



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

państwowa służba geologiczna
państwowa służba hydrogeologiczna

STUDIUM GEOLOGICZNO - INŻYNIERSKIE
dla inwestycji zlokalizowanej w Warszawie,
na obszarze działek o nr ew. 24/7, 29/2, 19/3, 30/3, 30/4, 30/9,
30/5, 24/8, 24/9, 24/18, 30/11, 30/12, 30/7, 24/19, 24/11, 24/20,
24/21, 24/13, 31/1, 31/2 oraz fragmencie działki 24/28
z obrębu nr 5-03-04 położonych przy pl. Piłsudskiego
w dzielnicy Warszawa Śródmieście

Zamawiający:

Pałac Saski Sp. z o.o.
ul. Marszałkowska 142
00-061 Warszawa

Wykonawca:

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
00-975 Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Zakład Geologii Inżynierskiej
03-301 Warszawa, ul. Jagiellońska 76

Studium sporządzono pod kierunkiem:

dr Marta Sokołowska upr. geol. VII-1485
dr Edyta Majer upr. geol. VI-0412

Osoba uprawniona do reprezentowania Wykonawcy:

Warszawa, czerwiec 2022 r.

Skład zespołu, który sporządził studium:

| Imię i nazwisko | Kwalifikacje geologiczne, uprawnienia geodezyjne, certyfikaty |
|------------------------------|--|
| dr Edyta Majer | upr. geol. VI-0412 |
| dr Marta Sokołowska | upr. geol. VII-1485 |
| mgr Michał Jaros | upr. geol. VII-1499, XI-065/MAZ |
| mgr Izabela Samel | upr. geol. VII-1503 |
| dr Marek Barański | upr. geol. VII-2057 |
| mgr Krzysztof Majer | upr. geol. VI-0418 |
| mgr Monika Szabłowska | upr. geol. VII-1569 |
| mgr Malwina Judkowiak | upr. geol. VII-2062 |
| mgr Marta Chada | upr. geol. V-1887, VII-1760, XI-066/MAZ |
| mgr inż. Grzegorz Ryżyński | upr. geol. VII-1493 |
| mgr Adam Roguski | upr. geol. VII-1510, XI-070/MAZ |
| dr Zbigniew Frankowski | upr. geol. 06 0295 certyfikat PKG nr 0105 |
| mgr inż. Katarzyna Boniewska | |
| inż. Aneta Horbowicz | |
| inż. Szymon Zaręba | |

CZĘŚĆ OPISOWA

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | WSTĘP | 5 |
| 2 | CEL STUDIUM..... | 5 |
| 3 | POŁOŻENIE GEOGRAFICZNE I ADMINISTRACYJNE DOKUMENTOWANEGO TERENU | 5 |
| 4 | OGÓLNE INFORMACJE O DOKUMENTOWANYM TERENIE DOTYCZĄCE JEGO ZAGOSPODAROWANIA Z UWZGLĘDNIENIEM INFRASTRUKTURY PODZIEMNEJ I STANU TECHNICZNEGO ISTNIEJĄCYCH OBIEKTÓW BUDOWLANYCH | 6 |
| 4.1 | ZAGOSPODAROWANIE DOKUMENTOWANEGO OBSZARU | 6 |
| 4.2 | OBIEKTY I OBSZARY CHRONIONE, STREFY OCHRONNE | 7 |
| 5 | INFORMACJE O WYMAGANIACH TECHNICZNO-BUDOWLANYCH I KATEGORII GEOTECHNICZNEJ PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI ORAZ O WARUNKACH GRUNTOWYCH W ZALEŻNOŚCI OD STOPNIA ICH SKOMPLIKOWANIA | 11 |
| 5.1 | WYMAGANIA TECHNICZNO-BUDOWLANE PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI | 11 |
| 5.2 | STOPIEŃ SKOMPLIKOWANIA WARUNKÓW GRUNTOWYCH W PODŁOŻU PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI 13 | 13 |
| 5.3 | KATEGORIA GEOTECHNICZNA PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI..... | 13 |
| 6 | WYKONANE PRACE | 13 |
| 6.1 | PRZEGLĄD MATERIAŁÓW PRZEKAZANYCH PRZEZ ZAMAWIAJĄCEGO | 13 |
| 6.2 | ZEBRANIE I ANALIZA MATERIAŁÓW I DANYCH GEOLOGICZNYCH DOSTĘPNYCH W ZASOBACH PIG-PIB 13 | 13 |
| 6.3 | OPRACOWANIE STUDIUM | 14 |
| 6.3.1 | BAZA DANYCH GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH (BDGI) | 14 |
| 6.3.2 | MAPY TEMATYCZNE | 15 |
| 7 | GEOMORFOLOGIA I HYDROGRAFIA | 17 |
| 7.1 | GEOMORFOLOGIA | 17 |
| 7.2 | HYDROGRAFIA | 18 |
| 8 | OPIS BUDOWY GEOLOGICZNEJ Z UWZGLĘDNIENIEM TEKTONIKI, KRASU, LITOLOGII I GENEZY WARSTW ORAZ PROCESÓW GEODYNAMICZNYCH, W SZCZEGÓLNOŚCI WIETRZENIA, DEFORMACJI FILTRACYJNYCH, PEŁZANIA, PĘCZNIECIA, OSIADANIA ZAPADOWEGO I PROCESÓW ANTROPOGENICZNYCH..... | 18 |
| 8.1 | BUDOWA GEOLOGICZNA | 18 |
| 8.2 | CHARAKTERYSTYKA ZJAWISK I PROCESÓW GEOLOGICZNYCH ORAZ HYDROGEOLOGICZNYCH W TYM PROCESÓW GEODYNAMICZNYCH..... | 20 |
| 8.3 | PROCESY ANTROPOGENICZNE..... | 21 |
| 9 | OPIS WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH | 21 |
| 10 | CHARAKTERYSTYKA WYDZIELONYCH ZESPOŁÓW GRUNTÓW I SKAŁ, W TYM SERII LITOLOGICZNO-GENETYCZNYCH, Z UWZGLĘDNIENIEM GRUNTÓW ANTROPOGENICZNYCH..... | 22 |
| 11 | OPIS WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNO-MECHANICZNYCH GRUNTÓW I SKAŁ | 24 |
| 12 | OPIS I OCENA WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH WRAZ Z PROGNOZĄ WPŁYWU PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI NA ŚRODOWISKO GRUNTOWO-WODNE | 28 |
| 13 | PROGNOZA ZMIAN WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH MOGĄCYCH WYSTĄPIĆ PODCZAS BUDOWY, UŻYTKOWANIA I ROZBIÓRKI PROJEKTOWANEGO OBIEKTU BUDOWLANEGO | 28 |
| 14 | WSKAZANIA DOTYCZĄCE SPOSOBÓW POSADOWIENIA PROJEKTOWANEGO OBIEKTU BUDOWLANEGO WRAZ Z OGÓLNYM OKREŚLENIEM METOD WZMOCNIENIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO NA PODSTAWIE WYKONANYCH BADAŃ..... | 28 |
| 15 | OCENA STANU ŚRODOWISKA I ZMIAN, JAKIE POWSTAŁY W ŚRODOWISKU W WYNIKU ODDZIAŁYWANIA ISTNIEJĄCYCH OBIEKTÓW BUDOWLANYCH..... | 29 |
| 16 | ZALECENIA DOTYCZĄCE PROWADZENIA MONITORINGU PROJEKTOWANEGO OBIEKTU BUDOWLANEGO Z UWZGLĘDNIENIEM JEGO KATEGORII GEOTECHNICZNEJ | 29 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 17 | INFORMACJE O LOKALIZACJI I ZASOBACH ZŁOŻ KOPALIN, KTÓRE MOGĄ BYĆ WYKORZYSTANE PRZY WYKONYWANIU PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI ORAZ ICH JAKOŚCI..... | 29 |
| 18 | PODSUMOWANIE | 30 |
| 19 | SPIS LITERATURY I MATERIAŁÓW ARCHIWALNYCH..... | 31 |

CZĘŚĆ GRAFICZNA

| Numer załącznika | Tytuł załącznika | Liczba stron załącznika |
|-------------------------|--|--------------------------------|
| Załącznik 1. | Mapa przeglądowa z lokalizacją dokumentowanego terenu w skali 1:10 000 | 1 |
| Załącznik 2. | Mapa dokumentacyjna w skali 1:1 000 | 1 |
| Załącznik 3. | Mapa miąższości gruntów antropogenicznych i obiektów archeologicznych w skali 1:1 000 | 1 |
| Załącznik 4. | Mapa głębokości do pierwszego nawierconego zwierciadła wody podziemnej w skali 1:1 000 | 1 |
| Załącznik 5. | Mapa stropu pliocenskich gruntów spoistych w skali 1:1000 | 1 |
| Załącznik 6. | Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2 m p.p.t. w skali 1:1 000 | 1 |
| Załącznik 7. | Przekroje geologiczno-inżynierskie wraz z objaśnieniami | 5 |
| Załącznik 8. | Karty archiwalnych punktów dokumentacyjnych | 49 |

1 WSTĘP

Studium geologiczno-inżynierskie zostało sporządzona w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich inwestycji zlokalizowanej w Warszawie, na obszarze działek o nr ew. 24/7, 29/2, 19/3, 30/3, 30/4, 30/9, 30/5, 24/8, 24/9, 24/18, 30/11, 30/12, 30/7, 24/19, 24/11, 24/20, 24/21, 24/13, 31/1, 31/2 oraz fragmencie działki 24/28 z obrębu nr 5-03-04 położonych przy pl. Piłsudskiego w dzielnicy Warszawa Śródmieście.

Wykonawcą studium jest Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy z siedzibą w Warszawie (00-975), ul. Rakowiecka 4, w ramach Zakładu Geologii Inżynierskiej, z siedzibą w Warszawie (03-301) ul. Jagiellońska 76.

Studium zostało wykonane na podstawie Zamówienia/Umowy z dnia 03.06.2022 r. pomiędzy Pałacem Saskim Sp. z o.o. z siedzibą w Warszawie, ul. Marszałkowska 142, 00-061 Warszawa, a Państwowym Instytutem Geologicznym – Państwowym Instytutem Badawczym, z siedzibą w Warszawie, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa.

Przedmiotem Inwestycji jest odbudowa Pałacu Saskiego, Pałacu Brühla oraz kamienic przy ul. Królewskiej w Warszawie na mocy Ustawy z dnia 11 sierpnia 2021 r. o przygotowaniu i realizacji inwestycji w zakresie odbudowy Pałacu Saskiego, Pałacu Brühla oraz kamienic przy ulicy Królewskiej w Warszawie [12].

Opracowanie studium nie wymagało korzystania za wynagrodzeniem z informacji geologicznej, do której prawo przysługuje Skarbowi Państwa [1]

Część graficzna studium została sporządzona na podkładach map topograficznych dostarczonych przez Zamawiającego.

Studium geologiczno-inżynierskie zostało opracowane wyłącznie na podstawie materiałów archiwalnych.

2 CEL STUDIUM

Celem studium geologiczno-inżynierskiego jest wstępne określenie dla projektowanej inwestycji:

- budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych podłoża budowlanego,
- warunków geologiczno-inżynierskich,
- przydatności badanego terenu dla celów projektowanej inwestycji.

Dla osiągnięcia celów zgromadzono, uporządkowano, przetworzono i przeanalizowano dostępne dane archiwalne, a następnie wprowadzono je do bazy, która zasilila Bazę Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) o punkty, które się w niej nie znajdują.

Studium geologiczno-inżynierskie zawiera wybrane elementy dokumentacji geologiczno-inżynierskiej zgodne z Rozporządzeniem w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej [5] w formie opisowej i graficznej. W części opisowej zostały omówione istotne elementy składające się na warunki geologiczno-inżynierskie na potrzeby posadawiania obiektów budowlanych. Część graficzna zawiera mapy tematyczne, przekroje geologiczno-inżynierskie oraz karty archiwalnych punktów dokumentacyjnych.

3 POŁOŻENIE GEOGRAFICZNE I ADMINISTRACYJNE DOKUMENTOWANEGO TERENU

Teren projektowanej inwestycji znajduje się na obszarze działek o nr ew. 24/7, 29/2, 19/3, 30/3, 30/4, 30/9, 30/5, 24/8, 24/9, 24/18, 30/11, 30/12, 30/7, 24/19, 24/11, 24/20, 24/21, 24/13, 31/1, 31/2 oraz fragmencie działki 24/28 z obrębu nr 5-03-04 położonych przy pl. Piłsudskiego w dzielnicy

Śródmieście w Warszawie w województwie mazowieckim. Granice terenu od strony północnej sąsiadują z ulicą Aleksandra Fredry oraz ulicą Wierzbową, od wschodu z pełniącym funkcje reprezentacyjne Placem Marszałka Józefa Piłsudskiego, od południa z ulicą Królewską, od zachodu z Ogrodem Saskim. Przybliżona, łączna powierzchnia działek wynosi około 2,3 ha.

