

GEOSYSTEM

JACEK JASTRZĘBSKI

ul. Bukowa 15
55 - 100 Świątniki

NIP: 899-251-74-71
REGON: 361683232

e-mail: biuro@geosystemjastrzebski.pl
e-mail: jacek-jastrzebski@o2.pl

www.geosystemjastrzebski.pl
tel.: 604 903 161

INWESTOR: GMINA WROCŁAW
pl. Nowy Targ 8
50-141 Wrocław

PRZEDSTAWICIEL Wrocławskie Inwestycje Sp. z o.o.
INWESTORA: ul. Ofiar Oświęcimskich 36
50-059 Wrocław

ZLECENIODAWCA: Biuro Projektów Dróg i Mostów
BBKS-PROJEKT Sp. z o.o.
ul. Bezymia 10/1
53-204 Wrocław



***DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA
dla przebudowy torowiska tramwajowego w ul. Bardzkiej na odcinku
pomiędzy ul. Kamienną i al. Armii Krajowej we Wrocławiu w ramach
zadania nr 04811: pn "Budowa bus-pasa na istniejącym torowisku
w ciągu ul. Bardzkiej na odcinku od ul. Pięknej do Armii Krajowej"***

Lokalizacja:

Działka ew. nr 81 – obręb Południe, 5/3 – obręb Gaj
Ulica: Bardzka
Miasto: Wrocław
Gmina: Miasto Wrocław
Powiat: Miasto Wrocław
Województwo: dolnośląskie

Opracowanie:

mgr Jacek Jastrzębski
geolog inżynierski
upr. MŚ nr VII-1491

Właściciel podmiotu opracowującego:

mgr Jacek Jastrzębski

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	9
1.1. Przedmiot i cel opracowania	9
1.2. Podstawy prawne	9
2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ	9
2.1. Lokalizacja terenu badań	9
2.2. Położenie geograficzne, morfologia i hydrografia	9
2.3. Zagospodarowanie terenu badań	10
2.4. Budowa geologiczna	10
2.5. Warunki hydrogeologiczne	10
3. CHARAKTERYSTYKA PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI I WYMAGANIA TECHNICZNO-BUDOWLANE	11
4. DANE UMOŻLIWIAJĄCE WARIANTOWE ROZWIĄZANIE PRZEBIEGU TRASY PROJEKTOWANEJ INWESTYCHU	11
5. ZAKRES WYKONANYCH BADAŃ I OPIS METOD BADAWCZYCH	11
5.1. Prace terenowe	11
5.1.1. Pomiary geodezyjne	11
5.1.2. Wiercenia badawcze	11
5.1.3. Profilowanie otworów badawczych	12
5.1.4. Pobór próbek gruntu i próbek warstw konstrukcyjnych nawierzchni	12
5.1.5. Obserwacje i pomiary wód gruntowych	12
5.1.6. Sondowania dynamiczne DPL	12
5.1.7. Prace kartograficzne	12
5.2. Badania laboratoryjne	13
5.3. Prace dokumentacyjno-zestawcze	14
6. WARUNKI GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE	14
6.1. Charakterystyka serii litologiczno-genetycznych	14
6.2. Charakterystyka warstw geologiczno-inżynierskich oraz właściwości fizyczno-mechaniczne gruntów	14
6.3. Charakterystyka warunków hydrogeologicznych	15
6.4. Charakterystyka warunków geologiczno-inżynierskich	15
6.5. Ocena warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb budowy inwestycji	15
6.6. Nośność podłoża	16
6.7. Przydatność gruntów z wykopów do budowy nasypów	16
6.8. Określenie kierunków rekultywacji obszarów zmienionych antropogenicznie	16
6.9. Wskazania dotyczące sposobu posadowienia, określenie metod wzmocnienia słabego podłoża i zalecenia dotyczące realizacji robót ziemnych	16
6.10. Ocena zakresu badań terenowych i laboratoryjnych wykonanych dla ustalenia warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb budowy obiektu budowlanego	16
6.11. Złożoność warunków gruntowych i kategoria geotechniczna obiektu budowlanego	17
7. ZAKRES I SPOSÓB PROWADZENIA MONITORINGU PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI	17
8. PROGNOZA WPŁYWU PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI NA ŚRODOWISKO GRUNTOWO-WODNE	17
9. ZŁOŻA KOPALIN MOŻLIWE DO WYKORZYSTANIA PRZY BUDOWE PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI	17
10. PODSUMOWANIE	17
11. WYKORZYSTANE MATERIAŁY	18

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW GRAFICZNYCH I TABELARYCZNYCH

Załącznik nr 1	Mapa przeglądowa z lokalizacją terenu badań w skali 1 : 10 000
Załącznik nr 2	Szczegółowa Mapa Geologiczna i Hydrogeologiczna Polski, arkusz Wrocław w skali 1 : 50 000
Załącznik nr 3	Mapa Geośrodowiskowa Polski, PLANSZA A, arkusz Wrocław w skali 1 : 50 000
Załącznik nr 4	Mapa dokumentacyjne z lokalizacją punktów badawczych w skali 1 : 500
Załącznik nr 5	Karty otworów geologiczno-inżynierskich
Załącznik nr 6	Zestawienie właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów
Załącznik nr 7	Zestawienie tabelaryczne wyników badań terenowych
Załącznik nr 8	Zestawienie wyników badań laboratoryjnych
Załącznik nr 9	Przekrój geologiczno-inżynierski I – I'
Załącznik nr 10	Objaśnienia do przekroju geologiczno-inżynierskiego
Załącznik nr 11	Mapy geologiczno-inżynierskie
Załącznik nr 11.1	Mapa zasięgu występowania gruntów słabonośnych wraz z ich miąższością w skali 1 : 500
Załącznik nr 11.2	Mapa warunków geologiczno-inżynierskich w skali 1 : 500
Załącznik nr 11.3	Mapa zasięgu obszarów zagrożonych potopieniami w skali 1 : 500
Załącznik nr 12	Zestawienie złóż naturalnych kruszyw piaskowo-żwirowych w powiecie wrocławskim
Załącznik nr 13	Licencja na wykorzystanie map

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot i cel opracowania

Przedmiotem opracowania jest *DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA dla przebudowy torowiska tramwajowego w ul. Bardzkiej na odcinku pomiędzy ul. Kamienną i al. Armii Krajowej we Wrocławiu w ramach zadania nr 04811: pn "Budowa bus-pasa na istniejącym torowisku w ciągu ul. Bardzkiej na odcinku od ul. Pięknej do Armii Krajowej"*.

