



# MIEJSKIE WODOCIĄGI I KANALIZACJA w Bydgoszczy - sp. z o.o.

ULICA TORUŃSKA 103 \* 85-817 BYDGOSZCZ \* SKRYTKA POCZTOWA 604

KONTO BANK PEKAO S.A. II O BYDGOSZCZ

Nr 73 1240 3493 1111 0000 4305 9142

REGON 090563842

NIP 554 030 92 41

Nr KRS: 0000051276 Sąd Rejonowy w Bydgoszczy

XIII Wydział Gospodarczy Krajowego Rejestru Sądowego

Wysokość kapitału zakładowego: 363 653 000,00 zł

ZARZĄD SPÓŁKI:

Prezes Zarządu - mgr inż. Stanisław Drzewiecki

Członek Zarządu - mgr Ewa Szczepkowska

Członek Zarządu - mgr inż. Włodzimierz Smoczyński

TELEFON: 52 586 06 00

FAX: 52 586 05 93

52 586 05 83

adres e-mail: bok@mwik.bydgoszcz.pl

sekretariat@mwik.bydgoszcz.pl

adres WWW: <http://www.mwik.bydgoszcz.pl>

## Projekt robót geologicznych dla określenia warunków geologiczno-inżynierskich oraz analizy stateczności osuwiska przy ul. Babia Wieś w Bydgoszczy

miejsowość : Bydgoszcz  
województwo : Kujawsko-Pomorskie  
powiat : bydgoski  
gmina : Bydgoszcz  
zlewnia : Brdy

Inwestor: Miejskie Wodociągi i Kanalizacja w Bydgoszczy Sp. z o.o.  
ul. Toruńska 103, 85-817 Bydgoszcz

Opracował zespół:

mgr Jerzy Fiutak  
upr. nr: VII-070650

.....

mgr Marzena Boroń  
upr. nr XII-021/POM

.....

mgr inż. Michał Woźniakowski  
upr. nr XII-020/POM

.....

mgr inż. Maciej Murszewski  
upr. nr XIII-088DOL

.....

mgr Wojciech Spochacz

.....

Projekt przedstawia  
do zatwierdzenia

Bydgoszcz, czerwiec 2021 r.

## Spis treści

I. CZĘŚĆ WSTĘPNA .....	4
1    Wstęp.....	4
2    Podstawa opracowania .....	6
3    Przedmiot opracowania .....	8
4. Cel i zakres opracowania.....	8
II CZĘŚĆ DOKUMENTACYJNA .....	9
5. Lokalizacja, morfologia i hydrografia.....	9
5.1 Lokalizacja terenu badań.....	9
5.2. Zagospodarowanie terenu .....	9
5.3. Charakterystyka kolektora ściekowego.....	10
5.4. Własność terenu .....	11
5.5. Morfologia terenu.....	12
5.6. Hydrografia .....	12
6. Omówienie wyników wcześniej prowadzonych prac .....	13
6.1. Okres do 1945 r. ....	13
6.2. Okres po 1945 r. ....	13
7. Opis budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych .....	17
7.1. Budowa geologiczna .....	17
7.2. Warunki hydrogeologiczne .....	18
III CZĘŚĆ PROJEKTOWA.....	20
8. Przedstawienie możliwości osiągnięcia celu robót geologicznych.....	20
8.1. Opis i uzasadnienie liczby, lokalizacji i rodzaju projektowanych wyrobisk .....	20
8.2    Sposób i termin likwidacji otworów wiertniczych lub wyrobisk oraz rekultywacji gruntów.....	26
8.3    Informacje dotyczące zamykania horyzontów wodonośnych.....	26
8.4    Opis opróbowania wyrobisk.....	26
8.5    Zakres obserwacji i badań terenowych .....	27
8.6    Wyszczególnienie niezbędnych prac geodezyjnych .....	27
8.7    Kolejność wykonywanych prac .....	28
8.8    Badania laboratoryjne .....	28
8.9    Prace kameralne .....	29
9. Harmonogram.....	29
10. Oddziaływanie na środowisko .....	30
11. Zasady bezpieczeństwa powszechnego i bezpieczeństwa pracy.....	30
12. Określenie rodzaju dokumentacji geologicznej, jaka powstanie w wyniku prowadzonych prac.....	31
IV WNIOSKI .....	31
13. Wnioski i zalecenia .....	31

## **II. CZĘŚĆ GRAFICZNA**

1. Mapa topograficzna z lokalizacją terenu badań w skali 1:10.000
2. Mapa dokumentacyjna terenu badań w skali 1:500
3. Mapa pogładowa terenu badań z naniesioną trasą przekroju geologicznego w skali 1:1000
4. Mapa geologiczna w skali 1:50 000
5. Mapa geośrodowiskowa Polski w skali 1:50 000
6. Mapa obszarów chronionych w skali 1:50 000
7. Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1: 10 000
8. Projekt geologiczno-techniczny otworów wiertniczych
9. Projekt geologiczno-techniczny otworów inklinometrycznych
10. Karty otworów archiwalnych
11. Archiwalne przekroje geologiczne i geotechniczne
12. Archiwalne metryki sondowań statycznych
13. Karta rejestracyjna osuwiska

# I. CZĘŚĆ WSTĘPNA

## 1 Wstęp

Przedmiotem niniejszego opracowania jest *Projekt robót geologicznych dla określenia warunków geologiczno-inżynierskich oraz analizy stateczności osuwiska przy ul. Babia Wieś w Bydgoszczy*, powstałego w wyniku robót budowlanych związanych z realizacją wykopu pod budynek mieszkalny wielorodzinny *Nordic Astrum* (NA). Wykop NA obejmuje działki nr 34/1 obr. 148 i 17/5 obr. 149 Bydgoszcz, na które właściciel nieruchomości (Nordic Development) uzyskał pozwolenie budowlane decyzją Prezydenta Miasta Bydgoszczy Nr 787/2016 z dnia 24.08.2016 r. (WAB.II.6740.410.2016.AW). Pierwotny projekt budynku dotyczył 16 pięter z podziemną halą garażową.

Omawiane osuwisko powstało w dniach 18-19 listopada 2017 r. na skutek wybierania gruntu obok ścianki szczelnej tworzącej południową ścianę wykopu. Roboty ziemne przerwano przy ok. 30% zaawansowania ponieważ odkształceniu uległy wówczas tory tramwajowe biegnące w odległości ok. 20 m powyżej wykopu pod ww. budynek. Uszkodzeniu uległa również ulica Babia Wieś i budynek przy ul. Babia Wieś 8, gdzie następnie odcięto przyłącze gazowe. Ponadto zagrożone są także budynki przyległe i gęsta infrastruktura podziemna w tym betonowy, grawitacyjny kolektor sanitarny A d=900 mm.

Szalowany wykop ma aktualnie wymiary ok. 10x20 m i lokalnie głębokość powyżej 4 m. Dno wykopu powinno być przykryte płytą betonową, przylegającą prawie do metalowych grodzic Larsena. Rejon wykopu odwadniano studniami i igłostudniami zlokalizowanymi wokół i wewnątrz wykopu. Po powstaniu osuwiska i wstrzymaniu budowy decyzją Powiatowego Inspektora Nadzoru Budowlanego w Bydgoszczy, firma ERBUD S.A. zeszła z budowy, a odwodnienie wyłączono. Wykop wypełnił się wodą, która napływa od trzech lat. Wypływ wody z wykopu następuje po powierzchni bulwaru do rzeki Brdy.

W trakcie wizji terenowej w dniu 13.05.2021 r. w studniach odwodnieniowych zlokalizowanych pomiędzy torowiskiem, kolektorem A i wykopem stwierdzono artezyjski poziom wody ok. +1,5 m nad terenem.

W ciągu 4 lat ZDMiKP w Bydgoszczy w ramach realizacji zadania pn.: *Budowa trasy tramwajowej wzdłuż ul. Kujawskiej na odcinku od ronda Kujawskiego do ronda Bernardyńskiego wraz z rozbudową ulic: Bernardyńskiej, Kujawskiej, Solskiego, Toruńskiej, Wojska Polskiego, Zbożowy Rynek i budową ulic przyległych*, zlecił opracowanie kilku dokumentacji badań podłoża i opinii geotechnicznych w rejonie torowiska [25, 26]. Nie

została jednak opracowana dokumentacja geologiczno-inżynierska zapewniająca wystarczające rozpoznanie dla podjęcia prac zabezpieczających analizowany obszar.

MWiK podjęło działania w rejonie betonowego kolektora sanitarnego A  $d=900$  mm przebiegającego pod uszkodzonym torowiskiem w odległości ok. 10 m od południowo-zachodniego narożnika wykopu, gdzie nastąpiło wyparcie gruntu. Na spotkaniu zorganizowanym przez Wydział Zintegrowanego Rozwoju i Środowiska Urzędu Miasta Bydgoszczy w dniu 30.04.2021 r. ustalono, że należy opracować dokumentację geologiczno-inżynierską zgodnie z przepisami prawa (z uwagi na III kat. geotechniczną i skomplikowane warunki gruntowo-wodne), która obejmie cały obszar osuwiska w celu umożliwienia właściwego zaprojektowania zabezpieczenia zagrożonych obiektów budowlanych. Następnie na spotkaniu dnia 12.05.2021 r. w UM Bydgoszczy doprecyzowano, że niniejszy projekt oprócz zabezpieczenia betonowego kolektora A, powinien również uwzględniać zabezpieczenie: niestabilnego wykopu, zagrożonego nadbrzeża (grobli) Brdy, osuniętego torowiska na odcinku ok. 70 m, uszkodzonych budynków przy ul. Babia Wieś 8 i Toruńskiej oraz gęstą infrastrukturę podziemną. Wobec rosnących kosztów rozpoznania Prezydent Miasta Bydgoszczy, zadeklarował wsparcie finansowe MWiK i włączenie do prac nowego właściciela terenu.

