

---

# **DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO - INŻYNIERSKA**

**dla potrzeb**

**posadowienia domu studenckiego z częścią usługową,  
wewnętrzną komunikacją, parkingami i infrastrukturą techniczną,  
przy ul. Umultowskiej w Poznaniu**  
(dz. nr geodez.: 277, 278/1, 278/3, 278/4, ark. 28, obręb Morasko)

województwo:	<b>wielkopolskie</b>
powiat:	<b>Poznań</b>
gmina:	<b>Poznań</b>

## **INWESTOR I ZLECENIODAWCA:**

**Uniwersytet im. Adama Mickiewicza**  
*ul. H. Wieniawskiego 1*  
*61-712 Poznań*

## **WYKONAWCA:**

**dr Robert Radaszewski**  
*Os. Stefana Batorego 18/29*  
*60-687 Poznań*  
kwalifikacje geologiczne: **VII 1490**

Egz.: **1**

Tytuł dokumentacji:

### **Dokumentacja geologiczno-inżynierska**

dla potrzeb posadowienia domu studenckiego z częścią usługową, wewnętrzną komunikacją, parkingami i infrastrukturą techniczną, przy ul. Umultowskiej<sup>1</sup> w Poznaniu  
(dz. nr geodez.: 277, 278/1, 278/3, 278/4, ark. 28, obręb Morasko)

Data rozpoczęcia badań: **3 kwietnia 2019 r.**

Data zakończenia badań: **15 maja 2019 r.**

Liczba wykonanych wierceń: **14 szt.**, łączny metraż **78,2 m**, głębokość **od 3 m do 12 m**;

Wykonawca wierceń i opróbowania: Robert Radaszewski (kwalifikacje geologiczne: VII 1490)

Liczba wykonanych sondowań: **15 szt.**; łączny metraż **69,6 m**, w tym:

- statycznych (CPTU): 3 szt., każde o głębokości 12 m; wykonawca: Geoprojekt Poznań
- dynamicznych (DPL): 12 szt. o głębokości od 1,9 m do 3,9 m; wykonawca Robert Radaszewski

Położenie i rzędne punktów dokumentacyjnych w państwowym układzie współrzędnych  
(układ odniesienia 1992):

punkt	X	Y	H [m n.p.m.]
DS. 1	358630,6325	513288,5641	94,99
DS. 2	358610,7626	513227,9374	94,12
DS. 3	358599,2122	513298,7425	94,98
DS. 4	358639,9633	513258,6227	94,55
CPTU A (5)	358666,8468	513287,5203	95,40
CPTU B (6)	358599,7464	513317,2724	95,46
CPTU C (7)	358573,8436	513243,8381	94,64
8P	358617,5765	513346,4309	96,29
9P	358657,8364	513328,5797	95,98
10P	358701,8654	513323,6019	95,49
11P	358707,5879	513286,3465	95,59
12P	358696,2281	513245,8741	94,55
13P	358686,4270	513220,1931	93,81
14P	358677,4905	513185,2145	93,40
15P	358633,5137	513192,0455	93,36
16P	358567,4904	513219,9124	94,33
17P	358584,8935	513234,2468	94,31

Badania laboratoryjne gruntów:

- Skład granulometryczny gruntów: **28 szt.**
- Wilgotność naturalna: **42 szt.**
- Granice konsystencji: **12 szt.**
- Zawartość CaCO<sub>3</sub> (met. Scheiblera): **5 szt.**
- Zawartość substancji organicznej: **1 szt.**

wykonawca: Robert Radaszewski

Badanie laboratoryjne wody gruntowej:

- Agresywność w stosunku do betonu: **1 szt.**

wykonawca: Marcin Siepak

Sporządzający dokumentację: dr **Robert Radaszewski** (kwalifikacje geologiczne: **VII 1490**)

28 maja 2019 r.

<sup>1</sup> Uchwała nr IX/120/VIII/2019 Rady Miasta Poznania z dnia 2 kwietnia 2019r. (opublikowana w Dzienniku Urzędowym województwa wielkopolskiego w dn. 10.04.2019; poz. 3816) zmieniła z dniem 24.04.2019r. nazwę ulicy Umultowskiej (na terenie Kampusu „Morasko” Uniwersytetu UAM, w tym bezpośrednio w rejonie inwestycji) na ul. Uniwersytetu Poznańskiego. W tytule dokumentacji zachowano starą nazwę ulicy Umultowskiej - zgodnie z tytułem zatwierdzonego Projektu robót geologicznych.

## **SPIS TREŚCI:**

### **CZĘŚĆ TEKSTOWA**

1. CEL I FORMALNE PODSTAWY OPRACOWANIA .....	5
2. OPIS PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI.....	6
2.1 Lokalizacja.....	6
2.2 Założenia techniczne .....	7
3. PRZEGLĄD MATERIAŁÓW ARCHIWALNYCH .....	7
4. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ.....	9
4.1 Położenie administracyjne i fizyczno-geograficzne.....	9
4.2 Aktualne zagospodarowanie .....	9
4.3 Geomorfologia i hydrografia .....	10
5. REALIZACJA ZAŁOŻEŃ PROJEKTU ROBÓT GEOLOGICZNYCH .....	10
5.1 Zakres rzeczowy .....	10
5.2 Prace geodezyjne .....	11
5.3 Wiercenia .....	12
5.4 Sondowania.....	12
5.4.1 Sondowania statyczne CPTU.....	13
5.4.2 Sondowania dynamiczne DPL.....	14
5.5 Opróbowanie gruntów i wody .....	14
5.6 Badania laboratoryjne .....	14
5.6.1 Skład granulometryczny gruntów.....	15
5.6.2 Wilgotność naturalna gruntów.....	15
5.6.3 Granice konsystencji – parametry plastyczności gruntów spoistych .....	15
5.6.4 Zawartość CaCO <sub>3</sub> .....	15
5.6.5 Zawartość substancji organicznej.....	15
5.6.6 Agresywność wody gruntowej.....	15
6. BUDOWA GEOLOGICZNA OBSZARU BADAŃ .....	16
7. WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE REJONU BADAŃ.....	18
8. WŁASNOŚCI FIZYCZNE I MECHANICZNE GRUNTÓW W PODŁOŻU PLANOWANEJ INWESTYCJI.....	20
9. WARUNKI GEOLOGICZNO – INŻYNIERSKIE NA OBSZARZE BADAŃ .....	23
10. PROGNOZA POTENCJALNYCH ZMIAN WARUNKÓW GRUNTOWO - WODNYCH.....	25
11. ODDZIAŁYWANIE PLANOWANYCH PRAC NA ŚRODOWISKO.....	26
12. PODSUMOWANIE I WNIOSEK .....	26
13. ZALECENIA WYKONAWCZE .....	31
14. SPIS WYKORZYSTANYCH MATERIAŁÓW.....	32

## **CZĘŚĆ GRAFICZNA**

- ZAŁĄCZNIK NR 1. Kopia decyzji zatwierdzającej projekt robót geologicznych
- ZAŁĄCZNIK NR 2. Lokalizacyjna mapa przeglądowa w skali 1:10000
- ZAŁĄCZNIK NR 3. Mapa dokumentacyjna w skali 1:500
- ZAŁĄCZNIK NR 4. Karty otworów dokumentacyjnych (geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych)
  - 4.1 Otwory wykonane w ramach dokumentacji (4.1.1 – 4.1.14)
  - 4.2 Otwory archiwalne użyte w opracowaniu (4.2.1 – 4.2.9)
- ZAŁĄCZNIK NR 5. Wyniki sondowań
  - 5.1 Sondowania statyczne CPTU
    - 5.1.1 Karty sondowań wykonanych w ramach dokumentacji i ich interpretacja (5.1.1.1 – 5.1.1.3)
    - 5.1.2 Karty sondowań archiwalnych i ich interpretacja (5.1.2.1 – 5.1.2.3)
  - 5.2 Karty sondowań dynamicznych DPL (5.2.1 – 5.2.13)
- ZAŁĄCZNIK NR 6. Budowa geologiczna obszaru na SMGP ark Poznań [471] i przekroju do ww. mapy
- ZAŁĄCZNIK NR 7. Przekroje geologiczno-inżynierskie (7.1 – 7.9)
- ZAŁĄCZNIK NR 8. Tabela parametrów geologiczno-inżynierskich wydzielonych warstw gruntów
- ZAŁĄCZNIK NR 9. Mapa geologiczno-inżynierska obszaru badań w skali 1:1000
- ZAŁĄCZNIK NR 10. Mapa głębokości do zwierciadła wód gruntowych (ZWG) z hydroizohipsami pierwszego poziomu wodonośnego
- ZAŁĄCZNIK NR 11. Mapa głębokości występowania gruntów o potencjalnie dużych osiadaniach („słabonośnych”) z ich miąższością, w skali 1:1000
- ZAŁĄCZNIK NR 12. Mapa warunków budowlanych z nośnością gruntów w skali 1:1000
- ZAŁĄCZNIK NR 13. Mapa głębokości występowania stropu osadów słabo przepuszczalnych z ich udokumentowaną miąższością w skali 1:1000
- ZAŁĄCZNIK NR 14. Mapa występowania gruntów na głębokości 1 m p.p.t. w skali 1:1000
- ZAŁĄCZNIK NR 15. Wyniki badań laboratoryjnych
  - 15.1 Uziarnienie gruntów sypkich (15.1.1 – 15.1.10)
  - 15.2 Skład granulometryczny gruntów spoistych (15.2.1 – 15.2.7)
  - 15.3 Wilgotność naturalna gruntów
  - 15.4 Parametry plastyczności gruntów spoistych (15.4.1 – 15.4.12)
  - 15.5 Zawartość  $\text{CaCO}_3$
  - 15.6 Zawartość substancji organicznej  $I_{om}$
  - 15.7 Analiza agresywności wody gruntowej
- ZAŁĄCZNIK NR 16. Oznaczenia symboli i znaków użytych w opracowaniu

## **1. CEL I FORMALNE PODSTAWY OPRACOWANIA**

Przedstawiana dokumentacja geologiczno – inżynierska wykonana została na podstawie Projektu robót geologicznych, zatwierdzonego decyzją Prezydenta Miasta Poznania w dniu 8.03.2019 r. (Zał. 1). Opracowanie to sporządzono dla potrzeb posadowienia domu studenckiego z częścią usługową, wewnętrzną komunikacją, parkingami i infrastrukturą techniczną, przy ul. Umultowskiej w Poznaniu (dz. nr geodez.: 277, 278/1, 278/3, 278/4, ark. 28, obręb Morasko), na zlecenie Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, reprezentowanego przez z-cę Kanclerza ds. Inwestycji UAM, p. Włodzimierza Płotkowiaka (Dział Inwestycji UAM, ul. Umultowska 89c, 61-614 Poznań), w ramach realizacji Umowy nr 01/2019/AD1600, z dnia 1 lutego 2019 r.

Jak wskazano w karcie informacyjnej dokumentacji, Rada Miasta Poznania 2 kwietnia 2019r. mocą Uchwały nr IX/120/VIII/2019 (opublikowanej w Dzienniku Urzędowym województwa wielkopolskiego 10.04.2019; poz. 3816) zmieniła, z dniem 24.04.2019r., nazwę fragmentu ulicy Umultowskiej (na terenie Kampusu „Morasko” Uniwersytetu UAM, w tym bezpośrednio w rejonie inwestycji) na ul. Uniwersytetu Poznańskiego. Niemniej w tytule dokumentacji użyto starej nazwy ww. ulicy w celu zachowania zgodności jej tytułu z treścią decyzji zatwierdzającej Projekt robót geologicznych.

Inwestor i Zleceniodawca przedkładanej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, tj. Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu posiada prawa własności do działek, w obrębie których wykonano konieczne dla jej realizacji prace i roboty geologiczne, co potwierdzono w Projekcie robót geologicznych stosownym dokumentem.

Prace i roboty geologiczne przeprowadzono zgodnie z zatwierdzonym Projektem robót geologicznych, wg wymogów:

- [1] Ustawy Prawo geologiczne i górnicze z dnia 9 czerwca 2011 r. (Dz.U.2017.2126 t.j. z dnia 2017.11.17); wersja od: 1 stycznia 2019 r. do: 31 sierpnia 2019 r. (Dz.U.2018.1563 z dnia 2018.08.14);
- [2] Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz.U.2016.2033).

