

BARG-ARTGEO
Spółka z o.o.
ul. Chmielewskiego 13
70-028 Szczecin
NIP 955-236-30-76
REGON 360230882, KRS 0000534180

DOKUMENTACJA
geologiczno – inżynierska ustalająca
warunki geologiczno – inżynierskie dla parkingu
podziemnego na działkach nr 394, 395/2, 395/3, 604/1,
604/3 i 773 obręb 0010 Stare Miasto na Placu
Słowiańskim w Legnicy, gmina i powiat miejski
Legnica, woj. dolnośląskie

Inwestor: Gmina Legnica
Plac Słowiański 8
59-220 Legnica

Opracował:

BARG-ARTGEO Sp. z o.o.

mgr Marek Ober

CZŁONEK ZARZĄDU

uprawnienia geologiczne nr 070947

Współudział:

BARG-ARTGEO Sp. z o.o.

Mateusz Resa
GEOLOG

mgr Artur Bącik

A. Bącik
upr. geologiczne nr VII-1442

BARG-ARTGEO Sp. z o.o.

mgr Mateusz Knapski
inż. ds. geologii
Uprawnienia geologiczne Nr XIII-003 DOL

BARG-ARTGEO Sp. z o.o.

mgr inż. Abraham Wojciechowski
GEOTECHNIK

Szczecin, sierpień 2017 r.

KARTA INFORMACYJNA
DOKUMENTACJI GEOLOGICZNO – INŻYNIERSKIEJ

Tytuł dokumentacji: **Dokumentacja geologiczno – inżynierska określająca warunki geologiczno – inżynierskie dla parkingu podziemnego na działkach nr 394, 395/2, 395/3, 604/1, 604/3 i 773 na Placu Słowiańskim w Legnicy**

Data rozpoczęcia badań: 2017.04.10 (otwór nr 1) i 2017.08.21

Data zakończenia badań: 2017.08.25

Liczba wykonanych wierceń: 13, metraż: 248.0 mb
wykonawca – BARG ARTGEO Sp. z o.o., 70-028 Szczecin, ul. Chmielewskiego 13;
otwór nr 1 – GeoJust s.c., 53-314 Wrocław, plac Powstańców Śląskich 8

M. Ober

Głębokość wiercenia: 15.0 - 20.0 m p.p.t.

Opróbowanie otworów:

Marek Ober, uprawnienia geologiczne nr 070947

Artur Bącik, uprawnienia geologiczne nr VII-1442

Grzegorz Buratyński, uprawnienia geologiczne nr VII-1436

M. Ober

Położenie otworów badawczych i sondowań DPH/FVT/CPTU w państwowym układzie współrzędnych:

Nr otworu	X	Y	Z (m n.p.m.)
1	5675170.04	5581009.35	120.71
2	5675187.41	5581056.33	120.89
3	5675197.44	5581076.48	120.67
4	5675202.86	5581100.15	120.19
5	5675149.37	5581050.48	120.33
6	5675161.10	5581069.96	120.63
7	5675171.02	5581090.67	120.49
8	5675180.62	5581115.19	120.02
9	5675126.63	5581062.03	119.86
10	5675134.73	5581083.75	120.17
11	5675144.98	5581105.45	120.03
12	5675156.01	5581123.20	119.88
13	5675112.06	5581069.57	119.86
1CPTU	5675128.13	5581063.73	119.86
2CPTU	5675181.49	5581059.01	120.62
3CPTU	5675165.02	5581112.57	119.89

Układ odniesienia: 2000/5

Miejsce przechowywania próbek gruntu – magazyn BARG-ARTGEO, Szczecin, ul. Chmielewskiego 13

M. Ober

Liczba wykonanych sondowań: 24, rodzaj sondowań: DPH, FVT, CPTU
łączy metraż sondowań 212.1 mb, 36 ścinań

M. Ober

Badania presjometryczne, dylatometryczne – nie prowadzono

Badania geofizyczne - nie prowadzono

Badania laboratoryjne: wilgotność, granice konsystencji, uziarnienie
liczba badań: 58 próbek

wykonawca – BETOTEST POLSKA Sp. z o.o.
70-028 Szczecin, ul. Chmielewskiego 13

BETOTEST POLSKA Sp. z o.o.
LABORATORIUM BUDOWLANE

inż. Aleksandra Ludwiczak-Sarzata
KIEROWNIK TECHNICZNY

Roboty ziemne – nie prowadzono

Sporządzający dokumentację: Marek Ober
numer uprawnień geologicznych: 070947

M. Ober

Szczecin, dnia 31 sierpnia 2017 r.

PREZYDENT MIASTA
LEGNICY
GOS.RS.6540.1.2017.XIX

Legnica, dnia 21 marca 2017r.

DECYZJA

Na podstawie:

- art. 79, art. 80 ust.1 i ust. 6, art. 156 ust. 1 pkt 3), art. 161 ust. 2 pkt 3), w związku z art. 6 ust. 2 ustawy z dnia 9 czerwca 2011r. Prawo geologiczne i górnicze (t. jedn. - Dz.U. z 2016r., poz. 1131 ze zm.),
- Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz.U. Nr 288 poz. 1696 ze zm.),
- art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (t. jedn. - Dz.U. z 2016r., poz. 23 ze zm.),

po rozpatrzeniu opracowania pt. „Projekt robót geologicznych na rozpoznanie warunków geologiczno - inżynierskich w podłożu projektowanego parkingu podziemnego - Legnica, Pl. Słowiański, dz. nr 394, 395/2, 395/3, 604/1, 604/3, 773 obręb Stare Miasto”, przedłożonego do tut. organu przy wniosku Pana Grzegorza Buratyńskiego - występującego w imieniu firmy GeoJust Spółka Cywilna Justyna Buratyńska Grzegorz Buratyński, Plac Powstańców Śląskich 8/1, 53 - 314 Wrocław (działającego na podstawie pełnomocnictwa inwestora - Prezydenta Miasta Legnicy), z dnia 13.02.2017r.,

zatwierdzam

„Projekt robót geologicznych na rozpoznanie warunków geologiczno - inżynierskich w podłożu projektowanego parkingu podziemnego - Legnica, Pl. Słowiański - dz. nr: 394, 395/2 395/3, 604/1, 604/3, 773 obręb Stare Miasto, gm. Legnica, pow. m. Legnica, woj. dolnośląskie” - dla zadania inwestycyjnego pn. Zagospodarowanie i rewitalizacja Placu Słowiańskiego w Legnicy - na czas oznaczony (2 lata) tj. do: 20 marca 2019r. (miejsce projektowanych robót geologicznych na dz. nr: 394, 395/2, 395/3 i 773 obręb ew. Stare Miasto w m. Legnica).

Podstawowe założenia projektowe:

Zadaniem geologicznym jest rozpoznanie warunków geologiczno - inżynierskich podłoża gruntowego w związku z zamierzoną budową parkingu podziemnego - w ramach zagospodarowania i rewitalizacji Placu Słowiańskiego w Legnicy.

Zakres prac obejmuje wykonanie:

- a) 13 szt. wiertniczych otworów badawczych o nr: 1 - 13; systemem wiercenia: mechanicznym obrotowo - udarowym, na sucho, z zastosowaniem świrdrów spiralnych, rurowych i łyżki wiertniczej, w kolumnie stalowych rur osłonowych średnicy zewnętrznej ϕ : 168 mm; do głębokości: 12,00 m ppt. (każdy otwór); o łącznym metrażu: 156,00 mb,
- b) badań, prac i obserwacji terenowych - wg p.: 5.4 Projektu...
- c) badań laboratoryjnych gruntów - wg p. 5.5 Projektu...
- d) prac geodezyjnych - wg p. 5.3 Projektu...
- e) prac kameralnych - wg p. 7 i 9 Projektu...

- 2 -

oraz korygowanie:

- głębokości otworów wiertniczych - do 20% projektowanej głębokości (zgodnie z p. 11.5 *Projektu...*
- lokalizacji otworów (wyłącznie w granicach działek nr: 394, 395/2, 395/3 i 773 - zgodnie z p. 11.6 *Projektu...*).