Lokalizację terenu badań przedstawiono na Mapie przeglądowej z lokalizacją dokumentowanego terenu w skali 10 000 (Załącznik 1)

4 OGÓLNE INFORMACJE O DOKUMENTOWANYM TERENIE DOTYCZĄCE JEGO ZAGOSPODAROWANIA Z UWZGLĘDNIENIEM INFRASTRUKTURY PODZIEMNEJ I STANU TECHNICZNEGO ISTNIEJĄCYCH OBIEKTÓW BUDOWLANYCH

4.1 ZAGOSPODAROWANIE DOKUMENTOWANEGO OBSZARU








Teren projektowanej inwestycji jest przekształcony antropogenicznie. Występują urządzenia infrastruktury technicznej – sieci: kanalizacyjna, wodociągowa, gazowa, elektroenergetyczna, telekomunikacyjna, i na małym fragmencie w części północnej ciepłownicza.

Działka w centralnej części, wokół grobu Nieznanego Żołnierza wyłożona jest granitowymi płytami. Po obu stronach znajdują się klomby, cztery maszty oraz cztery tabliczki informacyjne. Reszta działek urządzona jest zielenią niską. Na działkach 24/13, 24/7 i 24/28 znajdują się drzewa do przesadzenia lub usunięcia.

Obszar inwestycji objęty jest zapisami Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego m.st. Warszawy [8] zwanym dalej SUIKZP. Na moment opracowywania studium (czerwiec 2022) obszar nie jest objęty obowiązującym miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego. Trwają prace nad sporządzeniem miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego tzw. Osi Saskiej [9] i [10].

Zgodnie ze Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego m.st. Warszawy [8] na omawianym terenie znajdują się tereny zieleni urządzonej, tereny wielofunkcyjne oraz główne przestrzenie o charakterze reprezentacyjnym (Rysunek 1).



| Objaśnienia: | |
|---|--|
| C | Tereny wielofunkcyjne |
| UA | Tereny usług administracji |
| UN | Tereny usług nauki |
| UZ | Tereny usług zdrowia |
| M1 | Tereny o przewadze zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej |
| ZP1 | Tereny zieleni urządzonej |
| | Obszar inwestycji |
|  | Centrum miasta |
|  | Strefa śródmieścia funkcjonalnego |
|  | Główne przestrzenie o charakterze reprezentacyjnym |
|  | Tereny zielone |
|  | Skarpa warszawska |
|  | Obszar uznany za pomnik historii |
|  | Obszary wpisane do rejestru zabytków |

Rysunek 1 Obszar inwestycji na tle struktury funkcjonalno-przestrzennej SUIKZP Miasta Stołecznego Warszawy [46]

W tekście studium SUIKZP jednym z głównych obszarów planowanego rozwoju w strefie śródmieścia funkcjonalnego jest Plac Piłsudskiego: „*Terenem planowanych działań będzie zachodnia pierzeja placu, gdzie przewiduje się odbudowę pałacu Saskiego i pałacu Brühla oraz zabudowę narożnika przy ul. Królewskiej. Ze względu na kulturowo-historyczne, symboliczne i reprezentacyjne znaczenie placu Piłsudskiego w odbudowanych obiektach przewidziano lokalizację funkcji użyteczności publicznej z zakresu kultury i administracji. Dopuszcza się możliwość włączenia innych funkcji (hotel, usługi turystyki), przy czym realizacja usług komercyjnych jest wykluczona w rejonie Grobu Nieznanego Żołnierza. Obszar jest wyposażony w sieci i urządzenia infrastruktury inżynierskiej i komunikacyjnej*” [8].

4.2 OBIEKTY I OBSZARY CHRONIONE, STREFY OCHRONNE

Planowana inwestycja zlokalizowana jest na terenie objętym ochroną prawną dóbr kultury znajdujących się pod ochroną prawną Mazowieckiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków.

Do rejestru Wojewódzkiej Ewidencji Zabytków (WEZ, stan na dzień 24.12.2021 [44]) wpisane są zabytki nieruchome:

Tabela 1 Fragment bazy rejestru WEZ_2021 (stan na dzień 24.12.2021) [44]

| ADRES | OBIEKT | DATOWANIE | REJESTR A | DECYZJA 1 |
|--|--|-------------------------------|-----------|------------|
| Królewska/ Zwycięzców pl./ Marszałkowska | Ogród Saski | XVII/XVIII w. | 512/1 | 01.07.1965 |
| Piłsudskiego Marszałka pl. | Fragment reliktyw zabudowy zachodniej pierzei Placu Piłsudskiego | 1661-1673, 1712-1763, 1838-41 | 741 | 17.05.2007 |
| Piłsudskiego Marszałka pl. | Grób Nieznanego Żołnierza | 1925 | 511/3 | 01.07.1965 |
| Piłsudskiego Marszałka pl. | Kolumnada (pozostałość pałacu Saskiego) | | 511/2 | 01.07.1965 |
| Piłsudskiego Marszałka pl. | Układ urbanistyczny placu | | 511/1 | 01.07.1965 |
| | Układ urbanistyczny - Oś Saska | XVIII w. | 510 | 01.07.1965 |

Historia Pałacu Saskiego sięga II połowy XVII wieku gdzie znajdował się dwór Tobiasza Morsztyna. Jego brat i spadkobierca Jan Andrzej Morsztyn uzyskał zgodę na budowę barokowego pałacu. W 1713 r. August II Mocny zakupił pałac i przystąpił do jego przebudowy. Urządził w nim rezydencję królewską z wielkim reprezentacyjnym placem i ogrodem wzorowaną na Wersalu. Tak powstało nowoczesne założenie urbanistyczne zwane Osią Saską, którego centralnym punktem stał się pałac, zwany odtąd Saskim. Rozbudowę kompleksu pałacowego kontynuował August III. W 1837 r. Rosyjski kupiec Jan Skwarcow nabywa Pałac Saski, który uległ zniszczeniu podczas powstania listopadowego. W latach 1838-1842 nastąpiła gruntowna przebudowa pałacu w stylu klasycystycznym według projektu Adama Idźkowskiego. Powstały wówczas dwa samodzielne budynki z wewnętrznymi dziedzińcami. Korpus główny pałacu został rozebrany. W jego miejscu wzniesiono kolumnadę, dzięki której nastąpiło bezpośrednie połączenie placu z ogrodem. Po odzyskaniu przez Polskę niepodległości w 1918 r. w Pałacu Saskim umieszczono Sztab Generalny Wojska Polskiego, który został przemianowany na Sztab Główny w 1928 r. Konieczne stało się przeprowadzenie gruntownego remontu całego gmachu. W tym czasie wymurowano podziemny tunel komunikacyjny łączący oba skrzydła pałacu. W 1923 r. przed Pałacem Saskim stanął pomnik księcia Józefa Poniatowskiego, zaś 2 listopada 1925 r. pod pałacową kolumnadą umieszczono Grób Nieznanego Żołnierza. W czasie II wojny światowej Pałac Saski zajmował Wehrmacht, a sąsiedni Pałac Brühla – gubernator dystryktu warszawskiego Ludwik Fischer (źródło <http://saski2018.pl/historia/palac-saski/>).

W grudniu 1944 r. Pałace Saski i Brühla, a także pomnik księcia Józefa Poniatowskiego zostały wysadzone w powietrze. Ocalał jedynie fragment kolumnady z Grobem Nieznanego Żołnierza, pod który nie podłożono materiałów wybuchowych (źródło <http://saski2018.pl/historia/palac-saski/>).

W związku z podjęciem przez władze miasta decyzji o odbudowie Pałacu Saskiego i kamienic przy ulicy Królewskiej w latach 2006 i 2008 przeprowadzono badania archeologiczno-architektoniczne. W 2007 r. najcenniejsza część piwnic odsłoniętych w trakcie wykopalisk została wpisana do rejestru zabytków. Inwestycję wstrzymano w 2008 r. Konsekwencją tej decyzji stało się zasypanie odkopanych reliktyw do czasu wznowienia odbudowy (źródło <http://saski2018.pl/historia/palac-saski/>).

W okresie od 27 sierpnia do 22 grudnia 2006 roku przeprowadzono wykopaliskowe badania archeologiczno-architektoniczne w środkowej strefie zachodniej pierzei Placu Marszałka Józefa Piłsudskiego w Warszawie.



Fotografia 1 Fotografia nr 320 od strony południowo-wschodniej (autor Roman Soful) – Inwentarz fotografii Budynek A, [14].



Fotografia 2 Fotografia nr 343 od północy strona wschodnia i centralna (autor Roman Soful) – Inwentarz fotografii Budynek A [14]

Badaniami objęto Pałac saski oraz tereny przyległe (Park Saski, Plac J. Piłsudskiego, posesje od ul. Królewskiej, posesja od ul. Wierzbowej) Prace prowadzono w obrębie następujących działek geodezyjnych:

- w strefie południowej (Budynek A) całe działki 24/18, 30/11 oraz części działek 24/19, 30/12, 30/10;
- w strefie środkowej (Kolumnada, łącznik komunikacyjny) działka 24/9 oraz część działki 24/14;
- w strefie północnej (Budynek B) całe działki 24/8, 20/5 oraz części działek 24/7, 30/4 i 24/14.

Obszar badań wpisany jest do rejestru zabytków pod numerami: 511/1, 511/2 i 512/1.

Obszar objęty badaniami (Pałac Saski) oraz tereny przyległe (Park Saski, Plac J. Piłsudskiego, posesje od ul. Królewskiej, posesja od ul. Wierzbowej), w celach dokumentacyjnych, zostały podzielone na mniejsze jednostki: strefy, sektory, pomieszczenia - piwnice (podstawą podziału na pomieszczenia była inwentaryzacja architektoniczna poziomu piwnic budynków Pałacu Saskiego pochodząca z 1935 r) i wykopy (odsłonięcia badawcze poza piwnicami).

W trakcie prac przebadano obszar o powierzchni 6779 m² [14].

W okresie 30 października do 7 grudnia 2006 roku przeprowadzono badania archeologiczne na trasie dwóch dróg dojazdowych do Pałacu Saskiego Jeden z dojazdów poprowadzono od ul. Królewskiej, w stronę północną do płd.-zach. narożnika Budynku A (do budynku płd.). Drugi z dojazdów zaprojektowano od ul. Fredry, w stronę płd.-wsch. do ptn.-zach. narożnika Budynku B (do budynku ptn.). Badania wykonywano na działkach:

- w ptn. dojeździe, od ul. Fredry do Budynku B – część działki 24/7 oraz „ułamek” działki 24/14;
- w płd. dojeździe od ul. Królewskiej do Budynku A – części działek 24/19, 24/21, 24/13.

Obszar badań wpisany jest do rejestru zabytków pod numerem 512/1 [15].

W okresie od 16 maja do 20 sierpnia 2008 roku przeprowadzono wykopaliskowe badania archeologiczno-architektoniczne w zachodniej pierzei Placu Marszałka Józefa Piłsudskiego na obszarze zespołu dawnych kamienic od strony ul. Królewskiej. Obszar obecnych badań, tj. obszar zajmowany przed II Wojną Światową przez nieruchomości: ul. Królewska 8, Pl. Józefa Piłsudskiego 5 (ul. Królewska 6) oraz przez południową strefę posesji Pałacu Saskiego – znajduje się na terenie objętym ochroną prawną.

Prace prowadzono w obrębie następujących działek geodezyjnych: 24/20, 24/11, 30/7, 30/12 i większą część działki 24/19 z obrębu geodezyjnego 5-03-04

Są to wpisy do rejestru zabytków: nr 511/1 chroniący układ przestrzenny Placu Marszałka Józefa Piłsudskiego oraz nr 510 obejmujący założenie Osi Saskiej.

Łączna powierzchnia terenu objęta pracami badawczymi (w 2008 roku) wynosiła 2 887 m² [16].

Prace archeologiczne nie objęły obszarów na których znajdowały się: Pałac Brühla oraz kamienica przy ulicy Królewskiej 10/12.

5 INFORMACJE O WYMAGANIACH TECHNICZNO-BUDOWLANYCH I KATEGORII GEOTECHNICZNEJ PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI ORAZ O WARUNKACH GRUNTOWYCH W ZALEŻNOŚCI OD STOPNIA ICH SKOMPLIKOWANIA

5.1 WYMAGANIA TECHNICZNO-BUDOWLANE PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI

Zakres inwestycji obejmuje odbudowę:

- Pałacu Saskiego,
- Pałacu Brühla,
- kamienicy przy ul. Królewskiej 6 (tzw. Kamienica Ludwika Malhome'a)
- kamienicy przy ulicy Królewskiej 8,
- kamienicy przy ulicy Królewskiej 10/12 (tzw. kamienica Lesslów/Strasburgera),

w miejscu ich oryginalnej lokalizacji oraz według zewnętrznego kształtu architektonicznego, jaki obiekty miały na dzień 31 sierpnia 1939 r.

Wymieniony kompleks obiektów został niemal całkowicie zniszczony w czasie II wojny światowej. Przetrwały jedynie fragmenty arkad wokół Grobu Nieznanego Żołnierza.