Poza ww. aktami prawnymi przy realizacji prac geologicznych wykorzystano także zapisy i wytyczne:

- [3] Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 30 marca 2016 r. w sprawie kwalifikacji w zakresie geologii (Dz.U.2016.425);
- [4] Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U.2003.169.1650 t.j. z dnia 2003.09.29) ze zm. z dn. 4 sierpnia 2011 r. (Dz.U.2011.173.1034);
- [5] Ustawy Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (Dz.U.2018.1202 t.j. z dnia 2018.06.22);

- [6] Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 27 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz.U.2012.463);
- [7] PN-EN 1997-1 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne cz. 1: Zasady ogólne;
- [8] PN-EN 1997-2 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne cz. 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego;
- [9] PN-B-04452 Geotechnika. Badania polowe;
- [10] PN-B-02479 Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne;
- [11] PN-B-02480 Grunty budowlane - Określenia, symbole, podział i opis gruntów;
- [12] PN-EN ISO 14688-1 Badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów cz. 1: Oznaczanie i opis;
- [13] PN-EN ISO 14688-2 Badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów cz. 2: Zasady klasyfikowania;
- [14] PN-B-04481 Grunty budowlane – Badania próbek gruntów;
- [15] PN-R-04032 Gleby i utwory mineralne. Pobieranie próbek i oznaczanie składu granulometrycznego;
- [16] PN-EN 206-1:2003 Beton – Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.

Poza ww. pozycjami, przy ustalaniu chemizmu wód podziemnych, w kontekście ich agresywności w stosunku do betonu, zastosowano szereg norm i procedur badawczych w zależności od określanego wskaźnika. Ich pełną specyfikację podano na Zał. 15.7.

## **2. OPIS PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI**

### **2.1 Lokalizacja**

Lokalizację projektowanej inwestycji określa decyzja o ustaleniu lokalizacji inwestycji celu publicznego nr 26/2018 z dnia 1.02.2018 r., wydana przez Prezydenta Miasta Poznania [numer sprawy: UA-I-U02.6733.349.2017].

Projektowany dom studencki wraz z jego bezpośrednim otoczeniem (parkingi, wewnętrzna komunikacja, infrastruktura techniczna) położony będzie w północnej części Poznania, na terenie Kampusu Morasko Uniwersytetu im. A. Mickiewicza, w bezpośrednim sąsiedztwie obiektów Wydziału Historycznego (WH) (zlokalizowanego ~70 m na wschód) i Wielkopolskiego Centrum Zaawansowanych Technologii (WCZT) (~40 m na północ) (Zał. 2). Inwestycja zrealizowana zostanie w obrębie działek o numerach geodezyjnych: 277, 278/1, 278/3, 278/4, (ark. 28, obręb Morasko) o łącznej powierzchni 19.167 m<sup>2</sup> – Zał. 3. Jej precyzyjna lokalizacja nie była znana w chwili realizacji dokumentacji. Wynikać ona będzie z projektu architektoniczno-urbanistycznego, który zostanie wyłoniony w drodze konkursu ogłoszonego

przez Inwestora. Znane były natomiast wymogi w zakresie obowiązującej i nieprzekraczalnej linii zabudowy oraz linii rozgraniczającej teren inwestycji. Wszystkie te informacje zawarto na mapie dokumentacyjnej stanowiącej Załącznik nr 3 dokumentacji.

## 2.2 Założenia techniczne

Projektowana inwestycja obejmuje budynek z płaskim dachem o maksymalnej szerokości elewacji frontowej wynoszącej 67 m. Maksymalna wysokość obiektu to 18 m licząc od istniejącego poziomu terenu do najwyższego punktu dachu. Stanowi to maksymalnie 5 kondygnacji nadziemnych. Maksymalny wskaźnik wielkości zabudowy w stosunku do powierzchni działek wynosi 3100 m<sup>2</sup>. Inwestor przewiduje, że powierzchnia użytkowa projektowanego budynku ma wynieść 9821,5 m<sup>2</sup>. Dzieląc tę wartość przez liczbę kondygnacji uzyskuje się rozpiętości budynku min. ok. 1960 m<sup>2</sup>.

Inwestor w chwili zlecenia dokumentacji nie dysponował szczegółowymi informacjami na temat rozwiązań konstrukcyjnych planowanego obiektu, w tym również jego rzędnej posadowienia. W związku z tym na podstawie ogólnych informacji przekazanych ustnie przez Inwestora przyjęto, że ww. budynek nie będzie posiadał kondygnacji podziemnej i będzie posadowiony bezpośrednio na głębokości (szacunkowo) ok. 2m poniżej istniejącego poziomu terenu. Na takiej podstawie zaprojektowano głębokość rozpoznania podłoża gruntowego i wykonano badania geologiczno – inżynierskie.

Poza budynkiem akademika, przewiduje się w obrębie analizowanych działek wykonanie min. 72 miejsc parkingowych oraz zagospodarowanie powierzchni do 4400 m<sup>2</sup> na drogi wewnętrzne i komunikację oraz do 2400 m<sup>2</sup> na chodniki, place i dziedzińce.

Z decyzji Samorządowego Kolegium Odwoławczego w Poznaniu z dnia 6.09.2018 r. [nr sprawy: SKO.GP.4000.273.2018] wynika, że przedmiotowa inwestycja nie jest przedsięwzięciem mogąącym znacząco oddziaływać na środowisko, a także nie będzie realizowana na obszarze występowania elementów dziedzictwa kulturowego oraz dóbr kultury wymagających ochrony.

## 3. PRZEGLĄD MATERIAŁÓW ARCHIWALNYCH

Przy opracowywaniu przedkładanej dokumentacji analizie poddano archiwalne wyniki badań podłoża gruntowego uzyskane z wcześniej zrealizowanych w rozpatrywanym rejonie dokumentacji geotechnicznych, tj.:

- [1] Dokumentacji geotechnicznej określającej warunki gruntowo – wodne dla potrzeb posadowienia fundamentów budynków Wydziału Historycznego UAM („Geo-ROB” Robert Jagodziński, ul. Kwiatowa 8/314, 62-028 Koziegłowy, nr arch. 115/2011, czerwiec 2011 r.); Autor niniejszej dokumentacji jest jej współautorem.
- [2] Dokumentacji geotechnicznej dla określenia warunków gruntowo - wodnych i geotechnicznych w podłożu projektowanego Wielkopolskiego Centrum Zaawansowanych

Technologii UAM w obrębie Kampusu – Morasko w Poznaniu („GEOPROJEKT – Poznań”, Przedsiębiorstwo Geotechniczne i Geologiczne s.c., ul. Św. Szczepana 46A, 61-465 Poznań, nr arch. P-8100A, październik 2008 r.);

[3] Dokumentacji geotechnicznej dla ustalenia warunków geotechnicznych w podłożu terenu przeznaczonego pod obiekty Wydziału Chemii UAM w Poznaniu-Morasku („GEOPROJEKT – Poznań”, Przedsiębiorstwo Geotechniczne i Geologiczne s.c., ul. Św. Szczepana 46A, 61-465 Poznań, nr arch. P-7718A, czerwiec 2006 r.);

[4] Dokumentacji geotechnicznej dla rozpoznania warunków geotechnicznych w podłożu terenu projektowanego Wydziału Biologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu-Morasku („GEOPROJEKT – Poznań”, Przedsiębiorstwo Geotechniczne i Geologiczne s.c., ul. Św. Szczepana 46A, 61-465 Poznań, nr arch. P-7088A, wrzesień 2000 r.);

[5] Dokumentacji geotechnicznej dla rozpoznania warunków gruntowo-wodnych w podłożu terenu projektowanych Domów Studenckich w Kampusie Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu (Geoprojekt – Poznań, nr arch. P-7470, maj 2003 r.);

oraz

[6] Technicznych badań podłoża gruntowego dla projektu technicznego kolektorów: sanitarnego i deszczowego przy obwodnicy kolejowej w Poznaniu – Morasku (Geoprojekt – Poznań, nr arch. P-4144, maj 1975 r.).

Bezpośrednio wykorzystano dane i ustalenia „Opinii geotechnicznej z dokumentacją badań podłoża gruntowego dla potrzeb posadowienia domów studenckich UAM” (wykonanej stricte dla projektowanej inwestycji w maju 2014 r. przez firmę „Geo-ROB” Robert Jagodziński, ul. Nieszawska 3/702; 61-021 Poznań, nr arch. 136/2014). Autor niniejszej dokumentacji jest współautorem ww. opracowania, z którego do podziału podłoża gruntowego na warstwy geologiczno - inżynierskie i ich parametrycznego opisu wykorzystano dane z:

- 9 otworów geologicznych (A2, A3, A4, A5, A8, A9, A10, A11 i A12) – każdy o głębokości 10 m;
- 3 sondowań statycznych CPTU (CPTU S1 (A6), CPTU S2 (A13) i CPTU S3 (A14)) – każde wykonane do głębokości 10 m;
- 1 sondowania DPL (przy otworze A9) – o głębokości 3,9 m.

Daje to łącznie 90 m wierceń i 33,9 m sondowań, co stanowi znaczący udział w całkowitym metrażu profilu podłoża gruntowego charakteryzowanym w przedkładanej dokumentacji.

Lokalizację ww. archiwalnych punktów dokumentacyjnych przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w Zał. 3. Archiwalne profile wierceń, ze skorygowanym – ujednoliconym z aktualnie zastosowanym podziałem na warstwy geologiczno – inżynierskie, zawarto w Zał. 4.2. Wyniki archiwalnych sondowań statycznych CPTU zebrano w Zał. 5.1.2, a wynik archiwalnego sondowania DPL dołączono do Zał. 5.2. Powyższe dane wykorzystano do sporządzenia przekrojów geologiczno-inżynierskich (Zał. 7) i analizy zmienności warunków wodnych w analizowanym rejonie w ostatnich dziesięcioleciach.



#### **4. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ**

##### **4.1 Położenie administracyjne i fizyczno-geograficzne**

Teren planowanej inwestycji położony jest w północnej części Poznania, na granicy obszarów: Piątkowa i Moraska, w gminie Poznań powiatu Poznań, w województwie wielkopolskim.

W ujęciu fizyczno-geograficznym, wg podziału J. Kondrackiego (1998), obszar ten leży w obrębie jednostki fizjograficznej rzędu mezoregionu: Pojezierze Poznańskie [315.51], graniczącym od wschodu z Poznańskim Przełomem Warty [315.52]. Pojezierze Poznańskie zwane też Wysoczyzną Poznańską, ze względu na swoją zróżnicowaną budowę morfologiczną, dzieli się na 8 mikroregionów. Analizowany obszar leży na granicy dwóch z nich: Równiny Poznańskiej [315.516] i Wzgórz Owińsko-Kierskich [315.517].

##### **4.2 Aktualne zagospodarowanie**

Przewidziany pod inwestycję obszar stanowi zachodnią część Kampusu UAM Morasko (Zał. 2). Jest obszarem niewaloryzowanym w sensie budowlanym na Mapie Geologiczno-Gospodarczej Polski w skali 1:50000, ark. Poznań, z 1998 r. Aktualnie jest nieużytkiem. Jego północna granica przebiega w odległości ok. 30 – 45 m na południe od budynków Wielkopolskiego Centrum Zaawansowanych Technologii. Wschodnia granica usytuowana jest w odległości 70 – 80 m od obiektów Wydziału Historycznego UAM (Zał.: 2 i 3). W odległości ok. 110 m od południowych granic terenu inwestycji przepływa Strumień Różany, za którym przebiega dwutorowa linia kolejowa nr 395 Zieliniec – Kiekrz, będąca obwodnicą towarową Poznania (Zał. 2). Granicę zachodnią terenu inwestycji stanowi częściowo (na odcinku 2/3) granica zwartego drzewostanu (Zał.: 2 i 3). Kompleks drzew porasta powierzchnię ok. 3800 m<sup>2</sup>, o rozpiętości ok. 95 m\* 40 m. Inwentaryzacja przyrodnicza przeprowadzona przez dr. hab. J. Chmiela z Wydziału Biologii UAM wykazała, że jest to zwarty drzewostan powstały ze spontanicznego samosiewu, o dominującym udziale brzozy. Wysokość maksymalną drzew tego gatunku oszacowano na 12 m. Na terenie planowanej inwestycji znajdują się jeszcze 2 inne skupiska drzew o wyraźnie mniejszej powierzchni niż opisano powyżej (Zał. 3), a także pojedynczo rosnące drzewa. Pozostałą część terenu inwestycji porastają krzewy i trawa. Występowanie drzew, w szczególności ich skupisk, wpływa na lokalne położenie zwierciadła wód gruntowych, co utrudnia interpretację kierunku przepływu tych wód.

Najbliższy obszar Natura 2000 (Biedrusko PLH 300001) położony jest ok. 3 km na północ od terenu inwestycji. W odległości ok. 2 km w kierunku NW położony jest natomiast Rezerwat Meteoryt Morasko.

Mapa geologiczno-gospodarcza, ark. Poznań P. Faleńskiego z 1998 r. wskazywała opisywany teren inwestycji, jako południowo zachodni fragment obszaru uznawanego wówczas za perspektywiczny i prognostyczny w zakresie pozyskiwania złóż piasku, którego w praktyce nie wykorzystano. Powstał w tym miejscu bowiem Kampus Uniwersytecki.