Niniejszy projekt uwzględnia zalecenia Karty Rejestracyjnej Osuwiska nr 04-61-011-090932, dotyczące opracowania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Aktualnie sytuację należy określić jako bardzo trudną, wymagającą pilnego, pełnego i aktualnego rozpoznania geologicznego. Wszystkie zaprojektowane prace należy zrealizować w trybie natychmiastowym, przez specjalistyczną firmę i pod nadzorem uprawnionego geologa, przy współpracy z projektantami kolektora i torowiska poprzez wykonanie otworów pełnordzeniowanych.

Z analizy zebranych materiałów archiwalnych wynika, że możliwe jest występowanie powierzchni poślizgu w ilach miopliocenu na rzędnej terenu ok. 24 m n.p.m. (przekrój geologiczny) lub zsuwu grawitacyjnego nawodnionych osadów plejstocénskich po powierzchni ilów miopliocénskich. Ta alternatywna strefa poślizgu może wystąpić od powierzchni terenu w rejonie ul. Toruńskiej, do głębokości ok. 4 m p.p.t. wzdłuż ul. Babia Wieś i ok. 8 m p.p.t. w rejonie uszkodzonego torowiska. W dniu 10.06.2021 r. MWiK przeprowadziły skanowanie dna zatopionej części wykopu, zwłaszcza w rejonie zagrożonej południowo-zachodniej części w sąsiedztwie wypiętrzenia gruntu w wykopie i kolektora sanitarnego A.

Podkreśla się, że z uwagi na dynamiczną sytuację w rejonie osuwiska w trakcie prac terenowych może zachodzić konieczność korekty lokalizacji lub głębokości otworów i zakresu poszczególnych badań.

## **2 Podstawa opracowania**

### **Akty prawne:**

1. Ustawa Prawo Geologiczne z dnia 09.06.2019 (Dz.U.2020, poz.1064)
2. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20.12.2011 r., w sprawie szczegółowych wymagań dot. projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskanie koncesji (Dz.U. 2011 poz. 288 z późniejszymi zm.)
3. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz.U. 2017 poz. 2075)
4. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. poz. 463 w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych
5. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 25 kwietnia 2014 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu zakładów górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi (Dz.U.2014, poz. 812)
6. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz.U. 2016 poz. 2033)

### **Normy:**

7. PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część I: Zasady ogólne.
8. PN-EN 1997-2:2009 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
9. PN-EN ISO 17892-1:2015-02 Rozpoznanie i badania geotechniczne Badania laboratoryjne gruntów Część 1: Oznaczanie wilgotności naturalnej.
10. PN-EN-ISO-17892-6:2017-06E Rozpoznanie i badania geotechniczne Badania laboratoryjne gruntów Część 6: Badanie penetrometrem stożkowym.
11. PKN-CEN ISO TS 17892-10 2009 Badania geotechniczne Badania laboratoryjne gruntów Część 10: Badanie w aparacie bezpośredniego ścinania.

12. PKN-CEN ISO/TS17892-12:2009 Badania geotechniczne Badania laboratoryjne gruntów Część 12: Oznaczanie granic Atterberga.
13. PN-EN ISO 17892-4:2017-01 Rozpoznanie i badania geotechniczne Badania laboratoryjne gruntów Część 4: Badanie uziarnienia gruntów

**Materiały wykorzystane w opracowaniu:**

14. MAW PIG 1962, tom XII, cz. II (arkusz Bydgoszcz)
15. Projekt kolektora A Biuro Projektów Budownictwa Komunalnego, Gdańsk 1966 r.
16. Projekt badań hydrogeologicznych dotyczący likwidacji studni nr 2 i 3 na terenie ujęcia SW-2 w Bydgoszczy, Przedsiębiorstwo Hydrogeologiczne Gdańsk, 1970 r.,
17. Karta Rejestracyjna Osuwiska (KRO) nr 04-61-011-090392
18. Geotechniczne warunki posadowienia PIG, M.K.Kumor, Bydgoszcz, marzec 2020 r.,
19. Opinia geotechniczna i dokumentacja badań podłoża gruntowego dla projektu i budowy trasy tramwajowej w rejonie ul. Babia Wieś w Bydgoszczy, GT Projekt, wrzesień 2020 r.
20. Dokumentacja geologiczno-inżynierska określającą warunki geologiczno-inżynierskie do projektu budowy budynku mieszkalno-usługowego przy ul. Babia Wieś w Bydgoszczy, Geoprogram, sierpień 2015 r.
21. Opinia geotechniczna wraz z wytycznymi geotechnicznymi dotyczącymi posadowienia torowiska w ciągu ulicy Babia Wieś w Bydgoszcz, Pracownia Inżynieryjno-Geologiczna w Bydgoszczy, marzec 2020,
22. Projekt budowlano- wykonawczy Zabezpieczenie skarpy pomiędzy torowiskiem tramwajowym (ul. Babia Wieś), a wykopem realizowanej budowy budynku wielorodzinnego Nordic Astrum przy ul. Babia Wieś w Bydgoszczy, Zakład Badań Geologicznych i Robót Inżynieryjnych Geobad, czerwiec-lipiec 2018 r.
23. [geoportal.gov.pl](http://geoportal.gov.pl)

### **3 Przedmiot opracowania**

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt robót geologicznych dla określenia warunków geologiczno-inżynierskich oraz analizy stateczności osuwiska przy ul. Babia Wieś w Bydgoszczy.

### **4. Cel i zakres opracowania**

Celem opracowania jest zaprojektowanie robót geologicznych dla określenia warunków geologiczno-inżynierskich na obszarze osuwiska oraz przebiegającego w tym rejonie kolektora sanitarnego A  $d=900$  mm oraz nadbrzeża w przewodzie wodociągowym  $d=300$  mm.

W ramach realizowanej inwestycji projektuje się:

- przedstawienia wyników wykonanych pomiarów batymetrycznych dna wykopu pod budynek NA w kontekście wyników projektowanych tu prac i pomiarów,
- wykonanie kartowania geologiczno- inżynierskiego, wraz z opracowaniem mapy geologiczno-inżynierskiej
- wykonanie otworów pełnordzeniowanych z dokładną parametryzacją rozpoznanych gruntów,
- wykonanie badań geologiczno-inżynierskich, m.in. wyznaczenia rodzaju, genezy oraz ułożenia warstw gruntów, sparametryzowania podłoża,
- określenie cech fizycznych i mechanicznych gruntów w zakresie niezbędnym do oceny stateczności zbocza,
- montaż inklinometrów wraz z zabudową,
- montaż reperów geodezyjnych
- określenie płaszczyzny poślizgu osuwiska,
- podanie wytycznych do zabezpieczenia kolektora ściekowego oraz innych obiektów znajdujących się w obrębie osuwiska
- przedstawienia wytycznych wykonawczych dotyczących prowadzenia robót ziemnych i robót geologicznych,

## II CZĘŚĆ DOKUMENTACYJNA

### 5. Lokalizacja, morfologia i hydrografia

#### 5.1 Lokalizacja terenu badań

Dokumentowany teren leży przy ul. Babia Wieś, w granicach administracyjnych miasta Bydgoszczy, w dzielnicy Babia Wieś, w powiecie Bydgoszcz, w województwie kujawsko-pomorskim.

#### 5.2. Zagospodarowanie terenu

Analizowany teren badań jest użytkowany prawie od początków istnienia Bydgoszczy. Od 1480 r. przy moście w ul. Bernardyńskiej (ok. 100 m od NA) istniał Klasztor Bernardynów z kościołem, ogrodem, browarem, cegielnią, żupami itp. Teren odwadniano, budowano drogi z wielokrotnie niszczoną i przebudowywaną zabudową. Inwestycję NA zaprojektowano na zapleczu obiektu, stąd duża ilość różnorodnych nasypów.

Aktualnie najbliższe sąsiedztwo terenu badań stanowi:

od południa: budynek Fundacji SUE RYDER przy ul. Babia Wieś 20 i nowy budynek mieszkalny przy ul. Babia Wieś 12, dwa wieżowce ADRIA przy kinie o tej samej nazwie przy ul. Toruńskiej 28a (via a vis posterunku policji ul. Toruńska 19a),

od wschodu: obiekty sportowe – dwa kluby wioślarskie Bydgoskiego Towarzystwa Wioślarzy (istniejące od połowy XIX w.), z 2 basenami do wodowania kajaków wciętymi w brzeg Brdy,

od północy: wąskie (ok. 3 m) nadbrzeże Brdy w bardzo złym stanie technicznym (uszkodzone przez drzewa pierwotnie wzmacniające nadbrzeże, osunięte płyty betonowe mocujące brzegi, aktualnie grobla wzmocniona szalunkiem wykopu), wykluczające transport samochodowy na tym odcinku,

od zachodu: budynek dawnego seminarium, które aktualnie zajmuje Wydział Rolnictwa Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy posiadający szklarnie na terenach dawnych ogrodów klasztornych. Zabytkowe obiekty otacza murowana zabudowa wielorodzinna z przełomu XIX i XX w. uzupełniana nowymi inwestycjami.