Obiekty powstałe w wyniku realizacji inwestycji zostaną przeznaczone na potrzeby Kancelarii Senatu i Mazowieckiego Urzędu Wojewódzkiego w Warszawie oraz na potrzeby podmiotów prowadzących działalność kulturalną, edukacyjną lub społecznie użyteczną z przeznaczeniem na prowadzenie tej działalności. O szczegółowym przeznaczeniu obiektów na prowadzenie działalności kulturalnej, edukacyjnej lub społecznie użytecznej decyduje minister właściwy do spraw kultury i ochrony dziedzictwa narodowego [12].

W lipcu 2006 r. Prezydent m.st. Warszawy wydał trzy decyzje o warunkach zabudowy.

W decyzji nr 304/ŚRÓ/06 o warunkach zabudowy [1] ustalono warunki i szczegółowe zasady zagospodarowania terenu oraz jego zabudowy dla inwestycji polegającej na odbudowie Pałacu Saskiego w Warszawie, z przyłączami, dojazdami i małą architekturą, na terenie zlokalizowanym przy Placu Marszałka Józefa Piłsudskiego w Dzielnicy Śródmieście m. st. Warszawy. Umieszczono m in. następujące zapisy:

- Nieprzekraczalna linia zabudowy – odtwarzająca dawną bryłę Pałacu Saskiego, wyznaczona na podstawie dokumentacji historycznej,
- Wysokość ok. 19 m,
- Szerokość elewacji ok. 140 m,
- Geometria dachu – ze spadkami, wskaźnik wielkości powierzchni nowej zabudowy w stosunku do powierzchni terenu inwestycji ok. 0,9 – w oparciu o dokumentację historyczną.
- Zasięg garażu podziemnego zwłaszcza w rejonie położonym w bezpośrednim sąsiedztwie Ogrodu Saskiego – po przeprowadzeniu wnikliwej analizy wpływu na warunki gruntowo-wodne, wegetacji drzew.
- W uzasadnieniu napisano, że planuje się odbudowę Pałacu Saskiego wg stanu z przed 1939 roku wraz z kolumnadą - z rekonstrukcją elewacji, przy zachowaniu Grobu Nieznanego Żołnierza. Obiekt składać się będzie z dwóch skrzydeł (budynek A i budynek B) o powierzchni zabudowy ok. 6 100 m², czterech kondygnacjach nadziemnych (wysokość max. 19 m) i dwóch kondygnacji podziemnych, na których zlokalizowane będą garaże na około 299 miejsc

parkingowych. Garaże obu skrzydeł połączone będą łącznikiem w poziomie -1 (łącznik komunikacyjno-eksploatacyjny). Wjazdy do garaży budynku A i B od strony ulicy Królewskiej i od strony ulicy Fredry poprzez garaże narożnej kamienicy i Pałacu Brühla, stanowiących łącznie z Pałacem saskim zachodnią pierzeję placu Piłsudskiego. W obiekcie przewiduje się reprezentacyjne pomieszczenia, funkcje muzealno-wystawiennicze i biurowe.

W decyzji nr 321/ŚRÓ/06 o warunkach zabudowy [2] ustalono warunki i szczegółowe zasady zagospodarowania terenu oraz jego zabudowy dla inwestycji polegającej na budowie Kamienicy w Warszawie o funkcji biurowo-usługowej, mieszkaniowej, z handlem w parterze, dojazdami i małą architekturą, na terenie zlokalizowanym przy południowo-zachodniej części Placu Marszałka Józefa Piłsudskiego oraz ul. Królewskiej w Dzielnicy Śródmieście m. st. Warszawy:

- Nieprzekraczalna linia zabudowy – wg załącznika graficznego nr 1 do decyzji,
- Wysokość maksymalna 19,5 m (nawiązująca do wysokości Pałacu Saskiego),
- Szerokość elewacji ok 36-68 m,
- Geometria dachu – ze spadkami – zgodnie z wytycznymi WKZ,
- Stosunek powierzchni zabudowy do powierzchni działki ok 0,9,
- Zasięg garażu podziemnego zwłaszcza w rejonie położonym w bezpośrednim sąsiedztwie Ogrodu Saskiego – po przeprowadzeniu wnikliwej analizy wpływu na warunki gruntowo-wodne, wegetacji drzew.
- W uzasadnieniu napisano, że planuje się: powierzchnię zabudowy ok. 2000 m², pięć kondygnacji naziemnych (wysokość max. 19,5 m) i dwie kondygnacje podziemne, na których zlokalizowane będą garaże na około 170 miejsc parkingowych. Wjazd i wyjazd do części podziemnych budynku przewiduje się od ulicy Królewskiej jako docelowy i awaryjny od strony ulicy Aleksandra Fredry poprzez garaże odbudowywanych obiektów tj. Pałacu Saskiego i Pałacu Brühla, które będą połączone. W obiekcie przewiduje się funkcje biurowo-usługowe, mieszkaniową, z handlem w parterze.

W decyzji nr 322/ŚRÓ/06 o warunkach zabudowy [3] ustalono warunki i szczegółowe zasady zagospodarowania terenu oraz jego zabudowy dla inwestycji polegającej na odbudowie Pałacu Brühla w Warszawie, z infrastrukturą, dojazdami i małą architekturą, na terenie zlokalizowanym przy północno-zachodniej części Placu Marszałka Józefa Piłsudskiego u zbiegu ul. Wierzbowej i ul. Fredry, w Dzielnicy Śródmieście m. st. Warszawy.

- Nieprzekraczalna linia zabudowy – odtwarzająca dawna bryłę Pałacu Brühla, w oparciu o materiały historyczne,
- Wysokość ok 15 m,
- Szerokość elewacji ok 27-130 m,
- Geometria dachu – ze spadkami,
- Wskaźnik wielkości powierzchni nowej zabudowy w stosunku do powierzchni terenu inwestycji ok 0,9 w oparciu o materiały historyczne,
- Zasięg garażu podziemnego zwłaszcza w rejonie położonym w bezpośrednim sąsiedztwie Ogrodu Saskiego – po przeprowadzeniu wnikliwej analizy wpływu na warunki gruntowo-wodne, wegetacji drzew.
- W uzasadnieniu napisano, że planuje się odbudowę Pałacu Brühla wg stanu z przed 1939 roku z rekonstrukcją bryły i elewacji frontowej, bramy głównej i dziedzińca Placu. Planowana powierzchnia zabudowy ok. 6 000 m², dwóch do czterech kondygnacjach nadziemnych (wysokość max. 15 m) i dwóch kondygnacji podziemnych, na których zlokalizowane będą garaże na około 550 miejsc parkingowych. Wjazd i wyjazd do części podziemnych budynku przewiduje się od ulicy Fredry jako docelowy i awaryjny od strony ulicy Królewskiej. W obiekcie przewiduje się funkcje biurowe, usługowe i hotel.

5.2 STOPIEŃ SKOMPLIKOWANIA WARUNKÓW GRUNTOWYCH W PODŁOŻU PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych [7] w podłożu projektowanej inwestycji warunki gruntowe należy zaliczyć do skomplikowanych ze względu na występowanie zjawisk glacytektonicznych oraz występowania gruntów ekspansywnych.

5.3 KATEGORIA GEOTECHNICZNA PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych [7] *kategorię geotechniczną ustala się w zależności od stopnia skomplikowania warunków gruntowych oraz konstrukcji obiektu budowlanego, charakteryzujących możliwości przenoszenia odkształceń i drgań, stopnia złożoności oddziaływań, stopnia zagrożenia życia i mienia awarią konstrukcji, jak również od wartości zabytkowej lub technicznej obiektu budowlanego i możliwości znaczącego oddziaływania tego obiektu na środowisko.*

Skomplikowane warunki gruntowe nadają każdej planowanej inwestycji trzecią kategorię geotechniczną, niezależnie od rodzaju posadawianej budowli.

Dla obiektów drugiej kategorii geotechnicznej w warunkach złożonych i wszystkich obiektów trzeciej kategorii geotechnicznej wymagane jest przygotowanie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej zgodnie z wymaganiami rozporządzenia [5] oraz opinii geotechnicznej, dokumentacji badań podłoża gruntowego i projektu geotechnicznego. Jeżeli na potrzeby dokumentacji geologiczno-inżynierskiej wykonywane są roboty geologiczne, należy dodatkowo opracować projekt robót geologicznych.

Kategorię geotechniczną całego obiektu budowlanego lub jego poszczególnych części określa projektant obiektu budowlanego na podstawie badań geotechnicznych gruntu, których zakres uzgadnia z wykonawcą specjalistycznych robót geotechnicznych [11].

6 WYKONANE PRACE

6.1 PRZEGLĄD MATERIAŁÓW PRZEKAZANYCH PRZEZ ZAMAWIAJĄCEGO

Zamawiający przekazał następujące materiały:

- Mapa zasadnicza z oznaczonymi działkami (pdf oraz dwg),
- Mapa topograficzna w skali 1:10 000,
- Fragmenty archiwalnych planów Warszawy,
- Materiały z badań Archeologicznych z 2006 i 2008 roku,
- Robocze wstępne wyniki badań geo-radarowych kwiecień 2022,
- Wstępny opis inwestycji.

6.2 ZEBRANIE I ANALIZA MATERIAŁÓW I DANYCH GEOLOGICZNYCH DOSTĘPNYCH W ZASOBACH PIG-PIB

Wśród materiałów znajdujących się w zasobach PIG-PIB do opracowania studium geologiczno-inżynierskiego wykorzystano materiały archiwalne pochodzące z długiego przedziału czasowego, obejmujące okres od 1955 do 2007 roku.

Wybrano a następnie przeanalizowano następujące materiały i opracowania:

- Atlas geologiczno-inżynierski Warszawy [18] źródło: atlasy.pgi.gov.pl;
- Karty geotechniczne wyrobisk (Warszawa i okolice) [22] źródło: <https://geologia.pgi.gov.pl/>;
- Dokumentacja geologiczno-inżynierska do projektu budynku biurowego na Placu Piłsudskiego w Warszawie [34] źródło: NAG nr Inw. 1517/99;
- Dokumentacja geologiczna piezometrów na terenie Ogrodu Saskiego w związku z odbudową Pałacu Saskiego w Warszawie [24] źródło: NAG nr Inw. 2930/2007;
- Materiały archiwum wierceń [28] źródło: biblioteka PIG-PIB.

Wykaz materiałów źródłowych oraz wykaz dokumentacji archiwalnych podano w Rozdziale 19.

6.3 OPRACOWANIE STUDIUM

6.3.1 BAZA DANYCH GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH (BDGI)

Do opracowania studium geologiczno-inżynierskiego wykorzystano 49 punktów dokumentacyjnych o łącznym metrażu 830,42 m.b., pozyskanych z opracowań archiwalnych.

Otwory wprowadzono do bazy danych zgodnie z wytycznymi Instrukcji prowadzenia otworowej Bazy danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) [30]

Karty archiwalnych punktów dokumentacyjnych zamieszczono w Załączniku (Załącznik 8).

Przekroje geologiczno-inżynierskie przedstawiono w Załączniku (Załącznik 7).

Przetwarzanie zgromadzonych danych polegało na przekształceniu materiałów archiwalnych do postaci umożliwiającej ich edycję w otworowej i przestrzennej bazie zgodnie z wytycznymi Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich, która stanowi największy w kraju zbiór cyfrowych danych o warunkach budowlanych na terenie Polski i składa się z:

- Otworowej Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (p-BDGI) – dane z otworów wiertniczych [30],
- Przestrzennej Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (m-BDGI) – warstwy informacyjne GIS BDGI [29],
- Bazy Danych Właściwości Fizyczno-Mechanicznych gruntów i skał (BDGI-WFM) – wyniki badań gruntów i skał [20].

Dane wykorzystane w niniejszej dokumentacji zasilą Bazę Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI). Dzięki temu będzie możliwe bieżące zarządzanie zbiorami danych, dostęp do nich, migracja do Centralnej Bazy Danych Geologicznych [37] oraz udostępnianie i archiwizacja w Narodowym Archiwum Geologicznym [44].

Za gromadzenie, przetwarzanie i udostępnianie danych przestrzennych z Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich [36], w tym danych wykorzystanych w niniejszej dokumentacji oraz generowanie map odpowiada System Przetwarzania Danych Geologiczno-Inżynierskich (SPDGI) [29].

Dostęp do danych zgromadzonych w bazie BDGI [36] jest realizowany przez wgląd lub udostępnianie poprzez:

- Narodowe Archiwum Geologiczne [44],
- Serwis informacyjny o geologii inżynierskiej – atlasy.pgi.gov.pl [36],
- Przeglądarkę mapową Geologia – <http://geologia.pgi.gov.pl> [40]
- Aplikację mobilną GeoLOG – <https://geolog.pgi.gov.pl> [39] dostępna nieodpłatnie na urządzenia mobilne z Google Play i App Store,
- Usługi mapowe WMS/WFS – <https://gis.pgi.gov.pl> [42],
- Pliki SHP do pobrania – <http://dm.pgi.gov.pl> [43],

- Portal internetowy Centralnej Bazy Danych Geologicznych [37],
- Geoportal CBDG PIG-PIB [38].

Wymienione adresy internetowe pozwalają szybko i bezpłatnie uzyskać dostęp do kart otworów wiertniczych oraz map.

