

OPINIA GEOTECHNICZNA
dla projektu umocnienia brzegów Starego Kanału Bydgoskiego
w Bydgoszczy pomiędzy śluzami nr IV i V

Inwestor: *Miasto Bydgoszcz*
ul. Jezuicka 1
85-102 Bydgoszcz

Zleceniodawca: *Usługi Inżynierskie Łukasz Cieszyński*
ul. Warszawska 26C/20
14-260 Lubawa

Opracował:	mgr Piotr Tański upr. geol. nr VII-1665 i V-1792	
------------	---	--

Bydgoszcz, wrzesień 2018 r.

SPIS TREŚCI

1. Wstęp.....	3
2. Lokalizacja i opis terenu badań.....	4
3. Środowisko geograficzne. Geomorfologia	4
4. Budowa geologiczna i warunki wodne	4
5. Opis wykonanych prac	6
5.1 Roboty wiertnicze	6
5.2 Opróbowanie wyrobisk i badania makroskopowe	7
5.3 Sondowania dynamiczne DPL.....	7
5.4 Prace geodezyjne	7
5.5 Badania laboratoryjne	8
5.6 Prace kameralne	8
6. Charakterystyka geotechniczna gruntów	8
7. Wnioski i zalecenia	10

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

Załącznik 1	Mapa przeglądowa terenu badań, skala 1:10 000
Załącznik 2	Mapa sytuacyjno-wysokościowa z rozmieszczeniem wykonanych otworów badawczych, sondowań oraz liniami przekrojów geotechnicznych, skala 1:500
Załącznik 3	Oznaczenia używane na przekrojach i kartach otworów badawczych
Załącznik 4	Tabela parametrów geotechnicznych
Załącznik 5	Przekroje geotechniczne
Załącznik 6	Karty dokumentacyjne wykonanych otworów badawczych
Załącznik 7	Metryki sondowań dynamicznych DPL
Załącznik 8	Wyniki analiz granulometrycznych

1. Wstęp

Niniejsze opracowanie wykonano na podstawie zlecenia z dnia 17.07.2018 r. otrzymanego od Zleceniodawcy - Usługi Inżynierskie Łukasz Cieszyński z siedzibą w Lubawie, działającego w imieniu Inwestora - Miasta Bydgoszcz.

Celem dokumentacji jest ocena geotechnicznych warunków podłoża budowlanego poprzez określenie rodzaju i stanu gruntów, ich genezy, cech fizyczno-mechanicznych oraz warunków hydrogeologicznych dla projektu wzmocnienia brzegów Starego Kanału Bydgoskiego w Bydgoszczy pomiędzy śluzami nr IV i V.

Planowana odbudowa umocnień dotyczy prawego oraz lewego brzegu.

Projektuje się szczelną palisadę z kołków drewnianych.

Zakres prac i badań został określony w porozumieniu ze Zleceniodawcą.

Opracowanie powstało w oparciu o następujące materiały:

- zlecenie Zamawiającego,
- Rozporządzenie MTBiGM z 25.04.2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. Nr 81, poz. 463 z 2012r.)
- PN-EN 1997-1: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne,
- PN-EN 1997-2: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego,
- Polskie Normy PN-EN ISO 14688-1: Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – Część 1: Oznaczanie i opis,
- Polskie Normy PN-EN ISO 14688-2: Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – Część 2: Zasady klasyfikowania,
- PN-B-04452:2002. Geotechnika - Badania polowe,
- PN-B-06050 Geotechnika: Roboty ziemne budowlane,
- PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienia bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowe,
- PN-86/B-02480. Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- PN-EN 933-1:2012 Badania geometrycznych właściwości kruszyw -- Oznaczanie składu ziarnowego -- Metoda przesiewania
- Geografia regionalna Polski – J. Kondracki, wyd. PWN W-wa 2002r.

2. Lokalizacja i opis terenu badań

Projektowane wzmocnienie brzegów planuje się na lewym oraz prawym brzegu Starego Kanału Bydgoskiego pomiędzy śluzami nr IV oraz V za pomocą palisady z kołków drewnianych.

Omawiany Kanał znajduje się w dzielnicy Okole w Bydgoszczy. Został wybudowany pod koniec XVIII wieku stanowiąc drogę wodną łączącą rzekę Noteć z Brdą. Wykorzystywany był jako kanał żeglugowy do początku XX wieku, do momentu oddania do użytku Nowego Kanału Bydgoskiego.