Do 2015 r. na tym terenie funkcjonował wyasfaltowany parking taksówek bagażowych. Nawierzchnia asfaltowa jest częściowo widoczna we wschodniej części terenu NA, gdzie nie rozpoczęto jeszcze robót ziemnych.

Aktualne podziemne uzbrojenie terenu to magistralne sieci wod.-kan. o przebiegu E-W (tj. równoległe do koryta Brdy), kolektor A  $d=900$  z lat 60-tych XX w., który biegnie początkowo w kierunku W-E od Placu Kościeleckich przy moście Bernardyńskim wzdłuż torów tramwajowych, następnie prawie pod kątem  $90^\circ$  skręca w komorze kierunkowej na południe za szklarniami UTP i pod uszkodzonym torowiskiem z lat 50-tych XX. wieku biegnie w kierunku SW-NE do ul. Toruńskiej. Torowisko ma przebieg SW-NE z łagodnym odgięciem w kierunku W-E w zachodniej części osuwiska.

Z powodu robót ziemnych wydobyto kabel światłowodowy MWiK. W rejonie ul. Toruńskiej przebiega też zagrożony, stary stalowy kolektor gazowy  $d=100$  mm. Ponadto istnieją liczne przyłącza wod.-kan., energetyczne i telekomunikacyjne do budynków mieszkalnych przy ul. Babia Wieś i Toruńskiej. Omawiane obiekty pokazano na załączniku nr 2.

### **5.3. Charakterystyka kolektora ściekowego**

Betonowy kolektor sanitarny A,  $d= 900$  mm, przebiegający przez obszar osuwiska, znajduje się we władaniu MWiK. Został wykonany w latach 60-tych XX w. zgodnie z Projektem kolektora A, autorstwa Biura Projektów Budownictwa Komunalnego w Gdańsku [15]. Kolektor został wykonany z prefabrykatów żelbetonowych łączonych na zakładkę, ułożonych na ławie betonowej, stąd ruchy mas ziemnych mogą być zagrożeniem jego rozszczelnienia. W obszarze przewidywanego osuwiska, kolektor przebiega w kierunku północno-zachodnim, od studzienki rewizyjnej w ul. Toruńskiej, do studzienki kierunkowej zlokalizowanej przy zachodnim skraju działki na której znajduje się wykop. Następnie kolektor skręca w kierunku zachodnim, południowo-zachodnim. Długość kolektora na obszarze osuwiska wynosi ok 80 metrów. Posadowienie kolektora na analizowanym terenie wynosi od 36,23 m n.p.m. w pobliżu wykopu, do 36,12 m n.p.m. na ul Toruńskiej.

#### 5.4. Własność terenu

Roboty będą realizowane w Bydgoszczy w rejonie ul. Babia Wieś i ul. Toruńskiej na działkach wyszczególnionych w poniższej tabeli:

Nr otworu	Nr działki	Obręb	Właściciel/Władający
M1	52	0149	Skarb Państwa/Komenda Wojewódzka Policji w Bydgoszczy
M2	55	0149	Gmina Bydgoszcz
M3	55	0149	Gmina Bydgoszcz
M4	64	0149	Gmina Bydgoszcz
M5	36/2	0148	Gmina Bydgoszcz
M6	35/6	0148	UTP w Bydgoszczy, Al. Prof. Kaliskiego 7 w Bydgoszczy
M7	65	0148	Skarb Państwa

Nr otworu	Nr działki	Obręb	Właściciel/Władający
I1	55	0149	Gmina Bydgoszcz
I2	36/2	0148	Gmina Bydgoszcz
I3	80	0149	Gmina Bydgoszcz
I4	81/5	0149	Gmina Bydgoszcz
I5	35/3	0148	Gmina Bydgoszcz
I6	80	0149	Gmina Bydgoszcz
I7	80	0149	Gmina Bydgoszcz
I8	35/6	0148	UTP w Bydgoszczy, Al. prof. Kaliskiego 7 w Bydgoszczy
I9	65	0148	Skarb Państwa

Położenie obszaru badań przedstawiono na załącznikach graficznych nr 1 i 2.

Teren badań to obszar o wymiarach ok. 160 na 100 m tj. od brzegu rzeki Brdy do ul. Toruńskiej i na szerokości granic działki, na której zlokalizowany jest wykop.

## **5.5. Morfologia terenu**

Pod względem fizyczno-geograficznym dokumentowana część Bydgoszczy położona jest w obrębie mikroregionu Dolina Miejska Brdy (315.353.03), w północno-zachodniej części Kotliny Toruńskiej (315.34) będącej częścią makroregionu Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej (315.3) wg. podziału J.Kondrackiego. Główną cechą obszaru jest znaczne przekształcenie antropogeniczne.

Teren projektowanych prac położony jest w zlewni uregulowanej rzeki Brdy, oddalonej ok 5 - 160 metrów od miejsca planowanych badań, na I i II tarasie zalewowej rzeki Brdy wg. podziału Galona. Taras II od południa ogranicza Zbocze Bydgoskie – stromy obszar o deniwelacjach względnych ok. 30 m i udokumentowanych wcześniej ruchach masowych i biegnie po nim ul.Toruńska,. Niżej, na tarasie I poprowadzono ul. Babia Wieś oraz zaprojektowano budynek NA.

Rzędne terenu w linii kolektora sanitarnego wynoszą od 34,20 m n.p.m. w okolicy wykopu pod budynek NA do 42,00 m n.p.m. w ul. Toruńskiej. Teren jest nachylony w kierunku północnym.

## **5.6. Hydrografia**

Teren badań leży nad Brdą, pierwotnie był to obszar zalewowy pokryty roślinnością, od XVI w. stopniowo meliorowany i nadbudowywany nasypami. W latach powojennych brzegi Brdy zostały umocnione płytami betonowymi. U podnóża II tarasu nadzalewowego rzeki Brdy, istniało kilka źródeł. Do 2015 r. czynne było źródło wykorzystywane jako własne ujęcie wody REALBUD, zlikwidowane w czasie budowy Trasy Uniwersyteckiej. Wykop pod budynek NA stanowi aktualnie sztuczny zbiornik wodny o wymiarach ok. 10 x 20 m i głębokości do ok. 4 m. Od 2017 r. do wykopu następuje ciągły napływ wody i jej odpływ do Brdy (co świadczy o stałym zasilaniu wodą albo z poziomu plejstoceńskiego albo z poziomu mioplioceńskiego).

W rejonie zabudowań UTP przy moście Bernardyńskim, oddległych od wykopu o ok. 100 m, widoczny jest intensywny wypływ wody podziemnej z poziomu mioplioceńskiego (wyraźny zapach siarkowodoru) z ujściem do rzeki Brdy. W ramach projektowanych prac geologicznych, wskazanie jest ustalenie pochodzenia źródła (stara studnia?) oraz podanie wytycznych w celu zabezpieczenia terenu (możliwe podmycie bulwaru i kolejne osunięcie się gruntu do rzeki w rejonie trasy spacerowej).

## **6. Omówienie wyników wcześniej prowadzonych prac**

### **6.1. Okres do 1945 r.**

Pierwsze prace mające na celu udokumentowanie warunków gruntowo-wodnych, na analizowanym obszarze były prowadzone w rejonie dawnego klasztoru bernardynów tj. późniejszego Seminarium Nauczycielskiego, aktualnie Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy. Na mapie Liebenau'a z 1885 r. (zbiory Biblioteki Miejskiej w Bydgoszczy), istniało w tym miejscu własne ujęcie wody (MAW 1962 otwór nr 1118) o głębokości 25,2 m, górna część profilu do głębokości ok. 3,8 m to nasypy i piaski, głębiej (3,8-24,5 m p.p.t.) nawiercono ility przeławicane węglem brunatnym, głębiej (24,5-25,2 m p.p.t.) nawiercono piaski barwy białej. Ten teren jest oddalony ok. 20 m w kierunku wschodnim od osuwiska.

W rejonie ul. Babia Wieś 37/Toruńska na w/w mapie Liebenau'a istniał otwór nr 1239 o głębokości 28,9 m. Górna część profilu do głębokości ok. 3 m to piaski i glina zwałowa, głębiej (3-23 m p.p.t.) nawiercono ility przeławicane węglem brunatnym, głębiej (23,9-28,9 m p.p.t.) nawiercono piaski o białej barwie.

