



Geologia
Danielewscy

Wykonawca:
Danielewski Daniel GEO-LABBUD
ul. Krótka 6, 62-070 Dąbrowa
nip: 7773319279
tel. +48791245777
e-mail: biuro@geologiadanielewscy.pl
<https://geologiadanielewscy.pl/>

PROJEKT GEOTECHNICZNY

DLA BUDOWY BUDYNKU POLITECHNIKI MORSKIEJW SZCZECINIE

Zleceniodawca:

AKINT
Ul. Wiertnicza 143a
02-952 Warszawa

Inwestycja:

**Projekt budowy budynku zajęć teoretycznych wraz
z zagospodarowaniem terenu przyległego, ul. Dębogórska
w Szczecinie**

Lokalizacja:

**działka nr ewid.: 28/8, obręb 3025 Nad Odrą 25,
jedn. ewid. gmina miejska Szczecin 326201_1
identyfikator działki: 326201_1.3025.28/8
woj. zachodniopomorskie.**

OPRACOWALI	Imię i Nazwisko	Podpis
	mgr inż. Bartosz Szatanik LBS/0059/PBKb/21	
	mgr Piotr Sobolewski VII-1716	

Rewizja –

Egzemplarz nr ...

SPIS TREŚCI:

1. Wstęp.....	3
1.1. Podstawy formalne.....	3
1.2. Podstawa prawna.....	3
1.3. Podstawa merytoryczna.....	4
2. Opis planowanej inwestycji.....	5
2.1. Położenie inwestycji	5
2.2. Charakterystyka planowanej inwestycji.....	5
3. Warunki gruntowo – wodne	7
3.1. Budowa geologiczna.....	7
3.2. Warunki hydrogeologiczne	7
3.3. Warunki geotechniczne	8
3.4. Stopień skomplikowania warunków gruntowo – wodnych i kategoria geotechniczna 13	
4. Projekt geotechniczny	13
4.1. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie	13
4.2. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych.....	14
4.3. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa do obliczeń geotechnicznych.....	15
4.4. Określenie oddziaływań od gruntu	16
4.5. Przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego.....	17
4.6. Obliczenie nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności.....	18
4.7. Ustalenie danych niezbędnych do zaprojektowania fundamentów	23
4.8. Specyfikacja badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych i specjalistycznych robót geotechnicznych	23
4.9. Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany i sposobów przeciwdziałania tym zagrożeniom.....	24
4.10. 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.....	24

Załączniki:

Załącznik 1 – plan kolumn CFA

1. Wstęp

1.1. Podstawy formalne

Opracowanie zostało wykonane na podstawie zlecenia od AKINT, ul. Wiertnicza 143a, 02-952 Warszawa.

Projektuje się obiekt **II kategorii** geotechnicznej w **złożonych warunkach gruntowych** co w świetle Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych zobowiązuje do sporządzenia Projektu geotechnicznego w ramach Geotechnicznych warunków posadowienia.

1.2. Podstawa prawna

Projekt opracowano w oparciu o ustawy, rozporządzenia, wytyczne i normy, związane z geologią, budownictwem i geotechniką, w tym, nie wyłączając innych, wyszczególnione poniżej:

- [P-1]. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz.U. z 2012 poz. 463).
- [P-2]. PN-EN 1997-1. Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1. Zasady ogólne.
- [P-3]. PN-EN1997-1:2008/AC.Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część1. Zasady ogólne.
- [P-4]. PN-EN1997-1:2008/Ap1. Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część1. Zasady ogólne.
- [P-5]. PN-EN 1997-1:2008/Ap2. Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1. Zasady ogólne.
- [P-6]. PN-EN 1997-1:2008/NA. Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1. Zasady ogólne.
- [P-7]. PN-EN1997-2.Eurokod7. Projektowanie geotechniczne. Część2. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- [P-8]. PN-EN1997-2:2009/Ap1. Eurokod7. Projektowanie geotechniczne. Część2. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- [P-9]. PN-EN1997-2:2009/AC. Eurokod7. Projektowanie geotechniczne. Część2. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- [P-10]. PN-EN ISO 14688-1:2006. Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczenie i opis.
- [P-11]. PN-ENISO14688-1:2006/Ap1. Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczenie i opis.
- [P-12]. PN-EN ISO 14688-1:2006/A1. Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczenie i opis.
- [P-13]. PN-EN ISO 14688-2:2006. Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania.
- [P-14]. PN-EN ISO 14688-2:2006/Ap1. Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania.
- [P-15]. PN-EN ISO14688-2:2006/Ap2. Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania.
- [P-16]. PN-EN ISO 14688-2:2006/A1 (poprawka do normy; luty 2014). Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania.
- [P-17]. PN-B-02479:1998. Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady Ogólne.
- [P-18]. PN-86/B-02480. Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.

- [P-19]. PN-B-02481:1998. Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- [P-20]. PN-B-04452:2002. Geotechnika. Badania polowe.
- [P-21]. PN-88/B-04481. Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
- [P-22]. PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [P-23]. PN-83/B-03010. Ściany oporowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [P-24]. PN-83/B-02482. Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych.
- [P-25]. PN-EN 206-1:2003. Beton – Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- [P-26]. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r.: Prawo geologiczne i Górnicze – (tekst jednolity (Dz. U. 2022, poz. 1072 ze zm.))
- [P-27]. OBWIESZCZENIE PREZESA RADY MINISTRÓW z dnia 21 grudnia 2015r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (tj.Dz.U.2016.Poz.71).
- [P-28]. Ustawa z dnia 26 kwietnia 2007 r. o zarządzaniu kryzysowym (tj.Dz.U.2017.poz.209).
- [P-29]. „Ochrona zabudowy w sąsiedztwie głębokich wykopów”; Instytut Techniki Budowlanej (Instrukcja nr 376), Warszawa, 2002 r.
- [P-30]. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych, (Dz.U. 2003 nr 47 poz. 401).
- [P-31]. Instrukcja ITB Nr 427/2007 : Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych.

1.3. Podstawa merytoryczna

Projekt opracowano w oparciu o dane zawarte w poniższych opracowaniach:

- [M-1]. Opinia geotechniczna wraz z dokumentacją badań podłoża gruntowego terenu przeznaczonego pod budowę budynku Politechniki Morskiej w Szczecinie, dz. nr ewid. 28/8. Geologia Danielewscy, Dąbrowa, luty 2023r.
- [M-2]. Projekt Budowlany. Branża: Architektura. Plan Zagospodarowania terenu. Rysunek PZT-01. Projekt budowy budynku zajęć teoretycznych wraz z zagospodarowaniem terenu przyległego, ul. Dębogórska w Szczecinie. Akint.archi, Warszawa, marzec 2023r.
- [M-3]. Projekt Budowlany. Branża: Architektura. Rysunki: A-01, A-02, A-03, A-04, A-05, A-06, A-07, A-08, A-09, A-10. Projekt budowy budynku zajęć teoretycznych wraz z zagospodarowaniem terenu przyległego, ul. Dębogórska w Szczecinie. Akint.archi, Warszawa, marzec 2023r.
- [M-4]. Zestaw obciążeń obliczeniowych wraz z ciężarem podwalin na układ pali fundamentowych przekazane w dniu: 16.03.2023r od viktor.demchuk@akint.pl
- [M-5]. Strona internetowa: geoportal.gov.pl
- [M-6]. Strona internetowa: polska.geoportal2.pl
- [M-7]. Strona internetowa: geolog.pgi.gov.pl

2. Opis planowanej inwestycji

2.1. Położenie inwestycji

Obszar inwestycji pod względem administracyjnym zlokalizowany jest w m. Szczecin, obręb Nad Odrą 25, na dz. nr ewid. 28/8. Otoczenie terenu badań stanowią tereny przemysłowe położone bezpośrednio przy nadbrzeżu Odry a także w sąsiedztwie Jeziora Dąbie po jego zachodniej stronie. Działka przylega do ulicy Dębogórskiej.

2.2. Charakterystyka planowanej inwestycji

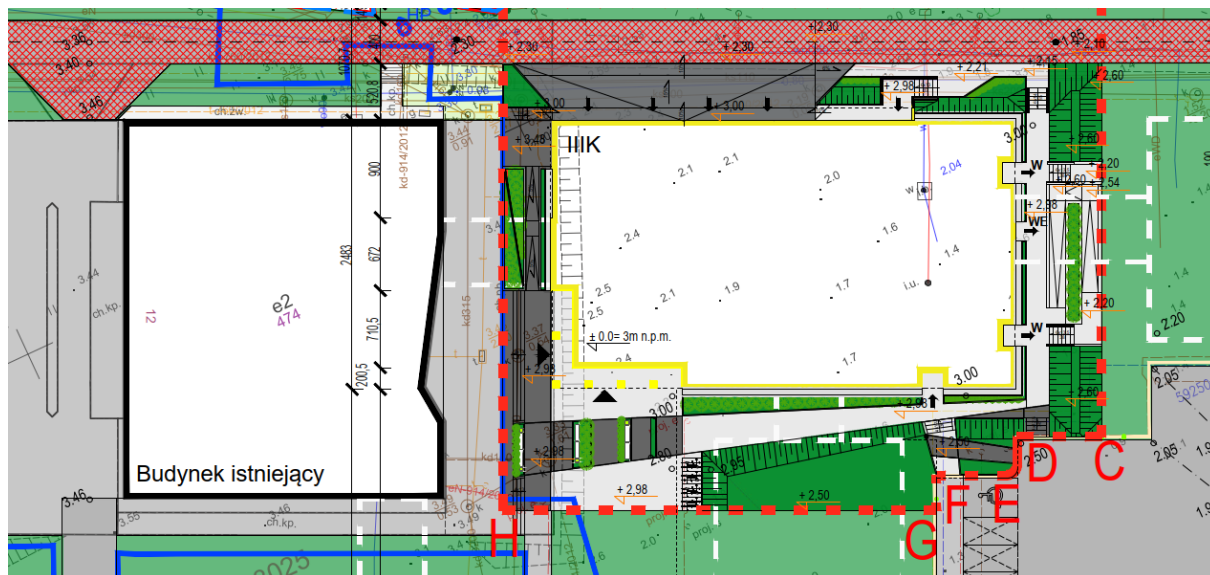
Na podstawie danych [M-2], [M-3] projektuje się:

- Budowę budynku zajęć teoretycznych wraz z zagospodarowaniem terenu przyległego.