Celem opracowania jest określenie warunków geologiczno-inżynierskich występujących na analizowanym terenie, a w szczególności:

- określenie rodzaju i stanu gruntów zalegających w podłożu inwestycji wraz z układem warstw w profilu pionowym i lateralnym oraz głębokości ich występowania,
- rozpoznanie warunków hydrogeologicznych oraz określenie przewidywanych wahań zwierciadła wody gruntowej,
- określenie właściwości fizyczno-mechanicznych warstw gruntów występujących w podłożu inwestycji,
- rozpoznanie niekorzystnych zjawisk geologicznych i antropogenicznych, mogących mieć wpływ na budowę i eksploatację projektowanej inwestycji.

1.2. Podstawy prawne

Niniejsza *DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA* została sporządzona na etapie badań podstawowych do Projektu Budowlanego, przez firmę GEOSYSTEM Jacek Jastrzębski z siedzibą w Świątnikach, przy ulicy Bukowej 15 na zlecenie Biura Projektów Dróg i Mostów BBKS-PROJEKT Sp. z o.o., z siedzibą we Wrocławiu przy ulicy Beyzyma 10/1. Inwestorem przedmiotowego przedsięwzięcia jest Gmina Wrocław, pl. Nowy Targ 8.

Prawny wymóg sporządzenia niniejszego opracowania stanowi:

- Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. *Prawo geologiczne i górnicze* (Dz.U. 2023, poz. 633),
- Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w *sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych* (Dz. U. 2012, poz. 463).

Niniejszą *DOKUMENTACJĘ GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKĄ* sporządzono na podstawie Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w *sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno inżynierskiej* (Dz. U. 2016, poz. 2033 z późn. zm.), w oparciu o prace przeprowadzone w dniach 06-23.09.2023 r., w tym roboty geologiczne zrealizowane w dniu 06.09.2023 r., których zakres został ujęty w „*PROJEKCIE ROBÓT GEOLOGICZNYCH...*”, zatwierdzonym 4 sierpnia 2023 r. decyzją WSR-GK.6540.19.2023.AW (L.dz. 246840) przez PREZYDENTA WROCŁAWIA.

2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ

2.1. Lokalizacja terenu badań

Administracyjnie teren badań zlokalizowana jest w województwie dolnośląskim, powiecie Miasto Wrocław i gminie Miasto Wrocław, w centrum miasta Wrocławia, w rejonie ulic Bardzkiej, na działkach ew. nr 81 – obręb Południe i 5/3 – obręb Gaj. Lokalizację terenu badań przedstawiono na **Załączniku nr 1**.

2.2. Położenie geograficzne, morfologia i hydrografia

Zgodnie z przyjętym systemem regionalizacji fizycznogeograficznej (J. Kondracki) teren badań położony jest w prowincji Nizina Środkowoeuropejska (31), podprowincji Niziny Środkowopolskie (318), w obrębie makroregionu Nizina Śląska (318.5), która tworzy rozległą równinę, rozciągającą się po obu stronach Odry, pomiędzy Przedgórzem Sudeckim i Sudetami od południowego-zachodu, Wałem Trzebnickim od północy oraz Wyżyną Śląską od wschodu. Analizowany teren położony jest w granicach mezoregionu Równiny Wrocławskiej.

Morfologia obszaru badań jest efektem morfogenezy plejstoceniowej i holoceniowej oraz sporym wpływem antropogenicznym. Morfologicznie teren samych wierceń jest słabo zróżnicowany.

2.3. Zagospodarowanie terenu badań

Teren badań położony jest w centrum miasta Wrocław i charakteryzuje się stosunkowo ścisłą zabudową miejską. Sam teren badań położony jest w obrębie terenów zielonych (trawników). Na rozpatrywanych działkach przebiegają sieci energetyczne, kanalizacyjne, deszczowe i wodociągowe oraz linie tramwajowe wraz z niezbędną infrastrukturą.

2.4. Budowa geologiczna

Pod względem geologicznym teren badań położony jest w obrębie jednostki geologiczno-strukturalnej monokliny przedsudeckiej, zbudowanej ze skał permsko-mezozoicznych oraz kompleksu kenozoicznego osadów trzeciorzędowych i czwartorzędowych.

Utwory starszego podłoża – permu, reprezentowane są przez piaskowce i zlepieńce czerwonego spągowca oraz iłowce, anhydryty, dolomity, wapienie i piaskowce cechsztynu.

Osady triasu zostały wykształcone w trzech okresach stratygraficznych: pstręgo piaskowca, wapienia muszlowego i kajpru. Pstry piaskowiec dolny to kompleks piaskowców pstrych i drobnoziarnistych. Miąższość tej serii przekracza 400 m. Piaskowiec pstry górny w wyniku ruchów obniżających tworzy mocno zróżnicowaną litologicznie serię osadów pochodzenia morskiego, wykształconą w postaci iłowców, anhydrytów, wapieni, piaskowców i dolomitów, miąższości rzędu kilku metrów. Wapień muszlowy dolny to wapień płytowe i faliste, miejscami zlepieńcowate. Wapień muszlowy środkowy zbudowany jest z dolomitów i wapieni z wkładkami margli. W górnym przeważają wapienie dolomityczne silnie spękane. Kajper stanowi podłoże dla kompleksu osadów kenozoicznych. Zbudowany jest z iłów i mułowców. Częste są przewarstwienia gipsów i szarych piaskowców ilastych. Cała seria ww. utworów monokliny przedsudeckiej osiąga miąższość około 1100 m.