### **6.2. Okres po 1945 r.**

W latach 1952-70 w rejonie wykopu NA funkcjonowało komunalne ujęcie wody (5 studni artezyjskich odwierconych przez brygadę MPWiK o głębokości ok. 60 m, z rozstawem ok. 100 m i wydajności łącznej ok. 190 m<sup>3</sup>/h). Osuwisko jest zlokalizowane pomiędzy dawnymi studniami nr 1 i 2, dawny wodociąg d=350 mm biegnie tuż przy brzegu Brdy w ciągu dzisiejszego bulwaru, tj. przy północnym brzegu wykopu pod budynek NA. Studnie nr 4 i 5 były w latach 70-tych XX w. adaptowane na studnie publiczne, a następnie zlikwidowane w latach 90-tych XX w.

W 1960 r. na odcinku Plac Kościeleckich ul. Bernardyńska-Babia Wieś-Toruńska wykonano wiercenia do głębokości ok. 12 m pod budowę kolektora A.

W 2015 r. na potrzeby projektu budynku mieszkalnego wielorodzinnego NA, firma Geoprogram Wojciech Andrzejewski z Bydgoszczy opracowała *Dokumentację geologiczno-inżynierską określającą warunki geologiczno-inżynierskie do projektu budowy budynku mieszkalno-usługowego przy ul. Babia Wieś w Bydgoszczy*, zatwierdzoną decyzją Prezydenta Miasta Bydgoszczy Nr WGK/906/15 z dnia 07.10.2015 r. (WGK.VII.6541.18.2015). Na potrzeby ww. dokumentacji wykonano 4 otwory o głębokości 20,0 m i 2 otwory o głębokości 12,0 m, wraz z 3 sondowaniami CPTU do głębokości maksymalnie 14,6 m. Stwierdzono wówczas złożone warunki geologiczne z uwagi na płytkie zaleganie wody poziomu

czwartorzędowego i występowanie ekspansywnych miopliocenskich iłów w podłożu budowlanym. Ponadto poziom mioceński w rejonie koryta Brdy ma charakter artezyjski. Na etapie tej dokumentacji wykluczono ryzyko ruchów masowych.

Po powstaniu osuwiska w maju 2018 r., UM Bydgoszczy zlecił do PIG-PIB opracowanie Karty Rejestracyjnej Osuwiska. W ramach prac nad KRO, wykonano inwentaryzację uszkodzeń i stwierdzono wychylone grodzice w wykopie, odkształcone tory, pękniętą nawierzchnię asfaltową w ul. Babia Wieś w rejonie budynku nr 8, gdzie natychmiast odłączono przyłącze gazowe. Powyżej wykopu stwierdzono nisze osuwiskową o głębokości ok. 10 cm [17]. Pomiarami w inklinometrach, które zainstalował wykonawca robót budowlanych, udokumentowano strefę poślizgu na głębokości ok. 24 m n.p.m [22]. Stwierdzono, że zsuw grawitacyjny nastąpił od południa w kierunku północnym do wykopu. Obszar osuwiska oszacowano na 0,264 ha powierzchni [17]. Wg. KRO za przyczynę wystąpienia ruchów masowych na tym obszarze było podcięcie stoku przez wykop pod budynek NA.

W czerwcu 2018 r., Zakład Badań Geologicznych i Robót Inżynieryjnych Geobad (J. Tkaczyk, M. Świeca i inni), opracował Projekt budowlano-wykonawczy, pt. *Zabezpieczenie skarpy pomiędzy torowiskiem tramwajowym (ul. Babia Wieś), a wykopem realizowanej budowy budynku wielorodzinnego Nordic Astrum przy ul. Babia Wieś w Bydgoszczy*. W ramach tej dokumentacji dokonano analizy warunków geotechnicznych w obrębie powstałego osuwiska oraz analizy stateczności zbocza przy użyciu metody elementów skalonych - MES. Dodatkowo, przedstawiono również projekt palisady z pali kozłowych, która ma zabezpieczać teren skarpy pomiędzy ul. Babia Wieś, a wykopem pod budynek NA.

W toku prac ratunkowych torowiska oraz w ramach realizacji zadań własnych, Zarząd Dróg Miejskich i Komunikacji Publicznej w Bydgoszczy zlecił opracowanie „*Opinii geotechnicznej wraz z wytycznymi geotechnicznymi dotyczącymi posadowienia torowiska w ciągu ulicy Babia Wieś w Bydgoszcz*”, Pracowni Inżynieryjno-Geologicznej w Bydgoszczy (Prof. dr hab. inż. M.K. Kumor oraz Ł. Kumor). Na potrzeby tej opinii wykonano 4 płytkie otwory do maksymalnej głębokości 3,3 m wraz z 3 sondowaniami DPL do głębokości 3,0 m (tj. tylko w obrębie osadów holoceniowych i plejstoceniowych II tarasu zalewowego Brdy). We wnioskach z tego opracowania stwierdzono, że przyczyną pęknięcia budynku przy ulicy Babia Wieś nr 8 był transport mas ziemnych (ok. 4 tys. m<sup>3</sup> gruntu), ciężkiego sprzętu i maszyn. Z tego powodu zniszczono też nawierzchnię tej ulicy ułożonej na podłożu z historycznych nasypów.

We wrześniu 2020 r. w związku z planowaną odbudową torowiska na palach podpierających konstrukcję betonową na zlecenie ZDMiKP w Bydgoszczy, firma GT Projekt Sp. z o.o. w Swadzimiu (mgr M.Róžański, mgr M.Nyćkowiak) opracowała *Opinię geotechniczną i dokumentację badań podłoża gruntowego dla projektu i budowy trasy tramwajowej w rejonie ul. Babia Wieś w Bydgoszczy*. W trakcie prac terenowych wykonano 6 otworów wiertniczych do maksymalnej głębokości 19,5 m oraz 6 sondowań statycznych CPTU do maksymalnej głębokości 16,0 m. We wnioskach z tego opracowania stwierdzono, że przyczyną osunięcia się torów jest nieustabilizowany wykop budowlany pod budynek NA, który podkopał nasyp torowiska. W ramach zleconej dokumentacji, nie parametryzowano osuwiska oraz nie analizowano jego zasięgu. W otworach GT Projekt nr 1-3 (wschodnia część osuwiska) w strefie poślizgu wstępnie określonej przez KRO [17], zaobserwowano zmiany w zakresie badanych parametrów głównie: opór na stożku poślizgu  $q_c$  [MPa], wytrzymałość na ścinanie  $S_u(q_c)$  [MPa] i tarcie na poboczniczy stożka  $f_s$  [MPa]. Może to jednak wynikać z pierwotnych zmian litologicznych i powinno być wyjaśnione w toku dalszych badań. Wyniki badań przedstawiono w załączniku nr 12.

W kwietniu 2021 r. MWiK w trakcie analizowania metody zabezpieczenia kolektora A  $d=900$  mm przecinającego tory w granicach osuwiska, wykonały ponownie wizję terenową na obszarze osuwiska wyznaczonego w KRO, stwierdzając, że jego wymiary mogą aktualnie być większe, tj. od wykopu pod budynek NA nad Brdą do budynku posterunku policji (pęknięty i przechylony mur w kierunku północnym) przy ul. Toruńskiej. Brak jest jednak danych czy pęknięcia ściany oporowej przy budynku policji były niezauważone w 2017 r., czy powstały w latach 2017-21.

Badania batymetryczne dna zatopionego wykopu z 10 czerwca 2021 r. wykazały, że w południowo-zachodnim narożniku wykopu (tuż przy zagrożonym kolektorze A i podnóże osuwiska) dno wykopu może być wyparte pod wpływem ciśnienia hydrostatycznego poziomu mioceńskiego ze stabilizacją zwierciadła wody powyżej 38,5 m n.p.m. (pomiaru MWiK z kwietnia 2021 r.) a w dnie wykopu ok. 29,5 m n.p.m. i na skutek upłynięcia zatopionego przez 3 lata gruntu.

Pomiary temperatury wody przy dnie wykopu dokonano elektronicznym sprzętem MWiK z sygnalizacją świetlno-akustyczną - typ 025 firmy Hydrotechnik GmbH (posiadającym deklarację zgodności CE). Dokładność pomiaru 0,1 °C.. Przy dnie wykopu temperatura wody była zbliżona do temperatury wód podziemnych – tu 14,5°C, co świadczy o kontakcie z warstwą wodonośną.



## **7. Opis budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych**

### **7.1. Budowa geologiczna**

Z uwagi na zakres opracowania omówienie budowy geologicznej ograniczono do podłoża w granicach czwartorzędu i miopliocenu. Schemat budowy geologicznej pokazano na załączonych archiwalnych przekrojach geologicznych i geotechnicznych – załącznik nr 11.

#### **Czwartorzęd Q**

Holocen Qh- są to generalnie utwory antropogeniczne udokumentowane jako nasypy niekontrolowane, które uformowane zostały w związku z nadbudową tarasu zalewowego Brdy, umocnieniem brzegów a następnie z utwardzeniem starych ulic: Babia Wieś i Toruńska, a później nasypu budowlanego pod torowisko. Nasypy niekontrolowane składają się z osadów niespoistych z domieszkami humusu, cegieł, kamieni, betonu itp. Nasyp pod torowisko jest wykonany z materiałów budowlanych - kłińca. Miąższość nasypów jest bardzo zmienna i może lokalnie dochodzić do ok. 6 m w rejonie kolektora A.