#### 4.3 Geomorfologia i hydrografia

Opisywany obszar, rozpatrywany w szerszym kontekście geomorfologicznym, związany jest z marginalną strefą sandru Naramowic-Umultowa. Położony jest przy granicy tej formy z moreną spiętrzoną, której maksymalna rzędna (154 m n.p.m.) odnotowywana jest na szczycie Góry Moraskiej (ok. 2,5 km w kierunku NW od przedmiotowych działek inwestycyjnych). Od tego miejsca w kierunku południowym powierzchnia terenu stopniowo opada osiągając bezpośrednio w rejonie inwestycji rzędne ok. 95 m n.p.m.

Sam teren inwestycji jest stosunkowo płaski. Rzeźba jego powierzchni jest mało urozmaicona i ma charakter naturalny, a deniwelacje dochodzą do ~3 m. Skrajne rzędne punktów dokumentacyjnych zawierają się w przedziale: od 93,36 m n.p.m. (pkt. 15P) do 96,29 m n.p.m. (pkt. 8P) (Zał. 3). Powierzchnia jest delikatnie (~2%) nachylona w kierunku południowo-wschodnim i południowym, tj. w stronę Strumienia Różanego.

Wspomniany Strumień Różany prowadzący wody w kierunku wschodnim, jest lewobrzeżnym dopływem Warty. Cały obszar inwestycji znajduje się w zlewni III rzędu rz. Warty. Sieć cieków w rejonie projektowanej inwestycji jest stosunkowo rozbudowana (Zał. 2). Są to jednak drobne, czasami tylko okresowo przepływające cieki o niewielkim natężeniu przepływu. Ich geneza związana jest z wytopiskowym charakterem rzeźby terenu w schyłkowym plejstocenie, kształtowanej na kontakcie pomiędzy wysoczyzną i sandrem. Mają one zmienny – lokalnie drenujący albo zasilający charakter w stosunku do wód podziemnych.

Teren planowanej inwestycji leży poza obszarem dla którego Państwowe Gospodarstwo Wody Polskie wydało mapy zagrożenia i ryzyka powodziowego. Granica ww. opracowania przedstawiana na stronie internetowej <http://mapy.isok.gov.pl/imap/> przebiega w obrębie arkusza mapy 1:10000 - godło N-33-130-D-b-4, tj. arkusza graniczącego od wschodu z arkuszem, na którym znajduje się analizowany teren.

Tym samym, przyjmując w związku z powyższym brak zagrożeń powodziowych dla wód 500, 100 i 10 letnich, nie zamieszcza się w załącznikach dokumentacji sygnalizowanej w przepisach prawa mapy zagrożeń powodziowych (mapy podtopień).

### 5. REALIZACJA ZAŁOŻEŃ PROJEKTU ROBÓT GEOLOGICZNYCH

#### 5.1 Zakres rzeczowy

Przedstawianą dokumentację geologiczno-inżynierską wykonano w oparciu o zatwierdzony „Projekt robót geologicznych”, ściśle wg wytycznych decyzji wydanej 8.03.2019r. przez Prezydenta Miasta Poznania (Zał. 1).

Zakres zaplanowanych w ww. „Projekcie” badań został w pełni zrealizowany. Jedynie liczba sondowań dynamicznych DPL została skorygowana z przewidzianych 14 do 12 szt., co było spowodowane inną od wstępnie zakładanej litologii gruntów i obecnością w podłożu gruntów spoistych, dla których realizacja ww. sondowań była bezcelowa.

Ze względu na brak precyzyjnej lokalizacji planowanej inwestycji, wiercenia i sondowania wykonano w takich lokalizacjach, aby wspólnie z archiwalnymi punktami dokumentacyjnymi z „Opinii geotechnicznej z dokumentacją badań podłoża gruntowego” (Geo-Rob, nr arch. 136/2014), objęły możliwie równomiernie, a przy tym w wystarczających do celów projektowych odległościach, całą powierzchnię działek przeznaczonych pod inwestycję.

Głębokość rozpoznania podłoża i rodzaj badań dobrano adekwatnie do poszczególnych elementów inwestycji. Na terenie ograniczonym liniami nieprzekraczalnej i obowiązującej zabudowy, gdzie planowana jest budowa domu studenckiego zlokalizowano 7 punktów dokumentujących właściwości podłoża do głębokości 12 m za pomocą:

- 3 sondowań statycznych CPTU,
- 4 otworów geologicznych uzupełnionych sondowaniami dynamicznymi DPL wierzchniej warstwy gruntów sypkich (do ich spągu, tj. maks. do głębokości 3,2 m).

Na pozostałym obszarze działek przeznaczonych pod inwestycję (od linii zabudowy do linii rozgraniczających teren inwestycji), a więc tam gdzie planuje się parkingi, komunikację wewnętrzną chodniki, itp. dokonano rozpoznania podłoża do głębokości ~3 m, za pomocą:

- 10 wierceń geologicznych, które w 8 przypadkach uzupełniono sondowaniem dynamicznym DPL.

Roboty geologiczne rozpoczęto 3.04.2019 r., po ich wcześniejszym zgłoszeniu w urzędzie administracji geologicznej, a zakończono 13.04.2019 r. Odbływały się one w kolejności: sondowania CPTU, wiercenia mechaniczne (do 12 m), wiercenia płytkie (do 3,2 m), sondowania dynamiczne DPL.

Wszystkie realizowane roboty geologiczne odbywały się pod nadzorem autora dokumentacji posiadającego stosowne kwalifikacje (VII-1490), który:

- wytyczał lokalizację punktów dokumentacyjnych,
- opisywał makroskopowo nawiercane grunty,
- dokonywał poboru próbek gruntów i wody,
- dozorował poprawność realizacji wierceń i sondowań.

Sumaryczny metraż wierceń i sondowań wykorzystany bezpośrednio do realizacji dokumentacji geologiczno inżynierskiej (łącznie z archiwalnymi z opracowania Geo-Rob 136/2014) wyniósł:

- profile wierceń: 168,2 m ( w tym archiwalne 90 m),
- profile sondowań CPTU 66 m (w tym archiwalne 30 m),
- profile sondowań DPL 37,1 m (w tym archiwalne 3,9 m).

## 5.2 Prace geodezyjne

Punkty dokumentacyjne wytyczono w terenie metodą domiarów prostokątnych do stałych punktów terenowych z wykorzystaniem dostarczonej przez Zleceniodawcę mapy zasadniczej w skali 1:500 (Zał. 3). Dla tak wytyczonych punktów określono współrzędne

geograficzne odbiornikiem GPS Garmin 12, które następnie przeliczono i wskazano w karcie informacyjnej oraz na kartach otworów (w Zał. 4.1), w odniesieniu do państwowego układu współrzędnych geodezyjnych X,Y (układ 1992). Rzędną wysokościową ustalono za pomocą niwelacji technicznej do lokalnego repera, który stanowiła pokrywa studzienki kanalizacyjnej w ul. Umultowskiej. Ciąg pomiarowy zamknięto z odchyłką 4 cm, dokonując dodatkowych pomiarów kontrolnych przy wykorzystaniu lokalnych pikiet niwelacyjnych w postaci 2 kolejnych pokryw studzienek kanalizacyjnych. Ww. punkty domiarów współrzędnej wysokościowej wskazano na Mapie dokumentacyjnej (Zał. 3).

Z racji bezpośredniego sąsiedztwa sondowań dynamicznych przy otworach badawczych i faktu, że zakres błędu pomiaru GPS jest większy niż odległość pomiędzy nimi, przyjęto dla nich tożsamą lokalizację.

### 5.3 Wiercenia

Wiercenia geologiczne, prowadzone bez kolumny rur osłonowych, wykonano:

- na terenie ograniczonym liniami nieprzekraczalnej i obowiązującej zabudowy, gdzie planowana jest budowa domu studenckiego:
  - mechanicznie, metodą obrotową, świdrem ślimakowym o średnicy  $\phi$  130 mm (otwory DS. 1 ÷ DS. 4 na Zał. 3). Ich łączny metraż wynosi 47,5 m;
- w części działek inwestycyjnych, od linii zabudowy do linii rozgraniczających teren inwestycji, a więc tam gdzie planuje się infrastrukturę towarzyszącą budynkowi akademika:
  - ręcznie, metodą obrotową, świdrem okienkowym o średnicy  $\phi$  80 mm (otwory 8P ÷ 17P na Zał. 3). Ich łączny metraż wynosi 30,7 m.

Podczas wierceń na bieżąco prowadzono opis makroskopowy nawiercanych gruntów z każdego marszu świdra zgodnie z PN-86-02480 oraz PN-EN ISO 14688, a wynik tych prac stanowią karty otworów (Zał. 4.1).

Dokumentowano także położenie zwierciadła wód podziemnych (w analizowanych badaniach było to równoznaczne z poziomem wód gruntowych ZWG). Pomiaru dokonywano bezpośrednio po nawierceniu ZWG w otworze oraz po upływie ok. 2 godz. umożliwiających ewentualną stabilizację położenia zwierciadła.

Na bieżąco prowadzono pobór próbek gruntów do badań laboratoryjnych, a z otworu nr 3 pobrano ponadto próbkę wody podziemnej w celu zbadania jej agresywności w stosunku do betonu.

### 5.4 Sondowania

Sondowania stanowiły istotne uzupełnienie wierceń geologicznych. Dostarczyły, zgodnie z wymogami Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 27 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków

posadowienia obiektów budowlanych (Dz.U.2012.463), bezpośrednich danych o parametrach mechanicznych gruntów w podłożu projektowanej inwestycji. Objęły one sondowania statyczne (w wariancie CPTU), które same w sobie stanowiły odrębne punkty dokumentacyjne oraz sondowania dynamiczne (sondą DPL) lokalizowane bezpośrednio przy otworach geologicznych w celu ustalenia stopnia zagęszczenia gruntów sypkich występujących od powierzchni do głębokości ok 3 m.

Wyniki sondowań (w szczególności CPTU) stanowiły podstawę do podziału podłoża na warstwy geologiczno-inżynierskie i parametryzacji tych warstw za pomocą efektywnych wartości: kąta tarcia wewnętrznego ( $\phi'$ ), kohezji ( $c'$ ), wytrzymałości na ścinanie mierzonej w warunkach bez drenażu wód ( $S_u$ ), edometrycznego modułu ścisłości pierwotnej ( $M_0$ ), a także stopnia plastyczności ( $I_L$ ) oraz stopnia zagęszczenia ( $I_D$ ).

#### *5.4.1 Sondowania statyczne CPTU*

Łączny metraż 6 sondowań statycznych, wykorzystany do podziału i parametryzacji podłoża gruntowego, wyniósł 66 m. Przy czym 36 m stanowiły 3 profile sondowań wykonane w ramach robót geologicznych przy realizacji niniejszej dokumentacji, a pozostałe 3 profile pochodzą z „Opinii geotechnicznej z dokumentacją badań podłoża gruntowego” (Geo-Rob, nr arch. 136/2014). Wykonywane były (w komplecie) za pomocą tego samego urządzenia (Pagani) z użyciem stożka umożliwiającego pomiar ciśnienia porowego wód. Badania w obu przypadkach wykonywała firma – Geoprojekt Poznań. Uzyskane wyniki są zatem w pełni porównywalne.

Szczegółowe rezultaty badań w postaci wykresów roboczych parametrów rejestrowanych bezpośrednio w czasie badań, tj. oporu na wierzchołku stożka ( $Q_c$ ), tarcia na tulei ciernej ( $f_s$ ) oraz wzbudzonego ciśnienia porowego wód ( $U_2$ ) przedstawia Zał. 5.1. W jego części 5.1.1 ujęto wyniki aktualnie wykonanych sondowań (CPTU: A(5), B(6), C(7)), a w części 5.1.2 zamieszczono wyniki wzmiankowanych sondowań archiwalnych z 2014 r. (CPTU: S1(A6), S2(A13) oraz S3(A14)). Lokalizację ww. sondowań przedstawiono na Zał. 3.

Interpretację wyników sondowań CPTU, w postaci tabel z oznaczeniem litologii warstw i wartościami wynikowych parametrów: ( $\phi'$ ), ( $c'$ ), ( $S_u$ ), ( $M_0$ ), ( $I_L$ ) oraz ( $I_D$ ), zamieszczono także w zał. 5.1. Na ich podstawie opracowano profile sondowań, które wykorzystano przy tworzeniu przekrojów geologiczno-inżynierskich przedstawianych na Zał. 7. Na załączniku tym zamieszczono także, zgodnie z wymogami Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz.U.2016.2033), wykresy  $Q_c$  i  $R_f$  ilustrujące zmienność właściwości podłoża.

