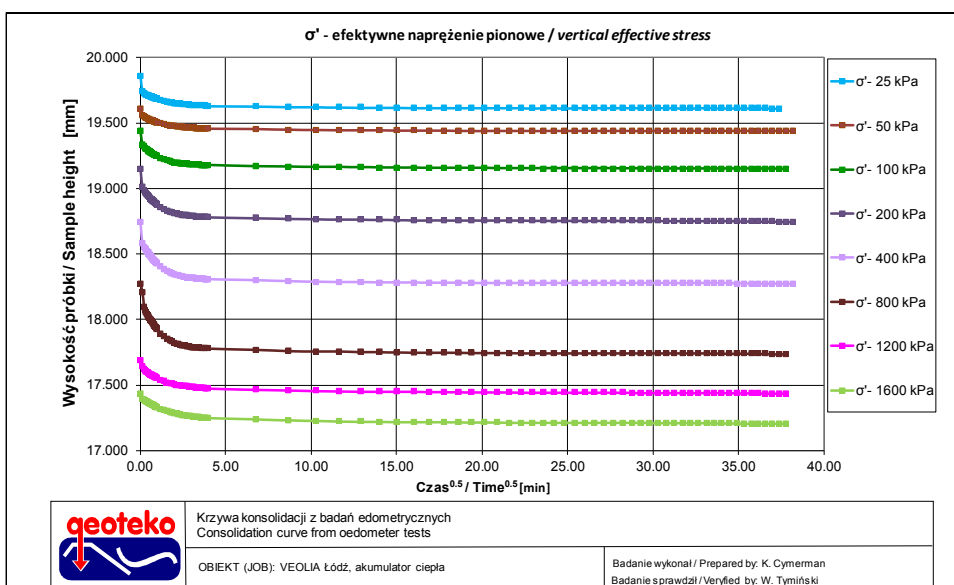
\* Przedrostek 8, jeśli wartość zaokrąglona /Prefix # if value assumed

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]		$\epsilon$ [%]	$E_{oed0}$ [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**



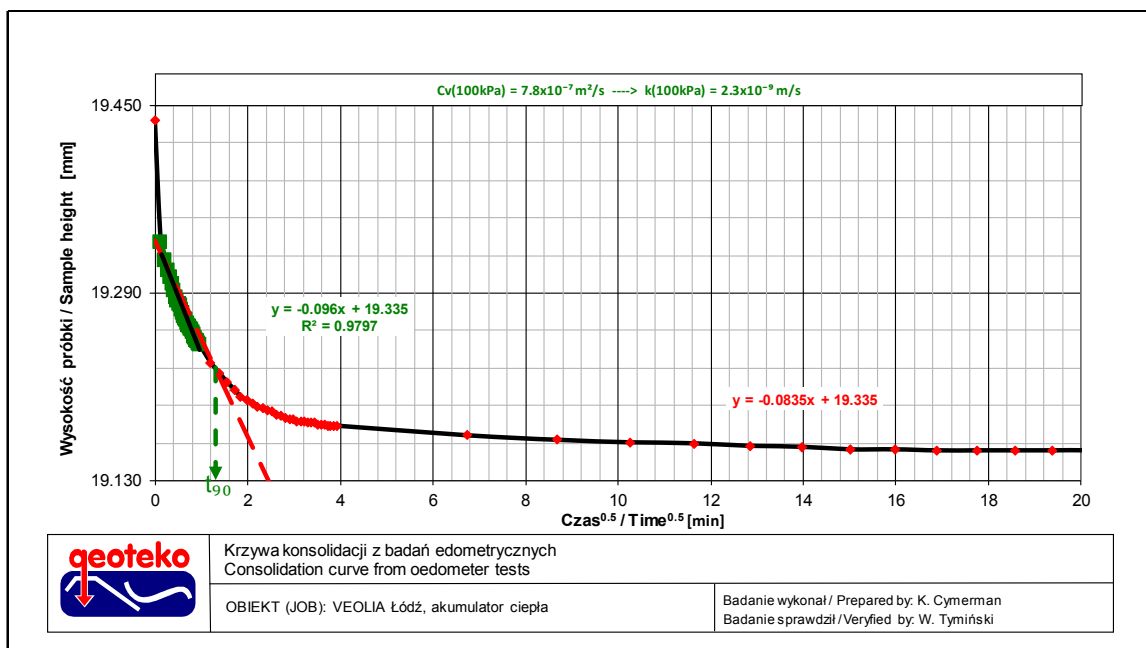
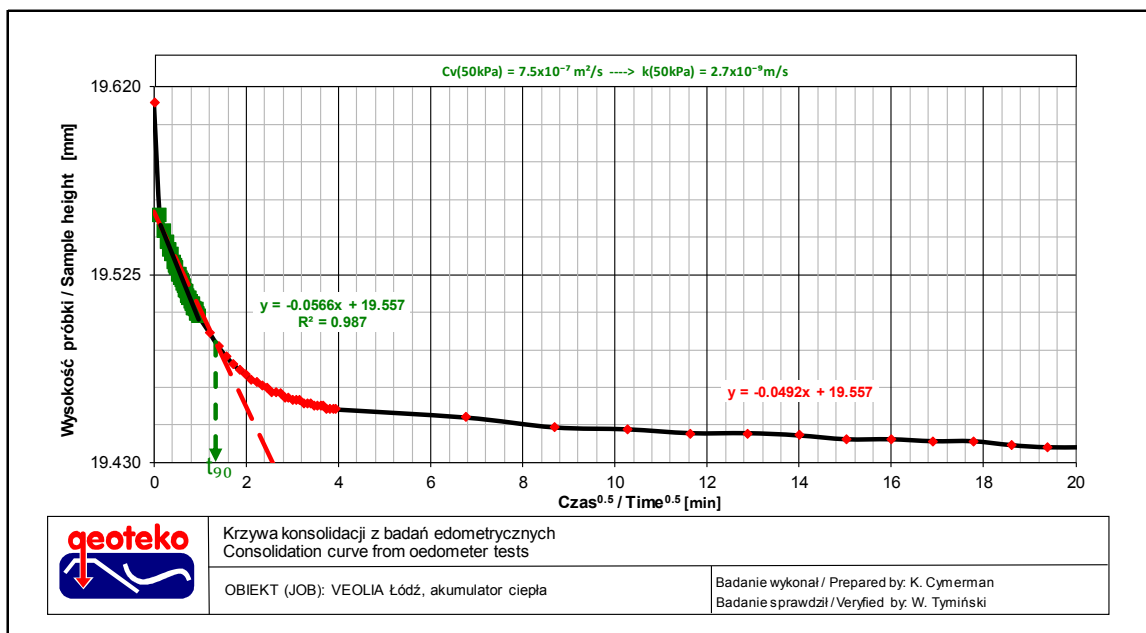
**Zdjęcie próbki po badaniu / Photo of the sample after test**

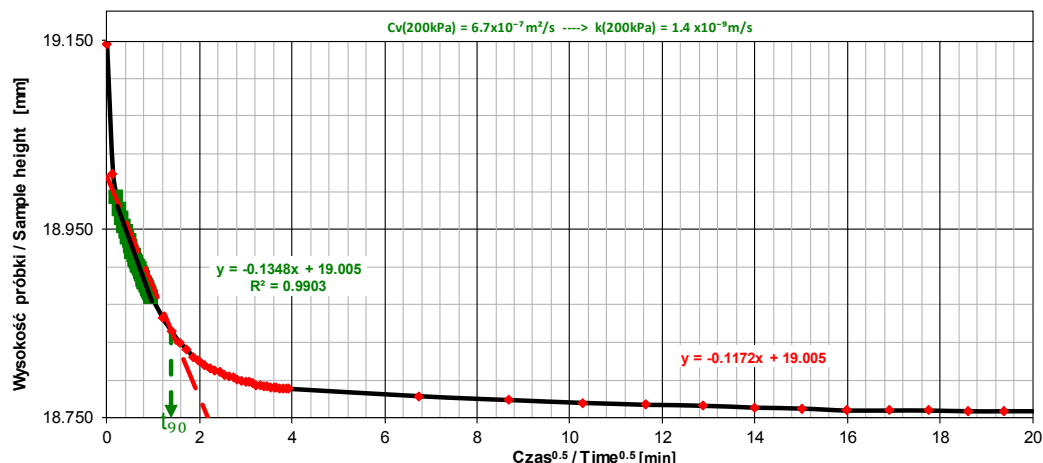


**Opis makroskopowy / Visual description**

**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

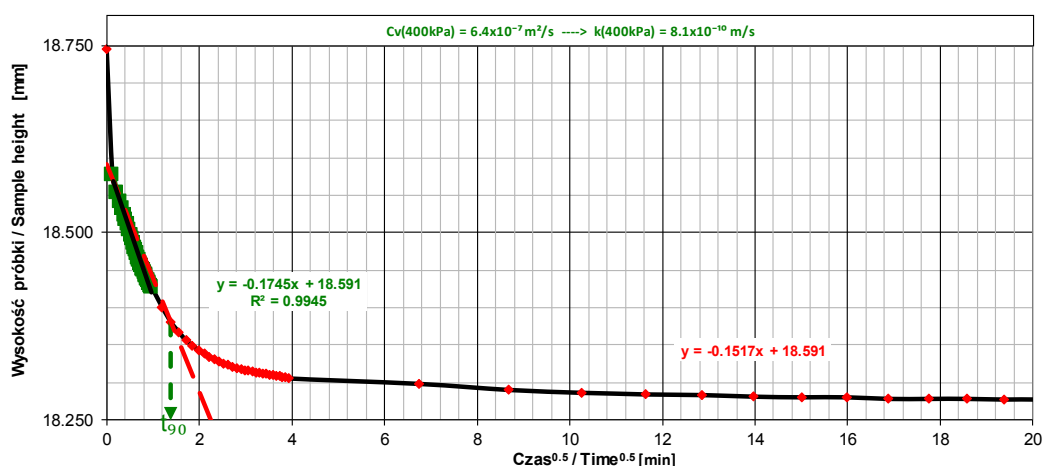




Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

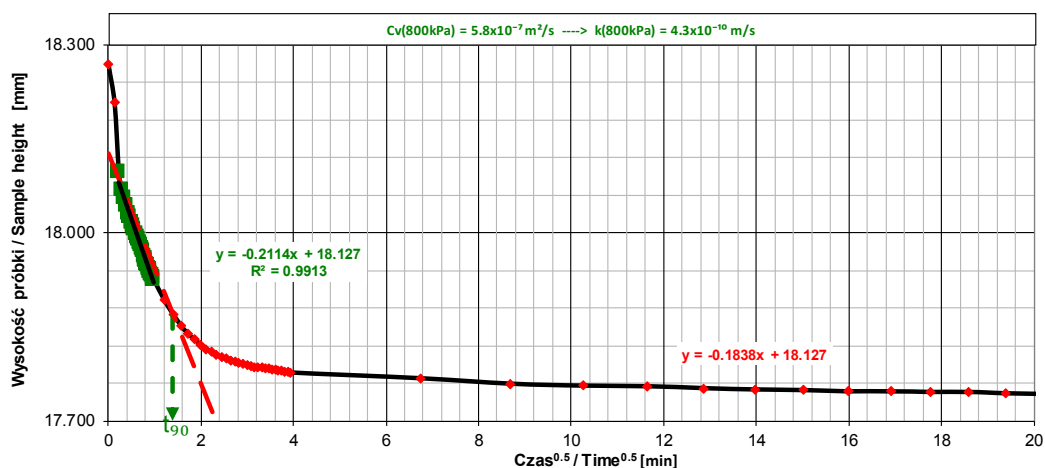
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

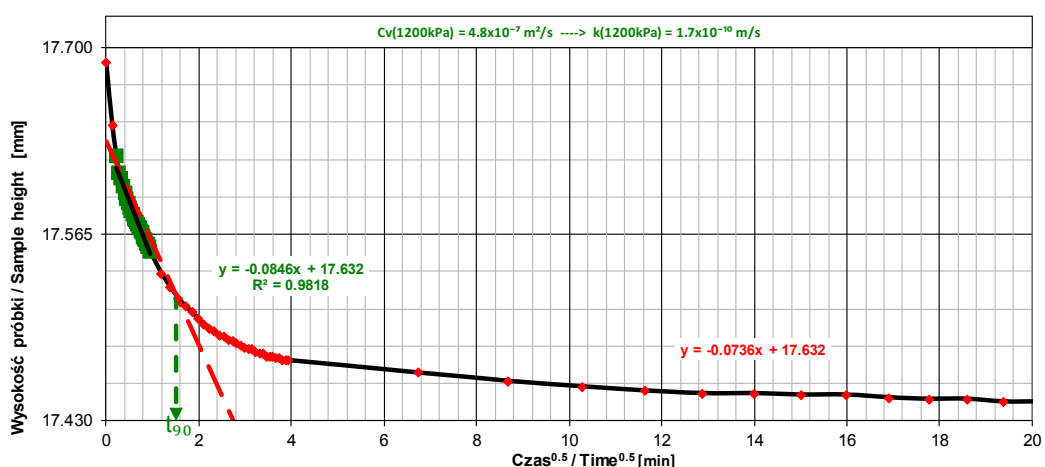
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

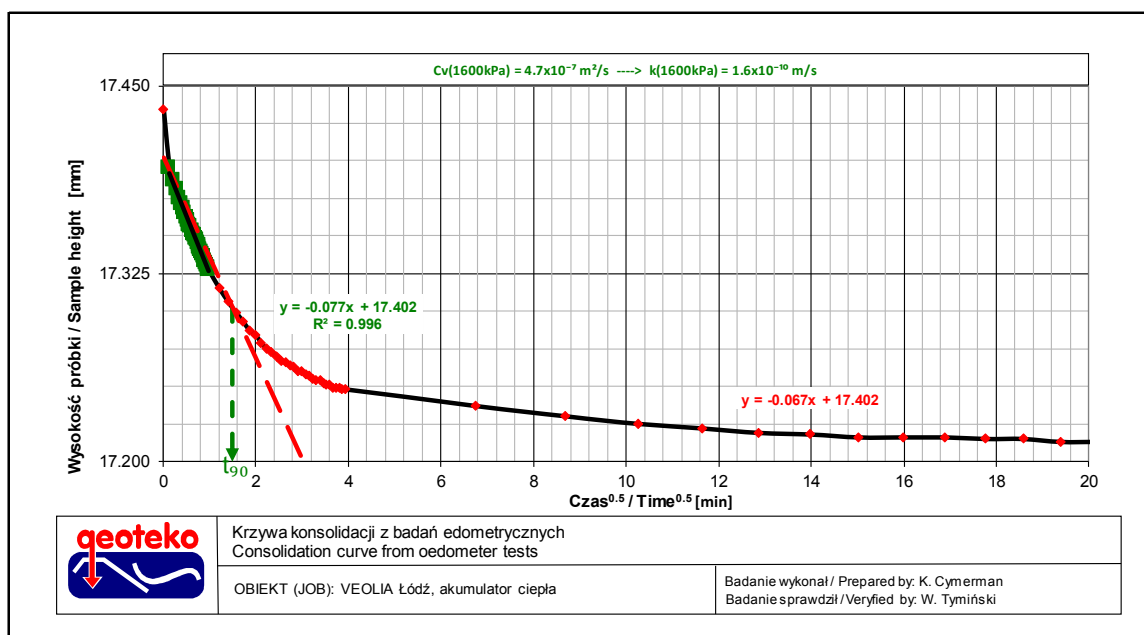
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



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:** Próbka NNS / Undisturbed sample

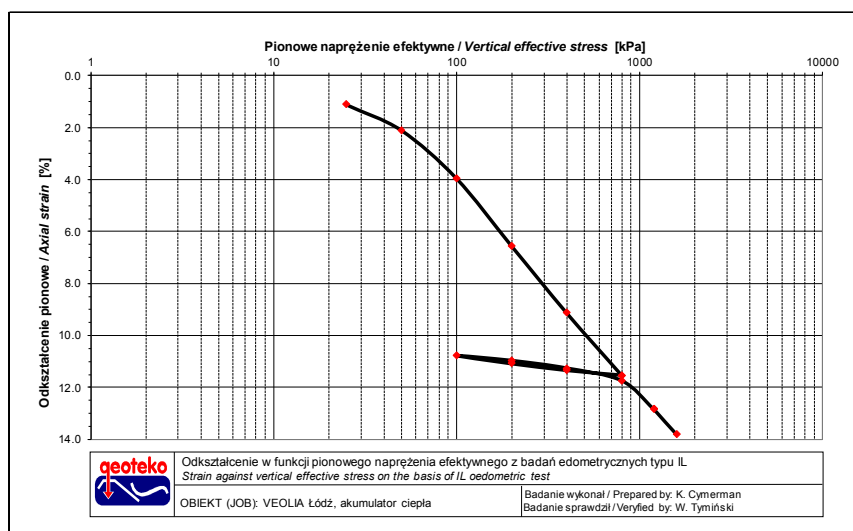
**Badanie wykonał / Prepared by:** K. Cymerman

**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, $\rho_{d,i}$ [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

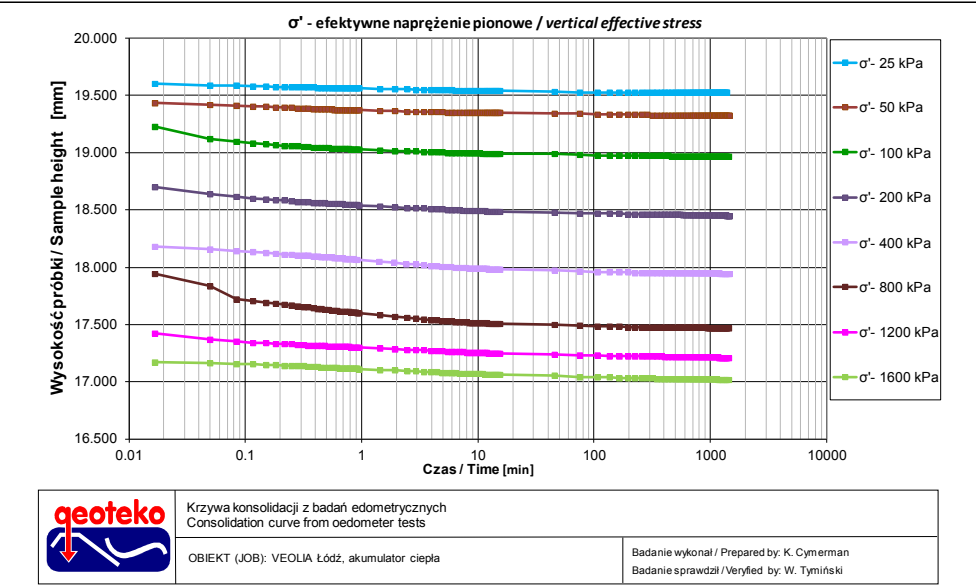
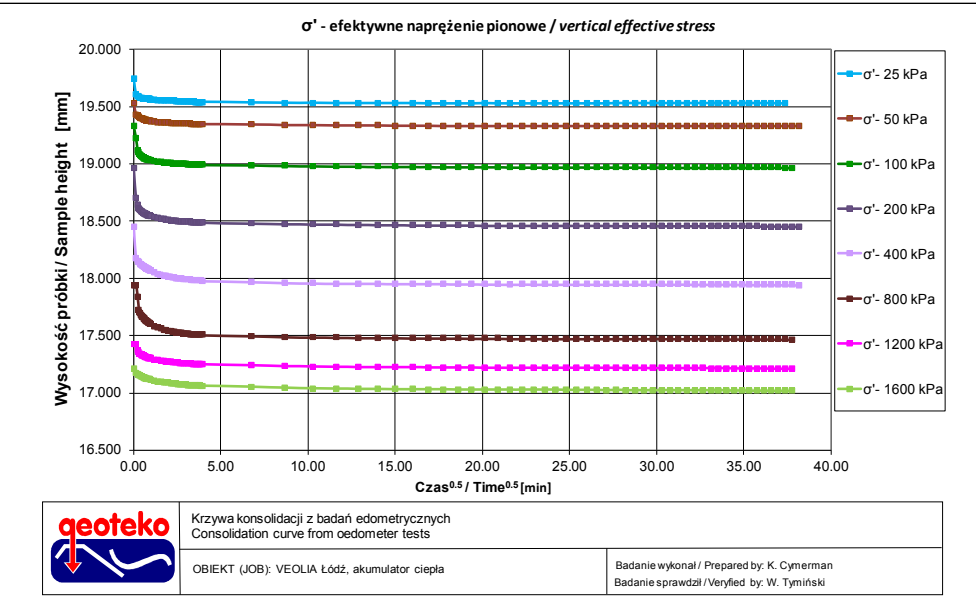
\*Przedrostek #, jeśli wartość założona / Prefix # if value assumed

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 próbki / Detailed depth of subsample [m]:	4.25-4.30
Numer próbki / 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



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

**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-3</b>
<b>Głębokość / Depth [m]:</b>	<b>4.00-4.60</b>
<b>Głębokość próbki / Detailed depth of subsample [m]:</b>	<b>4.25-4.30</b>
<b>Numer próbki / 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**



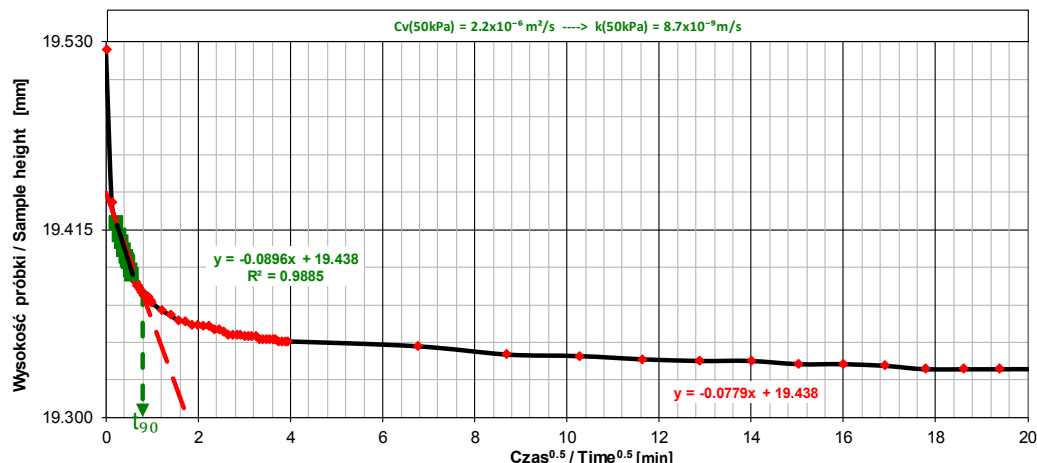
**Zdjęcie próbki po badaniu / Photo of the sample after test**



**Opis makroskopowy / Visual description**

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

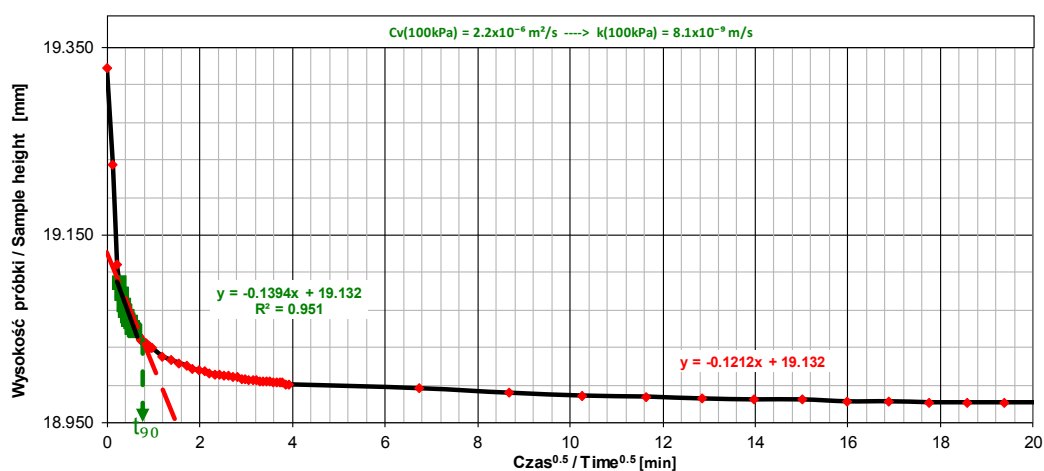
twardoplastyczny/plastyczny, szarobrazowy i szary, bezwapnisty, średniej plastyczności łą z pyłem z dużą ilością piasku i małą ilością żwiru  
firm/soft, greyish brown and grey, non-calcareous, medium plasticity slightly gravelly very sandy silty CLAY



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

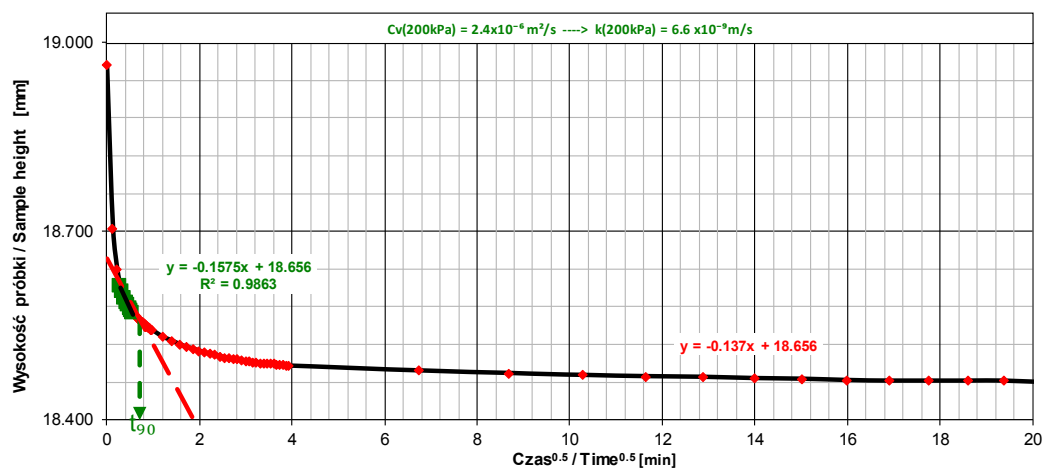
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

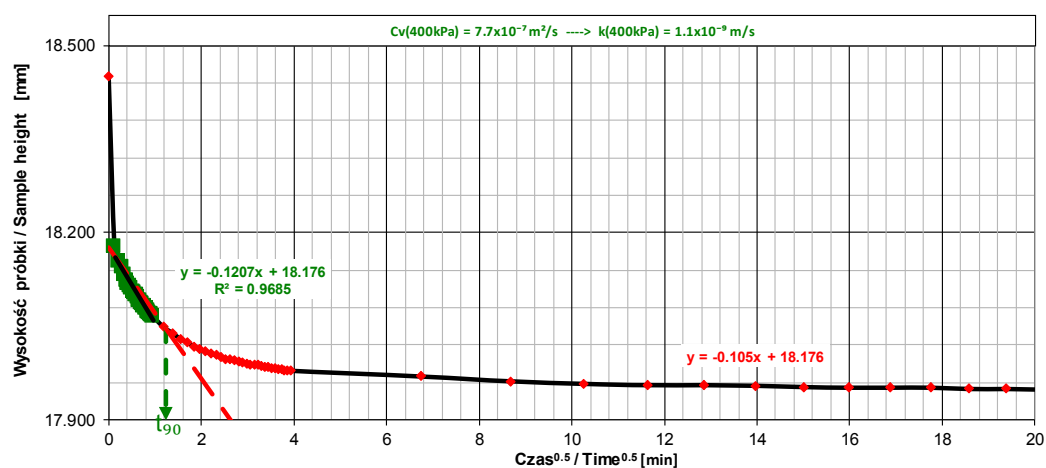
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

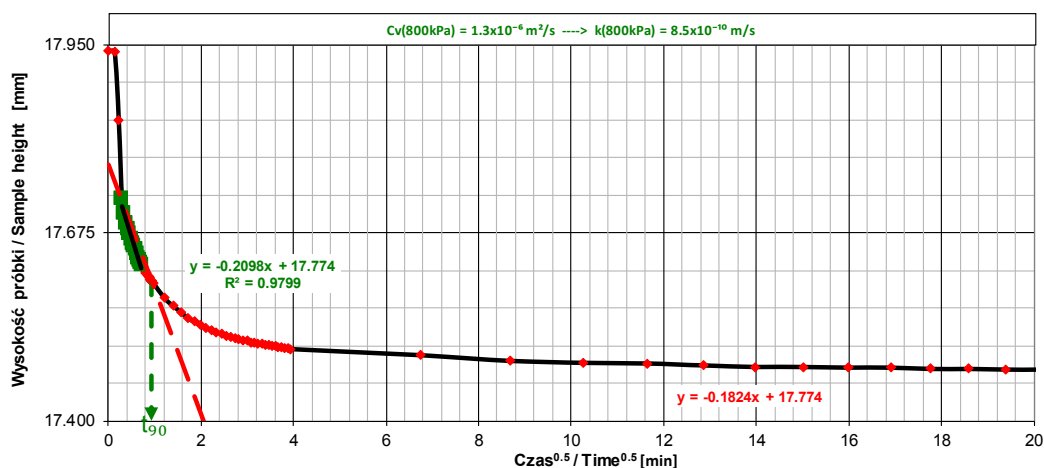
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

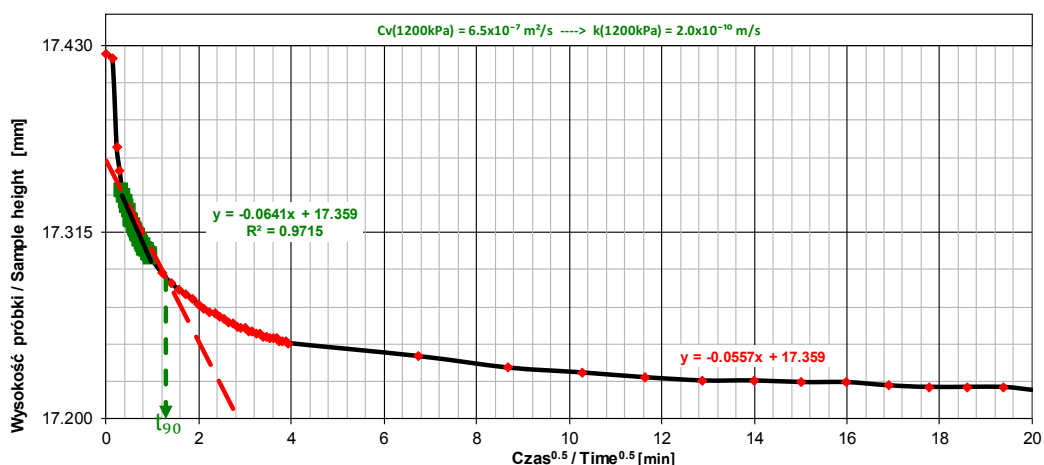
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

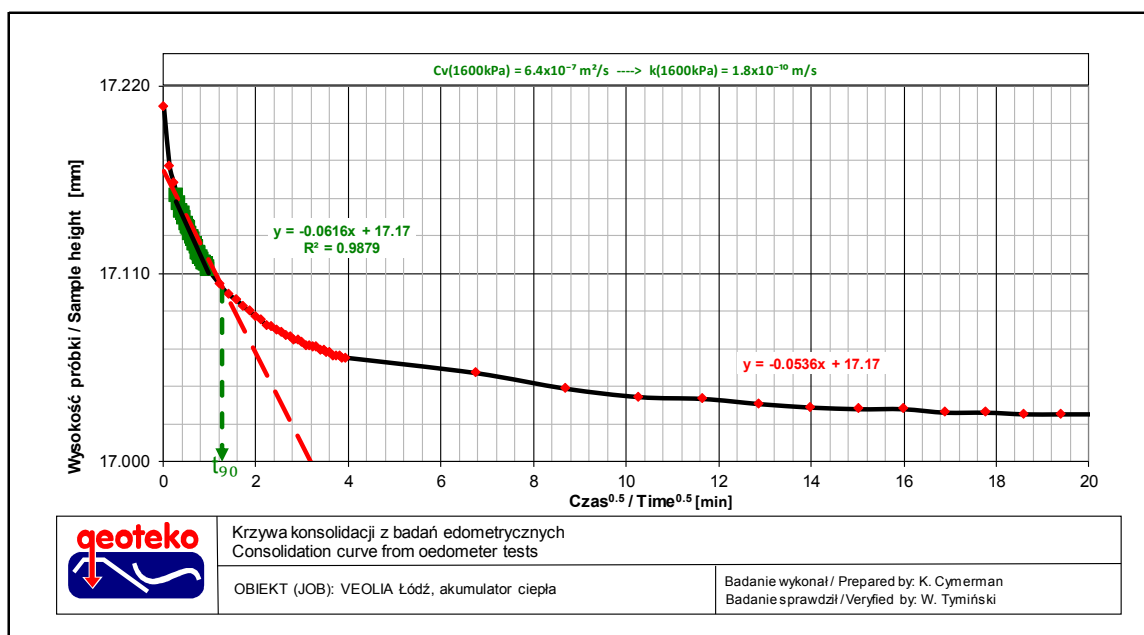
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



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



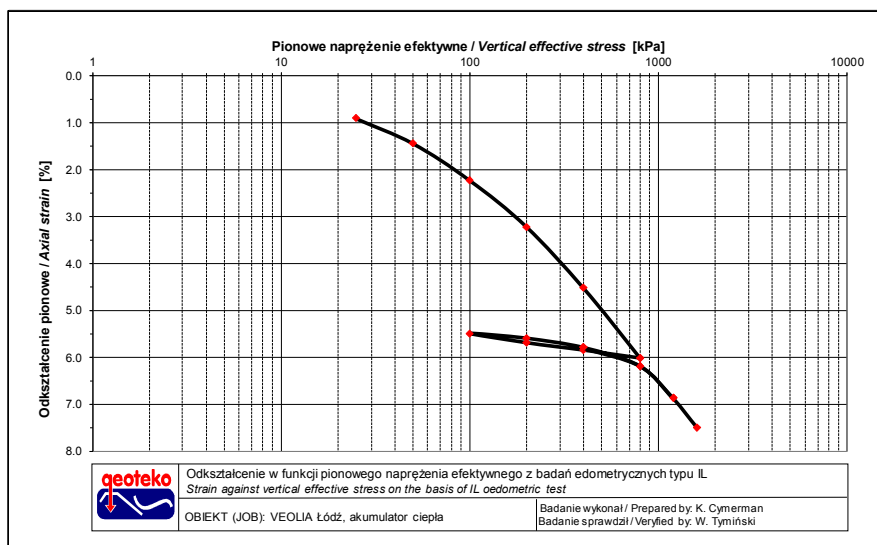
**BADANIE W EDOMETRZE / Oedometer test**  
wg / acc. to PN-EN ISO 17892-5:2017-06

Obiekt / Site:	VEOLIA Łódź, akumulator ciepła
Otwór / Borehole:	OW-3
Głębokość / Depth [m]:	4.90-5.30
Głębokość podpróbki / Detailed depth of subsample [m]:	5.25-5.30
Numer podpróbki / 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 method:	Próbka 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]	19.89	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

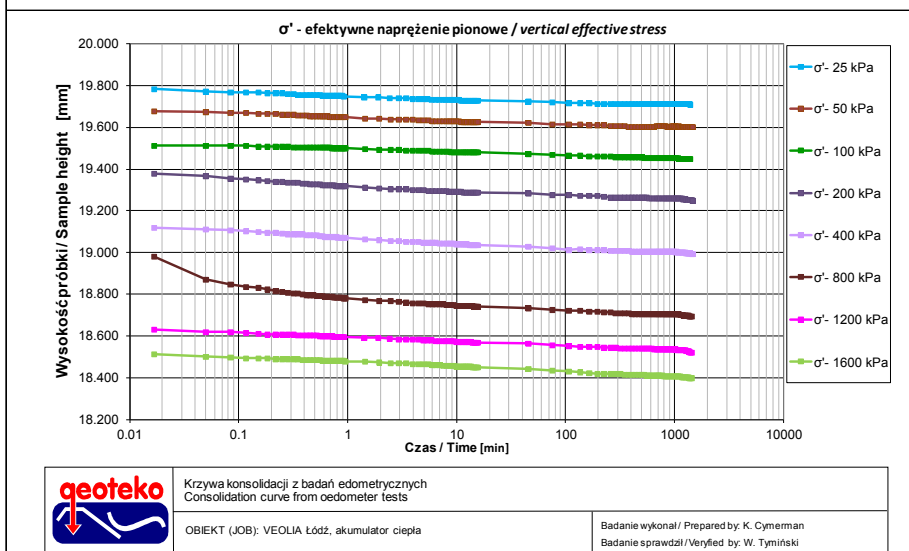
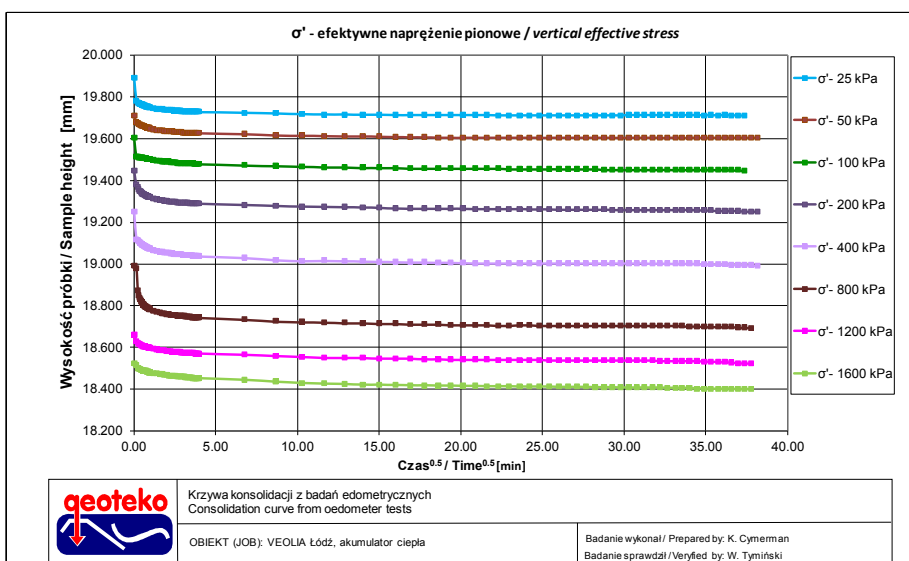
Wyniki badań edometrycznych / Results of oedometer tests					
Napężenie całkowite		Odształcenie osiowe	Moduł ścisłości		Współczynnik konsolidacji
Total stress		Axial strain	Modulus of compressibility		Coefficient of consolidation
$\sigma$ [kPa]		$\epsilon$ [%]	$E_{oed,0}$ [MPa]	$E_{oed}$ [MPa]	$c_v$ [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



**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

**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**



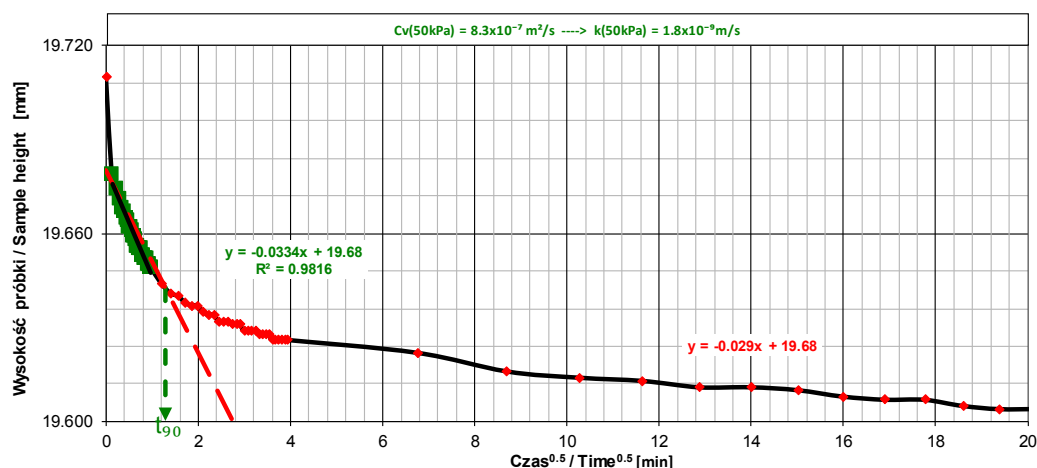
**Zdjęcie próbki po badaniu / Photo of the sample after test**



**Opis makroskopowy / Visual description**

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

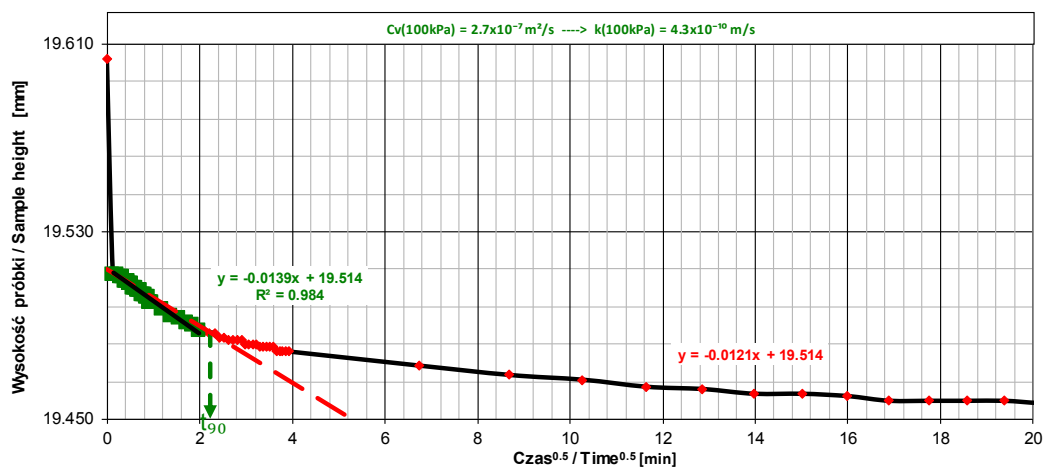
twardoplastyczny/plastyczny, ciemnoszarobrazowy, wapnisty, średniej plastyczności łą z pyłem z dużą ilością  
piasku i małą ilością żwiru  
firm/soft, dark greyish brown, calcareous, medium plasticity slightly gravelly very sandy silty CLAY



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

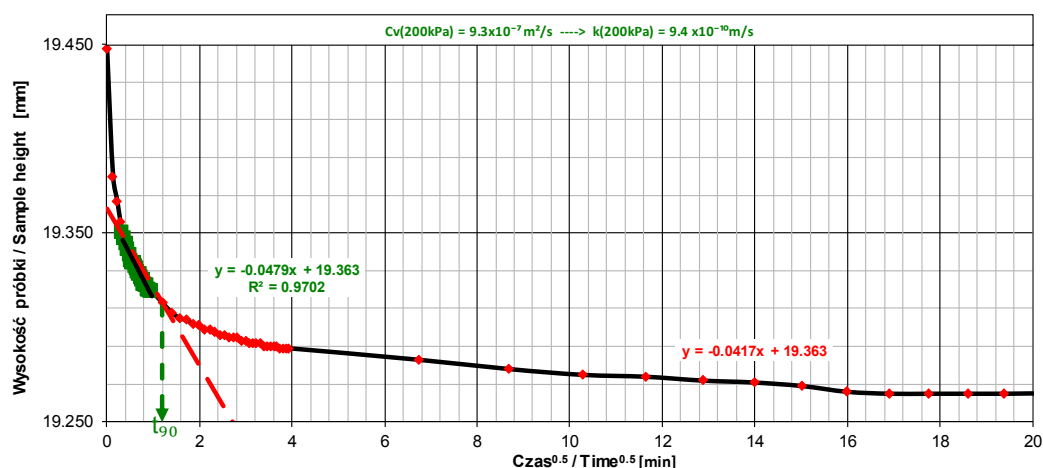
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

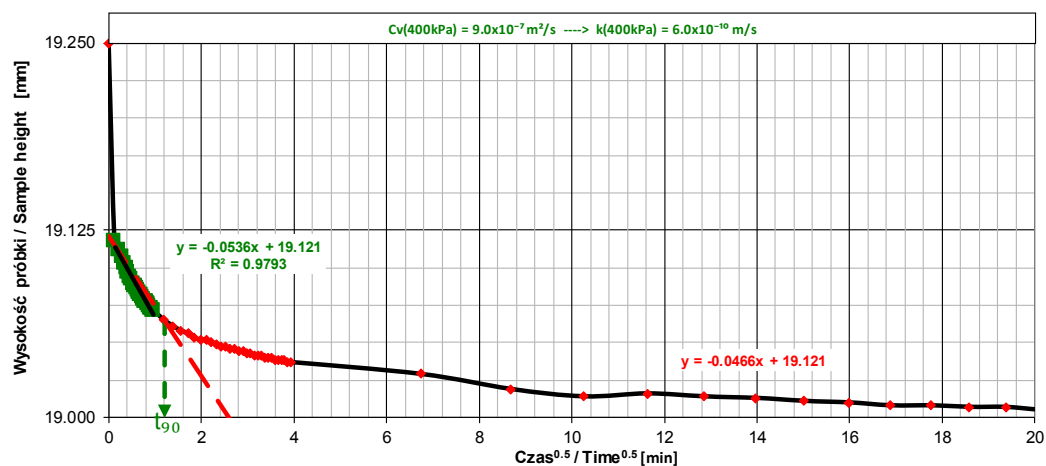
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIĘKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

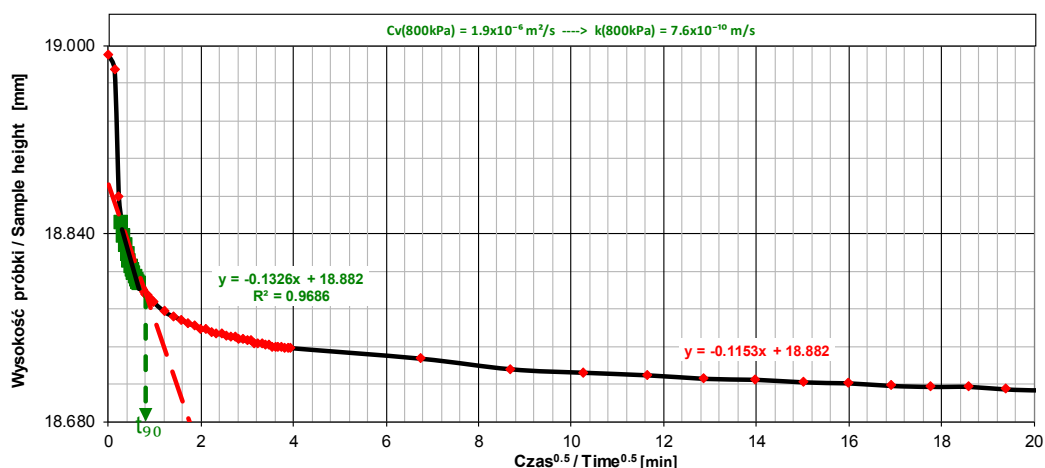
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIĘKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

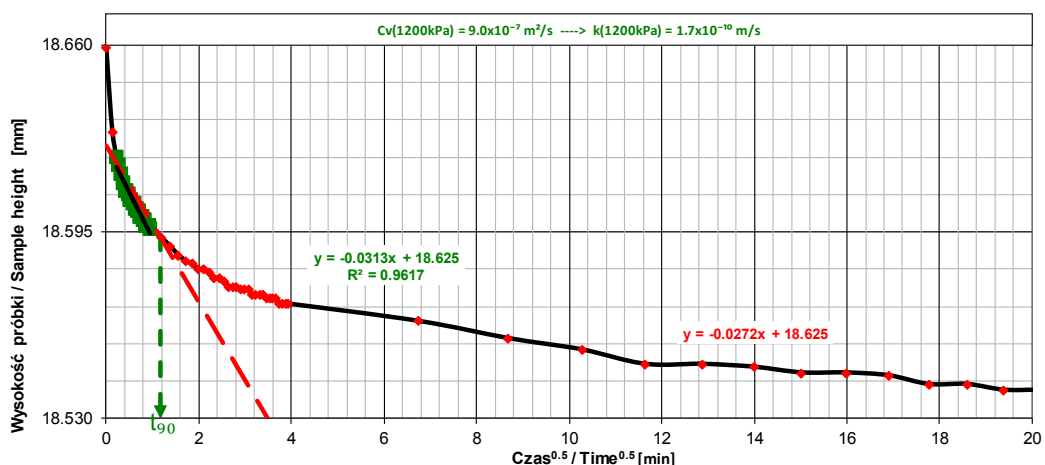
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



Krzywa konsolidacji z badań edometrycznych  
Consolidation curve from oedometer tests

OBIEKT (JOB): VEOLIA Łódź, akumulator ciepła

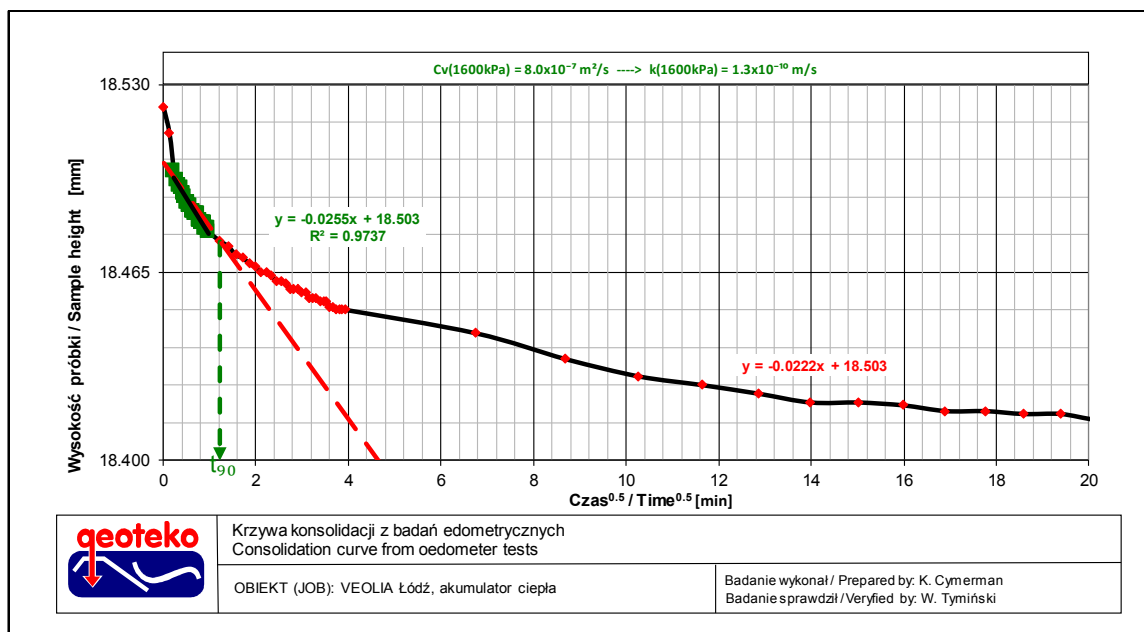
Badanie wykonał / Prepared by: K. Cymerman  
Badanie sprawdził / Verified by: W. Tymiński



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

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 podzlecaną	mg/kg	0.43	AB 313	< 0.43	< 0.43
TPH2 (C12 - C35)	mg/kg	10	ISO 17025	< 10	< 10

Sprawozdanie z badań numer: 24-76860

Projekt: Veolia

**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.

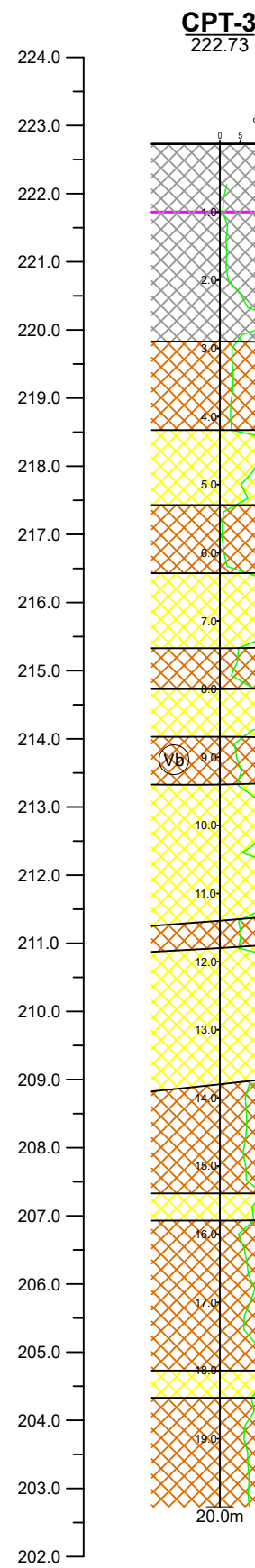
24-76860-2-PL GEOTEKO pl -Veolia.XLS

Strona 9 z 9



## **PRZEKROJE GEOLOGICZNO - INŻYNIERSKIE**

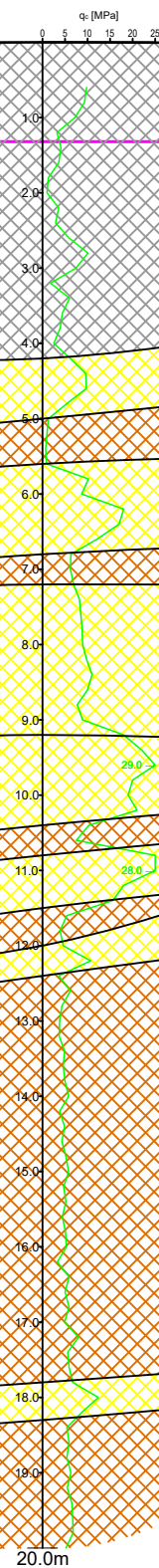
H [m n.p.m.]



odległości między  
punktami [m]

24.49

**CPT-1**  
223.05

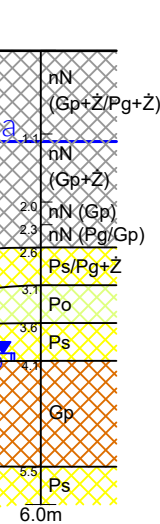


20.0m

21.46

H [m n.p.m.]