Plejstocen Qp w rejonie osuwiska ma bardzo zmienne wykształcenie jako utwory glacialne, fluwioglacjalne w postaci od piasków pylastych do żwirów o zmiennej miąższości od kilku metrów nad brzegiem Brdy do dochodzącej nawet do 8,5 m, lokalnie glin na terenie tarasów I i II. Miejscami na osadach piaszczystych stwierdzono występowanie osadów organicznych w postaci namulów o niewielkiej miąższości.

#### **Neogen Ng**

Utwory neogenu w rejonie inwestycji wykształcone są w postaci utworów spoistych tj. miopliocenijskich iłów i iłów pylastych, podścielających osady czwartorzędowe. Miąższość iłów waha się od kilku do kilkudziesięciu metrów na południe od ul. Toruńskiej (tu do głębokości 12-16 m p.p.t.). Lokalnie iły występują bezpośrednio pod utworami holocenijskimi (zachodnia część wykopu). Strop iłów zapada od 37 m w części południowej terenu do 27 m n.p.m. nad brzegiem Brdy (wschodnia część wykopu), co jest związane z erozyjną działalnością Brdy.

Poniżej osadów ilastych występują pokłady węgla brunatnego w stropowej części przewarstwionego iłami o miąższości 1-3 m. Warstwa ta występuje w Bydgoszczy powszechnie i ma charakter horyzontalny.

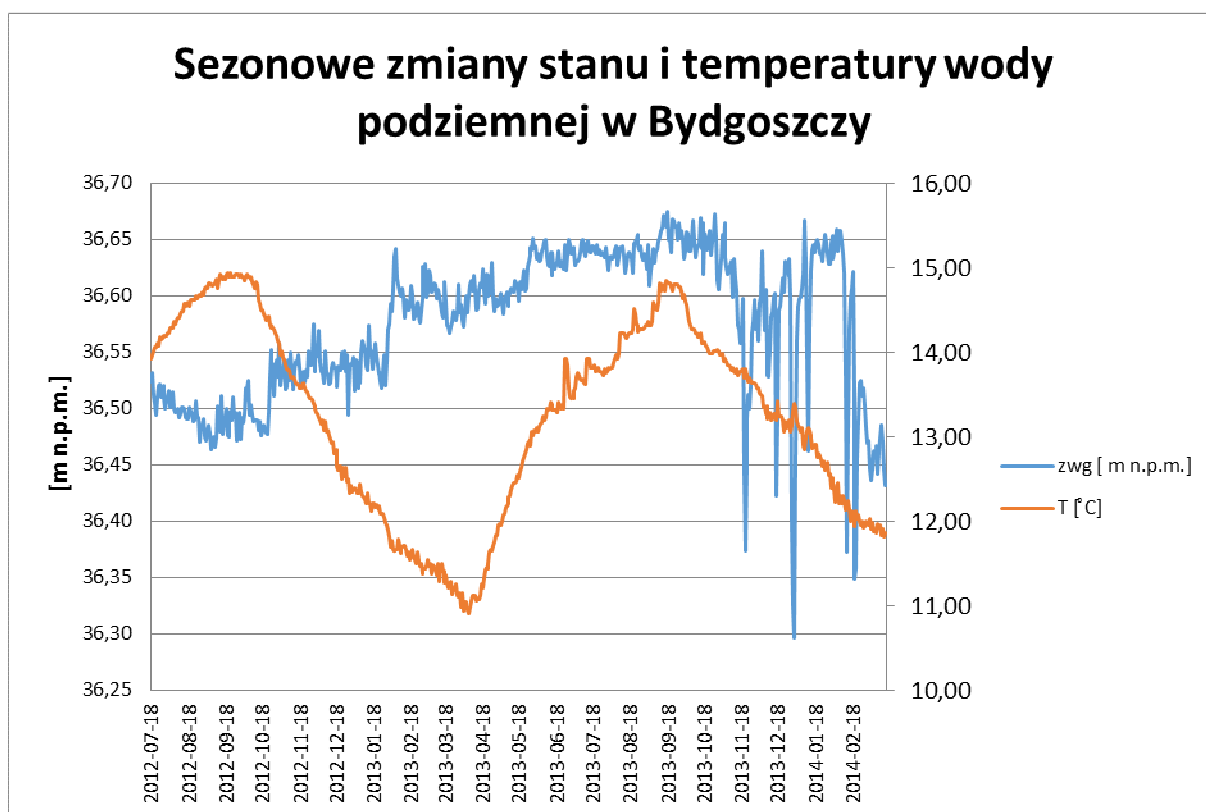
Warstwa węgla brunatnych podścielana jest przez piaski humusowe. Spąg warstwy piaszczystej nie został przewiercony.

## 7.2. Warunki hydrogeologiczne

Na omawianym terenie występują dwa poziomy wodonośne: czwartorzędowy i mioplioceni. Znaczenie dla zabezpieczenia osuwiska mają poziomy plejstoceni i mioplioceni.

Czwartorzędowa warstwa wodonośna zbudowana jest z utworów piaszczystych i żwirowych i ma generalnie charakter swobodny z wahaniami zależnymi od ilości opadów.

Z wieloletnich pomiarów archiwalnych MWiK wynika, że w ostatnich latach miało miejsce znaczne ograniczenie poboru wód podziemnych co spowodowało odbudowę ciśnienia we wszystkich warstwach wodonośnych z podniesieniem poziomu wody. Na terenie Bydgoszczy systematycznie rejestrowane były pomiary w rejonie piezometrów plejstoceni MWiK przy ul. Toruńskiej w Bydgoszczy nad Brdą. Ostatnie pomiary to skutek uruchomionego odwodnienia. Amplituda wahań stanów wody to ok. 0,2 m amplituda wahań temperatur to ok. 5°C, czas przepływu wody



Rys. 2. Wahania stanu i temperatury wody podziemnej w podczas 19 m-cy

Zwierciadło wody plejstocénskiego poziomu wodonośnego wg dokumentacji GT Projekt z września 2020 r., stabilizowało się na głębokości około 3,5 m p.p.t. tj. na rzędnej około 33,2 m n.p.m [19]. Podstawą drenażu dla wód podziemnych jest uregulowana rzeka Brda, której rzędna wody w tym rejonie wynosi ok 32,5 m n.p.m.

Miopliocén ska warstwa wodonośna występuje w obrębie osadów piaszczystych. Wodonośiec ma charakter naporowy, gdzie warstwę napinającą stanowią węgle brunatne oraz nadległe iły. Woda nawiercona na rzędnej 19,5-20,3 m n.p.m. Wg dokumentacji GT Projekt z 2020 r., zwierciadło wody w rejonie torowiska tramwajowego stabilizowało się na poziomie 31,9 m n.p.m. [19], natomiast wg dokumentacji sporządzonej w 2015 r przez Geoprogram, zwierciadło wody miało charakter artezyjski i po północnej stronie wykopu pod budynek NA stabilizowało się 65 cm ponad poziomem gruntu (34,4 m n.p.m.) [20].

Strefą drenażu dla wód podziemnych miopliocenu jest również Brda.

Odwodnienie wykopu było prowadzone studniami zafiltrowanymi w plejstocénskiej i miopliocénskiej warstwie wodonośnej (dokumentacji z odwodnienia nie udostępniono). Przy odcięciu grodzicami wykopu następuje tu aktualnie niebezpieczne piętrzenie się wody ok. +1,5 m powyżej terenu (samowypływy w dniu 13.05.2021 r.) na odcinku między torowiskiem a wykopem.

Z uwagi na erozyjny charakter doliny Brdy i zastąpienie osadami piaszczystymi ilów miopliocenu, bardzo możliwa jest łączność hydrauliczna pomiędzy w/w poziomami wodonośnymi. Kontakt hydrauliczny możliwy jest także w rejonie niezlikwidowanych lub niewłaściwie zlikwidowanych otworów wiertniczych.

### **III CZĘŚĆ PROJEKTOWA**

#### **8. Przedstawienie możliwości osiągnięcia celu robót geologicznych**

##### **8.1. Opis i uzasadnienie liczby, lokalizacji i rodzaju projektowanych wyrobisk**

Dotychczasowe badania pozwoliły jedynie na strefowe rozpoznanie budowy geologicznej (litologia i warunki hydrogeologiczne) do głębokości do ok. 20 m p.p.t. Warunki geologiczno-inżynierskie rozpoznano jedynie w strefie projektowanego budynku NA i uszkodzonego torowiska. Brak jest rozpoznania w południowej części osuwiska tj. rejonie zagrożonego kolektora A  $d=900$  mm i innych sieci (gazowej, ciepłowniczej, telekomunikacyjnej itp.). Ponadto niektóre parametry geologiczno-inżynierskie mogły się zmienić pod wpływem piętrzenia wody i zachodzących ruchów masowych pomiędzy wykopem pod budynek NA a torowiskiem. Konieczne jest również zamontowanie zorganizowanej sieci inklinometrów, którą zobowiązał się wykonać ZDMiKP w Bydgoszczy oraz MWiK.

W przypadku działek nie należących do miasta Bydgoszczy (35/6 obr. 149), finansujący (MWIK w Bydgoszczy Sp. z o.o.), uzyska zgodę na przeprowadzenie projektowanych robót geologicznych na ww. działkach, przed rozpoczęciem robót geologicznych.