Wyniki sondowań są dość zbieżne i zasadniczo wskazują podział podłoża na część stropową - zbudowaną ogólnie z gruntów sypkich (o zmiennej granulacji od piasków drobnych do pospółek) wykazujących wysokie wartości  $Q_c$  i część głębszą - zbudowaną z względnie jednorodnego gruntu spoistego (wg PN-86/B-02480 jest to glina piaszczysta/piasek gliniasty, a wg PN-EN ISO 14688 pył gliniasto piaszczysty: saclSi/saSi), o bardzo małych wartościach oporu przy wciskaniu stożka pomiarowego.

#### 5.4.2 Sondowania dynamiczne DPL

Łączny metraż sondowań dynamicznych wykonanych sondą lekką DPL, wykorzystany do charakterystyki parametrycznej podłoża inwestycji, wynosi ok. 37 m. Stanowi go 12 sondowań zrealizowanych na potrzeby niniejszej dokumentacji i jedno sondowanie archiwalne (przy otworze A9).

Głębokość sondowań jest zróżnicowana w zakresie: 1,7 do 4,0 m, co wynika ze zmiennej głębokości do stropu gruntów spoistych. Każdorazowo sondowanie prowadzono albo do głębokości uzyskania stropu gruntów spoistych, albo do uzyskania liczby uderzeń sondy ok. 40, co oznaczało wysoki stopień zagęszczenia gruntów podłoża.

Zebrane rezultaty w ogólności wskazują, że analizowane grunty są co najmniej średnio zagęszczone w zakresie ( $I_D \sim 0,43 \div \sim 0,66$ ), do dobrze zagęszczonych ( $I_D > 0,7 \div \max 0,8$ ).

Wyniki sondowań dynamicznych w postaci kart sondowań zawarto w Zał. 5.2.

#### 5.5 Opróbowanie gruntów i wody

Podczas wierceń pobrano 58 próbek gruntów w kategorii B wg Eurokodu 7 (tj. o naturalnym uziarnieniu i wilgotności), z których większość, na etapie prac kameralnych, wytypowano do badań laboratoryjnych. Próbki te nie podlegają przekazaniu organom administracji geologicznej. Są natomiast przechowywane u wykonawcy dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Ilość próbek w przeliczeniu na łączny metraż wierceń daje średnio  $\sim 0,74$  próbki na 1 m b. profilu.

Z otworu DS. 3 pobrano 2 próbki wody podziemnej o objętości 300 ml każda i wykonano na ich podstawie analizę chemizmu w zakresie agresywności w stosunku do podziemnych elementów konstrukcji budowlanej.

Pobór ww. próbek wchodził w zakres obowiązków wykonawcy dokumentacji posiadającego kwalifikacje geologiczne.

Komplet wyników badań laboratoryjnych zawiera Zał. 15.

#### 5.6 Badania laboratoryjne

Badania laboratoryjne wykonano w celu ustalenia wybranych parametrów fizycznych pobranych gruntów i chemizmu wody podziemnej. Poddano im, w zakresie oznaczenia:

- uziarnienia gruntów: 28 próbek,
- wilgotności naturalnej: 42 próbki,
- granic Atterberga: 12 próbek,
- zawartości  $\text{CaCO}_3$ : 5 próbek; w trakcie wierceń na bieżąco weryfikowano natomiast zawartość węglanu wapnia metodą makroskopową,
- zawartości substancji organicznej: 1 próbka.

#### *5.6.1 Skład granulometryczny gruntów*

Uziarnienie gruntów sypkich określono dla 17 próbek metodą sitową wg PN-88/B-04481. Wyniki tych badań, w postaci kumulacyjnych krzywych uziarnienia, zawarto w Zał. 15.1.

Skład granulometryczny gruntów spoistych określono dla 11 próbek metodą areometryczną w modyfikacji Prószyńskiego, zgodnie z PN-R-04032. Wyniki pomiarów i krzywe granulometryczne przedstawiono w Zał. 15.2

#### *5.6.2 Wilgotność naturalna gruntów*

Wilgotność naturalną próbek gruntów sypkich i spoistych oznaczono wg PN-88/B-04481 metodą suszarkowo-wagową bezpośrednio po ich pobraniu. Wyniki przedstawia Zał. 15.3.

#### *5.6.3 Granice konsystencji – parametry plastyczności gruntów spoistych*

Granice Atterberga (plastyczności ( $w_p$ ) i płynności ( $w_L$ )) oznaczono wg PN-88/B-04481 odpowiednio: metodą wałeczowania oraz metodą penetrometru stożkowego. Badaniu poddano 12 próbek gruntów. Komplet wyników w tym zakresie, łącznie z rezultatami stopnia i wskaźnika plastyczności zawiera Zał. 15.4. Uzyskane rezultaty stopnia plastyczności ( $I_L$ ) wpisują się w zakres jego wartości wyznaczonych na podstawie wyników sondowań statycznych.

#### *5.6.4 Zawartość $CaCO_3$*

Grunty spoiste dokumentowane w podłożu wykazywały makroskopowo reakcję z roztworem HCL, co wskazywało na obecność w nich  $CaCO_3$ . Wytypowano spośród nich 5, które poddano precyzyjniejszemu oznaczeniu laboratoryjną metodą Scheiblera (gazomierniczą). Wyniki tego badania przedstawia Zał. 15.5. Potwierdzają one obserwacje makroskopowe i wskazują na stosunkowo wysoki udział  $CaCO_3$  w podłożu w zakresie  $\sim 6 \div 9 \%$ .

#### *5.6.5 Zawartość substancji organicznej*

Wierzchnia warstwa gruntu w otworze 15 wykazywała makroskopowo obecność substancji organicznej. Obserwację tę potwierdzono badaniem laboratoryjnym przeprowadzonym wg PN-88/B-04481 metodą strat prażenia, uzyskując rezultat wskazujący na zawartość substancji organicznej na poziomie ok. 3% (Zał. 15.6).

#### *5.6.6 Agresywność wody gruntowej*

Do oceny korozyjności wody względem betonu pobrano próbki wody z otworu nr 3. Rezultaty tych badań, prowadzone dla poszczególnych wskaźników chemicznych, wg różnych norm i procedur, przedstawiono w Zał. 15.7. Badanie przeprowadził pracownik Instytutu Geologii UAM Poznań – dr M. Siepak.

Uzyskane rezultaty wskazują, że wartości graniczne klas ekspozycji według PN-EN 206-1:2003, dotyczące agresywności chemicznej (korozyjnej) wody gruntowej, nie zostały przekroczone. Tym samym woda ta nie jest agresywna (stopień agresywności  $X_0$ ).

## **6. BUDOWA GEOLOGICZNA OBSZARU BADAŃ**

Summaryczna miąższość osadów czwartorzędu w rejonie projektowanej inwestycji kształtuje się w zakresie od 40 do ok. 60 m, a ich przestrzenne położenie, opracowane zostało syntetycznie m.in. w ramach arkusza Poznań [471] Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski (SMGP) w skali 1:50000, przez R. Chmał w 1990 r. Na Załączniku 6 przedstawiono fragment ww. mapy oraz przekrój geologiczny wykonany do niej, który przebiega w bardzo bliskim sąsiedztwie analizowanego terenu.

Badany obszar znajduje się w obrębie plejstoceniowego, tzw. III poziomu sandrowego wykształconego w postaci piasków i żwirów wodnolodowcowych fazy poznańskiej zlodowacenia północnopolskiego. Poziom ten zalega na glinach zwałowych fazy leszczyńskiej zlodowacenia północnopolskiego oraz glinach zwałowych zlodowacenia środkowopolskiego (Chmał 1990 i 1997). Wg autorki ww. SMGP, sandrowe osady wodnolodowcowe tworzą cienką pokrywę silnie zróżnicowanych facjalnie utworów: od drobnoziarnistych piasków do średnioziarnistych żwirów. Gliny zwałowe fazy leszczyńskiej są silnie piaszczyste, a ich miąższość waha się od 3 do 12 m. Przykrywające je fragmentarycznie nieco młodsze gliny fazy poznańskiej tego samego zlodowacenia cechują się natomiast nieciągłym występowaniem, a ich miąższość jest na ogół niewielka. Stratygraficzne rozdzielenie osadów glacialnych i fluwioglacialnych zlodowacenia północnopolskiego na fazę leszczyńską i poznańską należy jednak traktować umownie. Często są one praktycznie jednorodne litologicznie, co w połączeniu z brakiem jednoznacznych ich datowań skłania do traktowania tych osadów, jako osadów jednej fazy: leszczyńsko – poznańskiej.

Sedymentację osadów gliniastych, udokumentowanych wykonanymi wierceniami i sondowaniami do maksymalnej głębokości 12 m, które nie osiągnęły ich spągu, wiązać należy z deglacją lądolodu plejstoceniowego, w szczególności z wytapianiem brył martwego lodu, w okresie od ~ 14-13 tys. lat BP do ~ 10 tys. lat BP (Stankowski 2011). Usytuowanie analizowanego obszaru w strefie krawędziowej moreny czołowej i sandru (Chmał 1990), powoduje natomiast współwystępowanie osadów gliniastych i piaszczystych.

Budowę geologiczną opisywanego rejonu uzupełniają osady stanowiące m.in. łukowato przebiegającą w odległości ok. 2-3 km na północ od terenu inwestycji, równoleżnikowo zorientowaną strefę moreny czołowej, z jej kumulacją na Górze Moraskiej (154 m n.p.m.). W strefie tej występują zaburzone glaciektogenicznie gliny zwałowe i osady piaszczysto-żwirowe kolejnych faz zlodowaceń plejstoceniowych, a także wyciśnięte (miejscami do powierzchni terenu) porwaki mio-plioceniowych iłów tzw. serii poznańskiej (Chmał 1990, 1997) – Zał. 6. Tworzenie się moreny spiętrzonej nie miało zasadniczego wpływu na stan naprężeń gruntów w rejonie inwestycji, w strefie głębokości do kilkunastu metrów p.p.t., z uwagi na ich depozycję najprawdopodobniej dopiero w schyłkowym etapie zlodowacenia, w strefie marginalnej lądolodu.

Budowę geologiczną opisywanego w dokumentacji obszaru ilustruje 9 przekrojów geologiczno-inżynierskimi w Zał. 7. Ich lokalizację pokazano na Zał. 3.



W podłożu planowanej inwestycji holocen reprezentuje występująca od powierzchni warstwa słabo rozwiniętej gleby o miąższości nie przekraczającej 0,4 m oraz mało miąższe wydzielania: namułu (0,5 m grubości; pod warstwą gleby – otwór archiwalny A4) i piasku próchnicznego stanowiącego domieszkę do piasku gliniastego w otworze 15P (0,5 m miąższości; także bezpośrednio pod warstwą gleby).

Poniżej ww. gruntów, do głębokości dokumentowania, zalegają wyłącznie rodzime, plejstocenijskie grunty mineralne. Wśród nich grunty sypkie – wykształcone w postaci osadów wodnolodowcowych zlodowacenia Wisły, tj.: piasków drobnych, drobnych ze żwirem, drobnych na pograniczu średnich, piasków średnich z domieszką żwiru i piasków grubych z przewarstwieniami piasków średnich ze żwirem oraz pospółki (Zał. 15.1). Sumaryczna miąższość kompleksu ww. gruntów sypkich, których sekwencję rozpoczyna, przynajmniej lokalnie (rejon otworu DS. 4), ale być może jest to bardziej powszechne – poziom bruku erozyjnego z kamieniami nawet do ok. 8-10 cm średnicy, jest zmienna na analizowanym obszarze i waha się w granicach: 0,8 m (otwór 14P) ÷ 4,5 m (otwór archiwalny A5). Generalnie maleje ona w kierunku południowym i południowo wschodnim. Ilustruje to mapa głębokości występowania stropu osadów nieprzepuszczalnych (Zał. 13), która jest niejako automatycznie mapą miąższości gruntów sypkich.

Pod w/w kompleksem występuje miąższy (do 10 m miąższości) – nieprzewiercony pokład glin zwałowych, reprezentowany w sensie geologiczno-inżynierskim (geotechnicznym) przez grunty średnio i mało spoiste. Wg starego nazewnictwa normy PN-86/B-02480 są to: gliny piaszczyste, miejscami na granicy glin oraz piaski gliniaste, a wg PN-EN ISO: saclSi, saSi (Zał. 15.2). Miejscami zawierają one przewarstwienia i soczewki piasku. Grunty te wiązać należy z fazą leszczyńsko-poznańską zlodowacenia Wisły.