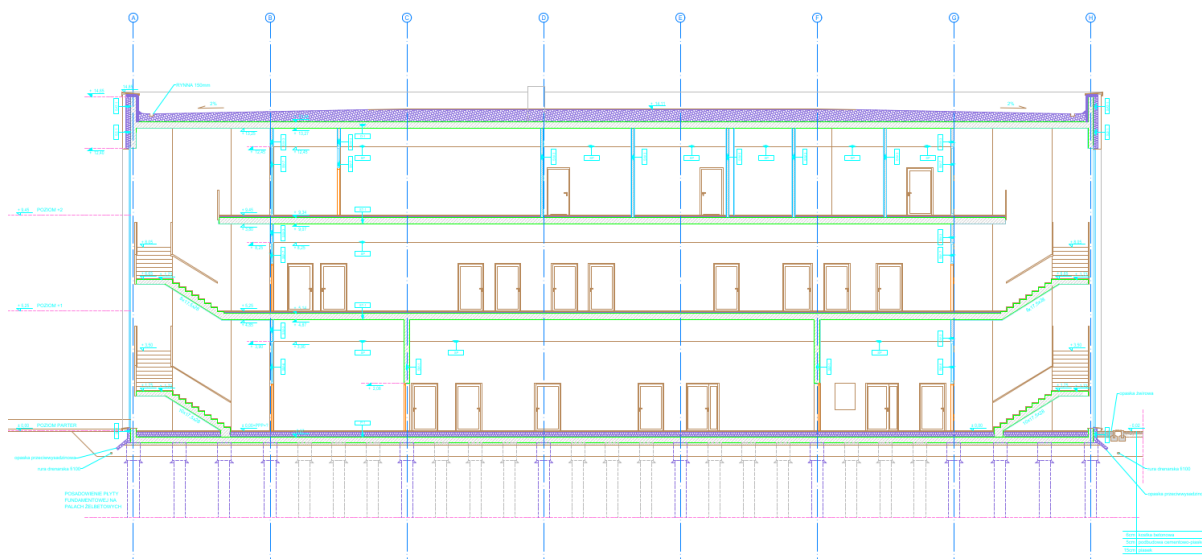
Planowany budynek zlokalizowany jest w centralnej części zakresu inwestycji, od strony północnej graniczy z drogą pożarową, z pozostałych stron przewidziano ciągi komunikacyjne. Budynek 3 kondygnacyjny posadowiony na płycie fundamentowej wraz z usztywnieniem w formie podwalin opartych na kolumnach CFA.

W skład zamierzenia budowlanego wchodzi również niezbędne instalacje oraz obiekty małej architektury.

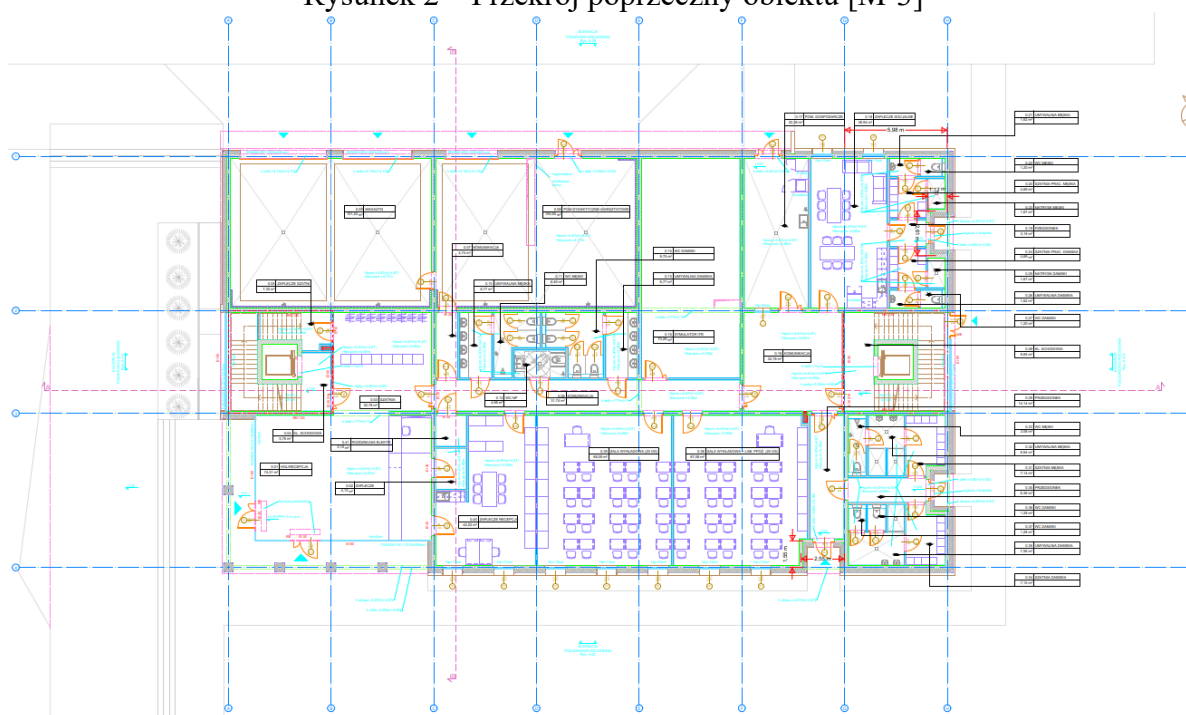
Poziom posadzki parteru ustalono na rzędnej 3,00 m n.p.m. Poziom posadowienia kondygnacji podziemnej oraz rozwiązania konstrukcyjne posadowienia obiektu nie są znane na obecnym etapie. Na potrzeby realizacji niniejszego opracowania zaproponowano rozwiązania konstrukcyjne posadowienia.



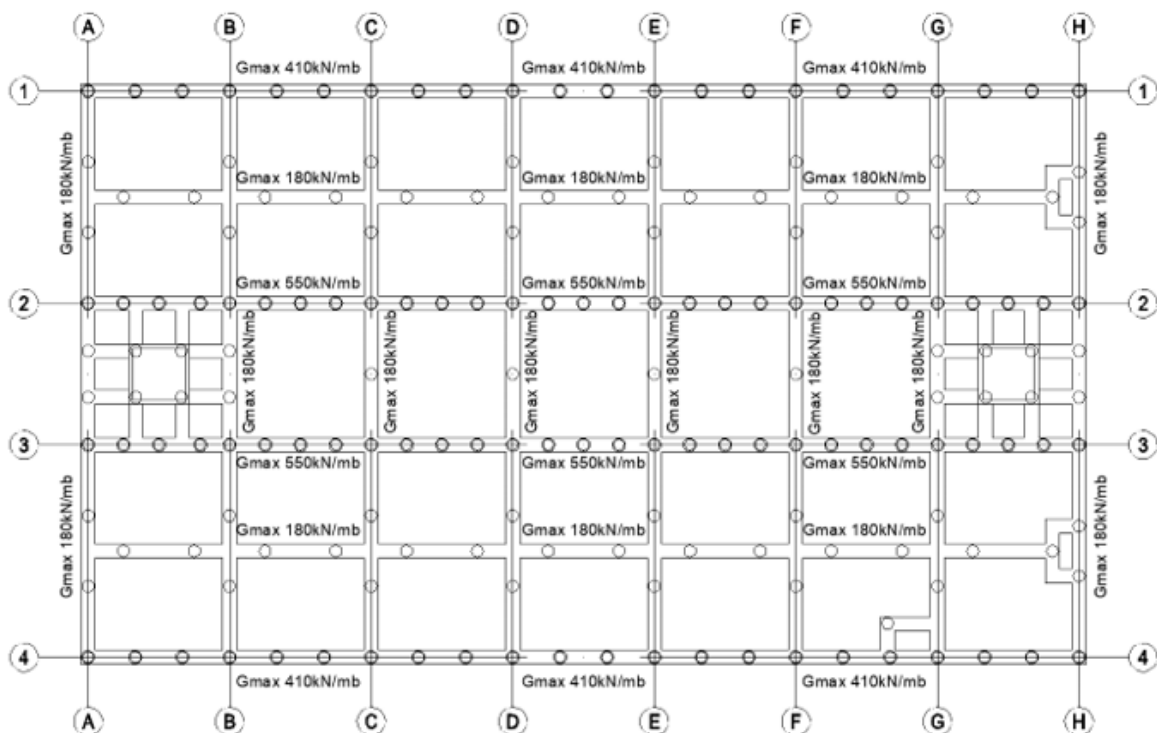
Rysunek 1 – Fragment planu zagospodarowania terenu [M-2]



Rysunek 2 – Przekrój poprzeczny obiektu [M-3]



Rysunek 3 – Rzut zbiorczy parteru [M-3]



Rysunek 4 – Zestawienie obciążeń obliczeniowych na kolumny [M-4]

UWAGA: w niniejszym opracowaniu układ kolumn został zmodyfikowany.