Na utworach krystalicznych monokliny przedsudeckiej zalega niezgodnie kompleks osadów kenozoicznych. Trzeciorzędowe osady reprezentowane są przez miocen środkowy i górny oraz pliocen górny. Miocen środkowy wykształcony jest w postaci iłów szarych i jasnoszarych z wkładkami tzw. iłów płomienistych. W iłach częste są przewarstwienia mułków oraz piasków drobnoziarnistych i mułkowatych. Sporadycznie spotyka się również cienkie warstewki węgla brunatnego lub iłów zawęglonych. Miąższość tej serii wynosi około 100 m. W miocenie górnym występują iły o zabarwieniu oliwkowo-szarym z konglomeratami wapnistymi. W części spągowej pojawiają się przewarstwienia piaszczysto-mułkowe z cienką warstwą węgla brunatnego. Miąższość tej serii wynosi maksymalnie 97 m. Trzeciorzędową sedymentację kończy pliocen górny w postaci glin, piasków i żwirów serii Gozdniczy, występującej w formie izolowanych płatów o miąższości do 23 m.

Utwory czwartorzędu reprezentowane są przez zróżnicowane litologicznie osady zlodowacenia południowo-polskiego, środkowopolskiego i północnopolskiego, jak i rzeczne osady holoceny. Osady te wypełniają Niekę Wrocławską, a miąższość ich osiąga średnio 40 – 50 m.

Zgodnie z *Szczegółową Mapą Geologiczną Polski* – arkusz Wrocław [Załącznik nr 2] teren badań położony jest na wychodniach utworów czwartorzędowych – fluwiogłajalnych zlodowacenia środkowopolskiego oraz antropogenicznych – nasypowych, których miąższość często przekracza 2,0 m.

Teren badań położony jest poza zasięgiem obszarów objętych zjawiskami geodynamicznymi, takimi jak procesy osuwiskowe, kresowe, erozyjne, abrazja, sufozja, itp.

2.5. Warunki hydrogeologiczne

Według podziału regionalnego zwykłych wód podziemnych Polski (B. Paczyński) teren badań położony jest w makroregionie południowym, w granicach regionu wrocławskiego (XV).

Na badanym terenie występują wody piętra czwartorzędowego, trzeciorzędowego oraz triasowego.

Triasowe piętro wodonośne obejmuje poziom wodonośny wapienia muszlowego i pstręgo piaskowca, z których znaczenie użytkowe dla eksploatacji wód posiada jedynie poziom wapienia muszlowego.

Trzeciorzędowy poziom wodonośny ma znaczenie użytkowe i związany jest z występowaniem izolowanych warstw i soczew piaszczystych i piaszczysto-pyłowatych w obrębie iłów, w stropowych partiach miocenu górnego. Poziom ten jest nie

jest jednolity i tworzy kilka rozczłonkowanych poziomów, wchodzących w skład wielowarstwowego systemu o zmiennych miąższościach.

Czwartorzędowy poziom wodonośny wiąże się z obszarami pradoliny Odry, gdzie wody występują w utworach piaszczystych i żwirowych wieku plejstoceniowego i holoceniowego, w pięciu strefach głębokościowych. Poziomy wodonośne tworzą osady kopalnych dolin, piaski i żwiry fluwioglacjalne oraz osady rzeczne. Osady piaszczyste tarasów zalewowych w dolinie Odry tworzą ciągłe poziomy wodonośne o znacznym rozprzestrzenieniu i zmiennych miąższościach. Niejednokrotnie utwory wodonośne izolowane są od powierzchni terenu słabo przepuszczalnymi namułami.

3. CHARAKTERYSTYKA PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI I WYMAGANIA TECHNICZNO-BUDOWLANE

Planowane przedsięwzięcie obejmuje przebudowę istniejącego torowiska tramwajowego, słupów trakcyjnych wraz z niezbędną infrastrukturą podziemną i naziemną w ulicy Bardzkiej na odcinku pomiędzy ul. Kamienną i aleją Armii Krajowej.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. *w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych* (Dz. U. 2012 poz. 463) **Projektant inwestycji zaliczył przedmiotowe przedsięwzięcie do II kategorii geotechnicznej.**

4. DANE UMOŻLIWIAJĄCE WARIANTOWE ROZWIĄZANIE PRZEBIEGU TRASY PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI

Ze względu na zakres przedmiotowego przedsięwzięcia (przebudowa), nie ma innych rozwiązań wariantowych jej przebiegu.

5. ZAKRES WYKONANYCH BADAŃ I OPIS METOD BADAWCZYCH

Badania geologiczne zrealizowano na podstawie „*PROJEKTU ROBÓT GEOLOGICZNYCH...*” zatwierdzonego 4 sierpnia 2023 r. decyzją WSR-GK.6540.19.2023.AW (L.dz. 246840) przez PREZYDENTA WROCŁAWIA.

PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH przewidywał wykonanie prac terenowych, badań laboratoryjnych i prac kameralnych, które zrealizowano w okresie 06-23.09.2023 r., w tym roboty geologiczne w dniach 06.09.2023 r. Przedmiotowe prace przeprowadzono pod nadzorem geologa uprawnionego do wykonywania, dozoru i kierowania pracami geologicznymi. Do nadzoru geologicznego należała kontrola prowadzonych badań podłoża, przestrzeganie zgodności prowadzonych badań z projektem robót geologicznych oraz bieżąca korekta zakresu i sposobu ich wykonywania, jak również przestrzeganie zasad ochrony środowiska i BHP.