Od roku 2012 korzystanie z informacji geologicznej przysługującej Skarbowi Państwa jest nieodpłatne z wyjątkiem informacji zawartych w art. 100 ustawy Prawo geologiczne i górnicze [11].

6.3.2 MAPY TEMATYCZNE

Na potrzeby niniejszego opracowania wykonano wybrane mapy wymagane rozporządzeniem w sprawie dokumentacji geologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej [5]. Są to:

- Mapa przeglądowa z lokalizacją dokumentowanego terenu w skali 1:10 000,
- Mapa dokumentacyjna w skali 1:1 000,
- Mapa miąższości gruntów antropogenicznych i obiektów archeologicznych w skali 1:1 000,
- Mapa głębokości do pierwszego nawierconego zwierciadła wody podziemnej w skali 1:1 000,
- Mapa stropu plicieńskich gruntów spoistych w skali 1:1000,
- Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2 m p.p.t.:

Mapy tematyczne wykonano na podstawie archiwalnych otworów wiertniczych, archiwalnych map i danych geologicznych oraz danych pozyskanych od Zamawiającego.

Przy tworzeniu map, jako podkład, wykorzystano mapę zasadniczą rejonu planowanej inwestycji dostarczonej przez Zamawiającego. Mapa zasadnicza została dostarczona w wersji cyfrowej, w postaci pliku DXF i zreferowana w układzie PL 2000 pas 7. Wykonane na potrzeby opracowania mapy przedstawiono w skali 1:1 000 oraz w skali 1:10 000. Skale dobierano w zależności od typu przekazywanej na mapie informacji.

Mapy są wynikiem analiz przestrzennych GIS, wykonane za pomocą oprogramowania ESRI ArcGIS 10.3. z zastosowaniem między innymi narzędzi Spatial Analyst oraz 3D Analyst. Do zarządzania bazą danych otworów wiertniczych wykorzystano pakiet GeoStar8 BDGI-WFM firmy Soft-Projekt.

W prowadzonych analizach GIS wykorzystywano narzędzia i algorytmy geoprzetwarzania takie jak:

- wektoryzowanie
- triangulacja,
- alokacja euklidesowa.

Wektoryzowanie wykorzystano do opracowania następujących map:

- Mapa przeglądowa z lokalizacją dokumentowanego terenu w skali 1:10 000,
- Mapa dokumentacyjna w skali 1:1 000,
- Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2 m p.p.t.,

Triangulację wykorzystano do opracowania następujących map:

- Mapa miąższości gruntów antropogenicznych i obiektów archeologicznych w skali 1:1 000,
- Mapa stropu plicieńskich gruntów spoistych w skali 1:1000.

Algorytm typu alokacja euklidesowa wykorzystano do opracowania następujących map:

- Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2 m p.p.t.,

Algorytm „alokacja euklidesowa” wyznacza obszary na mapie, których granice są ustalane w przybliżeniu w połowie odległości między najbliższymi leżącymi otworami lub ich grupami i przypisuje tym obszarom zadaną wartość, np. kod litologii lub głębokości wody z danego otworu. Zastosowanie

tego algorytmu eliminuje subiektywność interpretacji bazy danych otworowych i daje w efekcie wizualizację informacji geologicznej.

Proces triangulacji polega na tworzeniu trójkątów pomiędzy najbliższymi 3 punktami, podziale ich boków na odcinki w oparciu o analizowane wartości, zadane w każdym punkcie i łączeniu w obszary o tej samej wartości.

W ramach studium wykonano następujące mapy:

Mapa przeglądowa z lokalizacją dokumentowanego terenu w skali 1:10 000 (Załącznik 1)

Na mapie przeglądowej z lokalizacją dokumentowanego terenu przedstawiono lokalizację obszaru inwestycji na tle arkusza mapy topograficznej w skali 1:10 000.

Mapa dokumentacyjna w skali 1:1 000 (Załącznik 2)

Mapa dokumentacyjna została opracowana na podkładzie mapy zasadniczej w skali 1:500. Przedstawiono na niej lokalizację archiwalnych punktów dokumentacyjnych, przebieg linii przekrojów geologiczno-inżynierskich oraz obszar planowanej inwestycji.

Mapa miąższości gruntów antropogenicznych i obiektów archeologicznych w skali 1:1 000 (Załącznik 3)

Mapę miąższości gruntów antropogenicznych i obiektów archeologicznych opracowano na podkładzie mapy zasadniczej w skali 1:500. Miąższość gruntów antropogenicznych wyznaczono za pomocą procesu triangulacji z wykorzystaniem otworowej bazy danych i zobrazowano w cięciu co 0,5m. Ponadto na mapie przedstawiono lokalizację archiwalnych punktów dokumentacyjnych, przebieg linii przekrojów geologiczno-inżynierskich oraz obszar planowanej inwestycji. Dodatkowo, na mapę nałożono plan w formacie „jpg” z lokalizacją obiektów archeologicznych i nawarstwień kulturowych. Plan ten został dostarczony przez Zamawiającego.

Mapa głębokości do pierwszego nawierconego zwierciadła wody podziemnej w skali 1:1 000 (Załącznik 3)

Mapę głębokości do pierwszego nawierconego zwierciadła wody podziemnej opracowano na podkładzie mapy zasadniczej w skali 1:500. Ze względu na wykorzystanie danych z różnych okresów czasowych (1928-2007) nie było możliwe opracowanie wiarygodnej warstwy hydroizohips pierwszego nawierconego zwierciadła wody. W związku z tym na mapie przedstawiono lokalizację otworów dokumentacyjnych wraz z podaniem głębokości nawiercenia pierwszego zwierciadła wody gruntowej oraz roku w którym dokonano pomiarów hydrogeologicznych. Ponadto na mapie przedstawiono przebieg linii przekrojów geologiczno-inżynierskich oraz obszar planowanej inwestycji.

Mapa stropu pliocénskich gruntów spoistych w skali 1:1000 (Załącznik 3)

Mapę stropu pliocénskich gruntów spoistych opracowano na podkładzie mapy zasadniczej w skali 1:500. Powierzchnię stropu pliocénskich gruntów spoistych wyznaczono za pomocą procesu triangulacji z wykorzystaniem otworowej bazy danych i zobrazowano w cięciu co 1m. Ponadto na mapie przedstawiono lokalizację archiwalnych punktów dokumentacyjnych, przebieg linii przekrojów geologiczno-inżynierskich oraz obszar planowanej inwestycji.

Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2 m p.p.t. w skali 1:1 000 (Załącznik 3)

Mapę serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2 m p.p.t. opracowano na podkładzie mapy zasadniczej w skali 1:500. Zasięg poszczególnych gruntów na głębokości 2 m p.p.t. wyznaczono przy pomocy algorytmu alokacji euklidesowej, a następnie uzyskane obszary skorygowano manualnie w oparciu o interpretację przekrojów geologiczno-inżynierskich oraz mapę miąższości gruntów antropogenicznych i mapę stropu pliocénskich gruntów spoistych. Ponadto na mapie przedstawiono lokalizację archiwalnych punktów dokumentacyjnych, przebieg linii przekrojów geologiczno-inżynierskich oraz obszar planowanej inwestycji.

7 GEOMORFOLOGIA I HYDROGRAFIA

7.1 GEOMORFOLOGIA

Zgodnie z nowym podziałem fizycznogeograficznym z 2018 roku [33] teren badań położony jest w obrębie prowincji Nizy Środkowoeuropejskiego, podprowincji Niziny Środkowopolskie, makroregionu Niziny Środkowomazowieckiej, w mezoregionie Równina Warszawska (318.76). Mezoregion Równina Warszawska jest to obszar zdenudowanej powierzchni akumulacji lodowcowej tzw. górny poziom denudacyjny. Obejmuje powierzchnię około 1120 km² [23](Rysunek 2).

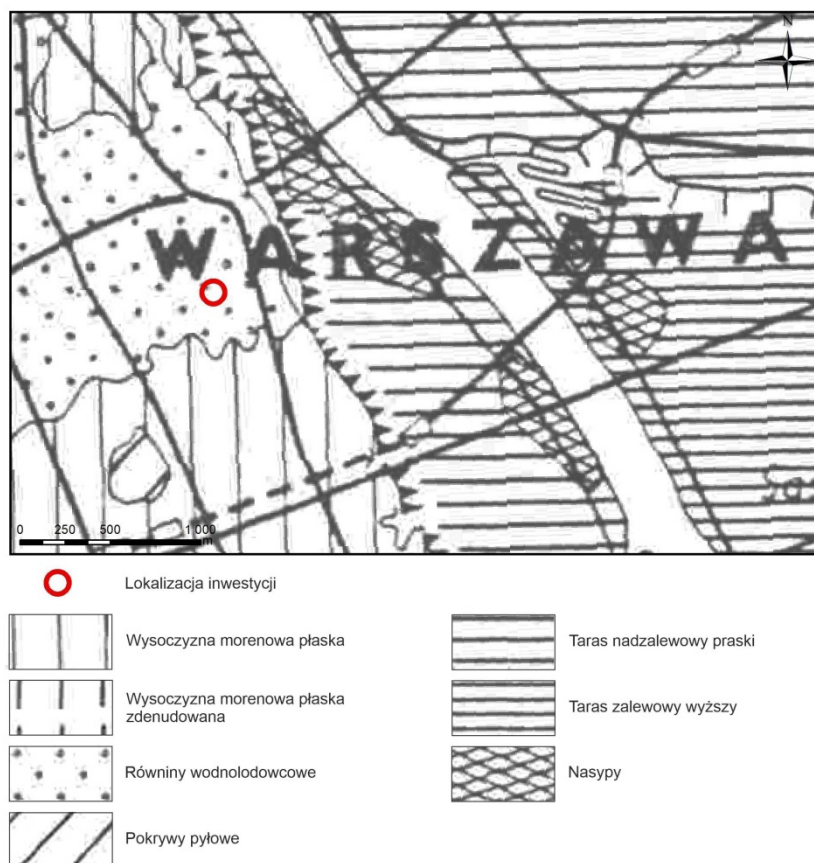


 Lokalizacja inwestycji

Rysunek 2 Lokalizacja inwestycji na tle nowego podziału regionalnego Polski [33]

Zgodnie ze szkicem geomorfologicznym inwestycja zlokalizowana jest w obrębie równiny wodnolodowcowej [32].

Teren inwestycji jest płaski z lekkim obniżeniem skierowanym na linii północ-południe. Działka 24/7 wyniesiona jest na niewielkiej skarpie opadającej w kierunku ulicy Wierzbowej. Rzędne terenu wahają się od 111,99 do 110,27 m n.p.m.



Rysunek 3 Lokalizacja inwestycji na tle szkicu geomorfologicznego [32]

7.2 HYDROGRAFIA

Teren projektowanej inwestycji należy do zlewni Wisły w odległości około 900 m od aktualnego lewego brzegu rzeki. W Parku Saskim w odległości około 150 m znajduje się niewielki staw pochodzenia antropogenicznego.

Omawiany rejon nie znajduje się w obrębie terenów zagrożonych podtopieniami według mapy obszarów zagrożonych podtopieniami w Polsce w skali 1:50 000 [27].

8 OPIS BUDOWY GEOLOGICZNEJ Z UWZGLĘDNIENIEM TEKTONIKI, KRASU, LITOLOGII I GENEZY WARSTW ORAZ PROCESÓW GEODYNAMICZNYCH, W SZCZEGÓLNOŚCI WIETRZENIA, DEFORMACJI FILTRACYJNYCH, PEŁZANIA, PĘCZNIENIA, OSIADANIA ZAPADOWEGO I PROCESÓW ANTROPOGENICZNYCH

8.1 BUDOWA GEOLOGICZNA

Opis budowy geologicznej omawianego obszaru opracowany został na podstawie zgromadzonych materiałów archiwalnych w tym archiwalnych otworów wiertniczych [18] [22] [28] [31] [32] [34].

Analizowany obszar zlokalizowany jest w obrębie centralnej części niecki mazowieckiej zbudowanej z utworów czwartorzędu, neogenu (pliocen i miocen) oraz paleogenu (oligocen), spoczywających na podłożu kredowym.

Z danych z wierceń zgromadzonych z obszaru projektowanej inwestycji i w bezpośrednim sąsiedztwie wynika, że najmłodszymi osadami czwartorzędowymi na omawianym terenie są holocenyjskie grunty antropogeniczne (nasypy niebudowlane, głównie gruzowe) maksymalnie kilku m. Bezpośrednio w podłożu inwestycji miąższość utworów antropogenicznych wynosi około 2,5-3,5 m. Tu antropogen to głównie pozostałości części podziemnej Pałacu Saskiego. Została ona dokładnie udokumentowana i zinwentaryzowana w trakcie prac archeologicznych przeprowadzonych w 2006 i 2008 roku[14][15][16]. Rozkład miąższości gruntów antropogenicznych przedstawiono na Mapie miąższości gruntów antropogenicznych i obiektów archeologicznych (Załącznik 3).