3. Warunki gruntowo – wodne

3.1. Budowa geologiczna

Na podstawie analizy dokumentacji [M-1] stwierdzono, że w podłożu opisywanego obszaru występują utwory pochodzenia antropogenicznego zdeponowane jako nasypy niekontrolowane sięgające do głębokości 3,3m poniżej poziomu istniejącego terenu. Lokalnie stwierdzono występowanie holocenów glin pochodzenia zastoiskowego bezpośrednio pod utworami antropogenicznymi. Głębiej we wszystkich punktach badawczych stwierdzono ciągły pokład holocenów gruntów organicznych. Od głębokości 6,5 – 9,0 m ppt. natrafiono na strop gruntów niespoistych o zróżnicowanym zagęszczeniu sięgający głębokości 18,0m ppt. Szczegółowe dane dotyczące budowy geologicznej znajdują się w opracowaniu [M-1].

3.2. Warunki hydrogeologiczne

Podczas prowadzenia badań terenowych, w styczniu 2023 r. stwierdzono występowanie poziomu wodonośnego na całym badanym terenie. Zwierciadło wody stabilizowało się na głębokości od 0,4 do 0,5 m p.p.t., tj. rzędnych 1,02 – 2,03 m n.p.m. Przyjmuje się amplitudę wahań zwierciadła wody na poziomie +/- 0,8 m.

Lokalne występowanie wody gruntowej na tym obszarze uzależnione jest od stanu wody w Odrze i jeziorze Dąbie oraz wielkości infiltracji wód opadowych i roztopowych z powierzchni terenu.

Głębokość zwierciadła swobodnego, poziomy stabilizacji oraz poziomy i intensywność sąszeń mogą ulegać zmianom w zależności od pory roku, wielkości opadów, stanu wód w przyległych ciekach, ewentualnych piérzeń budowli hydrotechnicznych. Istnieje możliwość

stagnacji wody na stropie gruntów spoistych po intensywnych opadach atmosferycznych. Z zwierciadło poziomu wodonośnego może ulegać wahaniom w cyklu rocznym i wieloletnim.

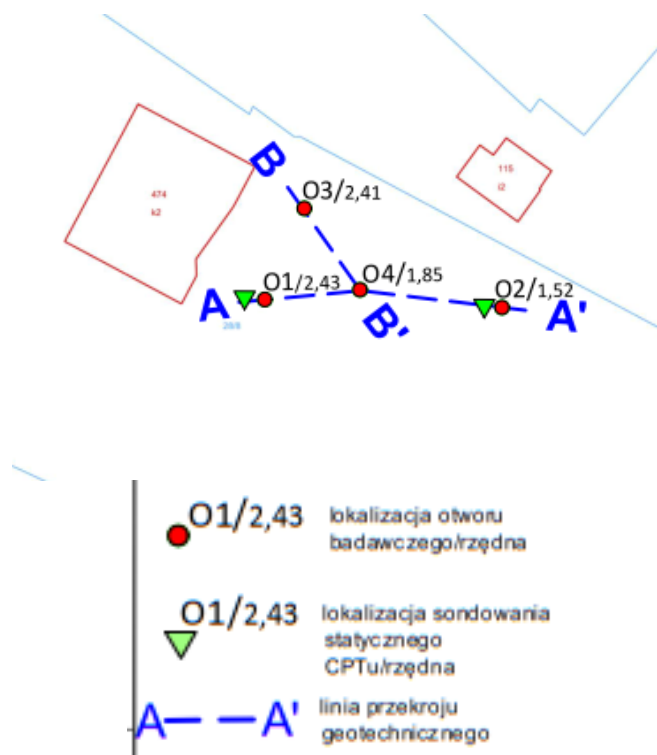
Szczegółowe dane dotyczące warunków hydrogeologicznych znajdują się w opracowaniu [M-1].

3.3. Warunki geotechniczne

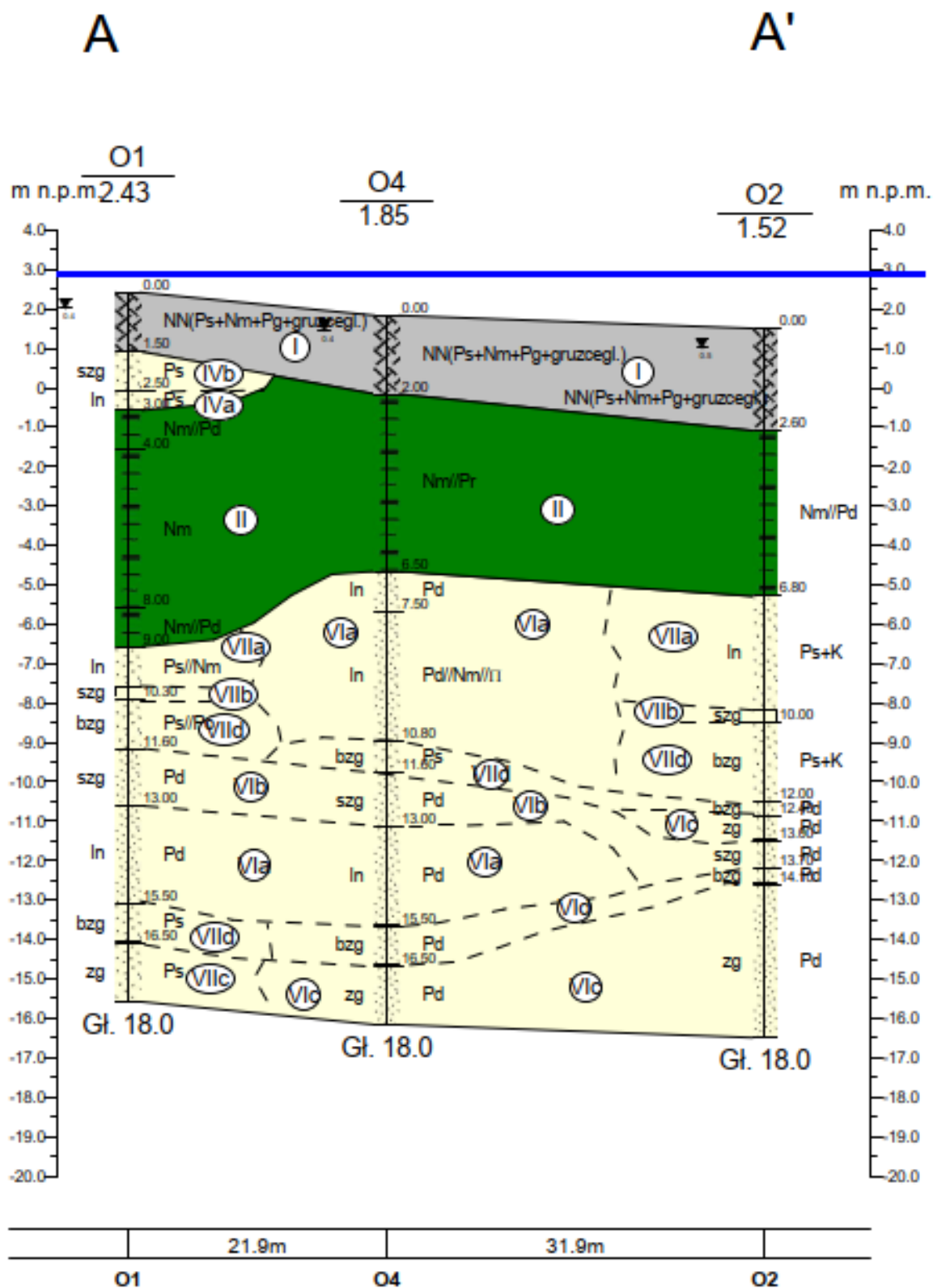
Na podstawie wykonanych wierceń oraz sondowań wydzielono dwa pakiety geotechniczne, w obrębie których wydzielono warstwy geotechniczne.

Uogólnione wartości cech fizyczno – mechanicznych dla poszczególnych gruntów w obrębie danej warstwy zamieszczono w opracowaniu [M-1].