5.1. Prace terenowe

5.1.1. Pomiary geodezyjne

Punkty badawcze zostały wytyczone w terenie, zgodnie z ich lokalizacją na planie sytuacyjnym za pomocą metod geodezyjnych. Przy pomocy wykrywacza urządzeń podziemnych Radiodetection C.A.T.3 przeprowadzono kontrolę uzbrojenia terenu w rejonach projektowanych badań. W ramach pomiarów geodezyjnych przeprowadzono również pomiar wysokościowy punktów badawczych. Współrzędne punktów badawczych przedstawiono w układzie 2000.

5.1.2. Wiercenia badawcze

W podłożu inwestycji wykonano 3 otwory badawcze do głębokości od 6,00 m p.p.t. o całkowitym metrażu 18,00 mb. Zgodnie z wytycznymi Biura Projektowego, uwzględniającymi zakres przedmiotowego przedsięwzięcia, otwory badawcze wykonano w rejonie istniejącej zieleni. Przeprowadzone badania miały na celu rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych występujących w podłożu. Szczegółowe zestawienie wykonanych otworów badawczych wraz z ich głębokością przedstawiono w Tabeli nr 1.

Tabela nr 1						
L.P.	OZNACZENIE OTWORU BADAWCZEGO	WSPÓŁRZĘDNE GEODEZYJNE OTWORU BADAWCZEGO (układ 2000)		RZĘDNA TERENU OTWORU BADAWCZEGO [m n.p.m.]	GŁĘBOKOŚĆ OTWORU BADAWCZEGO PROJEKTOWANA [m p.p.t.]	GŁĘBOKOŚĆ OTWORU BADAWCZEGO WYKONANA [m p.p.t.]
		X	Y			
1	O-1	6433315,52	5661562,33	124,6	6,00	6,00
2	O-2	6433341,31	5661489,88	124,6	6,00	6,00
3	O-3	6433348,70	3661467,35	124,7	6,00	6,00

Otworki geologiczne wykonano wiertnicą mechaniczno-obrotową Bimromasz H16S.

Po wykonaniu niezbędnych badań i obserwacji, otworki badawcze zostały zlikwidowane wydobytym urobkiem z zachowaniem układu warstw w pionie: strefy gruntów spoistych – gruntem spoistym, natomiast strefy gruntów niespoistych – gruntem niespoistym, a powierzchnię terenu doprowadzono do stanu pierwotnego.

Lokalizację wykonanych otworków badawczych przedstawiono na mapie dokumentacyjnej [Załącznik nr 4].

5.1.3. Profilowanie otworków badawczych

W trakcie wykonywanych wierceń prowadzona była stała obserwacja urobku. Przy każdej zmianie warstwy lub co ok. 1,00 m odwiertu przeprowadzono pełną analizę makroskopową gruntu zgodnie z PN-86/B-02480, która obejmowała oznaczenie następujących cech: rodzaju gruntu, stanu, wilgotności, barwy, zawartości węgla wapnia i części organicznych.

Wyniki z przeprowadzonych badań zamieszczono na kartach otworków geologiczno-inżynierskich [Załącznik nr 5].

5.1.4. Pobór próbek gruntu i próbek warstw konstrukcyjnych nawierzchni

Z każdej warstwy gruntu różniące się rodzajem, stanem, wilgotnością i barwą lub co ok. 1,00 – 2,00 m odwiertu pobrano próbkę gruntu kategorii B, w celu weryfikacji badań polowych. Próbkę pobrano zgodnie z normą PN-EN 1997-2 do worków z tworzywa, zabezpieczając je przed utratą wilgotności naturalnej. Masa pobieranej próbki została dostosowana do wymagań PN-EN 1997-2 *Tablica L.1.* i *Tablica L.2.*

Łącznie pobrano 2 próby gruntu do badań laboratoryjnych.

Próbki gruntu będą przechowywane w siedzibie firmy GEOSYSTEM Jacek Jastrzębski z siedzibą w Świątnikach, przy ulicy Bukowej 15 do momentu ich likwidacji, która nastąpi po otrzymaniu przez organ administracji geologicznej decyzji zatwierdzającej dokumentację geologiczną, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz. U. 2011 nr 282 poz.1657).

5.1.5. Obserwacje i pomiary wód gruntowych

W trakcie wierceń badawczych prowadzono obserwację przejawów wód gruntowych. Wyniki z przeprowadzonych pomiarów ujęto w Tabeli nr 2.

Tabela nr 2					
L.P.	OZNACZENIE OTWORU BADAWCZEGO	OBSERWACJE I POMIARY ZWIERCIADŁA WÓD PODZIEMNYCH			RZĘDNA USTABILIZOWANEGO ZWIERCIADŁA WÓD GRUNTOWYCH [m n.p.m.]
		ZWIERCIADŁO WÓD GRUNTOWYCH NAWIERCHNE [m p.p.t.]	ZWIERCIADŁO WÓD GRUNTOWYCH USTABILIZOWANE [m p.p.t.]	SĄCZENIE [m p.p.t.]	
1	O-1	-	-	4,00	-
2	O-2	-	-	4,00	-
3	O-3	-	-	4,00	-

Pomiar ustabilizowanego zwierciadła wód gruntowych wykonano po 24 godzinach.

5.1.6. Sondowania dynamiczne DPL

Ze względu na brak występowania gruntów niespoistych w podłożu sondowania dynamiczne nie zostały wykonane.

5.1.7. Prace kartograficzne

Prace kartograficzne zrealizowane w ramach niniejszego opracowania, ze względu na lokalizację terenu oraz specyfikę przedmiotowego przedsięwzięcia (przebudowa, rozbudowa) obejmowały realizację wierceń badawczych w zakresie wskazanym

powyżej, ich rejestrację na podkładzie topograficznym oraz przeprowadzenie szczegółowych obserwacji terenowych pod kątem rozpoznania niekorzystnych zjawisk geodynamicznych i antropogenicznych.