**OW-1**  
222.94



20.0m

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** - Strefa nawodniona
- Wykres sondowania statycznego CPT** - Wykres sondowania statycznego CPT
- (IIIb)** - Numer warstwy geologiczno-inżynierskiej
- Przewidywany poziom posadowienia pompowni i obiektów towarzyszących** - Przewidywany poziom posadowienia pompowni i obiektów towarzyszących
- Przewidywany poziom posadowienia akumul. ciepła** - Przewidywany poziom posadowienia akumul. ciepła

Numer warstwy	Dominujący rodzaj gruntu	I <sub>b</sub>	I <sub>L</sub>
I	nN	-	-
IIb	Pd	0.35 - 0.65	-
IIIb	Ps, Ps+Z	0.35 - 0.65	-
IIIc	Ps, Ps+Z	≥ 0.66	-
IV	Po	0.35 - 0.65	-
Va	Gp, Gp+Z	-	0.25 - 0.50
Vb	Gp, Gp+Z	-	0.0 - 0.25



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 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

Tytuł:

Przekrój geologiczno-inżynierski I - I'

Data:

01.2024

Skala:

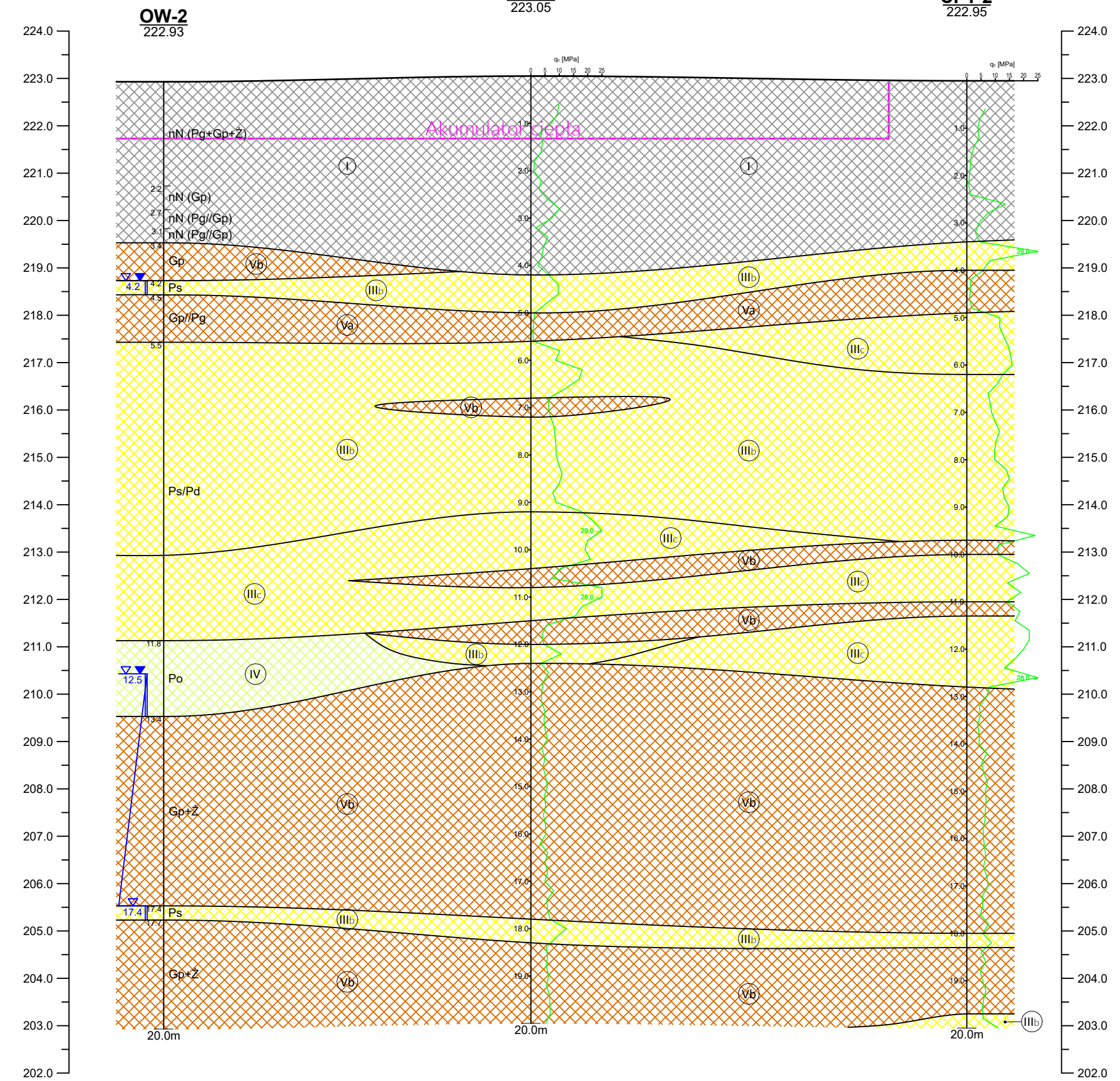
1: 100  
200

Nr załącznika:

Zał. nr 8.1



H [m n.p.m.]



odległości między  
punktami [m]

15.51

18.41

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
- Poziom swobodnego zwierciadła wód gruntowych
- Poziom swobodnego i ustabilizowanego zwierciadła wód gruntowych
- 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>b</sub>	I <sub>L</sub>
I	nN	-	-
II <sub>b</sub>	Pd	0.35 - 0.65	-
III <sub>b</sub>	Ps, Ps+Z	0.35 - 0.65	-
III <sub>c</sub>	Ps, Ps+Z	≥ 0.66	-
IV	Po	0.35 - 0.65	-
V <sub>a</sub>	Gp, Gp+Z	-	0.25 - 0.50
V <sub>b</sub>	Gp, Gp+Z	-	0.0 - 0.25

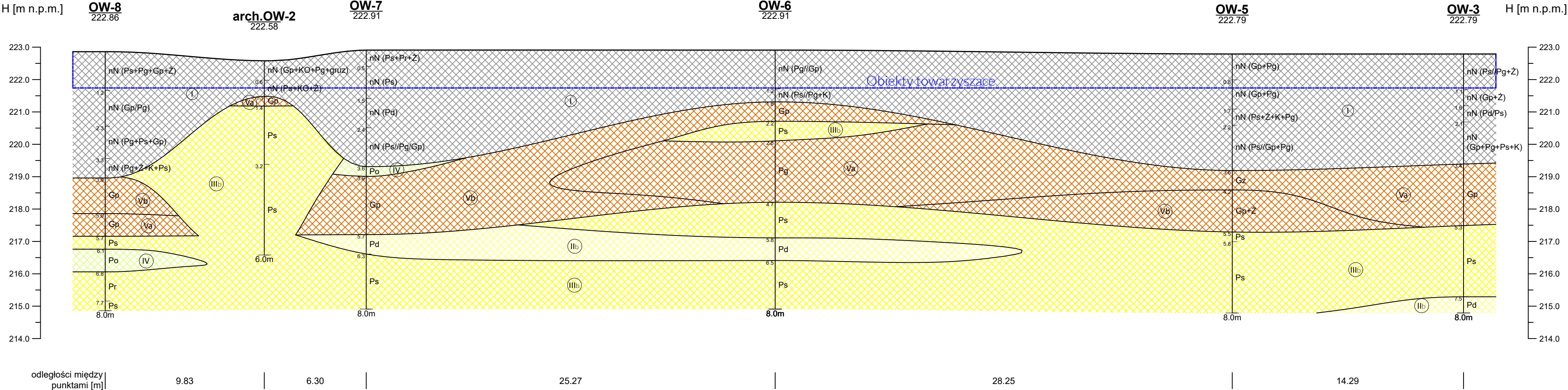
**geoteko** GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o.  
ul. Wąbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa  
tel.: 22 853 14 65, www.geoteko.com.pl

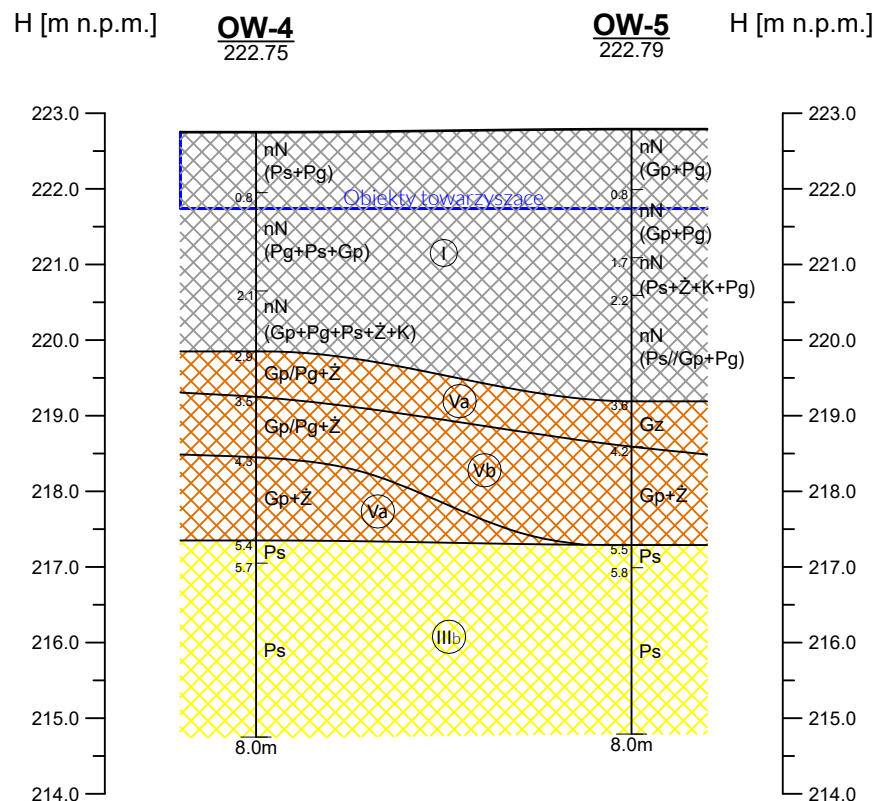
Temat:  
Dokumentacja geologiczno-inżynierska  
sporządzona w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich  
w podłożu planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią,  
na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A.,  
przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi

Tytuł:  
**Przekrój geologiczno-inżynierski II - II'**

Data: 01.2024 Skala: 1:  $\frac{100}{200}$  Nr załącznika: Zał. nr 8.2







odległości między  
punktami [m]

9.93

Numer warstwy	Dominujący rodzaj gruntu	I <sub>D</sub>	I <sub>L</sub>
I	nN	-	-
IIb	Pd	0.35 - 0.65	-
IIIb	Ps, Ps+Z	0.35 - 0.65	-
IIIc		≥ 0.66	-
IV	Po	0.35 - 0.65	-
Va	Gp, Gp+Z		0.25 - 0.50
Vb			0.0 - 0.25

#### 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

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 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

Tytuł:

Przekrój geologiczno-inżynierski IV - IV'

Data:

01.2024

Skala:

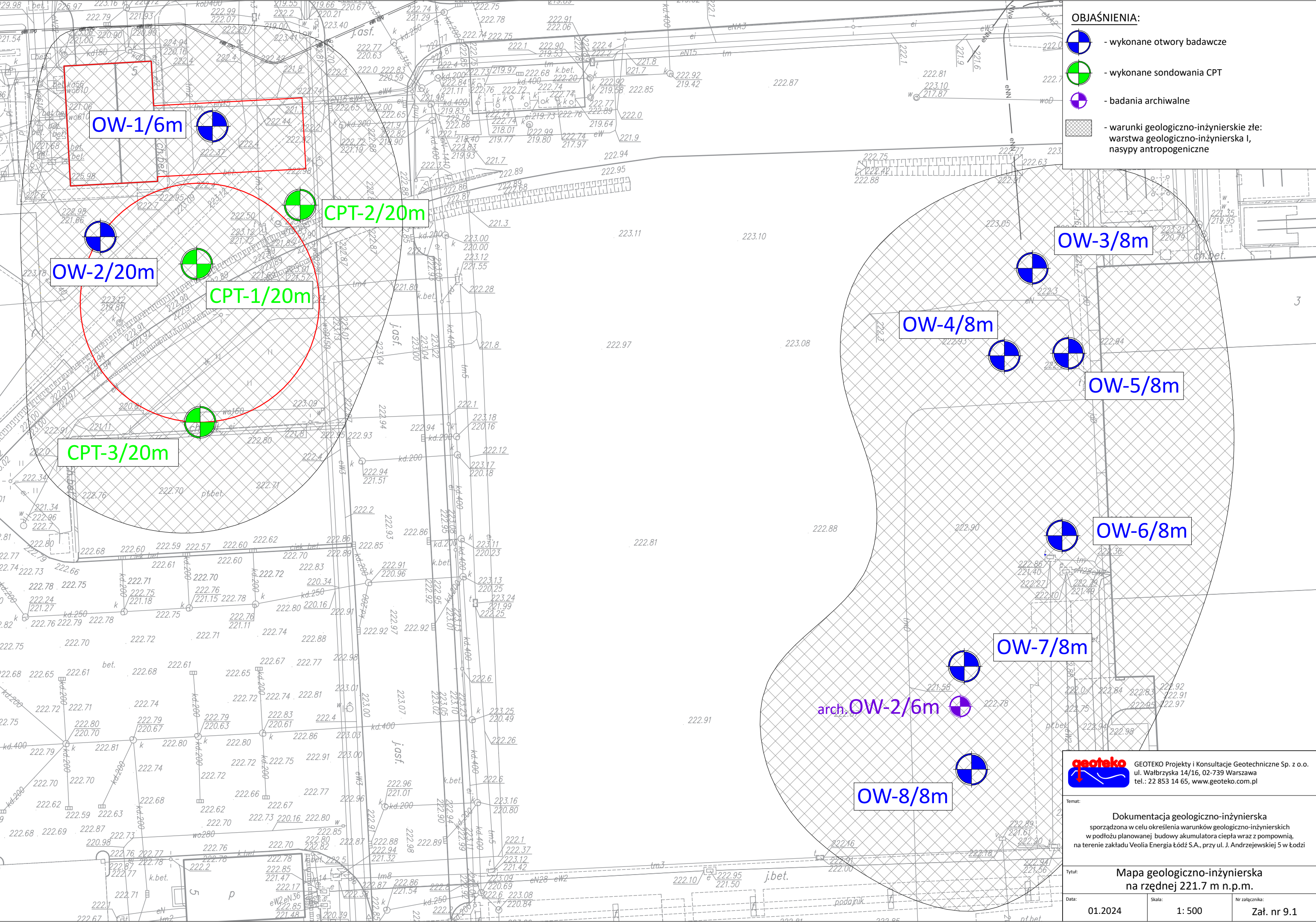
1: 100  
200

Nr załącznika:

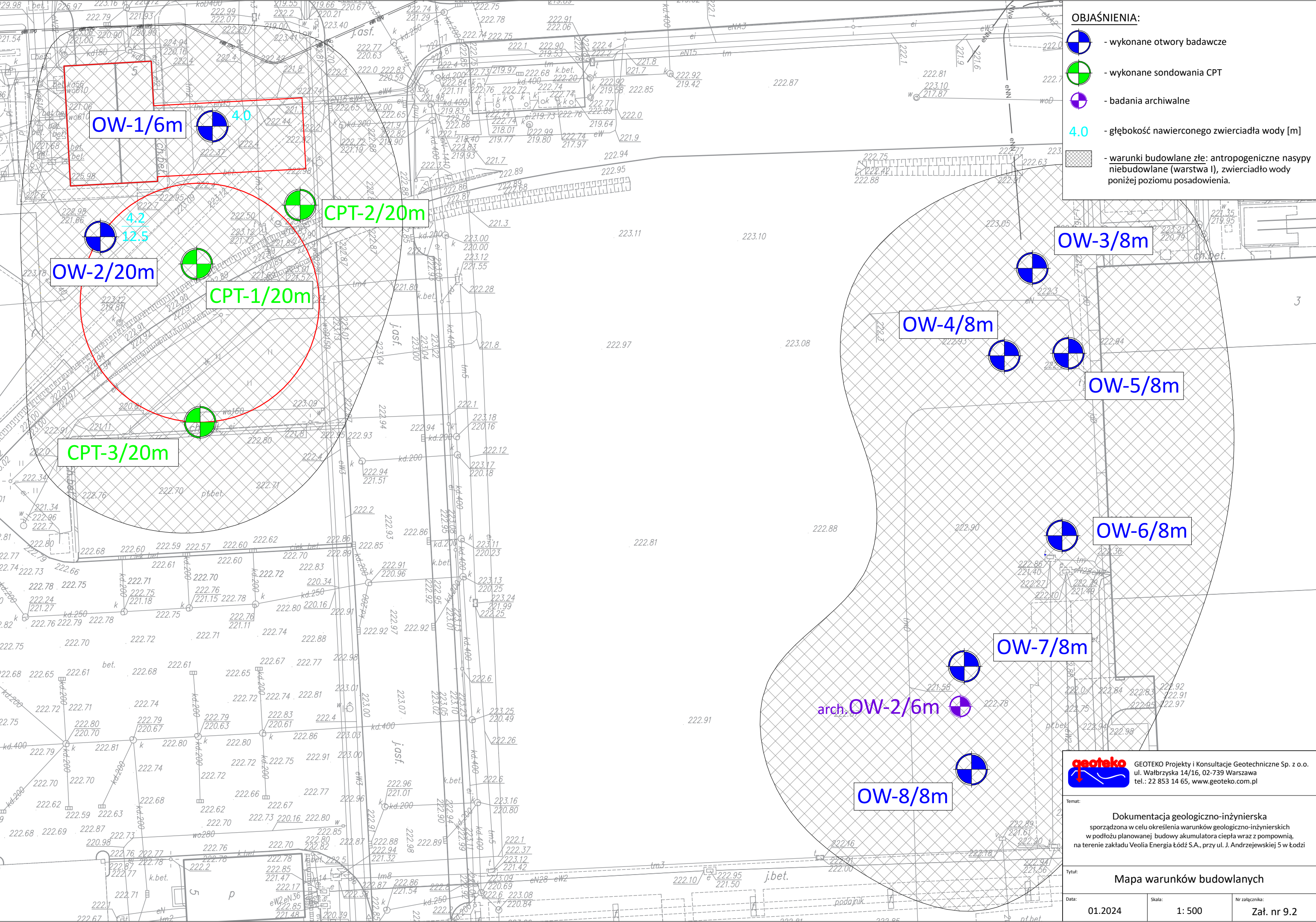
Zał. nr 8.4





## *MAPY TEMATYCZNE*









- OBJAŚNIENIA:**
-  - wykonane otwory badawcze
  -  - wykonane sondowania CPT
  -  - badania archiwalne
  - 4.0** - głębokość nawierconego zwierciadła wody [m]
  -  - warunki budowlane złe: antropogeniczne nasypy niebudowlane (warstwa I), zwierciadło wody poniżej poziomu posadowienia.



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](http://www.geoteko.com.pl)

Temat:

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

Tytuł:

Mapa warunków budowlanych

Data:

01.2024

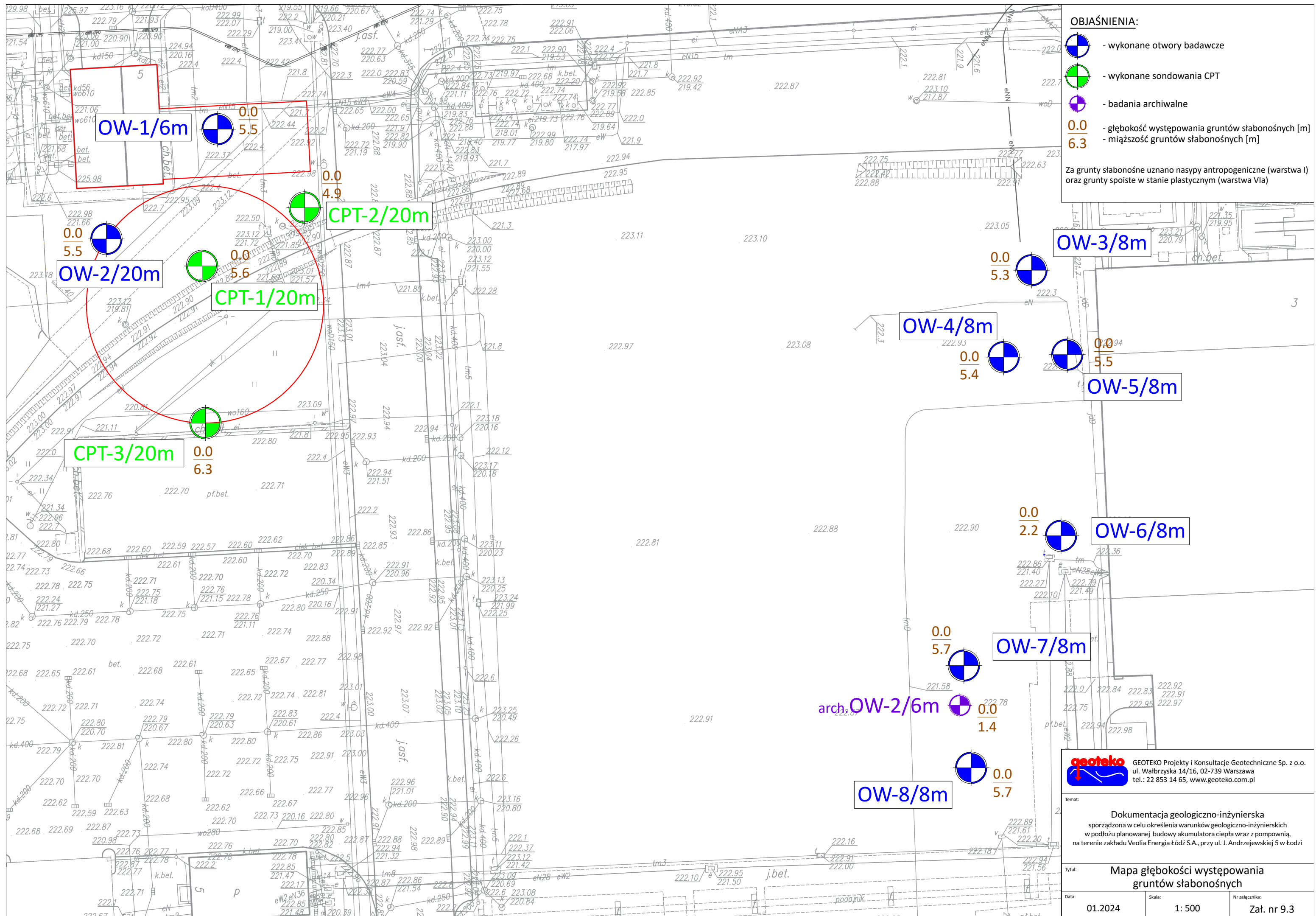
Skala:

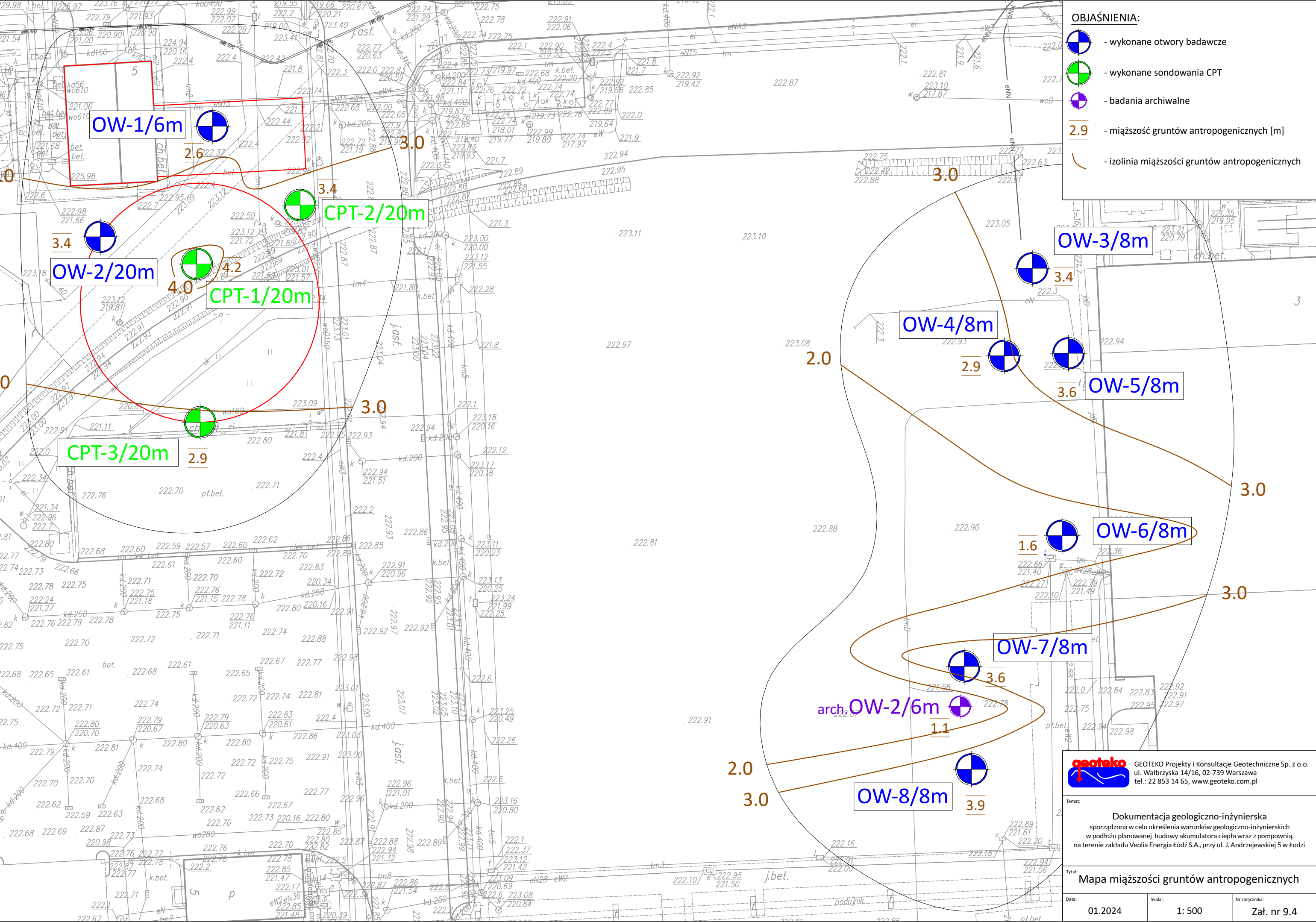
1: 500

Nr załącznika:

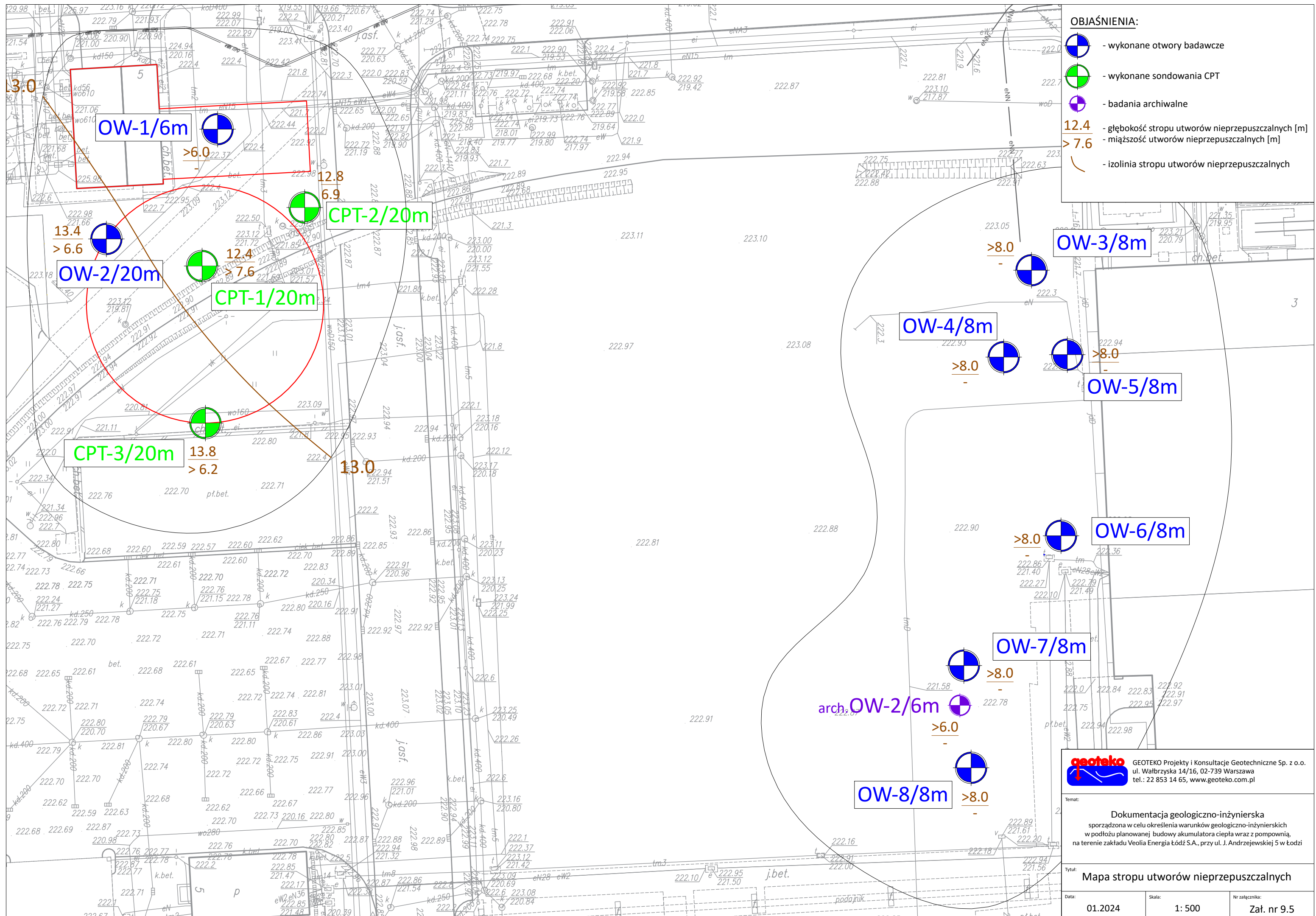
Zał. nr 9.2







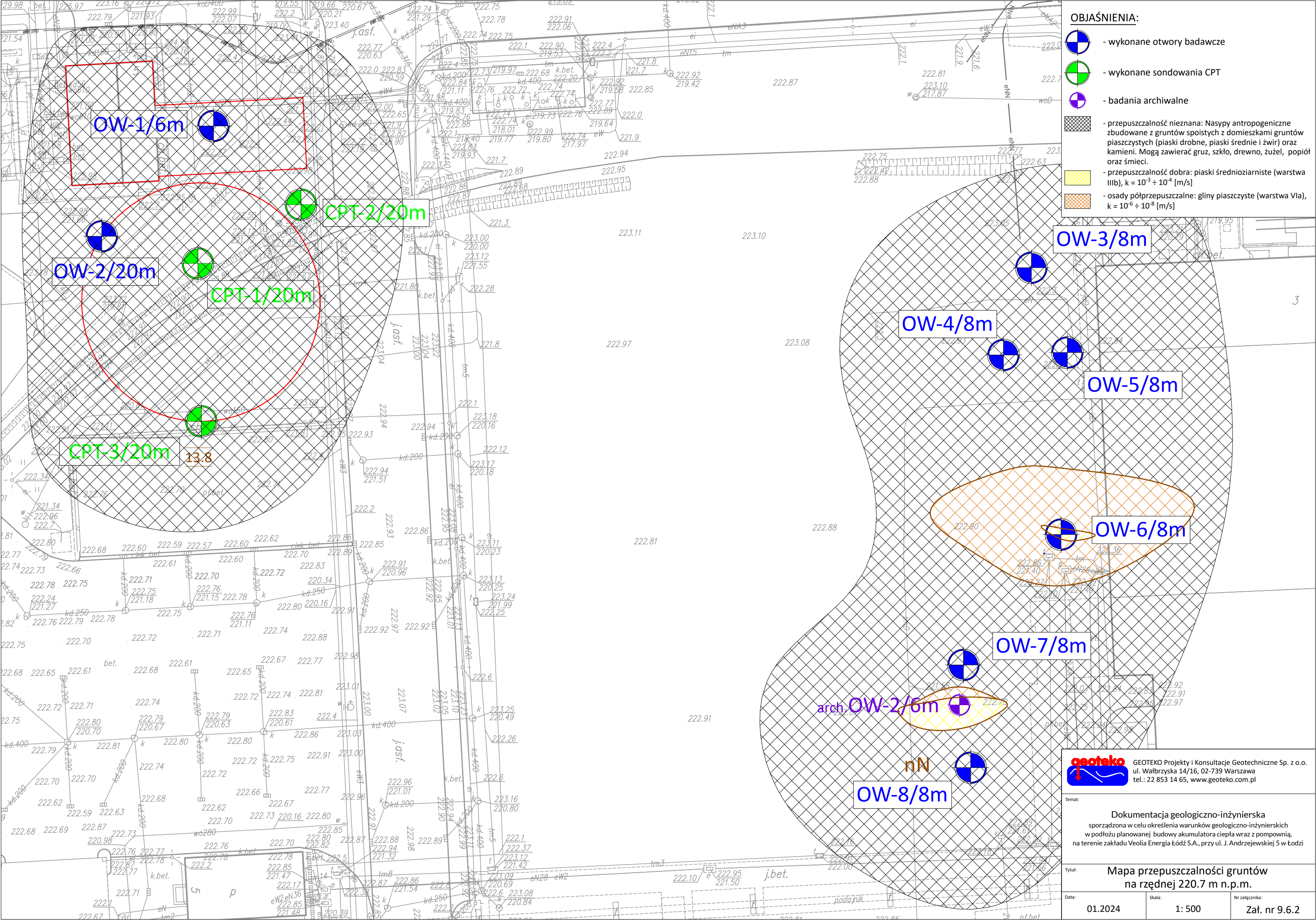












OBJAŚNIENIA:

- wykonane otwory badawcze

- wykonane sondowania CPT

- badania archiwalne

- przepuszczalność nieznaną: Nasypy antropogeniczne zbudowane z gruntów spoistych z domieszkami gruntów piaszczystych (piaski drobne, piaski średnie i żwir) oraz kamieni. Mogą zawierać gruz, szkło, drewno, żużel, popiół oraz śmieci.

- przepuszczalność dobra: piaski średnioziarniste (warstwa IIIb),  $k = 10^{-3} \div 10^{-4}$  [m/s]

- osady półprzepuszczalne: gliny piaszczyste (warstwa VIa),  $k = 10^{-6} \div 10^{-8}$  [m/s]

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](http://www.geoteko.com.pl)

Temat:

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

Tytuł:

Mapa przepuszczalności gruntów na rzędnej 220.7 m n.p.m.

Data:

01.2024

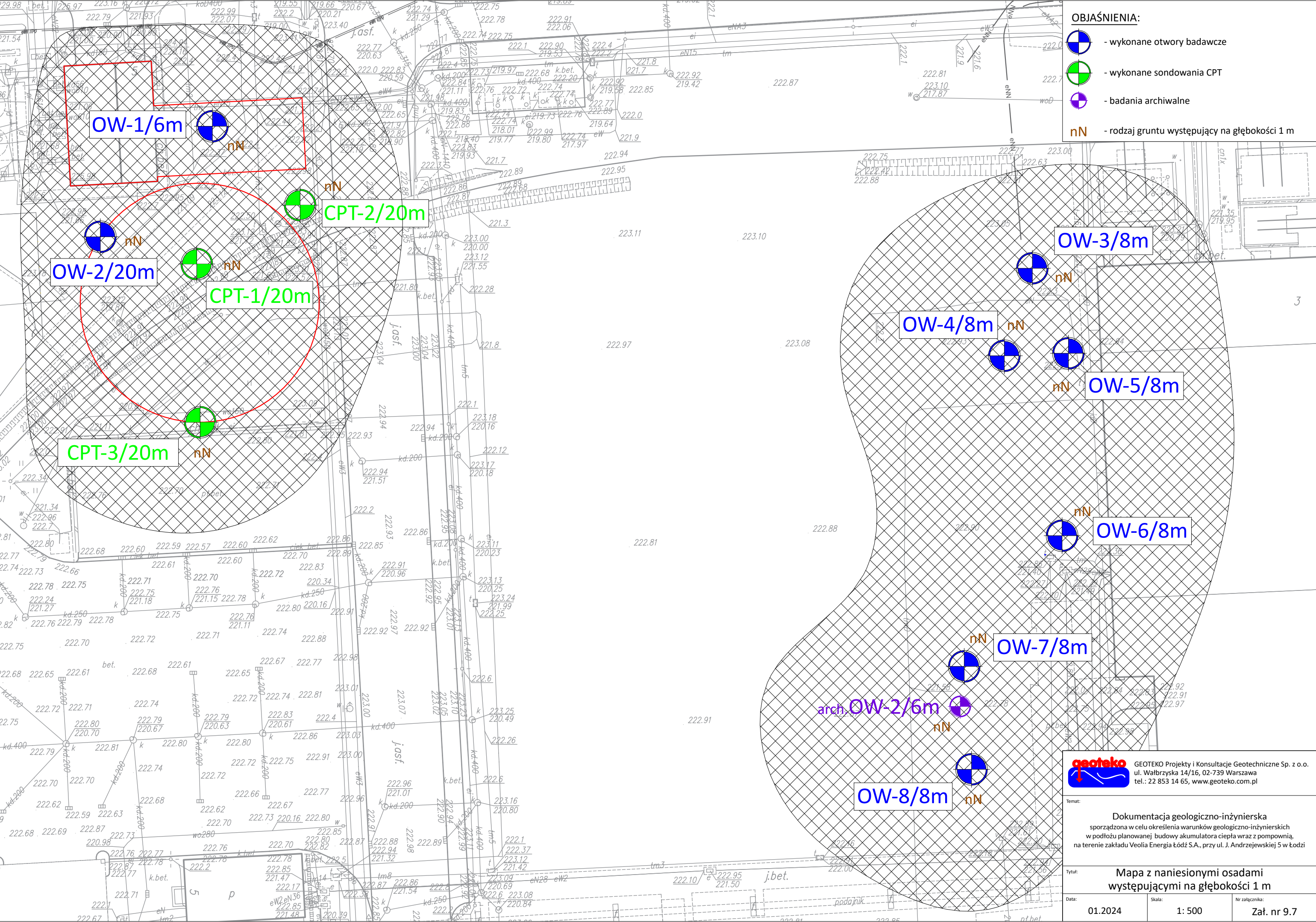
Skala:




1: 500

Nr załącznika:

Zał. nr 9.6.2





- OBJAŚNIENIA:**
-  - wykonane otwory badawcze
  -  - wykonane sondowania CPT
  -  - badania archiwalne
  - nN** - rodzaj gruntu występujący na głębokości 1 m

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

**Temat:**

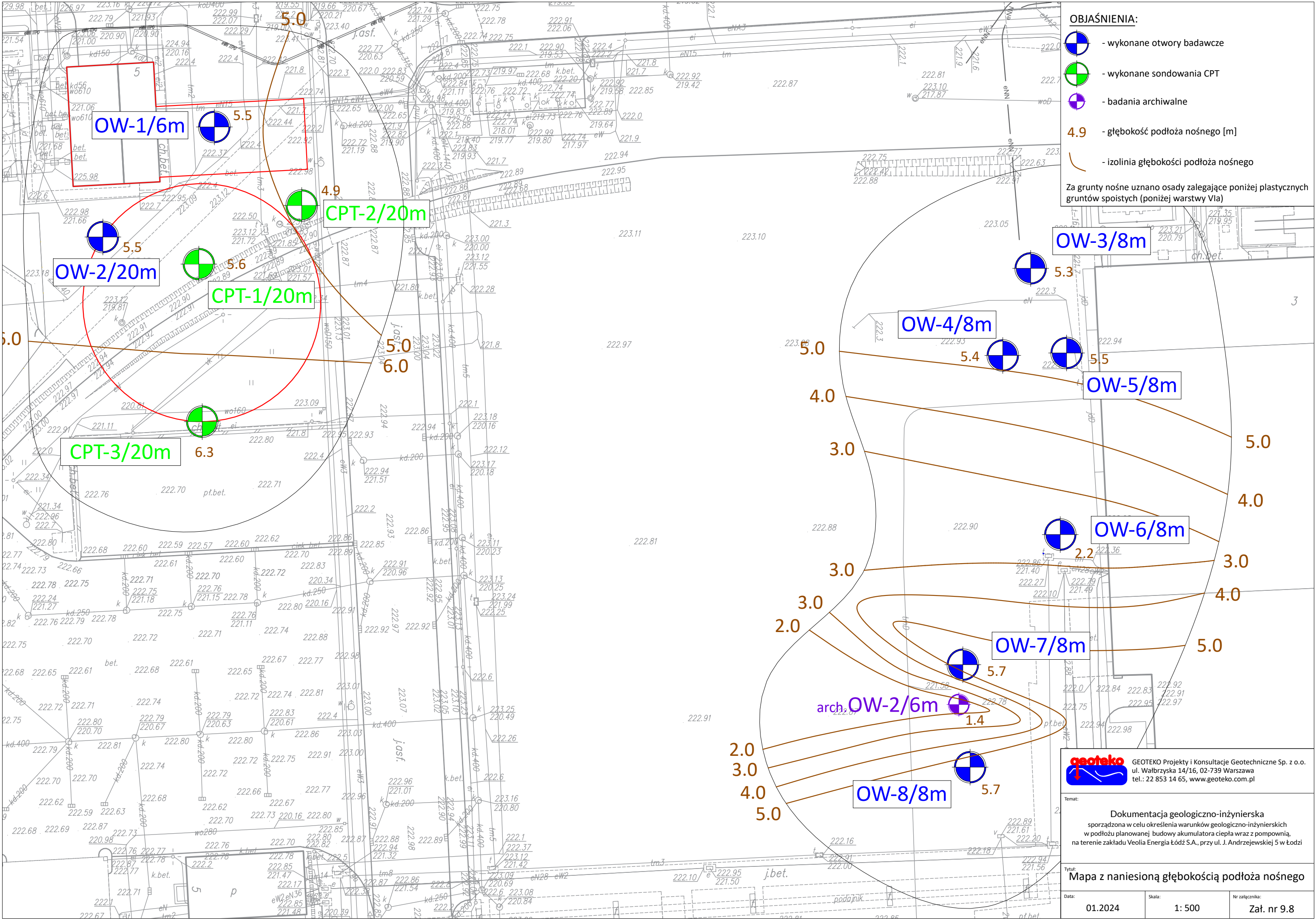
Dokumentacja geologiczno-inżynierska  
sporządzona w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich  
w podłożu planowanej budowy akumulatora ciepła wraz z pompownią,  
na terenie zakładu Veolia Energia Łódź S.A., przy ul. J. Andrzejewskiej 5 w Łodzi

**Tytuł:**

Mapa z naniesionymi osadami  
występującymi na głębokości 1 m

**Data:** 01.2024 **Skala:** 1: 500 **Nr załącznika:** Zał. nr 9.7





# PREZYDENT MIASTA ŁODZI

DEK-OŚR-I.6540.32.2023

Łódź, 30 listopada 2023r.

## DECYZJA Nr GI-32/23

w sprawie zatwierdzenia projektu robót geologicznych

Na podstawie **art. 80 ust. 1 i ust. 6** oraz **art. 161 ust. 2** - w związku z art. 79 ust. 1 i ust. 2 ustawy z dnia 9 czerwca 2011r. **Prawo geologiczne i górnicze** (tekst jednolity: Dz. U. z 2023r. poz. 633 – ze zmianami) i *Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji* (tekst jednolity: Dz. U. z 2023r. poz. 155) oraz art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960r. Kodeks postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2023r. poz. 755) oraz po rozpatrzeniu wniosku złożonego przez **Pana Macieja Pabicha**, pełnomocnika **VEOLIA Energia Łódź S. A.** z siedzibą w Łodzi przy ul. Jadzi Andrzejewskiej 5

**zatwierdzam na czas oznaczony, tj. do dnia 31 października 2027r.**  
projekt robót geologicznych dla określenia warunków geologiczno-inżynierskich w rejonie projektowanego akumulatora ciepła wraz z pompownią w Łodzi przy ul. **Jadzi Andrzejewskiej 5 – teren elektrociepłowni EC-4**. Roboty i badania geologiczne będą wykonane na działce gruntowej nr 56/228 w obrębie geodezyjnym W-32.

W związku z art. 107, § 4 ustawy z dnia 14 czerwca 1960r. **Kodeks postępowania administracyjnego** (Dz. U. z 2023r. poz. 775) odstępuję od uzasadnienia decyzji, gdyż uwzględnia ona interes Wnioskodawcy w całości, tj. zatwierdza przedłożony projekt robót geologicznych. W przedmiotowym projekcie przewidziano wykonanie:

- 1 otworu badawczego do głębokości 6m	6 mb
- 6 otworów badawczy do głębokości 8m każdy	48 mb
- 1 otwór badawczy do głębokości 20m	20 mb
- projektowany metraż wierceń:	<b>74 mb</b>
- <u>rezerwa metrażu wierceń ca 20%:</u>	16 mb
- <b>sumaryczny metraż wierceń:</b>	<b>90 mb</b>
- <b>wykonanie 3 sondowań sondą statyczną CPT do głębokości 20m, o sumarycznym metrażu 60 mb sondowań.</b>	

Terenowe badania geologiczne obejmą: bieżącą analizę makroskopową przewierczanych gruntów, opróbowanie otworów, pomiary nawierconego i ustabilizowanego lustra wód podziemnych oraz wykonanie robót geodezyjnych (wytyczenie i niwelacja wyrobisk geologicznych). Parametry fizyczno-mechaniczne gruntów będą określone na podstawie standardowych badań laboratoryjnych, w zakresie podanym w projekcie. W przypadku nawiercenia wód gruntowych, należy zbadać ich chemizm pod względem agresywności w stosunku do betonu i stali.

Stosownie do art. 81 powołanej na wstępie ustawy **Prawo geologiczne i górnicze**, wykonawca prac geologicznych ma obowiązek zgłosić zamiar przystąpienia do robót geologicznych Prezydentowi Miasta Łodzi (Wydział Ochrony Środowiska i Rolnictwa UML), co najmniej na 2 tygodnie przed przystąpieniem do ich realizacji. Terenowe roboty geologiczne należy wykonać pod nadzorem uprawnionego geologa. Wyniki robót geologicznych oraz badań laboratoryjnych należy opracować w formie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, która pod względem merytorycznym powinna być zgodna z *Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej* (Dz. U. z 2016r. poz. 2033). W dokumentacji należy uwzględnić wyniki dotychczasowych badań geologicznych, wykonanych w rejonie projektowanej inwestycji.

**Biorąc powyższe pod uwagę, orzeczono jak w sentencji.**

**VERTE!**



## POUCZENIE

Od niniejszej decyzji służy Stronie odwołanie do Samorządowego Kolegium Odwoławczego w Łodzi, wniesione za pośrednictwem Prezydenta Miasta Łodzi, w terminie 14 dni od daty jej otrzymania. Stronie przysługuje prawo do zrzeczenia się odwołania w trakcie biegu terminu do jego wniesienia. W przypadku zrzeczenia się w formie oświadczenia prawa do wniesienia odwołania przez ostatnią ze stron postępowania, decyzja staje się ostateczna i prawomocna.



z up. PREZYDENTA MIASTA ŁODZI  
*[Signature]*  
M. S. Schulski  
Łódź, 14.05.2014

### Otrzymuje:

- 1 Wnioskodawca: - Pan Maciej Pabich - pełnomocnik **VEOLIA Energia Łódź S. A.**  
92-550 Łódź ul. Jadzi Andrzejewskiej 5
  - + 1 egz. projektu robót geologicznych
  - + *Szczegółowa klauzula informacyjna dotycząca przetwarzania danych osobowych w zakresie projektów robót geologicznych oraz rozpoczęcia robót geologicznych*

### Do wiadomości:

2. Ministerstwo Klimatu i Środowiska – Departament Geologii i Koncesji Geologicznych  
00-922 Warszawa ul. Wawelska 52/54
3. Urząd Marszałkowski Województwa Łódzkiego – Departament Geodezji, Kartografii i Geologii  
90-051 Łódź, Al. Piłsudskiego 8
4. Łódzki Urząd Wojewódzki w Łodzi  
90-926 Łódź ul. Piotrkowska 104
5. Okręgowy Urząd Górniczy  
25-211 Kielce ul. Wrzosowa 44
6. a / a + 1 egz. Projektu robót geologicznych
7. a / arch.

## KARTA INFORMACYJNA DOKUMENTACJI GEOLOGICZNO- INŻYNIERSKIEJ

**Tytuł dokumentacji:**

„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”

**Data rozpoczęcia badań:** 27.12.2023 r.

**Data zakończenia badań:** 28.12.2023 r.

**Liczba wykonanych wierceń:** 8 szt., **łączny metraż:** 74.0 mb

**głębokość wierceń:** 6.0 ÷ 20.0 m

**wykonawca:** GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o. o.

**opróbowanie otworów:** mgr Paweł Rzeźnicki, *nr upr. geol. VII-2121*

**Liczba wykonanych sondowań CPT:** 3 szt., **łączny metraż:** 60.0 mb

**głębokość sondowań:** 20.0 m

**wykonawca:** GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o. o.

**opracował:** mgr inż. Daniel Michalski, *upr. geol. nr VII - 1394*

**Położenie archiwalnych oraz wykonanych badań w państwowym układzie współrzędnych:**

Rodzaj i numer badania	Układ 2000/6		
	X	Y	H [m n.p.m.]
OW-1	5735883.183	6606099.220	222.94
OW-2	5735866.076	6606081.879	222.93
OW-3	5735861.199	6606226.161	222.79
OW-4	5735847.661	6606221.828	222.75
OW-5	5735848.045	6606231.750	222.79
OW-6	5735819.814	6606230.768	222.91
OW-7	5735799.588	6606215.619	222.95
OW-8	5735783.657	6606216.746	222.86
CPT-1	5735861.862	6606096.804	223.05
CPT-2	5735870.978	6606112.801	222.95
CPT-3	5735837.375	6606097.325	222.73
arch. OW-2	5735793.388	6606214.991	222.58

Układ wysokości: PL-EVRF2007-NH

**Miejsce przechowywania próbek gruntu:** Warszawa, ul. Wałbrzyska 14/16

**Pomiary presjometryczne i inne:** nie wykonywano

**Badania geofizyczne:** nie wykonywano

**Laboratoryjne badania właściwości fizycznych i mechanicznych próbek gruntów:** Laboratorium  
Geotechniczne Geoteko

- analiza makroskopowa – 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.

**wykonawca:** R. Kęciek

- 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)

**wykonawca:** K. Szewczak.

- badanie ścisłości w edometrze (IL) – 4 badania.

**wykonawca:** K. Cymerman.

**Laboratoryjne badania chemiczne gruntu i wody gruntowej :** i2 Sp. z o. o.

**Roboty ziemne:** nie wykonywano

**Sporządzający dokumentację:** mgr Maciej Pabich *nr upr. geol. V-1919, VII-1323*

**Załącznik nr T.3** Zestawienie właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów

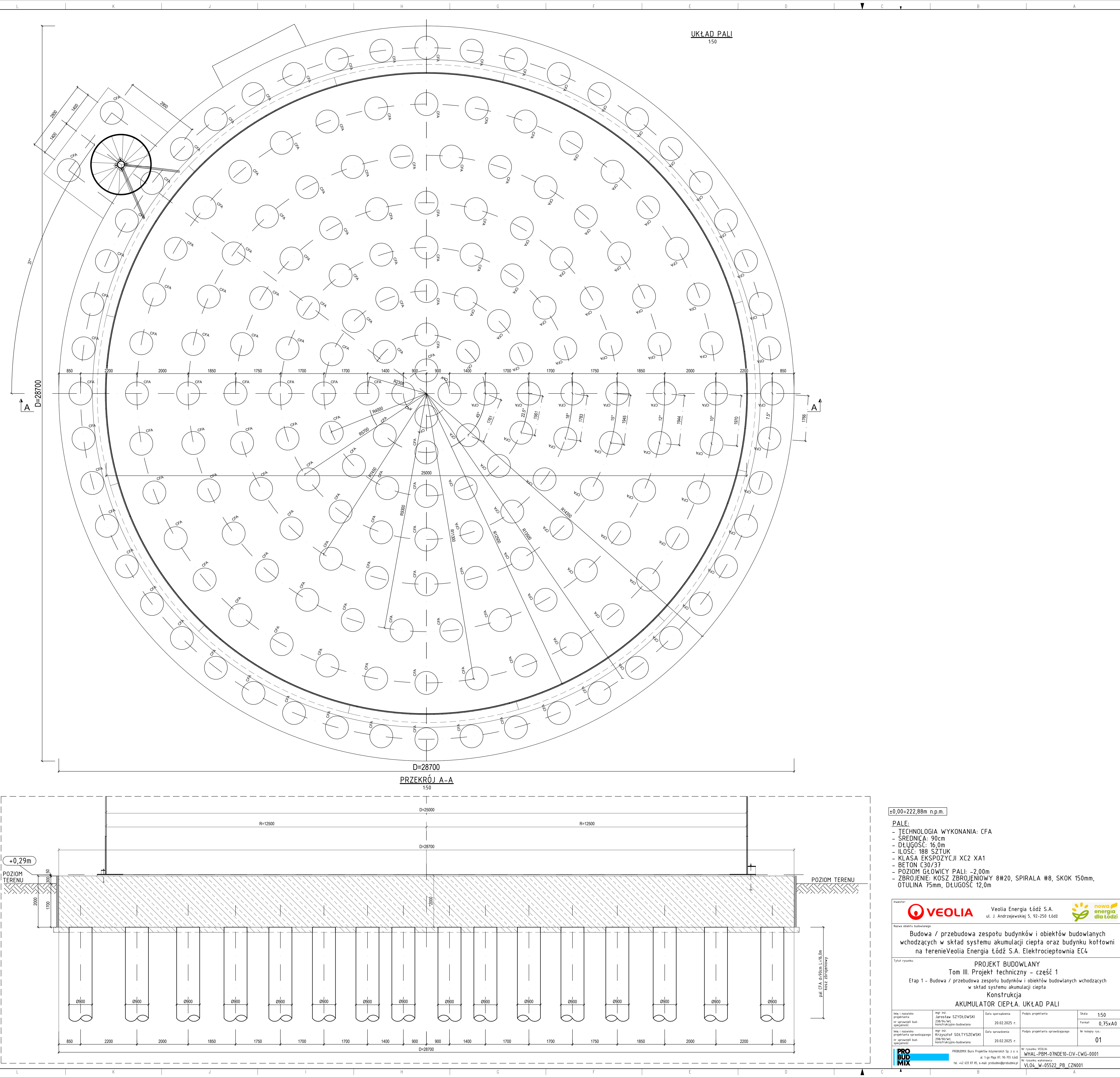
Wydzielenia geologiczno-inżynierskie				wg PN-81/B-03020						wg CPT		Parametry wyznaczone w aparacie trójosiowego ściskania				Edometr	
Nr warstwy geologiczno-inżynierskiej	Dominujący rodzaj gruntu	Stan gruntu I <sub>L</sub>	Stan gruntu I <sub>D</sub>	Symbol gruntów spoistych	Gęstość objętościowa	Kąt tarcia wewnętrzznego	Spójność	Edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej	Edometryczny moduł ściśliwości wtórnej	Średnia wartość oporu na stożku	Wytrzymałość na ścinanie w warunkach bez odpływu	W warunkach z odpływem w odniesieniu do naprężeń efektywnych		Moduł odkształcenia dla σ <sub>v</sub> '=50 kPa		Moduł ściśliwości dla naprężeń pionowych 200 - 400 kPa	
					ρ <sup>(n)</sup>	φ <sub>u</sub> <sup>(n)</sup>	c <sub>u</sub> <sup>(n)</sup>	M <sub>0</sub>	M			Kąt tarcia wewn.	Spójność	E <sub>ε=0.1%</sub>	E <sub>ε=0.5%</sub>	Mo	M
					[t/m <sup>3</sup> ]	[°]	[kPa]	[MPa]	[MPa]			φ'	c'	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
I	nN	-	-														
IIb	Pd	-	0.35 ÷ 0.65	-	1.75	29 ÷ 31	-	46 ÷ 81	58 ÷ 101	13.46	-	-	-	-	-	-	
IIIb	Ps, Ps+Ż	-	0.35 ÷ 0.65	-	1.85/2.00*	32 ÷ 33	-	72 ÷ 121	80 ÷ 135	10.33	-	-	-	-	-	-	
IIIc		-	≥ 0.66	-	1.90	34	-	132	146	19.95	-	-	-	-	-	-	
IV	Po	-	0.35 ÷ 0.65	-	1.90	37 ÷ 39	-	124 ÷ 184	124 ÷ 184	-	-	-	-	-	-	-	
Va	Gp, Gp+Ż	0.25 ÷ 0.50	-	B	2.00 ÷ 2.10	12 ÷ 17	21 ÷ 29	19 ÷ 32	25 ÷ 43	1.46	60 ÷ 90	31	0	22	8	7	60
Vb		0.0 ÷ 0.25	-	B	2.10 ÷ 2.20	17 ÷ 22	29 ÷ 40	32 ÷ 65	43 ÷ 87	5.72	140 ÷ 210	33	3	25	8	7	-

\* - gęstość objętościowa 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





UKŁAD PALI  
1:50

PRZESZCZĄT A-A  
1:50

±0,00=222,88m n.p.m.

- PALE:
- TECHNOLOGIA WYKONANIA: CFA
  - ŚREDNICA: 90cm
  - DŁUGOŚĆ: 16,0m
  - ILOŚĆ: 188 SZTUK
  - KLASA EKSPOZYCJI XC2 XA1
  - BETON C30/37
  - POZIOM GŁOWICY PALI: -2,00m
  - ZBROJENIE: KOSZ ZBROJENIOWY 8#20, SPIRALA #8, SKOK 150mm, OTULINA 75mm, DŁUGOŚĆ 12,0m

Veolia Energia Łódź S.A.  
ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź

Nazwa obiektu budowlanego:

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

Tytuł rysunku:

PROJEKT BUDOWLANY  
Tom III. Projekt techniczny - część 1  
Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła  
Konstrukcja  
AKUMULATOR CIEPŁA. UKŁAD PALI

Imię i nazwisko projektanta: mgr inż. Jarosław SZYDEŁOWSKI 238/PAL/ML konstrukcyjno-budowlana	Data sporządzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta:	Skala: 1:50
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: mgr inż. Krzysztof SOLTYSZEWSKI 298/PAL/ML konstrukcyjno-budowlana	Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego:	Format: 0,75xA0
Nr rysunku: 01			Nr rysunku wykonawczy: 01

PROBUD MIX

PROBUD MIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o.o.  
ul. Łęka 81/82, 10-100 Łódź  
Tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl

Nr rysunku: 01

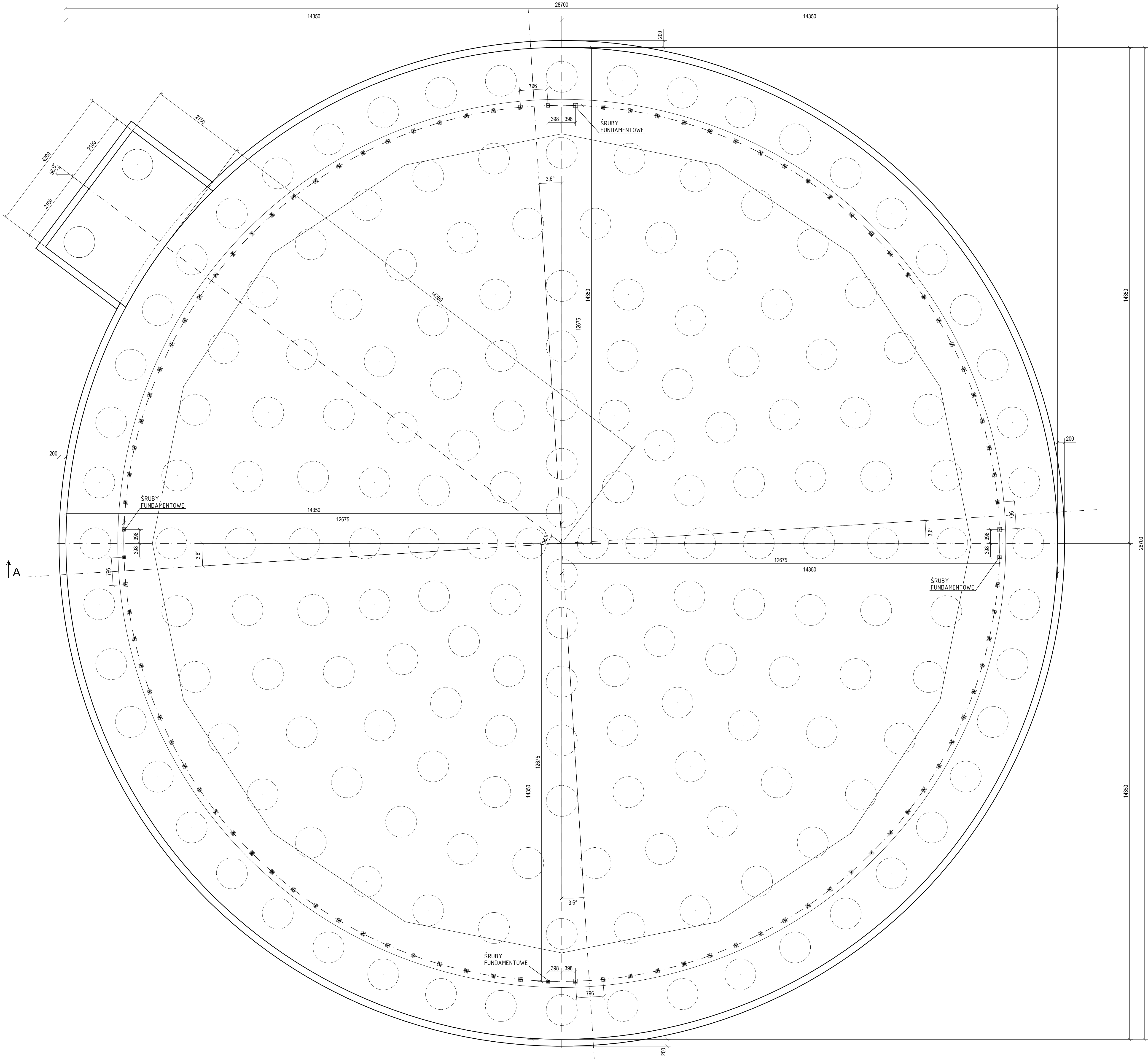
Nr rysunku wykonawczy: 01

VL04\_W-05522\_PB\_CZN001



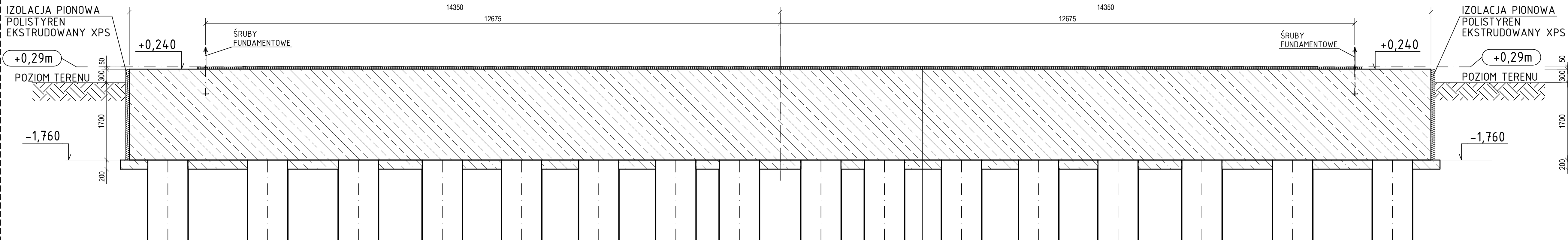
PŁYTA OCZEPOWA - RZUT

1:50



PRZEKRÓJ A - A

1:50



WARSTWA BITUMICZNA gr.5cm  
PŁYTA OCZEPOWA gr. 200cm  
IZOLACJA POZIOMA: HYDROSTOP prod. nr 203  
BETON PODKŁADOWY gr.20cm  
PAŁE CFA

±0,00=222,88m n.p.m.

KLASA EKSPOZYCJI: XC2  
BETON KONSTRUKCYJNY C30/37  
BETON PODKŁADOWY C8/10  
STAL ZBROJENIOWA: A-IIIN B500SP

Inwestor:



Veolia Energia Łódź S.A.  
ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź



Nazwa obiektu budowlanego:

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

Tytuł rysunku:

PROJEKT BUDOWLANY  
Tom III. Projekt techniczny - część 1

Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła

Konstrukcja

AKUMULATOR CIEPŁA. PŁYTA OCZEPOWA. RYSUNEK SZALKUNKOWY

Imię i nazwisko projektanta:  
nr uprawnień budowlanych:  
specjalność:

mgr inż.  
Jarosław SZYDŁOWSKI  
236/P/14/1  
konstrukcyjno-budowlana

Data sporządzenia:  
20.02.2025 r.

Podpis projektanta:

Skala:  
1:50

Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego:  
nr uprawnień budowlanych:  
specjalność:

mgr inż.  
Krzysztof SOLTYSZEWSKI  
298/P/14/1  
konstrukcyjno-budowlana

Data sprawdzenia:  
20.02.2025 r.