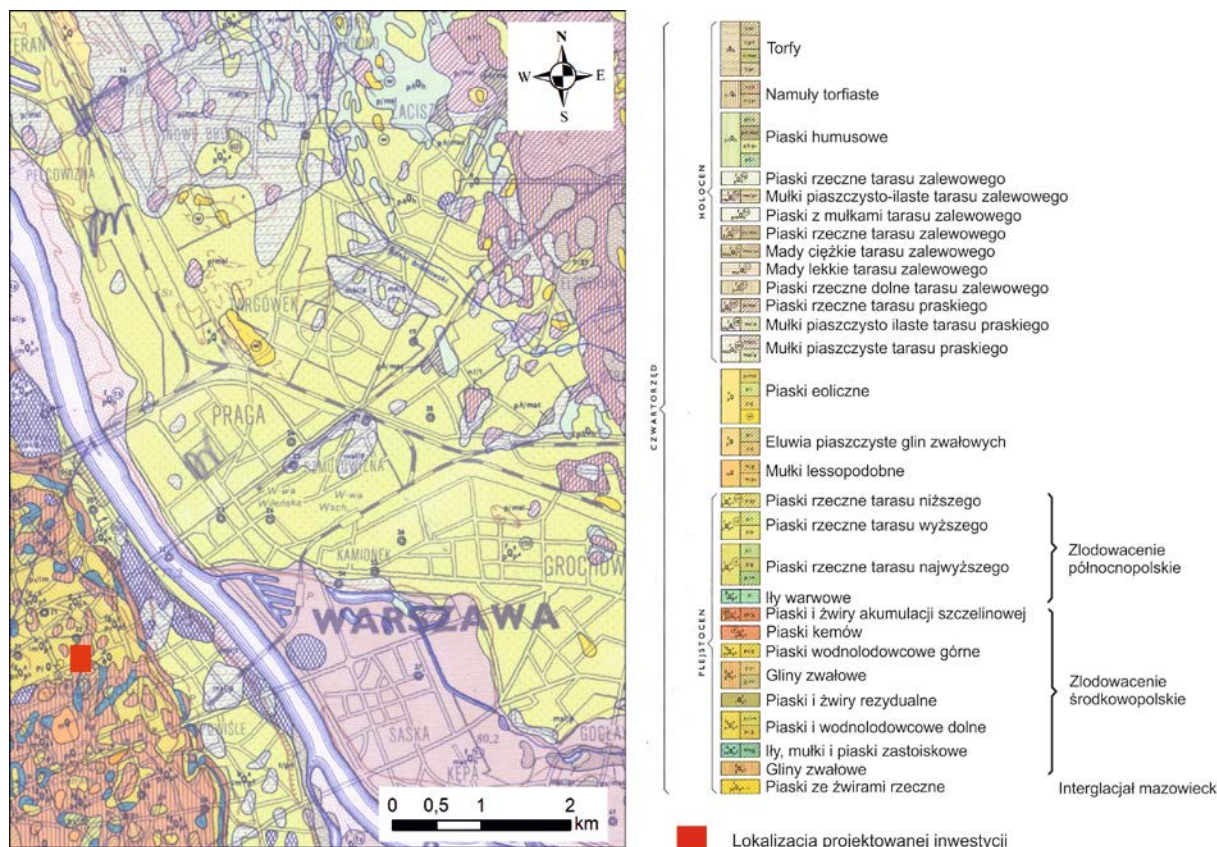
Poniżej zalegają plejstocenyjskie osady zlodowacenia środkowopolskiego: piaski wodnolodowcowe i dwa poziomy glin zwałowych. Piaski wodnolodowcowe wykształcone są głównie jako piaski drobnoziarniste z różnym udziałem piasków innej granulacji. Gliny zwałowe to głównie gliny piaszczyste, pylaste i piaski gliniaste lokalnie z pyłami i glinami występujące w postaci nieregularnych płatów i soczew o różnej miąższości. Najmniejszy ich udział występuje w południowej części projektowanej inwestycji, tam też wzrasta miąższość piaszczystych osadów fluwioglacjalnych.

Pod utworami czwartorzędowymi występuje ciągła warstwa jeziornych utworów neogenu (mio-pliocen), wykształconych jako ropy, pyły i piaski, tzw. ropy pstre, warszawskie lub mio-pliocenyjskie, charakterystyczne i zalegające stosunkowo płytko na obszarze całej lewobrzeżnej Warszawy. Strop tych utworów jest zróżnicowany, występuje na głębokości od 3 do około 25 m p.p.t. Obecna ich powierzchnia uformowała się w wyniku procesów glacytektonicznych podczas trzech zlodowaceń oraz procesów erozyjnych w wyniku działalności rzek (głębokie rozcięcia erozyjne) podczas interglacjalów [32]. Mają one dużą miąższość i są przewarstwione utworami piaszczystymi i pylastymi. W najgłębszym otworze archiwalnym o głębokości 65,5 m, zlokalizowanym w odległości około 200 m w na południowy zachód od analizowanego obszaru spąg ropy pliocenyjskich nie został przewiercony. Grunty te są silnie zaburzone glacytektonicznie. W Warszawie charakteryzują się znacznymi deniwelacjami, włącznie z lokalnymi wyciężkami tych utworów na powierzchnię. W miejscu projektowanej inwestycji biegnie jedno z wypiężceń osadów pliocenyjskich [34]. Jego powierzchnia jest prawie płaska i bezpośrednio w podłożu inwestycji występuje na głębokości od 7,40 do 10,30 m p.p.t. Położenie stropu pliocenu przedstawiono na Mapie stropu utworów pliocenyjskich (Załącznik 5).

Poniżej występują utwory miocenu i oligocenu oraz kredy. Utworów tych ze względu na brak znaczenia dla projektowanej inwestycji nie opisywano.

Budowę geologiczną w podłożu projektowanej inwestycji przedstawiono na przekrojach geologiczno-inżynierskich (Załącznik 7) oraz Profilach archiwalnych otworów wiertniczych (Załącznik 8).

Położenie projektowanej inwestycji na tle Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 przedstawiono na rysunku (Rysunek 4).



Rysunek 4 Lokalizacja projektowanej inwestycji na tle Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 (arkusz Warszawa wschód), objaśnienia uproszczone [31]

8.2 CHARAKTERYSTYKA ZJAWISK I PROCESÓW GEOLOGICZNYCH ORAZ HYDROGEOLOGICZNYCH W TYM PROCESÓW GEODYNAMICZNYCH

Analizowany obszar ukształtowany jest głównie przez działalność lodowca oraz procesy antropogeniczne. Szczegółowego rozpoznania na dalszych etapach realizacji inwestycji wymaga w szczególności warstwa iłów mio-plioceńskich, z uwagi na jej bardzo zmienne wykształcenie litologiczne (iły, gliny pylaste, pyły oraz piaski pylaste) oraz specyficzne właściwości: wykazują właściwości ekspansywne, są silnie przekonsolidowane na skutek obciążenia lądolodem oraz podlegały znacznym deformacjom glacitektonicznym w okresach zlodowaceń. Dodatkowo w warstwie tej występują soczewy zawodnionych piasków o różnym kształcie, ułożeniu (czasem nawet pionowym) i zasobności w wodę, która występuje w nich pod znacznym ciśnieniem hydraulicznym.

Spośród możliwych zagrożeń na analizowanym terenie należy wymienić:

- Występowanie nieskonsolidowanych gruntów antropogenicznych o istotnej miąższości (lokalnie przekraczającej 3 m), które mogą być bardzo zmienne zarówno pod względem wykształcenia litologicznego jak i właściwości mechanicznych,
- występowanie bezpośrednio w podłożu projektowanej inwestycji starych i zabytkowych fundamentów dawnej zabudowy Pałacu Saskiego i obiektów towarzyszących, wielokrotnie przebudowywanych, o różnym stanie zachowania (patrz Rozdział 4.2),
- występowanie nieciągłej warstwy czwartorzędowych, spoistych utworów pylastych o różnej miąższości, rozciągłości, litologii i w różnym stanie od półzwarłego do plastycznego,
- występowanie płytko w podłożu iłów plioceńskich, które są podatne na pęcznienie i odprężenie [25] co jest szczególnie istotne w przypadku wykonywania wykopów budowlanych,

- występowanie w obrębie iłów mio-plioceńskich deformacji glaciektonicznych, które powodują znaczne zróżnicowanie miąższości iłów, ich wykształcenia litologicznego oraz obniżenie parametrów mechanicznych w strefach złustrzeń wywołanych działalnością lodowca [21],
- występowanie w obrębie iłów mio-plioceńskich zawodnionych soczew i przewarstwień piaszczystych o bardzo zmiennym kształcie i położeniu (na innych inwestycjach w Warszawie notowane nawet pod kątem 90o) o dużym ciśnieniu piezometrycznym występujących w nich wód, w których mogą występować niekorzystne zjawiska filtracyjne takie jak: tzw. „kurzawka”, przebicie i wyparcie hydrauliczne, mogące oddziaływać na stateczność dna wykopu.

Na tym etapie realizacji inwestycji, brak jest szczegółowych danych dotyczących planowanych rozwiązań projektowych (głębokości wykopów, głębokości i sposobu posadowienia, sposobu wykorzystania istniejących fundamentów itp.). Być może część z tych zagrożeń zostanie wyeliminowana poprzez przyjęcie odpowiednich rozwiązań projektowych lub po uzyskaniu bardziej szczegółowych i aktualnych danych geotechnicznych i geofizycznych.

Szczegółowej weryfikacji będzie wymagało także położenie zwierciadła wód gruntowych w utworach czwartorzędowych. Według danych z otworów archiwalnych, woda występuje w podłożu na głębokości 5,5-8,0 m p.p.t. Jednak z dokumentacji geologicznej piezometrów na terenie Ogrodu Saskiego z 2007 roku [24] wynika, że woda w tych utworach nie występuje. Wodę nawiercono tylko w jednym otworze na głębokości 5 m p.p.t. w postaci sączenia na granicy piasków z gliną lodowcową. W Warszawie rzeczywiście obserwuje się tendencję do zaniku pierwszego poziomu wodonośnego z uwagi na realizację wielu inwestycji wymagających odwodnienia, wysokiego stopnia zabudowania powierzchni terenu oraz zdrenowania i skanalizowania terenu Warszawy. Nie można jednak wykluczyć pojawienia się w piaskach wody gruntowej, np. w okresach wzmożonych opadów.

8.3 PROCESY ANTROPOGENICZNE

Jak już wspomniano obszar projektowanej inwestycji z uwagi na zlokalizowanie w centrum Warszawy oraz w miejscu istniejącego do 1944 roku Pałacu Saskiego należy uznać za silnie przekształcony antropogenicznie.

Bezpośrednio w podłożu projektowanej inwestycji występują holocenijskie grunty antropogeniczne (nasypy niebudowlane, głównie gruzowe) o miąższości 2,5-3,5 m. W ich obrębie mogą występować także głazy znacznej wielkości [24]. W miejscu istniejącego pałacu występują zabytkowe fundamenty o różnym stanie zachowania (patrz Rozdział 4.2). Część z nich jest wpisana do rejestru zabytków i ma zostać zachowana i wyeksponowana w odbudowanym obiekcie. Ich rozmieszczenie przedstawiono na Mapie miąższości gruntów antropogenicznych i obiektów archeologicznych (Załącznik 3)

9 OPIS WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH

Opis warunków hydrogeologicznych omawianego obszaru opracowany został na podstawie literatury oraz zgromadzonych materiałów archiwalnych w tym map, dokumentacji oraz archiwalnych otworów wiertniczych [17] [19] [26] [24] [18] [28] [22].

Na terenie Warszawy występują dwa piętra wodonośne o charakterze użytkowym: czwartorzędowe i paleogeńsko-neogeńskie [26] w starszych opracowaniach określane jako trzeciorzędowe.

Według Mapy hydrogeologicznej Polski [17] obszar projektowanej inwestycji leży na terenie jednostki hydrogeologicznej 2 Q/cTr I. Jest to paleogeńsko-neogeńskie piętro wodonośne (określane jako subniecka warszawska) o znacznym rozprzestrzenieniu, istotnym znaczeniu regionalnym i użytkowym. Budują go dwa poziomy wodonośne: mioceński i oligoceński. Poziom mioceński zalega na głębokości poniżej 160 m p.p.t. natomiast poziom oligoceński na głębokości 200-260 m p.p.t. [26]).

W obrębie utworów neogeńskich woda występuje także w soczewkach utworów piaszczystych rozmieszczonych nieregularnie, często pionowo w obrębie utworów ilastych plicenu (iłów pstrych). Nie tworzy ona ciągłego poziomu i nie ma znaczenia użytkowego, natomiast ma bardzo duże znaczenie z punktu widzenia budownictwa, ponieważ w tych soczewkach woda występuje pod znacznym ciśnieniem piezometrycznym, co w przeszłości przyczyniało się do występowania awarii budowlanych w Warszawie. Archiwalne położenie nawierconego i ustalonego zwierciadła wód gruntowych w soczewkach piaszczystych neogenu, w podłożu projektowanej inwestycji zestawiono w tabeli (Tabela 2). Z uwagi na fakt, iż większość danych otworowych na terenie inwestycji to dane z 1928 roku, do tabeli dodano dla porównania jeden punkt z sąsiedniej inwestycji, w którym stwierdzono wodę gruntową pod znacznym ciśnieniem piezometrycznym z 1998 roku.