Uwagi i zalecenia:

1. Zgodnie z art. 81 ust. 1 pkt 1) i ust. 2 ustawy z dnia 9 czerwca 2011r. *Prawo geologiczne i górnicze* (t. jedn. - Dz. U. z 2016r., poz. 1131 ze zm.), zamiar rozpoczęcia robót geologicznych objętych niniejszym projektem należy zgłosić do Prezydenta Miasta Legnicy najpóźniej na dwa tygodnie przed zamierzonym terminem rozpoczęcia robót.
2. Wykonawca robót geologicznych objętych niniejszym projektem winien przechowywać próby przewiercanych utworów geologicznych (tzw. „próbki geologiczne czasowego przechowywania”) do czasu zatwierdzenia przez Prezydenta Miasta Legnicy dokumentacji powykonawczej z wykonanych prac.
3. Wyniki robót geologicznych należy przedstawić w *Dokumentacji geologiczno - inżynierskiej...*, opracowanej zgodnie z wymogami określonymi Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. z 2016r., poz. 2033), którą należy przedłożyć w 4 egz. w wersji papierowej oraz w postaci dokumentu elektronicznego (4 egz.) do Prezydenta Miasta Legnicy celem jej zatwierdzenia.
4. *Wykonywanie robót geologicznych na podstawie projektu robót geologicznych nie może naruszać praw właścicieli (użytkowników wieczystych) nieruchomości - zgodnie z art. 85b ustawy z dnia 9 czerwca 2011r. Prawo geologiczne i górnicze (t. jedn. - Dz.U. z 2016r., poz. 1131 ze zm.).*

Uzasadnienie

Pan Grzegorz Buratyński występujący w imieniu firmy GeoJust Spółka Cywilna Justyna Buratyńska Grzegorz Buratyński, Plac Powstańców Śląskich 8/1, 53 - 314 Wrocław, działając na podstawie pełnomocnictwa Prezydenta Miasta Legnicy, wystąpił do tut. organu z wnioskiem z dnia 13.02.2017r. o zatwierdzenie opracowania pn. „Projekt robót geologicznych na rozpoznanie warunków geologiczno - inżynierskich w podłożu projektowanego parkingu podziemnego - Legnica, Pl. Słowiański, dz. nr 394, 395/2, 395/3, 604/1, 604/3, 773 obręb Stare Miasto”. Do wniosku, zgodnie z wymogiem art. 80 ust. 2 i ust. 4 ustawy z dnia 9 czerwca 2011r. *Prawo geologiczne i górnicze* (t. jedn. - Dz. U. z 2016r., poz. 1131 ze zm.) dołączono 2 egz. ww. projektu, pełnomocnictwo, oraz zamieszczono we wniosku informację, iż właścicielem nieruchomości, na których będą prowadzone roboty geologiczne jest inwestor tj. Gmina Legnica. Projektowane roboty geologiczne będą wykonane wyłącznie na dz. nr: 394, 395/2, 395/3 i 773; obręb ew. Stare Miasto w m. Legnica. Do przedmiotowego projektu dołączono oświadczenie o posiadanym prawie do dysponowania nieruchomością na cele budowlane.

Przedłożony do zatwierdzenia przez tut. organ *Projekt robót geologicznych ...*, został opracowany w lutym 2017r. przez uprawnionego geologa mgr Grzegorza Buratyńskiego - upr. geolog. kat. V - 1629 i kat. VII - 1436, tj. zgodnie z wymogiem określonym §6 *Rozporządzenia Ministra*

Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz.U. Nr 288 poz. 1696 ze zm.).

Wg ww. projektu, opracowanego przez uprawnionego geologa, zaprojektowany zakres robót geologicznych (13 szt. wiertniczych otworów badawczych do głębokości 12,0 m każdy otwór wiertniczy oraz wykonanie prac, obserwacji i badań terenowych oraz laboratoryjnych) umożliwi rozwiązanie zadania geologicznego tj. dokonanie rozpoznania warunków geologiczno - inżynierskich w podłożu projektowanego przedsięwzięcia - w celu opracowania *Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej...*, odpowiadającej wymogom określonym Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno - inżynierskiej (Dz. U. z 2016r., poz. 2033).

W związku z art. 80 ust. 6 ustawy z dnia 9 czerwca 2011r. *Prawo geologiczne i górnicze* (t. jedn. - Dz. U. z 2016r., poz. 1131 ze zm.), zgodnie z wnioskiem, (p. 11.4 Projektu...), przedmiotowy projekt robót geologicznych zatwierdza się na czas oznaczony.

Zalecenia zawarte w p. 1- 3 na str. 2 niniejszej decyzji wynikają z uregulowań prawnych.

Zgodnie z wymogami ustawy, projekt robót geologicznych został przedłożony do zatwierdzenia przez właściwy organ administracji geologicznej - art. 80 ust. 1 i art. 161 ust. 2 pkt 3).

Z uwagi na to, że tut. organ jest organem administracji geologicznej właściwym do zatwierdzenia przedmiotowego projektu i jednocześnie organem opiniującym w tej sprawie, mając na uwadze art. 106 §1 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. *Kodeks postępowania administracyjnego* (t. jedn. - Dz.U. z 2016r., poz. 23 z późn. zm.), odstąpiono od wymogu uzyskania, przed zatwierdzeniem tego projektu, opinii wymaganej art. 80 ust. 5 ustawy z dnia 9 czerwca 2011r. *Prawo geologiczne i górnicze* (t. jedn. - Dz.U. z 2016r., poz. 1131 ze zm.).

Przedłożony do zatwierdzenia przez tut. organ ww. *Projekt robót geologicznych...* odpowiada wymogom określonym ustawą z dnia 9 czerwca 2011r. *Prawo geologiczne i górnicze* (t. jedn. - Dz.U. z 2016r., poz. 1131 ze zm.) oraz Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz.U. Nr 288 poz. 1696 ze zm.). Ponadto, zgodnie z projektem, lokalizacja, liczba i głębokość punktów badawczych, oraz zakres badań terenowych zostały określone przez zleceniodawcę, w uzgodnieniu z projektantem inwestycji.

Zawiadomienie o wszczęciu postępowania administracyjnego w przedmiotowej sprawie, tut. organ przesłał stronom postępowania, oraz podał do publicznej wiadomości poprzez zamieszczenie w publicznie dostępnym wykazie danych na stronie Biuletynu Informacji Publicznej Urzędu Miasta Legnicy www.um.bip.legnica.eu, oraz na tablicy ogłoszeń w siedzibie Urzędu Miasta Legnicy, 59 - 220 Legnica, pl. Słowiański 8. Strony postępowania zostały również zawiadomione, w oparciu o art. 10 § 1 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. *Kodeks postępowania administracyjnego* (t. jedn. - Dz.U. z 2016r., poz. 23 ze zm.) o możliwości zapoznania się z zebrany materiał, oraz o możliwości wniesienia ewentualnych uwag i wniosków przed wydaniem decyzji w tej sprawie. W wyznaczonym terminie nie wniesiono żadnych uwag ani wniosków.

Biorąc pod uwagę powyższe, orzeczono jak w sentencji.

Z up. Prezydenta Miasta

Jadwiga Hieszkiewicz
Zastępca Prezydenta

Pouczenie:

Od niniejszej decyzji przysługuje stronom prawo wniesienia odwołania do Samorządowego Kolegium Odwoławczego w Legnicy, w terminie czternaście dni od daty jej otrzymania, za pośrednictwem tut. organu.

- 4 -

Otrzymują:

1. Pan Grzegorz Buratyński GeoJust Spółka Cywilna Justyna Buratyńska Grzegorz Buratyński,
Plac Powstańców Śląskich 8/1, 53 - 314 Wrocław - *pełnomocnik inwestora + 1 egz. Projektu ...*
2. Minister Środowiska, Departament Geologii i Koncesji Geologicznych, ul. Wawelska 52/54,
00 - 922 Warszawa
3. Marszałek Województwa Dolnośląskiego, Wydział Geologii, ul. Wybrzeże J. Słowackiego 12-14,
50 - 411 Wrocław
4. Dyrektor Okręgowego Urzędu Górniczego we Wrocławiu, ul. Kotlarska 41, 50 - 151 Wrocław
5. Gmina Legnica: Wydział Gospodarki Nieruchomościami w/m
6. a/a (PAG w Legnicy) + 1 egz. *Projektu ...*

Do wiadomości:

1. Wydział IM w/m

Stosownie do wymogów ustawy z dnia 16 listopada 2006 r. o opłacie skarbowej (t. jedn.- Dz.U. z 2016r., poz. 1827), wydanie niniejszej decyzji jest zwolnione z opłaty skarbowej - art. 7 pkt 3).

Sporządziła:Bożena Siwicka - *gł. specjalista*

Tel.: 76 72 12 347

Spis treści

T e k s t

I. Wstęp

- I.1. Opis położenia geograficznego i administracyjnego terenu projektowanej inwestycji
- I.2. Ogólne informacje o dokumentowanym terenie
- I.3. Założenia technologiczne i konstrukcyjno – budowlane inwestycji, określenie kategorii geotechnicznej
- I.4. Opis wykonanych robót i wykorzystanych materiałów archiwalnych

II. Opis budowy geologicznej

III. Charakterystyka warunków hydrogeologicznych

IV. Ocena technicznych właściwości podłoża

V. Ocena warunków geologiczno – inżynierskich i prognoza wpływu projektowanej inwestycji na środowisko

VI. Wnioski

VII. Spis literatury i materiałów archiwalnych

Z a ł ą c z n i k i

1. Mapa przeglądowa w skali 1:10000
2. Mapa dokumentacyjna w skali 1:500
3. Mapa głębokości występowania gruntów słabonośnych w skali 1:500
4. Mapa miąższości gruntów antropogenicznych w skali 1:500
5. Mapa warunków budowlanych w skali 1:500
6. Mapa poziomów wodonośnych w skali 1:500
7. Mapa głębokości stropu utworów nieprzepuszczalnych w skali 1:500 dla pyłów (załącznik 7a), oraz glin pylastych i iłów piaszczystych (załącznik 7b)
8. Mapy przepuszczalności gruntów w skali 1:500 na głębokości 10.0 m p.p.t. (załącznik 8a) i w poziomie posadowienia (załącznik 8b)
9. Mapa osadów występujących w poziomie posadowienia w skali 1:500
10. Mapa głębokości występowania gruntów nośnych w skali 1:500
11. Objasnienia do przekrojów
12. Przekrój geologiczno – inżynierski I skali 1:100/250
13. Przekrój geologiczno – inżynierski II skali 1:100/250
14. Przekrój geologiczno – inżynierski III w skali 1:100/250
15. Przekrój geologiczno – inżynierski IV w skali 1:100/250
16. Przekrój geologiczno – inżynierski V w skali 1:100/250
17. Przekrój geologiczno – inżynierski VI w skali 1:100/250
18. Przekrój geologiczno – inżynierski VII w skali 1:100/250
19. Przekrój geologiczno – inżynierski VIII w skali 1:100/250