Obecnie Stary Kanał Bydgoski stanowi atrakcję turystyczną. Wokół niego znajdują się tereny rekreacyjne, parki.

Odcinek przeznaczony do badań znajduje się pomiędzy wspomnianymi śluzami IV oraz V, jego długość przekracza 700 m. Po obu stronach kanału usypana jest grobla, której korona jest wyrównana i przeznaczona na ciągi pieszo-rowerowe. Badania wykonano z korony grobli. Grobla względem zwierciadła wody w kanale wyniesiona jest około 0,5-1,0 metra wyżej.

Brzegi kanału umacnianie były faszyną która w znacznym stopniu uległa degradacji.

W pobliżu śluz IV oraz V na omawianym odcinku znajdują się wykonane palisady drewniane stanowiące umocnienie brzegów. Palisady obsypane są narzutem kamiennym od strony kanału jak i brzegu.

3. Środowisko geograficzne. Geomorfologia

W ujęciu morfologicznym badany teren leży w Kotlinie Toruńskiej (315.35) w obrębie makroregionu Pradolina Toruńsko-Eberswaldzka (315.3) na III terasie dolinnej. Powierzchnia terenu jest stosunkowo płaska, przekształcona antropogenicznie. Obszar należy do zlewni Brdy znajdującej się w odległości około 650 m w kierunku północno-wschodnim.

Szczegóły lokalizacyjne przedstawiają: **Załącznik 1** - Mapa przeglądowa, oraz **załącznik 2** – Mapa terenu projektowanej inwestycji.

4. Budowa geologiczna i warunki wodne

Budowę geologiczną podłoża rozpoznano przy pomocy wykonanych otworów wiertniczych maksymalnie do głębokości 4,0 m p.p.t. Na podstawie wykonanych wierceń i badań stwierdzono zaleganie w podłożu utworów czwartorzędowych.

Czwartorzęd(Q) - stwierdzono tu osady holceńskie i plejstocieńskie.

Holocen(Oh) reprezentowany jest przez warstwę nasypów niekontrolowanych o miąższości 0,9 metra do głębokości wykonanych badań tj. 4 m p.p.t. Nasypy stanowią dominujący materiał na omawianym terenie. Wykorzystane zostały do budowy Starego Kanału Bydgoskiego. Dominują nasypy zbudowane z gruntów mineralnych gruboziarnistych, o składzie piasków grubych, średnich pospółek, w ich obrębie domieszki gruntów próchnicznych są niewielkie. Poza nasypami z gruntów gruboziarnistych lokalnie rozpoznano nasypy ilaste (otwory 3N, 4N oraz nr 9) oraz wykonane z utworów organicznych - namulów glinistastych (otwory nr 10-12).

Lokalnie w otworze nr 8 rozpoznano utwory organiczne w postaci namulów gliniastych. Nie można jednak wykluczyć ich antropogenicznego pochodzenia.

Plejstocen(Qp) wykształcony jest przez osady fluwialne. Utwory rzeczne występują poniżej utworów holoceni. Wykształcone są przez grunty sypkie o uziarnieniu piasków drobnych oraz średnich, lokalnie rozpoznano pospółki. Występują na całym badanym terenie.

W czasie prac terenowych przeprowadzono obserwacje zalegania lustra wody gruntowej. Charakter hydrogeologiczny omawianego terenu jest lokalnie silnie zaburzony w wyniku oddziaływania istniejącego kanału.

Z przeprowadzonych badań wynika tylko lokalne szczelne wykonanie przesłony z gruntów słabo przepuszczalnych. Nasypy wykonane po obu brzegach kanału w tym również poniżej zwierciadła wody, wykonane są z utworów piaszczysto-żwirowych o bardzo dobrych parametrach filtracyjnych. Pomimo stwierdzenia gruntów dobrze przepuszczalnych na praktycznie całym obszarze badań oraz wykonywaniu wierceń badawczych w niewielkiej odległości od brzegu, w wielu otworach ZWG nie zostało nawiercone lub zostało rozpoznane na znacznych głębokościach poniżej poziomu wody w kanale. Autor zaznacza, że badania sprawdzające poziom ZWG wykonywał po 3 dniach od momentu wykonania otworu badawczego po pełnej stabilizacji zwierciadła wody.

Woda gruntowa rozpoznana poniżej 3 metra stanowi pierwszy właściwy poziom wodonośny na omawianym terenie.