W wyniku przeprowadzonych prac sporządzono mapy warunków geologiczno-inżynierskich w zakresie wskazanym w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno inżynierskiej (Dz.U.2016.2033).

5.2. Badania laboratoryjne

W ramach badań laboratoryjnych na wszystkich próbkach gruntu, które pobrano w trakcie prac terenowych, wykonano powtórny analizę makroskopową. Zrealizowane badania miały na celu weryfikację wyników badań polowych oraz wytypowanie reprezentatywnych próbek gruntu do szczegółowych badań laboratoryjnych.

Zakres szczegółowych badań laboratoryjnych obejmował oznaczenie:

- granic konsystencji Atterberga wg normy PN-B-04481:1988 *Grunty budowlane. Badania próbek gruntu na 2* reprezentatywnych próbkach gruntu spoistego,
- wilgotności naturalnej wg normy PN-B-04481:1988 *Grunty budowlane. Badania próbek gruntu na 2* próbkach gruntu.

Wyniki z przeprowadzonych badań zamieszczono w **Załączniku nr 8**.

Opis metodyki przeprowadzonych badań laboratoryjnych próbek gruntu przedstawiono poniżej.

➤ Analiza makroskopowa próbek gruntu

Metoda makroskopowa jest uproszczonym badaniem rodzaju i stanu gruntu. Wykonano ją zgodnie z normą PN/B-02480:1986 *Badania próbek gruntów według metodyki opracowanej w normie PN/B-02480:1986*, pozwoliły na oznaczenie:

- rodzaju i symbolu gruntu,
- stanu gruntów spoistych na podstawie próby wałeczowania,
- wilgotności,
- barwy.

➤ Granice konsystencji Atterberga

Granice konsystencji Atterberga to wilgotności graniczne między poszczególnymi stanami:

- granica skurczalności (w_s) między stanem zwartym i półzwartym,
- granica plastyczności (w_p) między stanem półzwartym i twardoplastycznym,
- granica płynności (w_l) między stanem miękoplastycznym i płynnym.

Granica skurczalności to wilgotność wyrażona w procentach, przy której gruntu pomimo dalszego suszenia nie zmniejsza swej objętości i jednocześnie zmienia barwę na powierzchni na odcień jaśniejszy. Granica plastyczności to wilgotność wyrażona w procentach, jaką ma grunt, gdy przy kolejnym wałeczowaniu wałeczek pęka po osiągnięciu średnicy 3mm. Granica płynności to wilgotność wyrażona w procentach, jaką ma masa gruntowa umieszczona w aparacie Casagrande'a, w momencie gdy wykonana w niej bruzda zlewa się przy 25 uderzeniu miseczki o podstawę, na długości 10 mm i wysokości 1 mm.

Na podstawie przeprowadzonych badań konsystencji Atterberga metodami empirycznymi oznaczono:

Wskaźnik plastyczności: $I_p = w_L - w_p$

Stopień plastyczności: $I_L = \frac{w - w_p}{w_L - w_p}$

Wskaźnik konsystencji: $I_C = \frac{w_L - w_n}{w_L - w_p} = 1 - I_L$

➤ Wilgotność naturalna

Wilgotność naturalna w_n to stosunek masy wody zawartej w próbce gruntu do masy jej szkieletu gruntowego wyrażony w procentach. Oznaczenie wilgotności polega na wysuszeniu próbki gruntu w suszarce, w temperaturze 105 – 110 °C i obliczeniu wg wzoru:

$$W = \frac{m_w}{m_s} = \frac{m_{mt} - m_{st}}{m_{st}} 100$$

gdzie:

w – wilgotność naturalna [%]

m_w – masa wody [g]

m_s – masa gruntu suchego [g]

m_{mt} – masa gruntu o wilgotności naturalnej [g]

m_{st} – masa gruntu wysuszonego w temperaturze 105 – 110 °C

Do oznaczania wilgotności gruntu pobrano próbki o naturalnej wilgotności, naturalnej strukturze lub wilgotności w stanie powietrzno suchym. Każdą z próbek pomniejszono, tak aby otrzymać po dwie części gruntu o wytypowanych masach, zależnie od typu gruntu. Następnie próbki umieszczono w parowniczkach o znanej masie, zważono oraz suszono w temperaturze 105 - 110°C do stałej masy i po ostudzeniu w eksykatorze, ponownie zważono. Wartość wilgotności obliczono z powyższego wzoru, a za wynik ostateczny przyjęto średnią arytmetyczną wartości dwu oznaczeń, jeżeli ich różnica nie przekroczyła 5,0 % wartości średniej.

5.3. Prace dokumentacyjno-zestawcze

Na podstawie wyników badań terenowych i badań laboratoryjnych oraz ich interpretacji, w ramach prac dokumentacyjno-zestawczych, opracowano tekst dokumentacji wraz z częścią załącznikową, zgodnie z wytycznym zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej z dnia 18 maja 2016 r. (Dz. U. 2016, poz. 2033 z późn. Zm.).

6. WARUNKI GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE

6.1. Charakterystyka serii litologiczno-genetycznych

Na podstawie analizy danych z badań terenowych i laboratoryjnych oraz danych archiwalnych na przedmiotowym terenie wydzielono **2 serie litologiczno-genetyczne** osadów, które stanowią:

- [1] utwory lodowcowe – grunty spoiste
- [2] utwory antropogeniczne – nasypy.

Utwory serii litologiczno-genetycznej [1], do której zaliczono rodzime spoiste utwory lodowcowe wykształcone w postaci glin morenowych stwierdzono we wszystkich wykonanych otworach. Osady pod względem litologicznym reprezentowane są przez twardoplastyczne gliny przewarstwione piaskiem gliniastym. Utwory serii litologiczno-genetycznej [1] nie przewiercono do głębokości rozpoznania.