- 20. Przekrój geologiczno – inżynierski IX w skali 1:100/250
- 21. Przekrój geologiczno – inżynierski X w skali 1:100/250
- 22. Przekrój geologiczno – inżynierski XI w skali 1:100/250
- 23 – 34. Karty otworów (12 ark.)
- 35 – 58. Wyniki sondowań DPH (24 ark.)
- 59 – 65. Wyniki sondowań FVT (7 ark.)
- 66 – 70. Obliczenia stopnia zagęszczenia ID, stopnia plastyczności IL i wytrzymałości na ścinanie T_{max} dla warstw II – IV, VI, IX, X i sielOr (6 ark.)
- 71. Zestawienie wyników badań laboratoryjnych gruntów spoistych
- 72. Zestawienie wyników badań laboratoryjnych gruntów organicznych
- 73. Świadectwa badań kruszyw (22 ark.)
- 74. Wyniki sondowania 1CPTU (2 ark.)
- 75. Wyniki sondowania 2CPTU (2 ark.)
- 76. Wyniki sondowania 3CPTU (2 ark.)
- 77. Parametry geotechniczne warstw podłoża wyznaczone na podstawie charakterystyk penetracji z testów statycznego sondowania
- 78 – 81. Obliczanie obliczeniowych wartości parametrów geotechnicznych dla warstw II – VIII, X
- 82. – 83. Sprawozdania z badań wody
- 84. Protokół z wiercenia otworu geologiczno – inżynierskiego w ramach wykonywania robót geologicznych, GeoJust s.c. (G. Buratynski), czerwiec 2017 r. Protokół dotyczy wykonania otworu nr 1/A.

I. Wstęp

I.1. Opis położenia geograficznego i administracyjnego i geomorfologii terenu projektowanej inwestycji

Badany teren obejmuje działki nr 394, 395/2, 395/3, 604/1, 604/3 i 773 obręb 0010 Stare Miasto na Placu Słowiańskim w Legnicy. Gmina Legnica na prawach powiatu miejskiego położona jest w województwie dolnośląskim.

Przeznaczone pod projektowany parking działki są własnością Inwestora – Gminy Legnica, Plac Słowiański 8, 59-220 Legnica.

W fizycznogeograficznym podziale Polski jest to fragment jednostki nr 317.77 o nazwie Równina Legnicka, będącej częścią regionu 317.7 Nizina Śląsko - Łużycka.

Pod względem geomorfologicznym centrum Legnicy, obejmujące m.in. średniowieczne Stare Miasto, położone jest w dnie doliny Kaczawy, która ok 2.2 km na północny wschód od badanego terenu przyjmuje lewy dopływ – Czarną Wodę. Dawny zalewowy poziom doliny nadbudowany został nasypami, które wypełniają obecnie także przebiegającą przez obecny plac dawną wewnętrzną fosę miejskich obwarowań. Powierzchnia badanego terenu nachylona jest nieznacznie na wschód, rzędne otworów wykonanych dla niniejszej dokumentacji wahają się od 119.86 m n.p.m. (otwór nr 13), do 120.89 m n.p.m. (otw. nr 2), przy deniwelacji zaledwie 1.03 m.

I.2. Ogólne informacje o dokumentowanym terenie

Badany teren stanowi obecnie plac pomiędzy budynkami Urzędu Miejskiego od wschodu, oraz Starostwa Powiatowego od zachodu, w części urządzony jako trawniki i klomby, w części natomiast o powierzchni wykończonej granitowymi płytkami, z kamiennymi elementami małej architektury. Pośrodku placu stoi pomnik wdzięczności dla Armii Radzieckiej z 1951 roku – brązowa grupa rzeźbiarska na betonowym, oblicowanym kamieniem postumencie. Na obrzeżach placu przy ww. budynkach urzędów urządzone są parkingi o nawierzchni bitumicznej. Na plac od południa prowadzi podziemne przejście dla pieszych pod ulicą Skarbka.

Infrastruktura podziemna w granicach terenu badań obejmuje kanalizację deszczową biegnącą równolegle do północno – zachodniej i południowo – zachodniej granicy placu, wodociąg i kabel telefoniczny przy granicy północno - zachodniej, kable elektryczne niskiego napięcia (zasilające oświetlenie) na obrzeżach placu, a także nieczynna sieć gazowa niskiego ciśnienia w środkowej i południowej części placu, która doprowadzała gaz do zlikwidowanych po 2007 roku czterech zniczy przy narożach podbudowy pomnika.

Obiekty budowlane zlokalizowane w sąsiedztwie projektowanego parkingu podziemnego nie wykazują widocznych uszkodzeń, które mogłyby być skutkiem osiadań na zbyt słabym lub niejednorodnym podłożu. Pomimo że piwnice i przyziemie tych budynków uległy podtopieniu podczas powodzi w 1977 roku, brak także uszkodzeń spowodowanych przez wody rzeczne.

Dokumentowany teren położony jest poza granicami obszarów Natura 2000, oraz obszarów chronionych w rozumieniu ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody. W bezpośrednim sąsiedztwie wschodniej granicy działki nr 395/3 usytuowane są dwa drzewa uznane za pomniki przyrody.

Na terenie projektowanej inwestycji brak obiektów chronionych w rozumieniu ustawy z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami. Budynki uznane za zabytki i podlegające ochronie (budynki Urzędu Miasta przy Placu Słowiańskim 7 i 8) usytuowane są bezpośrednio na wschód od obszaru badań. Dokumentowany teren położony jest w granicach zabytkowego zespołu architektonicznego „Stare Miasto” w Legnicy.

Projektowany parking podziemny położony jest poza obszarami i terenami górniczymi.

I.3. Założenia technologiczne i konstrukcyjno – budowlane inwestycji, określenie kategorii geotechnicznej

W ramach rewitalizacji Placu Słowiańskiego projektowany jest jednokondygnacyjny podziemny parking o powierzchni 3620 m², mieszczący 118 miejsc postojowych. Z uwagi na potrzebę dostosowania poziomu parkingu do istniejącego przejścia podziemnego pod ulicą Skarbka, posadzka parkingu przypadać będzie na rzędnej 116.06 m n.p.m.; skąd przy zakładanej grubości płyty fundamentowej 0.74 m rzędna poziomu posadowienia wynosić będzie 115.32 m n.p.m. Konstrukcja garażu sięgać będzie ok. 4.5 – 5.5 m poniżej aktualnej powierzchni terenu. Na stropie parkingu urządzona zostanie właściwa powierzchnia placu z dużych płyt kamiennych, którą od budynków urzędów oddzielać będą dwie grupy regularnie rozmieszczonych drzew, a zamiast obecnego pomnika dominantę stanowić będzie zespół fontann. Technologia wykonania szczelnych ścian parkingu nie została jeszcze ustalona.

Zgodnie z § 4, pkt 3.2.c rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. poz. 463) projektowaną inwestycję zaliczyć należy do drugiej kategorii geotechnicznej.

Jeżeli parking zaprojektowany i wykonany zostanie w sposób właściwy, specjalny monitoring geotechniczny w trakcie jego eksploatacji nie będzie potrzebny.

Roboty ziemne i fundamentowe, a także specjalne roboty geotechniczne, muszą być prowadzone pod stałym nadzorem geotechnicznym, polegającym na sprawdzaniu rodzaju i stanu gruntów rodzimych w dnie wykopu fundamentowego, skuteczności odwodnień, a także na kontroli składu i zagęszczenia podsyppek i zasypek wykopów.

Niniejsza dokumentacja służyć ma do koncepcji i projektu budowlanego inwestycji.

I.4. Opis wykonanych robót i wykorzystanych materiałów archiwalnych

Roboty geologiczne dla niniejszej dokumentacji wykonane zostały w dwóch etapach. W dniu 2017.04.10 firma GeoJust s.c. wykonała otwór nr 1 do głębokości 15.0 m p.p.t., z otworu tego pobrano jedynie dwie próbki gruntu do analizy uziarnienia, nie wykonano jednak żadnego sondowania. Wyniki robót wykonanych przez GeoJust udokumentowane zostały w protokole opracowanym w czerwcu 2017 r. Dalsze roboty geologiczne przeprowadziła w dniach 2017.08.21 – 25 firma BARG-ARTGEO Sp. z o.o., wykonując 12 otworów, były to wiercenia mechaniczne obrotowe świdrem ślimakowym przelotowym o średnicy 140 mm, a także wiercenia ręczne rurowane, pogłębiane w rurach osłonowych o średnicy zewnętrznej 168 mm świdrem ślimakowym za pomocą wiertnicy mechanicznej WSG-W. Oba zastosowane sposoby wiercenia umożliwiały pomiar i zamykanie nawiercanych kolejno przejawów wody, oraz opróbowanie otworów, nadzór geologiczny robót uznał, w związku z tym, że możliwe jest zastąpienie przewidzianych w projekcie rur osłonowych świdrem przelotowym. Wiercenia wykonano do głębokości 17.0 – 20.0 m p.p.t., przy czym maksymalną głębokość osiągnięto aż w dziewięciu otworach. Pogłębienie otworów w stosunku o ok. 42 – 66% w stosunku do przewidzianej w projekcie robót geologicznych głębokości 12.0 m p.p.t. było konieczne w celu osiągnięcia stropu podścielającej utwory rzeczne serii neogeńskich utworów limnicznych, a także w celu ustalenia, czy limniczne gliny pylaste i łyły nie zawierają warstw nawodnionych piasków; głębokość zalegania i homogeniczność utworów limnicznych ma bowiem podstawowe znaczenie dla projektu parkingu podziemnego. W projekcie robót geologicznych przyjęto, że słabo przepuszczalne grunty genezy limnicznej zalegają znacznie płycej, niż okazało się to w rzeczywistości, stąd zakres korekty głębokości otworów okazał się od dwu-, do ponad trzykrotnie większy, niż zakres określony projektem i zatwierdzając go decyzyjną.