##### **a) Prace polowe**

Projektuje się prace polowe pod stałym dozorem geologicznym uprawnionej osoby. Zakres prac obejmuje: wykonanie otworów wiertniczych metodą pełnego rdzeniowania, sondowania statyczne gruntów, pobieranie próbek gruntu i wody do szczegółowych i specjalistycznych badań laboratoryjnych.

Prace polowe będą realizowane w 6 sektorach idąc od północy:

**Sektor 1 – bulwar szerokość ok. 3 m zagrożony osunięciem się do wykopu głębszego niż Brda w tym rejonie i deformacją nadbrzeża.**

- 1 otwór wiertniczy do głębokości 15 m (M7) wykonany systemem pełnego rdzeniowania bez jego likwidacji
- 1 sondowanie statyczne do głębokości 15 m (CPTU7)
- 1 badanie DMT do głębokości 15 m
- 1 inklinometr należący do MWiK w Bydgoszczy (I9), do głębokości 15 m
- 3 repery geodezyjne

**Sektor 2 – wykop i tereny przyległe od E i W**

- 1 otwór wiertniczy do głębokości 20 m (M6) wykonany systemem pełnego rdzeniowania bez jego likwidacji
- 1 sondowanie statyczne do głębokości 20 (CPTU6)
- 1 badanie DMT do głębokości 20 m
- 1 inklinometr należący do MWiK w Bydgoszczy (I8) do głębokości 20 m
- 2 repery geodezyjne

**Sektor 3 – torowisko tramwajowe ze skrzyżowaniem kolektora A– dobrze rozpoznane przez ZDMiKP – badania realizowane przez ZDMiKP:**

- 1 otwór wiertniczy do głębokości 20 m (M5) wykonany systemem pełnego rdzeniowania bez jego likwidacji
- 1 sondowanie statyczne do głębokości 20 (CPTU5)
- 1 badanie DMT do głębokości 20 m
- 6 inklinometrów należących do ZDMiKP w Bydgoszczy (I2, I3, I4, I5, I6, I7,) do głębokości 20 m
- 4 repery geodezyjne

**Sektor 4 – rejon ul. Babia Wieś od nr 6 do nr 12**

- 1 otwór wiertniczy do głębokości 20 m (M4) wykonany systemem pełnego rdzeniowania wraz z jego likwidacją
- 1 sondowanie statyczne do głębokości 20 m (CPTU4)
- 1 badanie DMT do głębokości 20 m

**Sektor 5 – pomiędzy ul. Babia Wieś– rejon kolektora A d=900 przy studni rewizyjnej i Toruńską do posterunku policji**

- 1 otwór wiertniczy do głębokości 25 m (M2) wykonany systemem pełnego rdzeniowania bez likwidacji
- 1 otwór wiertniczy do głębokości 25 m (M3) wykonany systemem pełnego rdzeniowania wraz z jego likwidacją
- 2 sondowania statyczne do głębokości 25 m (CPTU3 i CPTU2)
- 2 badania DMT do głębokości 25 m
- 1 inklinometr należący do MWiK w Bydgoszczy (I1), do głębokości 25 m
- 2 repery geodezyjne

**Sektor 6 –ul. Toruńska – rejon kolektora A przy posterunku**

- 1 otwór wiertniczy do głębokości 25 m (M1) wykonany systemem pełnego rdzeniowania wraz z jego likwidacją
- 1 sondowanie statyczne do głębokości 25 m (CPTU1)
- 1 badanie DMT do głębokości 25 m
- 2 repery geodezyjne

Przewidywany łączny metraż wierceń wynosi: **150 mb**

**b) Otwory wiertnicze**

Otwory wiertnicze należy wykonać systemem mechanicznym, rdzeniowanym, w sposób ciągły, z wykorzystaniem podwójnej rdzeniówki, przy zastosowaniu płuczki, przy ciągłym zabezpieczaniu otworu rurami osłonowymi z możliwością poboru prób gruntów:

- kategorii A o klasie jakości 1 z rdzenia wiertniczego o średnicy próby niemniejszej niż 90 mm i próbek o długości nie mniejszej niż 50 cm. Próbki muszą być zabezpieczone przed wyschnięciem, zawilgoceniem i zamrożeniem
- kategorii B o klasie jakości 3-4 z aparatu rdzeniowego (średnicy minimum 90 mm) o masie nie mniejszej niż 2 kg dla gruntów gruboziarnistych i bardzo gruboziarnistych (niespoistych) do podwójnych worków plastikowych.

**c) Sondowania statyczne**

Jako badania parametryzujące dla rozpoznania rodzaju i stanu gruntów projektuje się wykonanie 7 sondowań statycznych CPTU przy otworach (M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7) o głębokości do 25 m.

Sondowanie statyczne końcówką piezoelektryczną CPTU pozwala na rejestrowanie parametrów gruntu w sposób ciągły (co 2 cm) i automatyczny (cyfrowy zapis pomiaru). Mierzone w warunkach *in-situ* będą następujące parametry:

- opór gruntu pod stożkiem ( $q_c$ ),
- tarcie gruntu na tulei ciernej ( $f_s$ ),
- ciśnienie wody porowej ( $u_2$ ),
- wychylenie stożka od pionu.

Interpretacja rodzaju gruntów oparta jest o wartości współczynnika tarcia  $R_f$  ( $f_s/q_c$  [%]) oraz oporu penetracji ( $q_c$ ), uzupełnione o analizę ciśnienia porowego ( $u_2$ ), bądź parametrów znormalizowanych ( $g_i$ ,  $f_i$ ,  $Bq$ ). Stan gruntu (spoistego/niespoistego) oraz jego właściwości wytrzymałościowo-odkształceniowe oceniany jest w oparciu o wartości oporu pod stożkiem ( $q_c$ ) w danym stanie naprężeń.

Wykonanie sondowań CPTU ma na celu uszczegółowić/uaktualnić wcześniejsze rozpoznanie podłoża gruntowego oraz jego parametry.

Wykresy sondowań CPTU zostaną dostosowane do rozpoznanej budowy geologicznej i naniesione na przekroje geologiczno-inżynierskie.

Problemem w przypadku sondowań CPTU mogą okazać się nasypy niekontrolowane występujące przy powierzchni terenu, zwłaszcza zawierające fragmenty gruzu i cegieł. W takim przypadku, jeśli niemożliwa będzie penetracja stożkiem dopuszcza się wykonanie podwiertu.

Przewidywany łączny metraż sondowań CPTU wynosi: **150 mb**

#### **d) Badanie DMT**

Jako badania dodatkowe dla rozpoznania rodzaju i parametrów gruntów projektuje się wykonanie 7 badań dylatometrycznych przy otworach (M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7) o głębokości do 25 m.

Badanie dylatometryczne pozwala na oszacowanie wartości parametrów geotechnicznych gruntów spoistych i niespoistych, takich jak:

- wytrzymałość na ścinanie ( $c_u$ ),
- moduł odkształcenia ( $E_0$ ),
- współczynnik parcia bocznego ( $K_0$ ),
- współczynnik konsolidacji ( $c_h$ )
- naprężenie prekonsolidacji.

Wykonanie badań dylatometrem ma na celu uszczegółowić wcześniejsze rozpoznanie podłoża gruntowego oraz jego parametry.

Badanie będzie polegać na statycznym wciskaniu łopatką dylatometrów w podłoże do żądanej głębokości i wykonaniu pomiaru ciśnienia gazu technicznego wymaganego do odkształcenia membrany będącej częścią łopatką. Pomiar dylatometryczny powinien być wykonywany co 20 cm. Pierwszy pomiar należy rozpocząć po wciśnięciu łopatką do gruntu naturalnego (poniżej nasypów).

#### **e) Montaż inklinometrów wraz z zabudową**

Projektuje się zainstalowanie 9 inklinometrów do głębokości maksymalnie 25 m.. Konstrukcje inklinometrów zostały pokazane na załączniku nr 9.

W otworach inklinometrycznych (I1-I9) zostanie zamontowana kolumna rur inklinometrycznych plastikowych o średnicy  $d = 70\text{ mm}$ . Kolumny pomiarowe zostaną zamontowane na odpowiedniej głębokości poniżej poziomu terenu, co najmniej 3 metry poniżej najgłębszej rozpoznanej strefy poślizgu (tj. 24,0 m n.p.m.) przy uwzględnieniu odcinka o długości 0,5 m wystającego ponad powierzchnię terenu.

Inklinometry nr I1, I2, I8, I9 oraz zostaną zabudowane w otworach wiertniczych nr M2, M5, M6 i M7. Reszta inklinometrów zostanie umieszczona w nowych otworach inklinometrycznych wykonanych systemem mechanicznym, przy użyciu świda spiralnego  $d = 150\text{ mm}$  i przy pomocy kolumn osłonowych o średnicy 193 mm.

Uszczelnienie otworu inklinometrycznego należy wykonać poprzez umieszczenie mieszanki cementowo-bentonitowej wtłoczoną w wolną przestrzeń pomiędzy kolumną inklinometru, a ścianą otworu. Należy również zabezpieczyć część kolumny powyżej powierzchni terenu poprzez jej obudowanie rurą ze stalowym zamknięciem.