Biorąc pod uwagę brak powiązania hydraulicznego otaczających gruntów z kanałem przypuszcza się bardzo silną kolmatację na styku kanał-brzeg.

Tabela 1: Zestawienie rozpoznanych poziomów wodonośnych wzdłuż Starego Kanału Bydgoskiego.

Numer otworu	Rzędna terenu [m n.p.m.]	Zwierciadło swobodne/sączenia*	
		m p.p.t.	m n.p.m.
1	45,80	-	-
2	46,20	-	-
3	45,90	-	-

4	46,10	3,90	42,20
5	46,25	3,80	42,45
6	46,60	3,70	42,90
7	46,10	1,80	44,30
8	46,00	0,80	45,20
9	46,05	-	-
10	45,85	-	-
11	46,00	0,40	45,60
12	45,25	0,70	45,95
13	46,20	3,70	42,50
14	46,35	3,35	43,00
15	46,30	3,70	42,40
16	46,50	1,00	45,50

Zwierciadło wody gruntowej o charakterze swobodnym pierwszego właściwego czwartorzędowego poziomu wodonośnego rozpoznano na głębokości 3,35-3,90 m p.p.t. tj. w zakresie rzędnych 42,20-42,50 m n.p.m.

Poziom wodonośny zasilany jest bezpośrednio przez infiltrację wód opadowych oraz wodami z kanału. Szacunkowe wahania właściwego poziomu ZWG szacuje się na +/-0,5 metra. Obecnie stany wód gruntowych (wrzesień 2018 r.) ocenić można jako średni-niski w rocznym cyklu hydrologicznym.

Rozpoznana woda podziemna na głębokości 0,4-1,8 m p.p.t. powiązana jest bezpośrednio oraz zasilana wodami ze Starego Kanału Bydgoskiego.

5. Opis wykonanych prac

5.1 Roboty wiertnicze

Prace wiertnicze przeprowadzono w dniach 10-12.09.2018 r.

Wykonano 16 otworów badawczych (nr 1-16) o głębokości 4,0 m przy pomocy wiertnicy hydraulicznej typu WH-5 oraz dwa otwory (nr 3N, 4N) o głębokości 2,0 m zestawem ręcznym eijkelkamp. Wszystkie otwory posiadały średnicę 90 mm. Łącznie odwiercono 68 metrów.

Otwory badawcze wykonywano w jak najbliższej odległości od brzegu kanału w miejscach pozwalających na bezpieczną pracę maszyny wiertniczej.

Wiercenia na lewym brzegu (otwory nr 9-16) wykonano w odległości do 0,5 metra od kanału. Wiercenia na prawym brzegu (otwory nr 1-8) ze względu na występującą skarpe wykonano w odległości 1-2 metrów od kanału. Badania na prawym brzegu uzupełniono o wiercenia ręczne wykonane w odległości do 0,5m od kanału. Opracowanie uzupełniono o karty otworów nr 3N i 4N

których litologia różniła się od otworów nr 3 i 4. Przy pozostałych otworach na prawym brzegu uzupełniające badania nie wykazały zmian litologicznych w stosunku do wykonanych w odległości 1-2 m i stąd je pominięto.

Likwidacji otworów dokonywano przez zasypianie urobkiem, zgodnie z profilem litologicznym.

Dozór nad robotami geologicznymi pełnił mgr Piotr Tański, upr. geol. VII – 1665.

Procedurę wykonywania otworów wiertniczych oraz likwidacji otworów przeprowadzono zgodnie z PN-B-04452:2002.

Szczegółowe rozmieszczenie wykonanych otworów przedstawiono w **załączniku 2**. Profile przedstawia **załącznik 6** – karty dokumentacyjne wykonanych otworów badawczych.

5.2 Opróbowanie wyrobisk i badania makroskopowe

Podczas wykonanych prac polowych pobrano 20 prób gruntu o naturalnym uziarnieniu (NU) oraz 4 próby o naturalnej wilgotności (NW), które przeznaczono do szczegółowych badań w laboratorium mechaniki gruntów. Klasa poboru próbek 3 - kategoria B.

Opróbowanie wyrobisk przeprowadzono zgodnie z PN-B-04452:2002 natomiast badania makroskopowe wykonywano w oparciu o PN-88/B-04481.

5.3 Sondowania dynamiczne DPL

W celu parametryzacji gruntów niespoistych, przeprowadzono sondowania dynamiczne w pobliżu otworów nr 1, 4, 7, 10, 13, 15 przy pomocy lekkiej sondy dynamicznej DPL. Łącznie wykonano 21,0 mb sondowania gruntu. Badania przeprowadzono zgodnie z PN-B-04452:2002.