Łączny metraż wykonanych w obu etapach robót geologicznych wierceń wyniósł 248.0 mb. W każdym z otworów w poziomie stropu rzecznych żwirów i pospółek przerywano wiercenie, zapuszczając na dno otworu końcówkę sondy DPH,

po czym wykonywano sondowanie do spągu gruntów niespoistych (ew. głębsze partie sondowań DPH w obrębie gruntów spoistych pominięte zostały w ich interpretacji), łączny metraż sondowań DPH w gruntach niespoistych wyniósł 142.5 mb; sondowania te osiągnęły głębokość 13.0 – 20.0 m p.p.t. W przypadku 9 otworów w analogiczny sposób wykonywano z dna wiercenia sondowania sondą krzyżakową FVT (wg PN-EN 1997-2) do głębokości 4.5 – 15.0 m p.p.t. (22.0 mb), wypychając końcówkę sondy za pomocą wiertnicy i wykonując ścinania co ok. 0.5 m; ilość ścinań wyniosła 36 szt. Wykonano ponadto trzy sondowania statyczne CPTU do głębokości 11.6 – 2.0 m p.p.t. (47.6 mb). Sondowania te z uwagi na ograniczone możliwości kotwienia urządzenia zlokalizowano od ok. 2.5 do ok. 14.0 m od odwierconych wcześniej otworów, czwartego z zaplanowanych sondowań nie udało się wykonać z uwagi na zbyt dużą ilość uzbrojenia podziemnego.

Punkty otworów wytyczone zostały w terenie za pomocą domiarów prostokątnych w nawiązaniu do sąsiadującej z placem zabudowy. Punkty otworów zaniwelowano do pokryw studzienek telekomunikacyjnych i kanalizacyjnych. Poprzedzający niniejszą dokumentację projekt robót geologicznych opracowany został na podstawie mapy zasadniczej w skali 1:500. Wykonawcy robót geologicznych Inwestor udostępnił jedynie papierową kopię wycinka tej mapy, nie dołączając licencji na jej wykorzystanie.

W poniższej tabeli zestawiono współrzędne otworów i sondowań wykonanych dla niniejszej dokumentacji dodatku w. układzie odniesienia 2000/5:

Nr otworu	X	Y	Z (m n.p.m.)
1	5675170.04	5581009.35	120.71
2	5675187.41	5581056.33	120.89
3	5675197.44	5581076.48	120.67
4	5675202.86	5581100.15	120.19
5	5675149.37	5581050.48	120.33
6	5675161.10	5581069.96	120.63
7	5675171.02	5581090.67	120.49
8	5675180.62	5581115.19	120.02
9	5675126.63	5581062.03	119.86
10	5675134.73	5581083.75	120.17
11	5675144.98	5581105.45	120.03
12	5675156.01	5581123.20	119.88
13	5675112.06	5581069.57	119.86
1CPTU	5675128.13	5581063.73	119.86
2CPTU	5675181.49	5581059.01	120.62
3CPTU	5675165.02	5581112.57	119.89

Podczas wykonywania robót geologicznych z uwagi na charakter zagospodarowania placu, oraz na jego położenie w centrum miasta, konieczne było

zachowanie szczególnej dbałości o to, by nie dokonać trwałych zniszczeń trawników, klombów i nawierzchni z granitowych płytek. W tym celu przed rozpoczęciem wiercenia powierzchnię terenu przykrywano folią budowlaną o powierzchni ok. 8 m², a nadmiar urobku, którego nie dało się wykorzystać do likwidacji otworów, wynoszono do zamówionego w tym celu kontenera o pojemności 2.5 m³. Do zakończenia robót kontener ten niemal w całości został zapełniony gruntem.

Z podłoża badanego terenu pobrano do badań laboratoryjnych łącznie 58 próbek gruntów, w tym 32 próbki gruntów spoistych, 22 próbki gruntów niespoistych, oraz 4 próbki gruntów organicznych. Próbki pobierano stosując metodę B wg PN-EN 1997-2, dzięki czemu były to próbki klasy 3 wg kryteriów ww. normy.

Dla próbek gruntów spoistych oznaczono wilgotność naturalną, oraz granice konsystencji. Dla gruntów niespoistych oznaczono skład ziarnowy, natomiast dla gruntów organicznych wilgotność i zawartość części organicznych. Badania laboratoryjne gruntów prowadzono stosownie do zaleceń normy PN-EN 1997-2.

Z otworów nr 4 i 13 pobrano próbki wody gruntowej, dla których wykonano analizy chemiczne pod kątem ustalenia stopnia agresywności wody w stosunku do betonu.

Prace kameralne objęły interpretację wyników wierceń, sondowań, ścinań, wyników badań laboratoryjnych, oraz materiałów archiwalnych; obliczenia geotechniczne, oraz opracowanie załączników i tekstu dokumentacji.

Geologiczne materiały archiwalne dotyczące Placu Słowiańskiego zebrane zostały i omówione zostały w projekcie robót geologicznych, wykonanym przez firmę GeoJust s.c. (G. Buratyński). Jedynym opracowaniem, który bezpośrednio dotyczy badanego terenu, jest „Opinia geotechniczna z dokumentacją badań podłoża gruntowego dla budowy parkingu podziemnego w ramach zagospodarowania i rewitalizacji Placu Słowiańskiego w Legnicy – dz. nr geod. 395/1 obręb Stare Miasto”, wykonana w 2016 r. przez firmę „FOLTA” z Legnicy (T. Berliński). Opracowanie to oparte zostało na dwóch otworach do głębokości 10.0 m p.p.t., zakończonych w rzecznych żwirach.

Materiał archiwalny stanowi również dokumentujące pierwszy etap badań opracowanie p.t. „Protokół z wiercenia otworu geologiczno – inżynierskiego w ramach wykonywania robót geologicznych” z czerwca 2017 r., wykonane przez GeoJust s.c. (G. Buratyński). Do niniejszej dokumentacji włączono profil wykonanego przez GeoJust otworu (oznaczając go numerem 1/A), jednak brak dla tego profilu jakichkolwiek sondowań uniemożliwił wnioskowanie na jego podstawie o geotechnicznych właściwościach podłoża w tym miejscu.

Niniejszą dokumentację wykonano w siedmiu egzemplarzach, oraz w postaci elektronicznej, jako komplet plików pdf.

II. Opis budowy geologicznej

Na podstawie wykonanych wierceń, oraz analizy materiałów kartograficznych i archiwalnych stwierdzono, że rodzime podłoże badanego terenu budują osady wieku czwartorzędowego i trzeciorzędowego, wykształcone jako utwory rzeczne wieku plejstoceniowego i holoceniowego, oraz starsze utwory limniczne wieku neogenu (nierozdzielony górny miocen i pliocen).

Najgłębsze partie objętej badaniami strefy, poniżej 12.4 – 19.7 m p.p.t. (tj, poniżej rzędnych 100.49 – 107.49 m n.p.m., budują mioceńsko – plioceńskie utwory limniczne, wykształcone jako gliny pylaste (sacSi wg PN-EN 1997-2), występujące w 6 otworach (nr 2, 3, 4, 5, 6 i 10), oraz jako iły pylaste (siCl wg PN-EN 1997-2), na które natrafiono w 8 otworach (nr 5 i 7 - 13), przy czym w otworach nr 5 i 10 gliny pylaste o miąższości 1.8 – 2.5 m leżą na stropie ilów. Strop mioceńsko – plioceńskich utworów limnicznych zalega najpłycej w otworze nr 12, tam też osiąga najwyższą rzędną; najgłębiej występuje w otworze nr 4. Strop gruntów wieku przedczwartorzędowego obniża się generalnie w kierunku północnym, jego spadek pomiędzy otworami nr 12 i 4 na wschodnim skraju badanego obszaru wynosi blisko 13%.