Przed pomiarami właściwymi należy dokonać pomiaru zerowego po dwóch, trzech tygodniach od przygotowania otworów. Pomiar zerowy będzie punktem odniesienia do wszystkich następnych sesji pomiarowych.

Łączny przewidywany metraż wierceń pod inklinometry wynosi 180 mb.

#### **f) Montaż reperów geodezyjnych**

Projektuje się wykonanie sieci 39 reperów geodezyjnych w rejonie powstałego osuwiska, jako element monitoringu przemieszczeń mas gruntu na jego obszarze. Przy pomocy precyzyjnych geodezyjnych odbiorników GPS badane będą przemieszczenia poziome i pionowe reperów, co pozwoli na określenie stopnia aktywności osuwiska i

przemieszczeń na różnych głębokościach. Projektuje się wykonanie 26 reperów zamontowanych w komorach kolektora ściekowego MWiK do oceny przemieszczeń w osi pionowej oraz 13 punktów do oceny przemieszczeń w osiach X,Y, Z.

Lokalizacja reperów geodezyjnych będzie na bieżąco uzgadniana z ZDMiKP.

#### **g) Kartowanie geologiczno- inżynierskie**

Kartowanie geologiczno-inżynierskie ma na celu doprecyzowanie granic zasięgu osuwiska z wyznaczeniem skarp oraz podziałem na strefy aktywności. Należy również skartować wszystkie formy morfologiczne terenu będące następstwem ruchów osuwiskowych, takich jak progi, szczeliny, niecki, uszkodzenia infrastruktury w otoczeniu wykopu pod budynek NA, odkształcenia drzew itp. Dodatkowo należy zinwentaryzować wszelkie wysięki oraz wylewy (w tym również studnie zlokalizowaną na działce sąsiadującej, należącej do Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego) wód podziemnych w rejonie wykopu NA.

Na etapie kartowania geologiczno-inżynierskiego zostanie wykonana mapa osuwiska i najbliższej jego okolicy.

Sondy i otwory wiertnicze zaprojektowano w granicach osuwiska wyznaczonego w KRO [21]. Odległości pomiędzy otworami są dobrane zgodnie z normą *PN-EN 1997-2 Eurokod 7:Projektowanie geotechniczne-Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego*. Liczba projektowanych otworów jest wystarczająca dla jednoznacznego określenia budowy geologicznej podłoża gruntowego dla przedmiotowej inwestycji oraz uzyskania parametrów potrzebnych do obliczenia stateczności osuwiska. Szczegółowe badania na terenie nowego inwestora prac budowlanych firmy B29 są objęte odrębnym projektem.

Lokalizację miejsc zamierzonych robót geologicznych przedstawiono na załączniku nr 2- Mapa dokumentacyjna terenu badań.

Przewidywane profile geologiczne oraz konstrukcja projektowanych otworów wiertniczych została przedstawiona na załączniku graficznym nr 8.

Kolejność wykonywania zamierzonych robót geologicznych: wiercenia i sondowania prowadzić zgodnie z numeracją.

Wnosi się o upoważnienie dozoru geologicznego do korygowania zmian lokalizacji i głębokości otworów wiertniczych i inklinometrycznych oraz sondowań statycznych i DMT w

stosunku +/- 20% w odniesieniu do zakładanego ich położenia, w zależności od dostępności terenu oraz stwierdzonej litologii.

### **8.2 Sposób i termin likwidacji otworów wiertniczych lub wyrobisk oraz rekultywacji gruntów**

Po zakończeniu wierceń otwory wiertnicze należy niezwłocznie zlikwidować mieszkanką cementowo-bentonitową przy zachowaniu szczelności izolacji poziomów wodonośnych.

Otwory inklinometryczne będą stanowiły element systemu monitoringu osuwiska przy ul. Babia Wieś przez okres co najmniej 3 lat. W tym czasie nie przewiduje się ich likwidacji.

### **8.3 Informacje dotyczące zamykania horyzontów wodonośnych.**

Po nawierceniu wody podziemnej, wiercenie należy przerwać w celu stabilizacji zwierciadła statycznego. Należy każdorazowo wykonać pomiar głębokości zalegania zwierciadła wody podziemnej. W przypadku występowania wody w otworze, wiercenie prowadzić w rurach osłonowych zgodnie z załącznikami 8.1.-8.7 oraz 9.1-9.9. Poziomy wodonośne zamykać przy pomocy rur osłonowych.

### **8.4 Opis opróbowania wyrobisk**

W ramach badań polowych należy określić rodzaj gruntu domieszki lub przewarstwienia, barwę, wilgotność, stan, itp.. Należy opisać profile, ustalić genezę i stratyografię. Próbkę należy pobierać zgodnie z normą *PN-EN 1997-2 Eurokod 7:Projektowanie geotechniczne-Część 2:Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego*.

Wykonywane otwory będą pełnordzeniowane (potrójny aparat rdzeniowy). Rdzenie należy zabezpieczyć przed dodatkowym zawilgoceniem, a także nie dopuścić do ich wyschnięcia lub zamrożenia. Z ich obrębu zostaną pobrane reprezentatywne próbki do badań laboratoryjnych.

Głębokość poboru prób zaprojektowano w taki sposób, aby pobrać próbę kategorii A z każdej z udokumentowanych/przewidywanych stref poślizgu w iłach mioplioceniowych oraz w węglach brunatnych. Dodatkowo planuje się pobór prób kategorii B z każdej litologicznej warstwy gruntu oraz co maksymalnie 2 metry.

Próbki zostaną przekazane do specjalistycznego laboratorium geotechnicznego, wykonawcy działającego zgodnie z obowiązującymi normami i wytycznymi, w taki sposób by ich właściwości fizyczne i mechaniczne nie uległy zmianie.

Natomiast próbki, które nie zostaną przekazane do laboratorium, powinny zostać umieszczone w magazynie wykonawcy robót geologicznych do chwili zatwierdzenia dokumentacji [3], gdyż są próbkami czasowego przechowywania. Podczas wierceń dozór geologiczny będzie prowadzić badania makroskopowe i organoleptyczne próbek gruntu bezpośrednio z każdego otworu wiertniczego.

### **8.5 Zakres obserwacji i badań terenowych**

Celem opracowania dokumentacji jest określenie warunków geologiczno-inżynierskich, oraz analiza stateczności osuwiska powstałego przy ul. Babia Wieś w Bydgoszczy

W ramach badań i obserwacji terenowych, projektuje się wykonanie następujących robót terenowych:

- a) badanie makroskopowe gruntów,
- b) pobieranie prób gruntów i wody gruntowej,
- c) pomiarów głębokości zwierciadła wody w otworach wiertniczych,

W przypadku nawiercenia warstwy wodonośnej należy przerwać wiercenia i dokonać pomiaru zalegania lustra wody. Pomiaru te należy prowadzić do momentu aż różnica pomiędzy dwoma ostatnimi pomiarami w odstępie jednej minuty będzie mniejsza niż 0,01 m.

### **8.6 Wyszczególnienie niezbędnych prac geodezyjnych**

Punkty wierceń wytyczyć w dowiązaniu do istniejących stałych obiektów w terenie. Niwelacje rzędnych wysokościowych poszczególnych otworów, inklinometrów oraz lustra wody rzeki Brdy w rejonie wykopu pod budynek NA wykonać w nawiązaniu do reperów państwowych lub do stałych punktów terenowych o znanych rzędnych wysokościowych x, y, z dokładnością do 0,03 m.

Monitoring kolektora A będzie realizowany z precyzją geodezji przemysłowej z dokładnością do 0,3 mm. Do wykonania w/w zadania wykorzystane zostaną niwelatory precyzyjne Leica DNA 03 i Leica LS 10 wraz z łątami do niwelacji precyzyjnej oraz tachimetr elektroniczny Leica TS 16-1'. Pomiary w bieżącym roku zaplanowano 6 sesji

pomiarowych, które wykonywane będą co miesiąc. W zależności od postępu prac na budowie NA i obserwowanych przemieszczeń zakres pomiarowy będzie korygowany. Raporty z monitoringu przemieszczeń będą składane do MWiK po każdej z sesji pomiarowych.

### **8.7 Kolejność wykonywanych prac**

W pierwszej kolejności wykonane zostaną prace geodezyjne (montaż reperów i ponowne ustalenie rzędnych na budynkach na odcinku Babia Wieś-Toruńska. Prace wiertnicze rozpoczęte zostaną od sektorów 3, 4 i 5 tj. wzdłuż kolektora A, torów tramwajowych i wykopu, w następnej kolejności sektory 1, 2 i 6.