Tabela 2 Zestawienie głębokości nawierconego i ustalonego zwierciadła wód gruntowych w soczewkach piaszczystych neogenu w otworach zlokalizowanych w obrębie projektowanej inwestycji

| Numer otworu | Zwierciadło nawiercone m p.p.t | Zwierciadło ustalone m p.p.t | Rok wykonania otworu |
|--|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| I90-005-0019 | 19,2 | 13,1 | 1928 |
| I90-005-0018 | 13,0 (sączenie) | - | 1928 |
| I90-004-0034 | 18,0 | 8,8 | 1928 |
| I00-008-0001 | 21,8; 28,0 | 11,4; bd | 1951 |
| I90-005-0019 | 19,2 | 13,1 | 1928 |
| I90-004-0031 | 10,1; 19,1 | 8,3; 9,1 | 1928 |
| I90-004-0032 | 26,6 | 16,0 | 1928 |
| I90-005-0026 (poza terenem inwestycji) | 25,5 | 6,3 | 1998 |

Według Mapy pierwszego poziomu wodonośnego [19] teren projektowanej inwestycji znajduje się w obrębie jednostki pierwszego poziomu wodonośnego (PPW) nr: 11 p,pg,[gl,i]/wm/zwWP/Q, charakteryzującego się dużą zmiennością pionową i brakiem ciągłości rozprzestrzenienia. Pierwszy poziom wodonośny występuje w piaszczystych przewarstwieniach i spiaszczeniach glin tworząc obszar o silnie zróżnicowanych warunkach występowania i własnościach warstw wodonośnych.

Na obszarze wysoczyzny, poziom czwartorzędowy ma niskie parametry hydrogeologiczne lub uległ całkowitemu zanikowi w wyniku zurbanizowania miasta. Stało się tak między innymi na obszarze projektowanej inwestycji. Z dokumentacji geologicznej piezometrów na terenie Ogrodu Saskiego z 2007 roku [24] wynika, że poziom ten uległ zanikowi lub pojawia się lokalnie w postaci sączeń na stropie utworów nieprzepuszczalnych (glin lub iłów). Według danych z otworów archiwalnych z początku XX wieku, woda występowała w podłożu na głębokości 5,5-8,0 m p.p.t.. Z uwagi na brak izolacji tych utworów od góry nie można wykluczyć okresowego pojawienia się wody w warstwie piasków wodnolodowcowych.

Archiwalne położenie nawierconego poziomu wód gruntowych z uwzględnieniem roku pozyskanych danych przedstawiono na Mapie głębokości do pierwszego nawierconego zwierciadła wody podziemnej (Załącznik 4).

10 CHARAKTERYSTYKA WYDZIELONYCH ZESPOŁÓW GRUNTÓW I SKAŁ, W TYM SERII LITOLOGICZNO-GENETYCZNYCH, Z UWZGLĘDNIENIEM GRUNTÓW ANTROPOGENICZNYCH

Bazując na archiwalnych otworach wiertniczych i opracowanych na ich podstawie przekrojach geologiczno-inżynierskich (Załącznik 7). w podłożu gruntowym projektowanej inwestycji wydzielono 5 serii geologiczno-inżynierskich (Tabela 3). Podziału na serie dokonano w oparciu o kryteria: stratygraficzne, litologiczne i genetyczne. Warstwom przyporządkowane zostały symbole serii BDGI

po to aby dane te mogły w przyszłości zasilić bezpośrednio Bazę Danych Geologiczno-Inżynierskich oraz mogły być łatwo zestawiane z danymi z Atlasu geologiczno-inżynierskiego Warszawy.

Tabela 3 Wydzielone serie geologiczno-inżynierskie

| Seria geologiczno-inżynierska wg PIG-PIB | Seria BDGI wg PIG-PIB | Stratygrafia | Geneza | Litologia |
|--|-----------------------|------------------|------------------------------------|--|
| 1 | QhAnN (2) | holocen Qh | Grunty antropogeniczne | Grunty niespoiste i spoiste Ps, Pg, G, Π, domieszki gruzu, cegieł istniejące podpiwniczenia pałacu |
| 2 | QpGNsp (32) | plejstocen Qp | Grunty lodowcowe (fluwioglacjalne) | Grunty niespoiste Pd podrzędnie Pπ, Ps, Pr, Po, Ż |
| 3 | QpGSp (31) | | Grunty lodowcowe | Grunty spoiste Pg, Gp, Gπ podrzędnie G, Π, I |
| 4 | MPISp (43) | neogen Ng | Grunty jeziorne | Grunty spoiste I podrzędnie Iπ, Gπz, Gz, Πp, Π |
| 5 | MPINsp (44) | neogen Ng | | Grunty niespoiste Pπ podrzędnie Pd, Π, Pg |

Seria 1 – to grunty antropogeniczne wykształcone w podłożu inwestycji jako piaski średnie, gliniaste, gliny i pyły z domieszką gruzu i cegieł, a także pozostałości istniejących w przeszłości piwnic obiektów (Pałacu Saskiego i obiektów towarzyszących). Miąższość tej serii wynosi od 0,3 do maksymalnie 6,4 m p.p.t. Bezpośrednio podłożu projektowanej inwestycji miąższość gruntów antropogenicznych wynosi około 2,5-3,5 m. W warstwie tej mogą występować duże głazy.

Seria 2 – to grunty pochodzenia wodnolodowcowego. Wykształcone głównie w postaci piasków o różnej granulacji: głównie piasków drobnych lecz także piasków pylastych, średnich, grubych, pospółek i żwirów. Serię tą charakteryzuje zmienna miąższość od 1,2 w części północnej terenu projektowanej inwestycji do 9,30 w części południowej (od strony ul. Królewskiej). W utworach tych występują lokalnie soczewki gruntów spoistych. Wg dokumentacji archiwalnej dla sąsiedniego obiektu budowlanego [34] grunty tej warstwy są średniozagęszczone i zagęszczone. Z sondowań statycznych uzyskano wyniki stopnia zagęszczenia w granicach $I_D=0,6-0,8$ (średnio 0,65).

Seria 3 – to grunty lodowcowe (gliny morenowe) wykształcone w postaci dwóch poziomów: górnego występującego tuż pod warstwą nasypów oraz dolnego występującego bezpośrednio na łach neogenu. Grunty te są wykształcone w postaci piasków gliniastych, glin pylastych, pyłów, glin, glin piaszczystych i iłów. Są zmienne litologicznie i charakteryzuje je nieciągłość horyzontalna. Lokalnie urywają się lub stanowią pojedyncze, mało miąższe soczewy w obrębie utworów warstwy 2. Ich udział jest większy w północnej części terenu (od strony ul. Wierzbowej) i maleje w kierunku południowym (ul. Królewskiej). Miąższość glin w podłożu projektowanej inwestycji wynosi od 0,2 do 4,3 m. Wg dokumentacji archiwalnej dla sąsiedniego obiektu budowlanego [34] grunty te występują głównie w stanie twaroplastycznym o I_L około 0,1. Z sondowań statycznych uzyskano wartości q_c od

10 do 20 MPa. Można jednak spodziewać się lokalnego zróżnicowania stanu tych gruntów. W niektórych otworach archiwalnych stan tych gruntów określano jako plastyczny.

Seria 4 – są to grunty jeziorne neogenu wykształcone głównie w postaci ilów, podrzędnie glin pylastych zwięzłych, glin zwięzłych, pyłów piaszczystych i pyłów. W żadnym z otworów archiwalnych gruntów tych nie przewiercono. Położenie stropu serii 4 w obrębie projektowanej inwestycji jest dość stałe i wynosi od 7,40 do 10,30 m p.pt. Grunty serii 4 są przewarstwione w wielu otworach gruntami warstwy 5. Wg dokumentacji archiwalnej dla sąsiedniego obiektu budowlanego [34] iły plicenu te występują głównie w stanie twardoplastycznym o I_L około 0,1 i półzwartym $I_L < 0$ (na głębokościach poniżej 20 m p.p.t.). Z sondowań statycznych uzyskano wartości q_c od 5 do 10 MPa.

Seria 5 – są to grunty jeziorne neogenu, wykształcone w postaci piasków pylastych, podrzędnie drobnych z lokalnym udziałem pyłów i piasków gliniastych. W serii tej występuje woda o charakterze zwierciadła napiętego. Grunty te mają miąższość od 1,8 do 13,2 m i występują na różnych głębokościach. Doświadczenia z realizacji innych obiektów w Warszawie (stacja metra C11) wykazują, że grunty te są w stanie zagęszczonym lub bardzo zagęszczonym ($I_D=0,7-0,9$).

11 OPIS WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNO-MECHANICZNYCH GRUNTÓW I SKAŁ

Właściwości fizyczno-mechaniczne wydzielonych serii geologiczno-inżynierskich scharakteryzowano w oparciu o dokumentację dla sąsiedniego obiektu budowlanego [34], dokumentację dla stacji C11 warszawskiego metra [35] oraz badania własne PIG-PIB (tylko dla warstwy 4). Zestawienie wybranych właściwości fizycznych oraz mechanicznych dla wydzielonych warstw (serii geologiczno-inżynierskich) przedstawiono w tabelach (Tabela 4, Tabela 5, Tabela 6).

Tabela 4 Wybrane właściwości wydzielonych serii geologiczno-inżynierskich na podstawie dokumentacji dla budynku biurowego na placu Piłsudskiego w Warszawie [34]

| Opis serii geologiczno-inżynierskich | | | | Właściwości fizyczne | | | | | | | | Parametry wytrzymałościowe | | | | Parametry odkształceniowe | |
|--|-----------------------|---|--------------|----------------------|------------|-----------------------|-------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------------|----------|--------------------------|----------|----------------------------|-------------------------|
| Seria geologiczno-inżynierska wg PIG-PIB | Seria BDGI wg PIG-PIB | Rodzaj gruntu (wg PN-B-02480:1986) [13] | Stratygrafia | Ciężar objętościowy | Wilgotność | Granice konsystencji | | Wskaźnik plastyczności | Współczynnik filtraacji | Stopień plastyczności | Stopień zagęszczenia | W warunkach z odpływem | | W warunkach bez odpływu | | Moduł ścisłości pierwotnej | Moduł ścisłości wtórnej |
| | | | | | | Granica plastyczności | Granica płynności | | | | | Kąt tarcia wewnętrzznego | Spójność | Kąt tarcia wewnętrzznego | Spójność | M ₀ [MPa] | M ₀ [MPa] |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1 | QhAnN (2) | Ps, Pg, G, Π, domieszki gruzu, cegieł | Holocen | brak | brak | brak | brak | brak | brak | brak | brak | brak | brak | brak | brak | brak | brak |
| 2 | QpGNsp (32) | Pd Pπ, Ps, Pr, Po, Ż | Pleistocen | 17,6÷19,1 | 15÷23 | - | - | - | - | - | 0,65 | 34÷35 | - | - | - | 80÷120 | 100÷130 |
| 3 | QpGSp (31) | Pg, Gp, Gπ G, Π, I | | 21,1÷21,6 | 9,3÷11,0 | - | - | - | - | 0,10 | - | 33 | 25 | - | - | 40÷60 | 50÷70 |
| 4 | MPISp (43) | I Iπ, Gπz, Gz, Pp, Π | Negogen | 20,1 | 21÷30 | - | - | - | - | -0,10 ÷ 0,10 | - | 16 | 20 | - | - | 30÷50 | 40÷60 |
| 5 | MPINsp (44) | Pπ Pd, Π, Pg | | brak | brak | brak | brak | brak | brak | brak | 0,8 | brak | brak | brak | brak | brak | brak |