Plejstoceniowe utwory rzeczne dzielą się na dwie odmienne pod względem litologicznym serie, akumulowane przez wody o bardzo zróżnicowanej prędkości przepływu – wysokiej gdy osadzały się żwiry, a malejącej niemal do zera w krótszych okresach, gdy powstawały warstwy pyłów. Rieczne grunty niespoiste to przede wszystkim żwiry (Gr wg PN-EN 1997-2), w głębszych partiach z domieszką otoczków, rzadziej pospółki (grSa wg PN-EN 1997-2), a lokalnie w otworze nr 4 także cienka warstwa piasku grubego (CSa wg PN-EN 1997-2). Miąższość poszczególnych stref zalegania żwirów i pospółek waha się od 0.5 do 11.8 m (najwięcej w otworze nr 3). W obrębie gruntów niespoistych we wszystkich otworach zalegają warstwy pyłów (si wg PN-EN 1997-2), najczęściej pojedyncze (w 10 otworach), tylko w otworach nr 4, 6 i 10 występujące w dwóch poziomach. Miąższość warstw pyłów waha się od 0.4 do 2.7 m (najwięcej w otworze nr 13); zalegają one na różnych głębokościach, od 5.7 do 12.0 m p.p.t. Strop plejstoceniowych utworów rzecznych zalega na głębokości 4.0 – 5.0 m p.p.t. (najpłycej w otworach nr 12 i 13).

W wykonanym przez GeoJust s.c. otworze nr 1/A dla rzecznych żwirów poniżej głębokości 9.6 m p.p.t. w opisie litologicznym gruntu podano informację o występowaniu w obrębie tej serii kamieni (otoczków) o średnicy do 0.2 m. Jeżeli jednak wiercenie prowadzono – zgodnie z zatwierdzonym projektem robót

geologicznych – w rurach okładzinowych o średnicy zewnętrznej 168 mm, w przypadku stosowania świdra rurowego (szlamówki) w oczywisty sposób nie było możliwe uzyskanie w urobku otoczków o średnicy przekraczającej około 8 - 10 cm, a przy wierceniu obrotowym za pomocą świdra ślimakowego średnica ta byłaby jeszcze mniejsza. Informacji podanej w opracowanym przez GeoJust s.c. protokole (załącznik 84) nie sposób wobec powyższego uznać za wiarygodną.

Rzeczne grunty niespoiste – żwiry pospółki i piaski są gruntami o stosunkowo wysokich wartościach współczynnika jednorodności uziarnienia, które oscylują w granicach ok. C_u 3.2 – 7.7. Norma PN-EN 1997-2 określa grunty niespoiste o $C_u < 6$ jako „grunty źle uziarnione”, a o wartości wyższej jako „dobrze uziarnione”, proponując dla nich odmienną interpretację sondowań dynamicznych. Ponieważ jednak przeważająca część próbek kwalifikuje się do grupy gruntów źle uziarnionych, taką właśnie, jednolitą interpretację przyjęto we wszystkich sondowaniach.

Utwory rzeczne wieku holocenińskiego występują w 10 otworach (nr 1/A, 2 – 7, 9, 11 i 13), zalegając na stropie plejstocenijskich rzecznych żwirów i pospółek. Są to grunty organiczne – humus ilasto – pylasty, czyli grunt określany dawniej jako namuł gliniasty; lokalnie w otworze nr 6 występuje także humusowa glina pylasta zwięzła (orsasiCl wg PN-EN 1997-2). Miąższość holocenijskich utworów rzecznych wynosi od 0.4 do 1.5 m (najwięcej w otworze nr 5), ich strop zalega na głębokości 3.5 – 4.3 m p.p.t.; są to najmłodsze grunty rodzime w podłożu badanego terenu.

Na stropie gruntów rodzimych leży pokrywa nasypów niekontrolowanych (Mg wg PN-EN 1997-2) o miąższości (liczonej łącznie z nawierzchnią placu i parkingów) 3.5 – 4.3 m p.p.t. Nasypy złożone są w przewadze z humusowych glin piaszczystych lub pylastych, często zawierają znaczną domieszkę gruzu. Znaczna część nasypów wypełnia dawną fosę, której przebieg - równoległy do ulicy Skarbka - nie zaznacza się jednak w przestrzennym ukształtowaniu ich spągu, co wyraźnie widoczne jest w na załączonych mapach izoliniowych.

Budowę geologiczną podłoża badanego obszaru obok przekrojów geologiczno – inżynierskich (załączniki 12 - 22) ilustrują także mapy w skali 1:500, będące elementem dokumentacji geologiczno – inżynierskiej wymagany przez rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno – inżynierskiej.

Na mapie osadów występujących w poziomie posadowienia parkingu (załącznik 9) przedstawiono dwa obszary, wydzielając rejony zalegania holocenijskich rzecznych gruntów organicznych (występują one tylko w narożach obszaru badań, w rejonie otworów nr 1/A i 4), oraz gruntów niespoistych (utworów rzecznych wieku plejstocenijskiego).

Na mapie miąższości gruntów antropogenicznych (załącznik 4) przedstawiono dwa obszary o zróżnicowanej miąższości tych gruntów: 3.0- 4.0 m i 4.0 – 5.0 m. Liczby przy otworach podają głębokości do spągu gruntów antropogenicznych w m p.p.t., oraz miąższość tych gruntów w metrach.

III. Charakterystyka warunków hydrogeologicznych

W wykonanych dla niniejszej dokumentacji otworach stwierdzono występowanie w rzecznych żwirach, pospółkach i piaskach wody gruntowej o zwierciadle napiętym przez nadkład słaboprzepuszczalnych nasypów i holocenów utworów rzecznych, nawierconym na głębokości 4.0 – 5.7 m p.p.t. (tj. na rzędnych 115.01 – 116.69 m n.p.m.), a stabilizującym się na głębokości 2.1 – 3.3 m p.p.t.; tj. na rzędnych 117.76 – 117.83 m n.p.m. w otworach z sierpnia 2017 r., oraz na głębokości 3,3 m p.p.t. (tj. na rzędnej 117.41 m n.p.m.). Poziom wody gruntowej w czerwcu b.r. był niższy o ok. 0.4 m od stanu stwierdzonego w 12 otworach w sierpniu b.r., różnica ta jest skutkiem zwiększonej w miesiącach letnich sumy opadów. Całość rzecznych gruntów niespoistych tworzy jeden gruby, ciągły poziom wodonośny, przesycony wodami Kaczawy, a występująca w nim woda podparta jest przez niżejległe, bardzo słabo przepuszczalne neogeńskie gilny pylaste i przede wszystkim iły pylaste. W większości otworów (za wyjątkiem nr 6) zaobserwowano także w gliniastych nasypach niekontrolowanych sączenia o zróżnicowanej wydajności, występujące na głębokości 1.4 – 3.5 m p.p.t.

Dane o głębokości do zwierciadła i sączenia wody w poszczególnych otworach zestawiono w poniższej tabeli. Na przekrojach geotechnicznych liczbami barwy niebieskiej przy każdym z otworów podano głębokości i rzędne (w nawiasach) wszystkich przejawów wody.

Otwór	Rzędna	Głębokość ustabilizowanego poziomu wody gruntowej	Rzędna	Głębokość nawierconej wody gruntowej	Głębokość sączeń
	m n.p.m.	m p.p.t	m n.p.m.	m p.p.t	m p.p.t
1/A	120.71	3.3	117.41	5.7	1.4
2	120.89	3.1	117.79	4.2	3.5
3	120.67	2.9	117.77	5.0	3.0
4	120.19	2.4	117.79	5.0	2.1
5	120.33	2.5	117.83	5.0	3.0
6	120.63	2.8	117.83	5.0	
7	120.49	2.7	117.79	5.0	2.3
8	120.02	2.2	117.82	4.0	2.4
9	119.86	2.1	117.76	4.5	1.9
10	120.17	2.4	117.77	4.7	2.1

Otwór	Rzędna	Głębokość ustabilizowanego poziomu wody gruntowej	Rzędna	Głębokość nawierconej wody gruntowej	Głębokość sążeń
11	120.03	2.2	117.83	4.7	2.0
12	119.88	2.1	117.78	4.0	1.6
13	119.86	2.1	117.76	4.0	2.4

Wobec wynoszącej blisko 0.4 m różnicy rzędnych wody gruntowej w otworach z kwietnia i sierpnia b.r., a także z uwagi na położenie badanego terenu w dnie doliny rzecznej, szacuje się, że amplituda wahań poziomu zwierciadła wody gruntowej w normalnych warunkach hydrologicznych (tzn. poza okresami wezbrań wód Kaczawy z prawdopodobieństwem 1% i mniejszym) osiągnąć może ok. 1.2 m, od rzędnej ok. 117.0 m n.p.m. w okresach suchych, do ok. 118.2 m n.p.m. w okresach o znacznie zwiększonej sumie opadów.

Poza opinią geotechniczną z 2016 r. brak archiwalnych danych na temat głębokości do zwierciadła wody gruntowej w podłożu Placu Słowiańskiego. W czerwcu 2016 r. w otworach dla tej opinii zwierciadło wody gruntowej miało stabilizować się na rzędnych 117.4 m n.p.m. i 118.2 m n.p.m., z czego wynika różnica 0.8 m na odległości ok. 30.0 m. W gruntach o wodoprzepuszczalności tak wysokiej, jak w rzecznych żwirach i piaskach, tak znaczny spadek hydrauliczny zwierciadła wody (wynosiłby on ok. 2.7%) nie jest możliwy przy niemal płaskiej powierzchni terenu, jedną z podanych w opinii wartości należy więc uznać za błędną, a błąd polegać może albo na niewłaściwym ustaleniu rzędnej otworu, albo na niewłaściwym pomiarze głębokości do zwierciadła wody.