Podpis projektanta sprawdzającego:

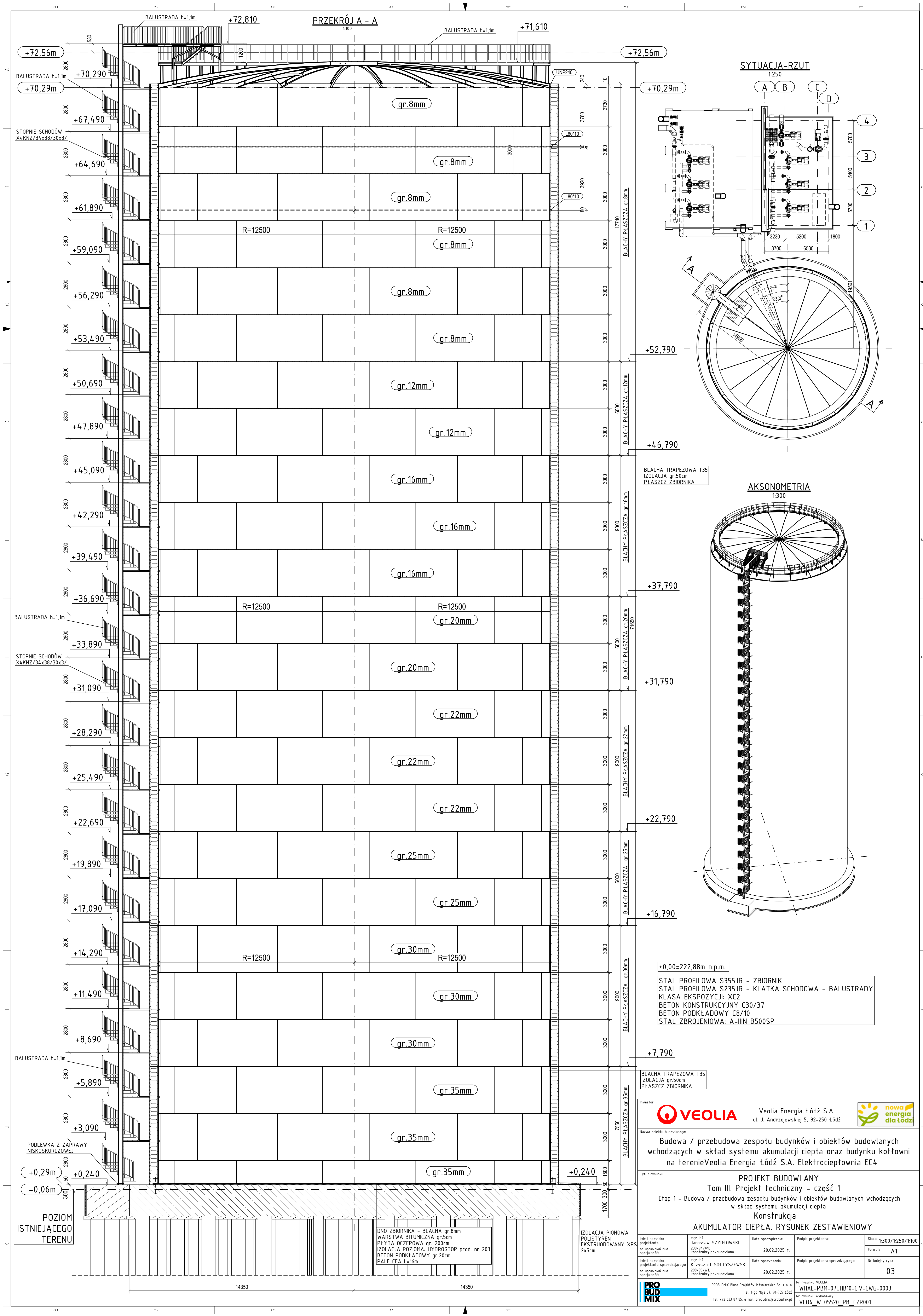
Nr kolejny rys.:  
02



PROBUD MIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o.o.  
ul. 1-go Maja 81/10-110 Łódź  
tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl

Nr rysunku: VED.III.A  
WHAL-PBM-07NDE10-CIV-CWG-0002  
Nr rysunku wykonawczy:  
VL04\_W-05522\_PB\_CZN002



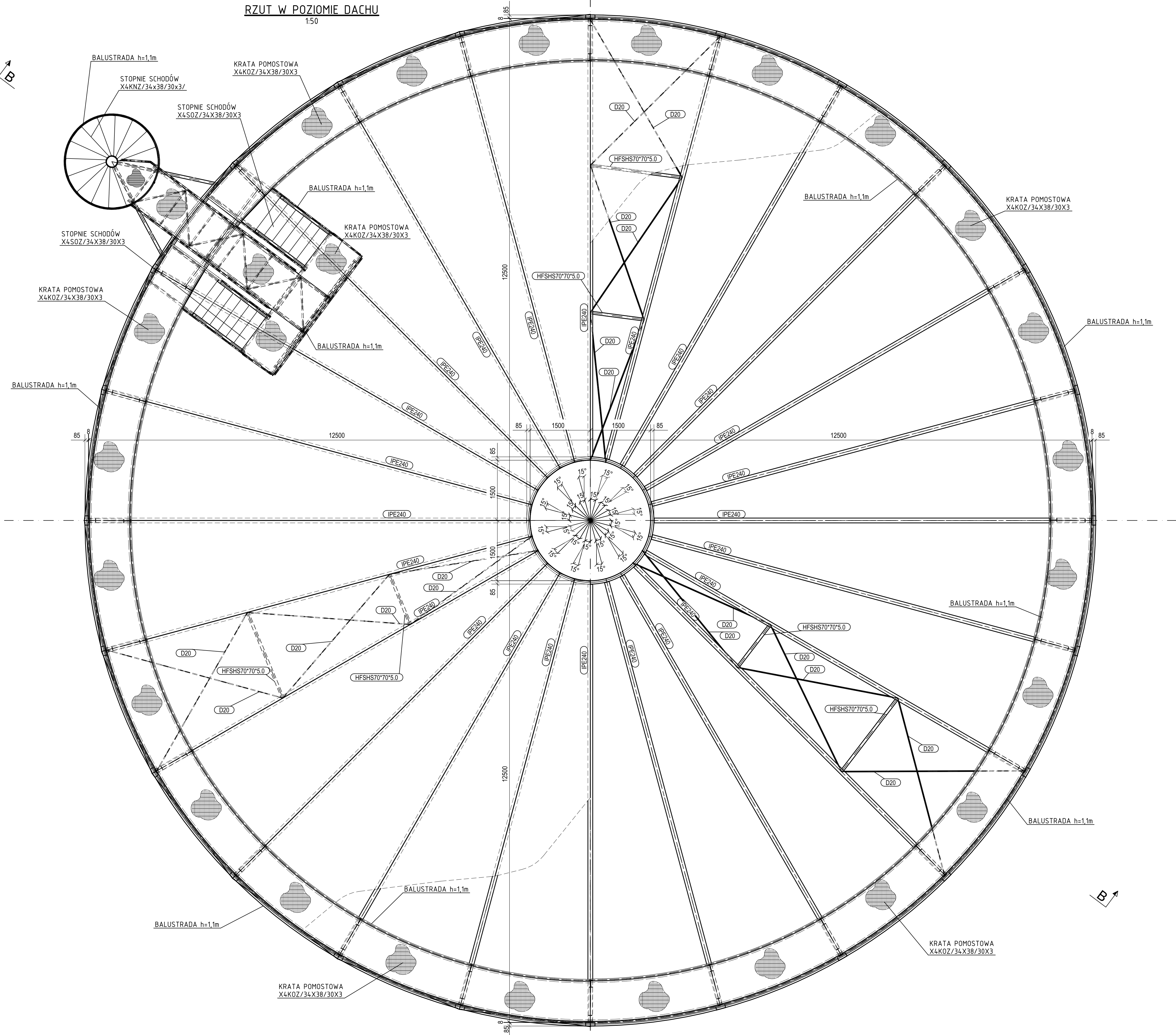




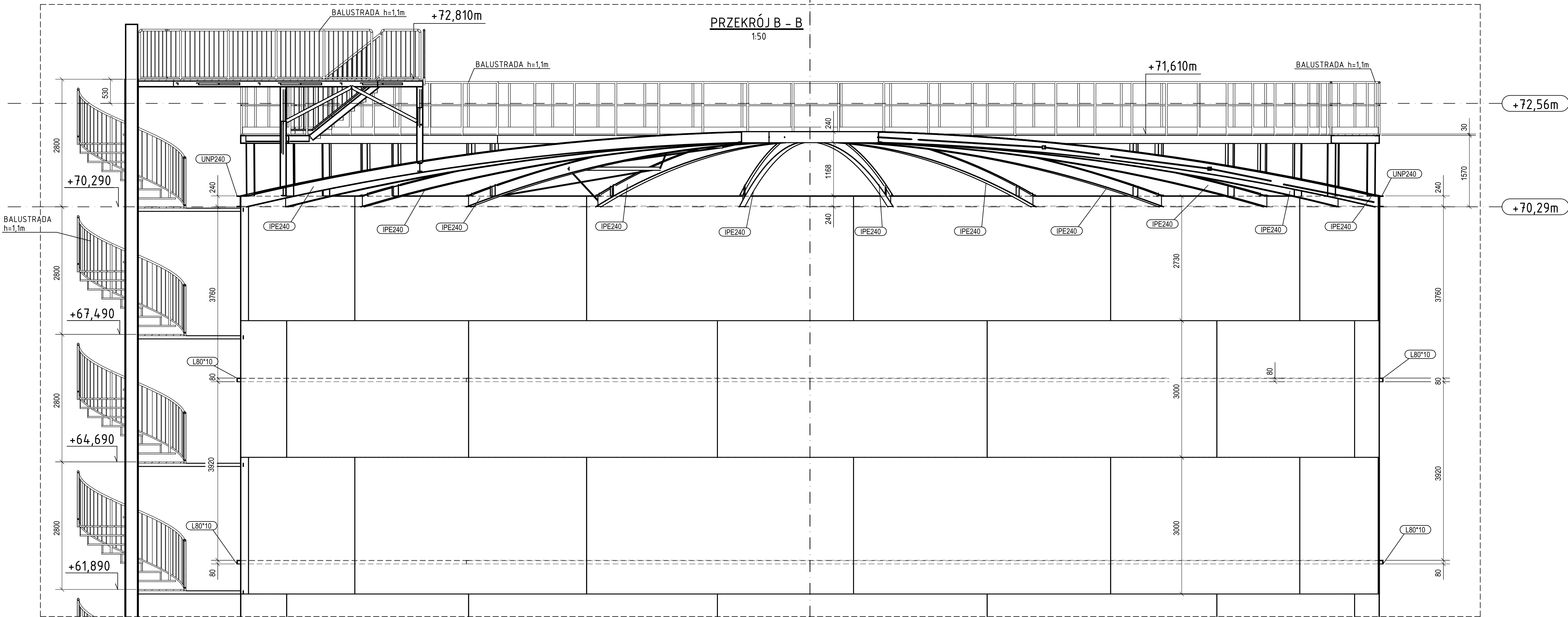




RZUT W POZIOMIE DACHU  
1:50



PRZEKRÓJ B - B  
1:50



±0,00=222,88m n.p.m.

STAL PROFILOWA S355JR - ZBIORNIK  
STAL PROFILOWA S235JR - KLATKA SCHODOWA - BALUSTRADY

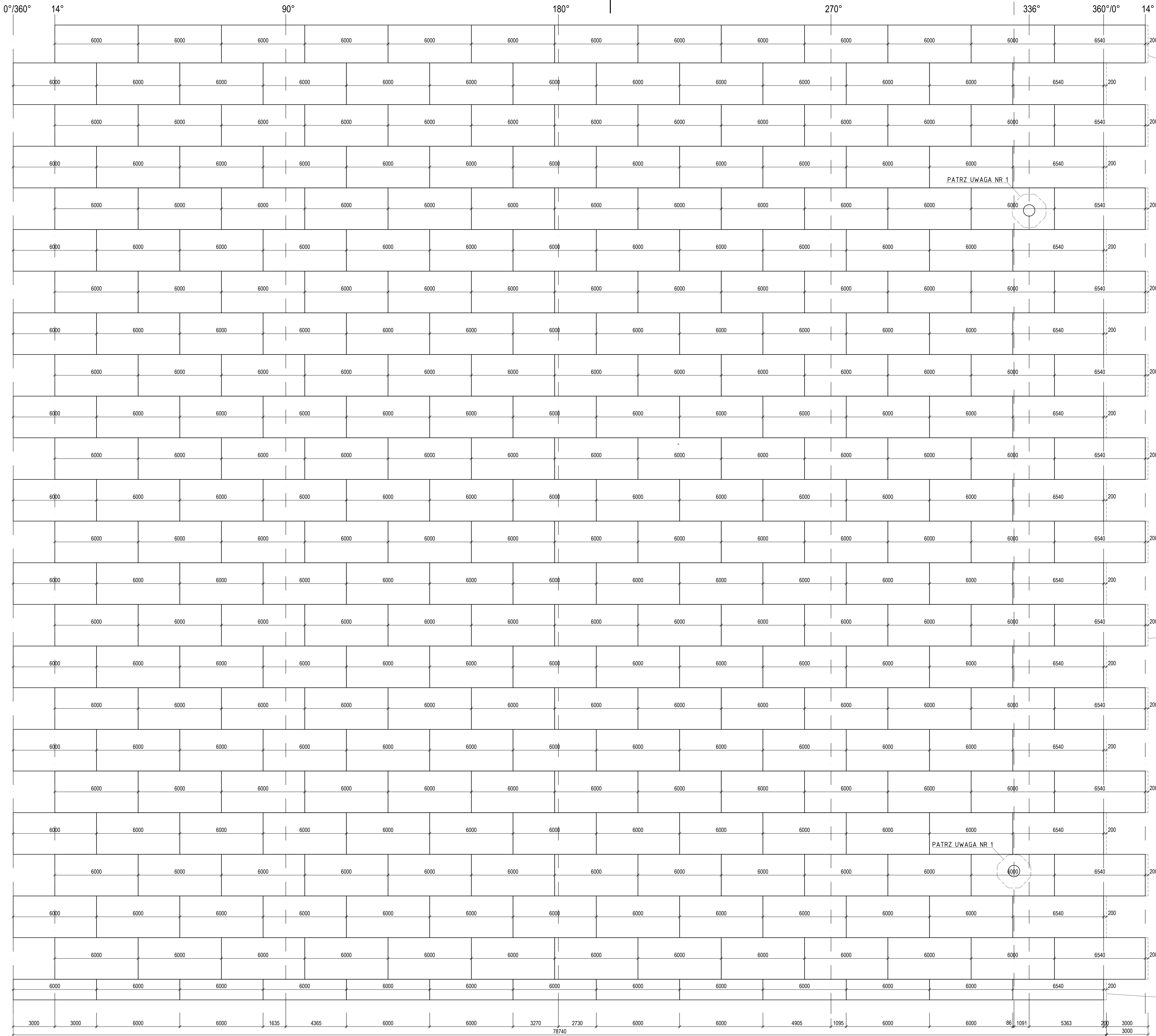
UWAGA:

1. KLATKA SCHODOWA ZABIEGOWA ZGODNIE Z ZAMÓWIENIEM  
OD PRODUCENTA - WG ODRĘBNEGO OPRAWOWANIA

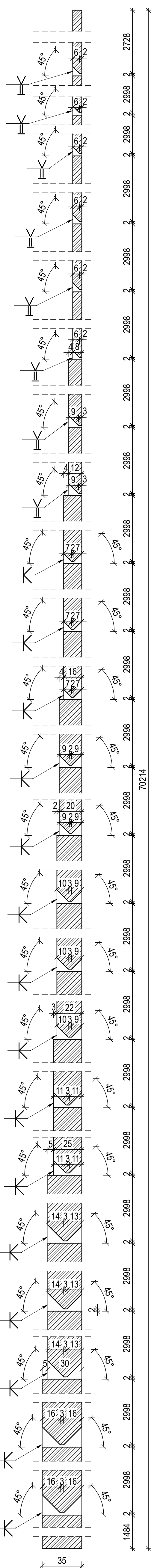
Inwestor:		Veolia Energia Łódź S.A. ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź			
Nazwa obiektu budowlanego: Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4					
Tytuł rysunku: PROJEKT BUDOWLANY Tom III. Projekt techniczny - część 1 Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła Konstrukcja AKUMULATOR CIEPŁA. RZUT DACHU					
Imię i nazwisko projektanta: mgr inż. Jarosław SZYDŁOWSKI nr uprawnień bud. specjalności: 238/PA/ML konstrukcyjno-budowlana		Data sporządzenia: 20.02.2025 r.		Podpis projektanta:	
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: mgr inż. Krzysztof SOLTYSZEWSKI nr uprawnień bud. specjalności: 298/PA/ML konstrukcyjno-budowlana		Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.		Podpis projektanta sprawdzającego:	
Skala: 1:50		Format: 0,75xA0		Nr kolejny rys.: 05	
PRO BUD MIX		PROBUDNIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o.o. ul. 1-go Maja 87, 90-155 Łódź Tel. +42 633 81 85, e-mail: probudnix@probudnix.pl			



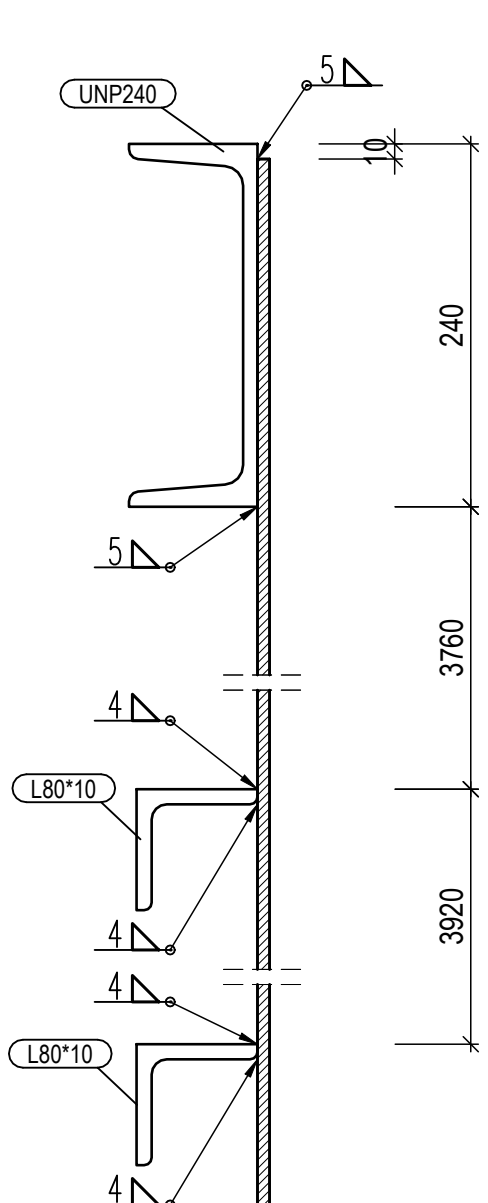
## SKALA 1:100



## SKALA 1:2




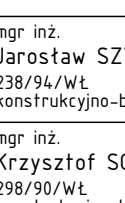
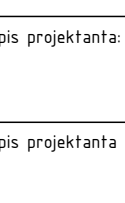
## SKALA 1:5

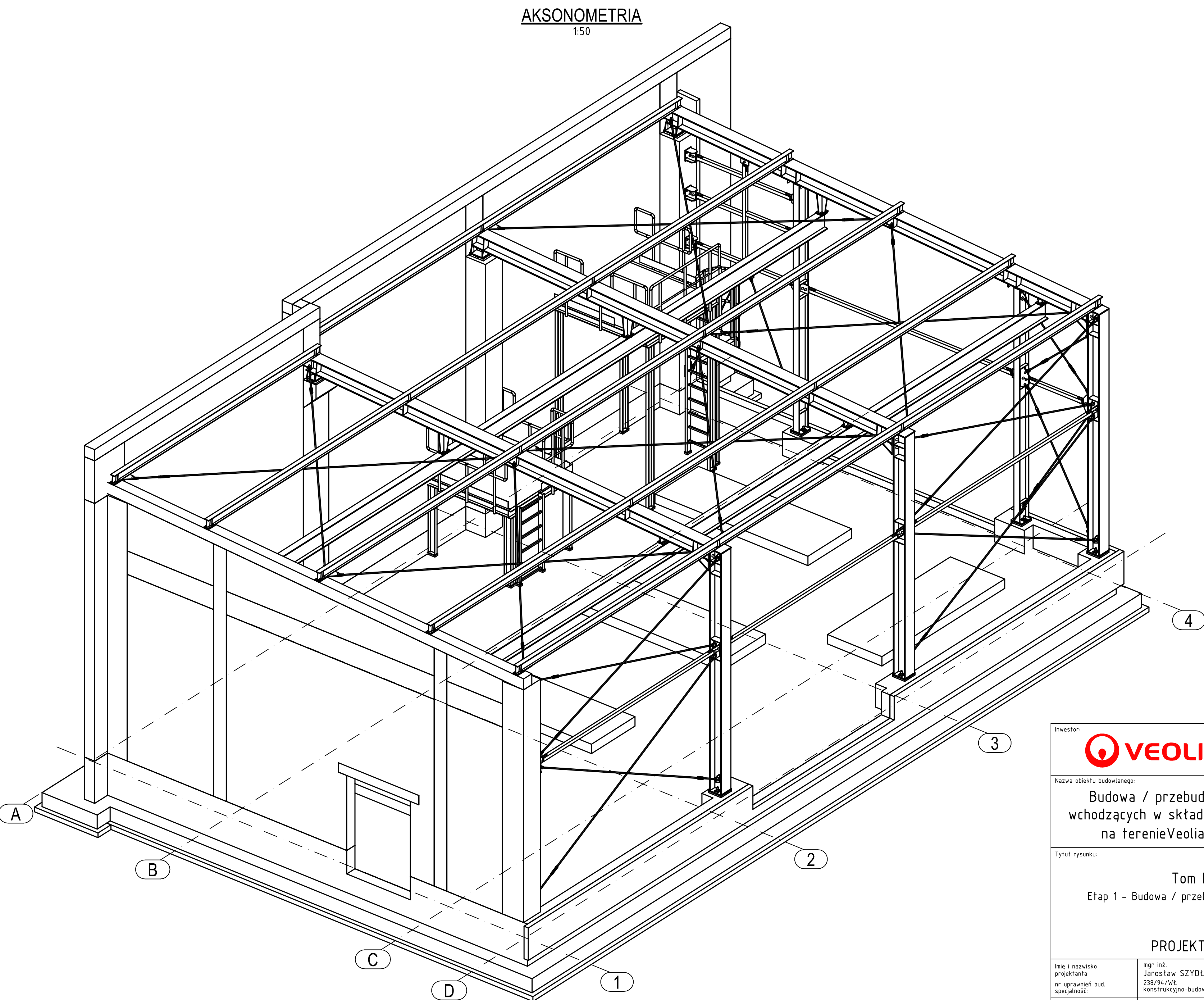





BLACHY PŁASZCZA - STAL S355JR

UWAGA:

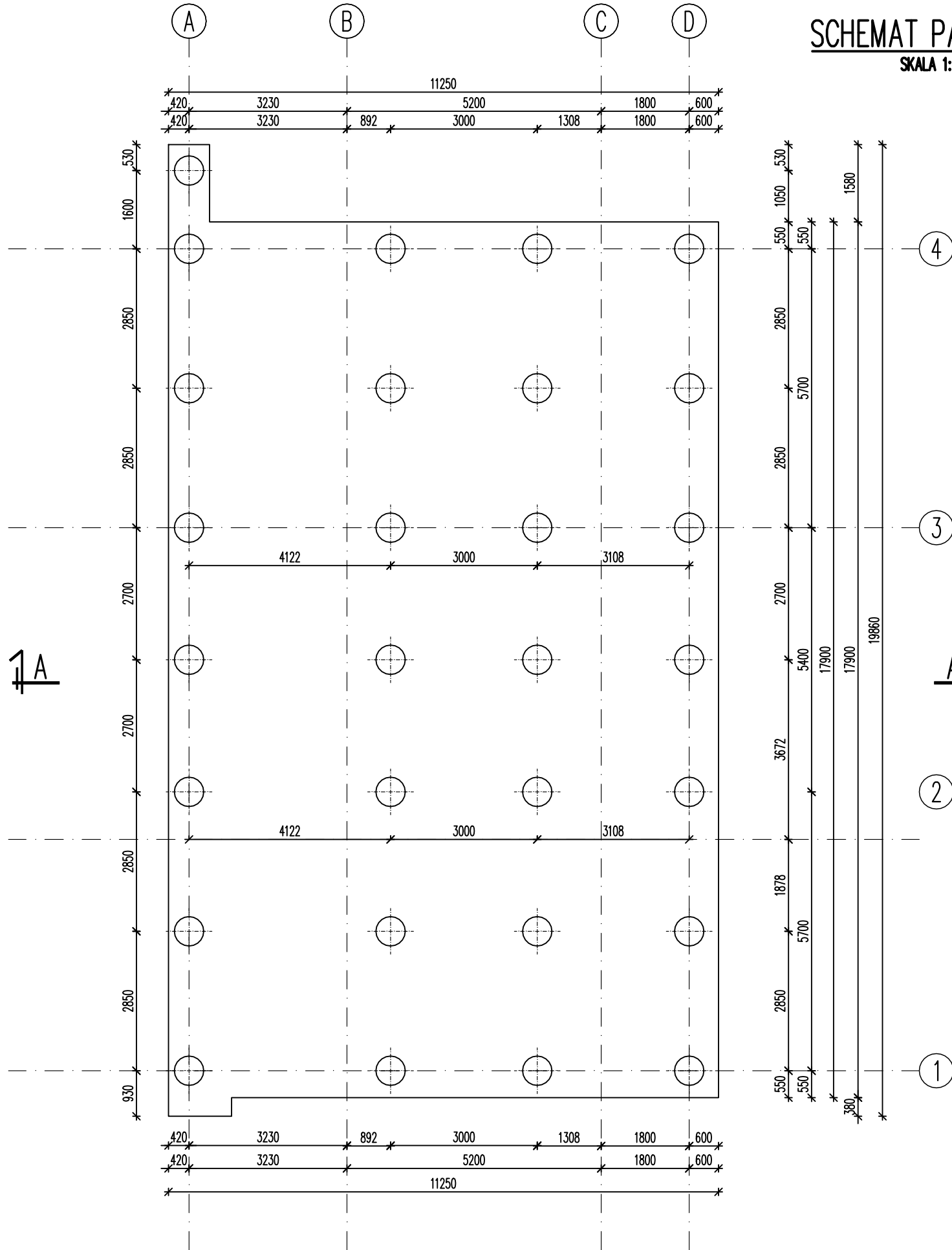
1. W MIEJSCACH PRZEJŚĆ RUROCIĄGÓW TECHNOLOGICZNYCH PŁASZCZA ZBIORNIKA NALEŻY WZMOCNIĆ
2. DOPUSZCZA SIĘ ZASTOSOWANIE METODY SPIRALNEJ MONTAŻU PŁASZCZA ZBIORNIKA. W PRZYPADKU ZMIANY TECHNOLOGII GRUBOŚĆ BLACH PŁASZCZA DOBRAĆ DO STOSOWANEJ TECHNOLOGII.

 <p>Nazwa obiektu/budowli:</p>	<b>Veolia Energia Łódź S.A.</b> ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź	
<h2>Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4</h2>		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;">Tytuł rysunku:</div> <div style="width: 40%; text-align: center;"> <b>PROJEKT BUDOWLANY</b>   <b>Tom III. Projekt techniczny – część 1</b>             Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła         </div> <div style="width: 30%; text-align: right;"> <b>Konstrukcja</b>   <b>AKUMULATOR CIEPŁA, PŁASZCZ – ROZWIĄNIĘCIE</b> </div> </div>		
<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;">             Inicjatorzy:              PG nr 1              PG nr 2           </div> </div>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;">             Data sporządzenia:              20.02.2025 r.              Data zatwierdzenia:              20.02.2025 r.           </div> </div>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;">             Podpis projektanta:              Podpis projektanta sporządzającego:              Nr kolejny rys.:  <b>06</b> </div> </div>
<b>PROJEKTANT:</b> Biuro Projektów Technicznych Top 2 + A s.c. ul. 1-go Maja 81, 90-355 Łódź tel. +42 63 81 81 81, e-mail: <a href="mailto:zbiuro@topprojektant.pl">zbiuro@topprojektant.pl</a>		
Wzruszenie VEOLIA <b>WHAŁ-PBM-07NDEU-CIV-SAA-0003</b> Wzruszenie <b>VLOU-W-05522 PB CZR004,</b>		

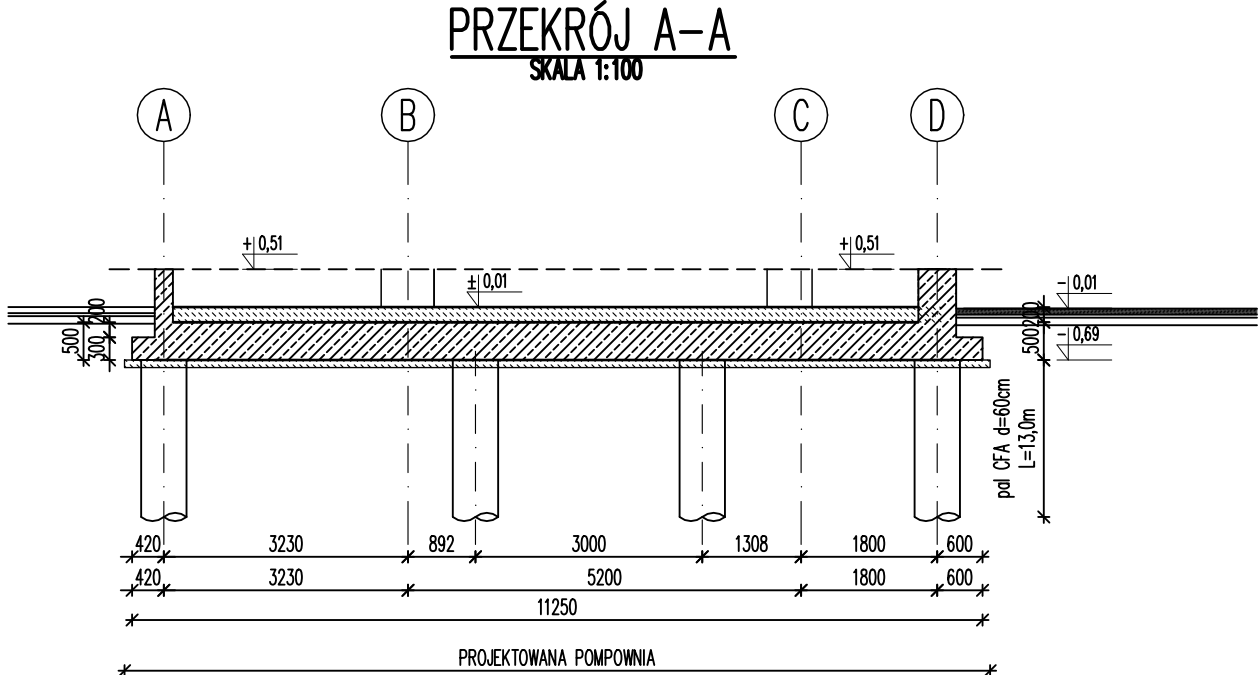


Inwestor:				Veolia Energia Łódź S.A. ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź			
Nazwa obiektu budowlanego:							
Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4							
Tytuł rysunku:							
PROJEKT BUDOWLANY Tom III. Projekt techniczny - część 1 Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła Konstrukcja PROJEKTOWANA POMPOWNIĄ. AKSONOMETRIA.							
Imię i nazwisko projektanta:		mgr inż. Jarosław SZYDŁOWSKI		Data sporządzenia:		Podpis projektanta:	
nr uprawnień bud. specjalność:		238/94/Wł. konstrukcyjno-budowlana		20.02.2025 r.		Skala: 1:50	
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego:		mgr inż. Krzysztof SOŁTYSZEWSKI		Data sprawdzenia:		Podpis projektanta sprawdzającego:	
nr uprawnień bud. specjalność:		298/90/Wł. konstrukcyjno-budowlana		20.02.2025 r.		Nr kolejny rys.: 07	
		PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o.o. al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl				Nr rysunku VEOLIA: WHAL-PBM-07Unx00-CIV-ISO-0001	
						Nr rysunku wykonawcy: VL04_W-05522_PB_CZR005	





SCHEMAT PALOWANIA  
SKALA 1:100



PRZĘKRÓJ A-A  
SKALA 1:100

$\pm 0,00 = 222,88\text{m n.p.m.}$

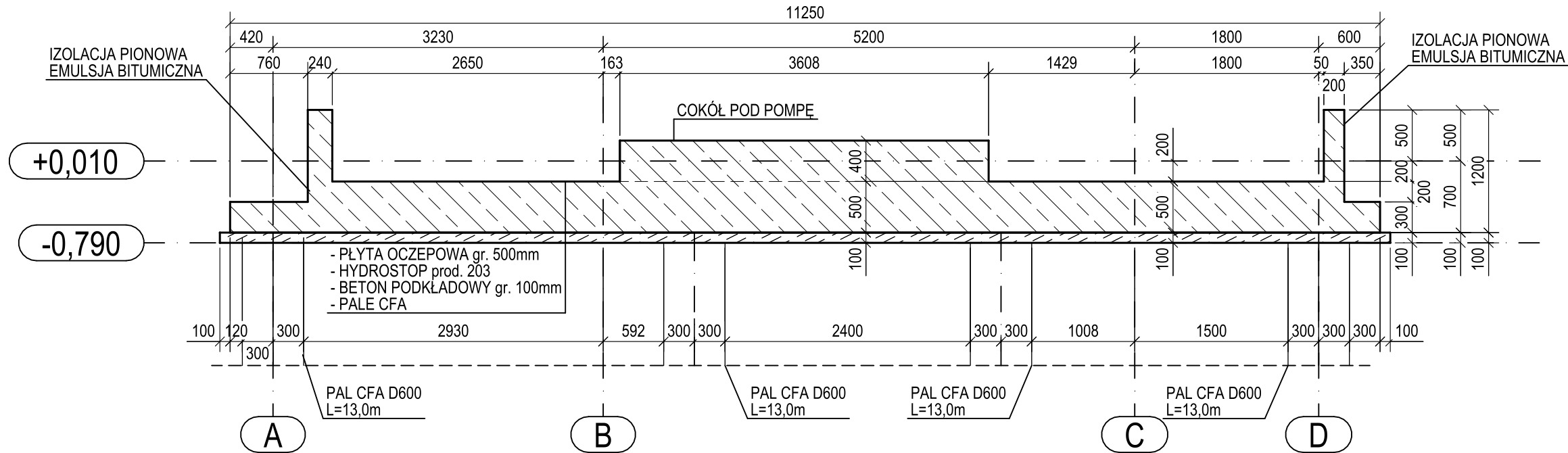
$\text{ppp} = +0,01 = 222,89\text{m n.p.m.}$

PALE:

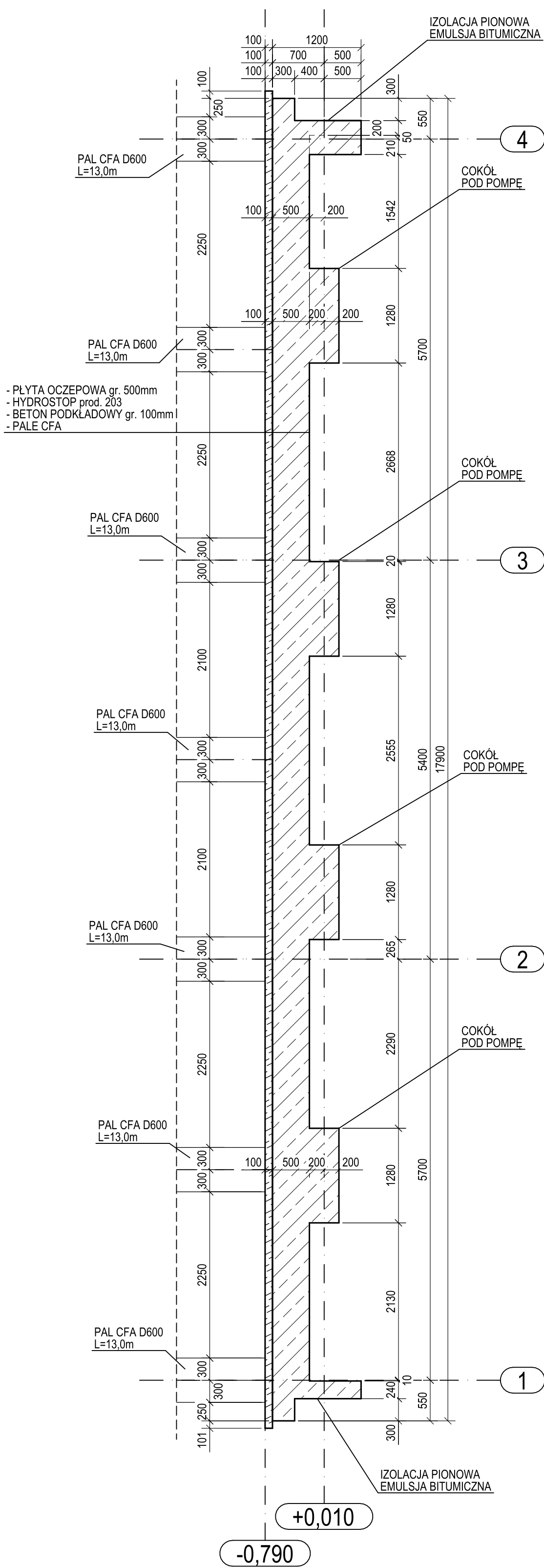
- TECHNOLOGIA WYKONANIA: CFA
- ŚREDNICA: 60cm
- DŁUGOŚĆ: 13,0m
- ILOŚĆ: 29 SZTUK
- KLASA EKSPOZYCJI XC2 XA1
- BETON C30/37
- POZIOM GŁOWICY PALI:  $-0,70\text{m}$
- ZBROJENIE: KOSZ ZBROJENIOWY 6#16, SPIRALA #6, SKOK 150mm, OTULINA 75mm, DŁUGOŚĆ 9,0m

<

## 1:50



## 1:50



KLASA EKSPozyCJI: XC2 BETON KONSTRUKCYJNY: C30/37 STAL ZBROJENIOWA: A-IIIN B500SP BETON PODKŁADOWY: C8/10
--

Investor:



Veolia Energia Łódź S.A.  
ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź



Nazwa obiektu budowlanego:	
----------------------------	--

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych  
wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni  
na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

Tytuł rysunku:

PROJEKT BUDOWLANY  
Tom III. Projekt techniczny - część 1

Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła

Konstrukcja  
PROJEKTOWANA POMPOWNIĄ. PŁYTA OCZEPOWA.

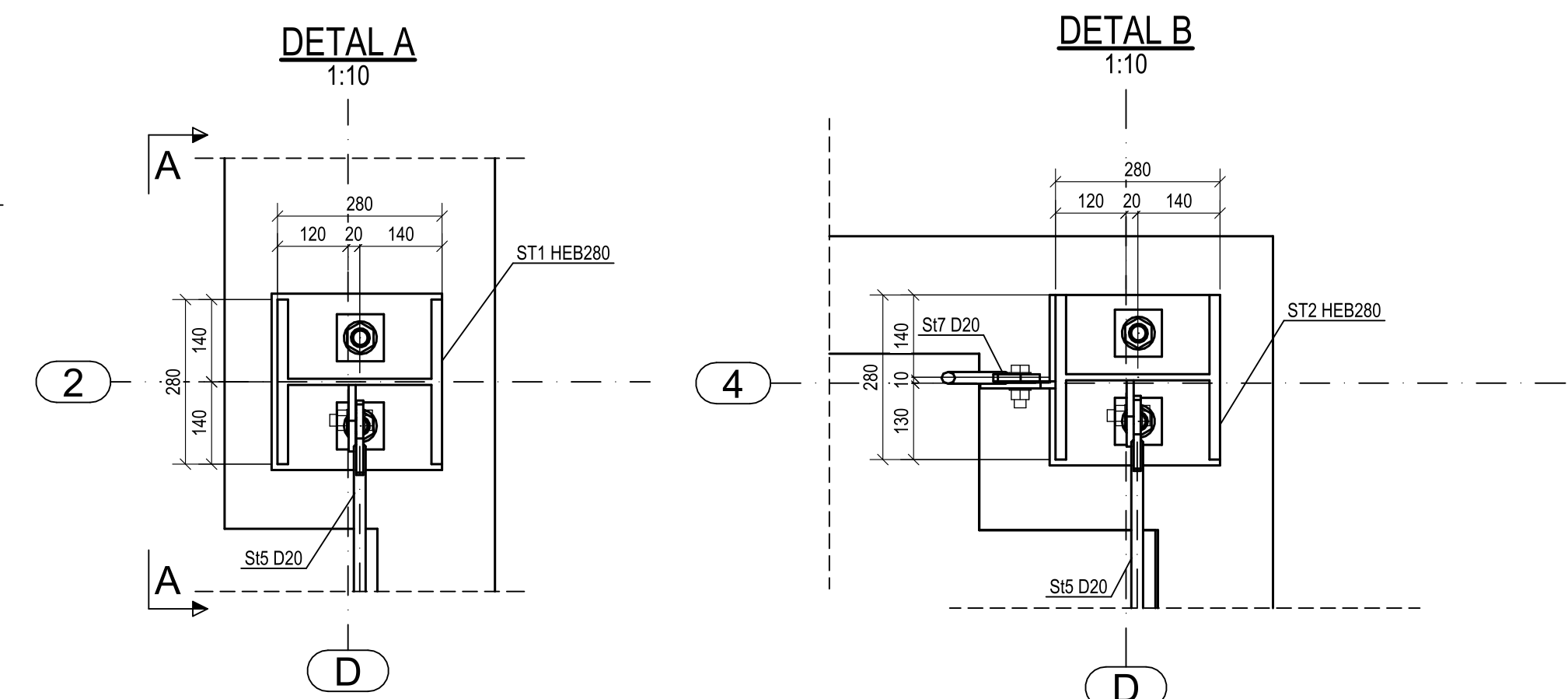
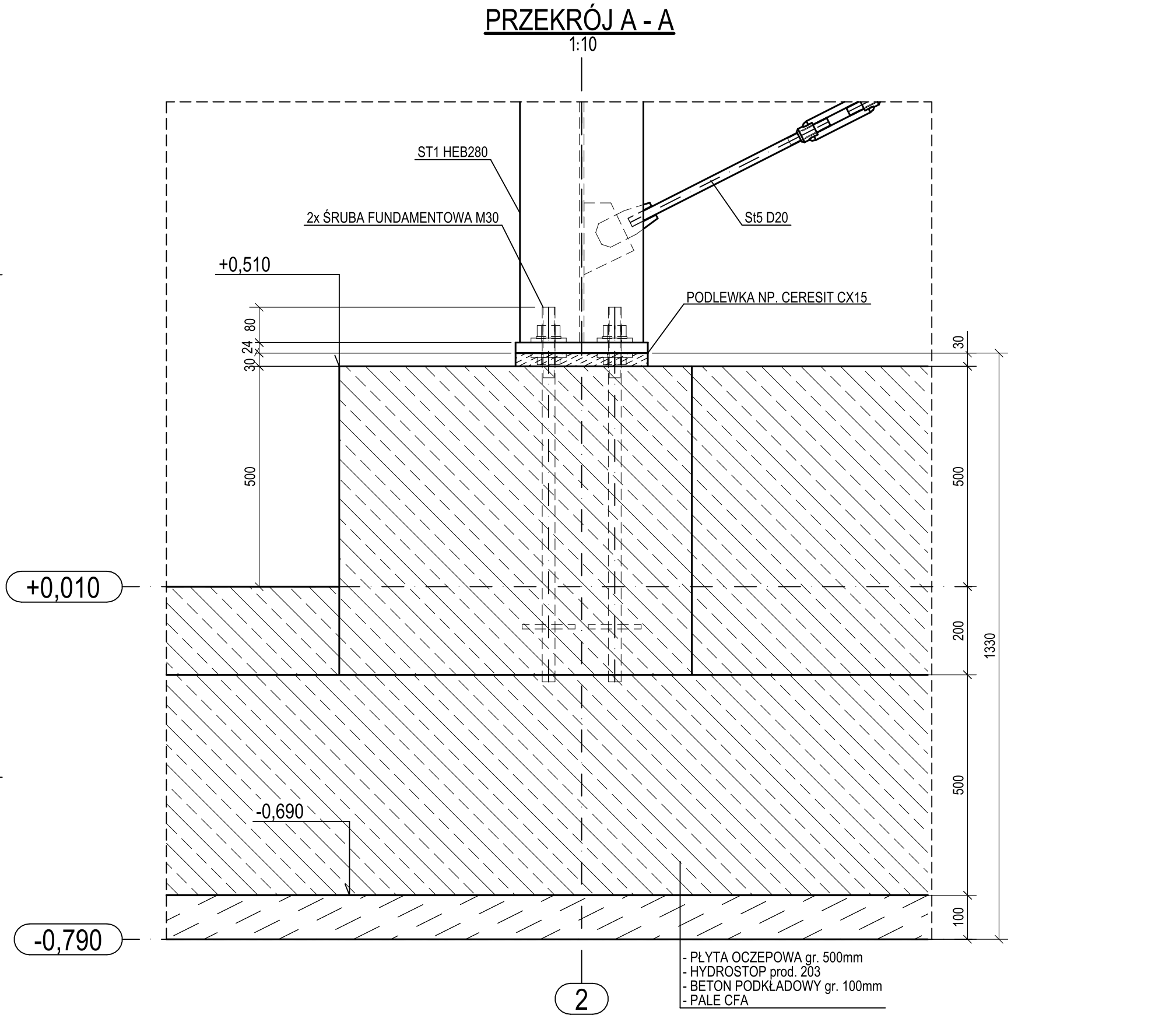
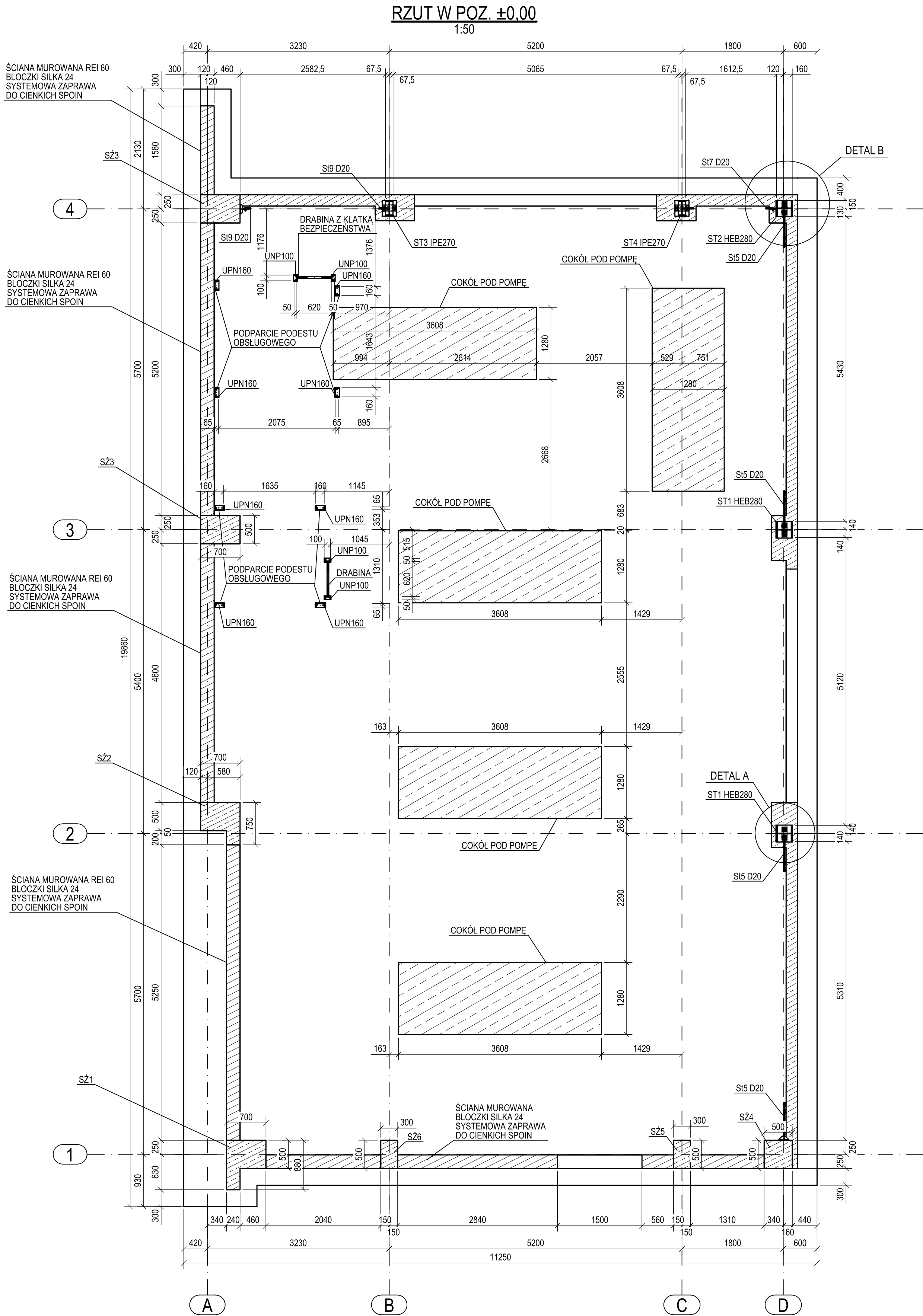
Imię i nazwisko projektanta nr uprawnień bud. specjalność:	mgr inż. Jarosław SZYDŁOWSKI 238/94/Wt konstrukcyjno-budowlana	Data sporządzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta:	Skala: 1:50
				Format: 0,75xA1
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud. specjalność:	mgr inż. Krzysztof SOLTYSZEWSKI 298/90/Wt konstrukcyjno-budowlana	Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego:	Nr kolejny rys.: 09



PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o. o.  
al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź  
tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl

Nr rysunku VEOLIA:	WHAL-PBM-07Unx00-CIV-CWG-0002
Nr rysunku wykonawcy:	VLO4 W-05522 PB CZN004






Oznaczenie	Nazwa wyrobu	Norma
INP	Dwuteowniki zwykłe	PN-EN 10025-2:2007
IPE	Dwuteowniki równoległosienne	PN-EN 10025-2:2007
HEA	Dwuteowniki szerokostopowe	PN-EN 10025-2:2007
HEB	Dwuteowniki szerokostopowe	PN-EN 10025-2:2007
UPN	Ceowniki zwykłe	PN-EN 10025-2:2007
L	Katowniki równoległosienne	PN-EN 10025-2:2007
D	Pręty okrągłe	PN-EN 10025-2:2007
PL	Blachy	PN-EN 10025-2:2007
CFCHS	Kształtowniki zamknięte okrągłe profilowane na zimno	PN-EN 10219-1:2006
HFCHS	Kształtowniki zamknięte okrągłe wykonane na gorąco	PN-EN 10210-1:2006
CFSHS	Kształtowniki zamknięte kwadratowe profilowane na zimno	PN-EN 10219-1:2006
HFSHS	Kształtowniki zamknięte kwadratowe wykonane na gorąco	PN-EN 10210-1:2006
CFRHS	Kształtowniki zamknięte prostokątne profilowane na zimno	PN-EN 10219-1:2006
HFSHS	Kształtowniki zamknięte prostokątne wykonane na gorąco	PN-EN 10210-1:2006


±0.00=222.88m n.p.m.  
p.p.p.=+0.01=222.89m n.p.m.

STAŁ PROFILOWA S235JR  
STEŻENIA PRĘTOWE S355JR  
ŚRUBY: kl. 8.8  
ŚRUBY FUNDAMENTOWE PŁYTKOWE: kl. 8.8  
KLASA EKSPozyCJI: XC2  
BETON KONSTRUKCYJNY: C30/37  
STAŁ ZBROJENIOWA: A-IIIN B500SP  
BETON PODKŁADOWY: C8/10

LEGENDA OZNACZEŃ:  
BŻ1 - BELKA ŻELBETOWA  
BJ1 - BJ2 - BELKA JEZDNA WCIĄGNIKA  
P1 - P3 - PŁATEW  
R1 - R2 - RYGIEL STAŁOWY  
SZ1 - SZ6 - SŁUP ŻELBETOWY  
ST1 - SI9 - STEŻENIE PRĘTOWE  
ST1 - ST4 - SŁUP STAŁOWY  
T1 - T5 - TEŻNIK ŚCIENNY  
W1 - W3 - WIENIEC ŻELBETOWY  
Wm1 - Wm4 - WYMIAN STAŁOWY



Veolia Energia Łódź S.A.  
ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź




Nazwa obiektu budowlanego:

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

Tytuł rysunku:

PROJEKT BUDOWLANY  
Tom III. Projekt techniczny - część 1  
Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła  
Konstrukcja  
PROJEKTOWANA POMPOWNA. RZUT W POZ. ±0.00.

Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud. specjalności:	mgr inż. Jarosław SZYDŁOWSKI 238/94/Wt. konstrukcyjno-budowlana	Data sporządzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta:	Skala: 1:50/1:10 Format: A1
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud. specjalności:	mgr inż. Krzysztof SOLTYSEWSKI 298/90/Wt. konstrukcyjno-budowlana	Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego:	Nr kolejny rys.: 10

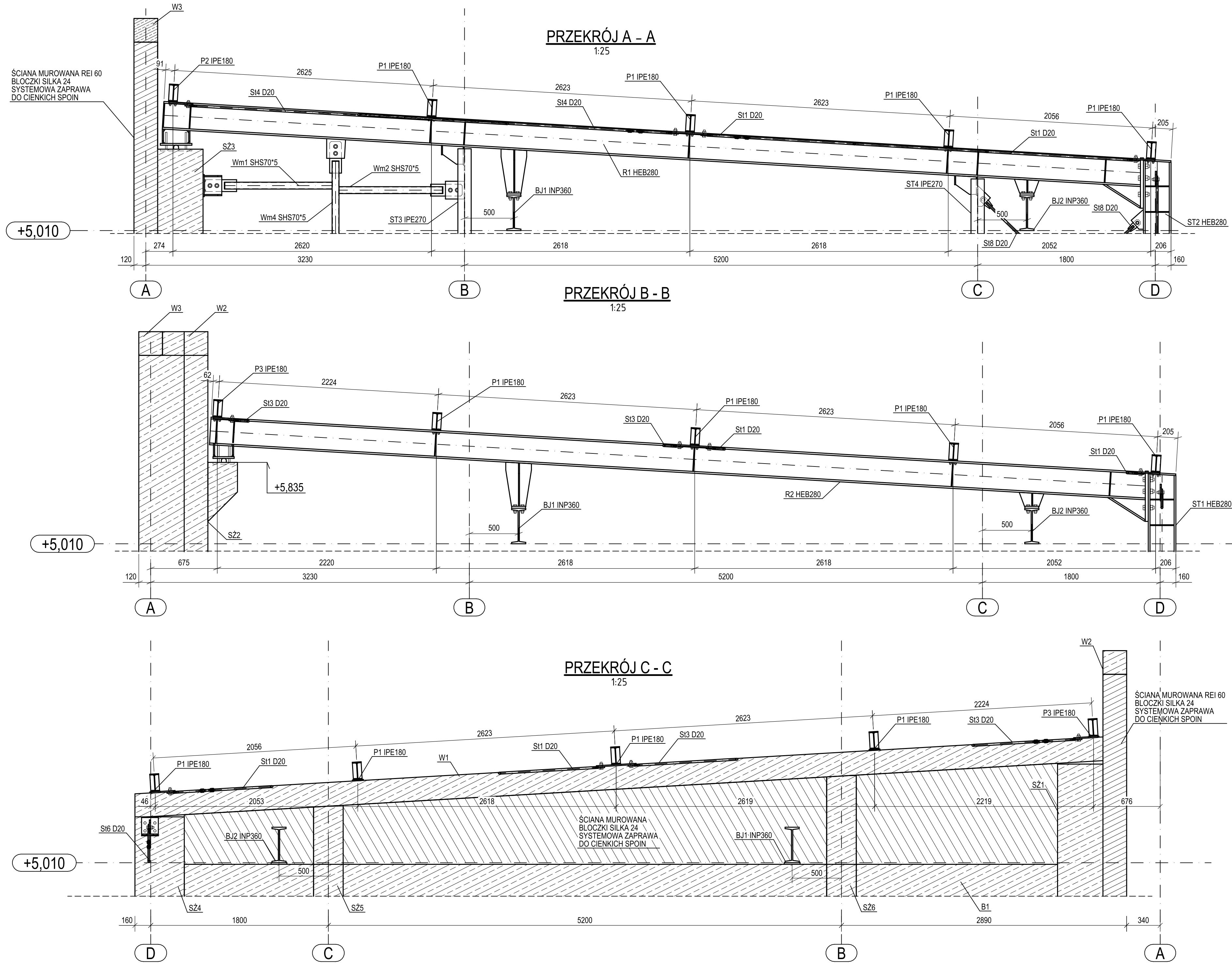
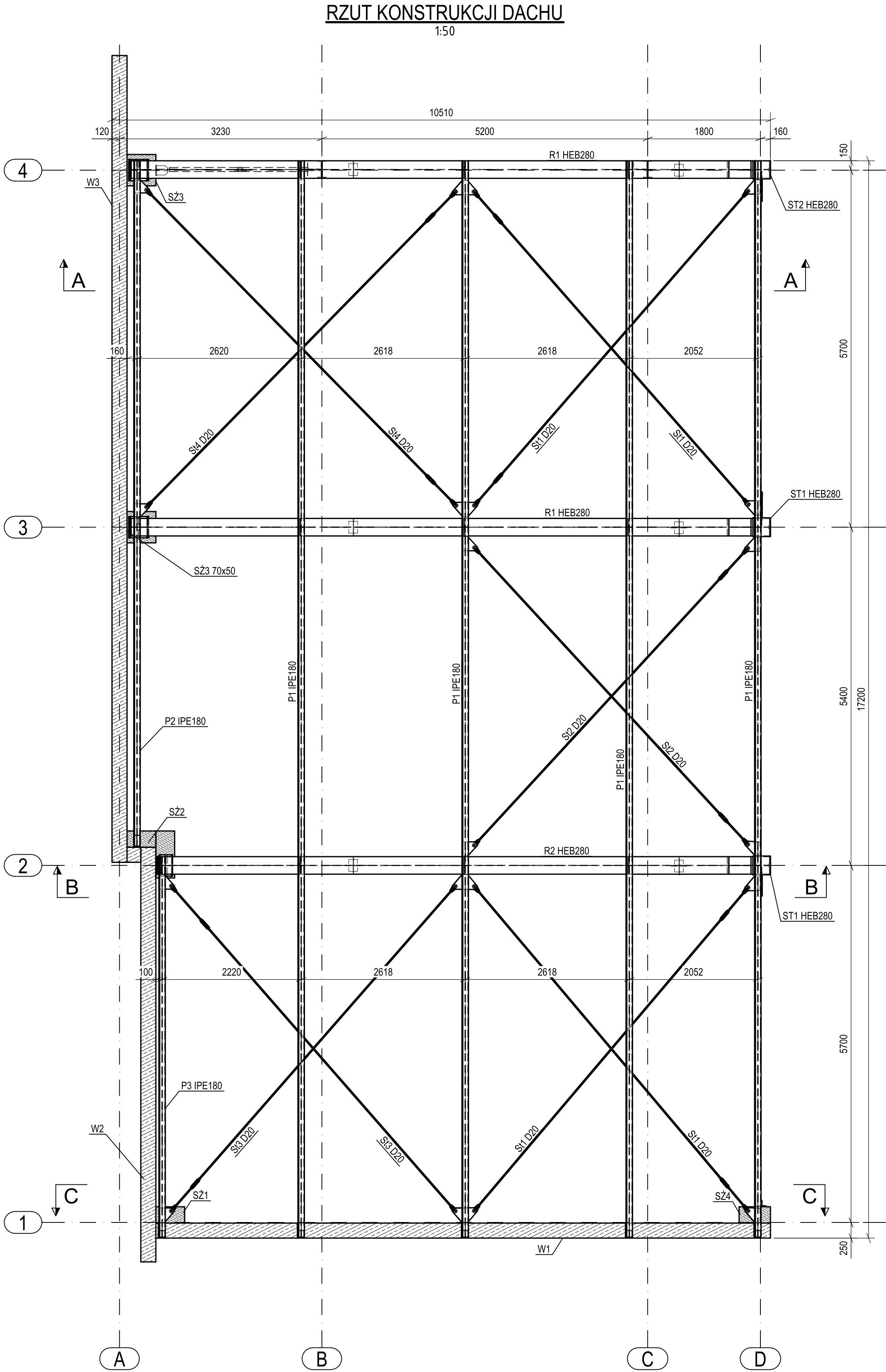


PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o.o.  
al. 1-go Maja 81, 90-755 Łódź  
tel. +42 633 81 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl

Nr rysunku VEOLIA:  
WHAŁ-PBM-07Unx00-CIV-CWG-0003

Nr rysunku wykonawczy:  
VLO4\_W-05522\_PB\_CZR006





Oznaczenie	Nazwa wyrobu	Norma
INP	Dwuteowniki zwykłe	PN-EN 10025-2:2007
IPE	Dwuteowniki równoległosienne	PN-EN 10025-2:2007
HEA	Dwuteowniki szerokostopowe	PN-EN 10025-2:2007
HEB	Dwuteowniki szerokostopowe	PN-EN 10025-2:2007
UPN	Ceowniki zwykłe	PN-EN 10025-2:2007
L	Katowniki równoległosienne	PN-EN 10025-2:2007
D	Pręty okrągłe	PN-EN 10025-2:2007
PL	Blachy	PN-EN 10025-2:2007
CFCHS	Kształtowniki zamknięte okrągłe profilowane na zimno	PN-EN 10219-1:2006
HFCHS	Kształtowniki zamknięte okrągłe wykonane na gorąco	PN-EN 10210-1:2006
CFSHS	Kształtowniki zamknięte kwadratowe profilowane na zimno	PN-EN 10219-1:2006
HFHS	Kształtowniki zamknięte kwadratowe wykonane na gorąco	PN-EN 10210-1:2006
CFRHS	Kształtowniki zamknięte prostokątne profilowane na zimno	PN-EN 10219-1:2006
HFHS	Kształtowniki zamknięte prostokątne wykonane na gorąco	PN-EN 10210-1:2006


±0.00=222.88m n.p.m.

ppp=+0.01=222.89m n.p.m.