Jak wskazują rezultaty sondowania CPTU wykonanego do celów naukowych w 2017 r. przez pracowników Instytutu Geologii UAM w sąsiedztwie sondowania CPTU S2(A13), spąg opisywanych glin zwałowych położony jest min. ok 3,5 m głębiej niż dokumentowana strefa. Potwierdzają to wyniki badań opisane w Dokumentacji geotechnicznej określającej warunki gruntowo - wodne w podłożu WCZT UAM („GEOPROJEKT – Poznań”, 2008 r.). Autorzy tej dokumentacji przywołują wyniki Technicznych badań podłoża gruntowego dla projektu technicznego kolektorów: sanitarnego i deszczowego przy obwodnicy kolejowej w Poznaniu – Morasku z maja 1975 r., wskazując, że w trakcie tych badań głębszy poziom wodonośny z napiętym zwierciadłem wód podziemnych został nawiercony na głębokości 15,2 – 15,5 m, co odpowiadało rzędnej 77,9 – 78,5 m n.p.m. Rzędna ta jest tożsama z rzędną wyliczoną na podstawie ww. sondowania CPTU (79 m n.p.m.). Warstwą podścielającą opisywane gliny są, wg cytowanego opracowania, piaski interglacjału eemskiego o zróżnicowanej granulacji.

## **7. WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE REJONU BADAŃ**

Przeprowadzone badania wykazały (do głębokości dokumentowania, tj. 12 m p.p.t.) obecność jednego poziomu wodonośnego. Tworzy go, opisywany w poprzednim rozdziale, kompleks dobrze przepuszczalnych osadów sypkich, leżących na miększym, nie przewierconym wykonanymi wierceniami, pokładzie glin zwałowych fazy leszczyńsko-poznańskiej. Głębokość występowania stropu osadów słabo przepuszczalnych przedstawiono na mapie z Zał. 13.

Wartości współczynnika filtracji ( $k$ ) osadów stanowiących opisywany poziom wodonośny, obliczone wg tzw. wzoru amerykańskiego<sup>2</sup>, kształtują się (w zależności od ich granulacji), od 4 do 30 m/dobę (najczęściej ok 10 m/dobę, tj.:  $1 \cdot 10^{-4}$  m/s). Zwierciadło wód tego poziomu ma charakter swobodny.

Przyjmowane na podstawie literatury (Mielcarzewicz 1971; Pazdro & Kozerski, 1990) wartości współczynnika filtracji osadów słabo przepuszczalnych (glin piaszczystych i piasków gliniastych) podścielających ww. poziom wodonośny, należy szacować jako:  $3 \cdot 10^{-6}$  m/s.

Na podstawie Mapy Hydrogeologicznej Polski (MHP) w skali 1:50000 ark. Poznań i przeprowadzonych badań uzupełnionych analizą materiałów archiwalnych należy przyjąć, że opisywany rejon położony jest w strefie o wysokim stopniu zagrożenia zanieczyszczeniem wód podziemnych. Jest to jednocześnie obszar, gdzie poziom użytkowy wód podziemnych stanowią wody piętra czwartorzędowego. Hydroizohipsy tego poziomu wg MHP zawierają się w zakresie: 90 ÷ 95 m n.p.m., co w połączeniu z rzędnymi terenu wskazuje na obecność pierwszego zwierciadła wód podziemnych w zakresie głębokości 1 ÷ 5 m. Zbliżone wartości podają autorzy Atlasu geologiczno inżynierskiego Poznania (Musiałewicz i inni, 2007), wskazując na nieco większą głębokość do zwierciadła wód, tj. min. 2 m.

Uszczegóławiają te informacje wyniki badań własnych przeprowadzonych w ramach przedkładanej dokumentacji. Wskazują one na węższy zakres hydroizohips przebiegających przez analizowany obszar, tj.: 92,5 do 93 m n.p.m. Głębokość do zwierciadła wód opisywanego poziomu wodonośnego (pokazana na Zał. 10) kształtuje się w zakresie od 1,18 m (w części południowej obszaru – pkt 13P) do ponad 3 m (w części północnej: rejon otworów: 8, 9 i 10), gdzie wierceniami do głębokości 3,1 m nie udokumentowano zwierciadła wód gruntowych. Dane te są zasadniczo zgodne z zakresem izobat na Mapie hydrograficznej Polski, ark. Poznań (Kaniecki, 2001), na której głębokość do pierwszego zwierciadła wód kształtuje się na terenie inwestycji w zakresie 1 – 2 m p.p.t. Pojawiające się różnice wiązać należy ze zmiennością położenia zwierciadła wód podziemnych wynikającą z intensywności zasilania poziomu wodonośnego poprzez infiltrację wód opadowych zarówno sezonalnie, w trakcie roku hydrologicznego, jak też zarysowujące się w dłuższym czasie.

W ostatnich kilkunastu latach położenie pierwszego zwierciadła wody podziemnej w rejonie prowadzonych badań zmieniało się od zakresu rzędnych: 93,30 ÷ 92,60 m n.p.m. w

---

<sup>2</sup>  $k_{USBC} = 0,36 \cdot d_{20}^{2,3}$  [cm/s] (Pazdro & Kozerski, 1990)

maju 2000 (Geoprojekt-Poznań, nr. arch.: P-7088), poprzez 91,87 ÷ 91,02 m n.p.m. w sierpniu 2004 r. (Geoprojekt-Poznań nr arch. P-7470A), 93,40 ÷ 91,97 m n.p.m. w maju 2011 r. (po okresie wiosennych roztopów, po bardzo śnieżnej zimie 2010/11) (Geo-Rob Poznań, nr arch. 115/2011), do 93,29÷92,51 m n.p.m. w maju 2014 r. (Geo-Rob Poznań, nr arch. 136/2014). W świetle powyższych danych należy przyjąć, że poziom zwierciadła wód gruntowych stwierdzony w 2014 r. był poziomem relatywnie wysokim. W ciągu ostatnich 5 lat jego położenie obniżyło się, w niektórych miejscach maksymalnie nawet o ok. 70 cm (rejon otworów A5 i DS. 1 – Zał. 10) , przy czym średnio - przynajmniej o ok 20 cm.

Ponadto, w trakcie badań realizowanych w kwietniu 2019 r., nie rejestrowano (poza pojedynczymi przypadkami) sączeń wód w warstwie glin zwałowych, podczas gdy w badaniach sprzed 5 lat strefy sączeń były liczne, a same sączenia intensywne.

Niezwykle kłopotliwe z racji niewielkich spadków hydraulicznych oraz obecności na dokumentowanym terenie kompleksów i skupisk drzew, które zaburzają naturalny reżim wód podziemnych, jest wyznaczenie jednoznacznego przebiegu hydroizohips i określenie kierunku spływu wód. Niemożliwe jest przy tym, z racji różnych stanów wód podziemnych, przy których wykonywano pomiary w poszczególnych latach, wykorzystanie tych danych. Stąd też posłużono się w tym celu wyłącznie pomiarami aktualnego położenia ZWG. Jego rzędne kształtują się skrajnie w zakresie od 92,98 m n.p.m. (przy zachodniej granicy dokumentowanego terenu – rejon otworu DS. 3) do 92, 54 m n.p.m. w rejonie otworu nr 11P przy granicy wschodniej i otworu 16P przy granicy południowej (Zał. 10). Wskazuje to na dominujący kierunek spływu wód podziemnych na wschód i południowy wschód ku pobliskiemu Strumieniowi Różanemu, który stanowi lokalną bazę drenażu, ze zmiennym oddziaływaniem w zależności od regionalnego stanu wód. W chwili badania lustro wody w tym cieku miało rzędną 90,88 m n.p.m. (pomiar z dn. 21.05.2019 r.).

Aktualnie pomierzony poziom zwierciadła wód podziemnych należy uznać za przeciętny i dopuszczać możliwość jego podniesienia się nawet o ok. 0,7 m, o czym mogą świadczyć archiwalne pomiary.

Głębszy poziom wodonośny, jak wskazują wyniki wcześniejszych badań (poz. [6] w spisie materiałów archiwalnych – rozdz. 3), występuje pod warstwą glin zwałowych fazy leszczyńsko-poznańskiej, na rzędnej ok. 78 – 79 m n.p.m. Zwierciadło wód tego poziomu ma charakter napięty, o zmiennym ciśnieniu hydrostatycznym, dochodzącym nawet do ~ 12,6 m słupa wody. Nie potwierdzono obecności w podłożu tego poziomu wodonośnego z racji zbyt płytkich otworów geologicznych. Stąd też ograniczono ilustrację warunków hydrogeologicznych do 2 załączników (Zał. 10 i Zał. 13), pomijając przy tym mapę poziomów wodonośnych (wskazywaną wg zapisów Dz.U.2016.2033: § 21, pkt. 2, ppkt. 4). Wszelkie informacje o udokumentowanym w badaniach poziomie wodonośnym (jego miąższości – równoznacznej z głębokością do spągu osadów słabo przepuszczalnych, głębokości występowania oraz właściwościach filtracyjnych budujących go osadów zawarto w części tekstowej, a także na Zał.: 10. i 13.

## **8. WŁASNOŚCI FIZYCZNE I MECHANICZNE GRUNTÓW W PODŁOŻU PLANOWANEJ INWESTYCJI**

Parametry fizyczne i mechaniczne gruntów w podłożu planowanej inwestycji wyznaczono na podstawie wyników przeprowadzonych badań terenowych i laboratoryjnych, wg wytycznych Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 27 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz.U.2012.463). Zakres zrealizowanych prac odpowiada wymogom odnoszącym się w ww. rozporządzeniu do badań podłoża pod obiekty budowlane klasyfikowane do II kategorii geotechnicznej.

W celu parametrycznej charakterystyki wydzielanych w podłożu warstw geologiczno-inżynierskich (geotechnicznych) wykorzystano przede wszystkim wyniki sondowania statycznego CPTU, uzupełniając je wynikami sondowań dynamicznych DPL, a w zakresie parametrów fizycznych dodatkowo badaniami laboratoryjnymi (uziarnienia, stopnia plastyczności oraz zawartości  $\text{CaCO}_3$  i substancji organicznej).

Parametry gruntów, w postaci: efektywnego kąta tarcia wewnętrznego  $[\phi']$ , efektywnej kohezji  $[c']$ , wytrzymałości na ścinanie bez odpływu  $[S_u]$  oraz modułu ściśliwości pierwotnej  $[M_0]$ , uzyskane punktowo z 6 sondowań CPTU zostały odniesione na zasadzie analogii, wynikających z rezultatów dodatkowo wykonanych badań laboratoryjnych, a także obserwacji makroskopowych, do całego badanego obszaru.

Charakterystykę powyższą uzupełniono o wartości gęstości objętościowej  $[\rho]$ , wykorzystując w tym celu tzw. metodę „B” wg PN-81/B 03020, tj. zależność korelacyjną pomiędzy parametrami wiodącymi, a gęstością gruntów. Parametrem wiodącym dla gruntów sypkich był stopień zagęszczenia  $[I_D]$ , ustalony na podstawie sondowań: DPL (13 szt.) oraz CPTU (6 szt.) Parametrem wiodącym w gruntach spoistych był stopień plastyczności  $[I_L]$ , wyznaczony na podstawie badań in situ sondą statyczną CPTU oraz badań laboratoryjnych (12 oznaczeń). Charakterystykę gruntów w tym zakresie uzupełniały ponadto wyniki badań ich wilgotności naturalnej (36 oznaczeń), a także obserwacje makroskopowe z przebiegu analizy walczkowania.

Nie charakteryzowano parametrów geologiczno - inżynierskich gleby (występowała we wszystkich punktach dokumentacyjnych) oraz namulów (występujących jedynie w profilu otworu archiwalnego A4). Brak takiej charakterystyki dla tych warstw wynika z jednej strony z faktu, że nie mogą one stanowić podłoża budowlanego i muszą zostać z niego usunięte, a z drugiej strony z płytkiego – przypowierzchniowego ich występowania połączonego z niewielkimi miąższościami.

W dokumentowanym podłożu poza otworem 12P, w którym natrafiono od powierzchni na warstewkę (o miąższości zaledwie 30 cm) gleby z fragmentami cegły, nigdzie indziej nie udokumentowano gruntów antropogenicznych. Stąd też nie dołącza się do dokumentacji mapy miąższości takich gruntów wskazywanej w Dz.U.2016.2033, w § 21, pkt. 2, ppkt. 2.

Zwiększenie liczby punktów dokumentacyjnych na obszarze planowanej inwestycji w stosunku do badań geotechnicznych z 2014 r. umożliwiło bardziej szczegółowy podział podłoża

na warstwy geologiczno-inżynierskie (geotechniczne) i korektę przebiegu niektórych granic ww. warstw. Zaktualizowano tym samym z konieczności numerację warstw geotechnicznych na kartach otworów archiwalnych (Zał. 4.2), dostosowując ją do potrzeb niniejszej dokumentacji. Nie zmieniło to w żaden sposób generalnej charakterystyki właściwości podłoża, jaka została ustalona w ramach realizacji wcześniejszych badań geotechnicznych (Geo-Rob, 2014).