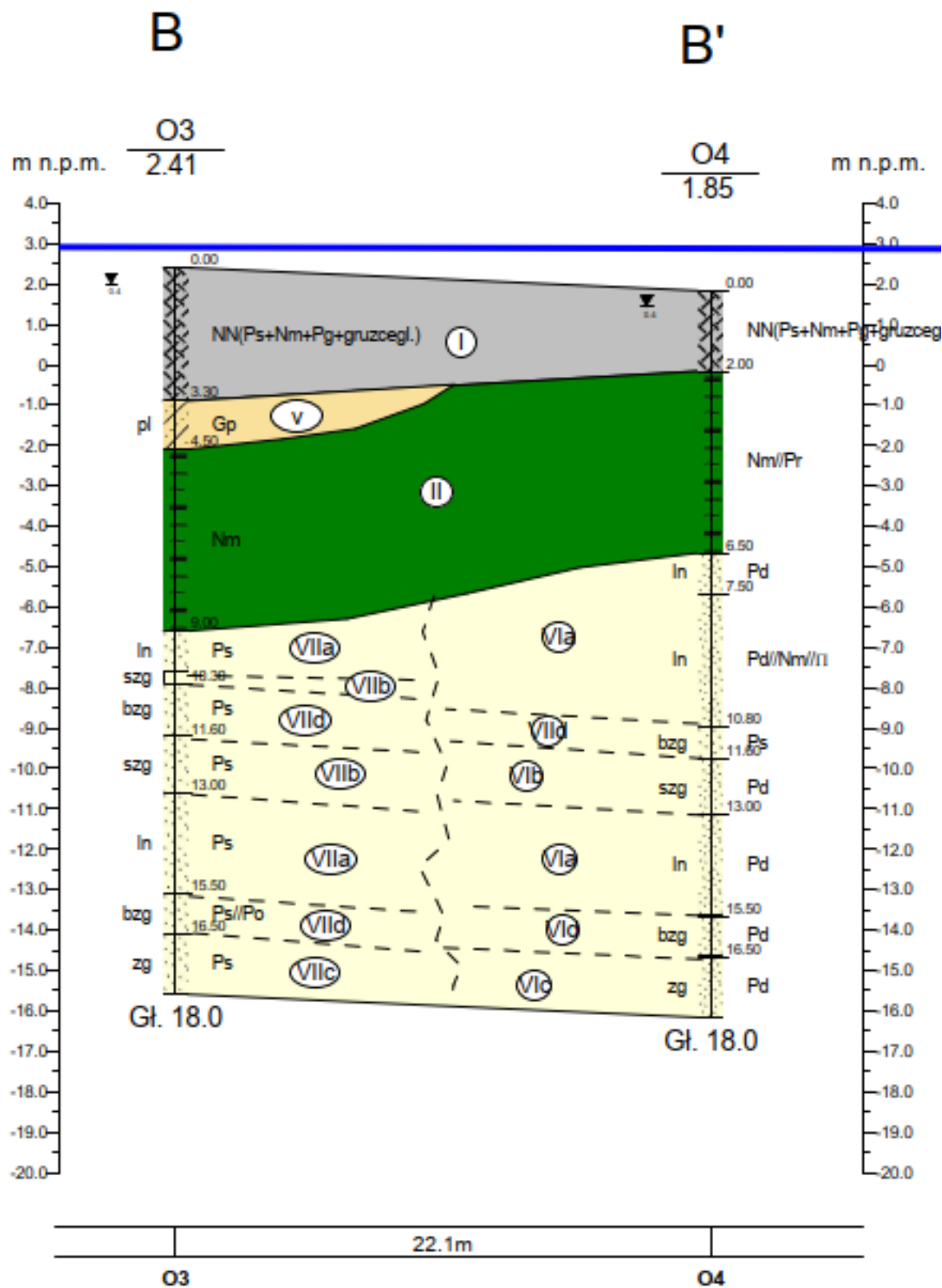
Poniżej przedstawiono plan sytuacyjny wraz z lokalizacją punktów badawczych oraz przekroje geotechniczne [M-1].



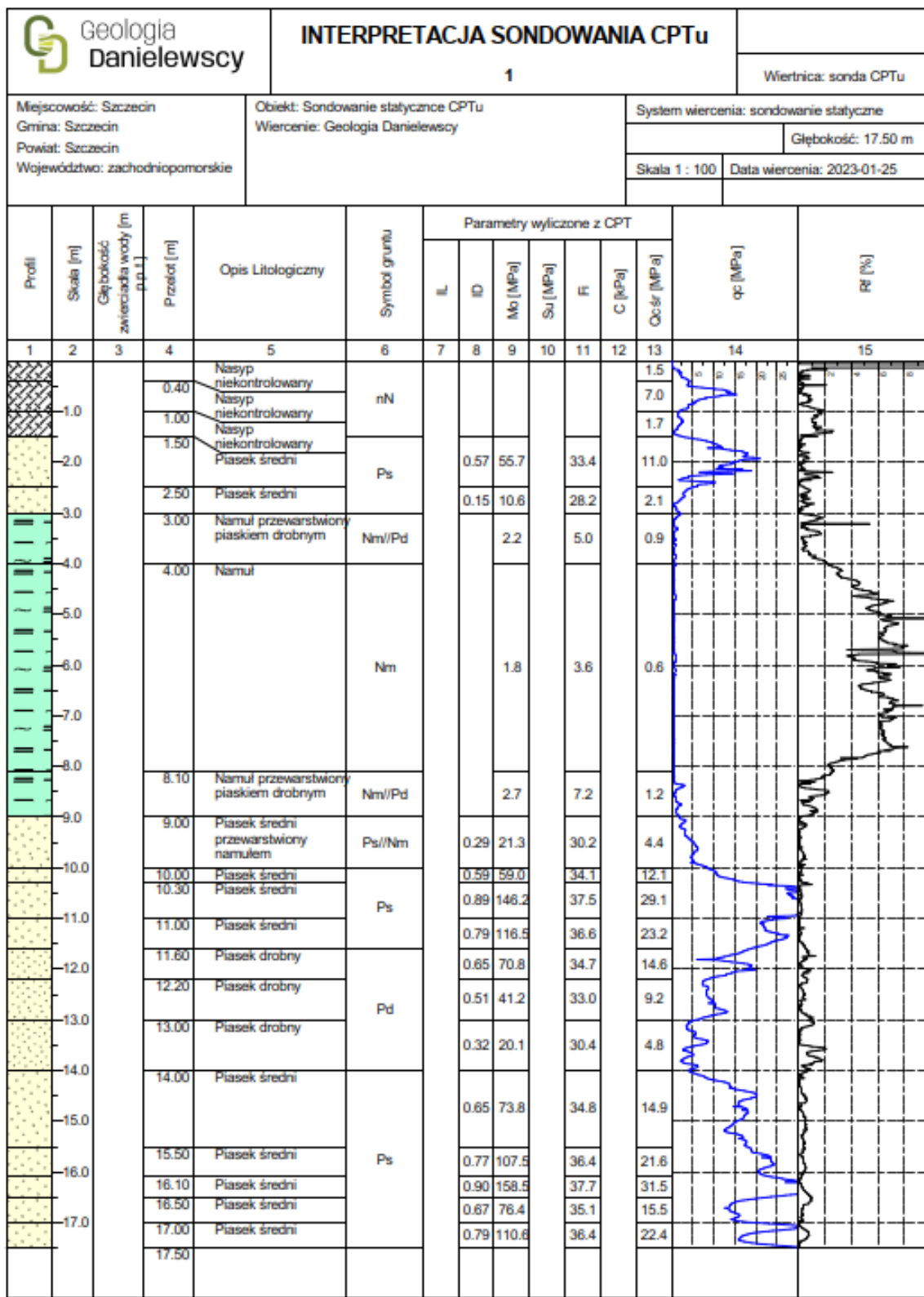
Rysunek 5 - Fragment planu sytuacyjnego [M-1]



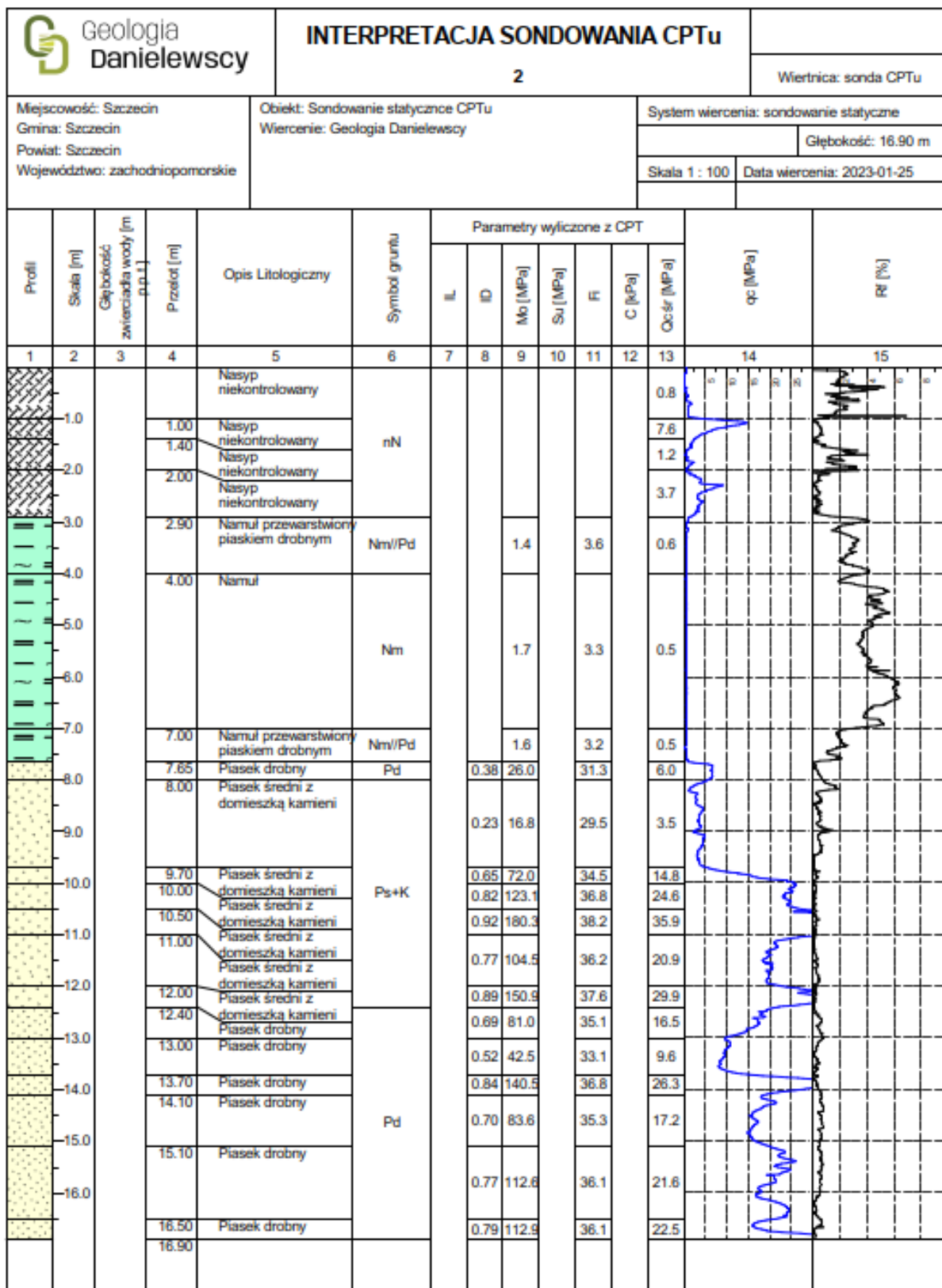
Rysunek 6 – Przekrój geotechniczny A – A' [M-1]