STAL PROFILOWA S235JR  
STEŻENIA PRĘTOWE S355JR  
ŚRUBY: kl. 8.8  
ŚRUBY FUNDAMENTOWE PŁYTKOWE: kl. 8.8  
KLASA EKSPOZYCJI: XC2  
BETON KONSTRUKCYJNY: C30/37  
STAL ZBROJENIOWA: A-IIIN B500SP  
BETON PODKLADOWY: C8/10

LEGENDA OZNACZEŃ:  
BZ1 - BELKA ŻELBETOWA  
BJ1 - BJ2 - BELKA JEZDŃA WCIĄGNIKA  
P1 - P3 - PŁATEW  
R1 - R2 - RYGIEL STALOWY  
SZ1 - SZ6 - ŚLUP ŻELBETOWY  
ST1 - ST4 - STEŻENIE PRĘTOWE  
T1 - T5 - TEŻNIEC SCIENNY  
W1 - W3 - WIENIEC ŻELBETOWY  
Wm1 - Wm4 - WYMIAN STALOWY

Investor:



Veolia Energia Łódź S.A.  
ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź

Nazwa obiektu budowlanego:

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

Tytuł rysunku:

PROJEKT BUDOWLANY  
Tom III. Projekt techniczny – część 1  
Etap 1 – Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła  
Konstrukcja  
PROJEKTOWANA POMPOWNIA. SCHEMAT KONSTRUKCJI DACHU.

mgr i nazwisko projektanta:  
nr uprawnień bud. specjalności:

mgr inż. Jarosław SZYDŁOWSKI  
23874/VKL  
konstrukcyjno-budowlana

Data sporządzenia:  
20.02.2025 r.

Podpis projektanta:

mgr i nazwisko projektanta sprawdzającego:  
nr uprawnień bud. specjalności:

mgr inż. Krzysztof SOLTYSZEWSKI  
23874/VKL  
konstrukcyjno-budowlana

Data sprawdzenia:  
20.02.2025 r.

Podpis projektanta sprawdzającego:

Skala:  
1:50/1:25

Format:  
1,25xA1

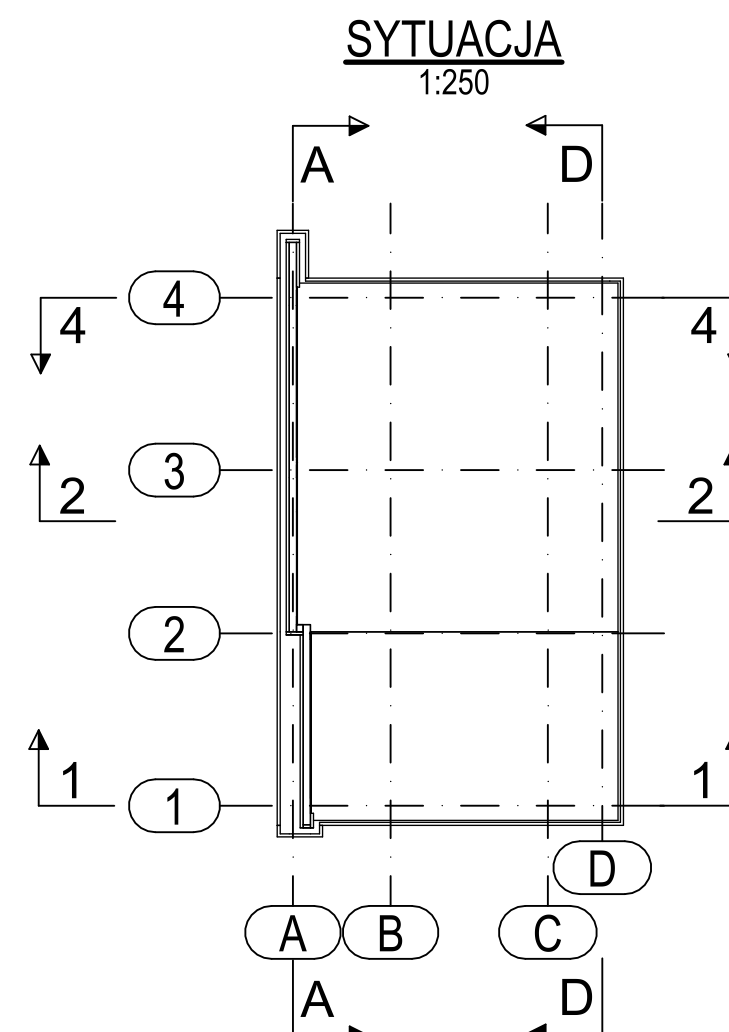
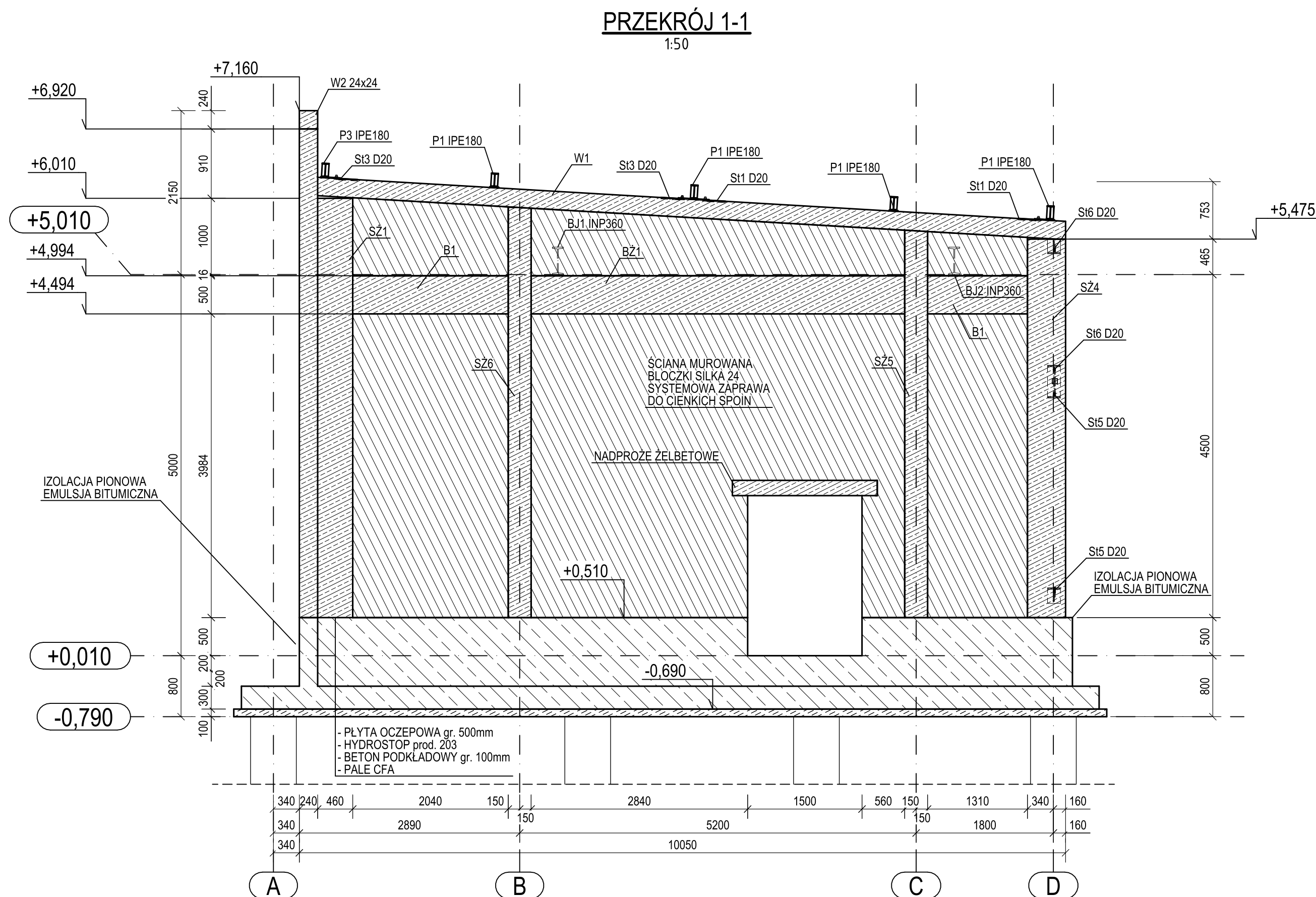
11

PROBUDIMX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o.o.  
al. 1-go Maja 81, 90-155 Łódź  
tel. +42 633 87 85, e-mail: probudimx@probudimx.pl

11

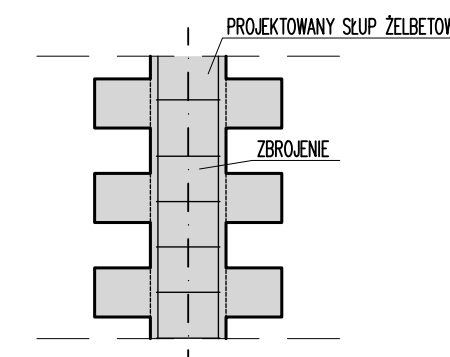
11





Oznaczenie	Nazwa wyrobu	Norma
INP	Dwuteowniki zwykłe	PN-EN 10025-2:2007
IPE	Dwuteowniki równoległościennie	PN-EN 10025-2:2007
HEA	Dwuteowniki szerokostopowe	PN-EN 10025-2:2007
HEB	Dwuteowniki szerokostopowe	PN-EN 10025-2:2007
UPN	Ceowniki zwykłe	PN-EN 10025-2:2007
L	Kątowniki równoległościennie	PN-EN 10025-2:2007
D	Pręty okrągłe	PN-EN 10025-2:2007
PL	Blachy	PN-EN 10025-2:2007
CFCHS	Kształtowniki zamknięte okrągłe profilowane na zimno	PN-EN 10219-1:2006
HFCHS	Kształtowniki zamknięte okrągłe wykonane na gorąco	PN-EN 10210-1:2006
CFSHS	Kształtowniki zamknięte kwadratowe profilowane na zimno	PN-EN 10219-1:2006
HFSHS	Kształtowniki zamknięte kwadratowe wykonane na gorąco	PN-EN 10210-1:2006
CFRHS	Kształtowniki zamknięte prostokątne profilowane na zimno	PN-EN 10219-1:2006
HFSHS	Kształtowniki zamknięte prostokątne wykonane na gorąco	PN-EN 10210-1:2006

## SZCZEGÓŁ BETONOWANIA



$\pm 0,00 = 222,88 \text{ m n.p.m.}$

ppp=+0,01=222,89m n.p.m.


STAL PROFILOWA S235JR  
STĘŻENIA PRĘTOWE S355JR  
ŚRUBY: kl. 8.8  
KLASA EKSPOZYCJI: XC2  
BETON KONSTRUKCYJNY: C30/37  
STAL ZBROJENIOWA: A-IIIN B500SP  
BETON PODKŁADOWY: C8/10

LEGENDA OZNACZEŃ:

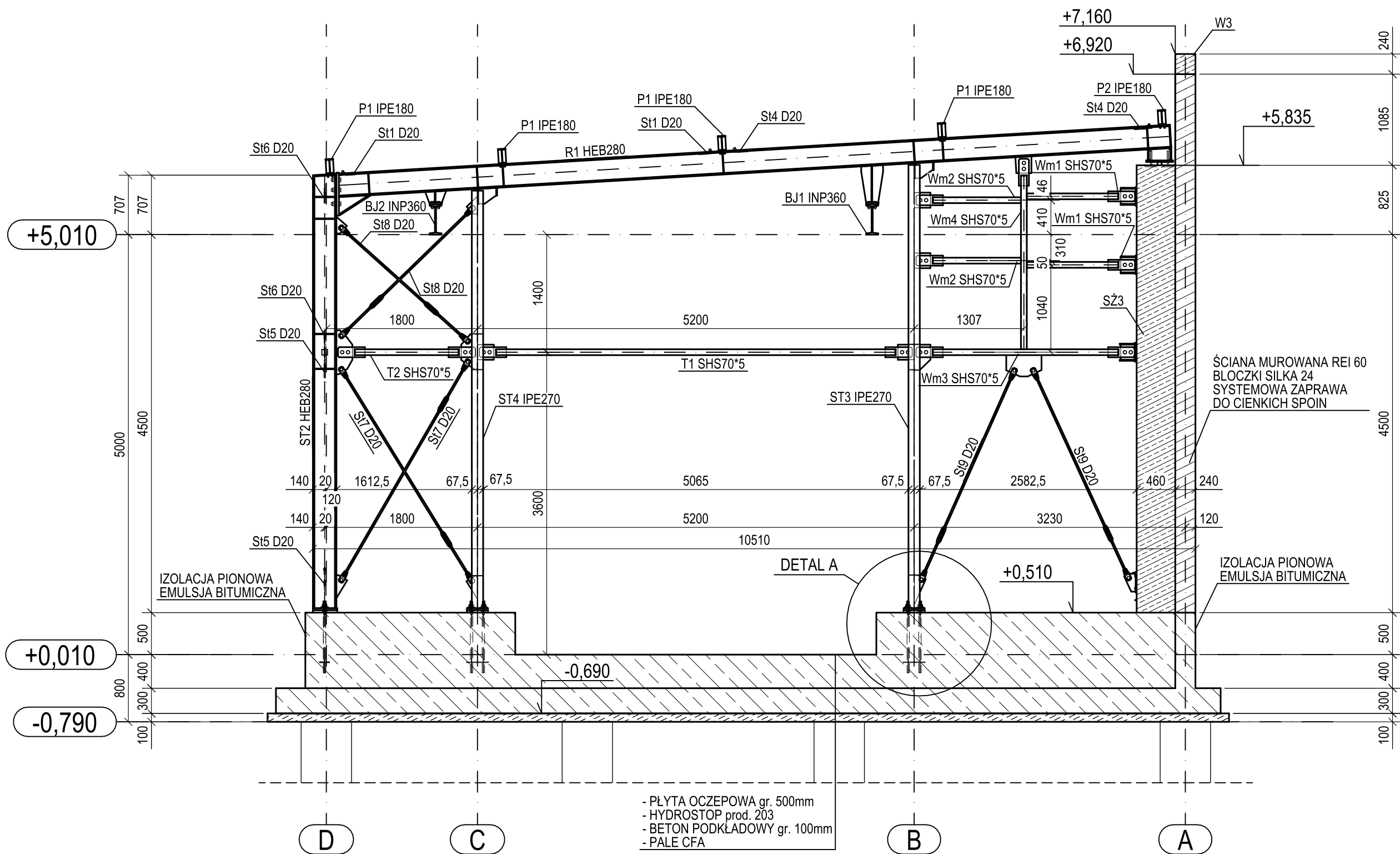
BŻ1 - BELKA ŻELBETOWA  
BJ1 - BJ2 - BELKA JEZDNI WCIĄGNIKI  
P1 - P3 - PŁATEW  
R1 - R2 - RYGIEL STALOWY  
SŻ1 - SŻ6 - ŚLUP ŻELBETOWY  
St1 - St9 - STEŻENIE PRĘTOWE  
ST1 - ST4 - ŚLUP STALOWY  
T1 - T5 - TEŻNIK ŚCIENNY  
W1 - W3 - WIENIEC ŻELBETOWY  
Wm1 - Wm4 - WYMIAN STALOWY

UWAGA:

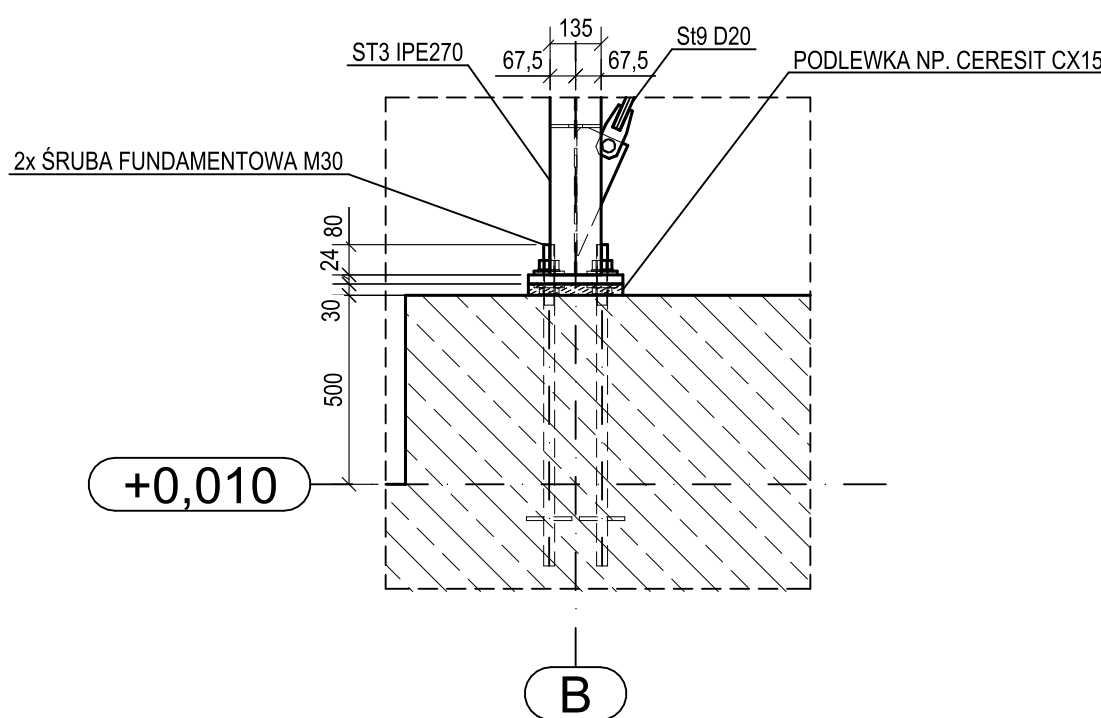
1. STRZĘPIA BETONOWAĆ RAZEM Z PROJEKTOWANYMI SŁUPAMI ŻELBETOWYMI.

Inwestor:		 Veolia Energia Łódź S.A. ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź					
Nazwa obiektu budowlanego:							
Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4							
Tytuł rysunku:							
PROJEKT BUDOWLANY Tom III. Projekt techniczny - część 1 Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła Konstrukcja PROJEKTOWANA POMPOWNIĄ. SCHEMAT KONSTRUKCJI W OSI 1.							
Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud.: specjalność:		mgr inż. Jarosław SZYDŁOWSKI 238/94/Włt. konstrukcyjno-budowlana		Data sporządzenia:  20.02.2025 r.		Skala: 1:250/1:50	
						Format: A2	
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud.: specjalność:		mgr inż. Krzysztof SOŁTYSZEWSKI 298/90/Włt. konstrukcyjno-budowlana		Data sprawdzenia:  20.02.2025 r.		Nr kolejny rys.:	
						12	
		PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o.o. al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl				Nr rysunku VEOLIA:	
						WHAL-PBM-07Unx00-CIV-SSA-0002	
						Nr rysunku wykonawcy:	
						VL04_W-05522_PB_CZR008	

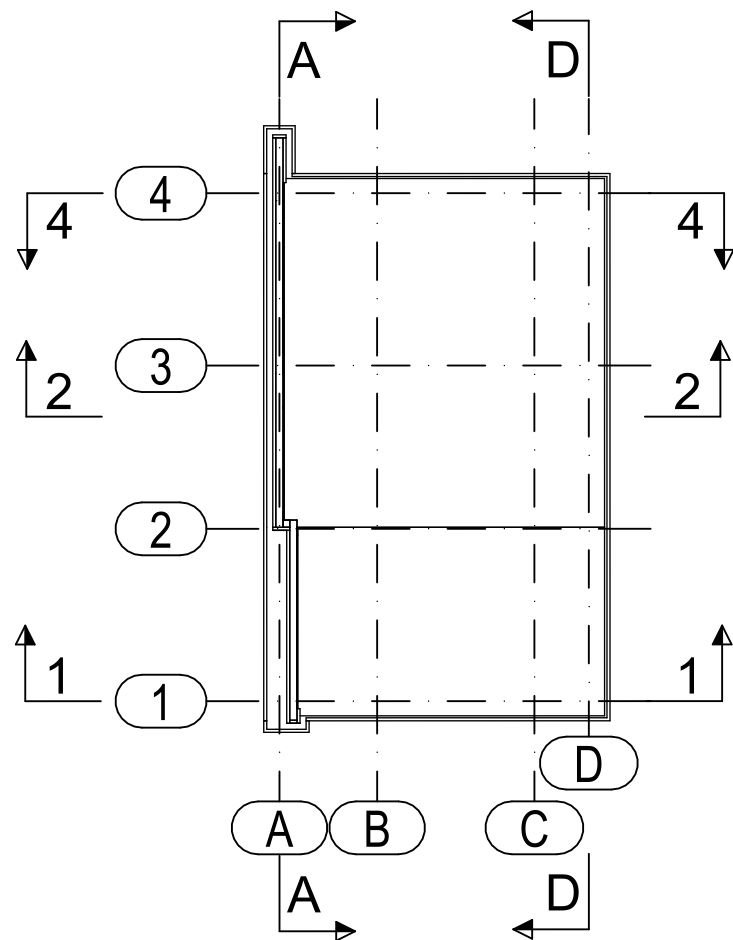
PRZEKRÓJ 4-4  
1:50



DETAL A  
1:20



SYTUACJA  
1:250



±0.00=222.88m n.p.m.

ppp=+0.01=222.89m n.p.m.

STAŁ PROFILOWA S235JR  
STĘŻENIA PRĘTOWE S355JR  
ŚRUBY: kl. 8.8  
ŚRUBY FUNDAMENTOWE PŁYTKOWE: kl. 8.8  
KLASA EKSPOZYCJI: XC2  
BETON KONSTRUKCYJNY: C30/37  
STAŁ ZBROJENIOWA: A-IIIN B500SP  
BETON PODKŁADOWY: C8/10

LEGENDA OZNACZEŃ:  
BŻ1 - BELKA ŻELBETOWA  
BJ1 - BJ2 - BELKA JEZDNA WCIĄGNIKA  
P1 - P3 - PŁATEW  
R1 - R2 - RYGIEL STAŁOWY  
SŻ1 - SŻ6 - SŁUP ŻELBETOWY  
St1 - St9 - STĘŻENIE PRĘTOWE  
ST1 - ST4 - SŁUP STAŁOWY  
T1 - T5 - TEŻNIK ŚCIENNY  
W1 - W3 - WIENIEC ŻELBETOWY  
Wm1 - Wm4 - WYMIAN STAŁOWY

Veolia Energia Łódź S.A.  
ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź

Nazwa obiektu budowlanego:

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

Tytuł rysunku:

PROJEKT BUDOWLANY  
Tom III. Projekt techniczny - część 1  
Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła  
Konstrukcja  
PROJEKTOWANA POMPOWNIA. SCHEMAT KONSTRUKCJI W OSI 4.

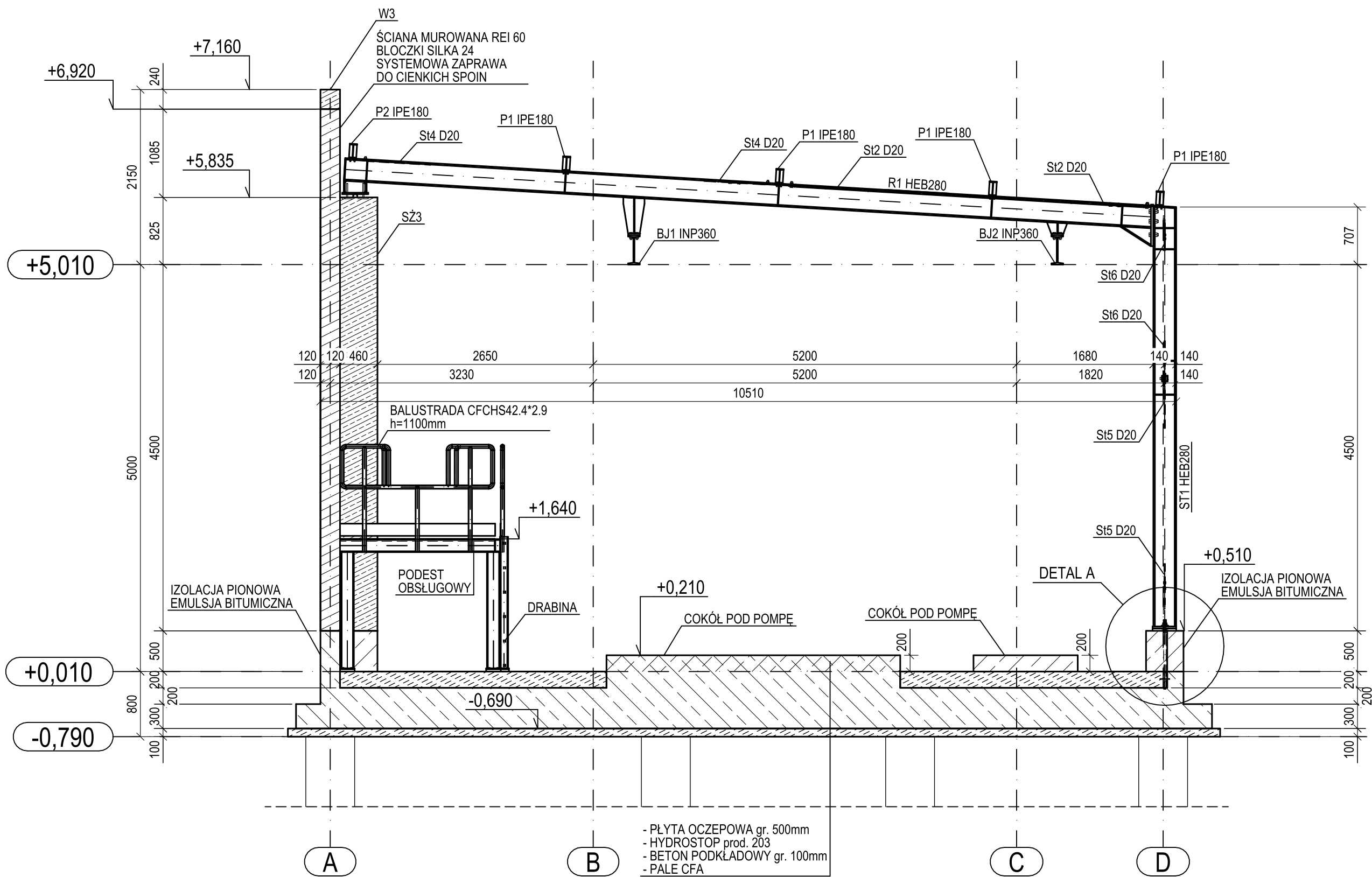
Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud. specjalność:	mgr inż. Jarosław SZYDŁOWSKI 238/94/Wł. konstrukcyjno-budowlana	Data sporządzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta:	Skala: 1:250/1:50/1:20 Format: A2
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud. specjalność:	mgr inż. Krzysztof SOŁTYSZEWSKI 298/90/Wł. konstrukcyjno-budowlana	Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego:	Nr kolejny rys.: 13

PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o.o.  
al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź  
tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl

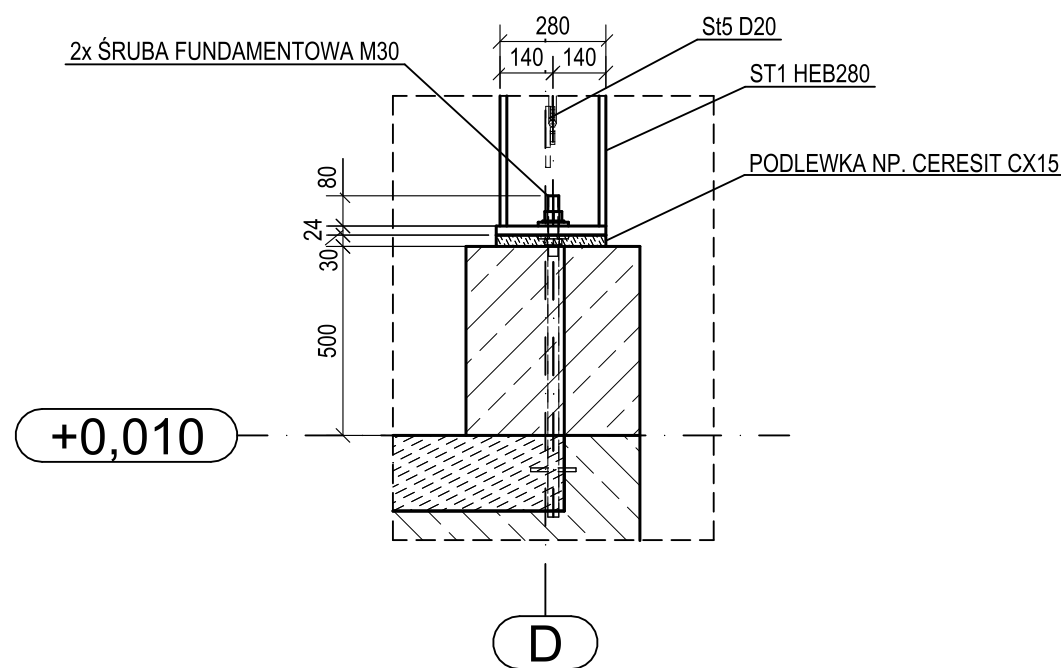
Nr rysunku VEOLIA:  
WHAL-PBM-07Unx00-CIV-SSA-0003  
Nr rysunku wykonawcy:  
VLO4\_W-05522\_PB\_CZR009



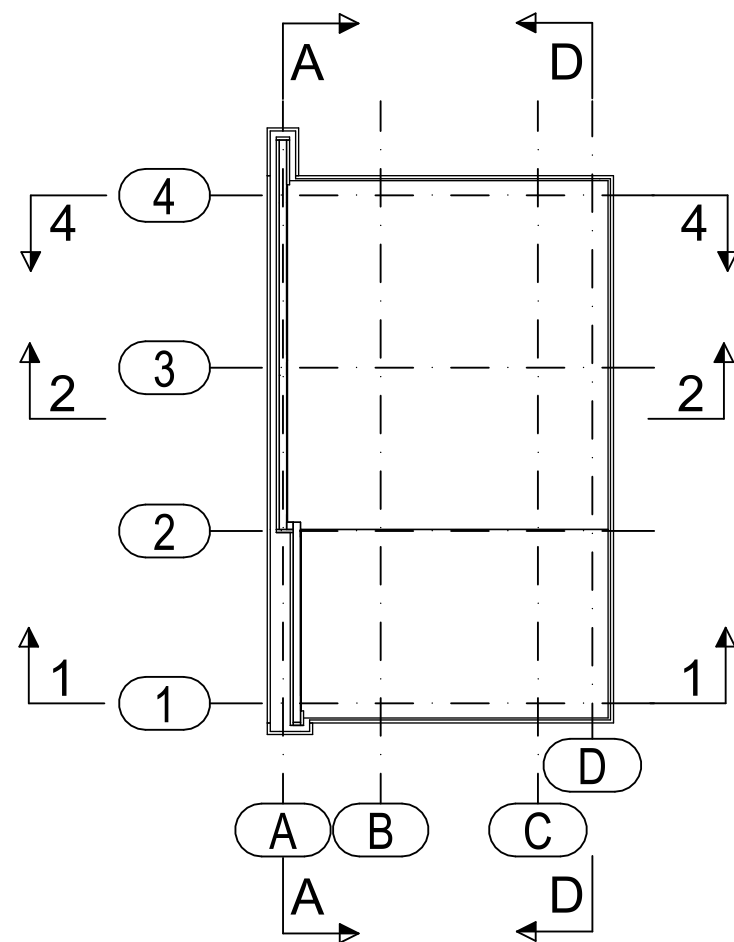
PRZEKRÓJ 2-2  
1:50



DETAL A  
1:20



SYTUACJA  
1:250



±0.00=222,88m n.p.m.

ppp=+0,01=222,89m n.p.m.

STAŁ PROFILOWA S235JR  
STEŻENIA PRĘTOWE S355JR  
ŚRUBY: kl. 8.8  
ŚRUBY FUNDAMENTOWE PŁYTKOWE: kl. 8.8  
KLASA EKSPZYCJI: XC2  
BETON KONSTRUKCYJNY: C30/37  
STAŁ ZBROJENIOWA: A-IIIN B500SP  
BETON PODKŁADOWY: C8/10

LEGENDA OZNACZEŃ:  
BŻ1 - BELKA ŻELBETOWA  
BJ1 - BJ2 - BELKA JEZDNA WCIĄGNIKA  
P1 - P3 - PŁATEW  
R1 - R2 - RYGIEL STAŁOWY  
SŻ1 - SŻ6 - SŁUP ŻELBETOWY  
SŁ1 - SŁ9 - STEŻENIE PRĘTOWE  
ST1 - ST4 - SŁUP STAŁOWY  
T1 - T5 - TEŻNIK ŚCIENNY  
W1 - W3 - WIENIEC ŻELBETOWY  
Wm1 - Wm4 - WYMIAN STAŁOWY

Veolia Energia Łódź S.A.  
ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź

Nazwa obiektu budowlanego:  
Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

Tytuł rysunku:  
PROJEKT BUDOWLANY  
Tom III. Projekt techniczny - część 1  
Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła  
Konstrukcja  
PROJEKTOWANA POMPOWNA. SCHEMAT KONSTRUKCJI W OSI 2, 3.

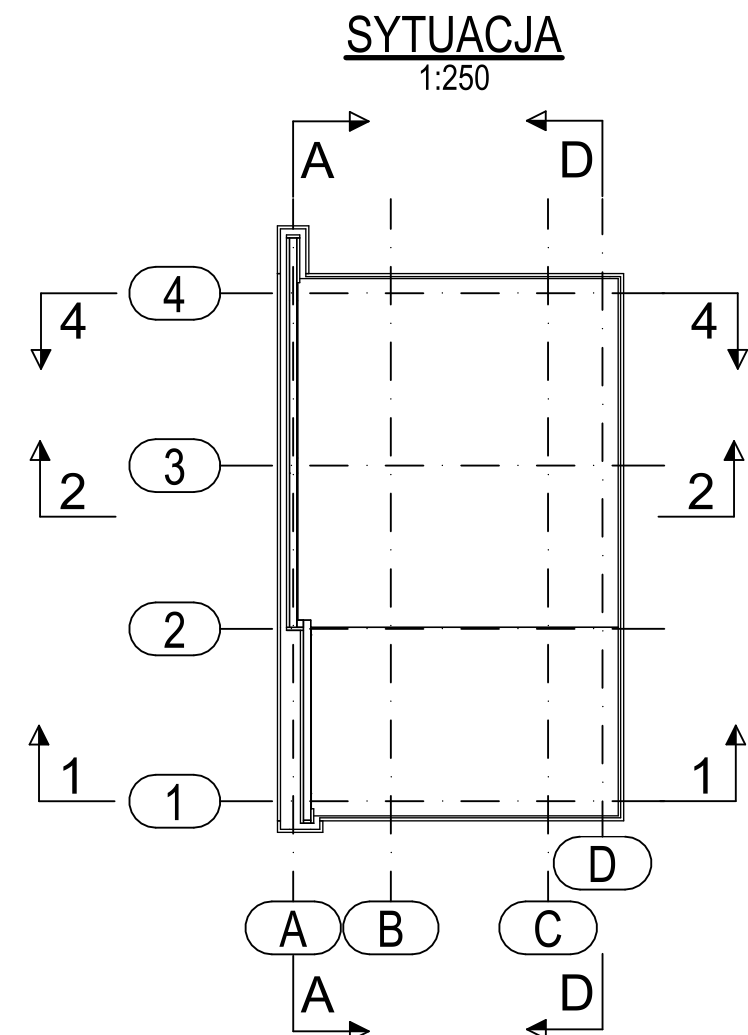
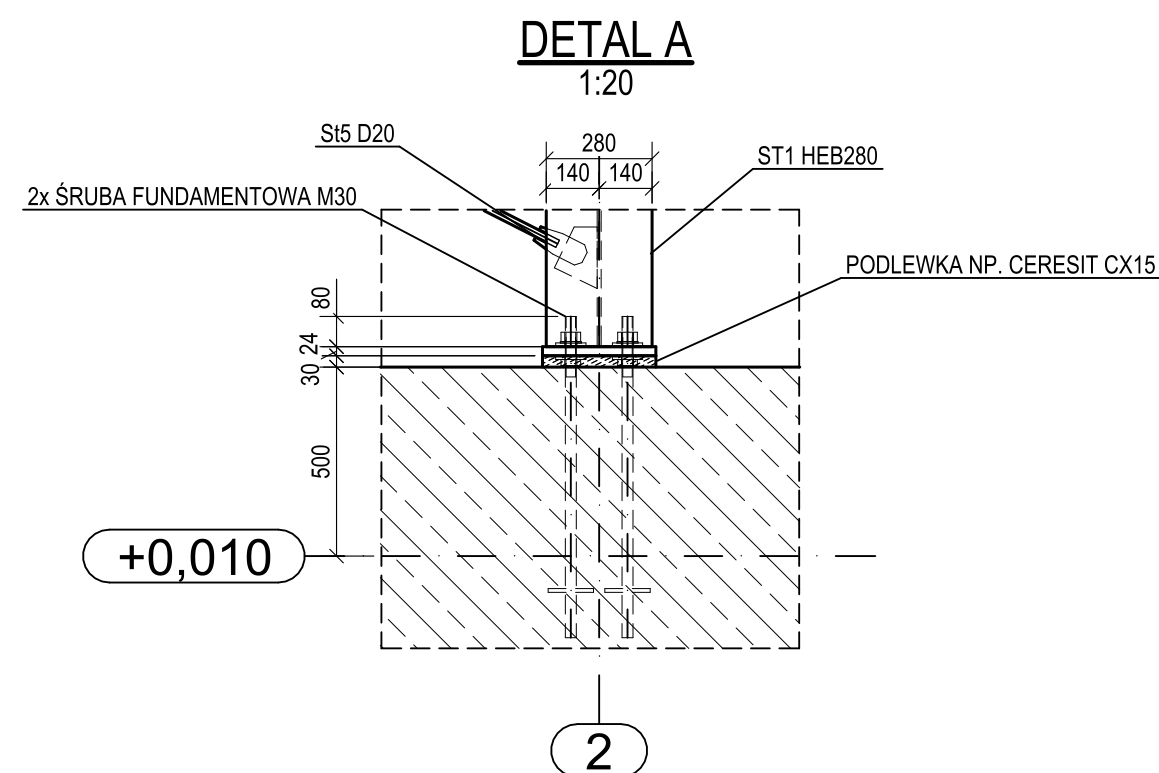
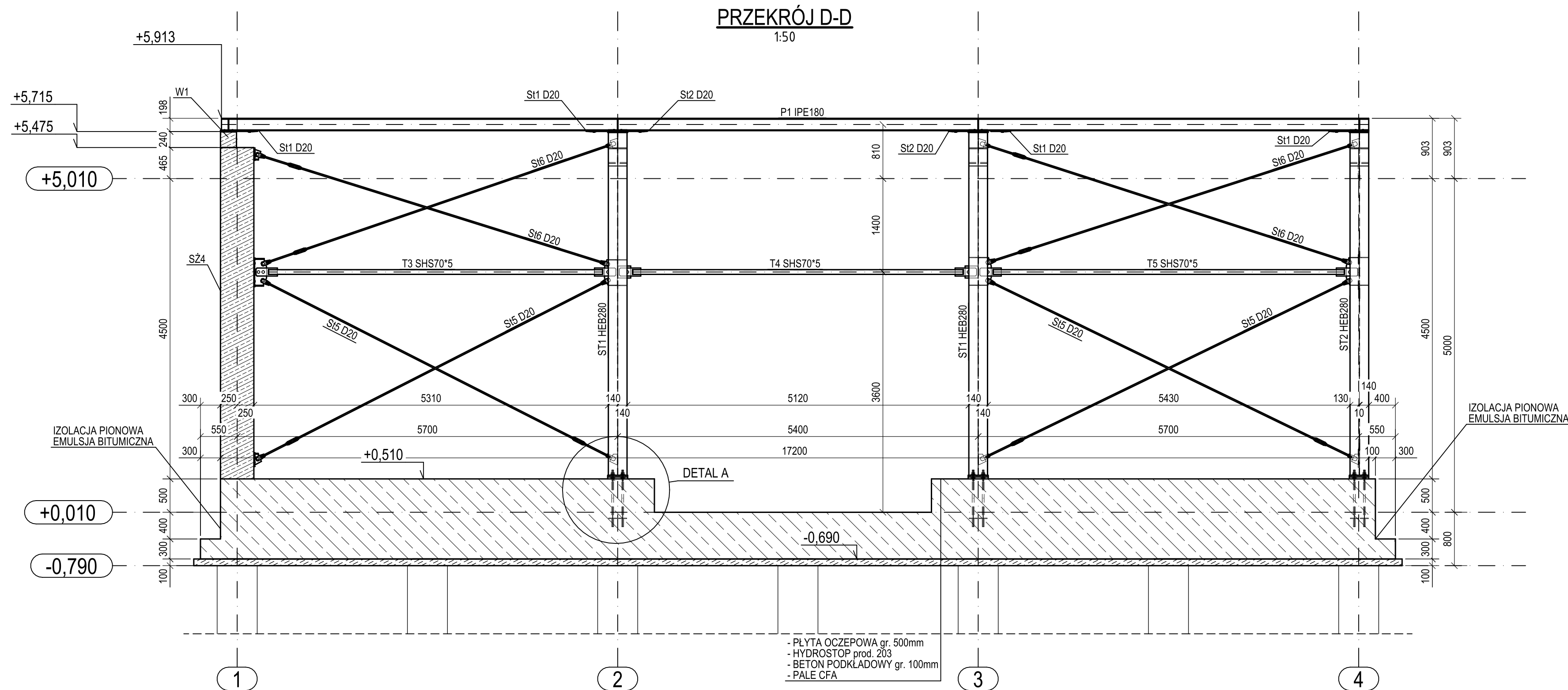
Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud. specjalność:	mgr inż. Jarosław SZYDŁOWSKI 238/94/Wł. konstrukcyjno-budowlana	Data sporządzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta:	Skala: 1:250/1:50/1:20 Format: A2
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud. specjalność:	mgr inż. Krzysztof SOŁTYSZEWSKI 298/90/Wł. konstrukcyjno-budowlana	Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego:	Nr kolejny rys.: 14

PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o.o.  
al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź  
tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl

Nr rysunku VEOLIA:  
WHAL-PBM-07Unx00-CIV-SSA-0004  
Nr rysunku wykonawcy:  
VLO4\_W-05522\_PB\_CZR010







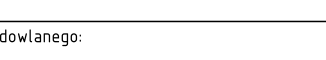

Oznaczenie	Nazwa wyrobu	Norma
INP	Dwuteowniki zwykłe	PN-EN 10025-2:2007
IPE	Dwuteowniki równoległościennie	PN-EN 10025-2:2007
HEA	Dwuteowniki szerokostopowe	PN-EN 10025-2:2007
HEB	Dwuteowniki szerokostopowe	PN-EN 10025-2:2007
UPN	Ceowniki zwykłe	PN-EN 10025-2:2007
L	Kątowniki równoległościennie	PN-EN 10025-2:2007
D	Pręty okrągłe	PN-EN 10025-2:2007
PL	Blachy	PN-EN 10025-2:2007
CFCHS	Kształtowniki zamknięte okrągłe profilowane na zimno	PN-EN 10219-1:2006
HFCHS	Kształtowniki zamknięte okrągłe wykonane na gorąco	PN-EN 10210-1:2006
CFSHS	Kształtowniki zamknięte kwadratowe profilowane na zimno	PN-EN 10219-1:2006
HFHS	Kształtowniki zamknięte kwadratowe wykonane na gorąco	PN-EN 10210-1:2006
CFRHS	Kształtowniki zamknięte prostokątne profilowane na zimno	PN-EN 10219-1:2006
HFHS	Kształtowniki zamknięte prostokątne wykonane na gorąco	PN-EN 10210-1:2006

$$\pm 0,00 = 222,88 \text{ m n.p.m.}$$

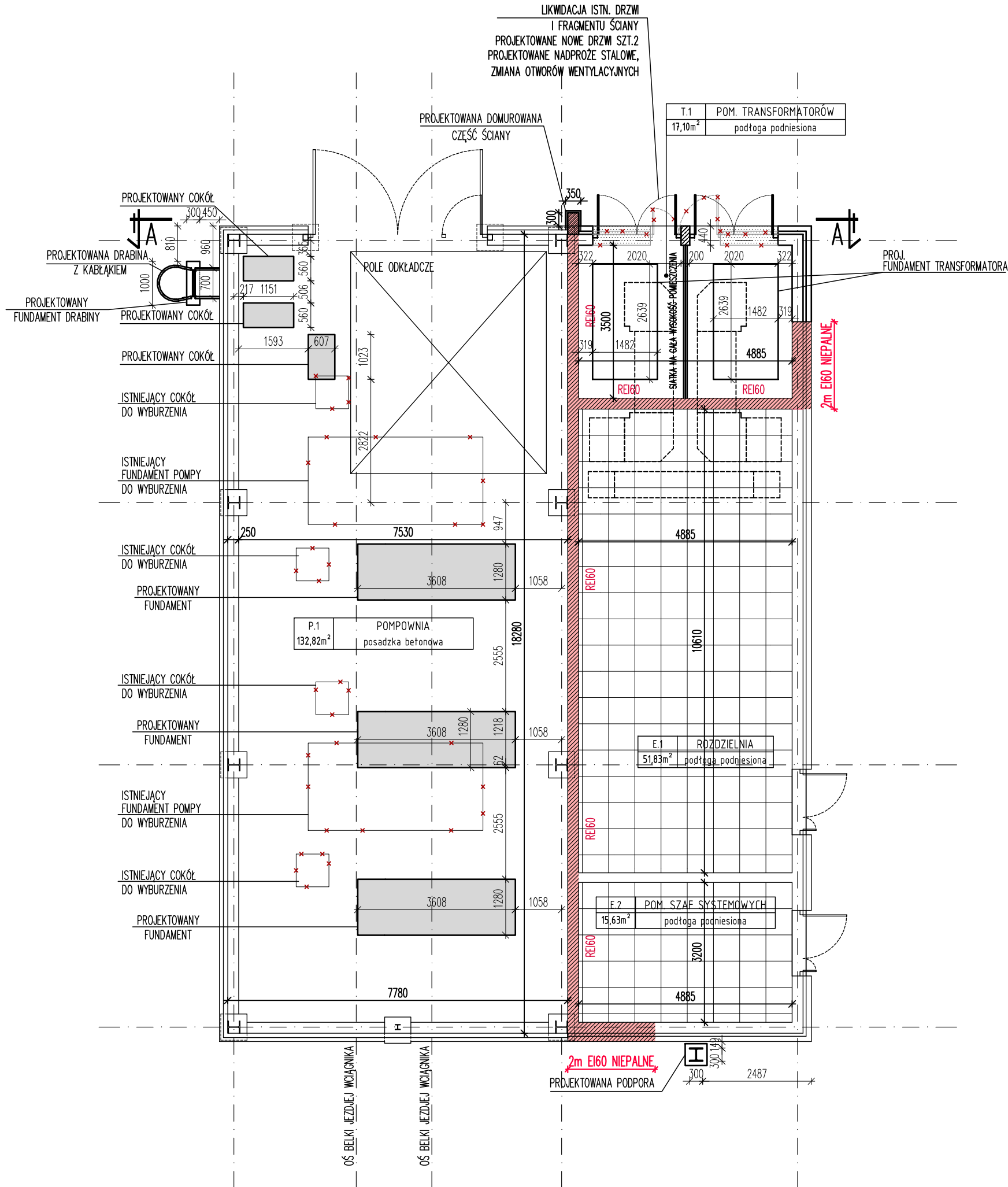
ppp=+0,01=222,89m n.p.m.

STAL PROFILOWA S235JR  
STĘŻENIA PRĘTOWE S355JR  
SRUBY: kl. 8.8  
SRUBY FUNDAMENTOWE PŁYTKOWE: kl. 8.8  
KLASA EKSPOZYCJI: XC2  
BETON KONSTRUKCYJNY: C30/37  
STAL ZBROJENIOWA: A-IIIN B500SP  
BETON PODKŁADOWY: C8/10

**LEGENDA OZNACZEN:**  
 BŻ1 - BELKA ŻELBETOWA  
 BJ1 - BJ2 - BELKA JEZDZNA WCIĄGNIKA  
 P1 - P3 - PLATEW  
 R1 - R2 - RYGIEL STALOWY  
 SZ1 - SZ6 - SŁUP ŻELBETOWY  
 ST1 - ST9 - STĘPIENIE PRETOWE  
 ST1 - ST4 - SŁUP STALOWY  
 T1 - T5 - TEŻNIK ŚCIENNY  
 W1 - W3 - WIENIEC ŻELBETOWY  
 Wm1 - Wm4 - WYMIAN STALOWY

Inwestor:  	Veolia Energia Łódź S.A. ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź	
Nazwa obiektu budowlanego:  <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">                     Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych                      wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni                      na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4                 </div>		
Tytuł rysunku:  <div style="text-align: center;">                     PROJEKT BUDOWLANY                      Tom III. Projekt techniczny – część 1                      Etap 1 – Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących                      w skład systemu akumulacji ciepła                      Konstrukcja                      PROJEKTOWANA POMPOWNIĄ. SCHEMAT KONSTRUKCJI W OSI D.                 </div>		


RZUT W POZIOMIE ±0.00  
SKALA 1:100






±0.00=222,88m n.p.m.

STAL PROFILOWA S235JR  
KLASA EKSPozyCJI: XC2  
BETON KONSTRUKCYJNY: C30/37  
STAL ZBROJENIOWA: A-IIIIN B500SP  
BETON PODKLADOWY: C8/10

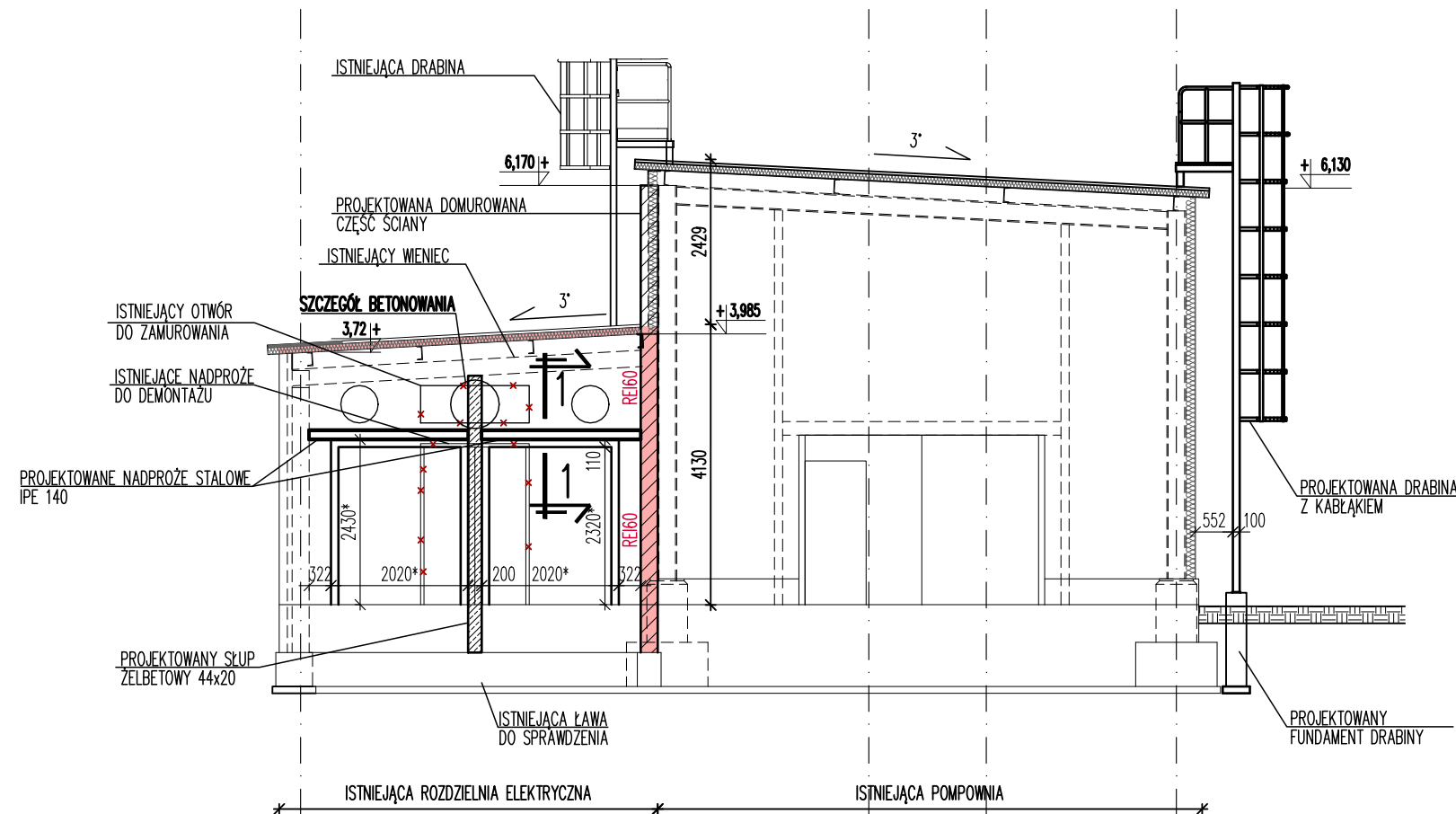
UWAGA:

- WYMIARY PODANO W MILIMETRACH (mm)
- RZĘDNE KOT WYSOKOŚCIOWYCH PODANO W MTERACH (m)
- OSTATECZNE WYMIARY FUNDAMENTÓW WYPOSAŻENIA TECHNICZENGON  
NA ETAPIE PROJEKTU WYKONAWCZEGO PO OSTATECZNYM WYBORZE URZĄDZEŃ
- PO WYLANIU FUNDAMENTÓW NOWYCH URZĄDZEŃ ORAZ W MIEJSCU WYBURZONYCH  
FUNDAMENTÓW ODTWORZYĆ USZKODZONE WARSTWY POSADZKI
- WYBÓR ZAKRESU OTWARZANIA POSADZKI NA ETAPIE PROJEKTU WYKONAWCZEGO
- OZNACZENIE ŚCIAN ODDZIELENIA POŻAROWEGO  I NP. REI60

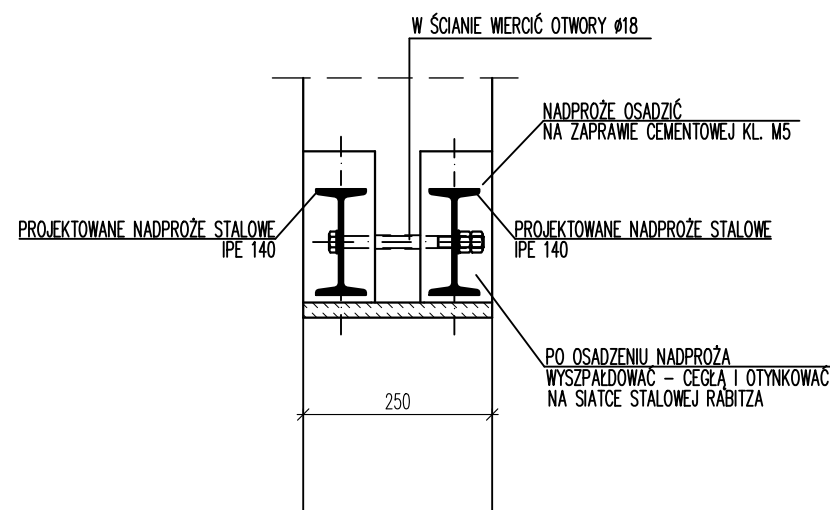
Inwestor:		 Veolia Energia Łódź S.A. ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź		
Nazwa obiektu budowlanego:				
Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4				
Tytuł rysunku:				
PROJEKT BUDOWLANY Tom III. Projekt techniczny - część 1 Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła Konstrukcja POMPOWNI ISTNIEJĄCA. STAN PROJEKTOWANY - RZUTY.				
Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud: specjalność:	mgr inż. Jarosław SZYDŁOWSKI 238/94/Wł. konstrukcyjno-budowlana	Data sporządzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta:	Skala: 1:100 Format: A2
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud: specjalność:	mgr inż. Krzysztof SOŁTYSZEWSKI 298/90/Wł. konstrukcyjno-budowlana	Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego:	Nr kolejny rys.: 17
 PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o. o. al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl			Nr rysunku VEOLIA: WHAL-PBM-07UND20-CIV-CWG-0001 Nr rysunku wykonawcy: VLO4_W-05522_PB_CZP001	



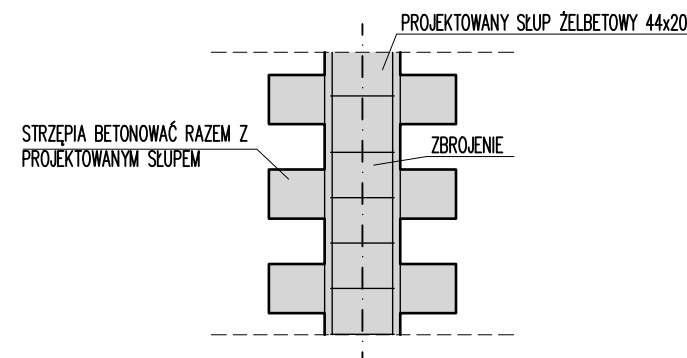
PRZEKRÓJ A-A  
SKALA 1:100



NADPROŻE STALOWE  
PRZEKRÓJ 1-1  
SKALA 1:10



SZCZEGÓŁ BETONOWANIA



±0,00=222,88m n.p.m.

STAL PROFILOWA S235JR  
KLASA EKSPozyCJI: XC2  
BETON KONSTRUKCYJNY: C30/37  
STAL ZBROJENIOWA: A-IIIN B500SP  
BETON PODKŁADOWY: C8/10

UWAGA – POMIESZCZENIE TRANSFORMATORÓW:

- PO OSTATECZNYM WYBORZE TRANSFORMATORÓW WYMIAR FUNDAMENTÓW USTALIĆ NA ETAPIE PROJEKTU WYKONAWCZEGO
- PO OSTATECZNYM WYBORZE TRANSFORMATORÓW USTALIĆ POZIOM NADPROŻA ORAZ WYMIAR DRZWI – WYMIARY OZNACZONE "\*" NA ETAPIE PROJEKTU WYKONAWCZEGO
- W CELU OSADZENIA PROJEKTOWANEGO SŁUPA ODSŁONIĆ ORAZ SPRAWDZIĆ STAN ISTNIEJĄCEJ ŁAWY ORAZ ISTNIEJĄCEGO WIENCA
- PROJEKTOWANY SŁUP ŻELBETOWY ZAKOTWIĆ W ŁAWIE I WIENCU ZA POMOCĄ PRĘTÓW WKLEJANYCH NA ŻYWICĘ HILTI HIT HY 200R
- STRZĘPIA BETONOWAĆ RAZEM Z PROJEKTOWANYM SŁUPEM ŻELBETOWYM – PATRZ SZCZEGÓŁ BETONOWANIA

Inwestor:



Veolia Energia Łódź S.A.  
ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź



Nazwa obiektu budowlanego:

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

Tytuł rysunku:

PROJEKT BUDOWLANY  
Tom III. Projekt techniczny - część 1  
Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła  
Konstrukcja  
POMPOWIA ISTNIEJĄCA. STAN PROJEKTOWANY - PRZEKROJE.

Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud.: specjalność:	mgr inż. Jarosław SZYDŁOWSKI 238/94/Wł. konstrukcyjno-budowlana	Data sporządzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta:	Skala: 1:100/1:10 Format: A3
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud.: specjalność:	mgr inż. Krzysztof SOŁTYSZEWSKI 298/90/Wł. konstrukcyjno-budowlana	Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego:	Nr kolejny rys.: 18



PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o. o.  
al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź  
tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl

Nr rysunku VEOLIA:  
WHAL-PBM-07UND20-CIV-CWG-0002  
Nr rysunku wykonawcy:  
VL04\_W-05522\_PB\_CZP002



Oznaczenie kancelaryjne zgłosz. pracy geodezyjnej	ZDT.ZOPG.4134.6453.2024
Położenie	województwo: łódzkie powiat: m. Łódź gmina: Łódź-Włdzew ulica: ul. Andrzejewskiej, EC4 nr działki: 56/35, 56/33, 56/211, 56/228, 56/222
Jednostka ewidencyjna	identyfikator: 106106_9 nazwa: ŁÓDŹ-WŁDZEW
Obręb ewidencyjny	identyfikator: 0032 nazwa: W-32
Nazwa układu współrzędnych	prostokątnych płaskich: 2000/18 wysokościowy: PL-EVRF2007-NH
Numer sekcji	6.163.34.22.1.2
Data aktualizacji mapy	25.10.2024 r.

Wykonanie niniejszej mapy nie było poprzedzone ustaleniami dotyczącymi ewentualnych służebności gruntowych obciążających grunty położone w granicach projektowanej inwestycji budowlanej.

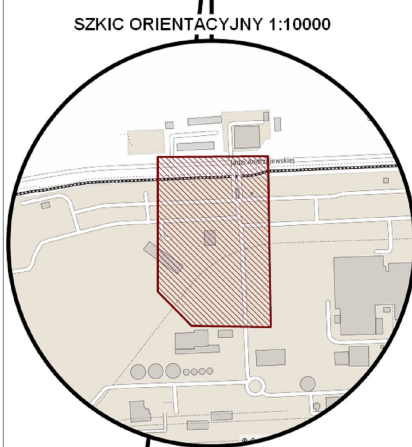
Nie badano Księgi Wieczystej przedmiotowej nieruchomości.