Geologiczno inżynierskie właściwości gruntów analizowanego podłoża są dość powtarzalne w poszczególnych punktach dokumentacyjnych. Profil gruntowy, po zgeneralizowaniu, można przedstawić jako trójdzielny. Od powierzchni stanowią go holocenijskie gleby, poniżej których zalega kompleks warstw gruntów niespoistych, o zmiennej granulacji w zakresie od piasków drobnych z pojedynczymi ziarnami żwiru, poprzez najczęściej dokumentowane piaski średnie i średnie ze żwirem do lokalnie rejestrowanych piasków grubych i pospółek. Grunty te cechują się zróżnicowanym zagęszczeniem mieszczącym się w zakresie gruntów średnio-zagęszczonych ( $I_D = 0,45 - 0,60$ ) i zagęszczonych ( $I_D \geq 0,7$ ). Profil kończą warstwy lodowcowych gruntów z pogranicza mało i średnio-spoistych (gliny piaszczyste i piaski gliniaste, sporadycznie pyły piaszczyste i gliny), które uznano za grunty morenowe normalnie konsolidowane. Cechują się one zmiennym, na ogół wysokim, stopniem plastyczności  $I_L$  mieszczącym się w zakresie stanu plastycznego, od ok.  $0,25 - 0,30$ , aż do granic z miękkoplastycznym ( $I_L \sim 0,5$ ). Przestrzenne ułożenie tych warstw w podłożu planowanej inwestycji jest bardzo zmienne (Zał. 7). Zmienność ta jest „mało przewidywalna” (mozaikowa). Występująca w podłożu warstwa o podwyższonej plastyczności ( $I_L \sim 0,5$ ) nie daje się powiązać z jednorodnie układającymi się przelotami głębokości, wskazującymi np. na rozleglejsze, przynajmniej okresowo występujące, strefy sączeń wód.

Pomimo podobieństw lito-genetycznych, w sensie inżynierskim (techniczno-budowlanym) dokumentowane grunty są na tyle zróżnicowane, że przypisano je do 11 warstw geologiczno-inżynierskich, których ogólną charakterystykę (z podaniem średnich wartości wiodących parametrów, tj.: stopnia zagęszczenia lub plastyczności), przedstawiono poniżej. W załączniku nr 8 zestawiono natomiast wartości ich parametrów fizycznych i mechanicznych określających właściwości wytrzymałościowo-odkształceniowe. Należy je traktować jako wartości średnie (charakterystyczne), w związku z czym wymagają przy projektowaniu zastosowania odpowiednich współczynników materiałowych. Podawane w Zał. 8 wartości edometrycznego modułu ścisłości  $[M_0]$  określono dla naturalnego (geostatycznego) stanu naprężeń. Dla celów projektowych należy przeliczyć je uwzględniając przy tym nowy stan naprężeń w podłożu, po jego obciążeniu planowaną konstrukcją.

Uogólnioną charakterystykę wydzielonych w badanym podłożu gruntowym warstw geologiczno-inżynierskich przedstawiono poniżej:

<b>Warstwa IA</b>	<b>piaski drobne, drobne ze żwirem, piaski drobne zaglinione (Pd, Pd+Ż, Pd zagl)</b> średnio zagęszczone, wilgotne i nawodnione, o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0,45$ .
-------------------	--

<b>Warstwa IB</b>	<b>piaski drobne, drobne ze żwirem, drobne na granicy średnich (Pd, Pd+Ż, Pd/Pś)</b> średnio zagęszczone, wilgotne i nawodnione, o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0,60$ .
<b>Warstwa IB</b>	<b>piaski drobne, drobne ze żwirem, drobne na granicy średnich (Pd, Pd+Ż, Pd/Pś)</b> zagęszczone, wilgotne i nawodnione, o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0,70$ .
<b>Warstwa IIA</b>	<b>piaski średnie, piaski średnie z domieszką żwiru, piaski grube z przewarstwieniami piasków średnich ze żwirem, piaski średnie ze żwirem z przewarstwieniami pospółek (Pś, Pś+Ż, Pr//Pś+Ż Pś+Ż//Po)</b> średnio zagęszczone, wilgotne i nawodnione, o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0,45$ .
<b>Warstwa IIB</b>	<b>piaski średnie, piaski średnie z domieszką żwiru, piaski grube z przewarstwieniami piasków średnich ze żwirem, piaski średnie ze żwirem z przewarstwieniami pospółek (Pś, Pś+Ż, Pr//Pś+Ż Pś+Ż//Po)</b> średnio zagęszczone, wilgotne i nawodnione, o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0,55$ .
<b>Warstwa IIC</b>	<b>piaski średnie, piaski średnie z domieszką żwiru, piaski grube z przewarstwieniami piasków średnich ze żwirem, piaski średnie ze żwirem z przewarstwieniami pospółek (Pś, Pś+Ż, Pr//Pś+Ż Pś+Ż//Po)</b> zagęszczone, wilgotne i nawodnione, o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0,70$ .
<b>Warstwa IIIA</b>	<b>pospółki (Po)</b> średnio zagęszczone, wilgotne i nawodnione, o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0,60$ .
<b>Warstwa IIIB</b>	<b>pospółki (Po)</b> zagęszczone, wilgotne i nawodnione, o uogólnionym stopniu zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0,70$ .
<b>Warstwa IVA</b>	<b>gliny piaszczyste, piaski gliniaste, (Gp, Pg)</b> – na granicy stanów: plastycznego i miękkoplastycznego, o uogólnionym stopniu plastyczności $I_L^{(n)} = 0,50$ .
<b>Warstwa IVB</b>	<b>gliny piaszczyste, gliny piaszczyste na granicy glin, piaski gliniaste (Gp, Gp/G, Pg)</b> – w stanie plastycznym, o uogólnionym stopniu plastyczności $I_L^{(n)} = 0,40$ .
<b>Warstwa IVC</b>	<b>gliny piaszczyste, gliny piaszczyste z przewarstwieniami glin, piaski gliniaste, pyły piaszczyste (Gp, Pg, IIp)</b> – w stanie plastycznym od granicy z twardoplastycznym, o uogólnionym stopniu plastyczności $I_L^{(n)} = 0,30$ .

Na całym analizowanym obszarze podłoże budowlane od powierzchni jest nośne, dlatego też nie załączono do dokumentacji mapy głębokości podłoża nośnego. Także grunty należące do warstw geologiczno – inżynierskich: IV A oraz IV B, które charakteryzują się stosunkowo wysokim uplastycznieniem ( $I_L$  0,4 – 0,5), nie powinny być traktowane jako

standardowe grunty słabonośne, a raczej jako grunty o potencjalnie dużych możliwościach odkształceń, przy relatywnie zadowalającej charakterystyce wytrzymałościowej wynikającej z dużej zawartości w nich frakcji piaskowej. Dlatego też zamiast wymaganej wg Dz.U.2016.2033, w § 21, pkt. 2, ppkt. 1 – mapy głębokości występowania gruntów słabonośnych z ich miąższością, zamieszczono: mapę głębokości występowania gruntów o potencjalnie dużych osiadaniach („słabonośnych”) z ich miąższością (Zał. 11).

## **9. WARUNKI GEOLOGICZNO – INŻYNIERSKIE NA OBSZARZE BADAŃ**

Waloryzację warunków geologiczno-inżynierskich na obszarze badań, których mapę przedstawia Zał. 9, przeprowadzono w oparciu o kompilację kryteriów wskazywanych w opracowaniach: R. R Kaczyńskiego (2017) oraz E. Majer i innych (2018). Przyjęto, że warunki te są efektem nakładających się na siebie kilku czynników, które z osobna poddano ocenie. Czynnikami tymi były:

- antropogeniczne przekształcenie analizowanego obszaru (stopień antropopresji);
- zmienność warunków geomorfologicznych warunkująca możliwość realizacji inwestycji;
- właściwości fizyczne i mechaniczne gruntów przyszłego podłoża budowlanego;
- warunki hydrogeologiczne, w szczególności położenie zwierciadła wód podziemnych;
- zagrożenia związane z ewentualnymi procesami geodynamicznymi.

Odrębnie oceniono część obszaru w granicach tzw. nieprzekraczalnej linii zabudowy, gdzie zlokalizowany będzie budynek oraz tę część terenu gdzie planowana jest jedynie infrastruktura towarzysząca (drogi, parkingi, itp.).

Ocenę tylko 2 spośród wymienionych 5 czynników można w pewien schematyczny sposób zróżnicować. Dotyczy to warunków gruntowych i wodnych. Pozostałe należy uznać za jednorodne na całym analizowanym obszarze.

Rzeźbę terenu, z jego spadkami nie przekraczającymi 2%, jak i brak przekształceń antropogenicznych analizowanego obszaru uznać należy za czynniki sprzyjające realizacji inwestycji, a tym samym jako korzystne w ocenie warunków geologiczno – inżynierskich. Na analizowanym obszarze nie zaobserwowano także naturalnych zjawisk, które mogłyby spowodować niekorzystne zmiany inżynierskich właściwości badanego terenu.

Warunki wodne w granicach nieprzekraczalnej linii zabudowy zwaloryzowano przyjmując kryterium głębokości zalegania zwierciadła wód podziemnych w stosunku do wstępnie przyjmowanej głębokości posadowienia budynku akademika, tj. 2 m p.p.t. Położenie zwierciadła płycej niż 2 m uznawano za niekorzystne, położenie w zakresie 2 – 2,5 m jako średnio korzystne, a ponad 2,5 m jako korzystne.

Warunki gruntowe w granicach nieprzekraczalnej linii zabudowy zróżnicowano na podstawie miąższości i głębokości występowania, względem poziomu posadowienia, gruntów warstw IV A i IV B, tj. plastycznych glin piaszczystych i piasków gliniastych ( $I_L$  0,4-0,5), dla których prognozuje się znaczne osiadania pod obciążeniem. Grunty te ponadto mogą

utrudniać realizację prac budowlanych (grząski teren, problemy z dojazdem maszyn budowlanych, itp.).

Warunki gruntowe oceniano jako:

- korzystne, tzn. bez obecności w podłożu, co najmniej do głębokości 1 m pod poziomem posadowienia, gruntów warstw IV A i/lub IV B, jednocześnie przy ich miąższości w profilu mniejszej niż 3 m,
- średnio korzystne, jeśli grunty warstw IVA i IVB występują płycej niż 1 m pod poziomem posadowienia i/lub ich miąższość w profilu jest w zakresie 3 - 5 m,
- niekorzystne, jeśli grunty warstw IVA i IVB znajdują się w poziomie posadowienia lub jeśli ich miąższość przekracza 5 m.

W ostatecznej ocenie warunków geologiczno – inżynierskich tej części terenu dominującą rolę przypisano temu czynnikowi, spośród obu wymienionych, którego ocena wypadła mniej korzystnie.

W części terenu poza nieprzekraczalną linią zabudowy warunki geologiczno inżynierskie uznawano za:

- korzystne, przy minimum 2-metrowej miąższości gruntów sypkich, i położeniu ZWG głębiej niż 1,5 m p.p.t.,
- średnio korzystne, gdy ZWG rejestrowane było na głębokości  $1,0 \div 1,5$  m lub przy braku wody, jeżeli bezpośrednio pod glebą występowały grunty spoiste warstwy IV C,
- niekorzystne, w przypadku gdy płytko w podłożu (~1 m) dokumentowano wyraźnie uplastycznione grunty spoiste warstwy IVB.

Wykorzystując przedstawione powyżej kryteria, wiążące ocenę warunków geologiczno - inżynierskich z planowanym przeznaczeniem terenu, uzyskano zróżnicowany obraz ww. warunków (Zał. 9).

Cały teren przeznaczony do realizacji obiektu akademika, leżący w obrębie nieprzekraczalnej linii zabudowy, zwaloryzowano jako teren o niekorzystnych warunkach geologiczno-inżynierskich. Ma to swoje uzasadnienie zarówno w relatywnie płytkim występowaniu wód podziemnych, w stosunku do przyjmowanego wstępnie poziomu posadowienia, jak też w znacznych miąższościach plastycznych glin piaszczystych i piasków gliniastych (warstwy: IVA i IVB), które nie zostały przewiercone, przy udokumentowanej ich maksymalnej – 10-cio metrowej miąższości – rejon sondowania CPTU C (7).