Rysunek 7 – Przekrój geotechniczny B – B' [M-1]



Rysunek 8 – Karta sondowania CPTu1 wraz z proponowaną interpretacją [M-1]



Rysunek 9 – Karta sondowania CPTu1 wraz z proponowaną interpretacją [M-1]

3.4. Stopień skomplikowania warunków gruntowo – wodnych i kategoria geotechniczna

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że teren planowanej inwestycji charakteryzuje się **złożonymi warunkami gruntowymi** wg [P-1]. Założono, że budowane obiekty będą posadowione:

- Na płycie fundamentowej wraz z usztywnieniem w formie podwalin opartych na kolumnach CFA

Należy liczyć się z możliwymi wyższymi poziomami wód gruntowych w zależności od pory roku i wielkości opadów, stanu wód w przyległych ciekach, ewentualnych piętrzeń budowli hydrotechnicznych. Istnieje możliwość stagnacji wody na stropie gruntów spoistych po intensywnych opadach atmosferycznych bądź wiosennych roztopach pokrywy śnieżnej.

Na podstawie Rozporządzenia [P-1] ustala się **drugą kategorię geotechniczną** dla planowanej inwestycji.

4. Projekt geotechniczny

Projekt geotechniczny został opracowany zgodnie z wytycznymi Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych [P-1].

Projekt geotechniczny swoim zakresem odnosi się do konstrukcji projektowanych fundamentów wymienionych w punkcie 2.2 i nie obejmuje innych zagadnień geotechnicznych.

4.1. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie

Zachowanie się podłoża w czasie budowy i eksploatacji	<ul style="list-style-type: none"> • W początkowej fazie – wykopu nastąpi odprężenie podłoża. • Możliwa zmiana zagęszczenia podłoża po wykonaniu wykopu (zmniejszenie stopnia zagęszczenia). • Po przyłożeniu obciążenia nastąpi osiadanie podłoża. • Z uwagi na obecność gruntów drobnoziarnistych, organicznych o niskim współczynniku filtracji osiadania mogą się zrealizować w dłuższym czasie od momentu przyłożonego obciążenia. • Uplastycznienie gruntów spoistych w wyniku zawilgocenia i drgań może wystąpić w obrębie gruntów tiksotropowych. • Nie zaleca się używania maszyn generujących drgania. Szczególnie narażone na zmianę stanu plastyczności są grunty mało spoiste (P_g, π, π_p). • Generowanie drgań podczas budowy może mieć wpływ na sąsiednią zabudowę i infrastrukturę. W przypadku wykonywania robót generujących drgania należy prowadzić monitoring wpływu na sąsiednie budynki i infrastrukturę. • Lokalne zmiany wilgotności gruntów w podłożu mogą powodować systemy korzeniowe traw, krzewów i drzew. • W przypadku ekspozycji niezabezpieczonego podłoża gruntowego na warunki atmosferyczne w okresie
---	---

	zimowym możliwe zamarzanie gruntu. Nie dopuszcza się wbudowywania oraz prowadzenia robót fundamentowych na zamrożonym podłożu.
Zmiany warunków wodnych	<ul style="list-style-type: none"> Głębokość zwierciadła swobodnego, poziomy stabilizacji oraz poziomy i intensywność sączeń mogą ulegać zmianom w zależności od pory roku i wielkości opadów stanu wód w przyległych ciekach, ewentualnych piętrzeń budowli hydrotechnicznych. Istnieje możliwość stagnacji wody na stropie gruntów spoistych po intensywnych opadach atmosferycznych bądź wiosennych roztopach pokrywy śnieżnej. Zwierciadło poziomu wodonośnego może ulegać wahaniom w cyklu rocznym i wieloletnim. Niekontrolowane prowadzenie odwodnienia w czasie budowy obiektu może prowadzić do procesów sufozyjnych oraz osiadań sąsiedniej zabudowy. Lokalne zmiany wilgotności gruntów w podłożu mogą powodować systemy korzeniowe traw, krzewów i drzew.
Skurcz i pęcznienie gruntów	<ul style="list-style-type: none"> Przy zachowaniu zaleceń projektowych oraz przy wykonywaniu robót zgodnie ze sztuką budowlaną pęcznienie i skurcz jest pomijalnie małe. Zaleca się bezpośrednio po wykonaniu wykopu zabezpieczyć dno warstwą betonu podkładowego Nagłe zmiany wilgotności mogą wywołać zmiany objętości gruntów.
Powierzchniowe ruchy masowe	<ul style="list-style-type: none"> Przy zachowaniu zaleceń projektowych oraz przy wykonywaniu robót zgodnie ze sztuką budowlaną powierzchniowe ruchy masowe nie wystąpią.
Osiadanie zapadowe	<ul style="list-style-type: none"> Nie występuje
Zmiany termiczne w gruncie w poziomie posadowienia	<ul style="list-style-type: none"> W przypadku ekspozycji gruntów wysadzinowych powyżej głębokości przemarzania mogą wystąpić zjawiska wysadzinowe.
Szkody górnicze	<ul style="list-style-type: none"> Nie występuje

4.2. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych

Zgodnie z [P-2] i [P-3] wartości parametrów geotechnicznych należy ocenić bezpośrednio albo wyprowadzić za pomocą wzoru:

$$X_d = \frac{X_k}{\gamma_M}$$

gdzie:

X_d – wartość obliczeniowa parametru geotechnicznego,

X_k – wartość charakterystyczna parametru geotechnicznego,

γ_M – współczynnik częściowy do parametru geotechnicznego.

Wartości charakterystyczne uogólnionych parametrów geotechnicznych zostały zamieszczone w opracowaniu [M-1]. Zaleca się przyjmowanie wartości efektywnych parametrów geotechnicznych.

4.3. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa do obliczeń geotechnicznych

Stany graniczne nośności wg EC – 7:

A. Stan graniczny nośności STR i GEO

Norma EC-7 [P-2], [P-3] wyróżnia trzy podejścia obliczeniowe różniące się rozkładem współczynników częściowych, pomiędzy oddziaływania, efekty oddziaływań, parametry geotechniczne i inne właściwości materiałowe. Współczynniki bezpieczeństwa zostały podzielone na zestawy oznaczone:

A – do oddziaływań i efektów oddziaływań,

M – do parametrów geotechnicznych,

R – do oporów lub nośności.

Wartości współczynników częściowych podano w tabelach poniżej:

Tabela 1 – Współczynniki częściowe do oddziaływań i efektów oddziaływań

Oddziaływanie		Symbol	Zestaw	
			A1	A2
Stałe	Niekorzystne	γ_G	1,35	1,0
	Korzystne		1,0	1,0
Zmienne	Niekorzystne	γ_Q	1,5	1,3
	Korzystne		0	0

Tabela 2 – Współczynniki częściowe do parametrów geotechnicznych

Parametr gruntu	Symbol	Zestaw	
		M1	M2
Kąt tarcia wewnętrznego (do $\tan \varphi$)	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Spójność efektywna	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu	γ_{cu}	1,0	1,4
Wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie	γ_{qu}	1,0	1,4
Ciężar objętościowy	γ_γ	1,0	1,0

Tabela 3 – Współczynniki częściowe do oporu/nośności dotyczące fundamentów bezpośrednich

Nośność	Symbol	Zestaw		
		R1	R2	R3
Nośność podłoża	$\gamma_{R,v}$	1,0	1,4	1,0
Przesunięcie	$\gamma_{R,h}$	1,0	1,1	1,0

W zależności od szczegółów konstrukcyjnych obiektu na podstawie przedstawionych warunków gruntowo – wodnych Projektant powinien przyjąć jedno z trzech podejść obliczeniowych.

Podejście obliczeniowe 1 polega na analizie dwóch zestawów współczynników częściowych. W podejściu tym współczynniki stosuje się do oddziaływań lub efektów oddziaływań jak i do parametrów geotechnicznych. Kombinacja pierwsza polega na założeniu, że odchylenia od wielkości charakterystycznych dotyczą oddziaływań, jednocześnie zakładając wysoką pewność wyznaczenia parametrów geotechnicznych. Kombinacja druga zakłada, że odchylenia od wielkości charakterystycznych dotyczą parametrów geotechnicznych.