Nie wyklucza się istnienia w terenie innych, nie wykazanych na niniejszej mapie urządzeń podziemnych, które nie były zgłoszone do inwentaryzacji, lub o których brak jest informacji w instytucjach branżowych.

Granice działek w zakresie opracowania wniesiono z ewidencji gruntów i budynków i spełniające dokładnie określone w rozporządzeniu o ewidencji gruntów i budynków obowiązujących standardów technicznych.

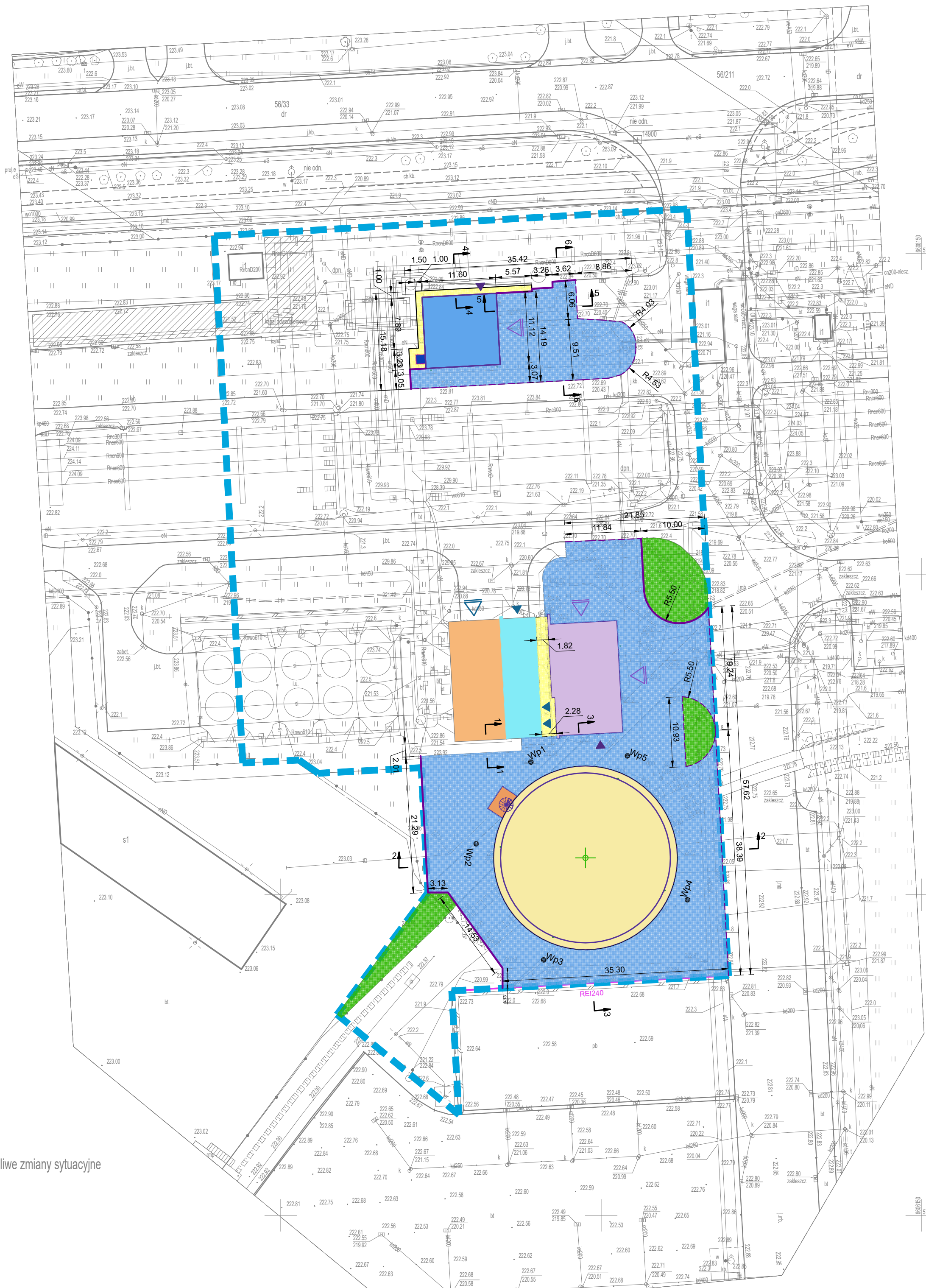
Uwaga:  
Brak informacji na temat projektowanych elementów sieci uzbrojenia terenu wykazanych w zakresie opracowania. Proszę uważać przy robotach ziemnych.

Mapę niniejszą wykonano na podstawie numerycznej mapy zasadniczej, danych aktualnej ewidencji gruntów i budynków oraz pomiaru uzupełniającego.



Oświadczam, że opart techniczny zawarty w projekcie geodezyjnym w wyniku którego powstał niniejszy dokument uzyskał pozytywny wynik weryfikacji.	ZDT.ZOPG.4134.6453.2024
Identyfikację zgłoszenia prac geodezyjnych:	Prezydent Miasta Łodzi
Organ służby geodezyjnej i kartograficznej który otrzymał zgłoszenie:	
Wykonawca prac geodezyjnych:	GEONOMA Bartłomiej Michalak
Na oraz data sporządzenia dokumentu zawierającego wynik pozytywnej komisji weryfikacji:	P.106106_9.2024.1968 z dn. 25.11.2024 r.
Imię i nazwisko oraz nr uprawnień zawodowych kierownika prac geodezyjnych:	GEONOMA Bartłomiej Michalak Jezzy Michalak nr 10029
Data i podpis kierownika prac geodezyjnych:	25.11.2024 r. 2024.1968

Legenda:  
zabet. - zabetonowane  
zakleszcz. - zakleszczone  
dpn. - dalszy przebieg nieznan. Proszę uważać przy robotach ziemnych  
nie odn. - nie odnaleziono w terenie  
Rn[...] - nadziemny przebieg przewodu  
[hatched] - obszar objęty pracami budowlanymi na dzień pomiaru w terenie. Możliwe zmiany sytuacyjne



LEGENDA:

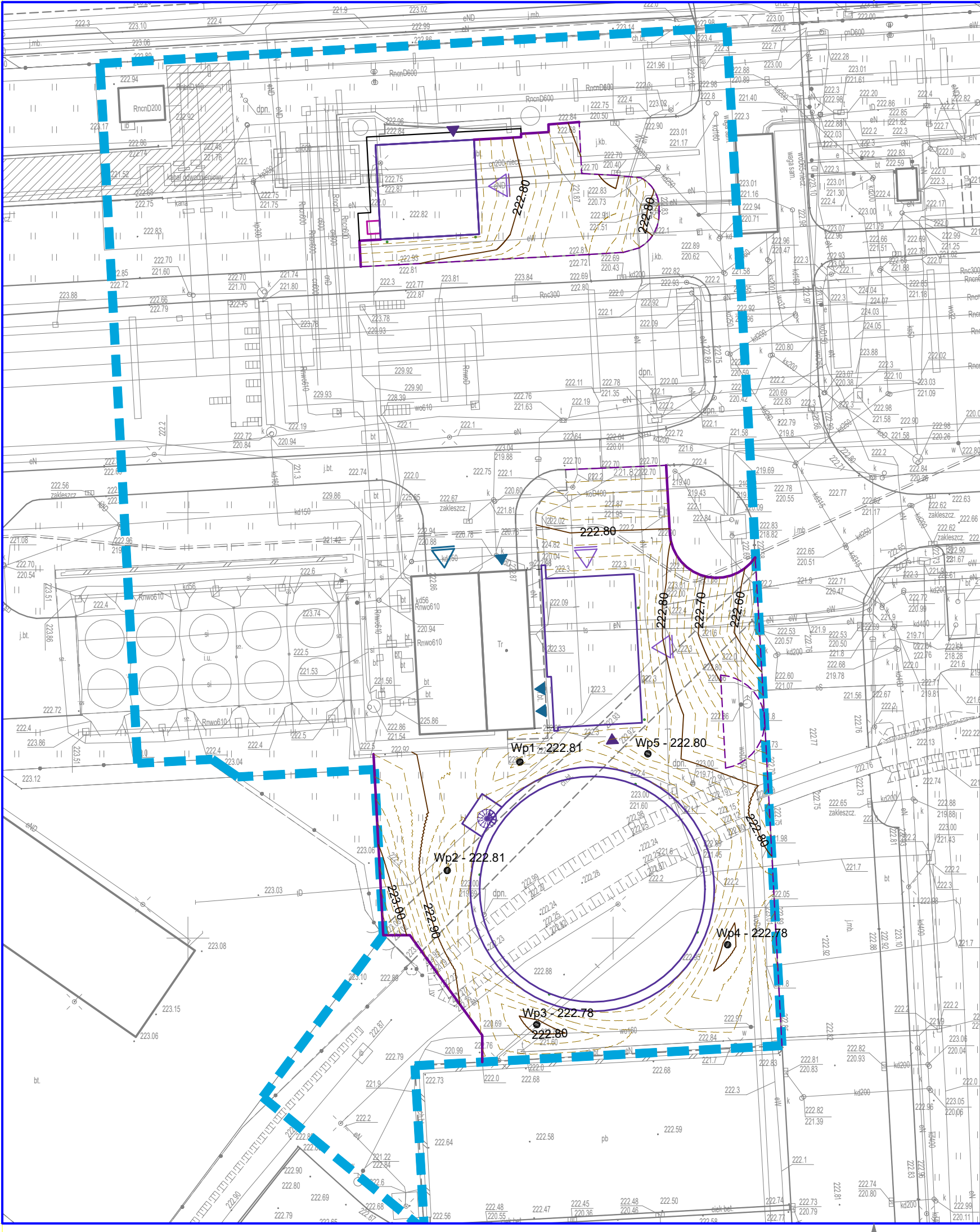
[Blue dashed line]	GRANICA OPRACOWANIA
[Blue solid line]	LINIE ROZGRANICZAJĄCE TEREN INWESTYCJI
[Blue solid line]	PROJ. UTWARDZENIE TERENU – KOSTKA BETONOWA
[Yellow solid line]	PROJ. CHODNIK KOSTKA BETONOWA
[White solid line]	PROJ. OBRZEŻE BETONOWE 8X30 CM
[Purple solid line]	PROJ. KRAWĘŻNIK BETONOWY 15X30 CM (+12CM)
[Purple dashed line]	PROJ. KRAWĘŻNIK BETONOWY 15X30 CM (ZATOPIONY)
[White dashed line]	LINIA ZMIANY NAWIERZCHNI (BEZ OPORKA)
[Green solid line]	PROJ. ZIELEŃ – TRAWNIK
[White solid line]	PROJ. WPUSTY DESZCZOWE

ELEMENTY PROJEKTOWANE WG ODREBNYCH TOMÓW:

[Purple solid line]	PROJEKTOWANA POMPOWNIJA
[Blue solid line]	PROJEKTOWANY KOCIOŁ ELEKTRODOWY
[Yellow solid line]	PROJEKTOWANY ZBIORNIK AKUMULATORA CIEPŁA NA FUNDAMENCIE
[Orange solid line]	PROJEKTOWANY FUNDAMENT Z KLATKĄ TECHNICZNĄ – DOUSĆCIE DO URZĄDZEŃ
[Blue solid line]	PROJEKTOWANA STUDZIENKA SCHŁADZAJĄCA
[Blue solid line]	PROJEKTOWANE WEJŚCIE DO OBIEKTÓW
[Blue solid line]	ISTNIEJĄCE WEJŚCIE DO OBIEKTÓW
[Blue solid line]	PROJEKTOWANY WJAZD – BRAMA SERWISOWA
[Blue solid line]	ISTNIEJĄCY WJAZD – BRAMA SERWISOWA
[Blue solid line]	PROJEKTOWANA RURA SPUSTOWA
[Blue solid line]	ŚCIANA OPOROWA O ODOPORNOŚCI REI240

Inwestor: <b>VEOLIA</b> Veolia Energia Łódź S.A. ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź				
Nazwa obiektu budowlanego: Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4				
Tytuł rysunku: PROJEKT BUDOWLANY Tom III. Projekt techniczny - część 1 Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła Drogi, place i chodniki PLAN SYTUACYJNY				
Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud. specjalność:	mgr inż. Piotr KROPIDŁOWSKI ŁÓD/3064/PWB/16 inżynierska drogowa	Data sporządzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta:	Skala: 1:500 Format: 3A3
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud. specjalność:	mgr inż. Kamil NAWROCKI ŁÓD/3502/PWB/18 inżynierska drogowa	Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego:	Nr kolejny rys.: 19
PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o.o. al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl				
Nr rysunku VEOLIA: WHAL-PBM-07UZA00-CIV-LAY-0001 Nr rysunku wykonawczy: VL04_W-05552_PB_CLA201				





LEGENDA:



WARSTWICE GŁÓWNE

WARSTWICE POMOCNICZE

Inwestor:



Veolia Energia Łódź S.A.  
ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź



Nazwa obiektu budowlanego:

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych  
wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni  
na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

Tytuł rysunku:

PROJEKT BUDOWLANY  
Tom III. Projekt techniczny - część 1  
Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących  
w skład systemu akumulacji ciepła  
Drogi, place i chodniki  
PLAN WARSTWICOWY

Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud.: specjalność:	mgr inż. Piotr KROPIDŁOWSKI LOD/3084/PWBD/16 inżynierska drogowa	Data sporządzenia:  20.02.2025 r.	Podpis projektanta:	Skala: 1:500
				Format: A3
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud.: specjalność:	mgr inż. Kamil NAWROCKI LOD/3502/PWBD/18 inżynierska drogowa	Data sprawdzenia:  20.02.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego:	Nr kolejny rys.: 20



PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o. o.  
al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź  
tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl

Nr rysunku VEOLIA:  
WHAL-PBM-07UZA00-CIV-LAY-0002  
Nr rysunku wykonawcy:  
VLO4\_W-05552\_PB\_CLA202

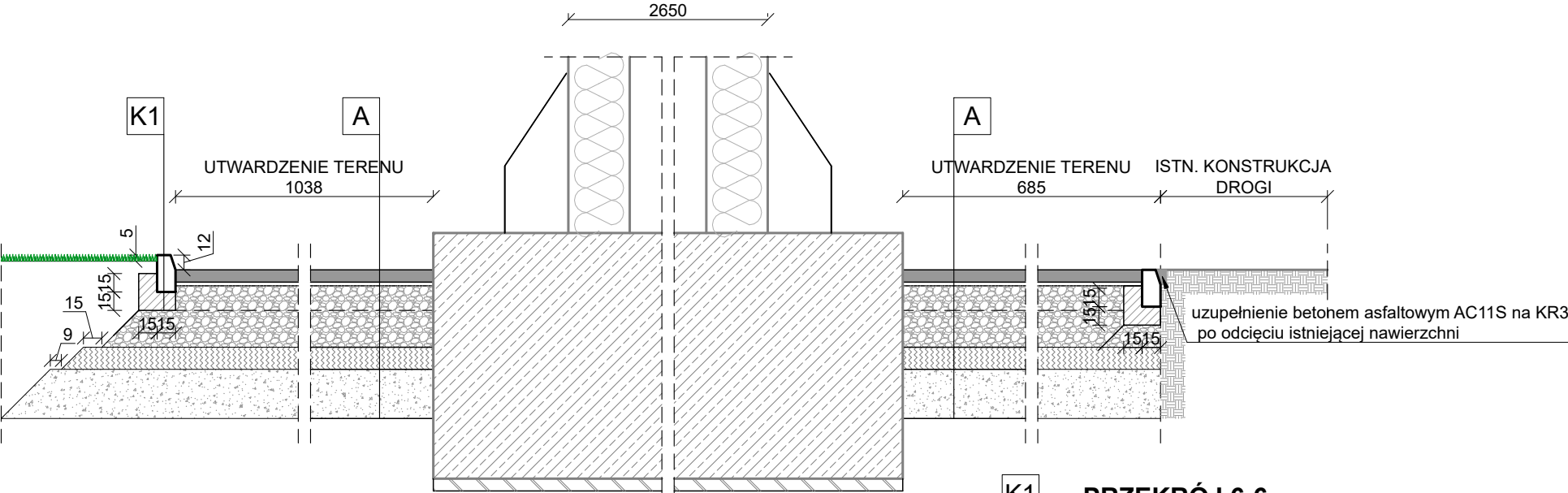






PRZEKRÓJ 2-2

PROJEKTOWANY AKUMULATOR CIEPŁA  
(WG ODRĘBNEGO TOMU)



A KONSTRUKCJA JEZDNI

kostka betonowa	gr. 10 cm
podsyпка cementowo - piaskowa (1:4)	gr. 3 cm
podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej C90/3, 0/31,5	gr. 50 cm
podbudowa pomocnicza z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym C3/4	gr. 18 cm
ulepszone podłoże z gruntu niewysadzinowego	
(naturalnego lub antropogenicznego) o CBR≥ 20%.	gr. 40 cm

B KONSTRUKCJA CHODNIKA

kostka betonowa	gr. 8cm
podsyпка cementowo - piaskowa (1:4)	gr. 3cm
podbudowa zasadnicza z mieszanki niezwiązanej C90/3, 0/31,5	gr. 15 cm
warstwa ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego cementem C1,5/2	gr. 20 cm

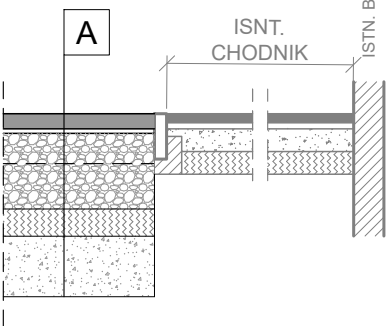
K1

krawężnik betonowy	15x30x100cm
ława z oporem z betonu C12/15	

K2

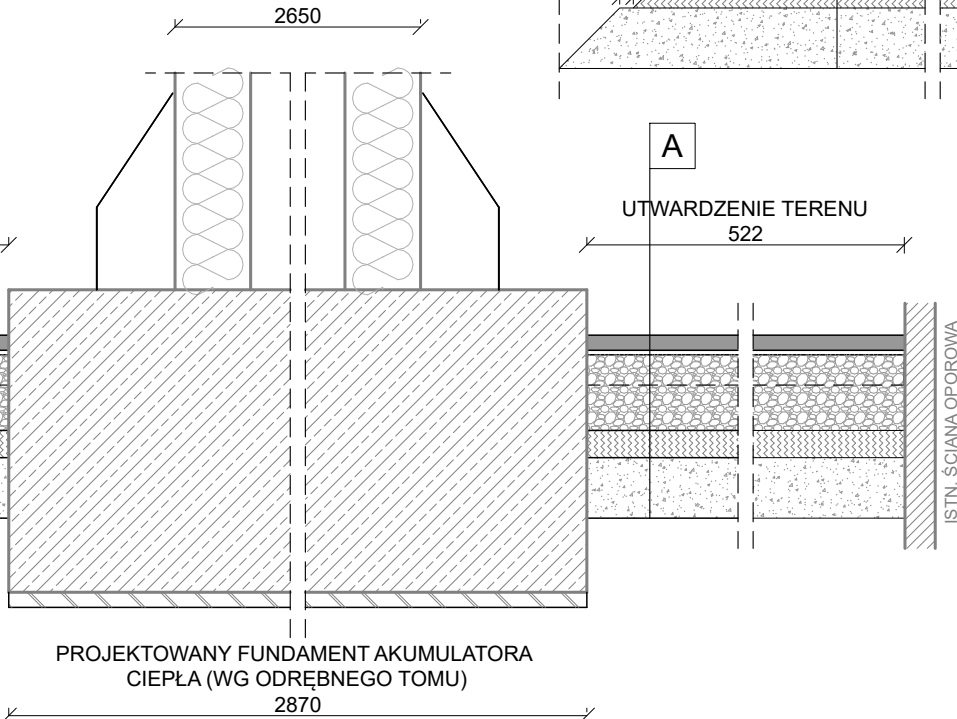
obrzeże betonowe	8x30x100cm
ława z oporem z betonu C12/15	

PRZEKRÓJ 1-1

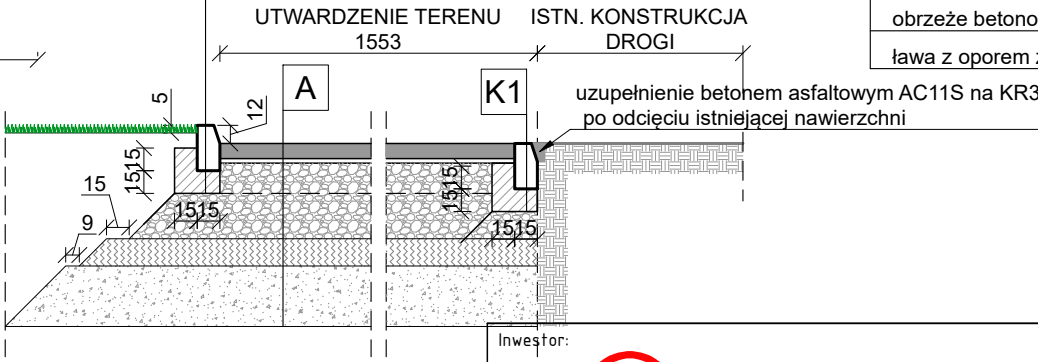


PRZEKRÓJ 3-3

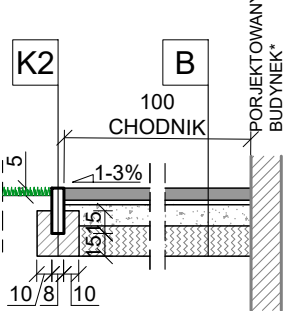
PROJEKTOWANY AKUMULATOR CIEPŁA  
(WG ODRĘBNEGO TOMU)



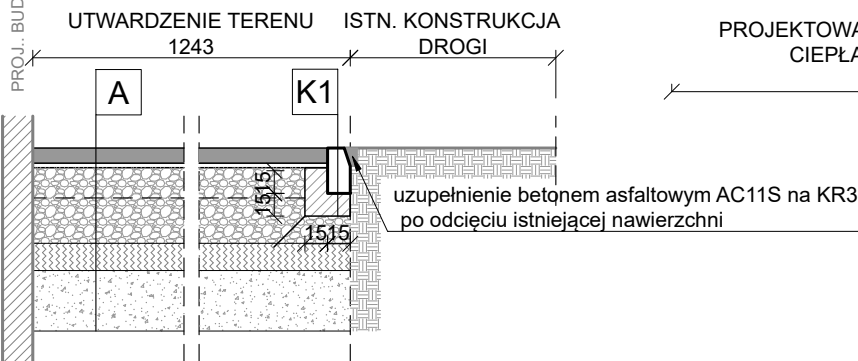
PRZEKRÓJ 6-6



PRZEKRÓJ 4-4



PRZEKRÓJ 5-5



Inwestor:



Veolia Energia Łódź S.A.  
ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź



Nazwa obiektu budowlanego:

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

Tytuł rysunku:

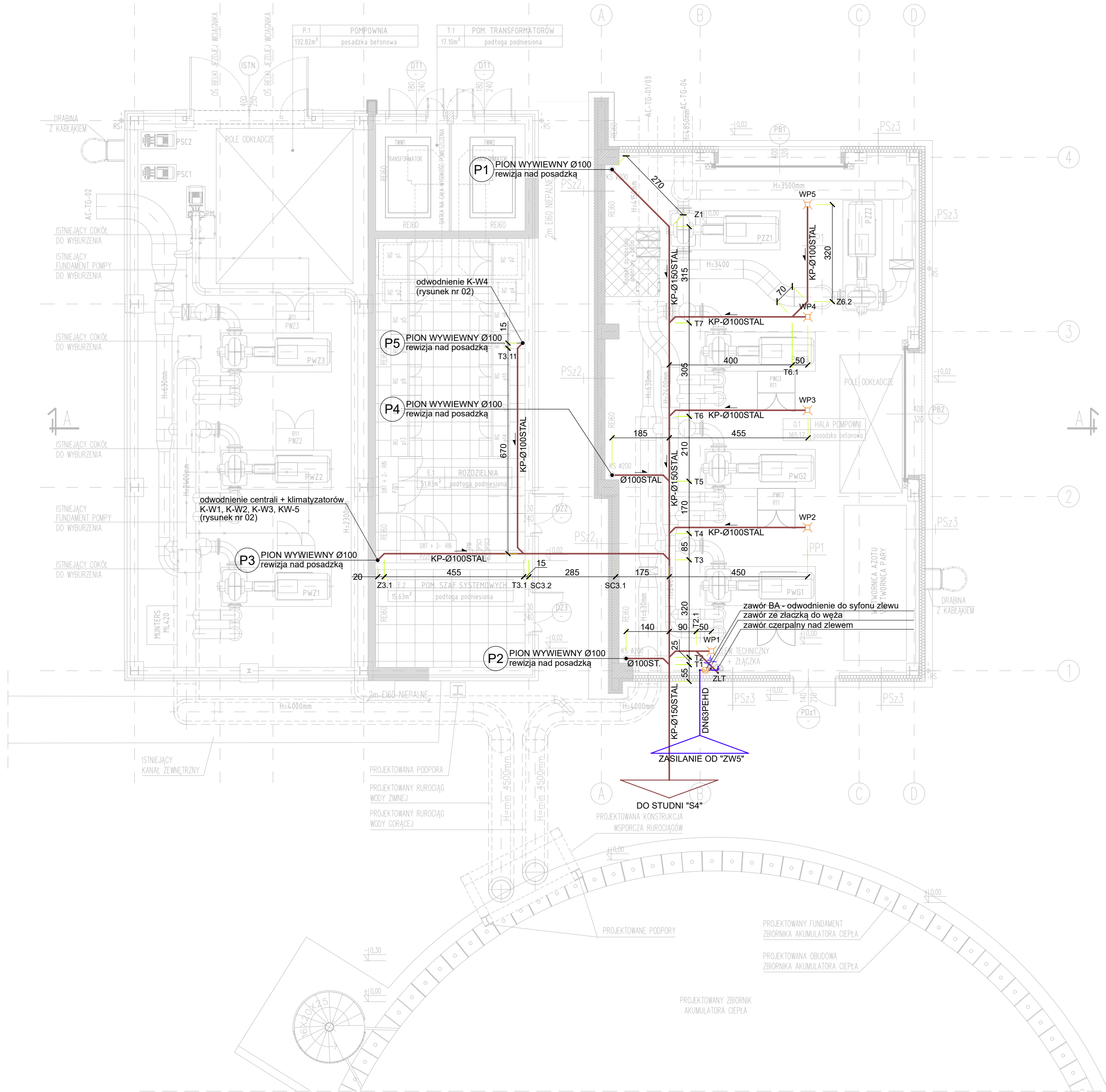
PROJEKT BUDOWLANY  
Tom III. Projekt techniczny - część 1  
Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła  
Drogi, place i chodniki  
PRZEKROJE KONSTRUKCYJNE


Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud.: specjalność:	mgr inż. Piotr KROPIDŁOWSKI LOD/3084/PWBD/16 inżynierjna drogową	Data sporządzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta:	Skala: 1:50 Format: A3
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud.: specjalność:	mgr inż. Kamil NAWROCKI LOD/3502/PWBD/18 inżynierjna drogową	Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego:	Nr kolejny rys.: 22




PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o. o.  
al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź  
tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl

Nr rysunku VEOLIA:  
WHAL-PBM-07UZA00-CIV-LAY-0004  
Nr rysunku wykonawcy:  
VLO4\_W-05552\_PB\_CZT001





Veolia Energia Łódź S.A.  
ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź




Nazwa obiektu budowlanego:

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

Tytuł rysunku:

PROJEKT BUDOWLANY  
Tom III. Projekt techniczny - część 1  
Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła  
Instalacje sanitarne. Instalacje wodno-kanalizacyjne  
POMPOWNI ISTNIEJĄCA I PROJEKTOWANA. RZUT INSTALACJI

Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud.: specjalność:	inż. Marcin WĘŻYK LOD/0526/PODS/06 instalacyjna	Data sporządzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta:	Skala: 1:100 Format: 1,25A2
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud.: specjalność:	mgr inż. Przemysław KOZŁOWSKI 55/02/Wt instalacyjna	Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego:	Nr kolejny rys.: 23



PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o.o.  
al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź  
tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl

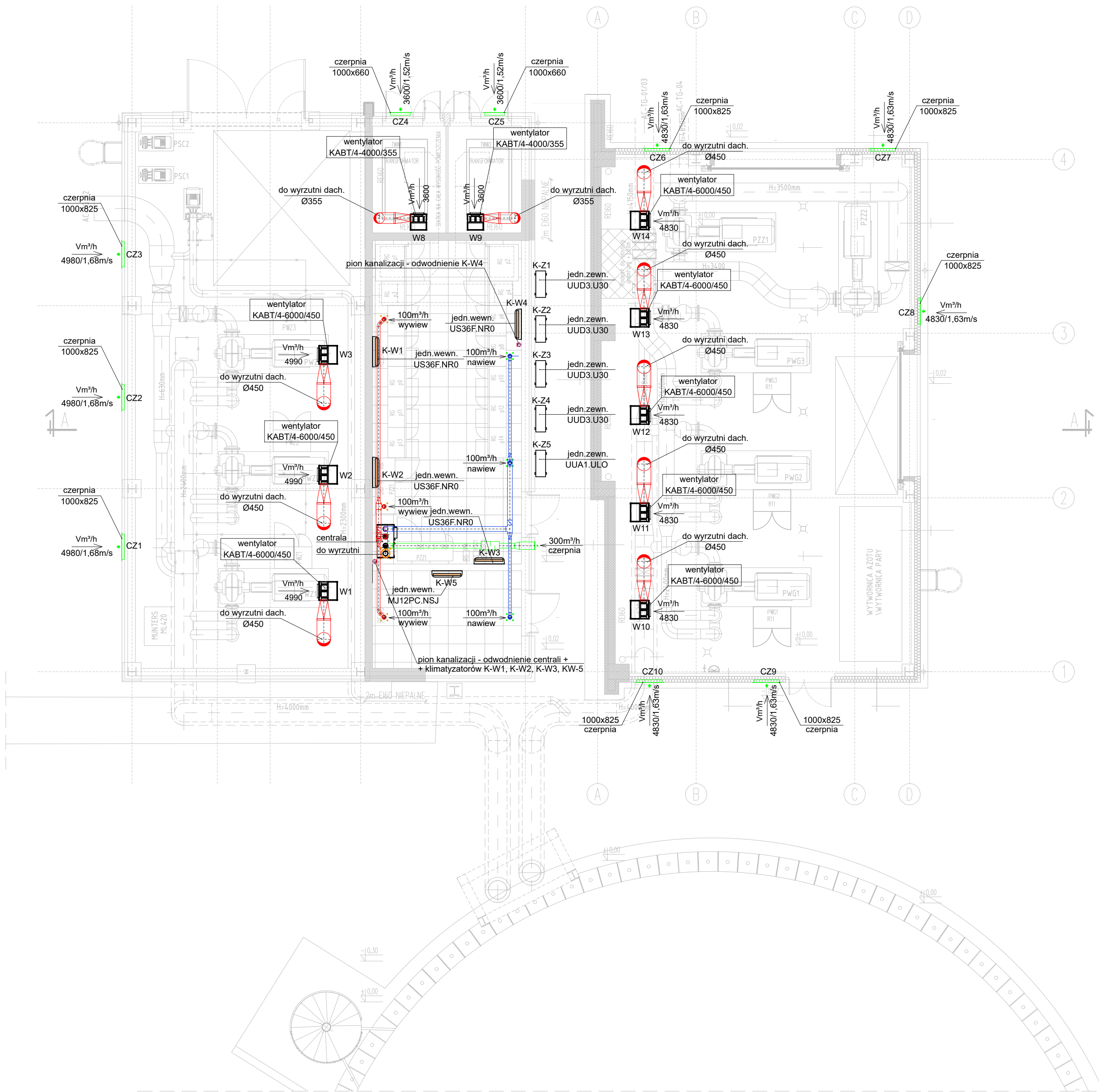
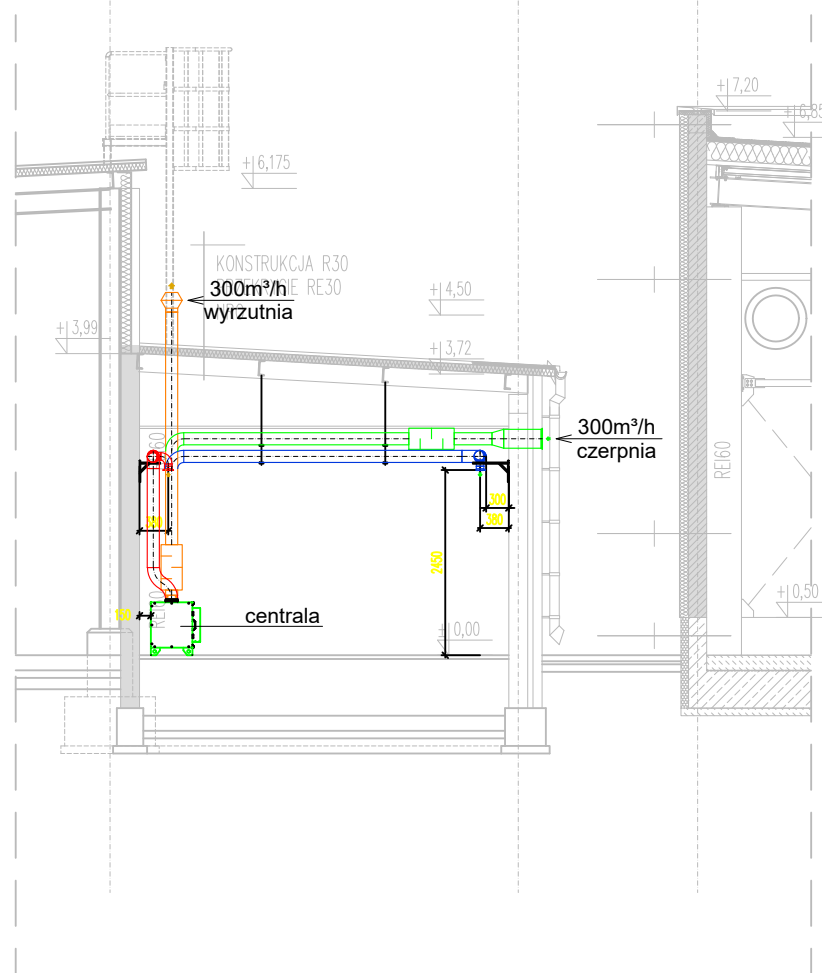
Nr rysunku VEOLIA:  
WHAL-PBM-07UNx00-WSI-LAY-0001  
Nr rysunku wykonawcy:  
VL04\_W-05552\_PB\_CZW001









PRZEKRÓJ A-A  
(wycinek przez rozdzielnię elektryczną)



Inwestor:		 Veolia Energia Łódź S.A. ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź			
Nazwa obiektu budowlanego:					
Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4					
Tytuł rysunku:					
PROJEKT BUDOWLANY Tom III. Projekt techniczny - część 1 Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła Instalacje sanitarne. Instalacje wentylacji i schładzania POMPOWIA ISTNIEJĄCA I PROJEKTOWANA. RZUT INSTALACJI					
Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud. specjalność:		inż. Marcin WĘŻYK ŁOD/0526/PODS/06 instalacyjna		Data sporządzenia: 20.02.2025 r.	
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud. specjalność:		mgr inż. Przemysław KOZŁOWSKI 55/02/Wt instalacyjna		Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.	
Podpis projektanta:		Podpis projektanta sprawdzającego:		Skala: 1:100 Format: 1,25A2	
Nr rysunku wykonawcy:		Nr rysunku wykonawcy:		Nr kolejny rys.: 25	
PROBUDMIX		PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o.o. al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl		Nr rysunku VEOLIA: WHAL-PBM-07Unx00-HVA-LAY-0001 Nr rysunku wykonawcy: VL04_W-05552_PB_CZX001	

Inwestor:



Veolia Energia Łódź S.A.  
ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź



Nazwa obiektu budowlanego:

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych  
wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni  
na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

Tytuł rysunku:

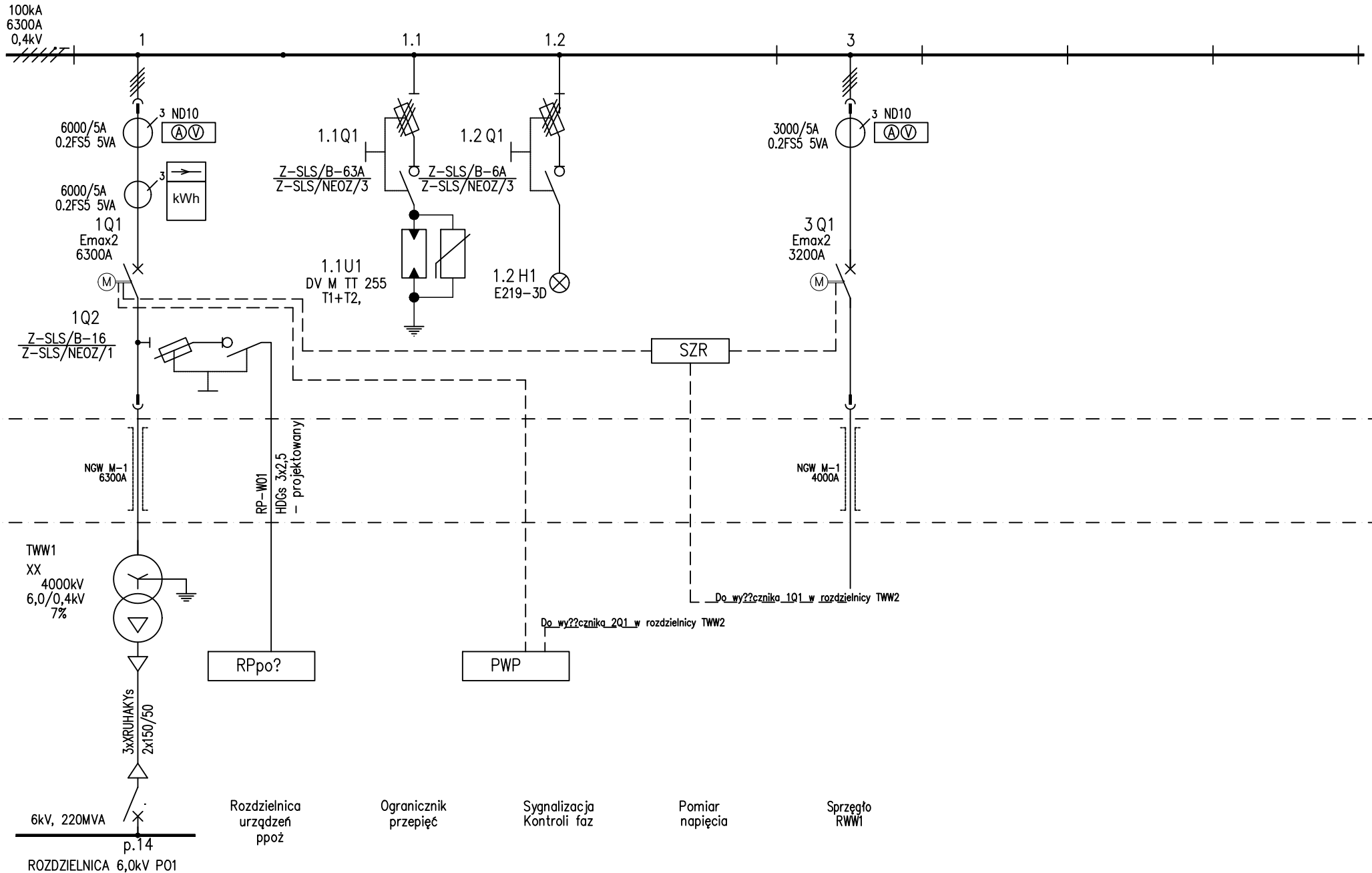
**PROJEKT BUDOWLANY**  
**Tom III. Projekt techniczny - część 1**  
Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących  
w skład systemu akumulacji ciepła  
**Instalacje elektryczne**  
**Rozdzielnica RWW1 - Schematy strukturalne**

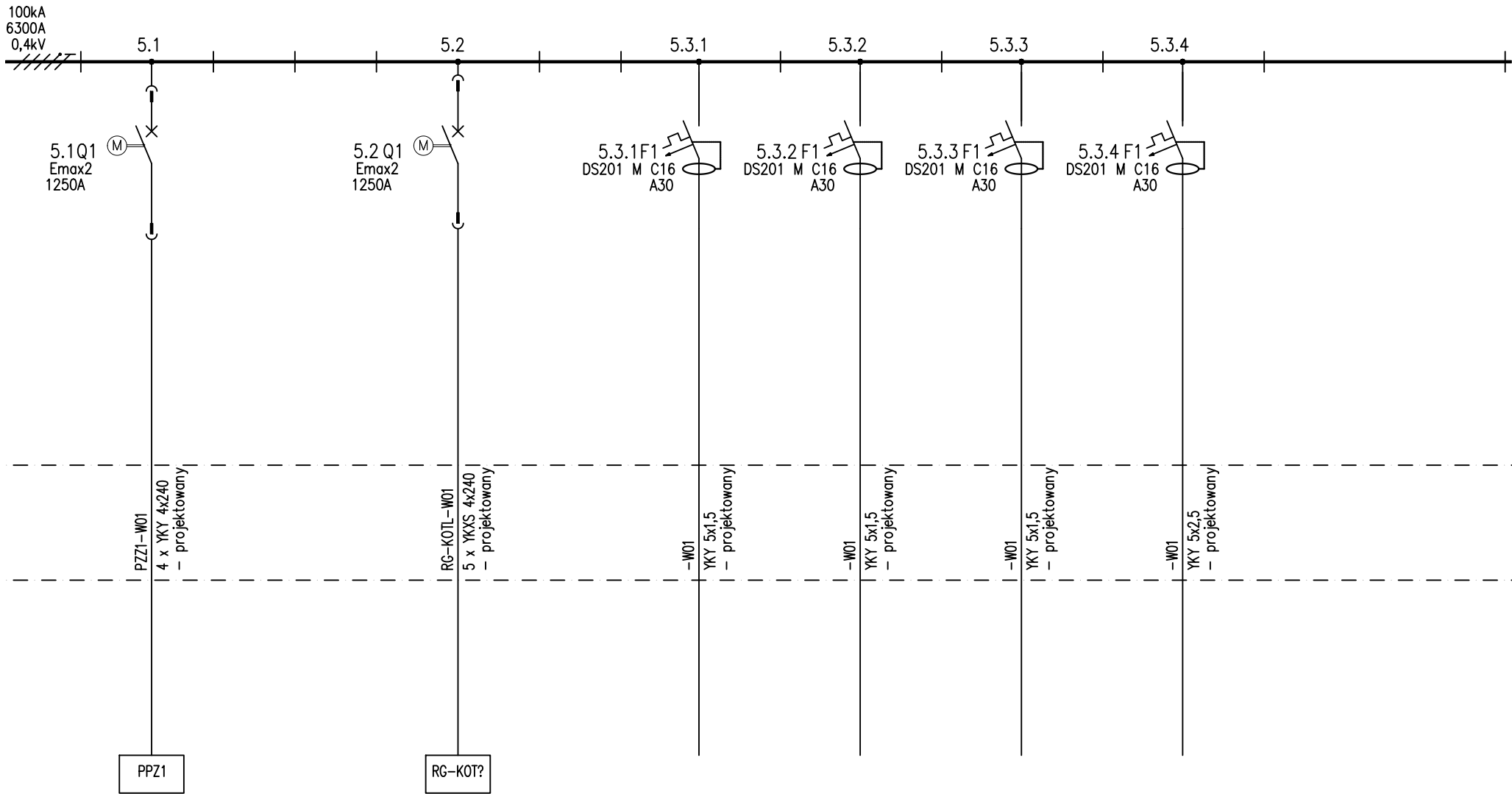
Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud.: specjalność:	mgr inż. Marcin BAKUN LOD/3060/PWBE/16 instalacyjna	Data sporządzenia:  20.02.2025 r.	Podpis projektanta:	Skala: --
				Format: A4
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud.: specjalność:	mgr inż. Tomasz PILICHOWSKI LOD/5240/PWBE/23 instalacyjna	Data sprawdzenia:  20.02.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego:	Nr kolejny rys.: 26
<div><div><div>PROBUDMIX</div></div><div>PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o. o. al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl</div></div>			Nr rysunku VEOLIA: WHAL-PBM-07NDx00-ELE-SLD-0001	
			Nr rysunku wykonawcy: VL04_W-05522_PB_EFA001_0	

ROZDZIELNICA 0,4kV RWW1

KABLE

OBIEKT





Pi=560kW, li=915A  
SZAFKA FALOWNIKA  
Pompa zimnego zmieszania PZ1

Pi=641kW, li=1232A  
ROZDZIELNICA  
Zasilanie rozdzielni w budynku  
kotła elektrodowego

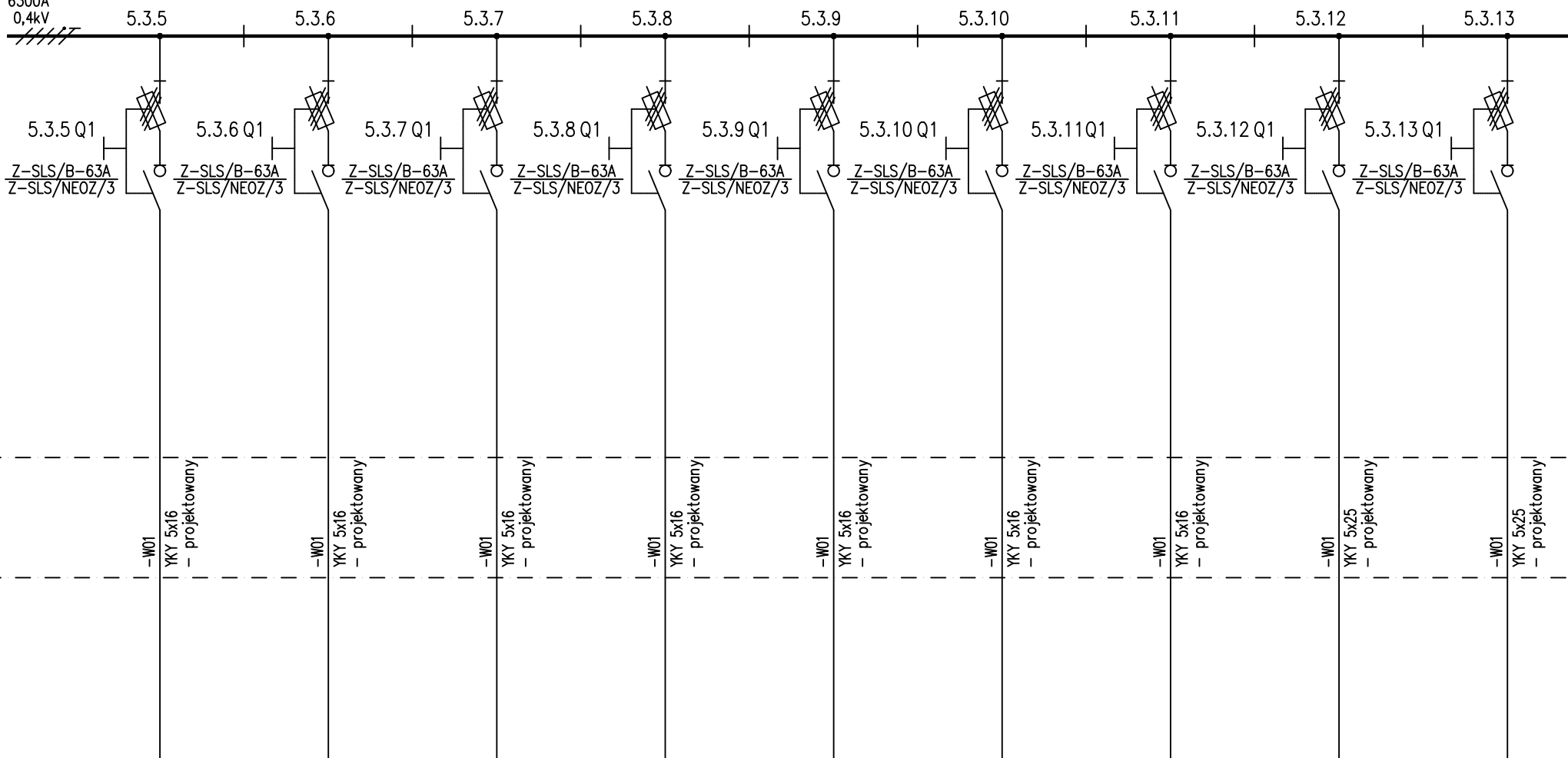
Pi=1,5kW, li=2,4A  
Oświetlenie budynku  
pompowni wody  
zimnej

Pi=1,5kW, li=2,4A  
Oświetlenie budynku  
pompowni wody  
cieplej

Pi=1,5kW, li=2,4A  
Oświetlenie budynku  
elektrycznego

Pi=2kW, li=3,2A  
Oświetlenie akumulatora  
ciepła

100kA  
6300A  
0,4kV



Pi=30kW, li=46,1A  
Gniazdo remontowe —  
pompowni wody  
zimnej

Pi=30kW, li=46,1A  
 rniazdo remontowe –  
 pompowni wody  
 zimnej

Pi=30kW, li=46,1A  
Gniazdo remontowe-  
pompowni wody  
zimnej

Pi=30kW, li=46,1A  
Gniazdo remontowe –  
pompowni wody  
ciepłej

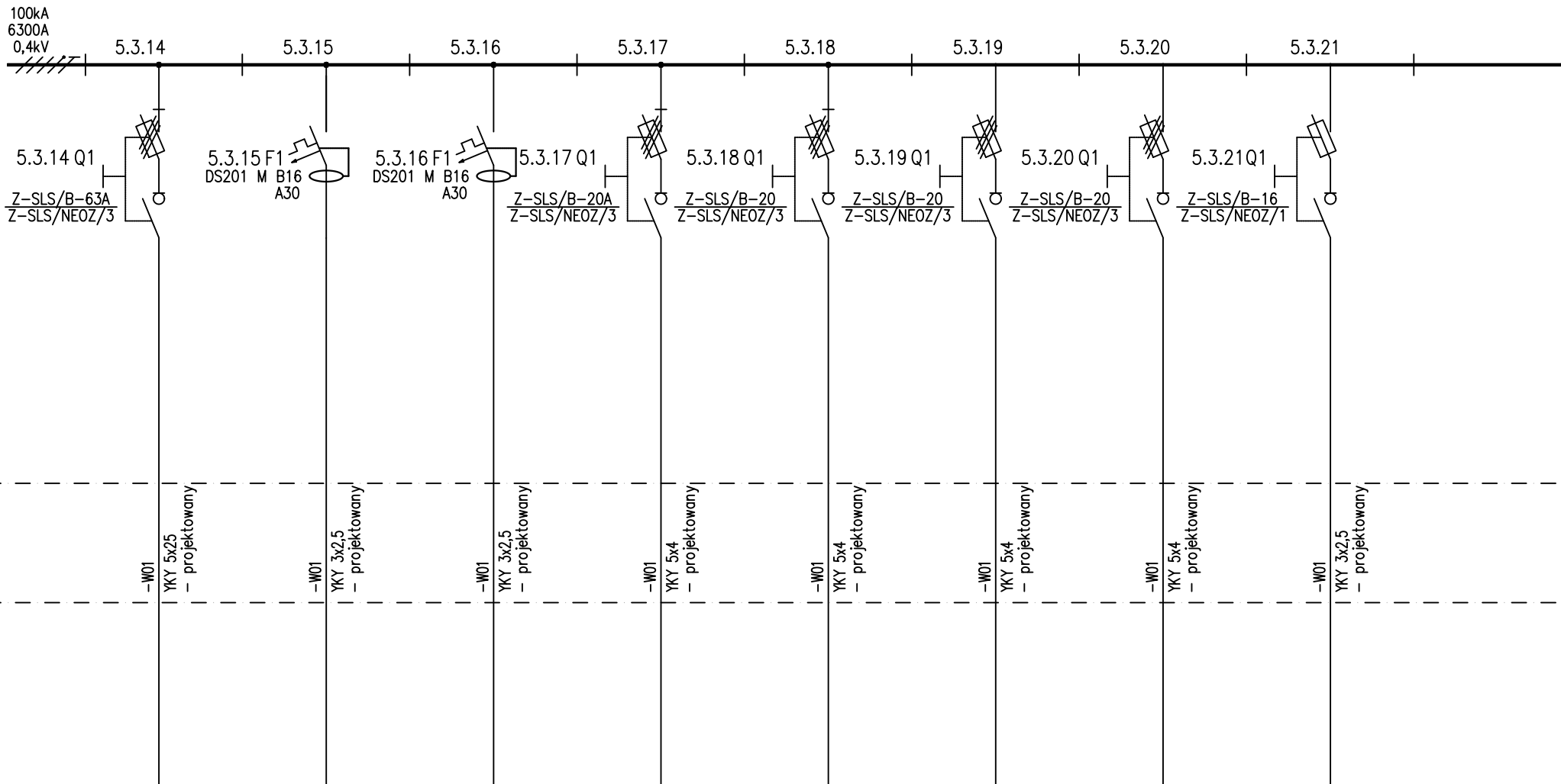
Pi=30kW, li=46,1A  
Gniazdo remontowe –  
pompowni wody  
ciepłej

Pi=30kW, li=46,1A  
Gniazdo remontowe –  
pompowni wody  
ciepłej

Pi=30kW, li=46,1A  
Gniazdo remontowe —  
pompowni wody  
ciepłej

Pi=30kW, li=46,1A  
Gniazdo remontowe –  
akumulator –  
ciepła

Pi=30kW, li=46,1A  
Gniazdo remontowe –2  
akumulator  
ciepła



Pi=30kW, li=46,1A  
Gniazdo remontowe  
akumulator  
ciepła

Pi=3,5kW, li=16A  
Gniazda - pomieszczenie  
rozdzielni

Pi=3,5kW, li=16A  
Gniazda pomieszczenie  
AKPiA

Pi=4W, li=6,5  
Klimatyzator -1  
pomieszczenie  
rozdzielni

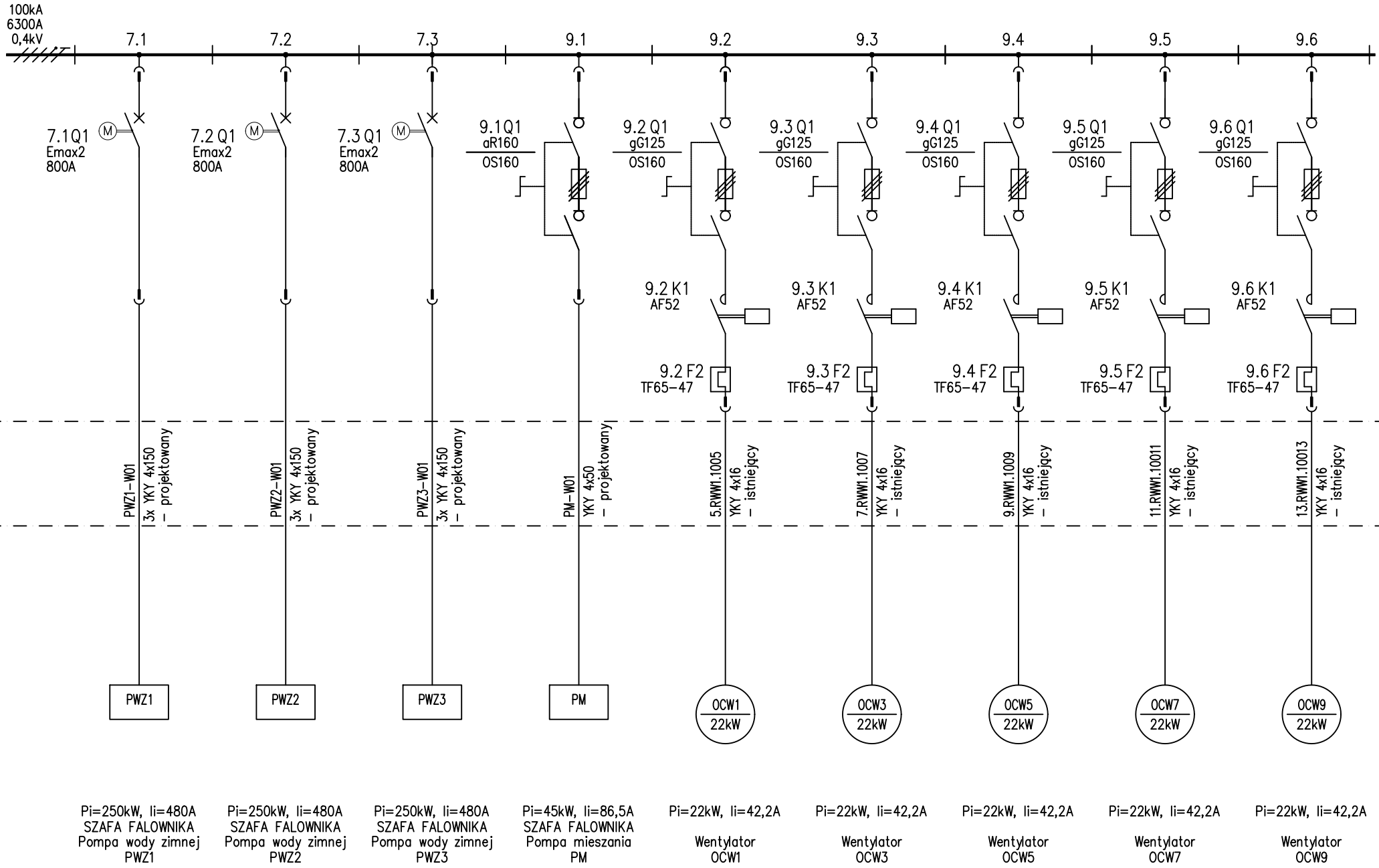
Pi=4W, li=6,5  
Klimatyzator -1  
pomieszczenie  
rozdzielni

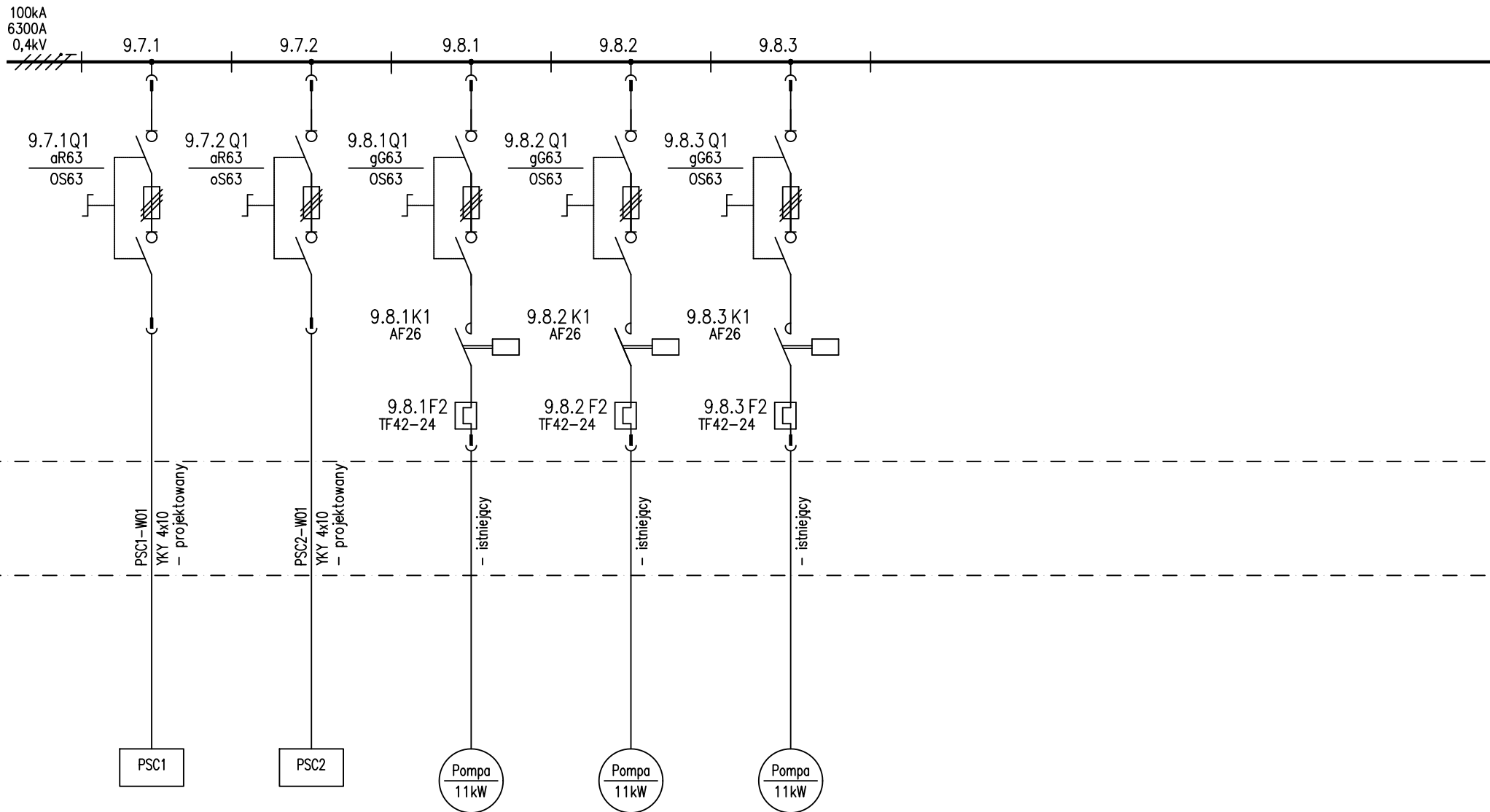
Pi=4W, li=6,5  
Klimatyzator -1  
pomieszczenie  
rozdzielni