Utwory serii litologiczno-genetycznej [2] występują w strefie przypowierzchniowej i zaliczono do nich wszystkie nasypy niebudowlane, stanowiące mieszaninę gliniasto-piaszczystą z gruzem ceglanym. Utwory te stwierdzono do głębokości od 1,60 m p.p.t. do ponad 2,20 m p.p.t.

Obraz budowy geologicznej analizowanego terenu przedstawiono na przekroju geologiczno-inżynierskim I – I' [Załącznik nr 9].

6.2. Charakterystyka warstw geologiczno-inżynierskich oraz właściwości fizyczno-mechaniczne gruntów

W obrębie serii litologiczno-genetycznych gruntów rodzimych wydzielono łącznie **1** warstwę geologiczno-inżynierską, w której grunty charakteryzują się zbliżonymi właściwościami fizyczno-mechanicznymi. Dla każdej warstwy geologiczno-inżynierskiej przyjęto parametr wodzący (wartość charakterystyczną), stanowiący średnią wartość z uzyskanych wartości

parametru metodą A. W tym przypadku za cechę przewodnią dla gruntów spoistych przyjęto stopień plastyczności I_L , badań laboratoryjnych (oznaczenie granic konsystencji Atterberga i stopnia plastyczności I_L) oraz analizy makroskopowej próbek gruntu.

Szczegółowa charakterystyka wydzielonych warstw geologiczno-inżynierskich przedstawia się następująco:

SERIA LITOLOGICZNO-GENETYCZNA [1] - utwory lodowcowe – grunty spoiste

WARSTWA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA I – grunty rodzime spoiste w stanie twardoplastycznym, reprezentowane przez gliny przewarstwione piaskiem gliniastym, charakteryzujące się stopniem plastyczności: $I_L = 0,10$;

Rozkład warstw geotechnicznych przedstawiono na przekroju geologiczno-inżynierskim I – I' [Załącznik nr 9].

Właściwości fizyczno-mechaniczne gruntów takie jak wilgotność naturalna W_n [%] i gęstość objętościowa ρ [t/m³] oraz parametry wytrzymałościowe C_u [kPa], Φ_u [°], E_o [MPa] wyznaczono w porozumieniu z Projektantem na podstawie metod korelacyjnych, zgodnie z „Zarys geotechniki”, Z. Wiłun – WKŁ, Warszawa, 2010.

Szczegółowe zestawienie właściwości fizycznych i mechanicznych charakteryzujące poszczególne warstw geologiczno-inżynierskie przedstawiono na **Załączniku nr 6**.

6.3. Charakterystyka warunków hydrogeologicznych

Przeprowadzone badania geologiczne nie wykazały występowania w podłożu wód gruntowych. We wszystkich otworach zaobserwowano jedynie na głębokości około 4,00 m p.p.t. liczne i obfite sączenia w obrębie przewarstwień piasków gliniastych.

Zwierciadło wód podziemnych oraz sączenia podlegają wahaniom sezonowym w granicach $\pm 1,00$ m, uzależnionym od intensywności opadów atmosferycznych, wiosennych roztopów oraz położenia zwierciadła wody w rzekach. Przeprowadzone badania geologiczne zrealizowano w okresie średnich stanów wód gruntowych, przy normalnych stanach rzeki.

6.4. Charakterystyka warunków geologiczno-inżynierskich

Charakterystykę warunków geologiczno-inżynierskich omówiono na podstawie badań i obserwacji terenowych oraz analizy materiałów archiwalnych i przedstawia się ona następująco:

- w podłożu występują utwory mało zmienne genetycznie i litologicznie,
- w podłożu występują utwory czwartorzędowe reprezentowane przez osady lodowcowe i antropogeniczne,
- w podłożu występują w przewadze grunty słabonośne [Załącznik nr 11.1], do których zaliczono:
 - grunty antropogeniczne – niejednorodne nasypy.
- grunty nośne stwierdzono poniżej nasypów i zaliczono do nich:
 - grunty spoiste w stanie twardoplastycznym (warstwa geotechniczna I), charakteryzujące się stopniem plastyczności: $I_L = 0,10$
- w podłożu nie stwierdzono wód podziemnych, a jedynie liczne i obfite sączenia na głębokości około 4,00 m p.p.t,
- na analizowanym terenie nie stwierdzono procesów geodynamicznych, stwarzających zagrożenie, przy realizacji projektowanej inwestycji, takich jak procesy osuwiskowe, kresowe, erozyjne, abrazja, sufozja, itp.,
- teren objęty badaniami, stanowi obszar przekształcony antropogenicznie, co nie będzie miało wpływu na realizację przedsięwzięcia we wskazanym zakresie,
- analizowany teren nie leży w granicach terenów górniczych,
- w sąsiedztwie projektowanej inwestycji nie zaobserwowano uszkodzeń obiektów budowlanych,
- analizowany obszar leży poza granicami obszaru zalanego podczas powodzi w 1997 r. i nie jest narażony na podtopienia.

6.5. Ocena warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb budowy inwestycji

Na podstawie analizy wyników z przeprowadzonych badań terenowych, z uwzględnieniem wyników analizy materiałów archiwalnych i obserwacji terenowych podłoże budowlane ocenia się jako nieprzydatne dla potrzeb budownictwa, a stwierdzone **warunki geologiczno-inżynierskie uznaje się za niekorzystne dla budowy projektowanej inwestycji [Załącznik nr 11.2]**, utrudniające prace budowlane, ze względu na występowanie w podłożu gruntów słabonośnych (grunty antropogeniczne – nasypy) oraz liczne i obfite sączenia wód gruntowych.