Kombinacja 1: A1+M1+R1

Kombinacja 2: A2+M2+R1

Podejście obliczeniowe 2 – współczynniki częściowe stosuje się do oddziaływań albo efektów oddziaływań jak i do oporów (nośności).

Kombinacja: A1+M1+R2

Podejście obliczeniowe 3 – współczynniki częściowe należy stosować do oddziaływań lub efektów oddziaływań od konstrukcji, jak również do parametrów gruntu i materiałów.

Kombinacja: (A1 lub A2) +M2+R3

B. Stan graniczny nośności UPL

Tabela 4 – Współczynniki częściowe do oddziaływań

Oddziaływanie		Symbol	Wartość
Stałe	Niekorzystne destabilizujące	$\gamma_{G;dst}$	1,00
	Korzystne stabilizujące	$\gamma_{G;stb}$	0,90
Zmienne	Niekorzystne destabilizujące	$\gamma_{Q;dst}$	1,50

Tabela 5 – Współczynniki częściowe do parametrów geotechnicznych i oddziaływań stabilizujących

Parametr gruntu	Symbol	Wartość
Kąt tarcia wewnętrznego (do $\tan \varphi$)	$\gamma_{\varphi'}$	1,25
Spójność efektywna	$\gamma_{c'}$	1,25
Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu	γ_{cu}	1,40
Nośność pala wyciąganego	$\gamma_{s;st}$	1,40
Nośność kotwy	γ_a	1,40

C. Stan graniczny nośności HYD

Tabela 6 – Współczynniki częściowe do oddziaływań

Oddziaływanie		Symbol	Wartość
Stałe	Niekorzystne destabilizujące	$\gamma_{G;dst}$	1,35
	Korzystne stabilizujące	$\gamma_{G;stb}$	0,90
Zmienne	Niekorzystne destabilizujące	$\gamma_{Q;dst}$	1,50

4.4. Określenie oddziaływań od gruntu

Do oddziaływań geotechnicznych zalicza się ogólne oddziaływania przekazywane na konstrukcję przez grunt i wodę gruntową lub powierzchniową. Przewiduje się wystąpienie typowych oddziaływań geotechnicznych takich jak parcie gruntu na konstrukcję ścian oraz odpór gruntu.

W niepożądanym przypadku może nastąpić zmiana stopnia zagęszczenia gruntów niespoistych w poziomie posadowienia fundamentów lub dna wykopu. Wahania zwierciadła wody gruntowej mogą spowodować rozluźnienie niespoistych warstw podłoża gruntowego.

Dla potrzeb opracowania niniejszego projektu przyjęto prowadzenie robót w otwartym wykopie szerokoprzestrzennym. Nie wyklucza się zastosowania metody zabezpieczenia ścian wykopów w formie ścianki szczelnej, palisady lub ścianki berlińskiej pod warunkiem spełnienia wymagań dotyczących maksymalnych przemieszczeń poziomych tej konstrukcji.

Proponuje się przeprowadzenie obliczeń konstrukcji oporowej, uwzględniając obciążenie naziomu w czasie budowy.

Należy uwzględnić wahania zwierciadła wody gruntowej.

Zgodnie z wymogami normy [P-2] należy przeanalizować wpływ niezamierzonego „przekopania” wykopu o 10% jego planowanej głębokości, wykonując dodatkowe obliczenia: parcia czynnego i biernego, ze współczynnikami i obliczeniowymi dla parcia czynnego i parcia biernego: parcie czynne / bierne $\psi_a = 1,0(\div 1,1)$ oraz $\psi_p = 1,0(\div 1,1)$.

4.5. Przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego

Model obliczeniowy podłoża gruntowego należy opracować w oparciu o model geologiczny zamieszczony w [M-1].

Uogólnione wartości cech fizyczno – mechanicznych dla poszczególnych gruntów w obrębie danej warstwy geotechnicznej zamieszczono w opracowaniu [M-1].

Do obliczeń geotechnicznych zaleca się przyjmować efektywne parametry podłoża gruntowego oraz współczynniki częściowe opisane w rozdziale 4.3 niniejszego opracowania.

Zaleca się przyjmowanie parametrów podłoża gruntowego na podstawie sondowań CPTU.

Parametry efektywne dla gruntów spoistych oraz gruntów organicznych według Recommendation on Excavation EAB, German Geotechnical Society.

Soil type	Abbreviation to DIN 18 196	Consistency	Shear strength		
			Earth moist	Cohesion	
			φ'_k [°]	c'_k [kN/m ²]	$c'_{u,k}$ [kN/m ²]
Silty soils					
Slightly plastic silts ($w_L < 35\%$)	UL	soft stiff nearly hard	27.5–32.5	0 2–5 5–10	5–60 20–150 50–300
Medium-plastic silts ($35\% \leq w_L \leq 50\%$)	UM	soft stiff nearly hard	22.5–30.0	0 5–10 10–15	5–60 20–150 50–300
Clay soils					
Slightly plastic clays ($w_L < 35\%$)	TL	soft stiff nearly hard	22.5–30.0	0–5 5–10 10–15	5–60 20–150 50–300
Medium-plastic clays ($35\% \leq w_L \leq 50\%$)	TM	soft stiff nearly hard	17.5–27.5	5–10 10–15 15–20	5–60 20–150 50–300
Highly plastic clays ($w_L > 50\%$)	TA	soft stiff nearly hard	15.0–25.0	5–15 15–20 15–25	5–60 20–150 50–300
Organic soils					
Organic silt Organic clay	OU and OT	very soft soft stiff	17.5–22.5	0 2–5 5–10	2–20 5–60 20–150

W obliczeniach konstrukcyjnych należy uwzględnić ewentualne niekorzystne działanie wyporu wody gruntowej na konstrukcję fundamentów.

Planowana inwestycja **drugiej** kategorii geotechnicznej w **złożonych warunkach gruntowych** realizowana będzie w terenie o zmiennej sztywności podłoża. Należy zwrócić szczególną uwagę na ewentualne nierównomierne przemieszczenia fundamentów i ich wpływ na konstrukcję. Definicje przemieszczeń fundamentów zostały zamieszczone w załączniku H opracowania [P-2].

W przypadku posadowienia urządzeń generujących drgania należy uwzględnić wpływ drgań na posadowienie oraz sąsiednie obiekty. W razie potrzeb należy zapewnić odpowiednią wibroizolację konstrukcji.

Należy przeanalizować zasięg prowadzonych wykopów na sąsiednią zabudowę zgodnie z Instrukcją [P-29].

4.6. Obliczenie nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności

Stan graniczny nośności – SGN

Stan graniczny nośności projektowanych fundamentów oraz stateczności skarp należy ustalić na podstawie [P-2] stosując odpowiednie podejście obliczeniowe.

Poniżej zestawiono bezpieczne wartości nachylenia skarp wykopów w gruntach spoistych oraz wskaźnikowe wartości parametrów geotechnicznych używane do obliczeń stateczności.

Grundy ¹⁾	Wy- sokość skarpy	Nachyle- nie wykopu	Nachyle- nie nasypu	Wskaźnik plastycz- ności	Gęstość objęto- ściowa		
	h m	— —	— —	I_p —	γ kN/m ³	φ stopnie	c kN/m ²
Piaski ilaste (clSa)	0 – 3 3 – 6	1:1,25 1:1,6	1:1,6 1:2	< 0,10	18	25	5 ²⁾
Piaski pylaste (siSa)	6 – 9 9 – 12	1:1,75 1:1,9	1:2,2 1:2,3				2,5 ³⁾
Pyły (Si)	12 – 15	1:2	1:2,4				
Gliny (sasiCl) (sisaCl)	0 – 3 3 – 6 6 – 9 9 – 12 12 – 15	1:1,25 1:1,25 1:1,4 1:1,6 1:1,7	1:1,25 1:1,6 1:1,8 1:1,9 1:2	od 0,10 do 0,20	19	25	10 ²⁾ 5 ³⁾
Iły pylaste i piaszczyste (siCl), (saCl)	0 – 3 3 – 6 6 – 9 9 – 12 12 – 15	1:1,25 1:1,25 1:1,25 1:1,7 1:2	1:1,25 1:1,7 1:2,1 1:2,4 1:2,5	od 0,20 do 0,30	20	17,5	20 ²⁾ 10 ³⁾
Iły (Cl)	0 – 3 3 – 6 6 – 9 9 – 12 12 – 15	1:1,25 1:1,25 1:1,25 1:1,5 1:2	1:1,25 1:1,4 1:2,6 1:3,2 1:3,5	> 0,30	20	10	35 ²⁾ 17,5 ³⁾

¹⁾ nazwy gruntów wg normy [18]
²⁾ wartości dotyczące wykopów
³⁾ wartości dotyczące nasypów

Rysunek 10 – Kąty nachylenia zboczy wykopów różnych wysokości w gruntach spoistych oraz wskaźnikowe parametry do obliczeń stateczności wykopów [P-31]

Stan graniczny użytkowości – SGU

Obliczenia osiadań podłoża gruntowego pod projektowanymi fundamentami należy prowadzić zgodnie z [P-2], [P-21].

Zaleca się przyjmowanie parametrów odkształceniowych podłoża gruntowego na podstawie sondowań CPTU.