Pi=4W, li=6,5  
Klimatyzator -1  
pomieszczenie  
rozdzielni

Pi=4W, li=6,5  
Klimatyzator -1  
pomieszczenie  
rozdzielni







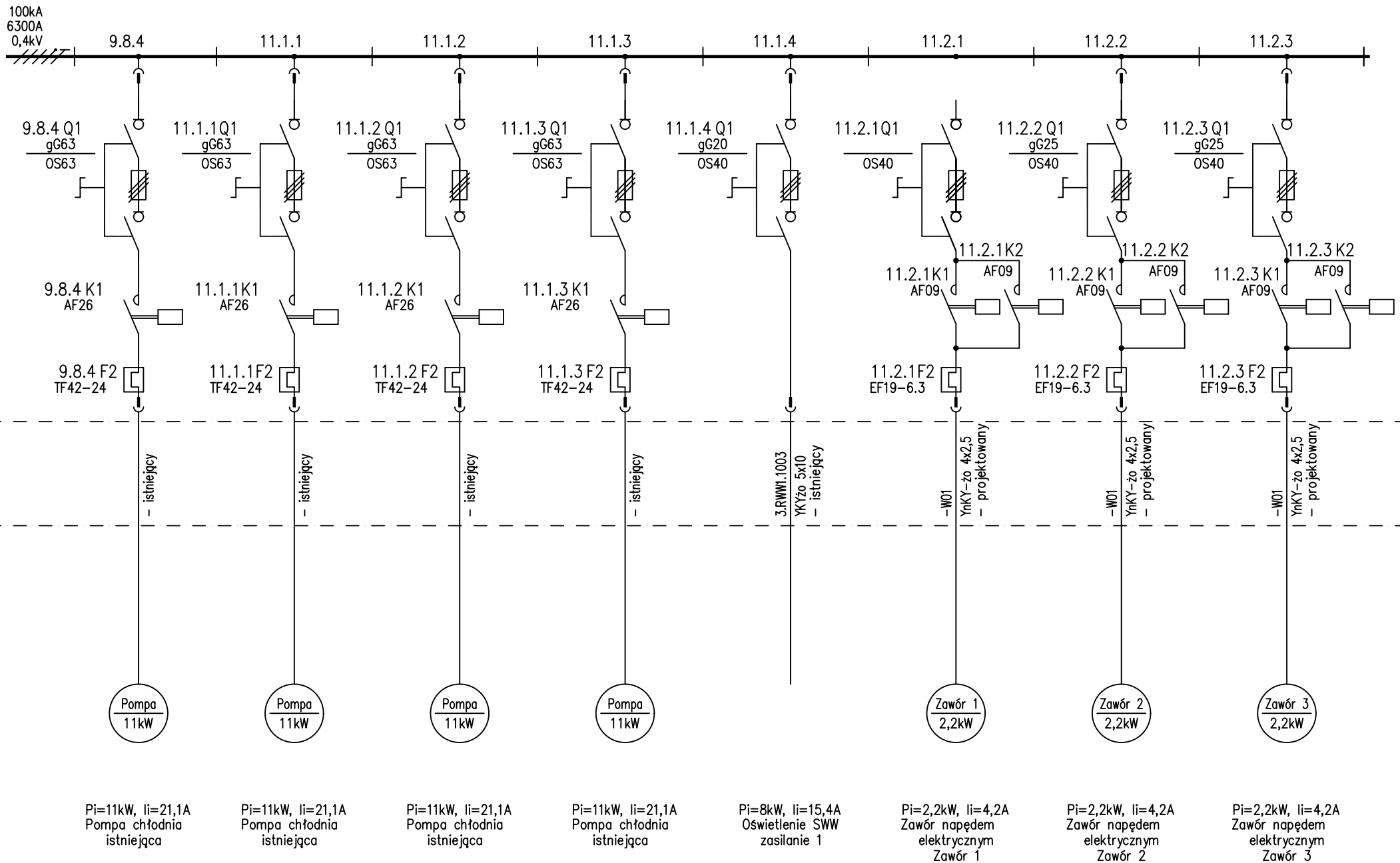
Pi=15kW, li=28,8A  
SZAFA FALOWNIKA  
Pompa stabilizacji  
ciśnienia PSC1

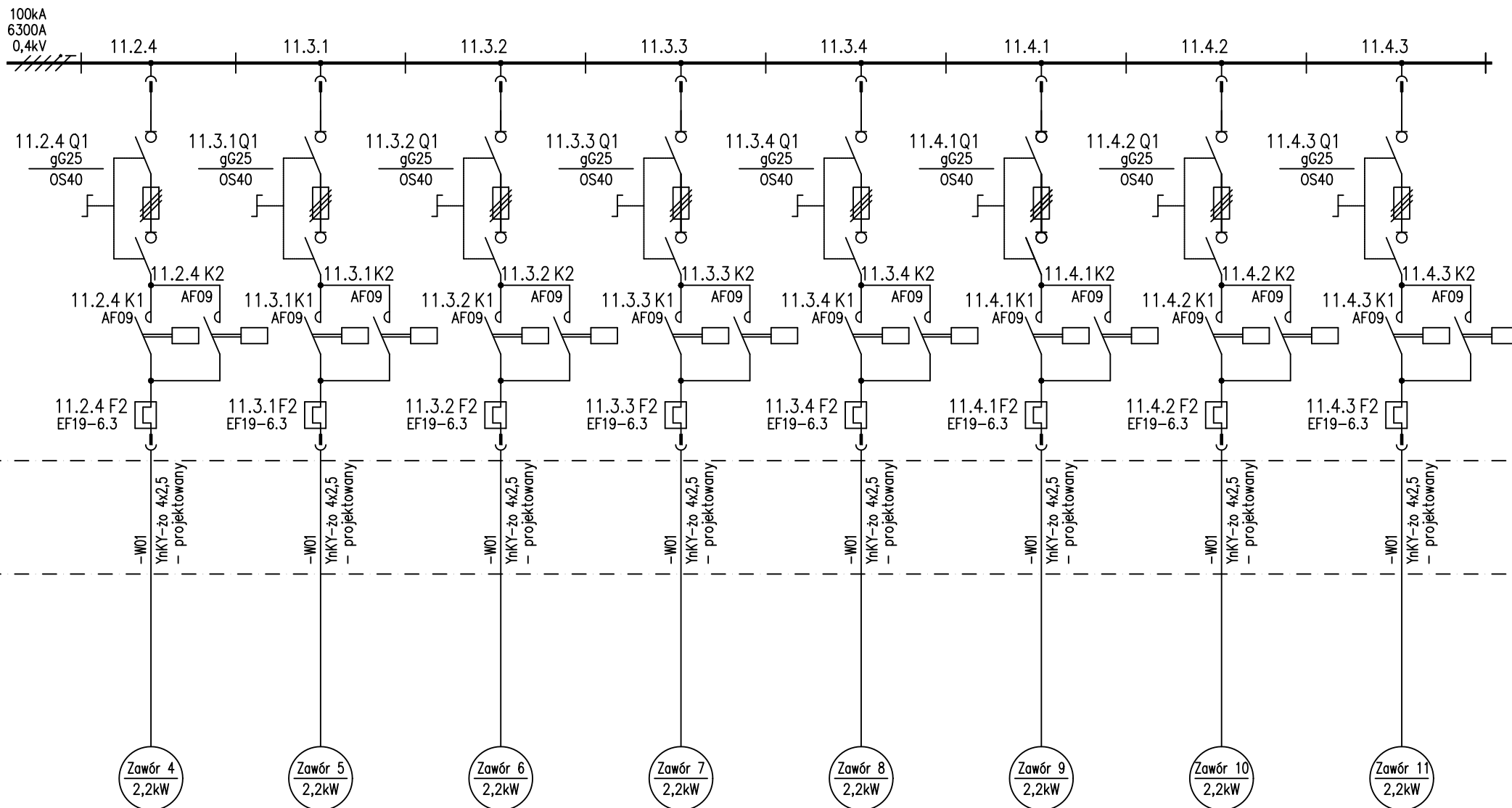
Pi=15kW, li=28,8A  
SZAFA FALOWNIKA  
Pompa stabilizacji  
ciśnienia PSC2

Pi=11kW, li=21,1A  
Pompa chłodnia  
istniejąca

Pi=11kW, li=21,1A  
Pompa chłodnia  
istniejąca

Pi=11kW, li=21,1A  
Pompa chłodnia  
istniejąca





Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 4

Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 5

Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 6

Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 7

Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 8

Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 9

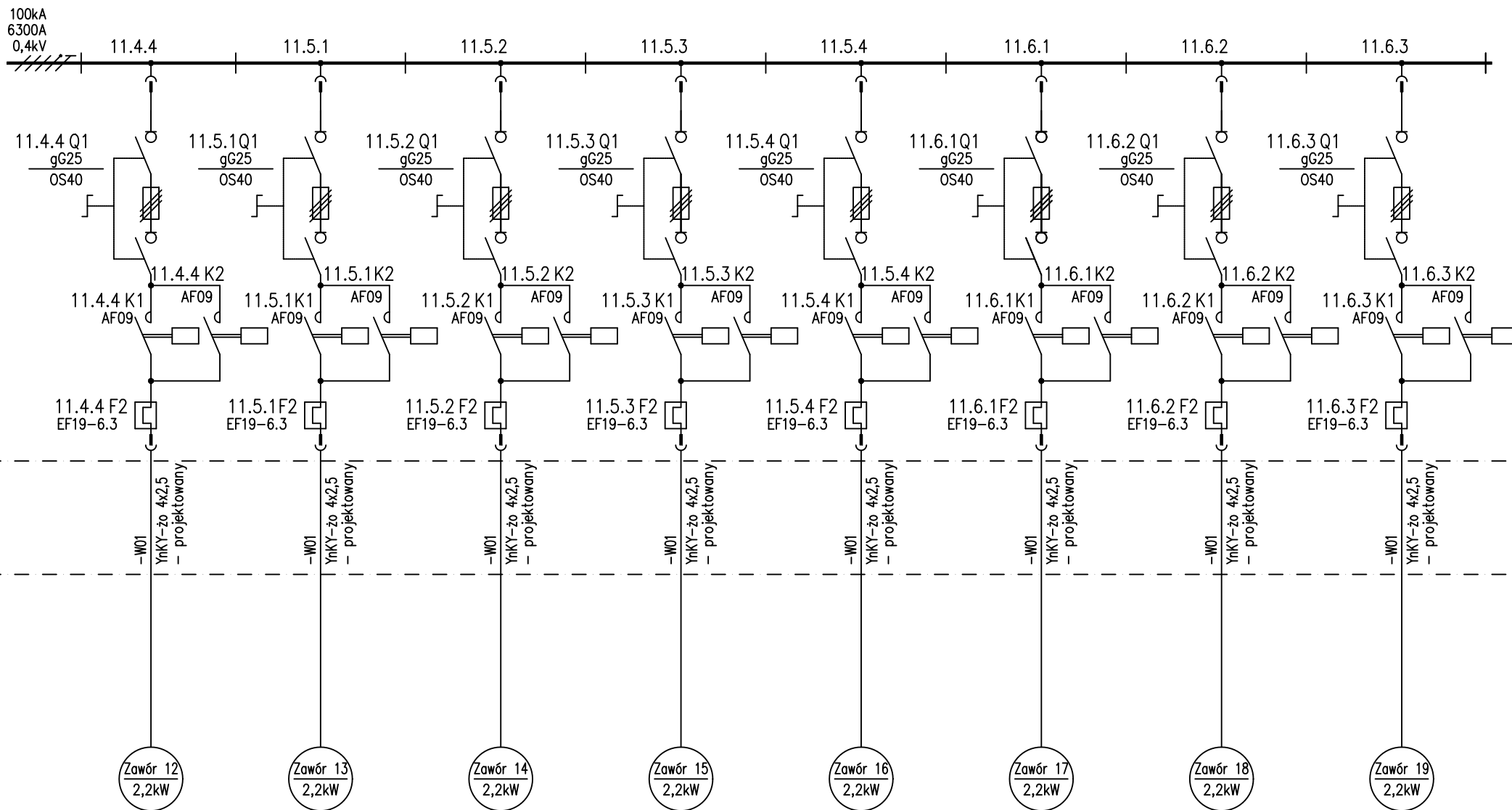
Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 10

Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 11

ROZDZIELNICA 0,4kV RWW1

KABLE

OBIEKT



Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 12

Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 13

Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 14

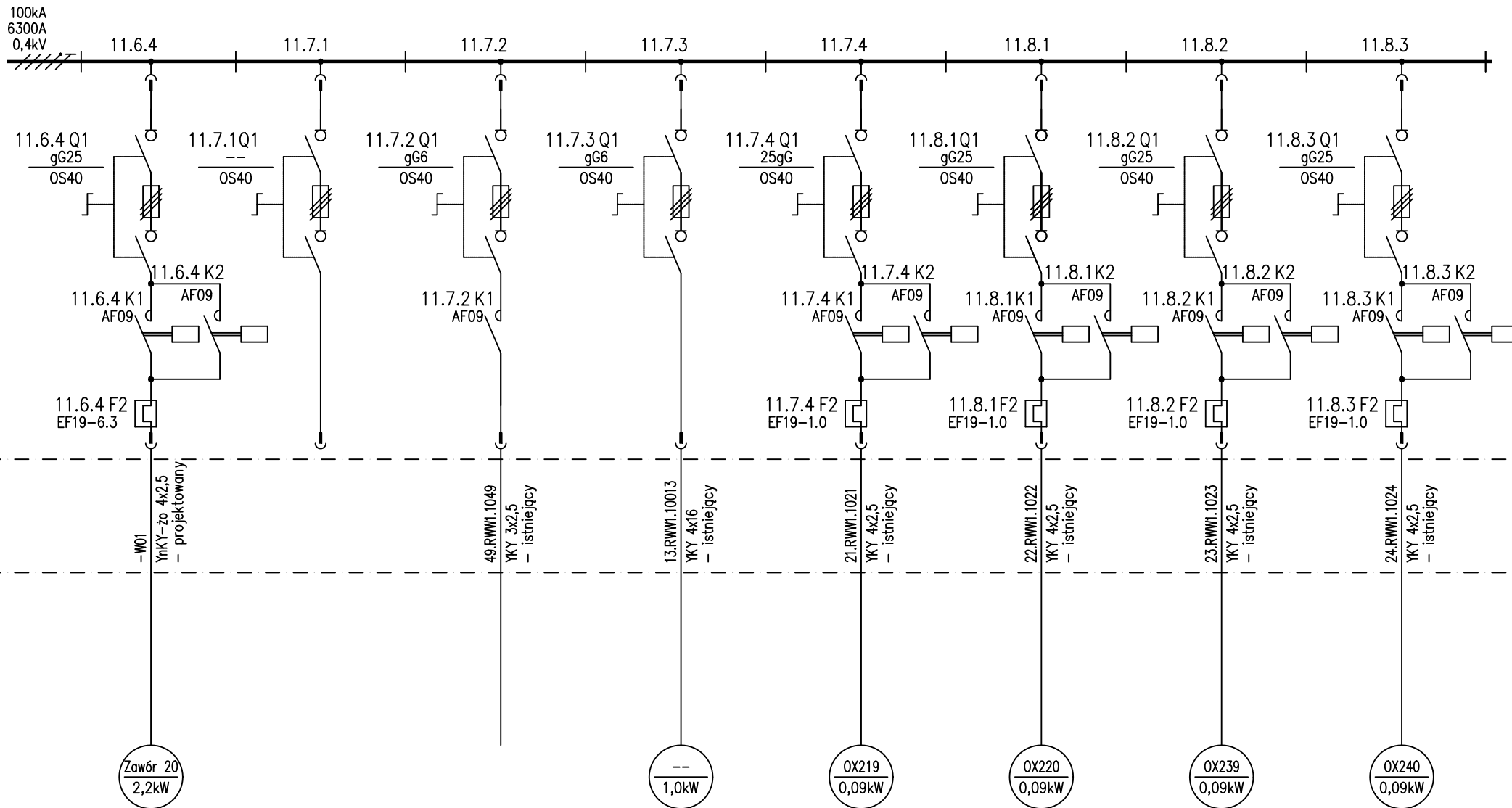
Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 15

Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 16

Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 17

Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 18

Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 19



Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 20

rezerwa

Pi=1kW, li=1,9A  
Grzałka pompy PP1

Pi=1kW, li=1,9A  
Przepustnica regulacyjna  
z napędem elektrycznym

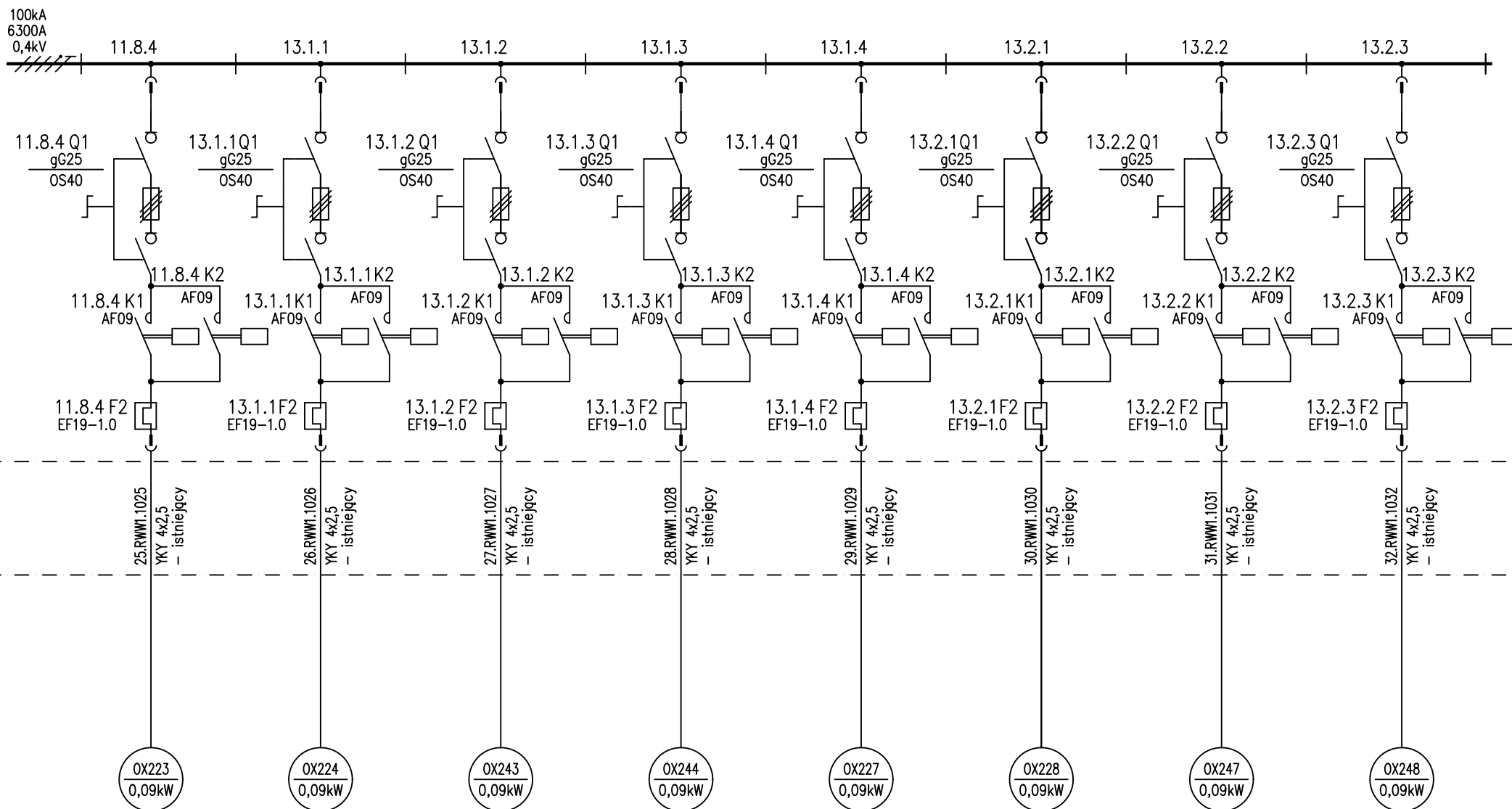
Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX219 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wlocie do chłodni

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX220 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wlocie do chłodni

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX239 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wylocie z chłodni

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX240 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wylocie z chłodni





Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX223 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wlocie do chłodni

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX224 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wlocie do chłodni

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX243 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wylocie z chłodni

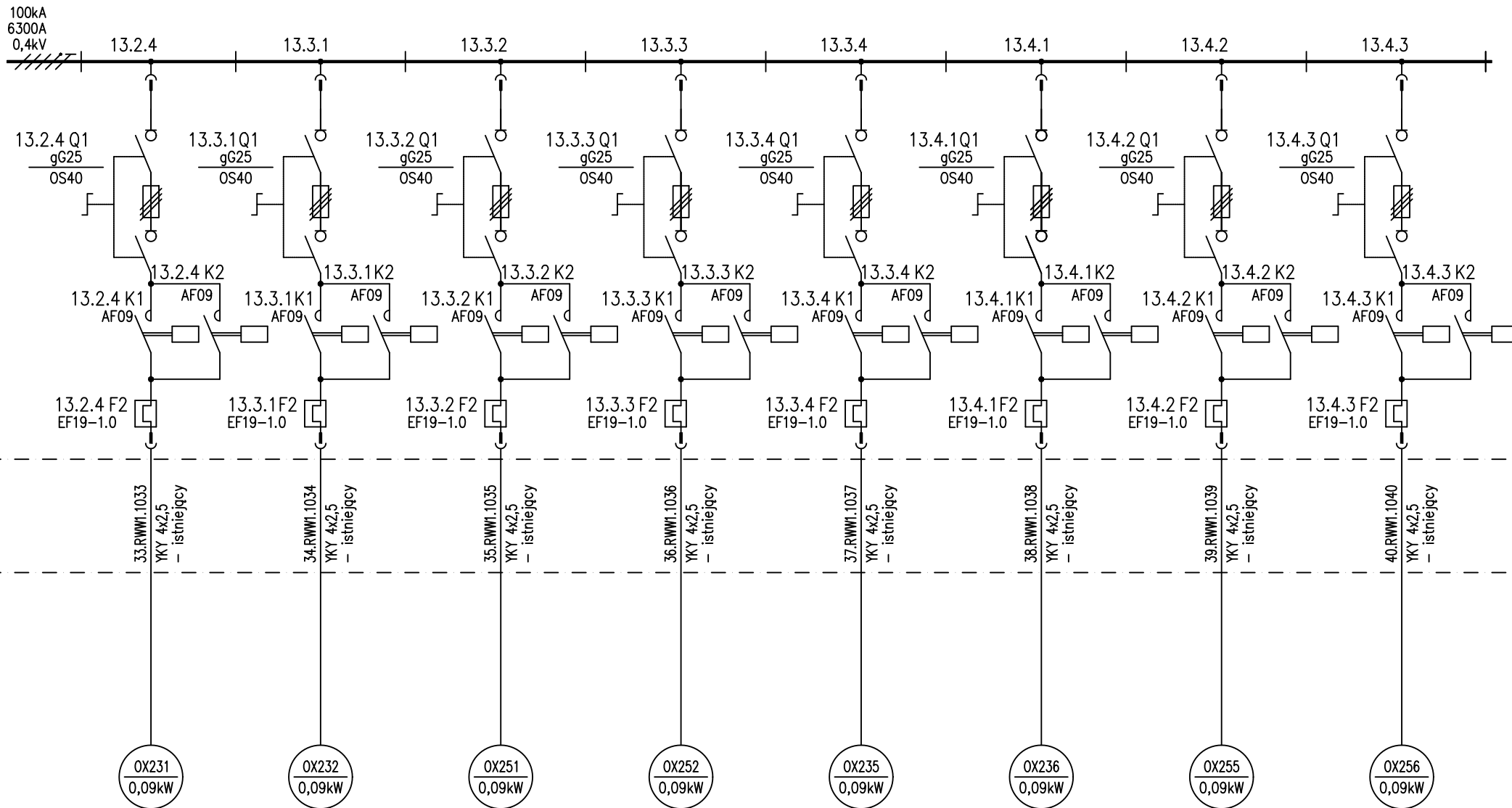
Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX244 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wylocie z chłodni

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX227 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wlocie do chłodni

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX228 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wlocie do chłodni

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX247 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wylocie z chłodni

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX248 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wylocie z chłodni



Pi=0,09kW, Ii=0,2A  
OX231 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wlocie do chłodni

Pi=0,09kW, Ii=0,2A  
OX232 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wlocie do chłodni

Pi=0,09kW, Ii=0,2A  
OX251 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wylocie z chłodni

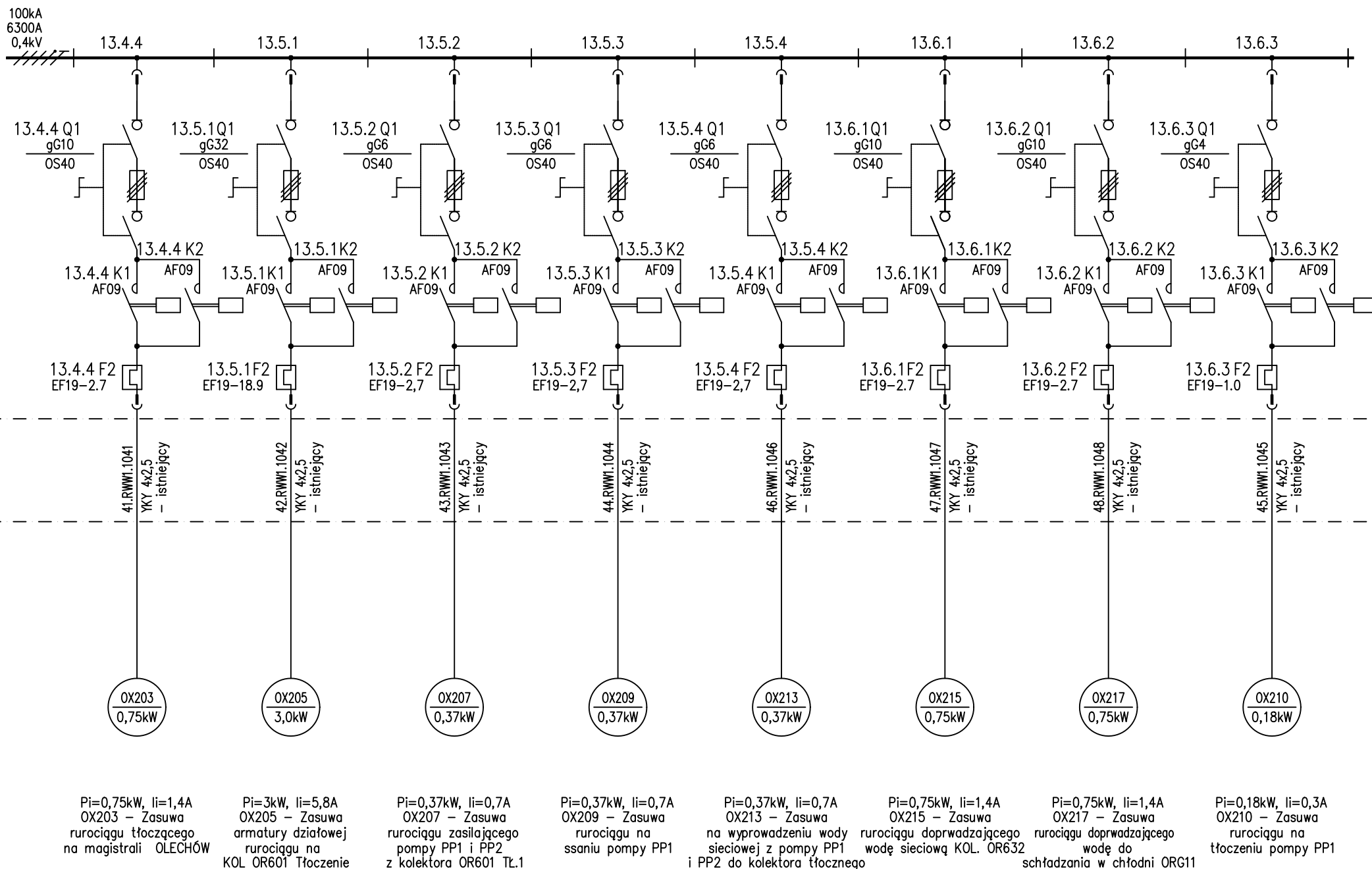
Pi=0,09kW, Ii=0,2A  
OX252 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wylocie z chłodni

Pi=0,09kW, Ii=0,2A  
OX235 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wlocie do chłodni

Pi=0,09kW, Ii=0,2A  
OX236 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wlocie do chłodni

Pi=0,09kW, Ii=0,2A  
OX255 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wylocie z chłodni

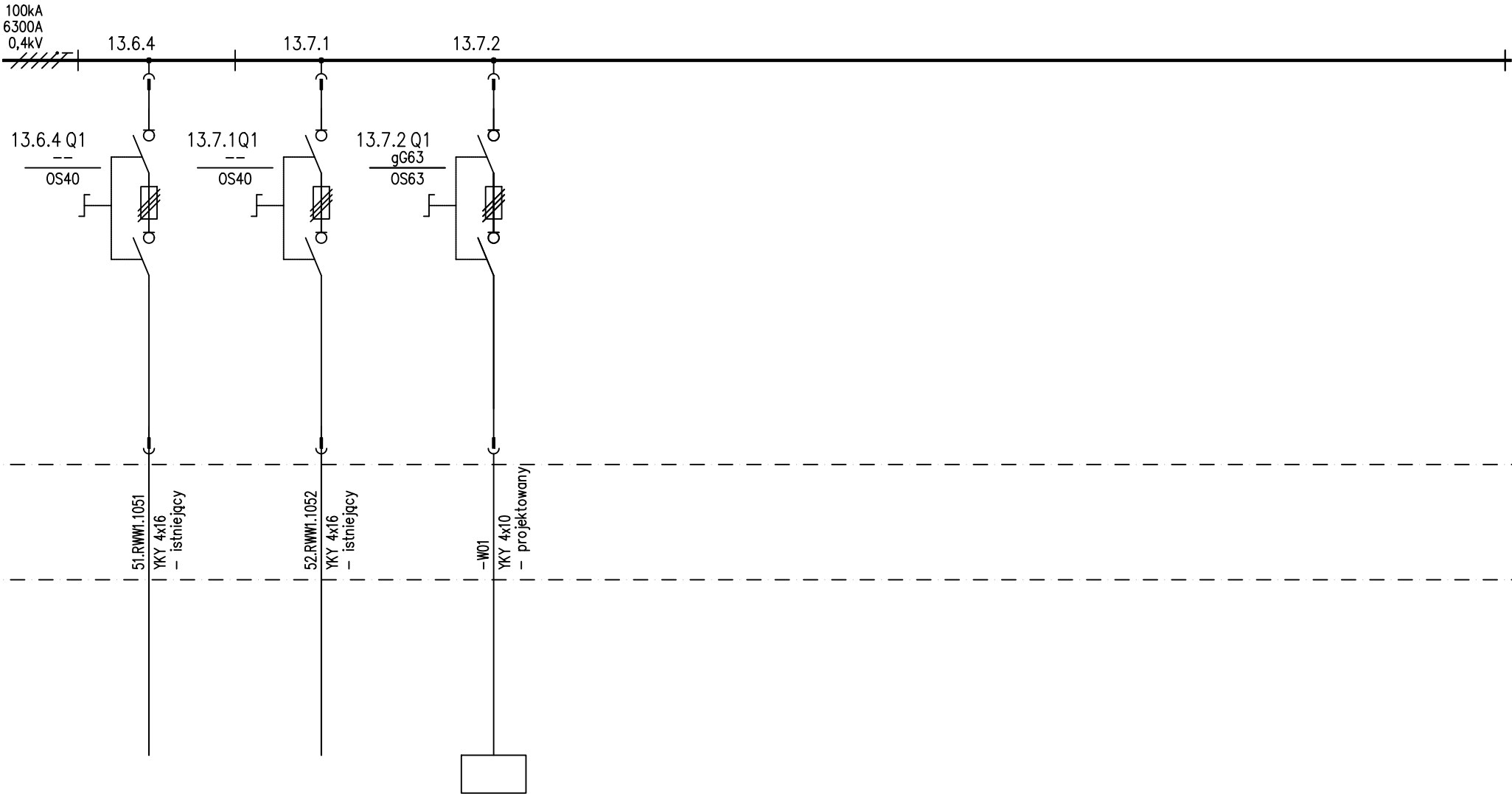
Pi=0,09kW, Ii=0,2A  
OX256 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wylocie z chłodni



ROZDZIELNICA 0,4kV RWW1

KABLE

OBIEKT



Pi=3kW, li=5,8A      Pi=3kW, li=5,8A      Pi=15, li=26,8  
Zasilanie układów      Zasilanie układów  
automatyki szafa CPK1.1      automatyki szafa CPK2.1      Szafa systemu wentylacji

Inwestor:



Veolia Energia Łódź S.A.  
ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź



Nazwa obiektu budowlanego:

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych  
wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni  
na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

Tytuł rysunku:

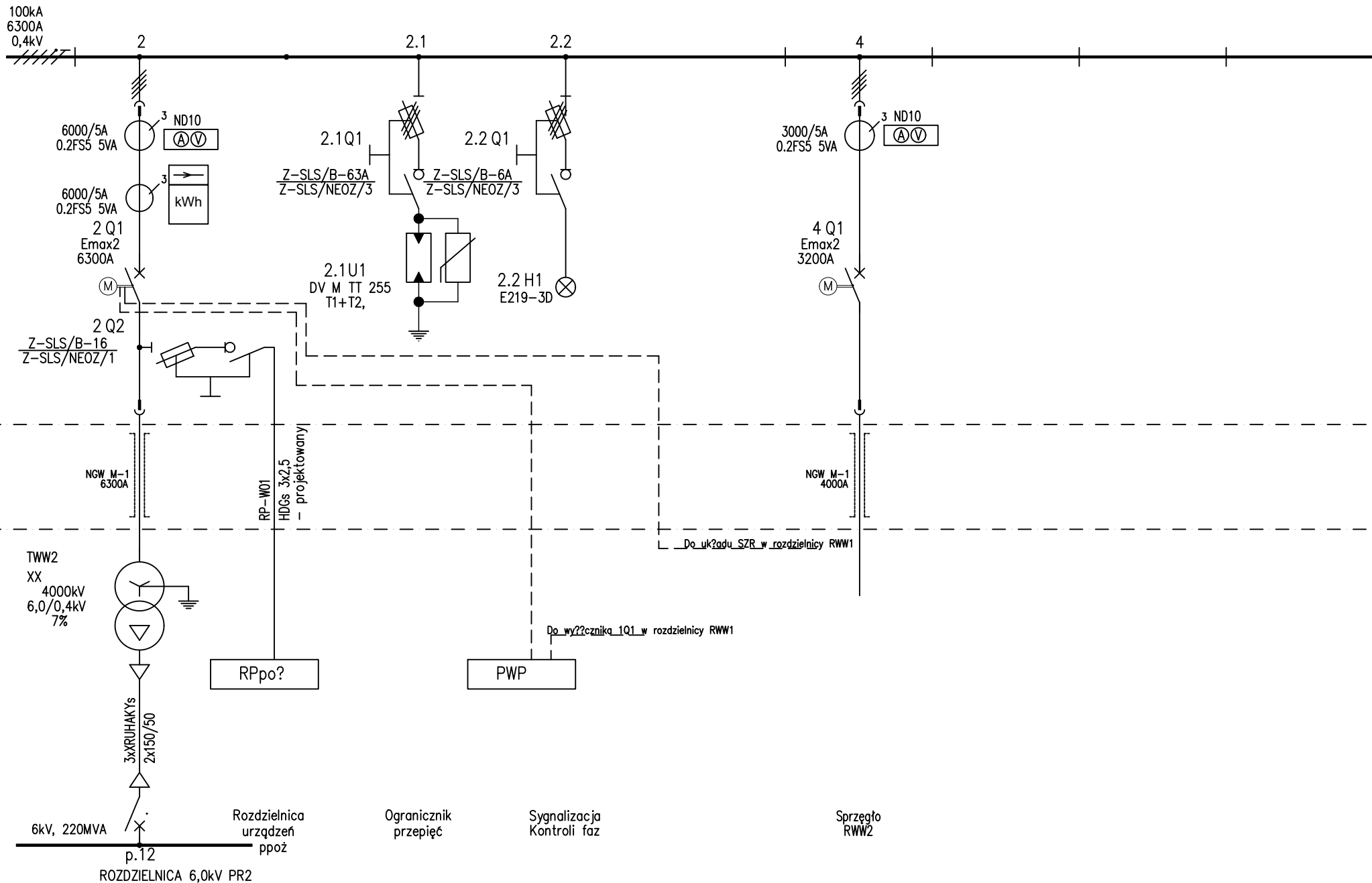
**PROJEKT BUDOWLANY**  
**Tom III. Projekt techniczny - część 1**  
Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących  
w skład systemu akumulacji ciepła  
**Instalacje elektryczne**  
**Rozdzielnica RWW2 - Schematy strukturalne**

Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud.: specjalność:	mgr inż. Marcin BAKUN LOD/3060/PWBE/16 instalacyjna	Data sporządzenia:  20.02.2025 r.	Podpis projektanta:	Skala: --
				Format: 4A4
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud.: specjalność:	mgr inż. Tomasz PILICHOWSKI LOD/5240/PWBE/23 instalacyjna	Data sprawdzenia:  20.02.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego:	Nr kolejny rys.: 27
<div><div><div>PROBUDMIX</div></div><div>PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o. o. al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl</div></div>			Nr rysunku VEOLIA: WHAL-PBM-07NDx00-ELE-SLD-0002	
			Nr rysunku wykonawcy: VL04_W-05522_PB_EFA002_0	

ROZDZIELNICA 0,4kV RWW2

KABLE

OBIEKT

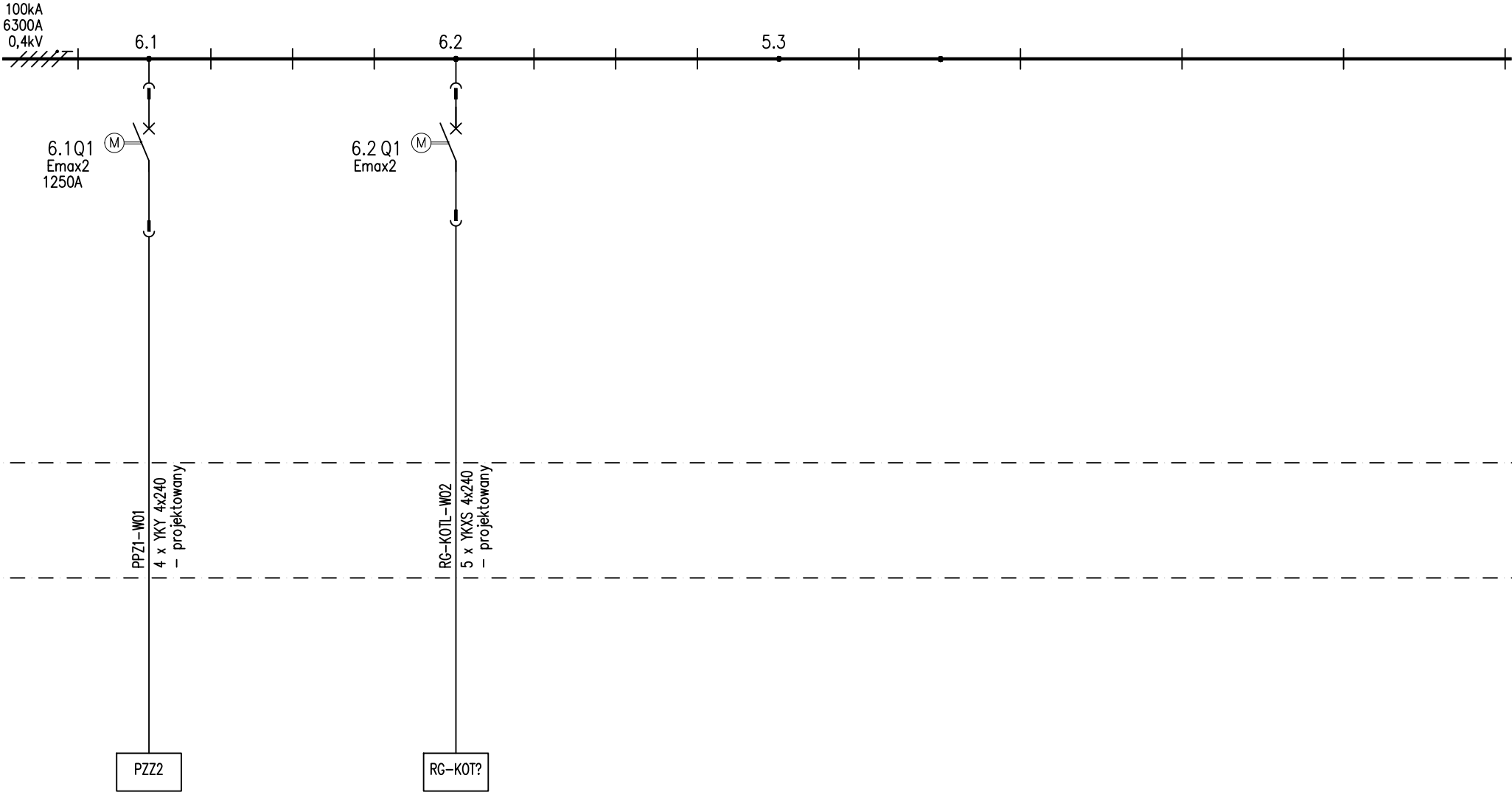




ROZDZIELNICA 0,4kV RWW2

KABLE

OBIEKT



Pi=560kW, li=915A  
SZAFKA FALOWNIKA  
Pompa zimnego zmieszania PZZ2

Pi=641kW, li=1232A  
ROZDZIELNICA  
Zasilanie rozdzielnic w budynku  
kotła elektrodowego

PRO  
BUD  
MIX

Drawing name/Nazwa rysunku:  
ROZDZIELNICA RWW2

Object/Obiekt: Elektrociepłownia EC4. Etap 1 – Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła

Drawing type/Typ rysunku  
Schemat strukturalny

DESIGN./PROJ. M.Bakun

DWG NO./NR RYS.  
WHAL-PBM-07NDx00-ELE-SLD-0002

VL04\_W-05522\_PB\_EFA002\_0

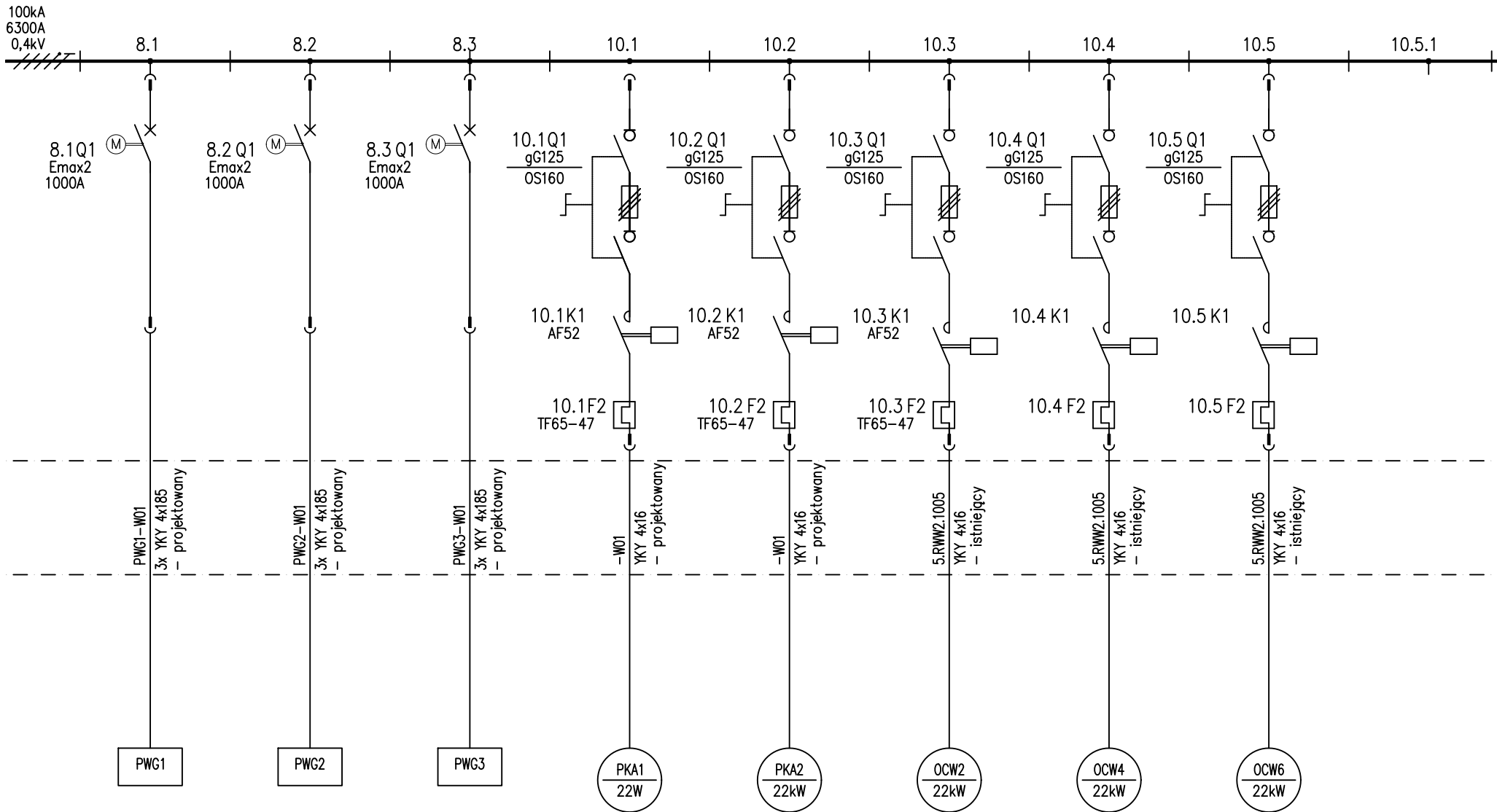
DATE/DATA  
02.2025

SH./ARK. 2 REV./WYD. A

ROZDZIELNICA 0,4kV RWW2

KABLE

OBIEKT



Pi=315kW, li=605A  
SZAFKA FALOWNIKA  
Pompa wody zimnej  
PWG1

Pi=315kW, li=605A  
SZAFKA FALOWNIKA  
Pompa wody zimnej  
PWG2

Pi=315kW, li=605A  
SZAFKA FALOWNIKA  
Pompa wody zimnej  
PWG3

Pi=22kW, li=42,2A  
Pompa wody  
przelewowej PKA1

Pi=22kW, li=42,2A  
Pompa wody  
przelewowej PKA2

Pi=22kW, li=42,2A  
Wentylator  
OCW2

Pi=22kW, li=42,2A  
Wentylator  
OCW4

Pi=22kW, li=42,2A  
Wentylator  
OCW6

PRO  
BUD  
MIX

Drawing name/Nazwa rysunku:

ROZDZIELNICA RWW2

Object/Obiekt: Elektrociepłownia EC4. Etap 1 – Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła

Drawing type/Typ rysunku

Schemat strukturalny

DESIGN./PROJ. M.Bakun

DWG NO./NR RYS.

WHAL-PBM-07NDx00-ELE-SLD-0002

VLO4\_W-05522\_PB\_EFA002\_0

DATE/DATE

02.2025

SH./ARK.

3

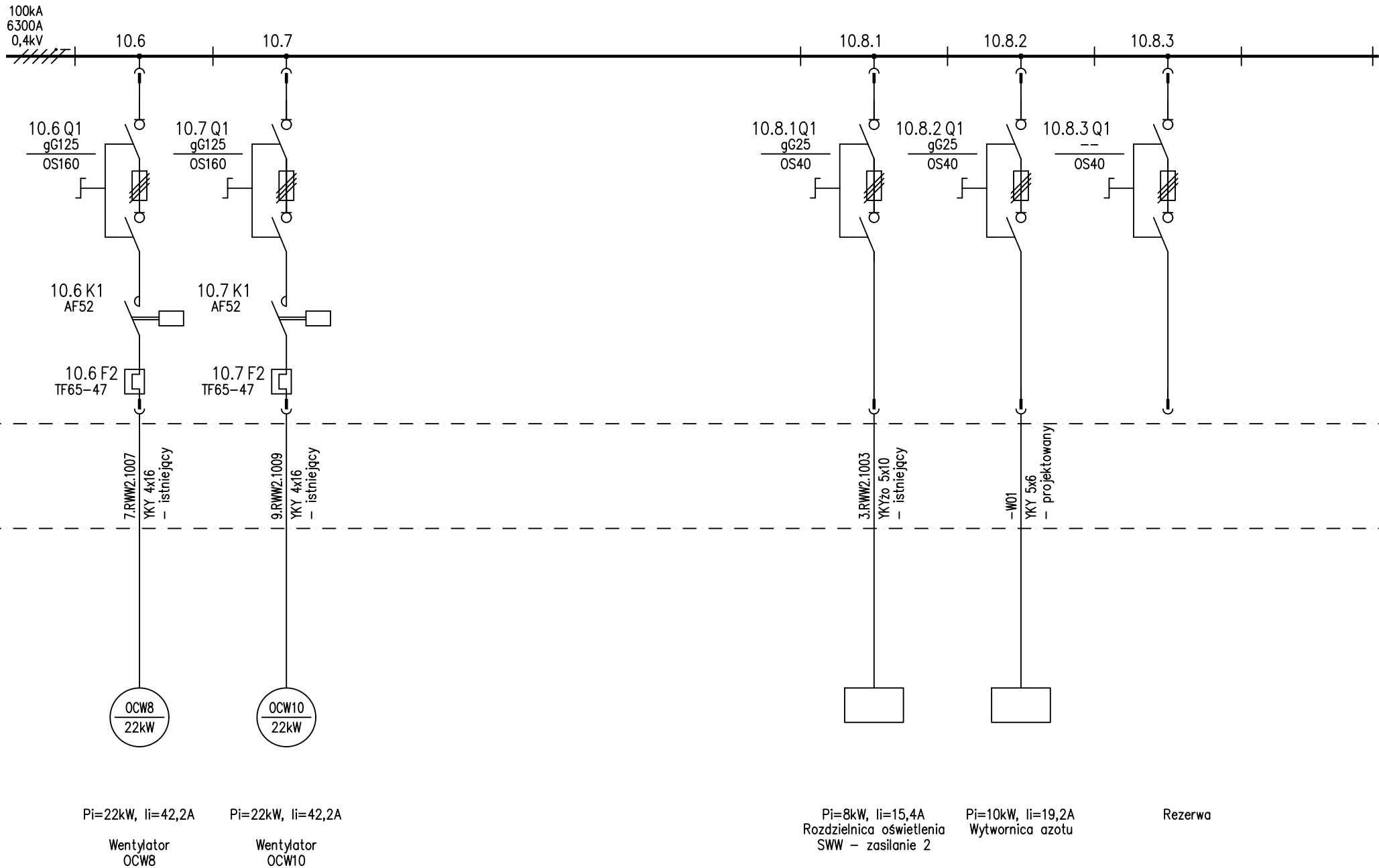
REV./WYD.

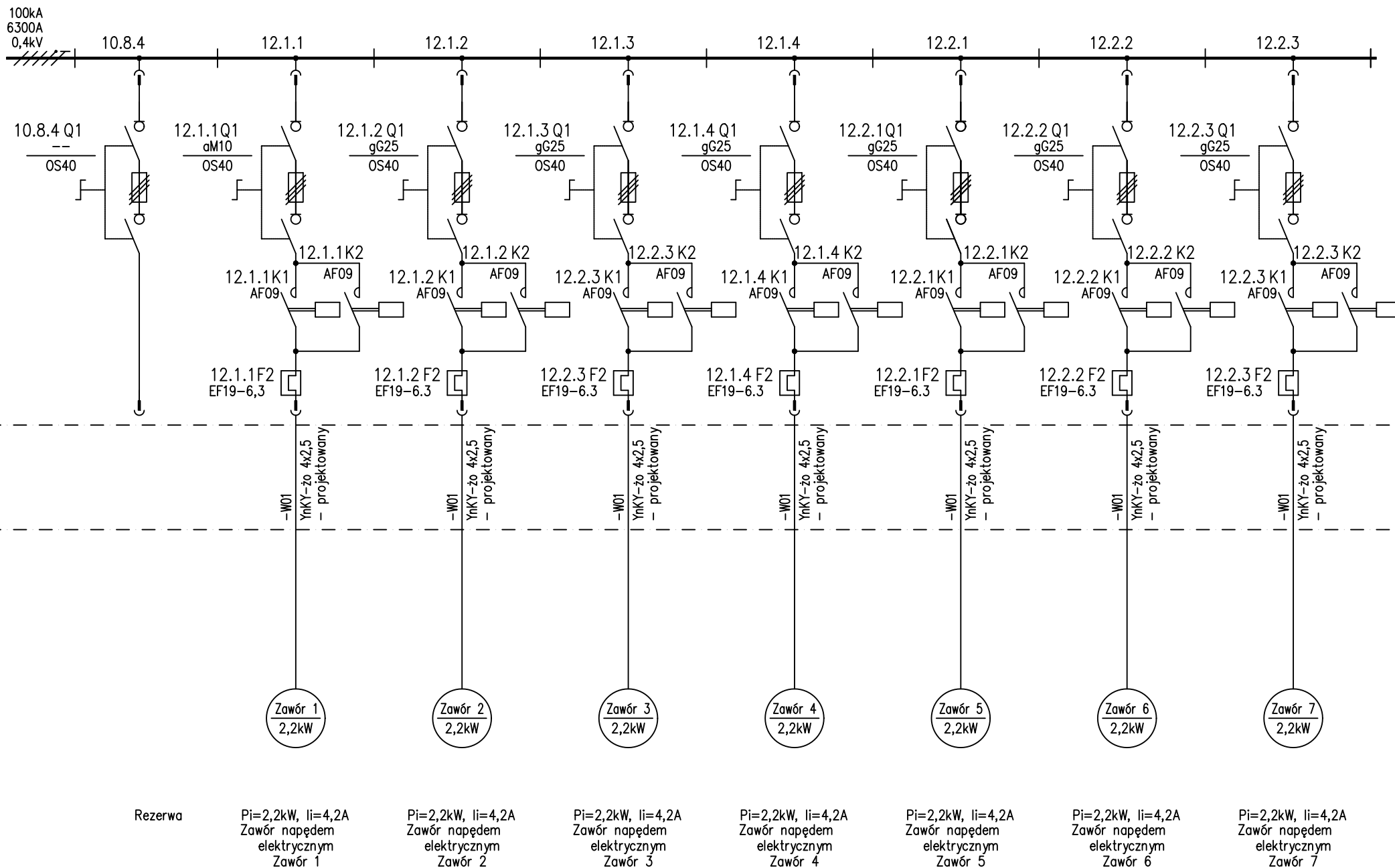
A

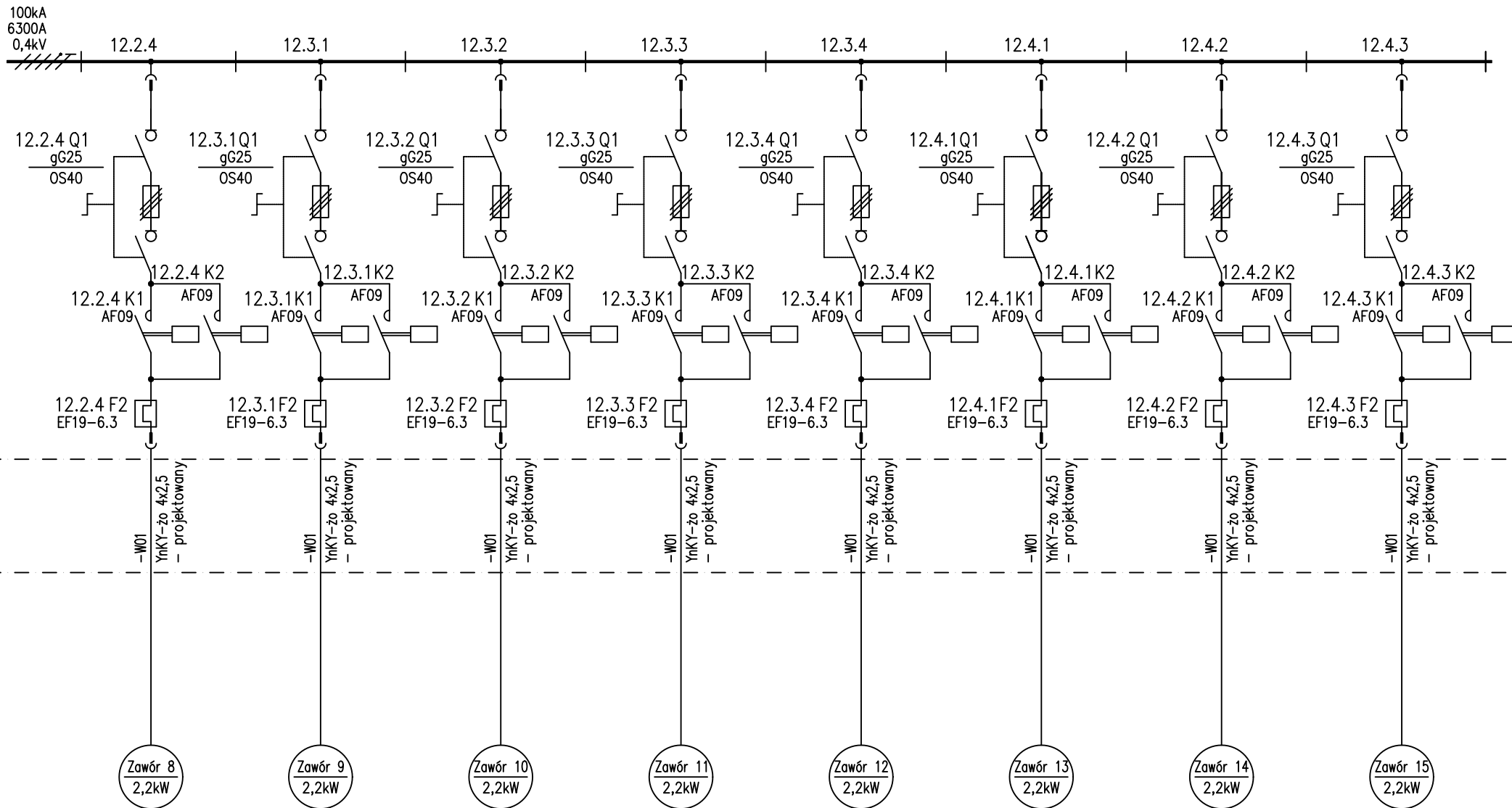
ROZDZIELNICA 0,4kV RWW2

KABLE

OBIEKT







Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 8

Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 9

Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 10

Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 11

Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 12

Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 13

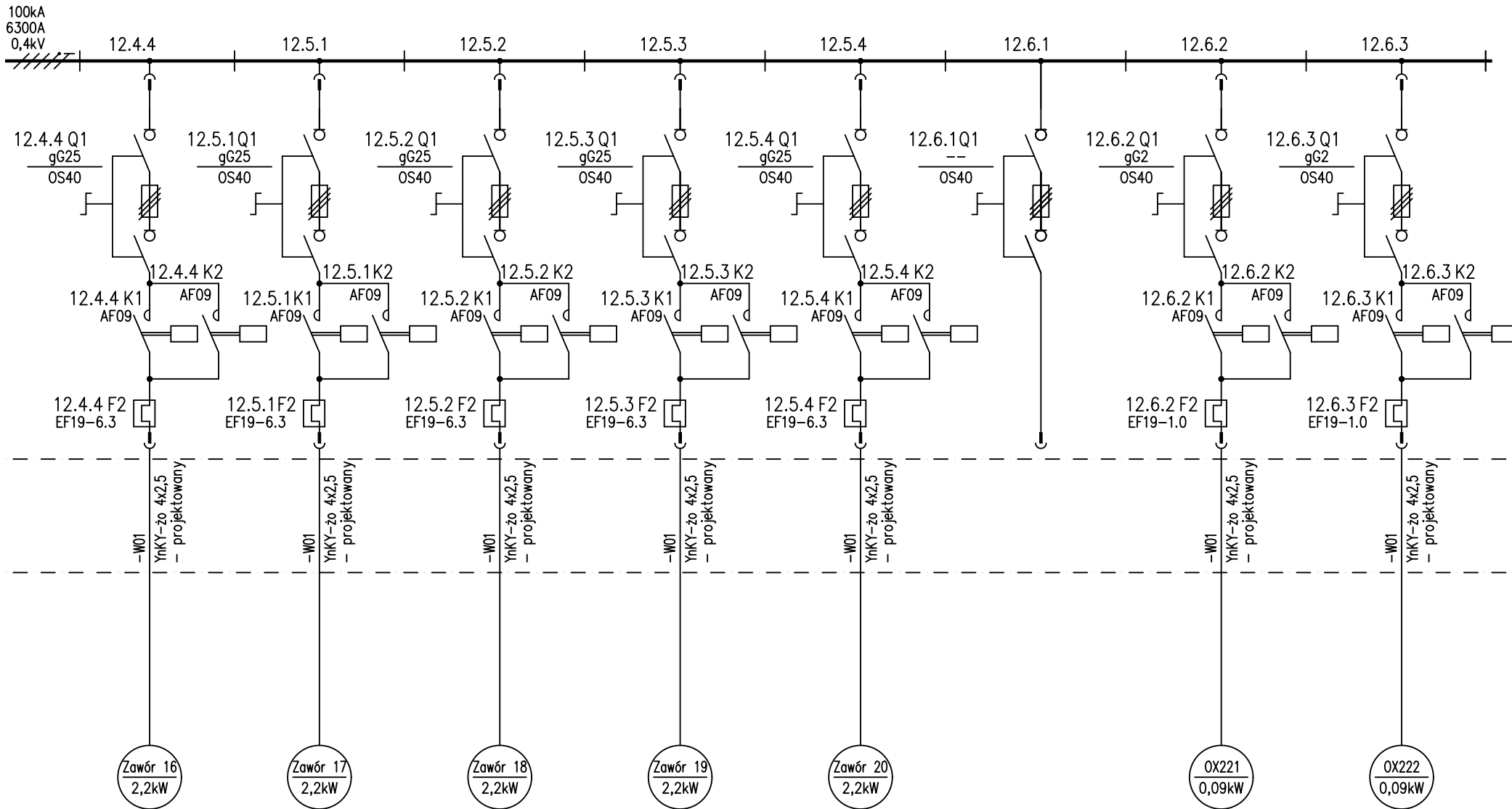
Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 14

Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 15

ROZDZIELNICA 0,4kV RWW2

KABLE

OBIEKT



Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 16

Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 17

Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 18

Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 19

Pi=2,2kW, li=4,2A  
Zawór napędem  
elektrycznym  
Zawór 20

Rezerwa

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX221 - Zasuwa  
rurociągu na  
wlocie do chłodni

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX222 - Zasuwa  
rurociągu na  
wlocie do chłodni

PRO  
BUD  
MIX

Drawing name/Nazwa rysunku:

ROZDZIELNICA RWW2

Object/Obiekt: Elektrociepłownia EC4. Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła

Drawing type/Typ rysunku

Schemat strukturalny

DESIGN./PROJ. M.Bakun

DWG NO./NR RYS.