Występujące w podłożu inwestycji warunki gruntowo-wodne wymagają zastosowania optymalnych metod wzmocnienia słabego podłoża oraz przyjęcia optymalnych rozwiązań dla posadowienia obiektów budowlanych

6.6. Nośność podłoża

Ocenę nośności podłoża przeprowadzono na podstawie punktowego rozpoznania otworami badawczym, biorąc pod uwagę rodzaj gruntów występujących w strefie do 1,00 m poniżej warstw konstrukcyjnych oraz warunki wodne. W przypadku gdy we wskazanej strefie występowały grunty zróżnicowane pod względem wysadzinowości, przyjęto grupę nośności podłoża G_i mniej korzystną, a w przypadku występowania gruntów nasypowych i gruntów spoiowych w stanie plastycznym przyjęto grupę nośności podłoża **G4**.

Z uwagi na powyższe dla całej inwestycji przyjmuje się **grupę nośności podłoża G4**.

6.7. Przydatność gruntów z wykopów do budowy nasypów

Nie dotyczy.

6.8. Określenie kierunków rekultywacji obszarów zmienionych antropogenicznie

Nie dotyczy.

6.9. Wskazania dotyczące sposobu posadowienia, określenie metod wzmocnienia

słabego podłoża i zalecenia dotyczące realizacji robót ziemnych

- 5.8.1** Na całym odcinku inwestycji podłoże gruntowe należy doprowadzić, poprzez zastosowanie optymalnych metod wzmocnienia słabego podłoża (wymiana, stabilizacja chemiczna, itp.) do grupy nośności podłoża $G1$.
- 5.8.2** Zaleca się prowadzenie robót ziemnych, w okresach suchych, bez opadów atmosferycznych w suchym wykopie.
- 5.8.3** Roboty ziemne należy prowadzić zgodnie ze sztuką, nie powodując pogorszenia parametrów geotechnicznych gruntów. W przypadku uplastycznienia gruntów spoiowych zaleca się ich usunięcie i zastąpienie gruntem nośnym.
- 5.8.4** Prace budowlane i ziemne należy prowadzić zgodnie z obowiązującymi normami i zaleceniami wykonania, ograniczając do minimum ich negatywny wpływ na poszczególne komponenty środowiska.
- 5.8.5** Roboty ziemne należy prowadzić pod stałym **nadzorem geotechnicznym uprawnionego geologa**, polegającym na bieżącej kontroli zgodności z dokumentacją geologiczno-inżynierską, zapobieganiu działaniom pogarszającym warunki gruntowe, kontroli zgodności wbudowywanych materiałów, sposobu wykonywania robót oraz wnioskowaniu badań uzupełniających lub sprawdzających, których potrzeba wyniknie w czasie prowadzonych robót, gromadzeniu i bieżącej analizie wyników pomiarów, nadzorowaniu robót ziemnych, zwłaszcza zagrażających środowisku naturalnemu, prowadzeniu lub nadzorowaniu badań kontrolnych robót, odbioru wykopów, itp.

6.10. Ocena zakresu badań terenowych i laboratoryjnych wykonanych dla ustalenia warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb budowy obiektu budowlanego

Zrealizowany zakres badań terenowych i laboratoryjnych jest zgodnym z PROJEKTEM ROBÓT GEOLOGICZNYCH. Przeprowadzone badania w odniesieniu do stwierdzonych warunków geologiczno-inżynierskich pozwoliły scharakteryzować w sposób dostateczny warunki gruntowe i wodne panujące w podłożu projektowanej inwestycji, dostarczając niezbędnych informacji o złożoności i zmienności budowy geologicznej tego rejonu, układzie warstw oraz właściwościach fizyczno-mechanicznych charakteryzujących poszczególne warstwy geologiczno-inżynierskie.

6.11. Złożoność warunków gruntowych i kategoria geotechniczna obiektu budowlanego

Na podstawie wykonanych badań terenowych i badań laboratoryjnych oraz na podstawie analizy materiałów archiwalnych, stwierdza się, że na przedmiotowym terenie występują **złożone warunki gruntowe**.

W oparciu o powyższe oraz zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w *sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych* (Dz. U. 2012 poz. 463) **projektowaną inwestycję zaliczono do II kategorii geotechnicznej**.

7. ZAKRES I SPOSÓB PROWADZENIA MONITORINGU PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI

Podczas budowy i w trakcie eksploatacji należy prowadzić działania i obserwacje monitorujące stan i zachowanie budowli drogowych. W przypadku II kategorii geotechnicznej ocena zachowania oprócz obserwacji wizualnej, opiera się zasadniczo na pomiarach przemieszczeń (poziomych, pionowych) wybranych punktów konstrukcji i podłoża, kontroli stanów wód podziemnych oraz ciśnienia porowego. Na etapie planowania monitoringu jeśli stwierdzi się niepokojących zjawiska mające wpływ na konstrukcje, podłoża czy zagrażające życiu i mieniu należy zaplanować i wykonać dodatkowe pomiary (np. pomiary naprężeń konstrukcji, parcia, drgań, przechyleń, temperatury, itp.) oraz uwzględnić czynniki mające wpływ na uzyskiwane wyniki (np. opady, ciśnienia atmosferyczne, drgania, itp.). W przypadku stwierdzenia znacznych rozbieżności w stosunku do ustalonych w dokumentacjach geologiczno-inżynierskich, geotechnicznych czy projektowych (zmiana np. konstrukcji obiektu monitorowanego) należy rozważyć odpowiednie zabiegi, ewentualnie podwyższyć kategorię geotechniczną i zaprojektować dodatkowe lub przeprojektować zaplanowane pomiary monitoringowe.