### **8.8 Badania laboratoryjne**

#### **a) badania chemiczne:**

- 2 oznaczenia agresywności wody w stosunku do betonu dla każdego z poziomów wodonośnych
- 1 oznaczenie fizykochemiczne wody ze źródła przy UTP, badanie następujących parametrów: zapach, barwa, odczyn, twardość, zasadowość ogólna, tlen rozpuszczalny, utlenialność, fosforany, siarczany, azot amonowy, azot azotanowy, azot azotynowy, chlorki, żelazo ogólne, siarczki, mangan, krzemionka, przewodnictwo, sucha pozostałość, substancje mineralne rozpuszczone, fosfor ogólny, ołów, chrom, cynk, miedź, siarkowodór, ogólny węgiel organiczny, azot Kjeldahla

#### **b) badania geotechniczne:**

- analiza sitowa gruntów niespoistych wraz z obliczeniem współczynników filtracji na podstawie otrzymanych krzywych uziarnienia wzorami empirycznymi (7-14 oznaczeń)
- analiza areometryczna dla gruntów spoistych wraz z obliczeniem współczynników filtracji (10-21 oznaczeń)
- oznaczanie wilgotności naturalnej gruntów niespoistych 7-14 oznaczeń)
- oznaczanie wilgotności naturalnej gruntów spoistych (10-21 oznaczeń)
- oznaczanie granic konsystencji gruntów spoistych (10-21 oznaczeń)
- oznaczanie zawartości części organicznych dla gruntów organicznych metodą prażenia w zakresie temperatur 440-520 °C (3-5 oznaczeń)
- oznaczanie modułu ścisłości w edometrze lub konsolidometrze dla łąw i węgla brunatnych (14-28 oznaczeń)

- oznaczanie wytrzymałości na ścinanie bez odpływu (21-42 oznaczeń)
- oznaczanie spójności efektywnej i efektywnego kąta tarcia wewnętrznego w aparacie trójosiowego ściskania metodą CU i CD (14-28 oznaczeń).

### **8.9 Prace kameralne**

Projektowane roboty geologiczne należy przedstawić w formie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej dla potrzeb określenia warunków geologiczno-inżynierskich oraz analizy stateczności osuwiska powstałego przy ul. Babia Wieś w Bydgoszczy, zgodnie z obowiązującymi przepisami [6]. Dokumentacja powinna zawierać:

- opracowanie tekstowe z opinią geotechniczną,
- oznaczenie parametrów geotechnicznych rozpoznanych gruntów,
- wyniki geotechnicznych badań polowych i laboratoryjnych,
- karty otworów wiertniczych,
- przekroje geologiczno-inżynierskie,
- ustalenia miarodajnych wartości parametrów geotechnicznych na podstawie wykonanych badań, obliczeń, norm i literatury,
- opracowanie mapy dokumentacyjnej wyrobisk mapy geologiczno-inżynierskiej z aktualnym na czas zamknięcia prac zasięgiem osuwiska,
- zalecenia dotyczące prowadzenia dalszych robót i prac budowlanych oraz ewentualnych dalszych badań,
- wytyczne do zabezpieczenia kolektora ściekowego A, wodociągu  $d=300$  mm oraz innych obiektów w granicach osuwiska,
- wyniki pomiarów batymetrycznych dna wykopu pod budynek NA w kontekście wyników projektowanych tu prac i pomiarów,
- wyniki laboratoryjnych badań chemicznych wody,
- obliczenia stateczności skarpy osuwiska,
- wskazanie ilości i kolejności wykonywania prac zabezpieczających osuwisko.

Dokumentacja geologiczno-inżynierska powinna zostać zatwierdzona w terminie nie dłuższym niż 2 miesiące od zakończenia robót wiertniczych.

## **9. Harmonogram**

Wykonanie całości prac związanych z badaniami geologiczno-inżynierskimi oraz opracowaniem na ich podstawie odpowiedniej dokumentacji wymaga ok. 3 miesięcy. Pierwsze 3 tygodnie zajmą czynności administracyjne związane ze zgłoszeniem zamiaru wejścia w teren. Kolejne 3 tygodnie przewidziano na wykonanie badań terenowych i laboratoryjnych, a pozostały czas na prace kameralne zakończone sporządzeniem dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Równolegle będzie kontynuowany monitoring geodezyjny i w inklinometrach.

## **10. Oddziaływanie na środowisko**

Obszar planowanych robót znajduje się poza wyznaczonymi obszarami Natura 2000 oraz innymi obszarami chronionymi zlokalizowanymi w rejonie Bydgoszczy. Przy prawidłowym wykonaniu robót geologicznych i prawidłowym zamykaniu horyzontów wodonośnych nie przewiduje się ich niekorzystnego oddziaływania na środowisko. Lokalizację terenu badań na tle obszarów chronionych i obszarów Natura 2000 pokazano na załączniku nr 6.

## **11. Zasady bezpieczeństwa powszechnego i bezpieczeństwa pracy**

Prace geologiczne mogą być wykonywane po uzyskaniu przez Inwestora prawa do dysponowania terenem na cele inwestycyjne i po uzyskaniu zgody właścicieli działek, na których będą prowadzone prace.

Pracownicy jednostki wykonującej projektowane roboty geologiczne powinni wykazywać się:

- aktualnym zaświadczeniem lekarskim dopuszczającym do pracy na odpowiednim stanowisku pracy,
- świadectwem szkolenia wstępnego i okresowego w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy dostosowanego do wykonywanego rodzaju czynności.

Wszystkie roboty powinny być wykonywane zgodnie z instrukcjami stanowiskowymi BHP oraz z użyciem stosownej odzieży ochronnej. Używany sprzęt do prac i badań powinien być sprawny technicznie i posiadać stosowne, zależne od rodzaju, przeglądy. W szczególności urządzenie wiertnicze powinno być dopuszczone do ruchu i powinno posiadać instrukcję techniczną oraz książkę kontroli i eksploatacji.

W trakcie prac należy przestrzegać zasad podanych w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 25 kwietnia 2014 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących

przewodzenia ruchu zakładów górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi (Dz.U.2014, poz. 81). [5]

Roboty wiertnicze na bulwarze nad Brdą muszą być realizowane przy zachowaniu szczególnej ostrożności z uwagi na wąski pas dostępnego terenu.

## **12. Określenie rodzaju dokumentacji geologicznej, jaka powstanie w wyniku prowadzonych prac**

Wynikiem projektowanych prac będzie *Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla udokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich oraz stateczności zbocza w granicach osuwiska przy wykopie pod budynek Nordic Astrum i w rejonie istniejącego kolektora sanitarnego A d=900 mm w ul. Babia Wieś/Toruńska w Bydgoszczy zgodnie z obowiązującym Rozporządzeniem w tej sprawie.*[6]

## **IV WNIOSKI**

### **13. Wnioski i zalecenia**

Dla określenia warunków geologiczno-inżynierskich oraz analizy stateczności osuwiska powstałego przy ul. Babia Wieś w Bydgoszczy projektuje się wykonanie następujących robót geologicznych:

- 2 otworów wiertniczych systemem pełnego rdzeniowania o głębokości 25,0 m wraz z ich likwidacją,
- 1 otworu wiertniczego systemem pełnego rdzeniowania o głębokości 25,0 m bez jego likwidacji,
- 1 otworu wiertniczego systemem pełnego rdzeniowania o głębokości 20,0 m wraz z jego likwidacją,
- 2 otworów wiertniczych systemem pełnego rdzeniowania o głębokości 20,0 m bez ich likwidacji,
- 1 otworu wiertniczego systemem pełnego rdzeniowania o głębokości 15,0 m bez jego likwidacji,
- 3 sondowań statycznych CPTU o głębokości 25,0 m,
- 3 sondowań statycznych CPTU o głębokości 20,0 m,
- 1 sondowania statycznego CPTU o głębokości 15,0 m,
- 3 badań DMT o głębokości 25,0 m,

- 3 badań DMT o głębokości 20,0 m,
  - 1 badania DMT o głębokości 15,0 m,
  - 1 inklinometru o głębokości 25 m,
  - 7 inklinometrów o głębokości 20 m,
  - 1 inklinometru o głębokości 15 m,
  - pobór próbek gruntu i wody.
- 2) Projektowane roboty geologiczne zlokalizowane są na działkach ewidencyjnych nr 52, 55, 64, 80 81/5, obręb 149 oraz na działkach 35/6, 35/3 i 65, 36/2 obręb 148.
  - 3) Dozór nad realizacją robót geologicznych powinna pełnić osoba posiadająca stosowne uprawnienia geologiczne.
  - 4) Dokumentacja sporządzona na podstawie niniejszego Projektu Robót Geologicznych powinna określić warunki geologiczno-inżynierskie badanego obszaru wraz z analizą stateczności zbocza na terenie powstałego osuwiska.
  - 5) Dokumentację geologiczną z przeprowadzonych robót należy sporządzić zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. 2011 nr 2016, poz. 2033), i opracować w 4 egzemplarzach oraz w postaci dokumentu elektronicznego, w terminie do 2 miesięcy od dnia zakończenia robót, a następnie przekazać odpowiednio organowi administracji geologicznej, który zatwierdził projekt robót geologicznych.
  - 6) Zamiar przystąpienia do wykonywania robót geologicznych należy zgłosić odpowiednim organom administracji geologicznej 14 dni przed ich planowanym rozpoczęciem
  - 7) Nie przewiduje się negatywnego wpływu projektowanych prac na środowisko naturalne oraz na Obszary Natura 2000
  - 8) Wnioskuje się o wydanie decyzji zatwierdzającej ten projekt na okres minimum 2 lat.
  - 9) Ze względu na możliwość napotkania zmian w podłożu w stosunku do przewidywanych warunków gruntowo-wodnych, nadzór geologiczny powinien na bieżąco korygować realizację projektowanych robót w zakresie +/- 20% głębokości i 10 m odległości.