WHAL-PBM-07NDx00-ELE-SLD-0002

VLO4\_W-05522\_PB\_EFA002\_0

DATE/DATA

02.2025

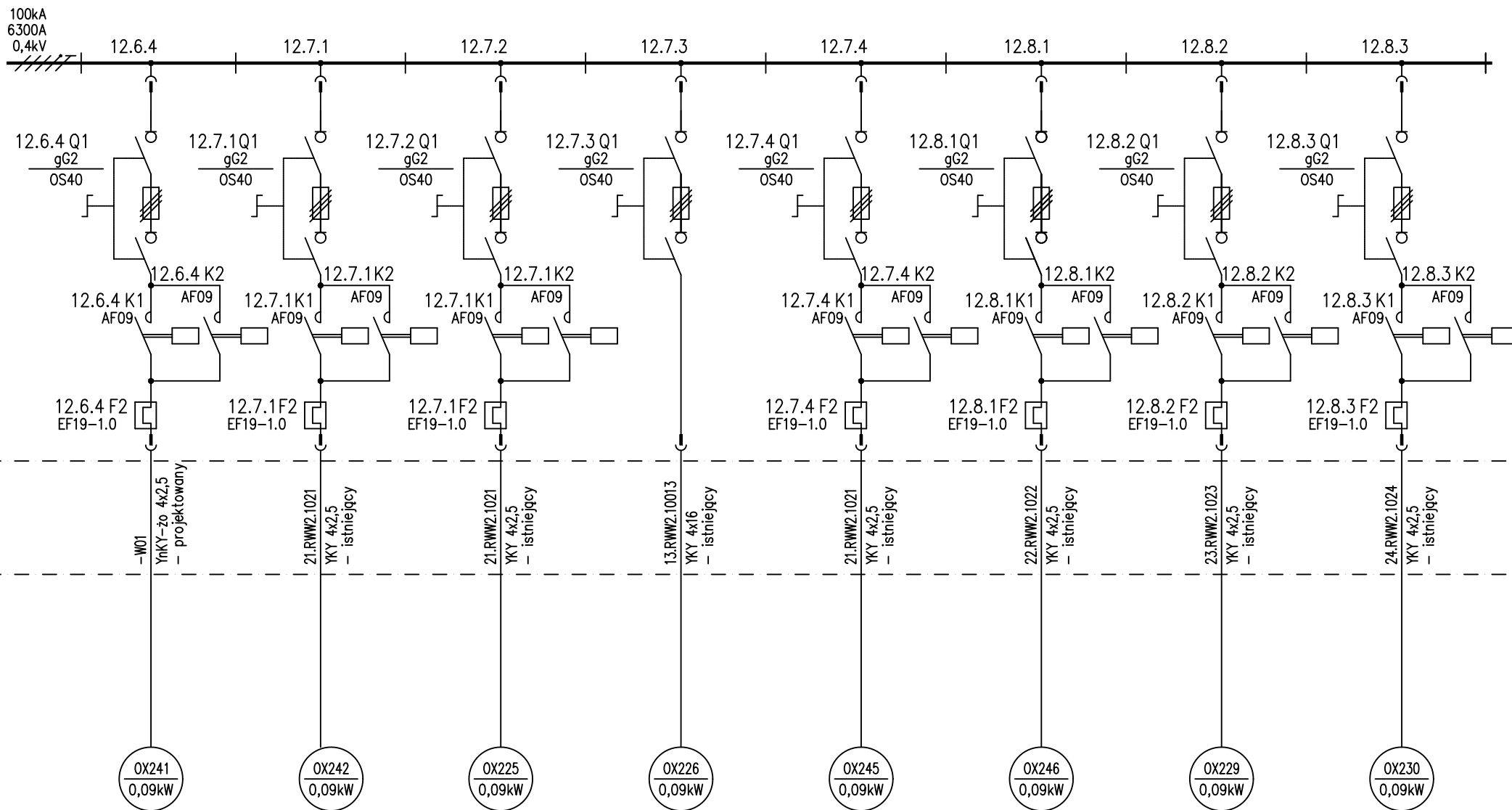
SH./ARK.

7

REV./WYD.

A





Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX241 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wylocie z chłodni

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX242 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wylocie z chłodni

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX225 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wlocie do chłodni

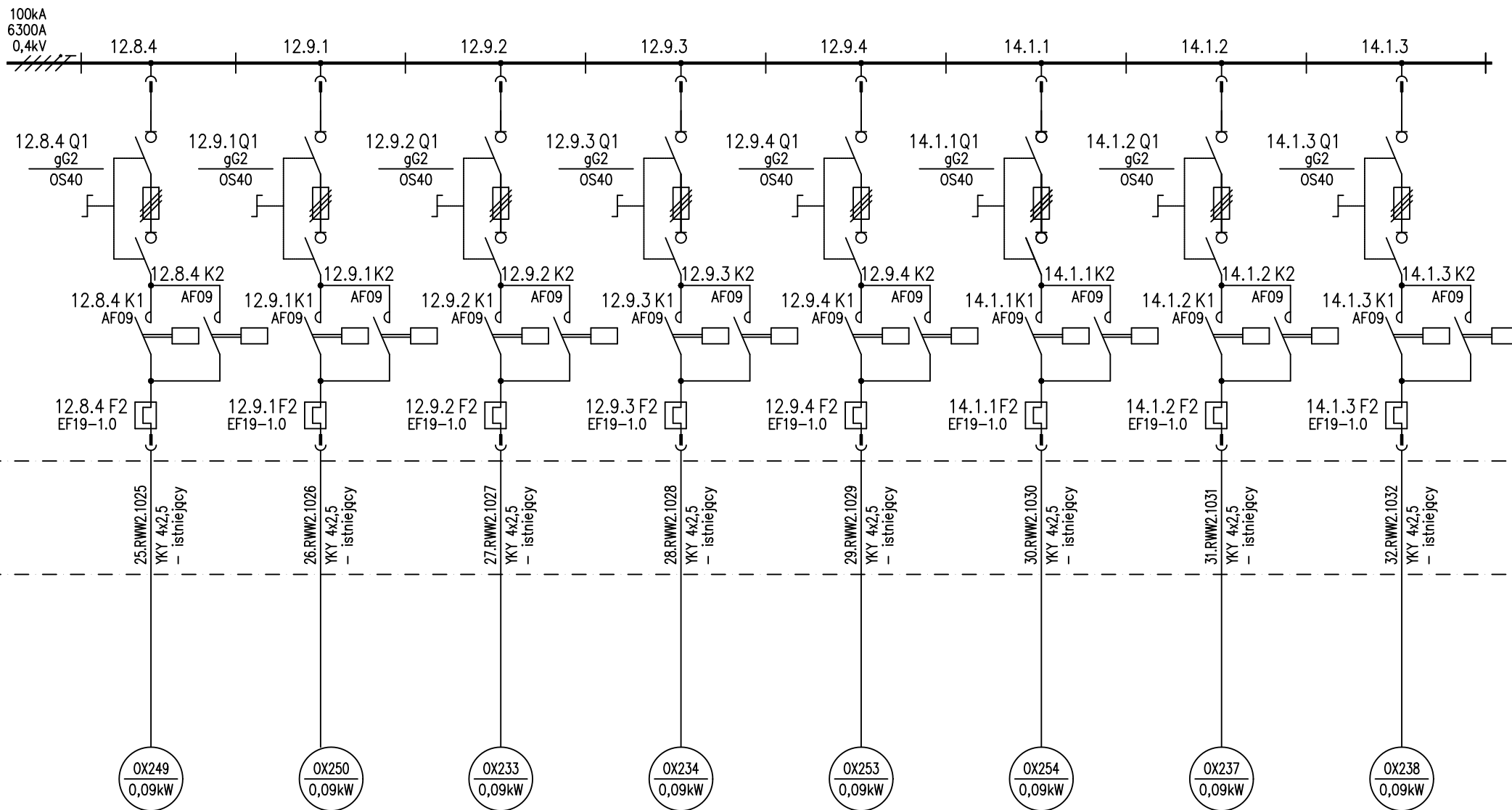
Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX226 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wlocie do chłodni

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX245 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wylocie z chłodni

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX246 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wylocie z chłodni

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX229 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wlocie do chłodni

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX230 - Zasuwa  
rurocięgu na  
wlocie do chłodni



Pi=0,09kW, Ii=0,2A  
OX249 - Zasuwa  
rurociągu na  
wylocie z chłodni

Pi=0,09kW, Ii=0,2A  
OX250 - Zasuwa  
rurociągu na  
wylocie z chłodni

Pi=0,09kW, Ii=0,2A  
OX233 - Zasuwa  
rurociągu na  
wlocie do chłodni

Pi=0,09kW, Ii=0,2A  
OX234 - Zasuwa  
rurociągu na  
wlocie do chłodni

Pi=0,09kW, Ii=0,2A  
OX253 - Zasuwa  
rurociągu na  
wylocie z chłodni

Pi=0,09kW, Ii=0,2A  
OX254 - Zasuwa  
rurociągu na  
wylocie z chłodni

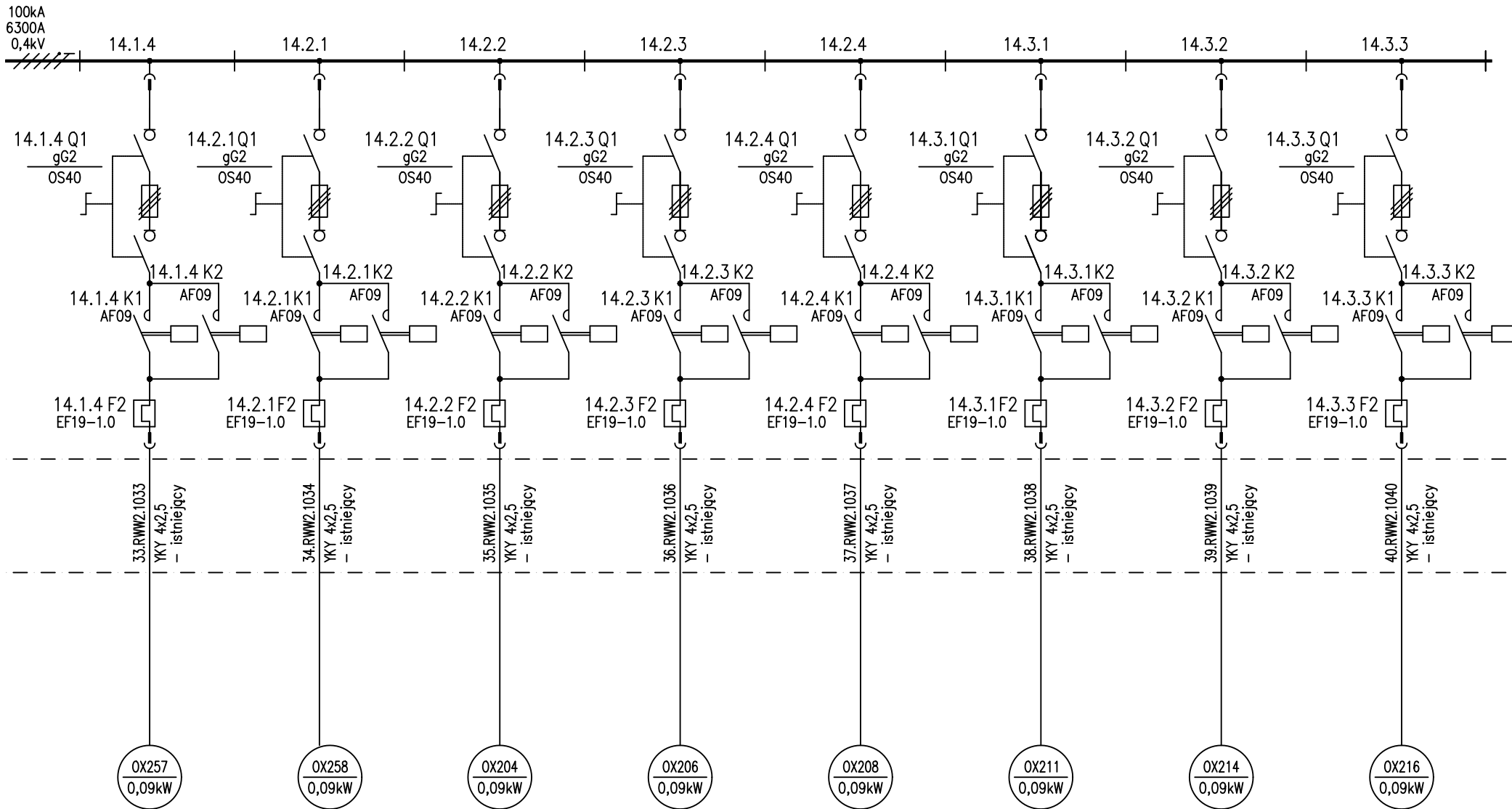
Pi=0,09kW, Ii=0,2A  
OX237 - Zasuwa  
rurociągu na  
wlocie do chłodni

Pi=0,09kW, Ii=0,2A  
OX238 - Zasuwa  
rurociągu na  
wlocie do chłodni

ROZDZIELNICA 0,4kV RWW2

KABLE

OBIEKT



Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX257 – Zasuwa  
rurociągu na  
wylocie z chłodni

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX258 – Zasuwa  
rurociągu na  
wylocie z chłodni

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX204 – Zasuwa  
rurociągu tł na  
magistrali Olechów

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX206 – Zasuwa  
armatury działowej  
na kolektorze OR601  
tłoczenie II

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX208 – Zasuwa  
rurociągu zas.  
pompy PP1 i PP2  
z kolektora OR601 tłoczenie II

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX211 – Zasuwa  
rurociągu ssania  
pompy PP2

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX214 – Zasuwa  
wyprowadzania wody  
rurociągu doprowadzającego  
sieciowej z Pomp PP1 i  
PP2 do kol. tłocznego II

Pi=0,09kW, li=0,2A  
OX216 – Zasuwa  
rurociągu doprowadzającego  
wodę schłodzoną w chłodni  
ORG11 powrót II

PRO  
BUD  
MIX

Drawing name/Nazwa rysunku:

ROZDZIELNICA RWW2

Object/Obiekt: Elektrociepłownia EC4. Etap 1 – Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła

Drawing type/Typ rysunku

Schemat strukturalny

DESIGN./PROJ. M.Bakun

DWG NO./NR RYS.

WHAL-PBM-07NDx00-ELE-SLD-0002

VLO4\_W-05522\_PB\_EFA002\_0

DATE/DATA

02.2025

SH./ARK.

10

REV./WYD.

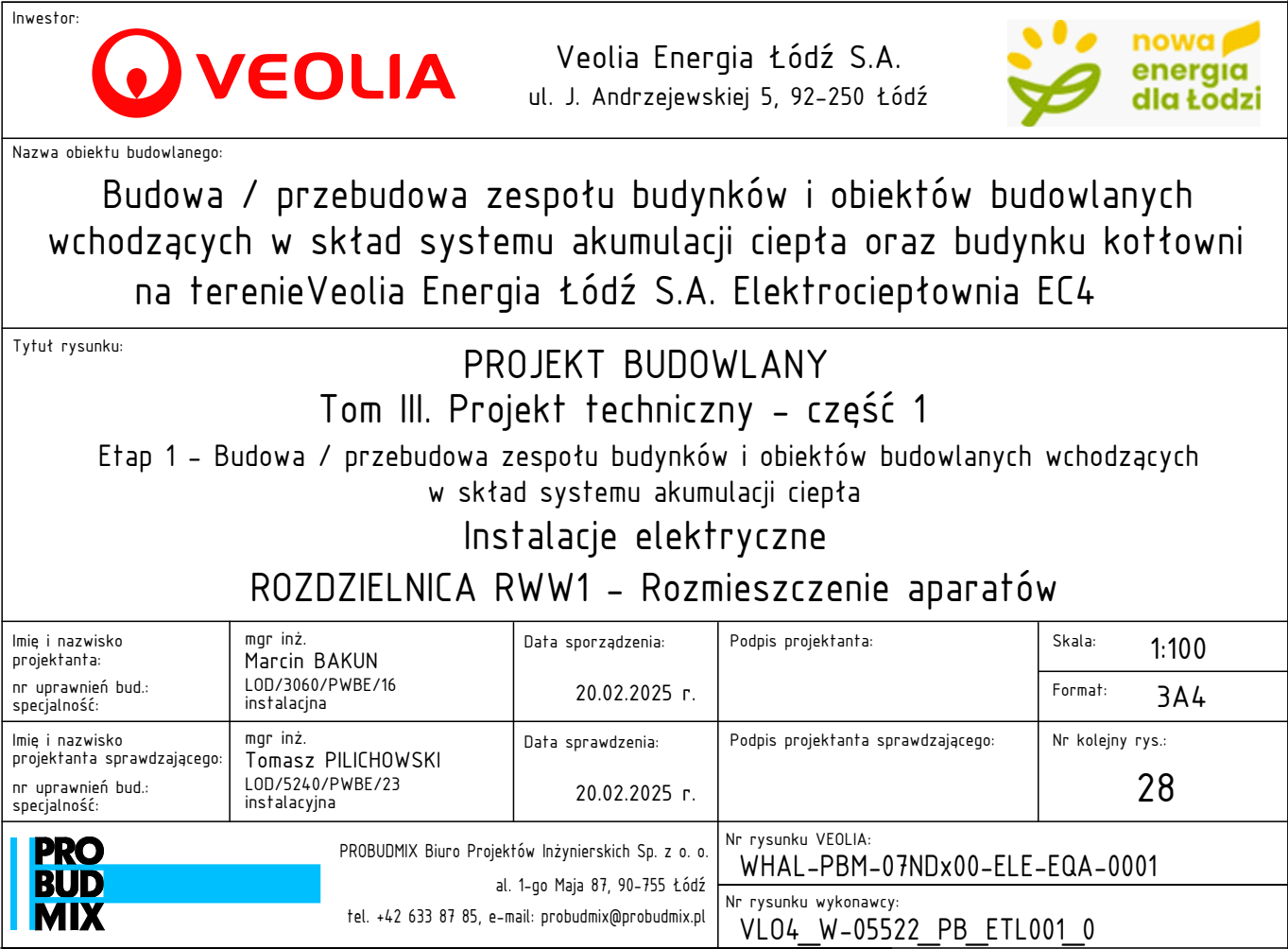
A

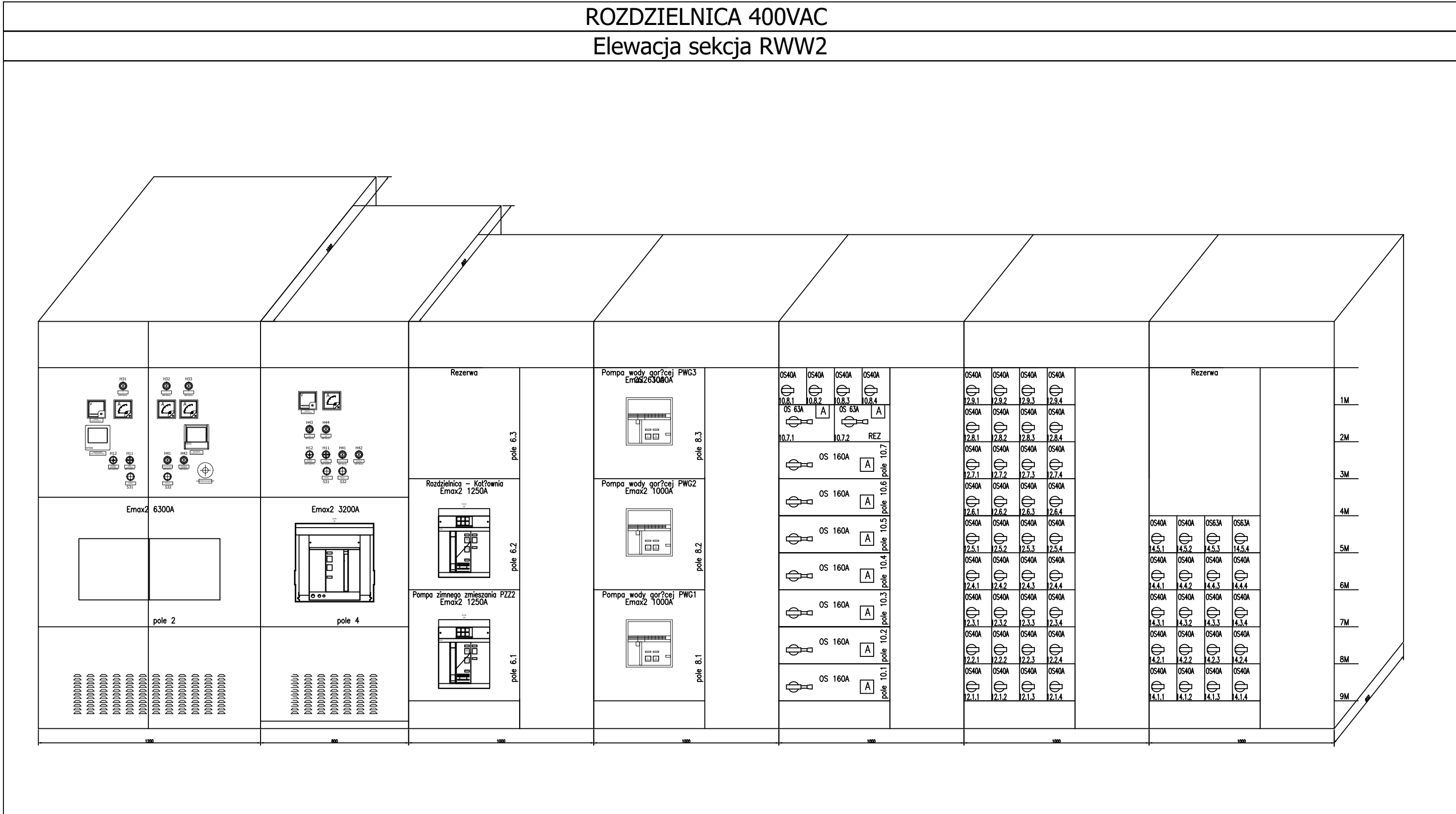





The diagram illustrates a 0.4kV busbar system with three main sections: 14.3, 14.4, and 14.5. Each section has a main busbar and a feeder busbar. The 14.3 section includes a circuit breaker (14.3.4 Q1) with a gG10 fuse (OS40) and a feeder busbar (14.3.4 K1) with a circuit breaker (14.3.4 K2) and a feeder busbar (14.3.4 K2). The 14.4 section includes a circuit breaker (14.4.3 Q1) with a gG6 fuse (OS40) and a feeder busbar (14.4.3 K1) with a circuit breaker (14.4.3 K2). The 14.5 section includes a circuit breaker (14.5.1 Q1) with a gG50 fuse (OS63) and a feeder busbar (14.5.1 K1) with a circuit breaker (14.5.1 K2). The diagram also shows various loads connected to the busbars, including OX212 (0.75kW), OCV218 (0.37kW), and several other loads labeled with their respective power ratings and connection types.

Wciągnik	Wciągnik
Pompownia wody zimnej	Pompownia wody gorącej

## Elewacja sekcja RWW1





Inwestor:		 Veolia Energia Łódź S.A. ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź			
Nazwa obiektu budowlanego:					
Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4					
Tytuł rysunku:					
PROJEKT BUDOWLANY Tom III. Projekt techniczny - część 1 Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła Instalacje elektryczne ROZDZIELNICA RWW2 - Rozmieszczenie aparatów					
Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud.: specjalność:		mgr inż. Marcin BAKUN LOD/3060/PWBE/16 instalacyjna		Data sporządzenia: 20.02.2025 r.	
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud.: specjalność:		mgr inż. Tomasz PILICHOWSKI LOD/5240/PWBE/23 instalacyjna		Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.	
				Podpis projektanta:	
				Podpis projektanta sprawdzającego:	
				Skala: 1:200/100	
				Format: 3A4	
				Nr kolejny rys.: 29	
		PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o. o. al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl		Nr rysunku VEOLIA: WHAL-PBM-07NDx00-ELE-EQA-0002 Nr rysunku wykonawcy: VL04_W-05522_PB_ETL002_0	



ISTNIEJĄCA POMPOWNIĄ (07UND20)  
Z ROZDZIELNIĄ ELEKTRYCZNĄ (07UBA10)  
PROJEKTOWANA POMPOWNIĄ (07UND10)  
RZUT W POZIOMIE ±0,00  
SKALA 1:100

OZNACZENIA OPRAW OŚWIETLENIA

$\angle 15^\circ$  — Nachylenie oprawy względem powierzchni oświetlanej  
 $h=4,5m$  — Wysokość montażu oprawy

OZNACZENIA:

- Oprawa liniowa LED o mocy 42,5W,  
o temp. barwowej 4000K i strumieniu 6778lm  
Typ: INS400LED-1200-B4-2-35E-30-20P20-ALU-GL-AMOA  
Producent: ATM Lighting
- Oprawa liniowa LED o mocy 22,7W,  
o temp. barwowej 4000K i strumieniu 3359lm  
Typ: INS400LED-0600-B2-2-35E-30-10M20-ALU-PC-AMOB  
Producent: ATM Lighting
- Oprawa liniowa LED o mocy 29,5W,  
o temp. barwowej 4000K i strumieniu 4624lm  
Typ: INS400LED-1200-B4-1-34E-40-20P20-ALU-GL-AMOA  
Producent: ATM Lighting
- Oprawa rastrowa LED o mocy 35,0  
o temp. barwowej 4000K i strumieniu 4830lm  
Typ: INS390LED-0600-X4-1-35E  
Producent: ATM Lighting
- Oprawa liniowa LED o mocy 22,7W,  
o temp. barwowej 4000K i strumieniu 3359lm  
Typ: INS400LED-0600-B2-1-35E-30-20P20-ALU  
Producent: ATM Lighting

Zestaw gniazd remontowych

Przeciwpożarowy wyłącznik prądu

Veolia Energia Łódź S.A.  
ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź

Investor:

Nazwa obiektu budowlanego:

Tytuł rysunku:

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

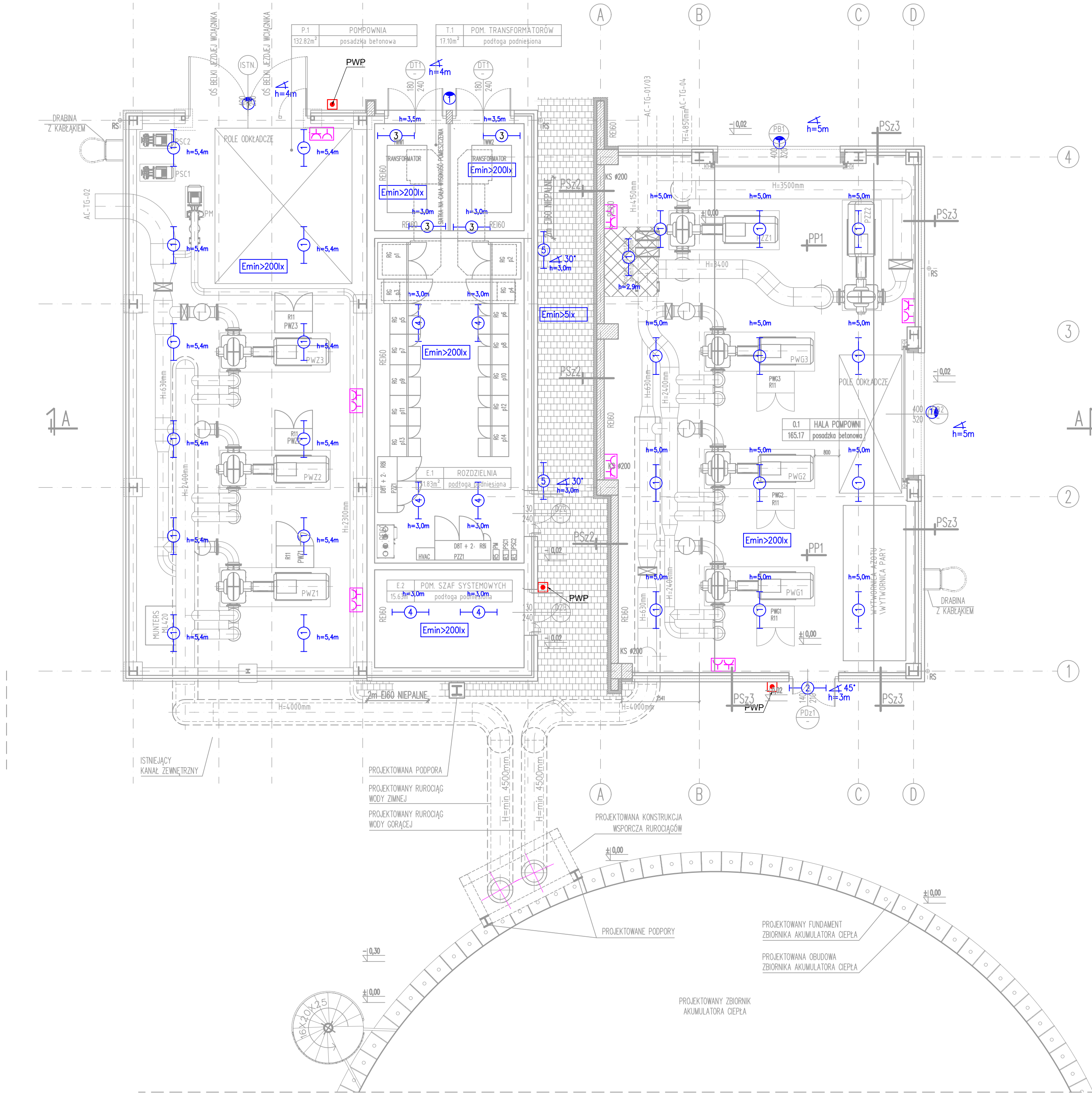
PROJEKT BUDOWLANY  
Tom III. Projekt techniczny - część 1  
Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła  
Instalacje elektryczne  
Plan rozmieszczenia oświetlenia podstawowego i gniazd w budynkach pompowni

Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud. specjalność:	mgr inż. Marcin BAKUN ŁOD/3060/PWBE/16 instalacyjna	Data sporządzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta:	Skala: 1:100 Format: 1,25A2
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud. specjalność:	mgr inż. Tomasz PILICHOWSKI ŁOD/5240/PWBE/23 instalacyjna	Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego:	Nr kolejny rys.: 30

PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o.o.  
al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź  
tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl

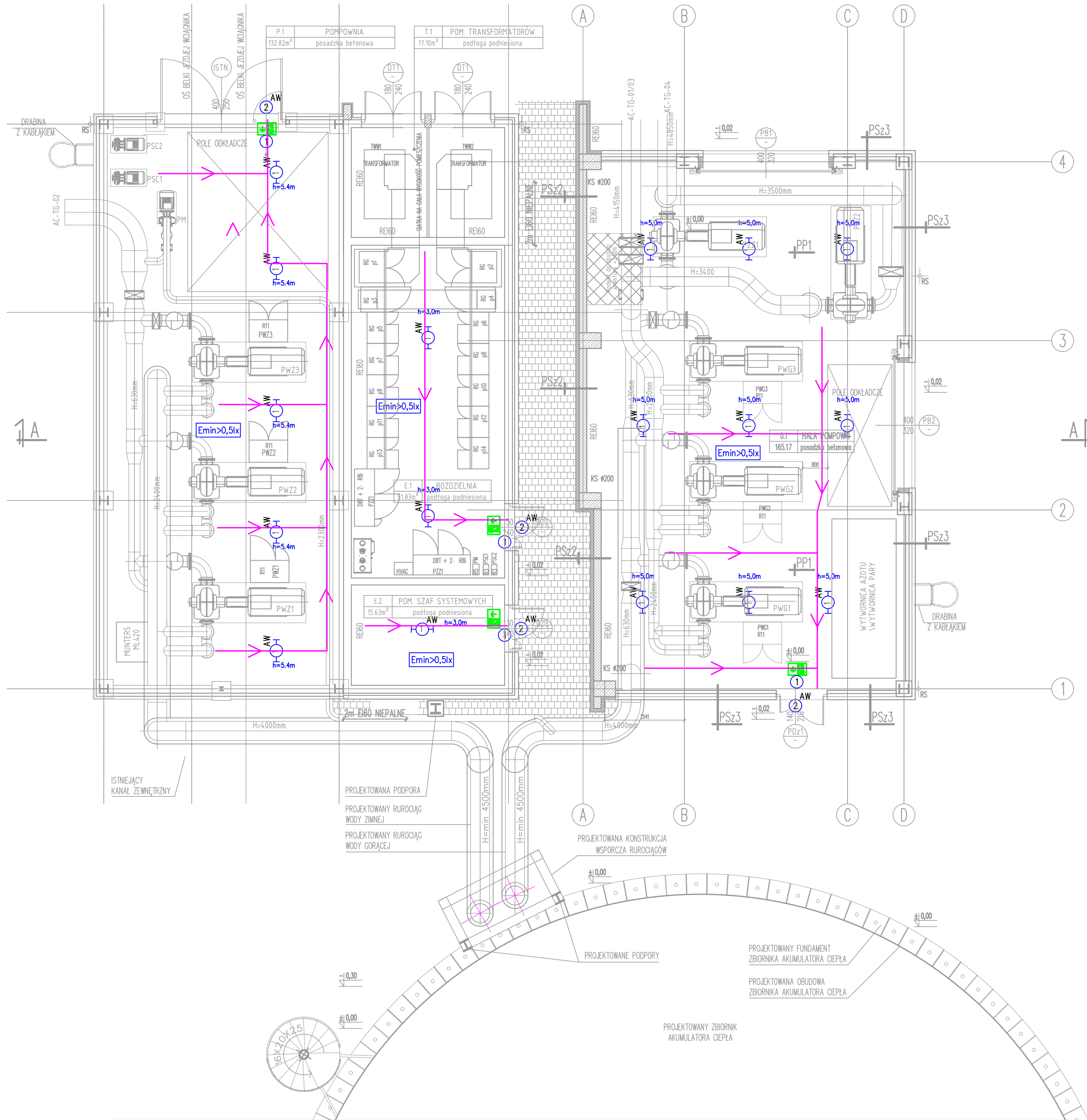
Nr rysunku VEOLIA:  
WHAL-PBM-07NDx00-ELE-LAY-0001

Nr rysunku wykonawczy:  
VL04\_W-05522\_PB\_ELH201\_0





ISTNIEJĄCA POMPOWNIĄ (07UND20)  
Z ROZDZIELNIĄ ELEKTRYCZNĄ (07UBA10)  
PROJEKTOWANA POMPOWNIĄ (07UND10)  
RZUT W POZIOMIE ±0,00  
SKALA 1:100



OZNACZENIA OPRAW OŚWIETLENIA

15°  
h=4,5m

OZNACZENIA:

- Oprawa liniowa LED o mocy 42,5W,  
o temp. barwowej 4000K i strumieniu 3359lm  
Typ: INS400LED-1200-B4-2-35E-30-20P20-ALU-GL-AMOA  
Producent: ATM Lighting
- Oprawa LED o mocy 3W  
o temp. barwowej 6000K  
Typ: ODB/3x1W/C/3/SE/AT  
Producent: ATM Lighting
- Oprawa LED o mocy 2,0W,  
o temp. barwowej 6000K  
Typ: HL/2W/C/3/SA/AT  
Producent: AMEX
- Oprawa oświetlenia ewakuacyjnego z piktogramem

Os drogi ewakuacyjnej

Veolia Energia Łódź S.A.  
ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź

Nazwa obiektu budowlanego:

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

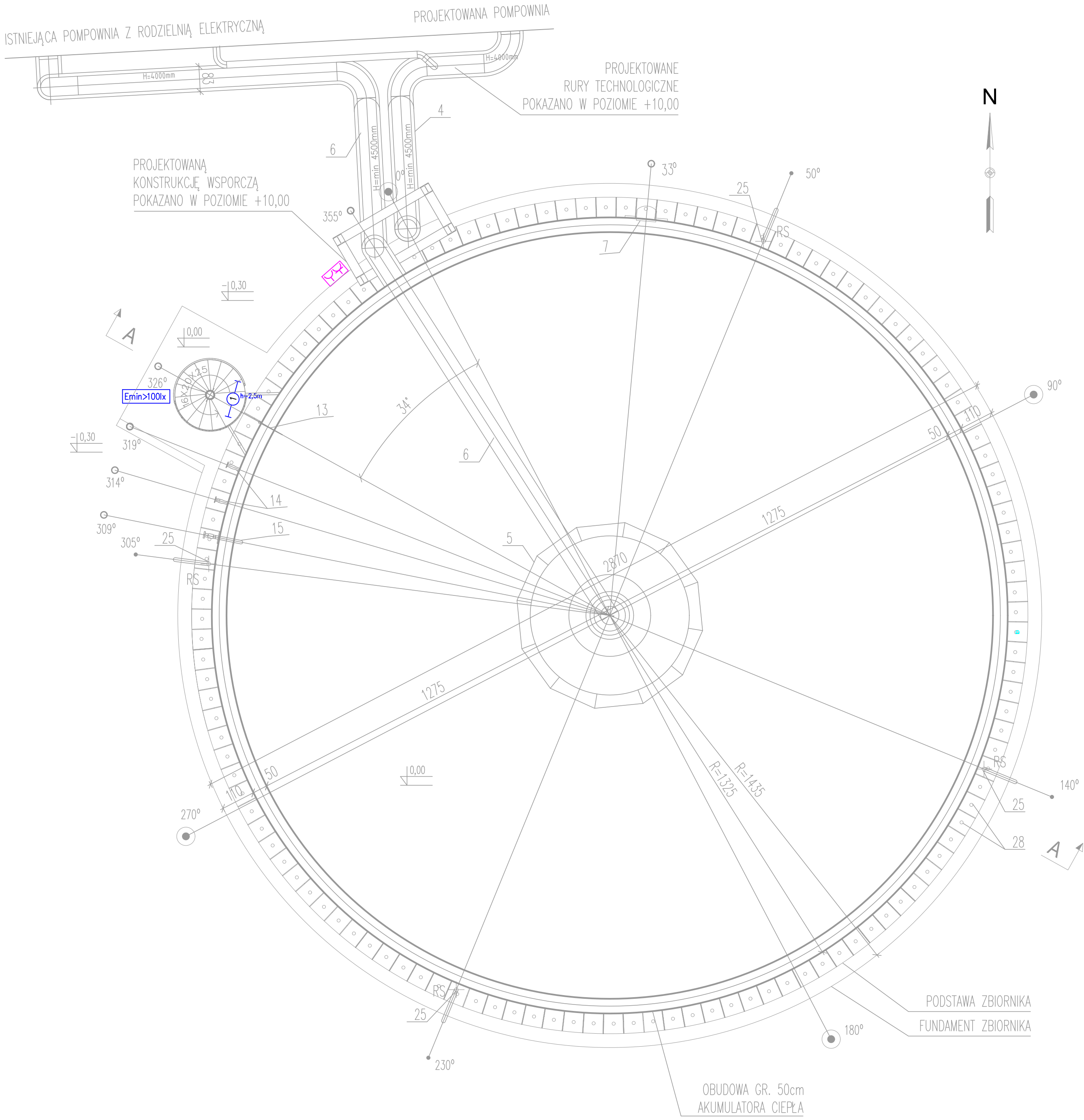
Tytuł rysunku:

PROJEKT BUDOWLANY  
Tom III. Projekt techniczny - część 1  
Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła  
Instalacje elektryczne  
Plan rozmieszczenia oświetlenia awaryjnego w budynkach pompowni

Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud.: specjalność:	mgr inż. Marcin BAKUN ŁOD/3060/PWBE/16 instalacyjna	Data sporządzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta:	Skala: 1:100 Format: 1,25A2
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud.: specjalność:	mgr inż. Tomasz PILICHOWSKI ŁOD/5240/PWBE/23 instalacyjna	Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego:	Nr kolejny rys.: 31

PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o.o.  
al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź  
tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl

Nr rysunku VEOLIA:  
WHAL-PBM-07NDx00-ELE-LAY-0002  
Nr rysunku wykonawczy:  
VL04\_W-05522\_PB\_ELH202\_0






OZNACZENIA OPRAW OŚWIETLENIA

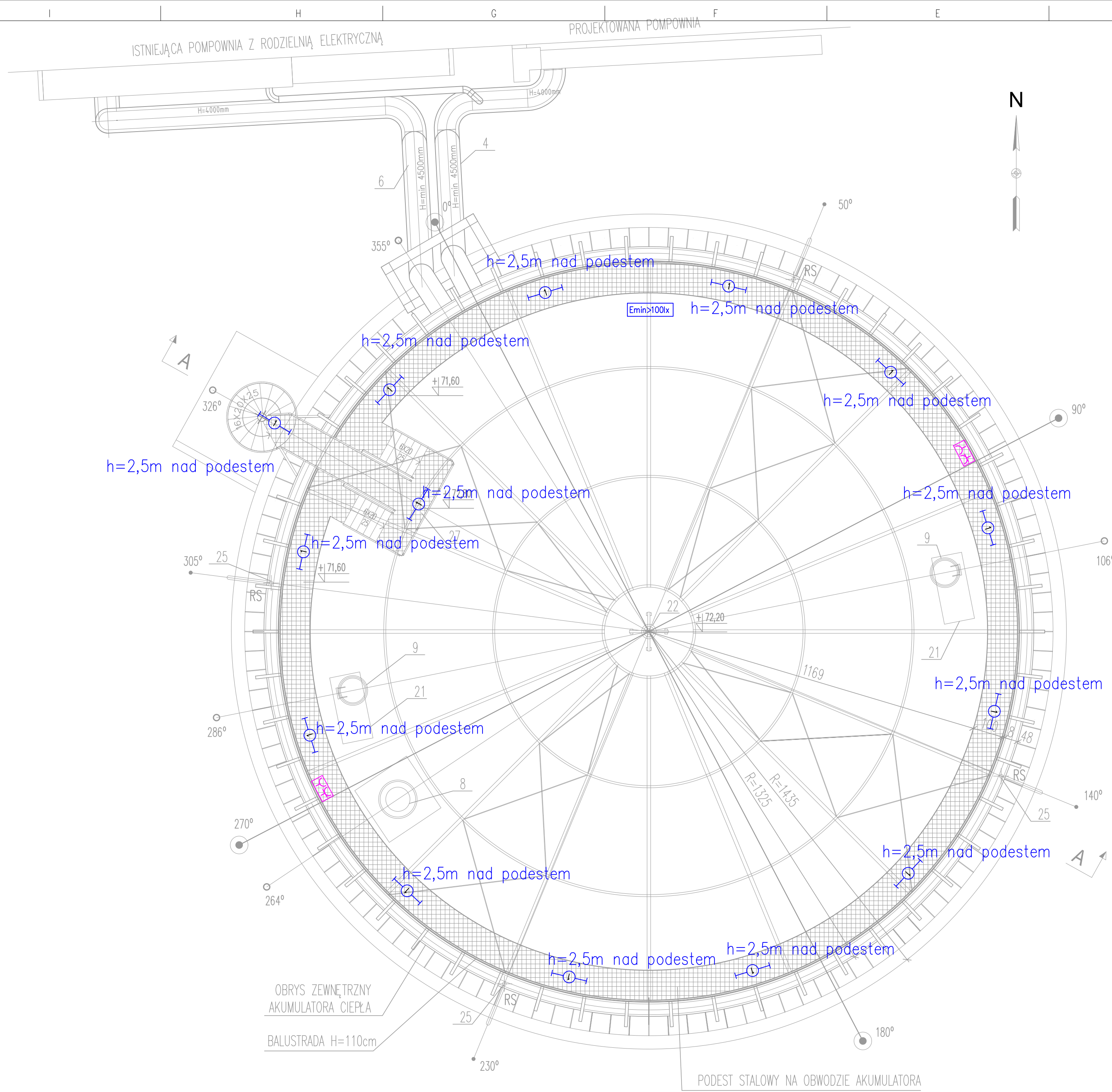
15° — Nachylenie oprawy względem powierzchni oświetlanej  
h=4,5m — Wysokość montażu oprawy

OZNACZENIA:  
Oprawa liniowa LED o mocy 42,5W,  
o temp. barwowej 4000K i strumieniu 6778lm  
Typ: INS400LED-1200-B4-1-34E-40-20P20-ALU-AMOA  
Producent: ATM Lighting

Zestaw gniazd remontowych

<div><div></div><div>Veolia Energia Łódź S.A. ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź</div></div> <div></div>				
Nazwa obiektu budowlanego: <b>Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4</b>				
Tytuł rysunku: <b>PROJEKT BUDOWLANY Tom III. Projekt techniczny – część 1 Etap 1 – Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła Instalacje elektryczne Plan rozmieszczenia oświetlenia podstawowego i gniazd na akumulatorze ciepła – poziom 0,0</b>				
Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud.: specjalność:	mgr inż. Marcin BAKUN ŁOD/3060/PWBE/16 instalacyjna	Data sporządzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta:	Skala: 1:100 Format: 4A4
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud.: specjalność:	mgr inż. Tomasz PILICHOWSKI ŁOD/5240/PWBE/23 instalacyjna	Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego:	Nr kolejny rys.: 32
<div><div>PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o.o. al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl</div></div>			Nr rysunku VEOLIA: <b>WHAL-PBM-07NDE10-ELE-LAY-0001</b> Nr rysunku wykonawcy: <b>VL04_W-05522_PB_ELH203_0</b>	





PROJEKTOWANY AKUMULATOR CIEPŁ (07UND10)  
RZUT W POZIOMIE +7,22  
SKALA 1:100

OZNACZENIA OPRAW OŚWIETLENIA

h=4,5m — Wysokość montażu oprawy

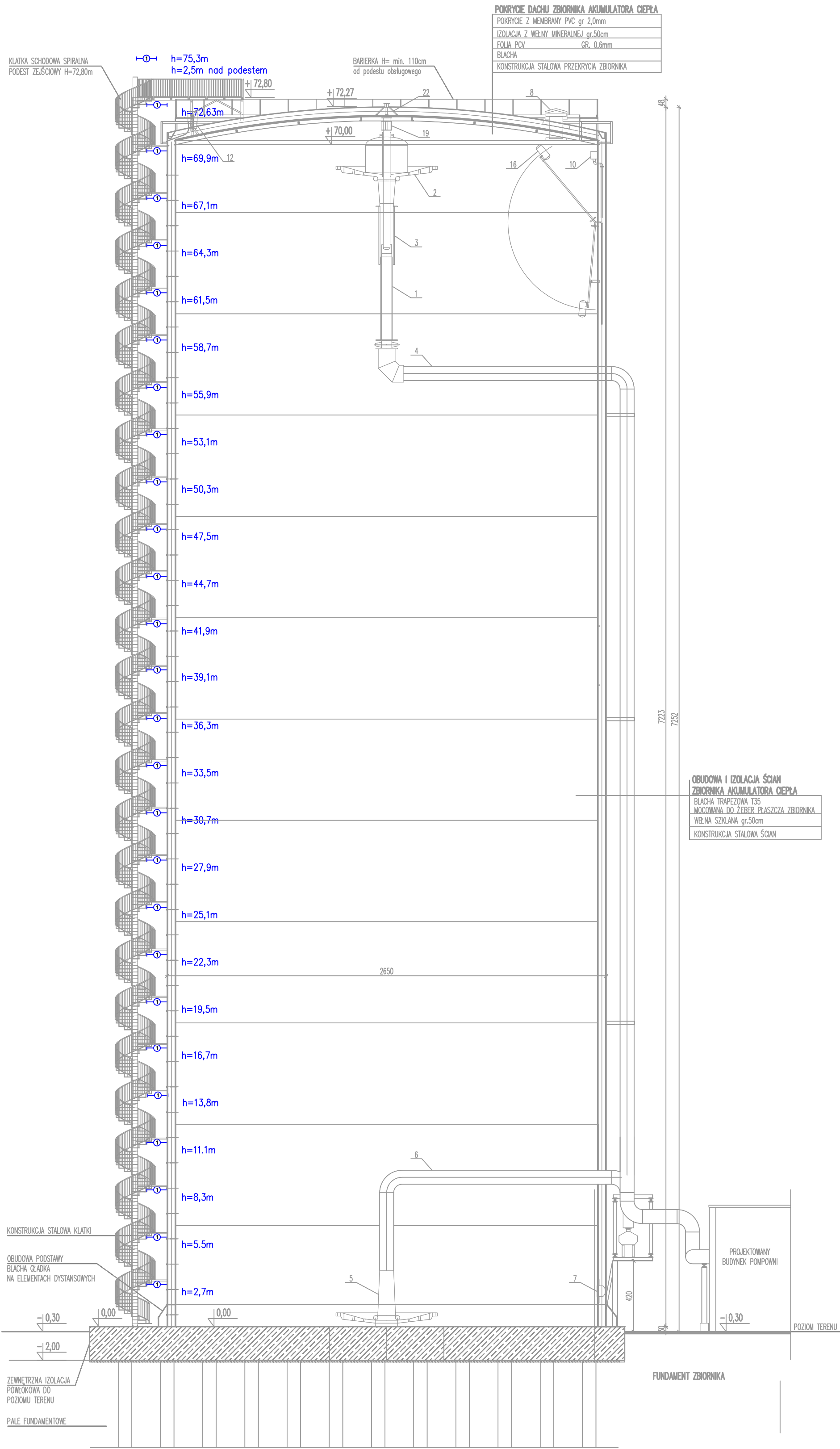
OZNACZENIA:  
Oprawa liniowa LED o mocy 42,5W,  
o temp. barwowej 4000K i strumieniu 6778lm  
Typ: INS400LED-1200-B4-1-34E-40-20P20-ALU-AMOA  
Producent: ATM Lighting

Zestaw gniazd remontowych

<

A  
B  
C  
D  
E  
F  
G  
H

A  
B  
C  
D  
E  
F  
G  
H




OZNACZENIA OPRAW OŚWİETLENIA

15°  
h=4,5m Wysokość montażu oprawy

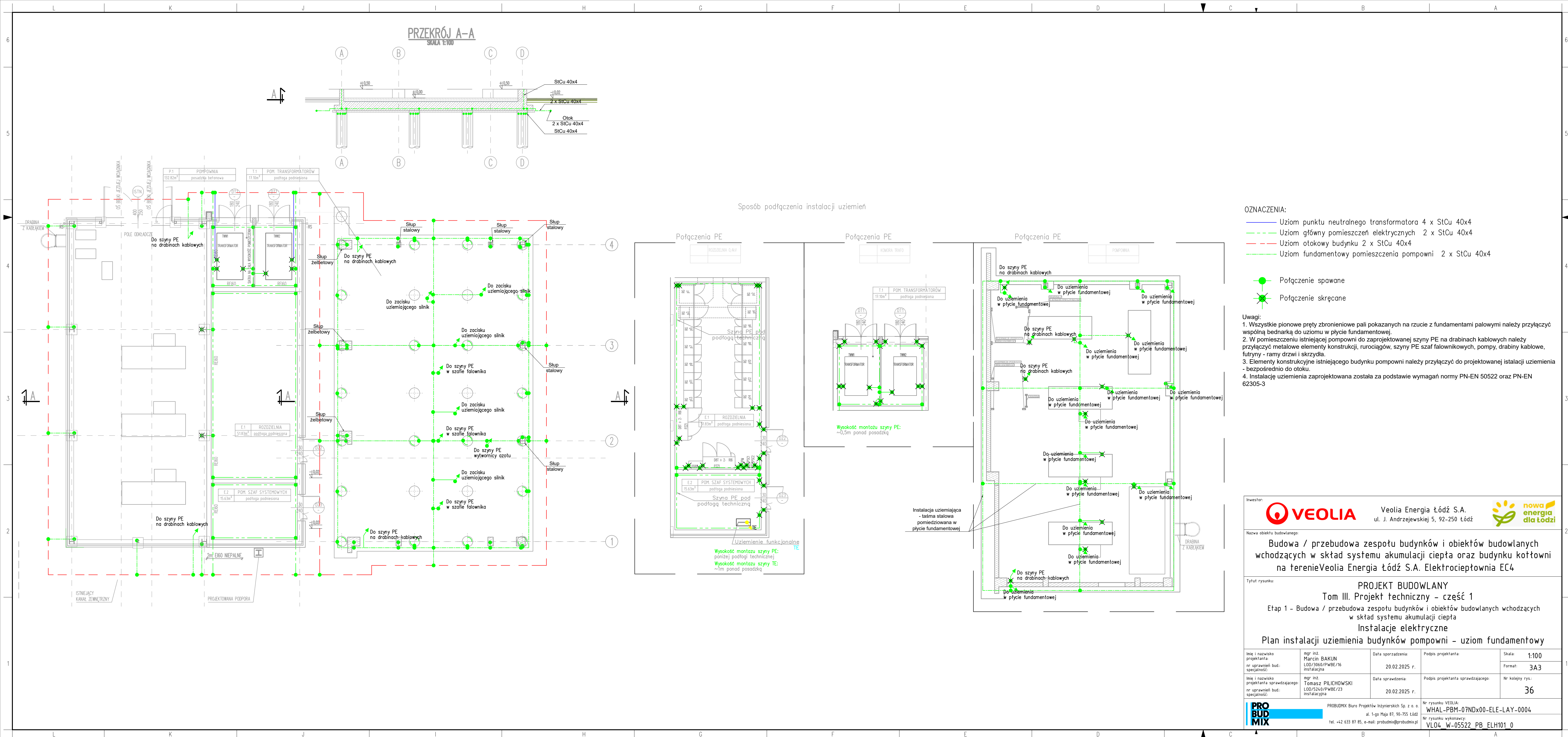
OZNACZENIA:

Oprawy liniowe LED o mocy 42,5W,  
o temp. barwowej 4000K i strumieniu 6778lm  
Typ: WSK40LED-1200-84-1-34C-40-20P20-ALU-AMGA  
Producent: ATM Lighting

Inwestor:		Veolia Energia Łódź S.A. ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź		 <b>nowa energia dla Łodzi</b>	
Nazwa obiektu budowlanego: <b>Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4</b>					
Tytuł rysunku:		<b>PROJEKT BUDOWLANY</b> <b>Tom III. Projekt techniczny - część 1</b> <b>Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła</b> <b>Instalacje elektryczne</b> <b>Plan rozmieszczenia oświetlenia podstawowego i gniazd na akumulatorze ciepła przekrój A-A</b>			
Imię i nazwisko projektanta: mgr inż. Marcin BAKUN L00126A/PWBE/PK instalacja		Data sporządzenia: 20.02.2025 r.		Podpis projektanta:	
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: mgr inż. Tomasz PIŁCHOWSKI L00126A/PWBE/PK instalacja		Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.		Podpis projektanta sprawdzającego:	
Imię i nazwisko projektanta wykonującego: mgr inż. Tomasz PIŁCHOWSKI L00126A/PWBE/PK instalacja		Data wykonania: 20.02.2025 r.		Podpis projektanta wykonującego:	
PROJEKTOWY BUDYNEK POMPOWNI		VEOLIA		WHAŁ-PBM-07NDE10-ELE-LAY-0003	
Nr rysunku: VLO4_W-05522_PB_ELEH205_0		Nr rysunku: VLO4_W-05522_PB_ELEH205_0		Nr rysunku: VLO4_W-05522_PB_ELEH205_0	

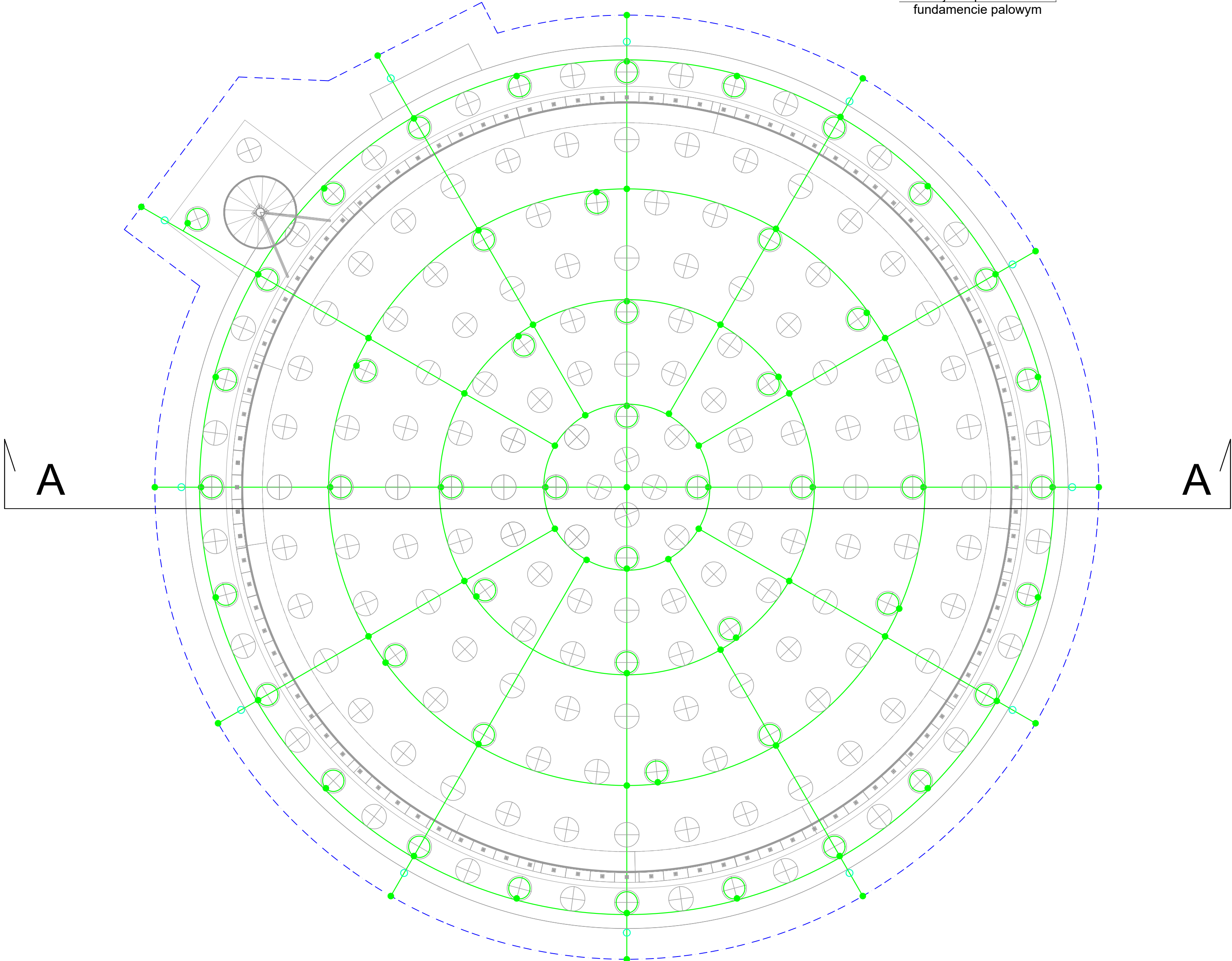
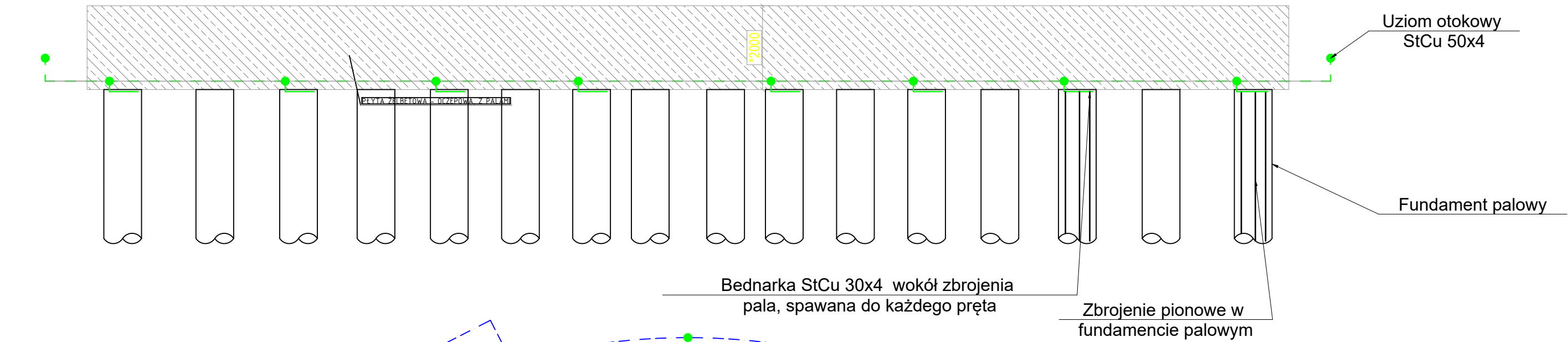