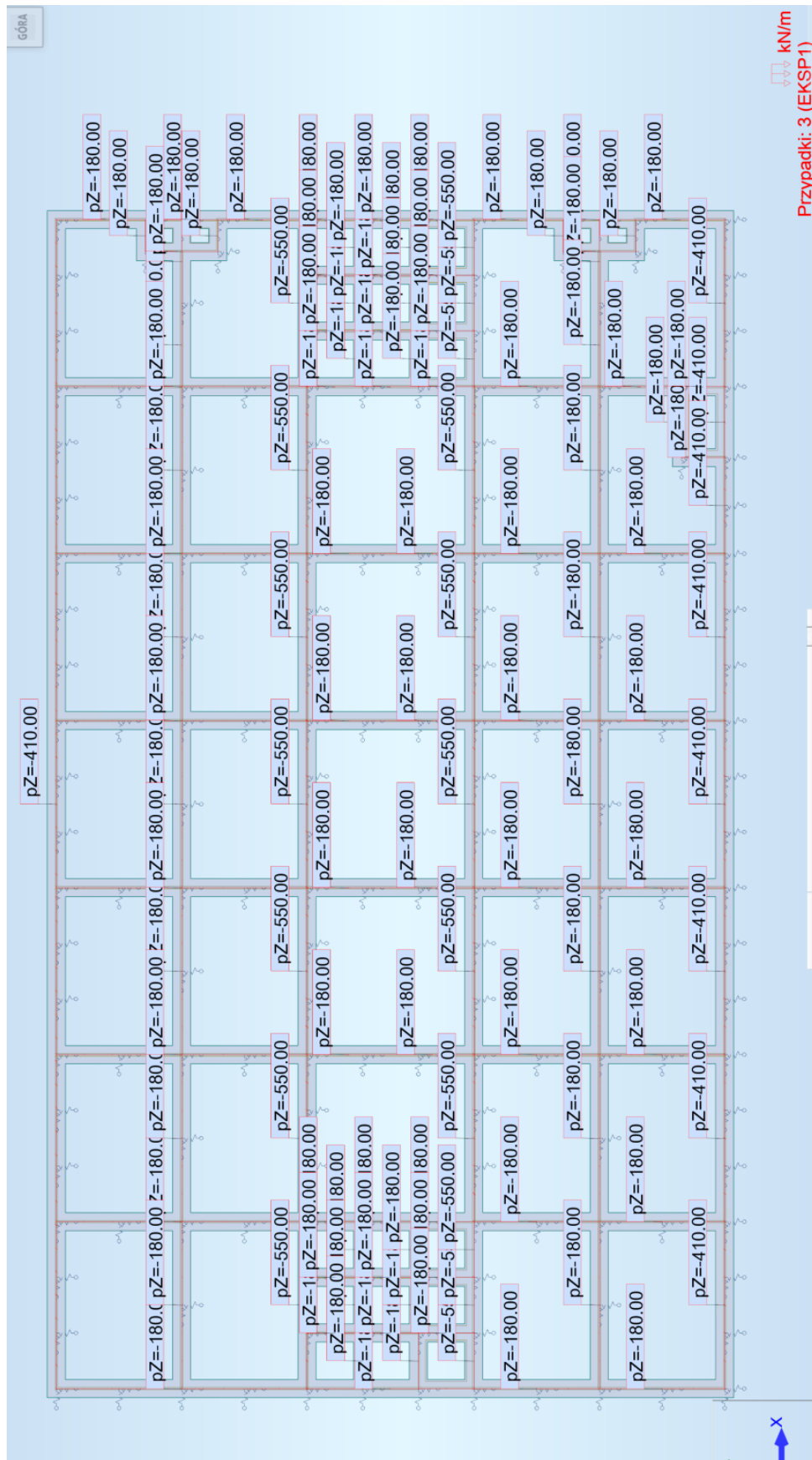
Wartości graniczne odkształceń konstrukcji i przemieszczeń fundamentów zawarto w załączniku H [P-2].

W przypadku przekroczenia dopuszczalnych odkształceń konstrukcji lub/i przemieszczeń fundamentów zaleca się wzmocnienie podłoża gruntowego.

Po ustaleniu docelowych rozwiązań technicznych konstrukcji fundamentów powiadomić Projektanta niniejszego opracowania.

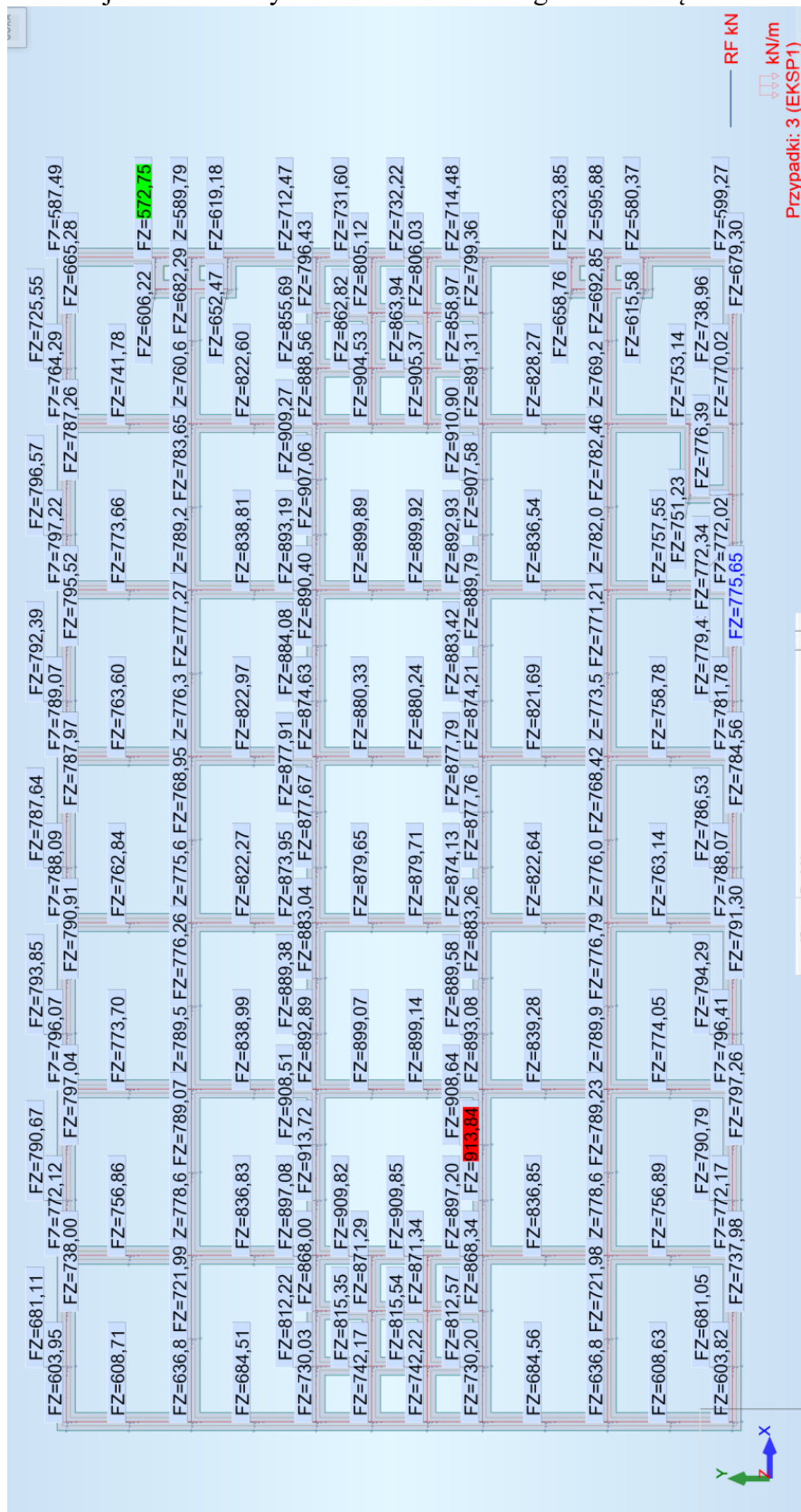
Obliczenia geotechniczne**Założenia:**

- Do obliczeń reakcji obliczeniowych wykorzystano zestaw obciążeń przedstawiony na rysunku nr 4
- Geometria podwalin pod płyta zgodnie z załącznikiem 1
- Obliczenia reakcji na kolumny wykonano przy pomocy programu Autodesk Robot Structural Analysis.
- Obliczenia nośności kolumn CFA wykonano w oparciu o EC7 [P-2] z zastosowaniem odpowiednich współczynników częściowych. Obliczenia według metody LCPC (Bustamante and Gianeselli) bazującej na oporach stożka sondowań CPTU.