Metryki sondowań przedstawiono w **załączniku 7**.

5.4 Prace geodezyjne

Prace geodezyjne przeprowadzono w dowiązaniu do istniejącej sytuacji w terenie. Otwory badawcze wytyczono metodą domiarów prostokątnych w dowiązaniu do istniejących w terenie szczegółów na podstawie mapy ewidencyjnej. Współrzędne wysokościowe uzyskano na podstawie otrzymanej mapy sytuacyjno – wysokościowej.

5.5 Badania laboratoryjne

Pobrane w terenie próbki gruntów poddano kontrolnym badaniom makroskopowym. Wytypowane próbki gruntów zostały szczegółowo zbadane w laboratorium geotechnicznym. Wykonano 12 analiz granulometrycznych wraz z wyznaczeniem współczynników filtracji wzorami empirycznymi na podstawie krzywych uziarnienia.

Badania przeprowadzono zgodnie z PN-88/B-04481. Wyniki badań analiz granulometrycznych zestawiono w **załączniku 8**.

5.6 Prace kameralne

Wykonane prace kameralne obejmowały:

- analizę wyników wyrobisk badawczych, łącznie z wykonanymi badaniami makroskopowymi oraz obserwacjami występowania wody gruntowej,
- ustalenie miarodajnych wartości parametrów geotechnicznych na podstawie wykonanych badań, obliczeń, norm i literatury,
- ustalenie wniosków geotechnicznych.

6. Charakterystyka geotechniczna gruntów

Grunty badanego obszaru zaliczono zgodnie z PN-EN ISO 14688 do gruntów antropogenicznych, naturalnych gruntów gruboziarnistych oraz organicznych.

Dla gruntów naturalnych za parametr wiodący przyjęto:

- a) stopień zagęszczenia $ID^{(n)}$ - dla *gruntów gruboziarnistych* ustalono na podstawie sondowań sondą dynamiczną DPL.
- b) stopień plastyczności $I_L^{(n)}$ - dla *gruntów drobnoziarnistych* określono na podstawie badań makroskopowych oraz pomocniczo penetrometrem tłoczkowym PW-1.

Pozostałe parametry geotechniczne uzyskano w oparciu o zależności korelacyjne z tabel i wykresów zawartych w normie PN-81/B-03020.

W podłożu budowlanym grunty ujęto w jednostki geotechniczne. Wydzielono dwie pięć serii geotechnicznych ze względu na genezę, stratygrafię i litologię, tj. **seria I – grunty antropogeniczne;**

seria II - utwory organiczne; seria III – piaski drobne i pylaste fluwialne; seria IV – piaski średnie i grube fluwialne; seria V – pospółki;

Pozostałe parametry geotechniczne uzyskano w oparciu o zależności korelacyjne z tabel i wykresów zawartych w normie PN-81/B-03020.

Seria geotechniczna I

Reprezentowana jest przez utwory antropogeniczne związane z powstaniem Kanału Bydgoskiego. W obrębie nasypów wydzielono 3 warstwy geotechniczne:

Warstwa IA

Zbudowana jest z nasypów niekontrolowanych - utworów sypkich. Dominują piaski grube, pospółki oraz piaski średnie. Występują na całym badanym obszarze tworząc główny kompleks grunowy w stanie średnio zagęszczonym o wartości charakterystycznej stopnia zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0.40$. Materiał wykorzystany na nasypy warstwy IA jedynie powierzchniowo oraz lokalnie w głębi jest wzbogacony o domieszki próchniczne. Nie posiada praktycznie domieszek antropogenicznych. Z tego również powodu jest on trudny do odróżnienia od gruntów naturalnych. Autor opracowania zasięg występowania warstwy IA, która dominuje obszar badań wydzielił na podstawie następujących informacji: wzmianek o historii Starego Kanału Bydgoskiego, obserwacji terenowych, badań zagęszczenia gruntów, rozpoznania makroskopowego, porównania analiz uziarnienia.

Warstwa IB

Reprezentowana przez nasypy o składzie twardoplastycznych ilów o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0.20$. Rozpoznane zostały w rejonie otworów nr 3N, 4N oraz 9.