Budujące podłoże działki grunty są gruntami o bardzo zróżnicowanej wodoprzepuszczalności. Dla gruntów niespoistych przeciętne wartości współczynnika filtracji wynoszą:

- dla żwirów (Gr) i pospótek (grSa) $k = 60 - 110 \text{ m/d}$
- dla piasków grubych (CSa) $k = 25 \text{ m/d}$

Powyższe wartości w przypadku obecności w piaskach warstewek gruntu spoistego dotyczą filtracji w kierunku równoległym do uwarstwienia, w kierunku poprzecznym wartości te są przynajmniej o jeden rząd wielkości niższe. Współczynnik filtracji dla limnicznych glin pylastych (sacI Si) i iłów (siCl) jest bardzo niski ($k < 0.001 \text{ m/d}$).

Warunki hydrogeologiczne w podłożu badanego terenu ilustrują mapy w skali 1:500, będące elementami dokumentacji geologiczno – inżynierskiej, wymaganymi przez rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno – inżynierskiej.

Na mapie poziomów wodonośnych (załącznik 6) przedstawiono dwa wydzielania, oznaczające obszary występowania napiętego zwierciadła wody, nawierconego na głębokości 4.0 – 5.0 m p.p.t., oraz 5.0 – 6.0 m p.p.t. Liczby przy otworach podają głębokości do nawierconego zwierciadła wody (m p.p.t.), oraz miąższość poziomu wodonośnego w metrach.

Mapę stropu utworów nieprzepuszczalnych (załączniki 7a i 7b) przedstawiono w dwóch redakcjach. Pierwsza z nich (zał. 7a) dotyczy głębokości do stropu warstw pyłów, zalegających w obrębie rzecznych żwirów i pospótek, wydzielono na niej cztery obszary w przedziałach co 1.0 m (oznaczające głębokości od 6.0 – 7.0 do 8.0 – 9.0 m p.p.t.). Druga mapa (zał. 7b) przedstawia głębokość do stropu neogeńskich gruntów genezy limnicznej, podścielających całość utworów rzecznych. Wydzielono tu 8 obszarów w przedziałach co 1.0 m, od głębokości 12.0 – 13.0 do 19.0 – 20.0 m p.p.t. Mapa ta ma duże znaczenie dla podjęcia decyzji o sposobie zabezpieczenia parkingu podziemnego przed wodą gruntową. Liczby przy otworach podają głębokość do stropu gruntów nieprzepuszczalnych, oraz ich miąższość.

Mapę przepuszczalności gruntów (załączniki 8a – 8b) opracowano dla dwóch głębokości w stosunku do poziomu terenu – 10.0 m p.p.t. (zał. 8a) i dla poziomu posadowienia 4.0 m p.p.t. (zał. 8.b). Na mapach tych wydzielono obszary gruntów przepuszczalnych (niespoistych) i słabo przepuszczalnych (spoistych), przy czym na głębokości 10.0 m p.p.t. występują wyłącznie grunty przepuszczalne.

Badany obszar jest obszarem zagrożonym powodziami. Na podstawie dostępnych na stronie Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego Plac Słowiański nie jest zagrożony wezbraniem o prawdopodobieństwie 10% (raz na 10 lat), a w przypadku wezbrań o prawdopodobieństwie 1% (raz na 100 lat) przy niezniszczonym wale przeciwpowodziowym granica obszaru zalewowego biegnie przy południowo - wschodnim skraju badanego terenu, sięgając najdalej w rejonie otworów nr 10, 12 i 13. W przypadku wezbrania o prawdopodobieństwie 1% po zniszczeniu wału, oraz wezbrania o prawdopodobieństwie 0.2% (raz na 500 lat) zalaniu ulega cała powierzchnia placu. Wobec powyższego nie opracowano mapy obszarów zagrożonych podtopieniami.

Cały przewidziany pod podziemny parking teren uległ zalaniu przez wezbrane wody Kaczawy w sierpniu 1977 r. po przerwaniu wałów przeciwpowodziowych na południowo – zachodnim skraju miasta. Maksymalny stan wody podczas tamtej powodzi oznaczono metalową marką na ścianie Urzędu Miasta.

Próbki wody gruntowej wykazują zróżnicowaną agresywność w stosunku do betonu. Woda z otworu nr 4 cechuje się agresywnością w klasie ekspozycji XA2 z

uwagi na zwartość agresywnego dwutlenku węgla. Woda z otworu nr 13, z tego samego poziomu wodonośnego, nie wykazuje cech agresywności.

IV. Opis właściwości fizyczno – mechanicznych gruntów

W obrębie rodzimego podłoża badanego terenu wydzielono 10 warstw geotechnicznych. Są to warstwy, które w pracach projektowych traktować należy jako partie podłoża o homogenicznych właściwościach fizyczno – mechanicznych.

WARSTWA I to rzeczne pospółki (grSa wg PN-EN 1997-2), nawodnione, luźne o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 31\%$. **Są to grunty o obniżonej nośności**, lokalnie w profilu otworu nr 4 budują strefę rozluźnienia o miąższości 0.7 (6.3 – 7.0 m p.p.t.).

WARSTWA II to rzeczne pospółki (grSa) i podrzędnie piaski grube (CSa wg PN-EN 1997-2), nawodnione, średniozagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 49\%$. Są to grunty nośne, występują w 5 otworach (nr 4, 7, 8, 9 i 10), najczęściej w płytszych partiach objętej badaniami strefy. Miąższość gruntów warstwy II wynosi 0.6 – 2.4 m (najwięcej w otworze nr 8).

WARSTWA III to rzeczne żwiry (Gr wg PN-EN 1997-2), nawodnione, średniozagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 47\%$. Są to grunty nośne, występują w 10 otworach (brak ich jedynie w otworach nr 4 i 9); budują płytsze partie utworów rzecznych, osiągając miąższość 0.6 – 4.2 m (najwięcej w otworze nr 7).

WARSTWA IV to rzeczne żwiry (Gr), nawodnione, średniozagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 56\%$. Są to grunty nośne, we wszystkich otworach budują głębsze partie utworów rzecznych, ich miąższość dochodzi do 3.4 m w otworze nr 10.

WARSTWA V to rzeczne pospółki (grSa), nawodnione, zagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 72\%$. Są to grunty nośne, występują jedynie w otworach nr 7 i 9, osiągając miąższość 3.0 – 6.5 m.

WARSTWA VI to rzeczne żwiry (Gr), nawodnione, zagęszczone o obliczeniowej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 69\%$. Są to grunty nośne, w 11 otworach (nr 2 – 8 i 10 – 13) budują najgłębsze partie utworów rzecznych, ich miąższość dochodzi do 8.0 m w otworze nr 2.

WARSTWA VII to rzeczne pyły (Si wg PN-EN 1997-2) i podrzędnie humusowa glina pylasta zwięzła (orsasiCl wg PN-EN 1997-2). Są to grunty wilgotne, w stanie

plastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji $I_c = 0.66$. Są to grunty o obniżonej nośności, we wszystkich otworach pyły budują w obrębie rzecznych żwirów i pospólek warstwy o miąższości do 2.7 m w otworze nr 13 (7.0 – 9.7 m p.p.t.); ponadto lokalnie w otworze nr 6 glina pylasta zwięzła o miąższości 0.7 m leży bezpośrednio pod nasypami, na stropie rzecznych gruntów organicznych.

WARSTWA VIII to rzeczne pyły (Si), wilgotne, w stanie twardoplastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji $I_c = 0.78$. Są to grunty nośne, lokalnie w profilu otworu nr 4 osiągają miąższość 1.2 m (8.4 – 9.6 m p.p.t.).

WARSTWA IX to limniczne neogeńskie gliny pylaste (saciSi wg PN-EN 1997-2), wilgotne, w stanie twardoplastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji $I_c = 0.83$. Są to grunty nośne, natrafiono na nie w 6 otworach (nr 2, 3, 4, 5, 6 i 10), gdzie budują najgłębsze partie objętej badaniami strefy. Gliny pylaste warstwy IX przewiercono tylko w otworach nr 5 i 10, gdzie podścielone są łąkami (ich miąższość wynosi tam 1.8 – 2.5 m).

WARSTWA X to limniczne neogeńskie łąki pylaste (siCl wg PN-EN 1997-2), wilgotne, w stanie twardoplastycznym o obliczeniowej wartości wskaźnika konsystencji $I_c = 0.94$. Są to grunty nośne, w 8 otworach (nr 5 i 7 - 13) budują najgłębsze partie podłoża.

Podział podłoża pod kątem właściwości fizyczno – mechanicznych gruntów pominął w całości nasypy niekontrolowane (oznaczono je na przekrojach symbolem „Mg”), oraz holoceniowe rzeczne grunty organiczne (humus ilasto – pylasty, oznaczony na przekrojach symbolem „Or”), sięgające łącznie głębokości 4.0 – 5.0 m p.p.t. Są to grunty o obniżonej nośności, na podstawie ścinań bez filtracji wody krzyżakową końcówką sondy FVT dla holoceniowego humusu ilasto – pylastego ustalono obliczeniową wartość wytrzymałości na ścinanie $T_{max} = 69$ kPa (w wysoce niejednorodnych nasypach ścinań nie wykonywano). Grunty obu ww. serii są gruntami słabymi, które nie mogą stanowić podłoża budowlanego; ponadto niemal w całości zalegają powyżej poziomu posadowienia garażu. Jedynie w rejonie otworów nr 1 i 4 grunty serii „Or” sięgają zaledwie odpowiednio 0.31 i 0.13 m poniżej poziomu posadowienia.