8. PROGNOZA WPŁYWU PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI NA ŚRODOWISKO

GRUNTOWO-WODNE

Ze względu na charakter inwestycji, obejmujący przebudowę istniejącej infrastruktury w odniesieniu do stwierdzonych warunków geologiczno-inżynierskich ocenia się, że nie będzie wpływać na środowisko gruntowo-wodne lub jej wpływ będzie ograniczony i czasowy. Zgodnie założeniami, przedsięwzięcie obejmuje przebudowę istniejącej infrastruktury co wiązać się będzie głównie z wymianą warstw konstrukcyjnych nawierzchni oraz zastosowaniem metod w celu ulepszenia słabego podłoża gruntowego pod wymianę warstw konstrukcyjnych (wymiana gruntu, stabilizacja, itp.). Ocenia się, że w wyniku realizacji inwestycji nastąpi lub może nastąpić zmiana cech/parametrów gruntów pod wpływem zastosowanych metod wzmocnienia, zawilgocenia, wysuszenia, przemarzania. Ze względu na stwierdzone warunki geologiczno-inżynierskie, nie przewiduje się wpływu inwestycji na warunki wodne lub wpływ ten będzie czasowy. W sytuacji wystąpienia podwyższonych stanów wód gruntowych, może wystąpić konieczność czasowego obniżenia lustra wody, w celu realizacji robót ziemnych w suchym wykopie.

9. ZŁOŻA KOPALIN MOŻLIWE DO WYKORZYSTANIA PRZY BUDOWIE PROJEKTOWANEJ INWESTYCJI

Na terenie województwa dolnośląskiego znajduje się szereg złóż kopalin skalnych – złoża kamieni łamanych i blocznych oraz złoża naturalnych kruszyw piaskowo-żwirowych, możliwych do wykorzystania, przy budowie przedmiotowej inwestycji. Szczegółowe zestawienie ważniejszych eksploatowanych złóż kruszyw naturalnych wraz z ich zasobami przemysłowymi zlokalizowanych w powiecie wrocławskim przedstawiono w **Załączniku nr 12**.

10. PODSUMOWANIE

- 10.1.** Przeprowadzone badania geologiczne na terenie województwa dolnośląskiego, w granicach miasta Wrocław w rejonie ulicy Bardzkiej, których celem było określenie warunków geologiczno-inżynierskich, występujących

w podłożu projektowanej inwestycji są zgodne z zakładanym zakresem prac, zawartym w PROJEKCIE ROBÓT GEOLOGICZNYCH i zaleceniami biura projektowego.

- 10.2. Zakres wykonanych badań zrealizowanych w ramach niniejszego opracowania jest wystarczający dla potrzeb określenia warunków geologiczno-inżynierskich pod budowę przedmiotowej inwestycji.
- 10.3. Na całej trasie inwestycji podłoże budowlane ocenia się jako niekorzystne dla realizacji przedmiotowego przedsięwzięcia, utrudniające prac budowlane, wymagające zastosowania optymalnych metod wzmocnienia słabego podłoża.
- 10.4. Przeprowadzone prace geologiczne potwierdziły zakładany stopień złożoności podłoża, przyjęty na potrzeby programowania badań podłoża gruntowego. Z uwagi na występowanie w podłożu gruntów słabonośnych, przy braku niekorzystnych procesów geologicznych, ocenia się, że na przedmiotowym terenie występują **złożone warunki gruntowe**.
- 10.5. Wykonane roboty geologiczne nie wpłynęły niekorzystnie na stan środowiska naturalnego oraz stan obiektów budowlanych. W wyniku ich wykonania nie powstały żadne szkody.
- 10.6. Wykonane prace geologiczne pozwoliły scharakteryzować właściwości fizyczno-mechaniczne gruntów, związane z ich konsolidacją i stanem oraz warunki hydrogeologiczne w danym okresie badawczym. Warunki geologiczno-inżynierskie uwarunkowane są sezonowymi zmianami atmosferycznymi.
- 10.7. Warunki geologiczno-inżynierskie występujące w rejonie projektowanej inwestycji przedstawiono na podstawie punktowego rozpoznania na przekrojach geologiczno-inżynierskich oraz na mapach warunków geologiczno-inżynierskich. Zaproponowany, wyinterpretowany na nich przebieg granic litologiczno-genetycznych oraz granic warstw geotechnicznych może być pewnym, bądź prawdopodobnym odzwierciedleniem warunków geologiczno-inżynierskich panujących w podłożu.

11. WYKORZYSTNE MATERIAŁY

- 11.1. *PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH dla przebudowy torowiska tramwajowego w ul. Bardzkiej na odcinku pomiędzy ul. Kamienną i al. Armii Krajowej we Wrocławiu w ramach zadania nr 04811: pn "Budowa bus-pasa na istniejącym torowisku w ciągu ul. Bardzkiej na odcinku od ul. Pięknej do Armii Krajowej", GEOSYSTEM Jacek Jastrzębski, Świątniki, 2023 r.*
- 11.2. *Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski, arkusz Wrocław w skali 1 : 50 000 wraz z objaśnieniami, G. Winnicka, Instytut Geologiczny, Warszawa 1985 r.*
- 11.3. *Mapa Geośrodowiskowa Polski, PLANSZA A – arkusz Wrocław w skali 1 : 50 000 wraz z objaśnieniami, L. Kwaśny, PIG, Warszawa, 2004 r.*
- 11.4. *Atlas Hydrogeologiczny Polski w skali 1 : 500 000, B. Paczyński – Warszawa, 1993 r.*
- 11.5. *Geografia Regionalna Polski, J. Kondracki – PWN, Warszawa, 2009 r.*
- 11.6. *„Mapa obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony w skali 1:500 000”, Kleczkowski A. S., Kraków, 1990 r.*
- 11.7. *ATLAS GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI AGLOMERACJI WROCŁAWSKIEJ, J. Goldsztejn i inni, PROXIMA, PIG, Wrocław, 2009 r.*
- 11.8. *Zasady sporządzania dokumentacji geologiczno-inżynierskich, J. Bażyński i inni, Ministerstwo Środowiska, Warszawa, 1999 r.*
- 11.9. *Zarys geotechniki, Z. Wiłun, Warszawa, 2010 r.*