Zdecydowanie lepiej przedstawia się ocena warunków geologiczno-inżynierskich w części obszaru, gdzie lokalizowane będą: drogi, chodniki, parkingi i pozostała infrastruktura towarzysząca akademikowi. W tym przypadku tylko niewielki fragment terenu w południowo wschodniej jego części (rejon otworu 14P) scharakteryzowano, jako niekorzystny w sensie geologiczno-inżynierskim. Rozległą powierzchnię, od nieprzekraczalnej linii zabudowy do granic działek inwestycyjnych cechują korzystne (w części północnej i wschodniej) oraz średnio korzystne (w części południowej) warunki geol.-inż. Ma to związek przede wszystkim z



mięszszym kompleksem osadów piaszczystych, które w północnej części uzyskują sumaryczną miąższość ponad 4 m, przy jednocześnie głęboko zalegającym zwierciadle wód gruntowych (ponad 2,5 m p.p.t.). Dla południowego fragmentu analizowanego terenu, gdzie zwierciadło wód podziemnych występuje płytko (1,0 – 1,5 m p.p.t.), względnie w ogóle nie wystąpiło, z racji obecności w podłożu glin piaszczystych warstwy IVC (a więc mniej uplastycznionych niż opisywane wcześniej, o  $I_L = 0,3$ ), przyjęto średnio korzystne warunki geologiczno-inżynierskie.

Biorąc pod uwagę powyższą charakterystykę warunków gruntowo-wodnych, na podstawie literatury (Wiłun, 2000), przyjęto dla udokumentowanych w zakładanym poziomie posadowienia budynku akademika (93,0 m n.p.m.), nośności wydzielanych warstw i opracowano mapę warunków budowlanych (Zał. 12).

#### **10. PROGNOZA POTENCJALNYCH ZMIAN WARUNKÓW GRUNTOWO - WODNYCH**

Nie stwierdzono w trakcie badań aktywnych procesów geodynamicznych, które mogłyby powodować zmiany geologiczno-inżynierskich właściwości rozpatrywanego podłoża gruntowego. Brak jest bowiem na badanym obszarze zagrożeń związanych z ruchami masowymi, rozmywaniem powierzchni gruntów, podtopieniami, erozją rzeczną, sufozją, krasem, itp.

Zmiany warunków gruntowo – wodnych wynikać mogą tu jedynie z naturalnej zmienności wielkości zasilania poziomu wodonośnego przez wody infiltracyjne, co ma związek z ilością opadów atmosferycznych i ilością wód roztopowych, które trafiają do gruntu. Zmiany te mają charakter sezonalny, na co zwracano już uwagę przy charakterystyce zmian położenia zwierciadła wód podziemnych w minionych latach. Warunkują one pojawianie się lub okresowy zanik stref ścąceń w głębszym – gliniastym podłożu.

Realizacja inwestycji wygeneruje natomiast pewne zmiany natury antropogenicznej. Te wiązać należy:

- po pierwsze, z obciążeniem podłoża konstrukcją, przez co w efekcie zapewne wystąpią osiadania terenu. Przy czym ich potencjalny zakres powinien być znany (policzony) już na etapie projektu budowlanego, a potem kontrolowany w trakcie realizacji obiektu. Osiadania te, z racji relatywnie wysokich możliwości filtracyjnych gruntów gliniastych w podłożu, powinny się ustabilizować w stosunkowo krótkiej perspektywie czasowej (już na etapie realizacji budowy, przed etapem eksploatacji obiektu).
- po drugie, zmianie ulegną warunki infiltracji wód opadowych z uwagi na pojawienie się szczelnych powierzchni (asfaltowych, brukowanych, itp.). W tym przypadku, w południowo wschodniej części dokumentowanego terenu, gdzie przypowierzchniowa warstwa osadów przepuszczalnych ma niewielką miąższość, albo nie ma jej w ogóle, pojawia się potencjalne niebezpieczeństwo krótkotrwałej stagnacji wody opadowej spływającej ze szczelnych powierzchni w najniższej położone rejony analizowanych działek. Zagrożenie to jest jednak raczej tylko teoretyczne, ponieważ projekt

zagospodarowania działki będzie musiał uwzględniać także aspekt odwodnień powierzchniowych.

- po trzecie, w przypadku wysokich stanów wód podziemnych, fundament obiektu akademika, znajdujący się na drodze spływu wód w kierunku SE ku Strumieniowi Różanemu, może okresowo podpiętrzać poziom wód podziemnych. Jednak także i w tym przypadku nie należy się spodziewać większych komplikacji, ponieważ w części terenu gdzie planuje się lokalizację akademika występuje stosunkowo miększą warstwą gruntów sypkich, która będzie tę nadwyżkę wody przejmowała, nie dopuszczając do podtopień.

Ponadto wykorzystanie ciężkiego sprzętu do robót ziemnych na etapie budowy może, wywołując drgania, doprowadzić do tiksotropowego upłynnienia podłoża w jego przypowierzchniowej strefie. Te potencjalne zmiany będą jednak odwracalne w krótkim czasie po zaprzestaniu ww. drgań.

## **11. ODDZIAŁYWANIE PLANOWANYCH PRAC NA ŚRODOWISKO**

Planowane do realizacji prace budowlane związane z wykonaniem projektowanej inwestycji, jak również samo jej funkcjonowanie w przyszłości, nie wpłyną niekorzystnie na stan środowiska.

Krótkookresowo mogą zmienić się jedynie warunki przepływu wód z racji najprawdopodobniej potrzebnego odwodnienia podłoża podczas prac fundamentowych. Wzrośnie także w trakcie budowy poziom hałasu. Zmiany te będą miały jednak charakter przejściowy i ustąpią po etapie realizacji.

Przed podjęciem robót budowlanych wymagana będzie wycinka skupisk drzew porastających teren inwestycji, które opisano w rozdziale 4.2, niemniej analiza tej kwestii wykracza poza ramy dokumentacji geologiczno inżynierskiej i zapewne będzie przedmiotem osobnego opracowania.

Konkludując należy uznać, że zamierzona inwestycja, nie kwalifikuje się jako przedsięwzięcie mogące znacząco oddziaływać na środowisko.

## **12. PODSUMOWANIE I WNIOSKI**

Na początku tego podsumowującego rozdziału zaznacza się, że w chwili realizacji niniejszej dokumentacji nie były znane precyzyjne dane na temat lokalizacji poszczególnych obiektów inwestycji, a tym bardziej ich szczegółowe rozwiązania konstrukcyjne. Stąd też przyjęto zasadniczy podział badanego obszaru i jego oceny na 2 części: w granicach linii nieprzekraczalnej zabudowy i poza tą granicą.

Podłoże gruntowe w obrębie analizowanych działek nr geodez.: 277, 278/1, 278/3, 278/4, ark. 28, obręb Morasko w Poznaniu położonych na terenie Kampusu Uniwersyteckiego

UAM jest zmienne litologicznie i wykazuje zróżnicowane właściwości geologiczno – inżynierskie. Obejmuje, poza gruntami sypkimi, o granulacji od piasków drobną do pospółek (grunty te są co najmniej średnio zagęszczone ( $I_D \geq 0,45$ ), a miejscami dobrze zagęszczone ( $I_D \geq 0,7$ )), także grunty spoiste (gliny piaszczyste i piaski gliniaste) o dużej plastyczności (warstwy IVA i IVB – o stopniu plastyczności  $I_L$  równym odpowiednio: 0,5 i 0,4). Nie są to typowe grunty słabonośne, bo z racji wysokiej zawartości frakcji piaskowej wykazują relatywnie zadowalającą wytrzymałość na ścinanie, niemniej ze względu na swoją plastyczność i porowatość należy założyć, że będą wykazywały znaczne osiadania pod obciążeniem konstrukcją. Z tego powodu będą więc gruntami problematycznymi. Położenie ich stropu oraz miąższość pokazano na Zał. 11.

Szczegółowa ocena warunków geologiczno inżynierskich i budowlanych jest uzależniona od przeznaczenia poszczególnych części analizowanego terenu pod konkretne obiekty, tj. 5-cio kondygnacyjny budynek (bez kondygnacji podziemnej), albo otaczającą go infrastrukturę (drogi, chodniki, parkingi, itp.).

W granicach obszaru nieprzekraczalnej linii zabudowy uznano, że podłoże gruntowe wykazuje mało korzystne właściwości fizyczno-mechaniczne. Na taką ocenę wpływa przede wszystkim obecność gruntów warstw: IV A i IV B, które w zależności od miejsca występują na głębokościach od ok. 2,0-2,5 m (pkt. dok.: CPTU S3 (A14), CPTU C (7), DS.2) do 4,1 m (pkt. dok. A2). Jednocześnie, położenie zwierciadła wód podziemnych, zobrazowane na Zał. 10, w zależności od przyjętej rzędnej posadowienia obiektu (która w chwili badań nie była znana) wymuszać będzie jego realizację, przynajmniej lokalnie, w niekorzystnych warunkach. Dla roboczo przyjętej (a jednocześnie sugerowanej jako minimalna) rzędnej posadowienia na ok. 93,0 m n.p.m., oznacza to bliskie sąsiedztwo zwierciadła, albo jego położenie nieco powyżej poziomu posadowienia. Tu warto pamiętać, że stwierdzany aktualnie stan wód podziemnych może w przyszłości być wyższy nawet o kilkadziesiąt centymetrów, na co wskazują wyniki badań archiwalnych.

Właściwości podłoża gruntowego na obszarze przeznaczonym do realizacji ciągów komunikacyjnych, parkingów, itp., w częściach: północnej, północno wschodniej oraz południowo zachodniej, ocenia się jako korzystne z racji przypowierzchniowo występujących gruntów sypkich o przynajmniej średnim zagęszczeniu i relatywnie głębokim występowaniu zwierciadła wód podziemnych (min. 1,5 m p.p.t.). Gorzej w tej ocenie wypada część południowa i południowo wschodnia, gdzie miąższość gruntów sypkich maleje (do niespełna 0,5m – pkt. 14P), a miejscami (otwór 15P, A4, ) w ogóle ich nie stwierdzono. Jednocześnie głębokość do zwierciadła wody w tym rejonie jest mniejsza niż 1,5 m (Zał. 10). Oba te fakty wskazują na problemy m.in.: z drenażem wody opadowej, wysadzinami mrozowymi, tiksotropią wywołaną drganiami podłoża. Tym samym warunki te ocenia się jako średnio korzystne, a fragmentarycznie w rejonie otworu 14P jako niekorzystne z uwagi na płytkie występowanie silnie plastycznych glin piaszczystych warstwy IVB.

Parametry fizyczne i mechaniczne gruntów podłoża oraz charakterystykę warunków: geologiczno inżynierskich, hydrogeologicznych oraz budowlanych przedstawiono na załącznikach: 7 ÷ 14.

Przeprowadzone, w okresie kwietnia i maja 2019 r., badania, obejmujące kolejno: roboty geologiczne, prace laboratoryjne i zestawcze pozwoliły sprecyzować następujące wnioski:

1. Powierzchnia analizowanych działek ma naturalne ukształtowanie i jest delikatnie nachylona (ok. 2%) w kierunku południowo wschodnim, generalnie ku Strumieniowi Różanemu, który jest lokalną bazą drenażu na badanym obszarze. Deniwelacje terenu wynoszą ~3 m. Skrajne rzędne punktów dokumentacyjnych zawierają się w przedziale: od 96,29 m n.p.m. (pkt. 8P) do 93,36 m n.p.m. (pkt. 15P). W obrębie części obszaru wyznaczonego linią nieprzekraczalnej zabudowy rozpiętość ta wynosi ~1,5 m, od 95,46 m n.p.m. (w części NW) do 93,90 m n.p.m. (w części SE). W związku z powyższym nie będą wymagane na etapie realizacji inwestycji makroniwelacyjne roboty ziemne.
2. Bezpośrednio od powierzchni na terenie analizowanych działek występuje warstwa mało miększej gleby (maks. do ok. 40 cm), która ma charakter gleby inicjalnej (ubogiej w rozłożoną próchnicę). Warstwę tę należy usunąć z podłoża gruntowego na etapie prac budowlanych. Dotyczy to zarówno miejsca realizacji budynku akademika, jak również ciągów komunikacyjnych, parkingów, itp.
3. Poza glebą oraz niewielkiej miąższości (0,5 m) namulem (stwierdzonym wyłącznie w otworze A4) cały profil podłoża stanowią plejstoceny grunty rodzime: sypkie i spoiste. Grupę gruntów sypkich stanowią średnio lub dobrze zagęszczone fluwiogłacjalne piaski: od drobnych po grube oraz pospółki. Ujęto je, ze względu na zmienność parametrów geologiczno – inżynierskich, w 8 warstw (I A-C, II A-C, IIIA i IIIB). Grunty spoiste stanowią normalnie konsolidowane plastyczne gliny zwałowe fazy leszczyńsko-poznańskiej, które w sensie geologiczno-inżynierskim najczęściej były reprezentowane jako: gliny piaszczyste (saclSi) lub piaski gliniaste (saSi), rzadziej natomiast jako gliny (clSi), czy pyły piaszczyste (saSi). Ze względu na wartość stopnia plastyczności ujęto je w 3 warstwy geologiczno-inżynierskie (IV A-C). Podział podłoża na warstwy geologiczno-inżynierskie wraz z parametrami fizycznymi i mechanicznymi gruntów które je stanowią przedstawia Zał. 8. Projekt budowlany powinien być zrealizowany w oparciu o ww. parametry, po przeliczeniu ich średnich (tzw. charakterystycznych) wartości na wartości obliczeniowe, z zastosowaniem do tego odpowiednich współczynników zmienności.
4. Wstępnie (roboczo) przyjęty, dla budynku akademika, a jednocześnie sugerowany poziom posadowienia bezpośredniego na rzędnej 93 m n.p.m., wypada w obrębie: średnio i dobrze zagęszczonych piasków drobnych (warstwy IA, IB, IC) i średnich (IIB i IIC). Stopień zagęszczenia  $I_D$  gruntów ww. warstw nie jest niższy niż 0,45, a najczęściej wynosi ok. 0,55 – 0,60. Przyjęcie niższej rzędnej posadowienia może spowodować konieczność

lokalnego posadowiania fundamentu na warstwach IVA i IVB o zdecydowanie gorszych parametrach fizyczno-mechanicznych.