Rozprzestrzenienie i sposób zalegania warstw ilustrują załączone przekroje geologiczno – inżynierskie I – XI (załączniki 12 - 22) w skali 1:100/250. Na przekrojach tych przy profilach otworów przedstawiono w postaci wykresów wyniki sondowań dynamicznych (DPH i DPL) i statycznych (CPTU) – im większe jest oddalenie linii wykresu na lewo od pionowej linii zakresu sondowania, tym wyższa jest ilość uderzeń młota sondy dynamicznej na 10 cm wpędu żerdzi (N10), lub wartość oporu stożka sondy CPTU (q_c), a tym samym również obliczana na tej podstawie

wartość stopnia zagęszczenia I_D lub wskaźnika konsystencji I_c . Wykresy liniowe barwy czerwonej przedstawiają wyniki sondowań CPTU, wykresy schodkowe barwy brązowej – sondowań DPL, wykresy schodkowe barwy szarej – sondowań DPH.

Wartości obliczeniowe stopnia zagęszczenia gruntów niespoistych obliczono z wyników sondowań DPH, stosując podaną w PN-EN 1997-2, załącznik G, pkt G.1 interpretację dla gruntu źle uziarnionego powyżej i poniżej zwierciadła wody gruntowej.

Wartości obliczeniowe stopnia plastyczności gruntów spoistych wyprowadzono z wartości wytrzymałości gruntu na ścinanie bez odpływu wody, obliczonej na podstawie ścinań FVT, a także z wyników badań laboratoryjnych.

Wartości pozostałych zestawionych w poniższych tabelach parametrów geotechnicznych gruntów wyprowadzono na podstawie doświadczenia porównywalnego w rozumieniu PN-EN 1997-2 (metoda B w korelacji z wartością I_D wg PN-81/B-03020, przy uwzględnieniu symbolu konsolidacji „C” dla gruntów warstw VII - IX, oraz „D” dla warstwy X), oraz metodą badań *in situ* odczytanych na podstawie badań statyczną sondą CPTU. Wartości parametrów oznaczone gwiazdką (*) wyprowadzone zostały z sondowań CPTU, w przypadku kąta tarcia wewnętrznego dla gruntów niespoistych są one niższe od wartości ustalonych metodą B.

Nazwa parametru	W-wa I	W-wa II	W-wa III	W-wa IV	Wa-wa V	W-wa VI
Rodzaj gruntu	grSa	grSa, Gr	Gr	Gr	grSa	Gr
Stopień zagęszczenia I_D	31%	49%	47%	56%	72%	69%
Wilgotność naturalna W_n (%)	23	18	18	18	14	14
Gęstość objętościowa ρ ($t \cdot m^{-3}$)	2.00	2.05	2.05	2.05	2.10	2.10
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	37.08	33.18*	32.25*	34.11*	37.68*	38.48*
Edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej M_0 (kPa)	117032	150355	147366	164495	200692	193798
Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu E_0 (kPa)	105642	135222	132563	147814	180132	173969
Współczynnik nośności N_D	43.41	51.48	50.72	55.00	56.37	62.82
Współczynnik nośności N_B	24.05	30.01	29.43	32.65	33.70	38.70

Nazwa parametru	W-wa VII	W-wa VIII	W-wa IX	W-wa X
Rodzaj gruntu	Si	Si, sasiCl	saciSi	siCl
Wskaźnik konsystencji I_C	0.66	0.78	0.83	0.94
Wilgotność naturalna W_n (%)	24	22	20	33
Gęstość objętościowa ρ ($t \cdot m^{-3}$)	2.00	2.05	2.10	1.90
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	18.74*	19.98*	14.91	22.67*
Spójność c_u (kPa)	7.44*	8.10*	17.26	29.44*
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej M_0 (kPa)	20171	29268	29870	33019
Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu E_0 (kPa)	14120	20488	20909	18656
Współczynnik nośności N_D	2.96	3.86	3.91	2.99
Współczynnik nośności N_B	0.31	0.56	0.58	0.32
Współczynnik nośności N_C	9.27	10.84	10.93	9.32

* - wartości uzyskane metodą *in situ*, poprzez badania statyczną sondą CPTU (załączniki 78 – 81)

Na mapie głębokości występowania gruntów słabonośnych (załącznik 3) w skali 1: 500 przedstawiono izoliniami o cięciu co 1.0 m głębokości spągu gruntów o obniżonej nośności (luźne pospółki warstwy I) a także słabonośnych plastycznych pyłów i humusowych glin pylastych zwięzłych warstwy VII. Na mapie uwzględniono zalegające w obrębie nośnych pospółek i żwirów warstwy uplastycznionych pyłów o na ogół niewielkiej miąższości (warstwa VII). Wskutek tego największa przedstawiona na tej mapie głębokość do stropu gruntów nośnych wynosi 12.5 m p.p.t. w otworze nr 10, mimo że strop nośnych, średniozagęszczonych pospółek zalega w tym otworze nieznacznie powyżej poziomu posadowienia projektowanego obiektu, na mapie przedstawiono głębokość ich zalegania w celu możliwie dokładnego scharakteryzowania zmienności litologicznej i cech fizyczno – mechanicznych podłoża. Wartości liczbowe przy otworach oznaczają rzędną spągu gruntów o obniżonej nośności i gruntów słabonośnych w metrach p.p.t., oraz miąższości tych gruntów w metrach.

Na mapie głębokości występowania gruntów nośnych (załącznik 10) w skali 1:500, będącej elementem dokumentacji geologiczno – inżynierskiej wymaganym przez rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno – inżynierskiej (Dz. U. poz. 596), przedstawiono izoliniami o cięciu co 1.0 m głębokości do stropu gruntów nośnych.

Podobnie jak na mapie głębokości występowania gruntów słabonośnych, uwzględniono zalegające w obrębie pospółek i żwirów warstwy uplastycznionych gruntów (w-wa VII). Liczby przy otworach podają głębokość do stropu gruntów nośnych w metrach p.p.t.

V. Ocena warunków geologiczno – inżynierskich i prognoza wpływu projektowanej inwestycji na środowisko

Warunki geologiczno – inżynierskie w podłożu projektowanego parkingu podziemnego są niekorzystne.

Nośność podłoża jest wystarczająca dla posadowienia na płycie fundamentowej - słabe grunty organiczne genezy rzecznej tylko w dwóch miejscach sięgają nie więcej, niż 0.31 m poniżej poziomu podsadowienia, a zalegające głębiej, w obrębie rzecznych pospółek i żwirów, nieciągłe warstwy uplastycznionych pyłów (warstwa geotechniczna VII) osiągają stosunkowo niewielką miąższość.

Czynnikiem, który przesądza o niekorzystnych warunkach geologiczno – inżynierskich, jest natomiast posadowienie parkingu ok. 2.5 m poniżej zwierciadła wody gruntowej, a także fakt, że parking położony jest na terenie, który podczas wezbrań Kaczawy o prawdopodobieństwie 1% i niższym może zostać zalany wodami powodziowymi. W projekcie parkingu musi w związku z tym zostać rozwiązany problem nie tylko odpowiedniej szczelności konstrukcji, lecz także zabezpieczenia jej przed siłami wyporu wody gruntowej, mogącej w skrajnych przypadkach przesycać całość naziomu. Oddziaływanie sił wyporu będzie w przypadku projektowanej inwestycji szczególnie istotne, gdyż strop zagłębionej w nawodnionym gruncie skrzyni parkingu nie będzie obciążony żadnymi obiektami kubaturowymi, jak ma to miejsce w przypadku typowych rozwiązań garaży podziemnych.

Projektowany parking podziemny nie będzie wywierać niekorzystnego wpływu na środowisko. Wnętrze parkingu wyposażone zostanie w instalację odwodnieniową (konieczną w szczególności na wypadek uruchomienia instalacji przeciwpożarowej), odprowadzającą wody zbierane z wnętrza garażu do kanalizacji deszczowej, zapewne za pośrednictwem małej przepompowni.

VI. WNIOSKI

1. W podłożu projektowanego parkingu podziemnego na Placu Słowiańskim w Legnicy występują neogeńskie limniczne gliny pylaste (sacI Si) i iły pylaste (siCl), na który leży gruba seria rzecznych żwirów (Gr) i pospółek (grSa), przewarstwionych pyłami (Si), przykryta holoceniowymi rzecznymi gruntami organicznymi (humusu pylasto – ilasty) o miąższości 0.4 – 1.5 m, oraz nasypami niekontrolowanymi (Mg) o

miąższości 3.5 – 4.3 m.

2. Całość gruntów niespoistych w objętej badaniami strefie tworzy jeden ciągły poziom wodonośny, przesycony wodą o zwierciadle napiętym, nawierconym na głębokości 4.0 – 5.7 m p.p.t. (tj. na rzędnych 115.01 – 116.69 m n.p.m.), a stabilizującym się na głębokości 2.1 – 3.3 m p.p.t.; tj. na rzędnych 117.41 – 117.83 m n.p.m.