Tabela 5 Wybrane właściwości wydzielonych serii geologiczno-inżynierskich na podstawie stacja C11, II linia metra [35]

| Opis serii geologiczno-inżynierskich | | | | Właściwości fizyczne | | | | | | | | Parametry wytrzymałościowe | | | | Parametry odkształceniowe | |
|--|-----------------------|---|--------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------|--------------------------|----------------|------------------------------|---------------------------|
| Seria geologiczno-inżynierska wg PIG-PIB | Seria BDGI wg PIG-PIB | Rodzaj gruntu (wg PN-B-02480:1986) [13] | Stratygrafia | Ciężar objętościowy | Wilgotność | Granice konsystencji | | Wskaźnik plastyczności | Współczynnik filtracji | Stopień plastyczności | Stopień zagęszczenia | W warunkach z odpływem | | W warunkach bez odpływu | | Moduł ściśliwości pierwotnej | Moduł ściśliwości wtórnej |
| | | | | | | Granica plastyczności | Granica płynności | | | | | Kąt tarcia wewnętrzznego | Spójność | Kąt tarcia wewnętrzznego | Spójność | M ₀ [MPa] | M [MPa] |
| | | | | | | w _p [%] | w _L [%] | | | | | φ' [°] | c' [kPa] | φ' [°] | c' [kPa] | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 γ [kN/m ³] | 6 w _n [%] | 7 w _p [%] | 8 w _L [%] | 9 I _p [-] | 10 k [m/s] | 11 I _L [-] | 12 I ₀ [-] | 13 φ' [°] | 14 c' [kPa] | 15 φ' [°] | 16 c' [kPa] | 17 | 18 |
| 1 | QhAnN (2) | Ps, Pg, G, Π, domieszki gruzu, cegieł | Holocen | 19 | brak | brak | brak | brak | brak | brak | brak | 23 | 1 | brak | brak | 10 | brak |
| 2 | QpGNsp (32) | Pd Pπ, Ps, Pr, Po, Ż | Plejstocen | 19,6÷21,3 | 17,8÷25,1 | - | - | - | 10 ⁻⁶ ÷10 ⁻⁴ | | >0,7 | 38÷41 | 0 | 36÷40 | 0 | 90÷180 | - |
| 3 | QpGSp (31) | Pg, Gp, Gπ G, Π, I | | 20,9÷21,1 | 11,9÷16,3 | 10,7÷14,3 | 18,4÷30,3 | 7,7÷16,0 | 10 ⁻⁹ ÷10 ⁻⁸ | 0,10÷0,25 | - | 23÷32 | 0÷8 | 25÷31 | 0÷10 | 40÷130 | - |
| 4 | MPISp (43) | I Iπ, Gπz, Gz, Πp, Π | Negogen | 20,6 | 21,2 | 23,2 | 65,1 | 41,9 | <10 ⁻⁹ | <0,15 | - | 16÷25 | 8÷16 | 17÷26 | 6÷16 | 28÷85 | - |
| 5 | MPINsp (44) | Pπ Pd, Π, Pg | | 20,2÷21,0 | 16,8÷22,4 | - | - | - | 10 ⁻⁶ ÷ 10 ⁻⁴ | - | 0,7÷0,9 | 36÷41 | 0 | 36÷41 | 0 | 110÷180 | - |

Tabela 6 Wybrane właściwości serii geologiczno-inżynierskiej nr 5 wg PIG-PIB

| Opis serii geologiczno-inżynierskich | | | | Właściwości fizyczne | | | | | | | | Parametry wytrzymałościowe | | | | Parametry odkształceniowe | |
|--|-----------------------|---|--------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------------|------------------|-------------------------|----------|------------------------------|---------------------------|
| Seria geologiczno-inżynierska wg PIG-PIB | Seria BDGI wg PIG-PIB | Rodzaj gruntu (wg PN-B-02480:1986) [13] | Stratygrafia | Ciężar objętościowy | Wilgotność | Granice konsystencji | | Wskaźnik plastyczności | Współczynnik filtracji | Stopień plastyczności | Stopień zagęszczenia | W warunkach z odpływem | | W warunkach bez odpływu | | Moduł ściśliwości pierwotnej | Moduł ściśliwości wtórnej |
| | | | | | | Granica plastyczności | Granica płynności | | | | | Kąt tarcia wewnętrznego | Spójność | Kąt tarcia wewnętrznego | Spójność | M ₀ [MPa] | M [MPa] |
| | | | | γ [kN/m ³] | w _n [%] | w _p [%] | w _L [%] | I _p [-] | k [m/s] | I _L [-] | I _D [-] | φ' [°] | c' [kPa] | φ' [°] | c' [kPa] | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 5 | MPISp (43) | I лп, Глп, Гз, Пп, П | Negogen | 19,7÷21,5 śr. 20,6 | 16,6÷30,8 śr. 22,3 | 20,1÷34,9 śr. 25,8 | 44,3÷114,2 śr. 77,1 | 23,0÷86 śr. 51,3 | 10 ⁻⁹ ÷10 ⁻¹⁰ | -0,21÷0,12 śr. -0,06 | - | 6÷45 śr 22 | 16÷25 śr 21,3 | - | - | 13÷40 | 19÷86 |

12 OPIS I OCENA WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH WRAZ Z PROGNOZĄ WPŁYWU PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI NA ŚRODOWISKO GRUNTOWO-WODNE

Określenie wpływu projektowanej inwestycji na środowisko gruntowo-wodne na tym etapie nie jest możliwe z uwagi na brak informacji na temat szczegółowych rozwiązań projektowych (m.in. głębokości i sposobu posadowienia, projektowanych obciążeń itp.). Inwestycja zlokalizowana jest w centrum Warszawy, w sąsiedztwie innych obiektów budowlanych, nie przewiduje się negatywnego wpływu na środowisko naturalne. W przypadku realizacji kondygnacji podziemnych w technologii ścian szczelinowych należy dokładnie rozpoznać ich wpływ na warunki gruntowo-wodne. Należy zaznaczyć, że garaże o powierzchni większej niż 0,5 ha zalicza się do przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko [6].

Na obszarze projektowanej inwestycji użytkowy poziom wodonośny występuje głęboko i jest izolowany nieprzepuszczalnym nadkładem, zatem projektowana inwestycja nie będzie negatywnie oddziaływać na poziomy użytkowe.

13 PROGNOZA ZMIAN WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH MOGĄCYCH WYSTĄPIĆ PODCZAS BUDOWY, UŻYTKOWANIA I ROZBIÓRKI PROJEKTOWANEGO OBIEKTU BUDOWLANEGO

W podłożu występują grunty wymagające szczególnej uwagi (mio-plioceniowy kompleks ilasty). Grunty te są gruntami generalnie nośnymi, ale ze względu na ich zmienność litologiczną i przestrzenną ze względu na lokalizację w strefie występowania deformacji glacytektonicznych wymagają szczegółowych badań. Ponadto grunty te wykazują właściwości ekspansywne a w przypadku wykonywania wykopów mają tendencję do odprężenia, a tym samym osłabienia właściwości mechanicznych. W ich obrębie występują nawodnione soczewy gruntów niespoistych, w których woda może występować pod znacznym ciśnieniem hydraulicznym. Niewłaściwe zaprojektowanie posadowienia lub błędy wykonawcze (np. dopuszczenie do kontaktu ilastego podłoża z wodą) mogą spowodować wystąpienie trudności, a nawet awarii budowlanej na każdym etapie realizacji inwestycji.

14 WSKAZANIA DOTYCZĄCE SPOSOBÓW POSADOWIENIA PROJEKTOWANEGO OBIEKTU BUDOWLANEGO WRAZ Z OGÓLNYM OKREŚLENIEM METOD WZMOCNIENIA PODŁOŻA GRUNTOWEGO NA PODSTAWIE WYKONANYCH BADAŃ

W podłożu projektowanej inwestycji występują generalnie grunty nośne (za wyjątkiem warstwy nasypów nr 1), jednak charakteryzują się dużą zmiennością i potencjalną możliwością wystąpienia niekorzystnych zjawisk geologicznych (patrz Rozdział 8.2). Z tego powodu warunki gruntowo-wodne należy uznać za skomplikowane, co w świetle rozporządzenia w sprawie geotechnicznych warunków posadowienia [7] spowoduje konieczność zaliczenia obiektu do trzeciej kategorii geotechnicznej.

Z tego powodu przed rozpoczęciem prac projektowych należy wykonać szczegółowe badania podłoża umożliwiające wykonanie opracowań wymaganych w/w rozporządzeniem (opinii geotechnicznej, dokumentacji badań podłoża, dokumentacji geologiczno-inżynierskiej oraz projektu geotechnicznego). Badania powinny obejmować wiercenia, pobór próbek do badań laboratoryjnych, sondowania oraz badania laboratoryjne.

W projektowaniu należy przeanalizować:

- możliwość bezpośredniego posadowienia poniżej warstwy nasypowej dla części naziemnej pałacu, biorąc pod uwagę, że obiekt ten funkcjonował wcześniej w tym miejscu,
- możliwość bezpośredniego posadowienia w warstwie iłów plicieńskich (warstwa 4) części obiektu w której zaplanowano kondygnacje podziemne (maksymalnie 2), pod warunkiem dokładnego rozpoznania właściwości mechanicznych iłów oraz położenia zawadzionych przewarstwień piaszczystych w celu wyeliminowania możliwości przebicia hydraulicznego lub wystąpienia tzw. „kurzawki,
- wykonanie ewentualnych wykopów do warstwy iłów plicieńskich w technologii ścian szczelinowych w przypadku występowania wody w piaszczystych utworach czwartorzędowych, z jednoczesnym odwadnianiem tej warstwy,
- konieczność zabezpieczenia dna wykopu przed działaniem wody (aby uniknąć uruchomienia zjawiska pęcznienia iłów mio-plicieńskich),
- możliwość odprężenia dna wykopu w wyniku zdjęcia nadkładu, wg dokumentacji archiwalnej dla sąsiedniego obiektu budowlanego [34] prognozowane odprężenie gruntu w dnie może wynieść 9 cm przy założeniu bardzo wolnego postępu robót trwającym ponad 1 rok.

15 OCENA STANU ŚRODOWISKA I ZMIAN, JAKIE POWSTAŁY W ŚRODOWISKU W WYNIKU ODDZIAŁYWANIA ISTNIEJĄCYCH OBIEKTÓW BUDOWLANYCH

Inwestycja zlokalizowana jest w centrum Warszawy, w sąsiedztwie innych obiektów budowlanych. Teren jest silnie przekształcony antropogenicznie. Projektowana inwestycja nie zmieni znacząco stanu środowiska pod warunkiem odpowiedniego prowadzenia prac budowlanych.

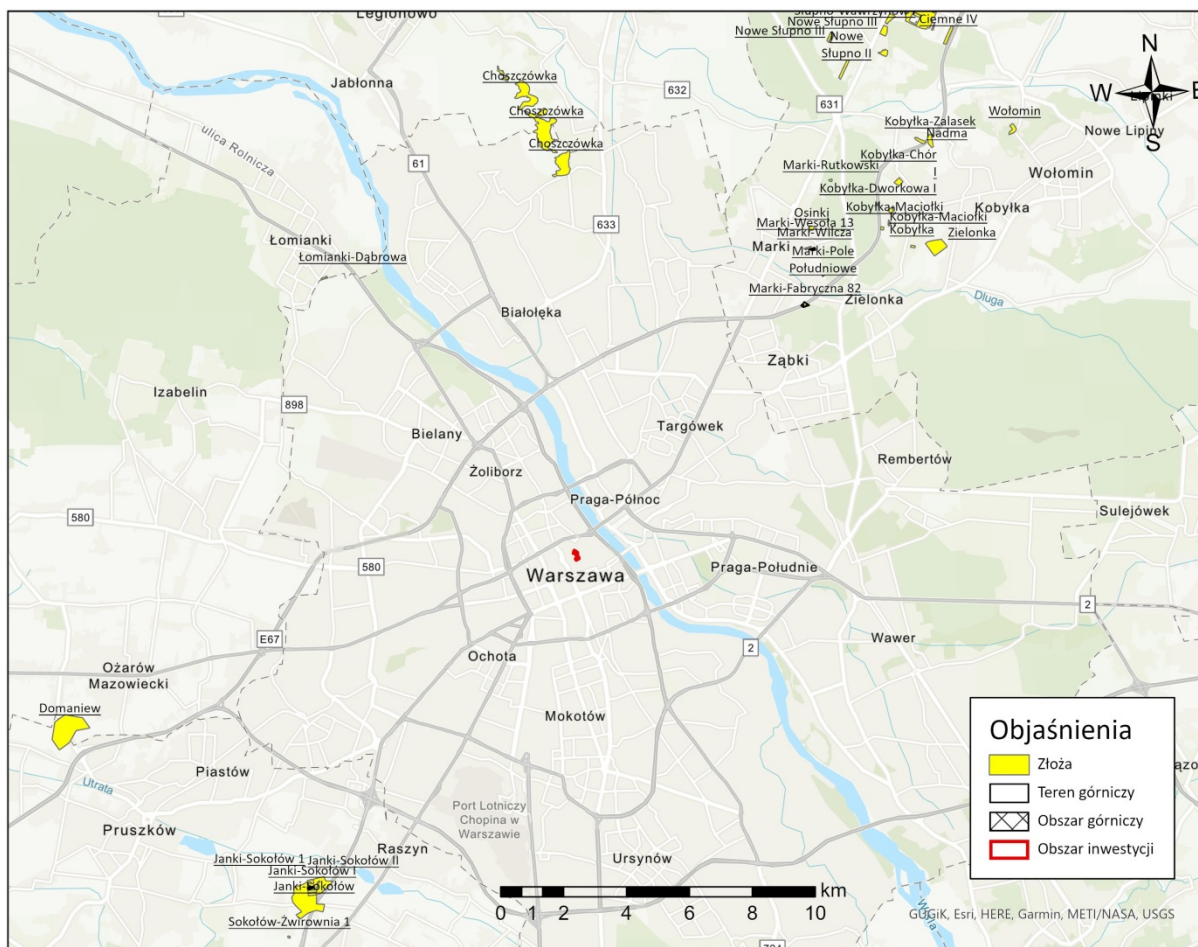
16 ZALECENIA DOTYCZĄCE PROWADZENIA MONITORINGU PROJEKTOWANEGO OBIEKTU BUDOWLANEGO Z UWZGLĘDNIENIEM JEGO KATEGORII GEOTECHNICZNEJ

Na obecnym etapie z uwagi na brak szczegółowych danych projektowych nie jest możliwe określenie szczegółowych zaleceń dotyczących prowadzenia monitoringu.