Rysunek 11 – Zestawienie obciążeń używanych do obliczeń

Wyznaczenie reakcji obliczeniowych na układ kolumn zgodnie z załącznikiem 1



Rysunek 12 – Zestawienie reakcji obliczeniowych na kolumny CFA

kolumna/pal										
przekrój	kolo									
średnica	0.36	m								
As/lmb	1.1310	m ²								
Ap	0.102	m ²								
ilość badań CPTU	2	szt.								
Bustamante pal wciskany										
L.P.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPTu	CPTu_1	CPTu_2	-	-	-	-	-	-	-	-
Rb, cal	1257.0	1229.0	-	-	-	-	-	-	-	-
L [m]	16.1	16.6	-	-	-	-	-	-	-	-
Rc, cal, min		1229 kN	=>	ξ4	1.27					
Rc, cal, mean		1243 kN	=>	ξ3	1.35					
							γ _b	1.1		
konstrukcja sztywne	tak		=>	ξ4	1.15		γ _s	1.1		
				ξ3	1.23	=>	Rc,k=	1013 kN	=>	Rc,d= 921 kN
Bustamante pal wyciągany										
L.P.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPTu	CPTu_1	CPTu_2	-	-	-	-	-	-	-	-
Rb, cal	802.0	771.0	-	-	-	-	-	-	-	-
L [m]	16.1	16.6	-	-	-	-	-	-	-	-
Rc, cal, min		771 kN	=>	ξ4	1.27					
Rc, cal, mean		786 kN	=>	ξ3	1.35					
							γ _{s1}	1.15		
konstrukcja sztywne	tak		=>	ξ4	1.15		Rc,k=	641 kN	=>	Rc,d= 557 kN
				ξ3	1.23	=>				

Rysunek 13 – Wyniki obliczeń nośności kolumn CFA dla długości kolumn L=16,1 – 16,6m

L.P. 1	CPTu_1								
L (m)	qc (MPa)	grunt	ψ ₁	ψ ₂	q _{s calc} (kPa)	q _{b calc} (kPa)	R _{s calc} (kN)	R _{b calc} (kN)	
0.6	-5.00	NB		60	-83.3		-56.5		
1.5	1.70	NN		60	28.3		48.1		
1.5	2.10	NN		60	35.0		59.4		
1.0	0.90	Nm		60	15.0		17.0		
4.1	0.60	Nm		60	10.0		46.4		
0.9	1.20	Nm		60	20.0		20.4		
1.0	4.40	Ps		60	73.3		82.9		
0.3	12.10	Ps		150	80.7		27.4		
1.9	15.00	Ps		150	100.0		214.9		
0.8	9.20	Pd		100	92.0		83.2		
1.0	4.80	Pd		60	80.0		90.5		
1.5	14.90	Pd	0.30	150	99.3	4 470	168.5	455.0	
16.1 m						SUMA	802.0	455.0	
L.P. 2	CPTu_2								
L (m)	qc (MPa)	grunt	ψ ₁	ψ ₂	q _{s calc} (kPa)	q _{b calc} (kPa)	R _{s calc} (kN)	R _{b calc} (kN)	
1.4	-5.00	NB		60	-83.3		-135.7		
2.0	1.20	NN		60	20.0		45.2		
0.9	3.70	NN		60	61.7		62.8		
1.1	0.60	Nm		60	10.0		12.4		
3.0	0.50	Nm		60	8.3		28.3		
0.7	0.50	Nm		60	8.3		6.6		
0.3	6.00	Pd		100	60.0		20.4		
1.7	3.50	Ps		60	58.3		112.2		
3.3	15.00	Ps		150	100.0		373.2		
0.7	9.60	Pd		100	96.0		76.0		
1.5	15.00	Pd	0.30	150	100.0	4 500	169.6	458.0	
16.6 m						SUMA	771.0	458.0	

Rysunek 14 – Wyniki obliczeń nośności kolumn CFA dla długości kolumn L=16,1 – 16,6m.

4.7. Ustalenie danych niezbędnych do zaprojektowania fundamentów

Dla prawidłowego zaprojektowania fundamentów na etapie wykonawczym niezbędne jest określenie przez Projektanta konstrukcji wartości obciążeń przekazywanych na podłoże (kombinacji obciążeń) w poziomie posadowienia fundamentów, wymiarów fundamentów, poziomów posadowienia oraz materiałów z jakich zostaną wykonane fundamenty. Ponadto jako niezbędne do zaprojektowania fundamentów są otwory geotechniczne, wyniki sondowań CPTu oraz częściowe współczynniki bezpieczeństwa.

W obliczeniach fundamentów zagłębionych poniżej poziomu zwierciadła wody gruntowej, należy w obliczeniach uwzględnić możliwość podniesienia się zwierciadła wody gruntowej i związane z tym wystąpienie parcia wody gruntowej na konstrukcję fundamentów.

4.8. Specyfikacja badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych i specjalistycznych robót geotechnicznych

Roboty ziemne i fundamentowe należy wykonywać pod nadzorem geotechnicznym.

Badania kontrolne winny obejmować:

- Sprawdzenie rodzaju i stanu gruntu wydobywanego z wykopu (w tym sprawdzenie zgodności warunków gruntowo-wodnych z przedstawionymi w dokumentacji [M-1],
- Sprawdzenie rodzaju i stanu gruntu w poziomie posadowienia (w tym sprawdzenie zgodności warunków gruntowo – wodnych z przedstawionymi w dokumentacji [M-1] – wykonywane w poziomie posadowienia potwierdzone wpisem do dziennika budowy,
- prace ziemne należy wykonywać w miarę możliwości w porze suchej,
- w przypadku pogorszenia stopnia zagęszczenia gruntów niespoistych w poziomie posadowienia fundamentów, konieczne jest dogęszczenie podłoża do wartości określonych w projekcie posadowienia,
- ewentualne wykonanie projektu monitoringu przemieszczeń konstrukcji zabezpieczenia wykopu oraz obiektów znajdujących się w zasięgu strefy oddziaływania wykopu zgodnie z [P-29].
- Wykonanie badań zanieczyszczenia gruntu oraz wód gruntowych.
- Z uwagi na konieczność zastosowania posadowienia na kolumnach CFA za konieczne uznaje się kontrolne badanie wytrzymałości na ścinanie gruntów organicznych w warunkach bez odpływu. Badanie należy prowadzić urządzeniami wyposażonymi w elektroniczne narzędzia pomiarowe umożliwiające przeprowadzenie procedury ścinania ze stałą prędkością oraz precyzyjny pomiar momentu obrotowego podczas ścinania. Ścinania wykonać na min 4 poziomach w obrębie gruntów organicznych na jedno stanowisko badawcze. Zaleca się wykonać min 2 stanowiska badawcze.
- W przypadku osiągnięcia wyników wytrzymałości na ścinanie w warunkach bez odpływu poniżej 20kPa należy przed realizacją kolumn wykonać przeciążenie podłoża. Formowanie kolumn CFA w gruntach o wytrzymałości na ścinanie w warunkach bez odpływu poniżej 20kPa może doprowadzić do utraty ciągłości kolumny, bądź jej uszkodzenia na etapie eksploatacji.
- Badania agresywności wody gruntowej w stosunku do betonu i stali.
- Próbné obciążenia kolumn.
- Formowanie kolumn wykonywać

Wyniki badań kontrolnych winny zostać ujęte w dokumentacji powykonawczej budowy.

4.9. Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany i sposobów przeciwdziałania tym zagrożeniom

Z badań [M-1] wynika, że wody występujące w podłożu przedmiotowej inwestycji tworzą jeden poziom, połączony ze sobą hydraulicznie.

Woda podziemna pochodzi z infiltrujących opadów atmosferycznych oraz roztopów pokrywy śnieżnej. Nie wykluczone są sezonowe naturalne wahania wysokości zwierciadła wód podziemnych. Istnieje możliwość stagnacji wody na stropie gruntów spoistych po intensywnych opadach atmosferycznych.

Nie należy dopuścić do zalania wykopu fundamentowego wodą opadową. Zaleca się wykonanie wykopów bezpośrednio przed robotami związanymi z fundamentowaniem. Jeżeli jest to możliwe należy pozostawić ok. 0,3m warstwy gruntu, która zostanie zdjęta przed rozpoczęciem prac fundamentowych.

W razie potrzeb należy prowadzić roboty budowlane w obniżonym poziomie zwierciadła wód gruntowych. Przed przystąpieniem do robót w razie potrzeb należy opracować specjalistyczny projekt odwodnienia wykopu.

Nie przewiduje się negatywnego wpływu robót budowlanych na środowiska gruntowo - wodne.

4.10. 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.

Na etapie budowy obiektu należy potwierdzić/monitorować:

1. Określić przyjęte w opracowaniu założenia dotyczące obciążeń przekazywanych na podłoże gruntowe oraz dopuszczalne przemieszczenia w oparciu o załącznik H opracowania [P-2].
2. Sprawdzić zgodność warunków gruntowo – wodnych z wykonaną dokumentacją.
3. Roboty ziemne należy prowadzić pod nadzorem geotechnicznym a ostateczne decyzje potwierdzić wpisem do dziennika budowy.
4. Należy przeprowadzić analizę wpływu wykopu na sąsiednią zabudowę zgodnie z zaleceniami [P-29].
5. W przypadku zabezpieczenia wykopów ścianą oporową należy prowadzić monitoring przemieszczeń konstrukcji oporowej oraz obiektów znajdujących się w zasięgu stref oddziaływań wykopu zgodnie z [P-29].
6. Dla maszyn generujących drgania opracować projekt monitoringu i określić wpływ drgań na sąsiednie obiekty.
7. W przypadku stosowania stałego obniżenia zwierciadła wody gruntowej na czas realizacji obiektu należy prowadzić monitoring zasięgu leja depresji oraz monitoring geodezyjny przemieszczeń obiektów znajdujących się w pobliżu.
8. Nie zaleca się nasadzania drzew i krzewów w sąsiedztwie planowanego obiektu. System korzeniowy roślin może uszkodzić konstrukcje budynku lub spowodować zmiany wilgotności w podłożu. Cykliczne pęcznienie i skurcz podłoża wywołane zmianami wilgotności może spowodować spękanie elementów konstrukcji lub nierównomierne osiadanie obiektów.

9. Stan zanieczyszczenia gruntu oraz wód gruntowych.
10. Roboty ziemne i geotechniczne realizować zgodnie z [P-30] i [P-31].
11. Po ustaleniu docelowych rozwiązań technicznych konstrukcji fundamentów powiadomić Projektanta niniejszego opracowania.