A-A



OZNACZENIA:

- Połączenie spawane
- Bednarka StCu 30x4
- - - Otok - bednarka StCu 50x4
- Kompensator

Inwestor:

Veolia Energia Łódź S.A.  
ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź

Nazwa obiektu budowlanego:

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

Tytuł rysunku:

PROJEKT BUDOWLANY  
Tom III. Projekt techniczny - część 1  
Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła  
Instalacje elektryczne  
Plan instalacji uziemienia akumulatora ciepła - uziom fundamentowy

Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud.: specjalność:	mgr. inż. Marcin BAKUN LOD/3060/PWBE/16 instalacyjna	Data sporządzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta:	Skala: 1:100
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud.: specjalność:	mgr. inż. Tomasz PILICHOWSKI LOD/5240/PWBE/23 instalacyjna	Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego:	Format: 1,25A2
			Nr kolejny rys.:	37

PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o.o.  
al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź  
tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl

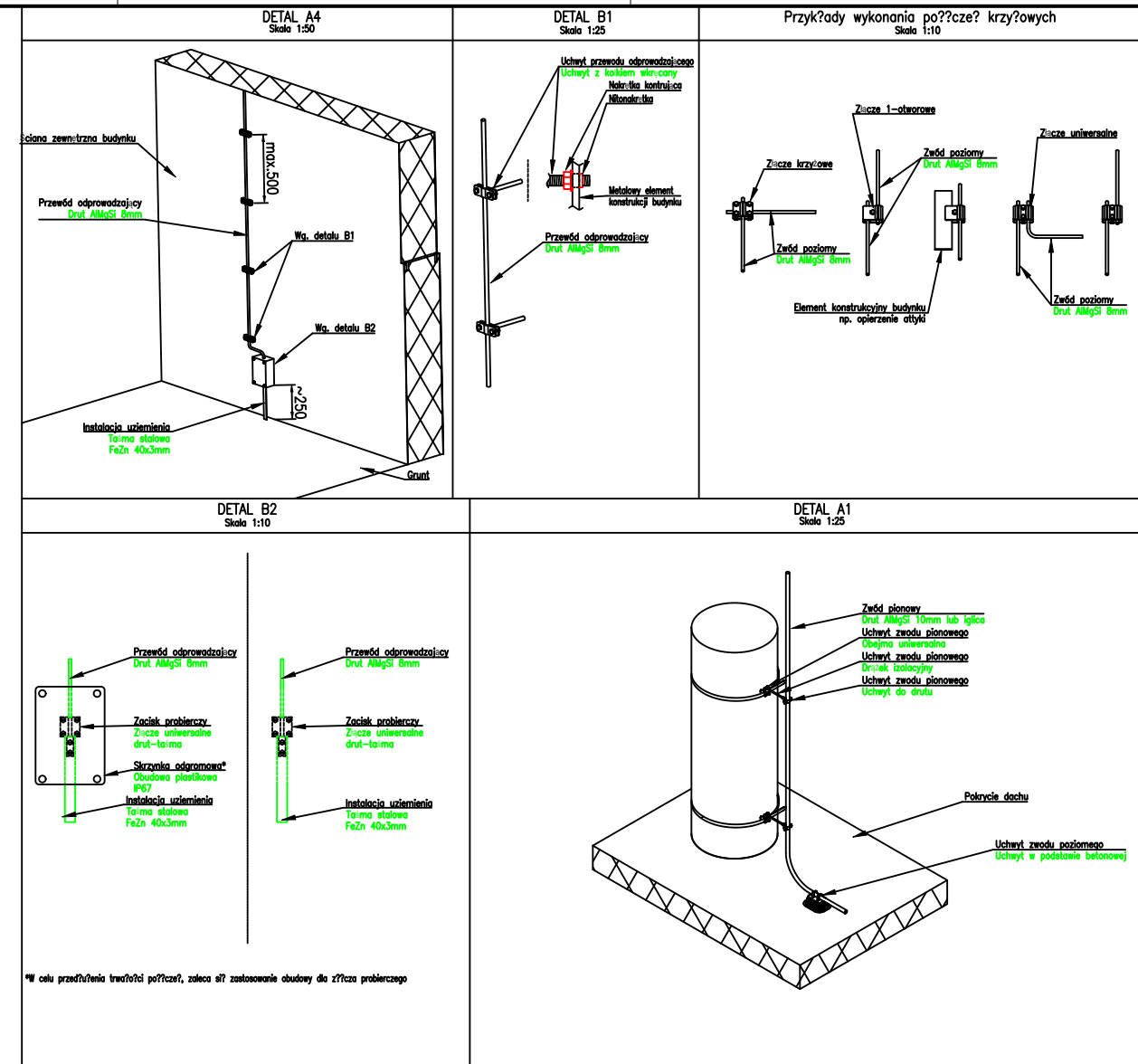
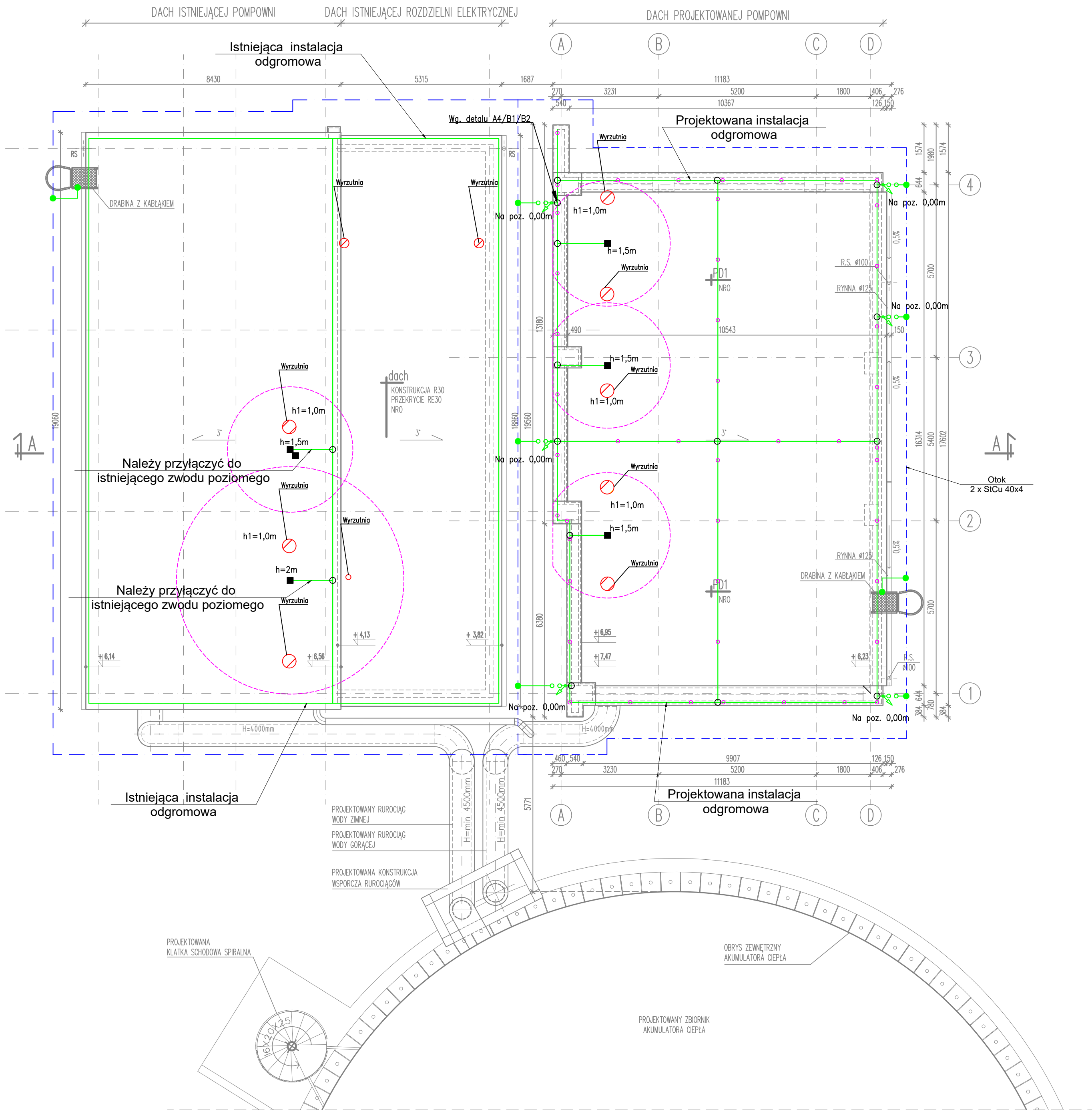
Nr rysunku VEOLIA:

WHAŁ-PBM-07NDE10-ELE-LAY-0005

Nr rysunku wykonawcy:

VL04\_W-05522\_PB\_ELH504\_0





- OZNACZENIA:**
- Przewody odprowadzające
  - Iglica odgromowa
  - Połączenie skrajne - z??cze
  - Uchwyt betonowy w tworzywie
  - Instalacja odgromowa
  - Z??cze kontrolne w budowie ziemnej
  - Połączenie spawane

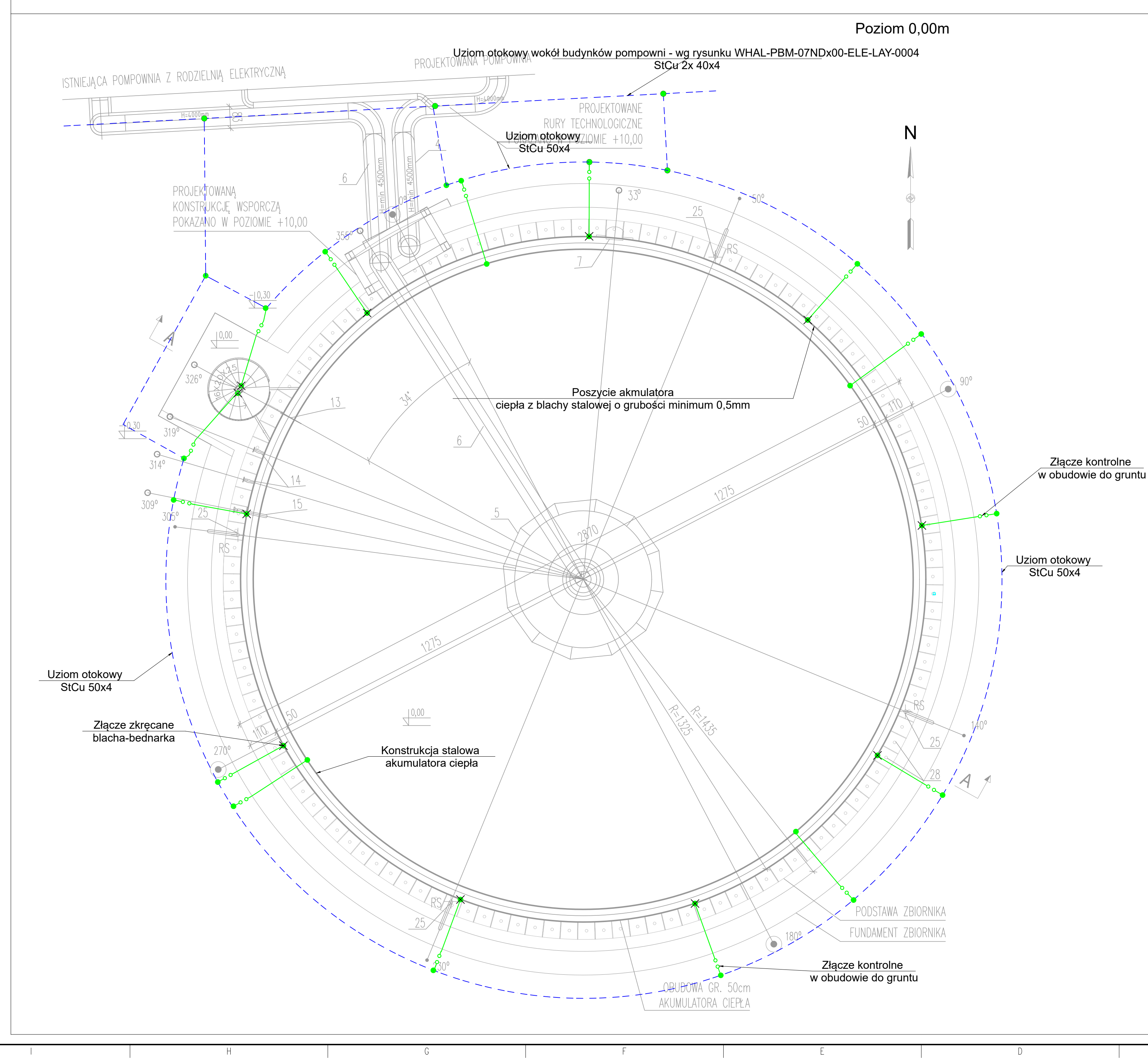
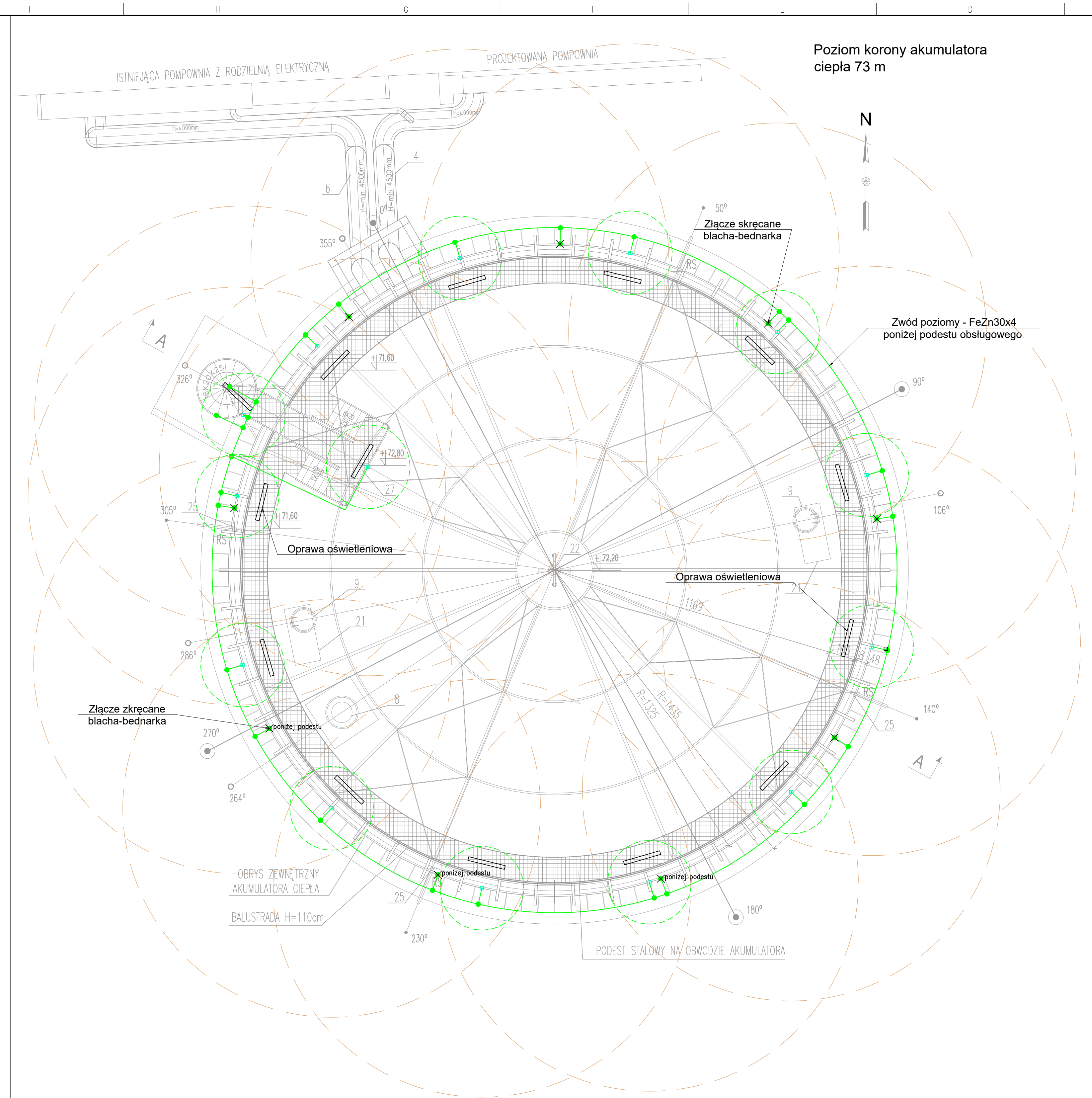
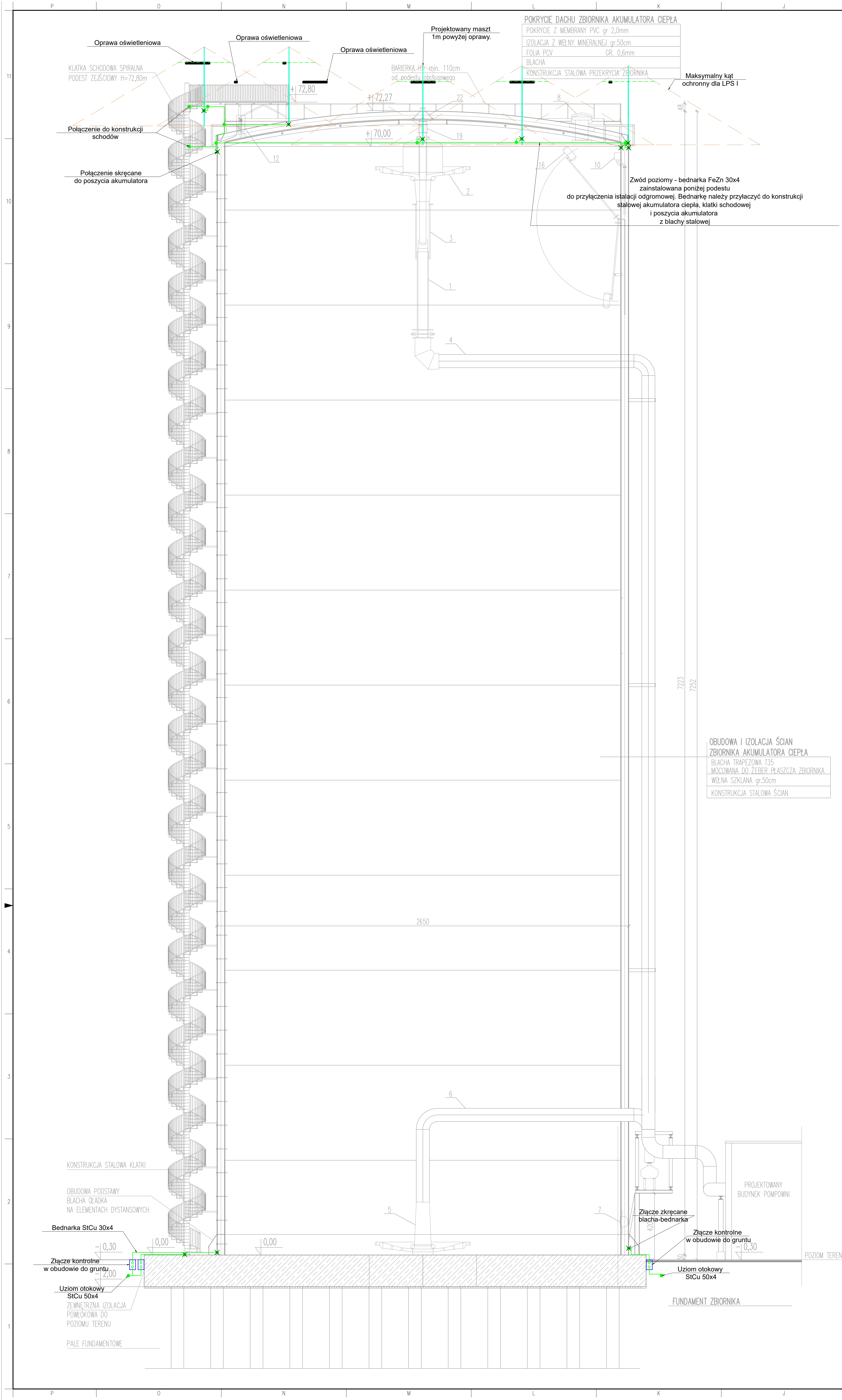
- Obiekt chroniony
- Granice obszaru ochrony


**UWAGI:**

- Instalacja odgromowa dachu zakłada metodę oczeków?
- Zwody pionowe na dachu pompowni istniejącej należy przyłączyć do istniejącej instalacji odgromowej, które przewody odprowadzające poprzez z??cza kontrolne należy przyłączyć do projektowanego otoku
- Wyrzutnie na dachu budynku elektrycznego znajdują się w strefie ochrony budynków pompowni
- Całość prac wykonać zgodnie z wytycznymi norm serii PN-EN 62305

Inwestor:		<b>VEOLIA</b>		Veolia Energia Łódź S.A. ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź			
Nazwa obiektu budowlanego:							
Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4							
Tytuł rysunku:							
PROJEKT BUDOWLANY Tom III. Projekt techniczny - część 1 Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła Instalacje elektryczne Instalacja odgromowa budynków pompowni							
Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud. specjalność:		mgr inż. Marcin BAKUN LOD/3060/PWBE/16 instalacyjna		Data sporządzenia:		20.02.2025 r.	
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud. specjalność:		mgr inż. Tomasz PILICHOWSKI LOD/5240/PWBE/23 instalacyjna		Data sprawdzenia:		20.02.2025 r.	
Podpis projektanta:				Podpis projektanta sprawdzającego:			
Skala:		1:100		Format:		A2	
Nr kolejny rys.:		38		Nr rysunku VEOLIA:		WHAL-PBM-07NDx00-ELE-LAY-0005	
Nr rysunku wykonawcy:		VL04_W-05522_PB_ELH503_0		Nr rysunku wykonawcy:			








OZE

**OPIS**

- ☒ Zasilanie gazowe – gaz
- ☒ Połączenie skrajone – złącze
- ☒ Połączenie spawane
- ☒ Instalacja odgromowa



☒ Złącze kontrolne obudowie zewnętrznej

☐ Otok

Uwagi:


- Projektuje się wykorzystanie pokrycia akumulatora ciepła blachą stalową trapezową ocykowaną oraz konstrukcję słupową akumulatora ciepła w tym kalnie schodowej jako przewodów odprowadzających naturalnych.
- Do ochrony instalacji oświetlenia na koronie akumulatora ciepła projektuje się zwody pionowe w postaci maszyn mocowanych do konstrukcji akumulatora - po jego obrybie. Zwody pionowe wystawde: 3m powyżej poziomu na którym zamieszalowane będą opary oświetleniowe.
- Na koronie - po podestem należy zamontować poziomy zwód do którego przyłączone zostaną zwody pionowe. Zwody poziomy należy przyłączyć do przewodów odprowadzających naturalnych - konstrukcji słupowych i poszycia akumulatora ciepła.
- Przewody odprowadzające należy przyłączyć do systemu odgromowego akumulatora ciepła. Szczegóły wykonania uziońw zostały pokazane na rysunkach szczególnych tych uziońw.
- Wytyczny poziom ochrony i o powudzie li oddzielde przewodów odprowadzających nie moze być wieksza niż 10m.
- Należy zastosować zwody pionowe przewidziane dla II klasy wg normy PN EN 1991 1-4-2008 oraz kategorii Irenu IV.
- Całość instalacji należy wykonac zgodnie z normami sari PN-EN 62305

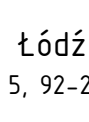
Wzrost:

Nowa aktywa biologiczna:



Veolia Energia Łódź S.A.  
ul. J. Andrzejewskiej, 5, 92-250 Łódź



nowa  
energia dla ludzi

**Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4**

Tytuł rysunku:

**PROJEKT BUDOWLANY**  
**Tom III. Projekt techniczny – część 1**  
**Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła**  
**Instalacje elektryczne**  
**Instalacja odgromowa akumulatora ciepła**

Imię i nazwisko projektanta	mgr inż. <b>MARCIN BAKUN</b>	Data opracowania	2022.2025 r.	Podpis projektanta	Skala: <b>1:100</b>
Imię i nazwisko inżyniera p. w sprawie bud. specjalności	mgr inż. <b>PAWEŁ PIŁCZKOWSKI</b>	Data opracowania	2022.2025 r.	Podpis projektanta w sprawie bud.	Formal: <b>A0</b>
Imię i nazwisko projektanta w sprawie bud. specjalności	mgr inż. <b>Tomasz PIŁCZKOWSKI</b>	Data opracowania	2022.2025 r.	Podpis projektanta w sprawie bud.	Skala: <b>1:100</b>
Imię i nazwisko inżyniera p. w sprawie bud. specjalności	mgr inż. <b>PAWEŁ PIŁCZKOWSKI</b>	Data opracowania	2022.2025 r.	Podpis projektanta w sprawie bud.	Formal: <b>A0</b>

**PROJEKT BUDOWLANY**

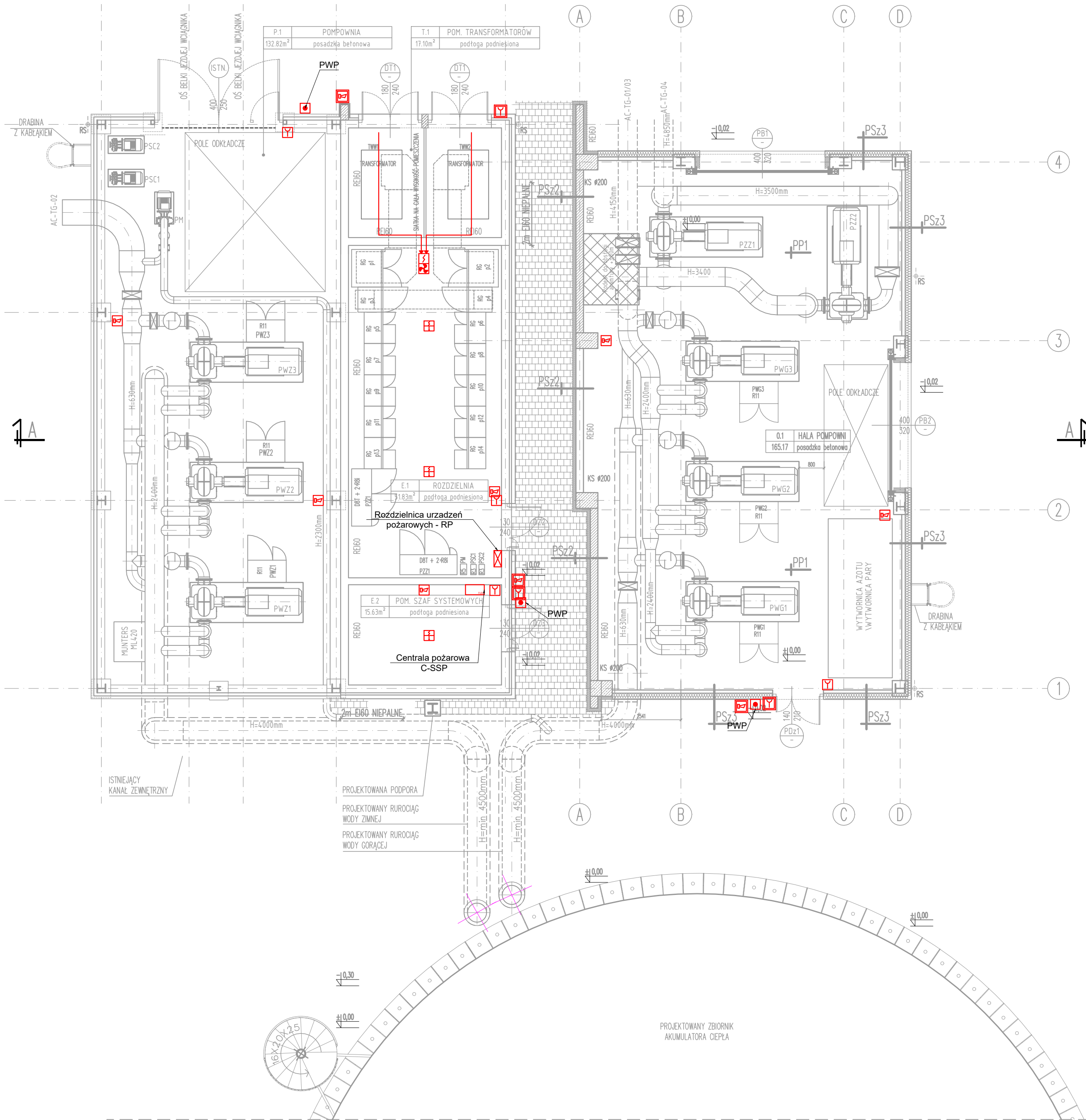
PRZEBUDOWA ZESPOŁU BUDYNKÓW SP. Z o.o.  
ul. Łąka 80, 90-705 Łódź  
tel. +42 631 81 71 00 e-mail: przemysl@probudowlany.pl

Na rysunku: **VEOLIA**  
**WHAŁ-PBM-07ND10E-10-ELE-ALU-0005**  
 Wzrost: **VEOLIA**  
**V.L.O. W-0552Z P.B. ELH504\_0**





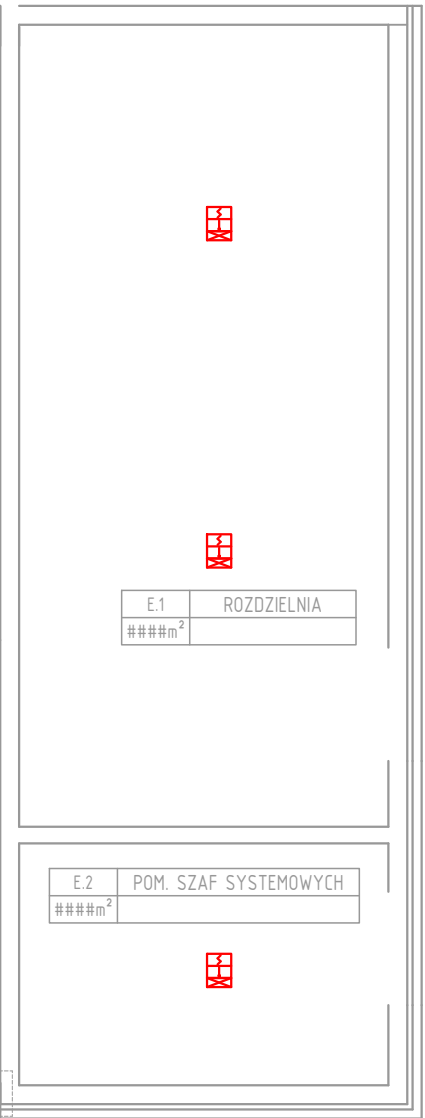
ISTNIEJĄCA POMPOWIA (07UND20)  
Z ROZDZIELNIĄ ELEKTRYCZNĄ (07UBA10)  
PROJEKTOWANA POMPOWIA (07UND10)  
RZUT W POZIOMIE ±0,00  
SKALA 1:100




Przestrzeń nad  
sufitem  
podwieszonym




Przestrzeń pod  
podłogą  
techniczną



Zestawienie danych z projektu		
	Nazwa	Producent
	Centrala sygnalizacji pożarowej	ESSER
	Czujka wielosensorowa dymu i ciepła	ESSER
	Detektor zasysający, 2 moduły detekcyjne	VESDA
	Przeciwpowarowy wyłącznik prądu	
	Ręczny ostrzegacz pożarowy	ESSER
	Ręczny ostrzegacz pożarowy, zewnętrzny	ESSER
	Sygnalizator akustyczny pożarowy	ESSER
	Sygnalizator akustyczny zewnętrzny	W2
	Wskaźnik zadziałania czujki	ESSER



Veolia Energia Łódź S.A.  
ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź




Nazwa obiektu budowlanego:

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

Tytuł rysunku:

PROJEKT BUDOWLANY  
Tom III. Projekt techniczny - część 1  
Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła  
Instalacje elektryczne  
Plan rozmieszczenia elementów systemu SSP w budynkach pompowni

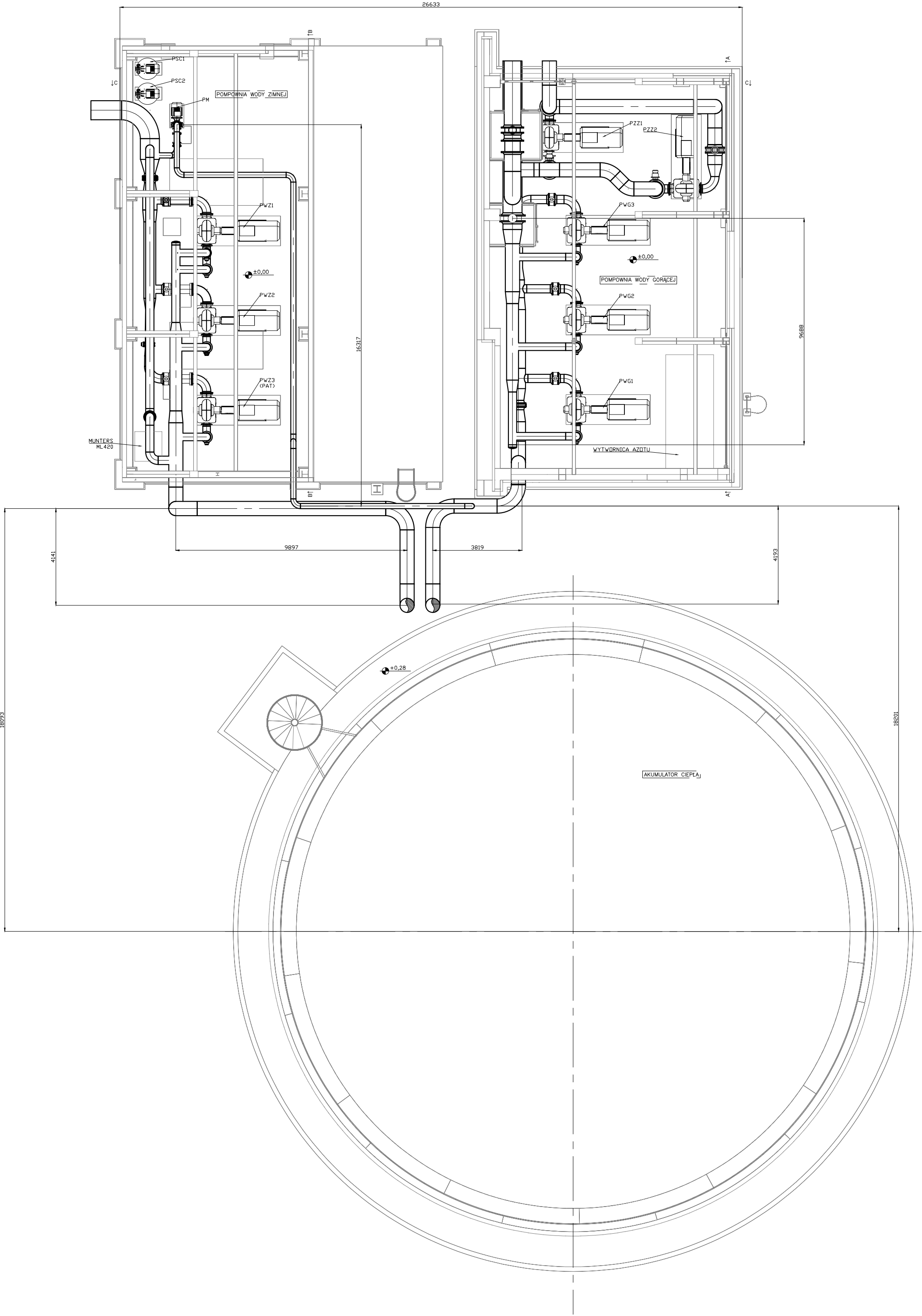
Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud. specjalność:	mgr inż. MARCIN BAKUN L00/3060/PWBE/16 instalacja	Data sporządzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta:	Skala: 1:100 Format: 1,25A2
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud. specjalność:	mgr inż. TOMASZ PILICHOWSKI L00/5240/PWBE/23 instalacja	Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego:	Nr kolejny rys.: 41



PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o.o.  
al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź  
tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl

Nr rysunku VEOLIA:  
WHAL-PBM-07NDx00-ELE-LAY-0006


Nr rysunku wykonawcy:  
VL04\_W-05522\_PB\_ELH301\_0



WYKAZ URZĄDZEŃ	
PWZ	POMPY WODY ZIMNEJ W POMPOWNI AKUMULATORA CIEPŁA
PWG	POMPY WODY GORĄCEJ W POMPOWNI AKUMULATORA CIEPŁA
PZZ	POMPY ZIMNEGO ZMIESZANIA W POMPOWNI AKUMULATORA CIEPŁA
PSC	POMPY STABILIZACJI CIŚNIENIA W POMPOWNI AKUMULATORA CIEPŁA
PM	POMPY MIESZAJĄCE W POMPOWNI AKUMULATORA CIEPŁA


\* ±0,00m podana wysokość odnosi się lokalnie do posadzki pomieszczenia pompowni.

Investor:



Veolia Energia Łódź S.A.

ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź



Nazwa obiektu budowlanego:

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenieVeolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

Tytuł rysunku:

PROJEKT BUDOWLANY


Tom III. Projekt techniczny – część 1

Etap 1 – Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła

Instalacje technologiczne

Pompownia istniejąca, pompownia projektowana, akumulator ciepła – rzut.

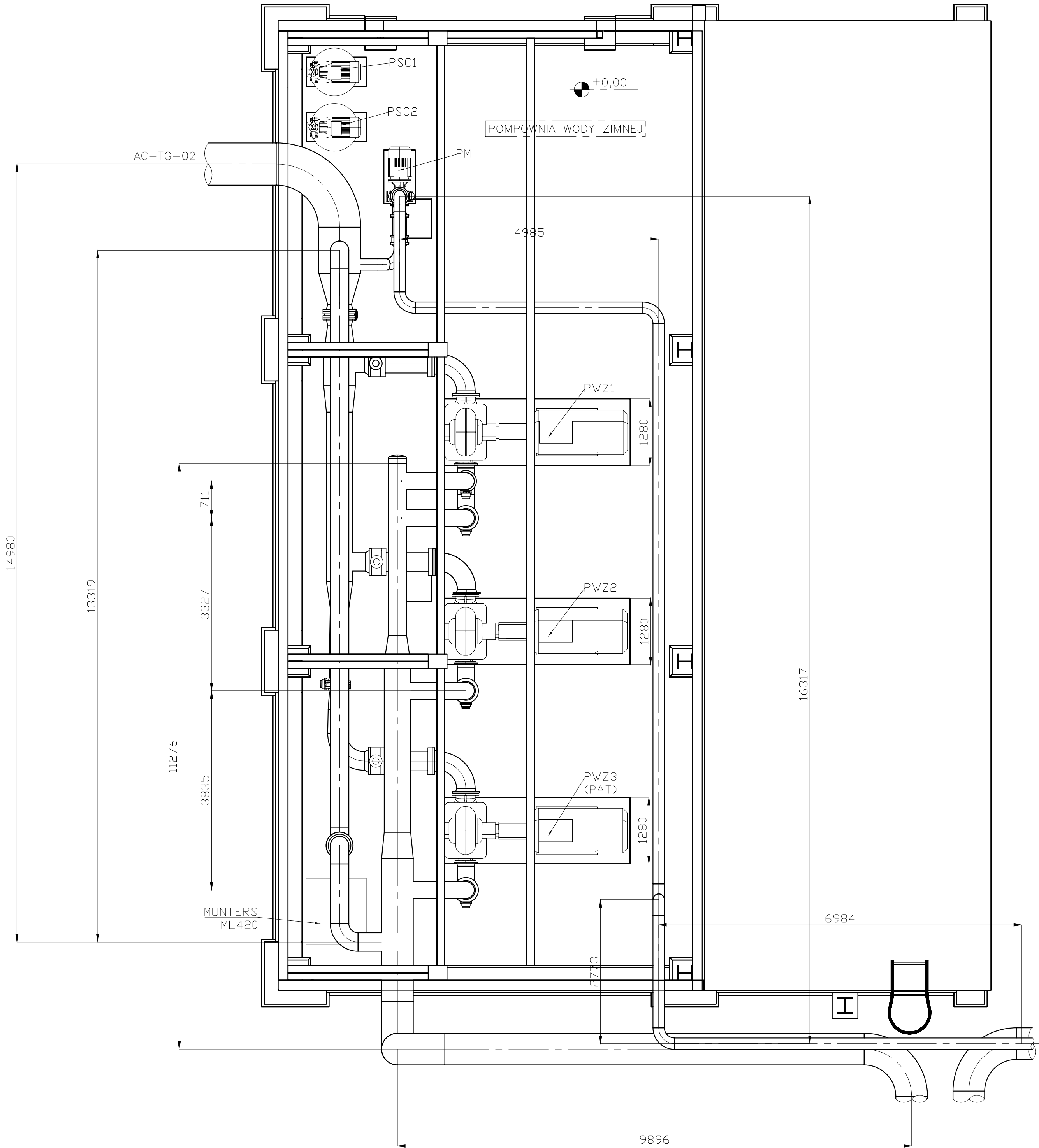
Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud.: specjalność:	mgr inż. Piotr FEDER – uprawnienia nie wymagane	Data sporządzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta:	Skala: 1:00
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud.: specjalność:	mgr inż. Jacek OLEJNIK – uprawnienia nie wymagane	Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego:	Nr kolejny rys.: 42



PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o.o.  
al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź  
tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl


Nr rysunku VEOLIA:  
WHAŁ-PBM-07NDx00-TPM-LAY-0001

Nr rysunku wykonawcy:  
VL04\_W-05522\_PB\_MTL001




WYKAZ URZĄDZEŃ	
PWZ	POMPY WODY ZIMNEJ W POMPOWNI AKUMULATORA CIEPŁA
PSC	POMPY STABILIZACJI CIŚNIENIA W POMPOWNI AKUMULATORA CIEPŁA
PM	POMPY MIESZAJĄCE W POMPOWNI AKUMULATORA CIEPŁA

\* ±0,00m podana wysokość odnosi się lokalnie do posadzki pomieszczenia pompowni.



Veolia Energia Łódź S.A.  
ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź




Nazwa obiektu budowlanego:

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

Tytuł rysunku:

PROJEKT BUDOWLANY  
Tom III. Projekt techniczny - część 1  
Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła  
Instalacje technologiczne  
Pompownia istniejąca - rzut.

Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud.: specjalność:	mgr inż. Piotr FEDER uprawnienia nie wymagane -	Data sporządzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta:	Skala: 1:200/100
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud.: specjalność:	mgr inż. Jacek OLEJNIK uprawnienia nie wymagane -	Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego:	Nr kolejny rys.: XX



PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o.o.  
al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź  
tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl



Nr rysunku VEOLIA:  
WHAL-PBM-07UND20-TPM-LAY-0001

Nr rysunku wykonawcy:  
VL04\_W-05522\_PB\_MTL002






Investor:

	<b>Veolia Energia Łódź S.A.</b> ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź	
---	---	---

Nazwa obiektu budowlanego: Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

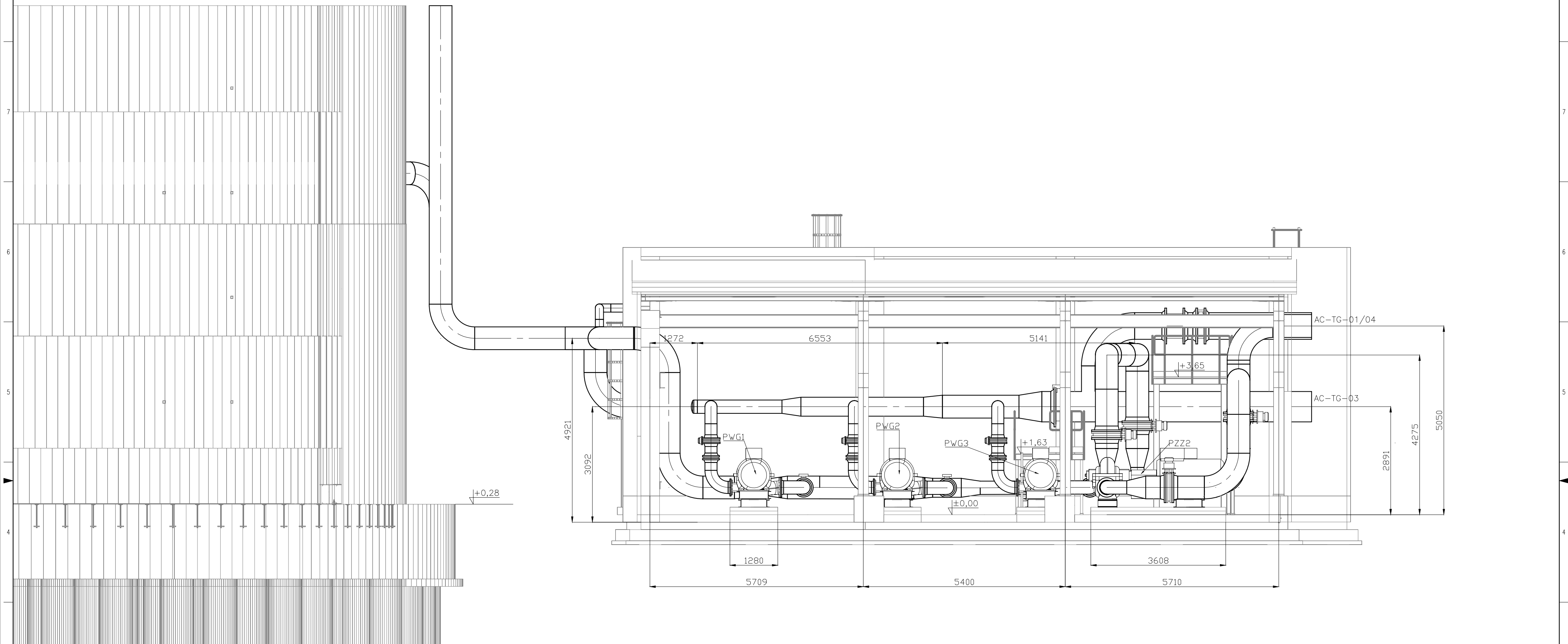
Tytuł rysunku: **PROJEKT BUDOWLANY**  
**Tom III. Projekt techniczny – część 1**  
**Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących**  
**w skład systemu akumulacji ciepła**  
**Instalacje technologiczne**  
**Pompownia projektowana – rzut**

Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud. specjalności:	mgr inż. Piotr FEDER	Data sporządzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta:	Skala: 1:100
	-			Format: A1
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud. specjalności:	mgr inż. Jacek OLEJNIK	Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego:	Nr kolejny rys: 43

	PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o.o. al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl	Nr rysunku VEDLIA: <b>VLO4 W-05522 PB MTL003</b>
		Nr rysunku wykonawcy: <b>VLO4 W-05522 PB MTL003</b>





PRZEKRÓJ A-A



WYKAZ URZĄDZEŃ	
PWG	POMPY WODY GORĄCEJ W POMPOWNI AKUMULATORA CIEPŁA
PZZ	POMPY ZIMNEGO ZMIESZANIA W POMPOWNI AKUMULATORA CIEPŁA

\*  $\pm 0,00\text{m}$  podana wysokość odnosi się lokalnie do posadzki pomieszczenia pompowni.


inwestor:

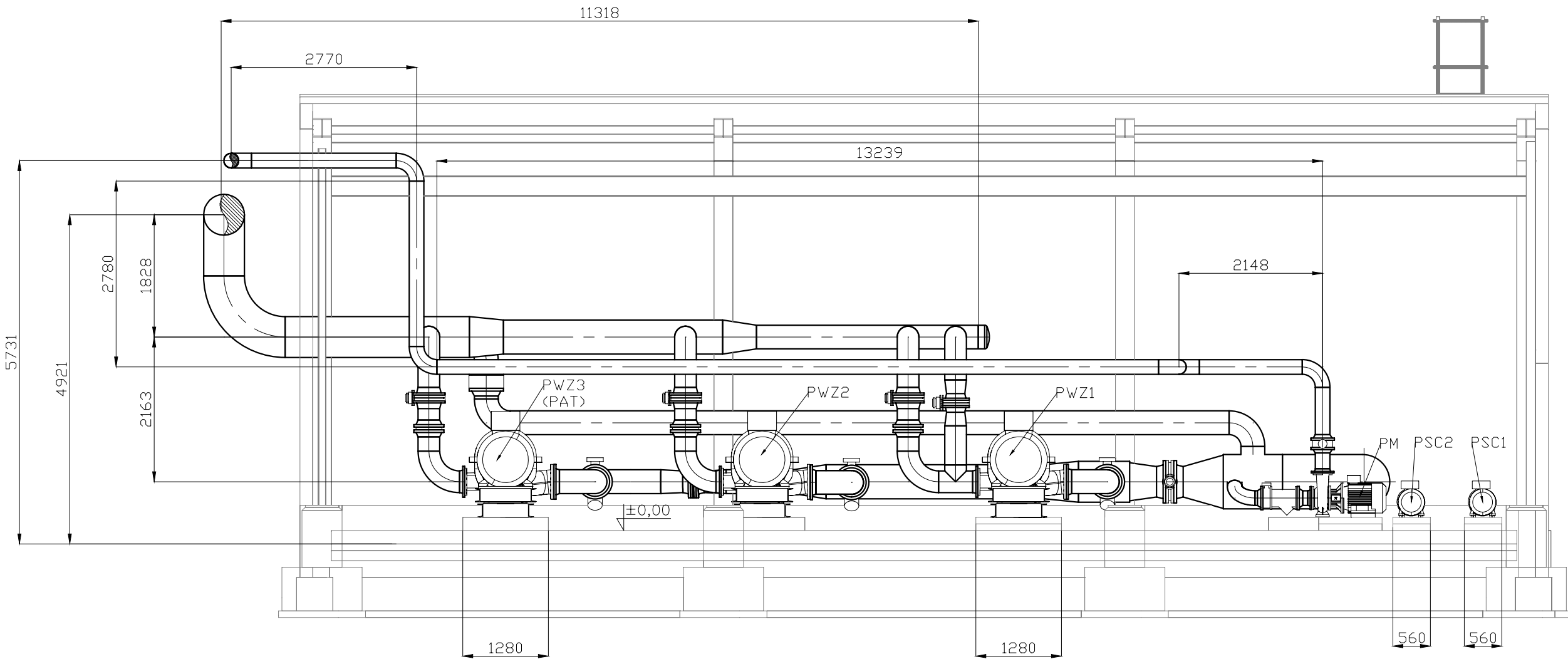
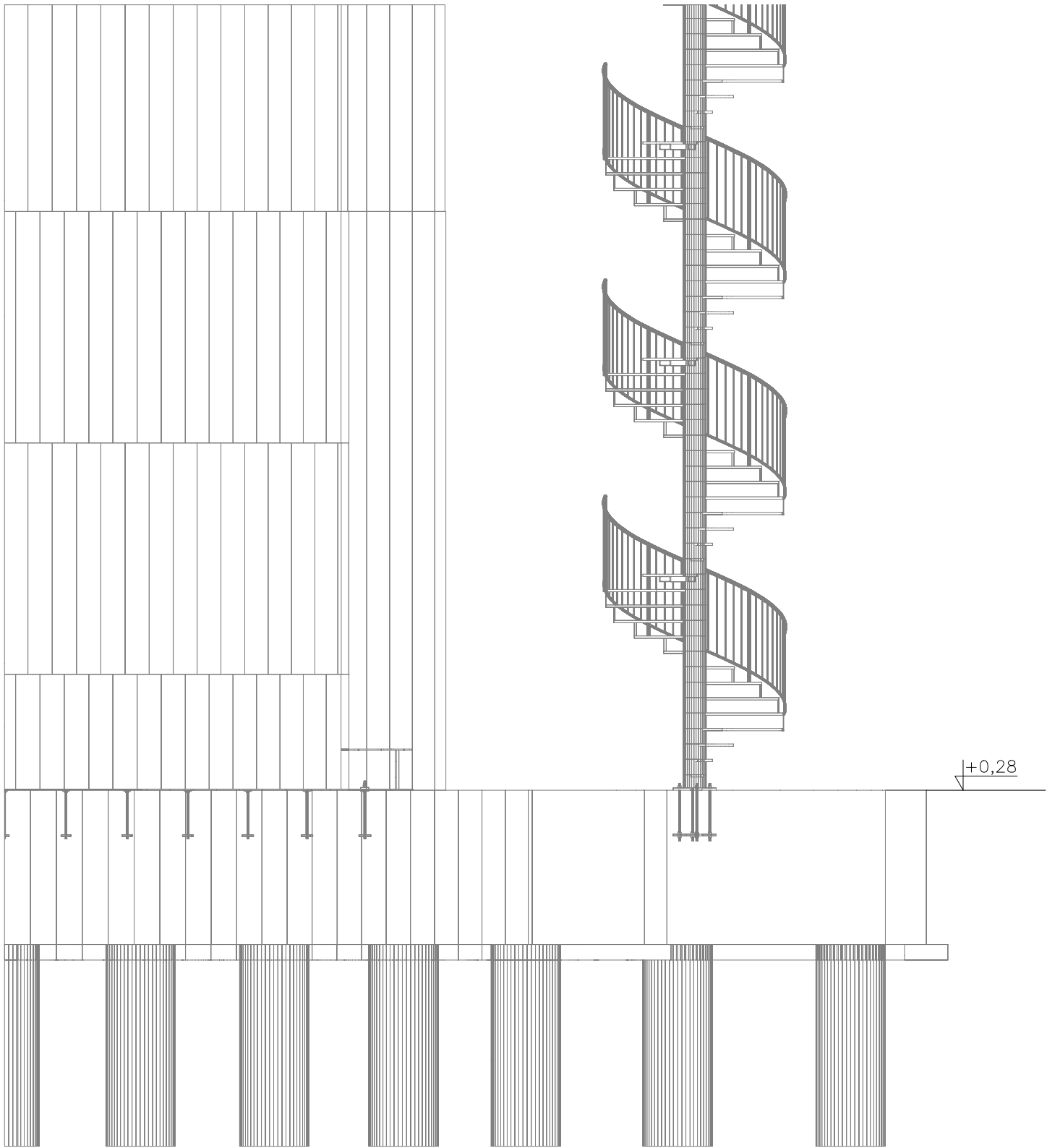
 <b>VEOLIA</b>	Veolia Energia Łódź S.A. ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź	 <b>nowa energia dla łodzi</b>
---	--	---

Nazwa obiektu budowlanego:	2
<p>Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4</p>	

Typu rysunku: **PROJEKT BUDOWLANY**  
**Tom III. Projekt techniczny - część 1**  
**Etap 1 - Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących**  
**w skład systemu akumulacji ciepła**  
**Instalacje technologiczne**  
**Pompownia projektowana i akumulator ciepła - przekrój A-A**

Imię i nazwisko projektanta mgr inż. Piotr FEDER nr uprawnień bud.: specjalności: -	Data sporządzenia: 04.03.2025 r.	Podpis projektanta:  	Skala: 1:100 Format: A1
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego mgr inż. Jacek OLEJNIK nr uprawnień bud.: specjalności: -	Data sprawdzenia: 04.03.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego:  	Nr kolejny rys.: 45


	PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o.o.	Nr rysunku VEOLIA:
	al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl	WHAL-PBM-07NDx00-TPM-LAY-0003 Nr rysunku wykonawczy: VLO4 W-05522 PB MTL004



WYKAZ URZĄDZEŃ	
PWZ	POMPY WODY ZIMNEJ W POMPOWNI AKUMULATORA CIEPŁA
PSC	POMPY STABILIZACJI CIŚNIENIA W POMPOWNI AKUMULATORA CIEPŁA
PM	POMPY MIESZAJĄCE W POMPOWNI AKUMULATORA CIEPŁA

\* ±0,00m podana wysokość odnosi się lokalnie do posadzki pomieszczenia pompowni.

Investor:



Veolia Energia Łódź S.A.

ul. J. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź


Nazwa obiektu budowlanego:

Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenieVeolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4

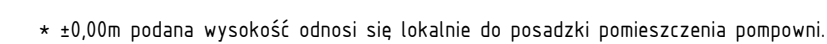
Tytuł rysunku:


PROJEKT BUDOWLANY  
Tom III. Projekt techniczny – część 1  
Etap 1 – Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła  
Instalacje technologiczne  
Pompownia projektowana i akumulator ciepła – przekrój B-B

Imię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud.: specjalność:	mgr inż. Piotr FEDER uprawnienia nie wymagane -	Data sporządzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta:	Skala: 1:100
Imię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud.: specjalność:	mgr inż. Jacek OLEJNIK uprawnienia nie wymagane -	Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego:	Format: A1
PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o.o. al. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź tel. +42 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl			Nr rysunku VEOLIA: WHAŁ-PBM-07NDx00-TPM-LAY-0004 Nr rysunku wykonawczy: VL04_W-05522_PB_MTL005	Nr kolejny rys.: 46




nowa energia dla łodzi





**VEOLIA**

**Veolia Energia Łódź S.A.**  
 ul. F. Andrzejewskiej 5, 92-250 Łódź

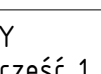
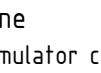



**Nazwa obiektu budowlanego:**

**Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła oraz budynku kotłowni na terenie Veolia Energia Łódź S.A. Elektrociepłownia EC4**

**Tytuł rysunku:**

**PROJEKT BUDOWLANY**  
**Tom III. Projekt techniczny – część 1**  
**Etap 1 – Budowa / przebudowa zespołu budynków i obiektów budowlanych wchodzących w skład systemu akumulacji ciepła**  
**Instalacje technologiczne**  
**Pompownia projektowana, pompownia istniejąca i akumulator ciepła – przegrój C-C**

Inię i nazwisko projektanta: nr uprawnień bud. specjalności:	mgr inż. Piotr FEDER Uprawnienia nie wymagane -	Data sporządzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta: 	Skala: <b>1:100</b>
				Format: <b>A1</b>
Inię i nazwisko projektanta sprawdzającego: nr uprawnień bud. specjalności:	mgr inż. Jacek OLEJNIK Uprawnienia nie wymagane -	Data sprawdzenia: 20.02.2025 r.	Podpis projektanta sprawdzającego: 	Nr kolejny rys.: <b>47</b>



PROBUDMIX Biuro Projektów Inżynierskich Sp. z o.o.  
 ul. 1-go Maja 87, 90-755 Łódź  
 tel. +2 633 87 85, e-mail: probudmix@probudmix.pl

**WHAŁ-PBM-07NDx00-TPM-LAY-0005**

**VL04\_W-05522\_PB\_MTL006**