Amplituda możliwych wahań poziomu zwierciadła wody gruntowej w normalnych warunkach hydrologicznych (tzn. poza okresami najwyższych wezbrań wód Kaczawy) osiągnąć może ok. 1.2 m, od rzędnej ok. 117.0 m n.p.m. w okresach suchych, do ok. 118.2 m n.p.m. w okresach o znacznie zwiększonej sumie opadów.

Rzeczne pospółki i żwiry to grunty o bardzo dobrej wodoprzepuszczalności, mogącej nawet przekraczać wartość współczynnika filtracji $k = 100$ m/d.

Warunki wodne dla budowy i eksploatacji podziemnego parkingu są wobec powyższego mało korzystne, a pogarsza je ponadto fakt, że cały Plac Słowiański jest terenem zalewowym w przypadku wezbrań o prawdopodobieństwie 1% (po zniszczeniu wałów przeciwpowodziowych) i niższym. Ostatnio teren ten zalany został przez powódź w 1977 r.

3. Warunki gruntowe są korzystne, ponieważ w poziomie posadowienia zalegają niemal wyłącznie nośne grunty niespoiste – rzeczne żwiry i pospółki. Tylko w północnym i zachodnim narożu placu poniżej poziomu posadowienia sięga niewielka ilość holocenijskiego humusu ilasto – pylastego.

Na mapie geologiczno – inżynierskiej (warunków budowlanych - załącznik 5) w skali 1:500, będącej elementem dokumentacji geologiczno – inżynierskiej wymaganym przez rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno – inżynierskiej (Dz. U. poz. 596), wydzielono obszary występowania plastycznych gruntów organicznych oraz średnio zagęszczonych gruntów niespoistych w poziomie posadowienia budynków. Na mapie przedstawiono także obszary występowania zwierciadła, oraz sączeń wody gruntowej podając ich głębokość w m p.p.t.

4. Na przekroje geologiczno – inżynierskie naniesiono poziom posadowienia parkingu (linia barwy czerwonej). Na całej powierzchni placu przypada on ok. 2.5 m poniżej ustabilizowanego poziomu zwierciadła wody gruntowej.

W związku z tym realizacja dużej budowli podziemnej, nieobciążonej na stropie obiektem kubaturowym, jak ma to miejsce z reguły w przypadku budynków mieszkalnych lub biurowych, wymaga z jednej strony zapewnienia pełnej szczelności

parkingu, a z drugiej strony zabezpieczenia go przed oddziaływaniem sił wyporu wody.

Zadanie to ułatwia fakt zalegania w najgłębszych partiach podłoża ciągłej, grubej serii bardzo słabo przepuszczalnych neogeńskich glin pylastych i iłów. Po otoczeniu wykopu fundamentowego odzyskiwaną ścianą szczelną (ze stalowych grodzic) lub ścianą szczelinową, można będzie obniżyć poziom wody w obrębie ściany za pomocą igłofiltrów, a następnie zrealizować płytę fundamentową i ściany parkingu. Ponieważ w przypadku ściany szczelnej po wyciągnięciu jej brusów na skrzynię parkingu oddziaływać zacznie wypór wody, konieczne będzie wykonanie poniżej płyty szeregu pali kotwiących, które zabezpieczą parking przed możliwością podniesienia go przez wodę. Jeżeli zastosowana zostanie ściana szczelinowa, to pełnić będzie ona funkcję ścian obwodowych parkingu i trwale ograniczy możliwość dopływu wody do gruntu poniżej płyty fundamentowej. Rozwiązanie takie jest z pewnością droższe, niż sama odzyskiwana ściana szczelna, jest jednak znacznie bezpieczniejsze dla sąsiadujących z placem budowy zabytkowych budynków, nie powoduje bowiem wibracji.

Nowoczesne technologie specjalistycznych robót geotechnicznych pozwalają wykonać odcinającą dopływ wody przesłonę także w inny sposób (np. jako palisadę z kolumn DSM).

W każdym przypadku wytworzona wokół wykopu ściana – czasowa lub stała - sięgać musi przynajmniej ok. 2 m poniżej stropu glin pylastych i iłów, co oznacza wykonanie jej do głębokości ponad 20 m w rejonie zachodniego naroża parkingu. Głębokości do stropu tych gruntów przedstawiono na załączniku 7b. Odcięcie możliwości bocznego i dolnego dopływu wody do wykopu za pomocą szczelnej przegrody, sięgającej poniżej stropu słabo przepuszczalnych limnicznych glin i iłów, niezależnie od korzyści technicznych dla budowy i eksploatacji parkingu pozwoli zamknąć depresję w granicach działek przeznaczonych pod inwestycję i uniknąć konieczności uzyskania pozwolenia wodnoprawnego na odwodnienie wykopu.

W przypadku każdej z ww. technologii wykonania obudowy wykopu (jednak szczególnie w przypadku ścian ze stalowych brusów) utrudnienie stanowić mogą zalegające w głębszych partiach utworów rzecznych otoczaki.

5. Jeżeli parking zaprojektowany i wykonany zostanie w sposób właściwy, specjalny monitoring geotechniczny w trakcie jego eksploatacji nie będzie potrzebny. Obliczenia statyczne powinny uwzględniać najbardziej niekorzystny przypadek oddziaływania sił wyporu podczas powodzi, gdy poziom wód rzecznych będzie równy z poziomem powierzchni terenu. Przy jeszcze wyższych stanach wody, gdy powierzchnia placu zostanie zalana na wysokość ponad 0,5 m (wg map dla wezbrań o

prawdopodobieństwie pięćsetletnim, oraz stuletnim w przypadku zniszczenia wałów), wnętrze garażu zostanie wypełnione wodą, co zabezpieczy parking przed wyporem.

6. Roboty ziemne i fundamentowe muszą być prowadzone pod stałym nadzorem geotechnicznym, polegającym na sprawdzaniu rodzaju i stanu gruntów rodzimych w dnie wykopów fundamentowych, skuteczności odwodnień wykopów, a także na kontroli składu i zagęszczenia zasypek wykopów, oraz ew. podsypek. Sprawdzanie skuteczności odwodnienia wykopów polegać powinno na pomiarach obniżania zwierciadła wody w wykonanych w tym celu specjalnych otworach kontrolnych. Otwory takie, w ilości ok. 2 – 4 szt. w obrysie parkingu, powinny zostać wykonane do głębokości ok. 2 - 3 m poniżej docelowego poziomu dna wykopu, a ich konstrukcja (np. rura PVC 50 lub 75 mm, część filtrowa o długości ok. 0.5 m z kilkudziesięcioma otworami średnicy ok. 10 mm, owinięta siatką filtracyjną lub nawet agrotkaniną) umożliwiać ma cykliczne pomiary głębokości zwierciadła wody.

7. Badany teren nie znajduje się w obszarach zagrożonymi osuwiskami.

8. Według kryteriów określonych w rozporządzeniu MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 27 kwietnia 2012 r., poz. 463) projektowany parking będzie obiektem należącym do drugiej kategorii geotechnicznej, a warunki gruntowe w jego podłożu są złożone.

9. Powyższe wnioski należy rozpatrywać łącznie z normą PN-EN 1997-2.

10. Niniejszą dokumentację należy przedłożyć do zatwierdzenia przez Prezydenta Miasta Legnicy.

VII. Spis literatury i materiałów archiwalnych

a) wykorzystane normy, mapy i literatura

- 1) PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie
- 2) PN-EN 1997-1 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne
- 3) PN-EN 1997-2 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego
- 4) PN-EN ISO 22467-2 Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania plolwe – Część 2: Sondowania dynamiczne

- 5) Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50000, ark. Leghnica (723) wraz z objaśnieniami, opr. A. Łabno, 1981
 - 6) Mapa regionalizacji fizycznogeograficznej Polski. Skala 1:1 500 000. Atlas Rzeczypospolitej Polskiej. Główny Geodeta Kraju 1994
 - 7) Mapa topograficzna Polski. Arkusz M-33-33-A-d-3 Legnica.. Skala 1:10 000. Główny Geodeta Kraju. Warszawa 2003
 - 8) Wiłun Z.: Zarys geotechniki, Warszawa 1982
 - 9) Kostrzewski W.: Parametry geotechniczne gruntów budowlanych oraz metody ich oznaczania, Poznań 1998
 - 10) Motak E.: Fundamenty bezpośrednie. Wzory, tablice, przykłady, Warszawa 1988
 - 11) Wysokiński L., Kotlicki W., Godlewski T.: Projektowanie geotechniczne na według Eurokodu 7, Warszawa 2011
 - 12) Siemińska – Lewandowska A., Głębokie wykopy. Projektowanie i wykonawstwo, Warszawa 2011
 - 13) Pisarczyk. S.: Gruntoznawstwo inżynierskie, Warszawa 2014
- b) wykorzystane materiały archiwalne
- 1) Protokół z wiercenia otworu geologiczno – inżynierskiego w ramach wykonywanych robót geologicznych, opr. GeoJust S.C. (G. Buratyński), czerwiec 2017 (protokół stanowi załącznik XX do niniejszej dokumentacji)

Opracował:

mgr Marek Ober
uprawnienia geologiczne nr 070947

71-280 Szczecin, Mickiewicza 109/1