5. Wyżej wymienione grunty gliniaste warstw IVA oraz IVB, o stopniu plastyczności  $I_L 0,4 \div 0,5$ , które należy klasyfikować na pograniczu stanów plastycznego i miękkoplastycznego, tak czy inaczej znajdują się w strefie oddziaływania obiektu. Uczula się zatem wykonawcę projektu budowlanego oraz wykonawcę robót na możliwość wystąpienia dużych osiadań tych warstw pod obciążeniem. Z uwagi na ich znaczący udział w podłożu (w zakresie:  $5 \div 10$  m), a przy tym fakt nieregularnego występowania (Zał. 7) sugeruje się rozważyć posadowienie obiektu na płycie fundamentowej, co zapewniłoby równomierność spodziewanych osiadań. Jednocześnie należy unikać posadowiania takiego fundamentu bezpośrednio na ww. warstwach. Stąd też sugestia zachowania minimalnej rzędnej posadowienia przynajmniej na poziomie 93,0 m n.p.m.
6. Zwierciadło wód podziemnych (gruntowych), o charakterze swobodnym, kształtowało się na całym dokumentowanym terenie w zakresie rzędnych: od 92,98 m n.p.m. (przy zachodniej granicy; pkt. DS. 3) do 92,54 m n.p.m. ( pkt. 11P przy granicy wschodniej i pkt. 16P przy granicy południowej). W samym obrysie granic terenu, gdzie będzie zlokalizowany budynek akademika zakres tych rzędnych jest niemal identyczny. W związku z powyższym, należy założyć konieczność prowadzenia odwodnień budowlanych na czas realizacji inwestycji. Przyjęcie rzędnej posadowienia na poziomie 93,0 m n.p.m. nie gwarantuje braku konieczności odwodnienia, tym bardziej, że pomierzony w trakcie prac nad niniejszą dokumentacją, poziom wód podziemnych nie jest poziomem maksymalnie wysokim, o czym świadczą pomiary chociażby sprzed 5 lat. Wówczas był on lokalnie wyższy o ok. 20-30 cm, a skrajnie – w NW części analizowanego terenu – nawet o 70 cm (rejon otworów A5, A9, DS1).
7. Woda podziemna rejestrowana była, poza wierzchnią warstwą gruntów sypkich, także w formie sączeń w gruntach gliniastych. Przy czym strefy sączeń, które dokumentowane były dość powszechnie w wykorzystanych otworach archiwalnych pochodzących z opracowania Geo-Rob 136/2014 sprzed 5 lat, aktualnie ograniczyły się do zaledwie 2 otworów: 14P i DS1. Może to wskazywać na zmiany reżimu wód podziemnych wynikające z niższego ich stanu. Niemniej należy założyć, że przy stanach wyższych strefy takie ujawnią się ponownie. Mają one związek z silnym spiaszczeniem gruntów gliniastych, a ich występowanie nie jest regularne.
8. Grunty poziomu wodonośnego wykazują dobre właściwości filtracyjne, a ich współczynnik filtracji ( $k$ ) mieści się w przedziale od 4 do 30 m/dobę (najczęściej ok 10 m/dobę, tj.:  $1 \cdot 10^{-4}$  m/s). Przyjmowaną na podstawie literatury (Mielcarzewicz 1971; Pazdro & Kozerski, 1990) wartość współczynnika filtracji osadów gliniastych podścielających ww. poziom wodonośny, szacuje się na  $3 \cdot 10^{-6}$  m/s. Wartości  $k$  Podane

w Zał. 8 oraz na Zał. 15.1, przedstawiającym krzywe uziarnienia analizowanych gruntów, można wykorzystać przy obliczeniach wydajności drenażu roboczego.

9. Warunki hydrogeologiczne wskazują, że fundamenty obiektu będą znajdowały się w zasięgu wód podziemnych stąd też należy uwzględnić to w projekcie konstrukcji i zabezpieczyć ją odpowiednio w zakresie ochrony przed wilgocią.
10. Chemizm wód podziemnych wskazuje, że wartości graniczne klas ekspozycji według PN-EN 206-1:2003, dotyczące agresywności (korozyjnej) wód w stosunku do betonu, nie są przekroczone. Stopień agresywności badanych wód, wg ww. normy określono jako  $X_0$ .
11. W obszarze planowanym do realizacji infrastruktury towarzyszącej obiektowi akademika, a więc: dróg dojazdowych, chodników i powierzchni parkingowych, należy pamiętać przede wszystkim o zabezpieczeniu tych konstrukcji przed wysadzinami mrozowymi, poprzez zastosowanie odpowiednich warstw odsączających i mrozochronnych. Dokumentowane w podłożu grunty są bowiem silnie wysadzinowe. Zagrożenie tym procesem potęguje dodatkowo płytkie występowanie wód podziemnych.
12. Realizacja ww. obiektów powinna być poprzedzona wykorytowaniem warstwy gleby/humusu i właściwym powierzchniowym dogęszczaniem rodzimych gruntów sypkich, a jeśli takie nie występują lub nie będzie można uzyskać dla nich odpowiednich wartości stopnia lub wskaźnika zagęszczenia ( $I_D / I_S$ ), to wykonaniem podsypki żwirowej także odpowiednio dogęszczonej.

Podsumowując, należy przyjąć że warunki geologiczno-inżynierskie analizowanego obszaru, ustalone w toku niniejszej dokumentacji są mało korzystne (trudne) do realizacji planowanej inwestycji. Niemniej umożliwiają jej wykonanie wg przyjmowanych wstępnie założeń, tj.: w wariantcie posadowienia bezpośredniego bez kondygnacji podziemnej. Wymagać to będzie jednak podporządkowania się wskazywanym ograniczeniom i proponowanym ewentualnym rozwiązaniom. W szczególności tym dotyczącym wyboru sposobu posadowienia budynku akademika na płycie fundamentowej i przyjęcia poziomu jego posadowienia w warstwie gruntów sypkich (na rzędnej ok. 93,0 m n.p.m., a jeszcze lepiej powyżej niej). Należy przy tym zachować minimalną głębokość posadowienia wynikającą z granicy przemarzania, która przyjmowana jest w rejonie badań minimalnie na ok. 0,8 – 1,0 m. p.p.t. Zwraca się uwagę Projektanta i Wykonawcy robót budowlanych na potencjalnie duże osiadania warstw IVA oraz IVB, które należy wziąć pod uwagę w obliczeniach statycznych fundamentu i konstrukcji budynku i monitorować je na etapie budowy.

### **13. ZALECENIA WYKONAWCZE**

Wśród najistotniejszych zaleceń i sugestii, na które warto zwrócić uwagę na etapie realizacji budowy wskazuje się następujące:

1. W związku z możliwym znacznym osiadaniem terenu wywołanym odkształcaniem się pod obciążeniem plastycznych gruntów warstw IVA i IVB, sugeruje się realizację ponadstandardowego monitoringu osiadań w trakcie budowy, który umożliwiłby bieżące podejmowanie działań zaradczych.
2. Przed wylaniem fundamentów zaleca się, aby warstwy gruntów sypkich leżące w poziomie posadowienia przyszłego budynku akademika były dogęszczane do wartości stopnia zagęszczenia  $I_D$  przynajmniej 0,75, a warstwy gruntów pod powierzchniami dróg, chodników i parkingów do wartości  $I_D$  przynajmniej 0,60. Zaleca się kontrolę wykonania tych robót przez uprawnionego geologa. Jednocześnie sugeruje się statyczny sposób prowadzenia ww. zagęszczania z racji tiksotropowych właściwości gruntów spoistych leżących głębiej w podłożu.
3. W przypadku posadowienia fundamentu akademika lokalnie na plastycznych glinach piaszczystych/piaskach gliniastych, w szczególności warstw: IVA i IVB, wskazane byłoby wykonanie na ich stropie wylewki z chudego betonu, ewentualnie inne wzmocnienie strukturalne ich stropowej części np. wapnem palonym. Nie należy natomiast w tym przypadku stosować żadnych podsypek z gruntów przepuszczalnych.
4. Grunty spoiste należy chronić przed rozmakaniem i przemarzaniem, tym bardziej, że są to grunty o niskim wskaźniku plastyczności  $I_P$ , a przez to bardzo wrażliwe na ww. czynniki. Wszystkie naruszone, rozmoczone lub przemarznięte w czasie prac fundamentowych partie gruntów spoistych należy bezwzględnie wybrać z dna wykopu przed kolejnym etapem budowy.
5. Dla zapewnienia większej sztywności (nośności) podłoża w rejonie silnie uplastycznionych gruntów warstw IVA i IVB, w miejscach stanowiących bezpośrednio podłożę ciągów komunikacyjnych, pod rozważę wykonawcy poddaje się możliwość ewentualnego wwibrowania w podłożę kruszywa (np. melafirowego), wraz z przeprowadzeniem kontroli efektów tych zabiegów w postaci określenia np. dynamicznego modułu odkształcenia gruntu.

Na etapie projektowym autor dokumentacji pozostaje w dyspozycji do konsultacji, a w trakcie realizacji inwestycji do ewentualnego wykonania prac nadzoru geologicznego (geotechnicznego).

#### **14. SPIS WYKORZYSTANYCH MATERIAŁÓW**

- [1] Chmal R. (1997): Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50000, ark. Poznań [471], PIG Warszawa.
- [2] Kaczyński R.R. (2017): Warunki geologiczno-inżynierskie na obszarze Polski, PIG-PIB Warszawa.
- [3] Kondracki J. (1998): Geografia regionalna Polski, PWN Warszawa.
- [4] Majer E., Sokołowska M., Frankowski Z. (2018): Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego (w świetle wymagań Eurokodu 7), PIG-PIB Warszawa.
- [5] Mielcarzewicz E. (1971): Melioracje terenów miejskich i przemysłowych, Wyd. Arkady Warszawa.
- [6] Min. Środowiska (1999): Instrukcja sporządzania mapy warunków geologiczno inżynierskich w skali 1:10000 i większej dla potrzeb planowania przestrzennego w gminach, Warszawa.
- [7] Musiatewicz M. - kier. Zespołu (2007): Baza Danych Geologiczno – Inżynierskich wraz z opracowaniem Atlasu geologiczno – inżynierskiego Poznania, Ministerstwo Środowiska Warszawa.
- [8] Pazdro Z., Kozerski B. (1990): Hydrogeologia ogólna (wyd. IV), Wydawnictwa Geologiczne Warszawa.
- [9] Ryżyński G. - kier. Zespołu (2017): Atlasy geologiczno inżynierskie w skali 1:10000 lub mniejszej. Instrukcja wykonywania, PIG-PIB Warszawa.
- [10] Stankowski W. (2011): Rezerwat Meteoryt Morasko – morfogeneza kosmiczna zagłębień terenu, Landform Analysis 16: 149–154.
- [11] Wiłun Z. (2000): Zarys geotechniki. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności Warszawa.

#### **Mapy:**

- [1] Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50000 ark. Poznań [471], opracowała: R. Chmal, wydana 1990 r.;
- [2] Mapa Geologiczno Gospodarcza Polski w skali 1:50000, ark. Poznań [471] (N-33-130-D), opracował: P. Faleński (Przedsiębiorstwo Geologiczne PROXIMA S.A. Wrocław), wydana 1998 r.;
- [3] Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50000, ark. Poznań [471] (N-33-130-D), opracowali: S. Dąbrowski, M. Trzeciakowska, R. Straburzyńska, wydana 2000 r.;
- [4] Mapa Hydrograficzna w skali 1:50000, ark. Poznań (N-33-130-D), konsultant naukowy: A. Kaniecki, wydana 2001 r.;

#### **Inne:**

Spis aktów prawnych i norm zawarto w rozdz. 1;

Spis archiwalnych opinii i dokumentacji geotechnicznych zawiera rozdz. 3.