17 INFORMACJE O LOKALIZACJI I ZASOBACH ŻŁÓŻ KOPALIN, KTÓRE MOGĄ BYĆ WYKORZYSTANE PRZY WYKONYWANIU PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI ORAZ ICH JAKOŚCI

Na obszarze opracowania, zgodnie z bazą danych MIDAS [41] (stan na 31.12.2021 r.), nie rozpoznano oraz nie udokumentowano złóż kopalin. W rejonie badań nie funkcjonują czynne wydobycia złóż. Najbliższe złoża znajdują się około 10-13 kilometrów od obszaru inwestycji. Na północny-wschód od

terenu badań występują złoża iłów (między innymi „Marki – Fabryczna 82”, „Marki – Pole Południowe”), na północ złoża piasków kwarcowych (złoża „Choszczówka”) oraz na południowy-zachód złoża iłów (złoża „Domaniew”) oraz piasków i żwirów (złoża „Janki-Sokołów”). Ich lokalizację zaznaczono na poniższym rysunku (Rysunek 5).



Rysunek 5 Lokalizacja złóż w pobliżu analizowanego obszaru

18 PODSUMOWANIE

Na podstawie danych, które udało się zgromadzić na potrzeby studium geologiczno-inżynierskiego dla odbudowy Pałacu Saskiego stwierdzono, że:

- W podłożu projektowanej inwestycji występuje 5 serii geologiczno-inżynierskich o odmiennych właściwościach fizyczno-mechanicznych: nasypy (1), piaski wodnolodowcowe (2), gliny lodowcowe (3), iły mio-plioceniczne (4) i piaski neogenu w postaci przewarstwień w obrębie iłów (5).
- W podłożu projektowanej inwestycji występują stare i zabytkowe fundamenty dawnej zabudowy Pałacu Saskiego i obiektów towarzyszących, wielokrotnie przebudowywanych, o różnym stanie zachowania (patrz rozdział 4.2). Część z nich, z uwagi na wartość zabytkową jest przewidziana do zachowania i wyeksponowania w obrębie odbudowanego Pałacu.
- Warstwa glin lodowcowych (3) jest nieciągła i dwudzielna. Reprezentowana jest przez gliny pylaste, piaszczyste i pyły i może charakteryzować się zmiennymi właściwościami fizyczno-mechanicznymi. Z tego powodu wymaga dokładnych badań przed rozpoczęciem prac projektowych.
- W podłożu projektowanej inwestycji według danych archiwalnych pierwszy poziom wody podziemnej występuje w obrębie piasków wodnolodowcowych (2). Są to jednak dane bardzo stare w większości z początku lub połowy XX wieku. Z dokumentacji archiwalnej z 2007 roku

[24] wynika, że woda w tych utworach uległa zanikowi. Występuje tylko lokalnie na granicy piasków z gliną lodowcową w postaci sączeń. Położenie wody w obrębie utworów czwartorzędowych należy dokładnie zweryfikować nowymi badaniami, gdyż nie można jednak wykluczyć okresowego pojawienia się w piaskach wody gruntowej, np. w okresach wzmożonych opadów.

- W obrębie iłów pliocénskich (4) występują zawodnione soczewy i przewarstwienia piaszczyste (5) o bardzo zmiennym kształcie i położeniu. Woda w tych warstwach wykazuje duże ciśnienie piezometryczne. Z tego powodu w kompleksie neogeńskim w pewnych warunkach mogą występować niekorzystne zjawiska filtracyjne takie jak: tzw. „kurzawka”, przebicie i wyparcie hydrauliczne, mogące oddziaływać na stateczność dna wykopu.
- W obrębie iłów pliocénskich występują deformacje glaciektoniczne, które powodują znaczne zróżnicowanie ich miąższości, wykształcenia litologicznego oraz obniżenie parametrów mechanicznych w strefach zlustrzeń wywołanych działalnością lodowca, z tego powodu wymagają dokładnych badań przed rozpoczęciem prac projektowych.
- Iły pliocénskie występujące w podłożu wykazują właściwości ekspansywne i są podatne na odprężenie co jest szczególnie istotne w przypadku wykonywania wykopów budowlanych.
- Z uwagi na możliwość wystąpienia niekorzystnych zjawisk geologicznych w obrębie utworów warstwy 4 i 5 oraz możliwe deformacje glaciektoniczne, w podłożu projektowanej inwestycji występują skomplikowane warunki gruntowo-wodne. Z tego powodu przed rozpoczęciem prac projektowych należy wykonać szczegółowe badania podłoża umożliwiające wykonanie opracowań wymaganych rozporządzeniem w sprawie geotechnicznych warunków posadowienia [7].
- Z uwagi na brak szczegółowych danych odnośnie rozwiązań projektowych, zalecenia wskazane w rozdziale 14 należy traktować jako bardzo wstępne.

19 SPIS LITERATURY I MATERIAŁÓW ARCHIWALNYCH

Do opracowania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej wykorzystano i oparto się na następujących materiałach i dokumentach:

Akty prawne, dokumenty strategiczne na poziomie krajowym:

- [1] Decyzja Prezydenta Miasta Stołecznego Warszawy Nr 304/ŚRÓ/06 (Znak AM-PU/7331/209/06/MB) z dnia 6 lipca 2006 r. o warunkach zabudowy
- [2] Decyzja Prezydenta Miasta Stołecznego Warszawy Nr 321/ŚRÓ/06 (Znak AM-PU/7331/246/06/MB) z dnia 17 lipca 2006 r. o warunkach zabudowy
- [3] Decyzja Prezydenta Miasta Stołecznego Warszawy Nr 322/ŚRÓ/06 (Znak AM-PU/7331/247/06/MB) z dnia 17 lipca 2006 r. o warunkach zabudowy
- [4] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 20 grudnia 2011 r. w sprawie korzystania z informacji geologicznej za wynagrodzeniem (Dz. U. 2011 nr 292 poz. 1724)
- [5] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. 2016 poz. 2033)
- [6] ROZPORZĄDZENIE RADY MINISTRÓW z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. 2019 poz. 1839).
- [7] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 poz. 463)
- [8] Uchwała NR LIII/1611/2021 RADY MIASTA STOŁECZNEGO WARSZAWY z 26 sierpnia 2021 r. w sprawie zmiany Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego m.st. Warszawy

- [9] Uchwała Nr XLIX/1364/2013 Rady miasta stołecznego Warszawy z dnia 17 stycznia 2013 r. w sprawie przystąpienia do sporządzenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego Osi Saskiej;
- [10] Uchwała Nr LXVIII/1818/2013 Rady miasta stołecznego Warszawy z dnia 17 października 2013 r. w sprawie przystąpienia do sporządzenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego Osi Saskiej.
- [11] Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (t.j. Dz. U. 2022 poz. 1072)
- [12] Ustawa z dnia 11 sierpnia 2021 r. o przygotowaniu i realizacji inwestycji w zakresie odbudowy Pałacu Saskiego, Pałacu Brühla oraz kamienic przy ulicy Królewskiej w Warszawie (Dz. U. 2021 poz. 1551).

Normy, instrukcje, procedury badawcze:

- [13] PN-B-02480:1986 (wycofana) Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów,

Literatura:

- [14] Cędrawski R., Borowska J., Jarmuła M., Pilcicka-Ciura H., Cędrawska M., Kawiecka M., Kmicik K., Soful R., Stachurski P. 2007 – Badania archeologiczno – architektoniczne na terenie Pałacu Saskiego w Warszawie przeprowadzone w okresie od 27 sierpnia do 22 grudnia 2006 r. Sprawozdanie oraz Inwentarz fotografii. Warszawa
- [15] Cędrawski R., Borowska J., Jarmuła M., Pilcicka-Ciura H., Cędrawska M., Kawiecka M., Kmicik K., Soful R., Stachurski P. 2007 – Badania archeologiczne w pasie projektowanych dróg dojazdowych do Pałacu Saskiego w Warszawie, przeprowadzone w okresie od 30 października do 7 grudnia 2006 r. Sprawozdanie. Warszawa
- [16] Cędrawski R. 2008 – Warszawa d. kamienice przy ul. Królewskiej. Badania wykopaliskowe 2008. Sprawozdanie z badań archeologiczno – architektonicznych przeprowadzonych na Placu Józefa Piłsudskiego w Warszawie, na terenie Zespołu dawnych kamienic przy ul. Królewskiej. Warszawa
- [17] Cygański K. 1997 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Warszawa Wchód (524) wraz z objaśnieniami. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- [18] Frankowski Z., Wysokiński L. i in., 2000 – Atlas geologiczno-inżynierski Warszawy. PIG, ITB Warszawa,
- [19] Hulboj A. 2006 – Baza danych GIS Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, pierwszy poziom wodonośny – występowanie i hydrodynamika, arkusz Warszawa Wschód (524) wraz z objaśnieniami. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa
- [20] Jaros M. i in. 2018 – Instrukcja prowadzenia i aktualizacji Bazy Danych Właściwości Fizycznych i Mechanicznych głównych typów litologicznych gruntów i skał Polski (stan na 30.11.2018 r.). PIG-PIB, Warszawa
- [21] Kaczyński R.R. 2017 – Warunki geologiczno-inżynierskie na obszarze Polski. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa
- [22] Karty geotechniczne wyrobisk (Warszawa i okolice). Warszawskie Przedsiębiorstwo Geodezyjne (źródło: geologia.pgi.gov.pl)
- [23] Kondracki J. 2009 – Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- [24] Kuszyk R., Paczuski P., Pławik M 2007 – Dokumentacja geologiczna piezometrów na terenie Ogrodu Saskiego w związku z odbudową Pałacu Saskiego w Warszawie. HYDROGEOSTUDIO HGS
- [25] Lendo-Siwicka M., Garbulewski K. 2013 – Pęcznienie a odprężenie nienasyconych ilów warszawskich. Budownictwo i Inżynieria Środowiska 4(2013).
- [26] Nowicki Z. (red.) 2007 – Wody podziemne miast wojewódzkich Polski. Państwowy Instytut geologiczny, Warszawa

- [27]Nowicki Z.(red.), Prażak J., Frankowski Z., Janecka-Styrcz K., Gałkowski P., Jaros M., Majer K., Hordejuk M. 2007 – Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami w Polsce, PIG, Warszawa
- [28]Rühle W. 1955 – Materiały archiwum wierceń, Tom VI Część I Arkusz Warszawa Północ (mapy w skali 1: 100 000), Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa
- [29]Ryżyński G. i in. 2017 – Atlasy geologiczno-inżynierskie w skali 1:10 000 lub mniejszej. Instrukcja wykonywania. PIG-PIB, Warszawa (w trakcie aktualizacji)
- [30]Samel I. i in. 2017 – Baza Danych Geologiczno-inżynierskich (BDGI). Instrukcja prowadzenia otworowej bazy danych. PIG-PIB, Warszawa (w trakcie aktualizacji)
- [31]Sarnacka Z. 1979 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1: 50 000, arkusz warszawa Wschód (524). Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa
- [32]Sarnacka Z. 1980 – Objąśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1: 50 000, arkusz Warszawa Wschód (524). Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa
- [33]Solon J., Borzyszkowski J., Bidłasik M., Richling A., Badora K., Balon J., Brzezińska-Wójcik T., Chab Ł., Dobrowolski R., Grzegorzczak I., Jodłowski M., Kistowski M., Kot R., Krąż P., Lechnio J., Macias A., Majchrowska A., Malinowska E., Migoń P., Ziaja, W. 2018 – Physico-geographical mesoregions of Poland: Verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data. Geographia Polonica Vol. 91.: 143-170
- [34]Szymański A., Lechowicz Z., Dziedzic Z 1998 – Dokumentacja geologiczno-inżynierska do projektu budynku biurowego na Placu Piłsudskiego w Warszawie. Geoteko Sp. z o.o., Geoprojekt Sp. z o.o.
- [35]Wolski W. i zespół 2010 – Dokumentacja geotechniczna dla II linii metra od stacji „Rondo Daszyńskiego” do stacji „Dworzec Wileński” w Warszawie, stacja C11 „Świętokrzyska”. GEOTEKO Sp. z o.o, Warszawa

Strony internetowe:

- [36]atlasy.pgi.gov.pl/; http://geoportal.pgi.gov.pl/atlas_y_gi
- [37]<https://baza.pgi.gov.pl/>
- [38]<https://cbdportal.pgi.gov.pl/geoinz/>
- [39]<https://geolog.pgi.gov.pl/>
- [40]<http://geologia.pgi.gov.pl>
- [41]<https://geoportal.pgi.gov.pl/midas-web>
- [42]<https://gis.pgi.gov.pl/>
- [43]<http://dm.pgi.gov.pl>
- [44]<https://www.pgi.gov.pl/narodowe-archiwum-geologiczne>
- [45]<https://www.mwkz.pl/rejestr-i-ewidencja-zabytkow>
- [46]<https://mapa.um.warszawa.pl/>
- [47]<http://saski2018.pl/historia/palac-saski/>