Warstwa IC

Zbudowana jest z nasypów niekontrolowanych o składzie namulów gliniastych oraz piaszczystych z domieszkami piasków w stanie plastycznym o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0.35$. Rozpoznana została w rejonie otworów nr 10-12 na głębokości 1,3-1,9 metra tworząc warstwę o miąższości 0,7-0,9 metra.

Seria geotechniczna II

Stanowi słabonośne podłoże zbudowane z plastycznych namulów gliniastych o wartości charakterystycznej stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0.30$. Rozpoznana została lokalnie na głębokości 0,9 metra w otworze nr 8 tworząc warstwę o miąższości 0,5 metra. Nie można wykluczyć jej wtórnej depozycji na etapie wykonywania kanału.

Seria geotechniczna III

Budują ją wilgotne oraz nawodnione drobne, lokalnie pylaste w stanie średnio zagęszczonym do zagęszczonego o wartości charakterystycznej stopnia zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0.66$. Występuje w głębszych partiach podłoża na zachodnim oraz wschodnim krańcu badanego odcinka.

Warstwa IIB

Seria geotechniczna IV

Reprezentowana jest przez piaski średnie, lokalnie grubew stanie średnio zagęszczonym o wartości charakterystycznej stopnia zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0.60$. Stanowi główny kompleks rozpoznanych naturalnych gruntów. Występuje bezpośrednio poniżej nasypów.

Seria geotechniczna V

Rozpoznana lokalnie w otworze nr 8. Zbudowana z pospółek w stanie średnio zagęszczonym o szacowanej wartości stopnia zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0.60$.

Uogólnioną wartość parametrów charakterystycznych dla wydzielonych warstw podano w **załączniku 4**.

7. Wnioski i zalecenia

1. Biorąc pod uwagę charakter inwestycji, proponuje się zgodnie z wymogami Rozporządzenia MTBiGM z 25.04.2012 r. występujące warunki gruntowo-wodne zaliczyć do prostych.
2. Projektowane umocnienie nabrzeża Starego Kanału Bydgoskiego za pomocą palisady drewnianej proponuje się zaliczyć się do I kategorii geotechnicznej.
3. Na badanym terenie występują korzystne warunki do wykonania palisady szczelnej z kołków drewnianych
4. Brzeg kanału jest w znacznym stopniu zdegradowany (stare zniszczone faszyny), następuje powolna erozja boczna.
5. W rejonie śluzy IV oraz V gdzie wykonana jest palisada, należy uwzględnić występujący narzut kamienny po obu stronach palisady (od brzegu oraz kanału) mogący utrudniać prace ziemne.
6. Na podstawie otworów badawczych stwierdzono występowanie w rejonie nabrzeża do głębokości 0,9 - 4,0 metra nasypów niekontrolowanych. Dominują nasypy gruboziarniste o składzie piasków grubych, średnich oraz pospółek w stanie średnio zagęszczonym, lokalnie rozpoznano nasypy wykonane z łu oraz utworów organicznych.
7. Poniżej nasypów występują nośne utwory sypkie serii III-V.
8. W obrębie nasypów nie rozpoznano znacznego udziału frakcji kamienistej mogącej utrudnić pogrążanie kołków palisady.
9. Naturalne grunty serii III oraz IV ze względu na ich znaczny stopień zagęszczenia, mogą stanowić utrudnienie przy pogrążaniu kołków.

10. Warunki hydrogeologiczne na omawianym terenie są w znacznym stopniu zaburzone. Badania wzdłuż brzegu wykazały znaczne zróżnicowanie występującego zwierciadła wody gruntowej. Poziom wody wahał się od poziomu w kanale do głębokości przeszło 3 metrów (pierwszego właściwego ZWG). Świadczy to o nieszczelności brzegów kanału (dominując materiał sypki) a zarazem ograniczonej filtracji prawdopodobnie przez wzmożoną kolmatację na skraju kanału- brzegu. Zestawienie występujących poziomów wody gruntowej przedstawiono w tabeli 1.
11. Prace ziemne prowadzić zgodnie z obowiązującymi normami, najlepiej w porze suchej.
12. Do obliczeń statycznych sprawdzających nośność podłoża gruntowego należy przyjąć wartości parametrów geotechnicznych zestawione w tabeli parametrów - zał. nr 4. w powiązaniu z budową geologiczną przedstawioną na przekroju geotechnicznym - zał. nr 5.
13. Wykonane otwory badawcze mają charakter punktowy, nie można wykluczyć zmian budowy geologicznej pomiędzy otworami, tym bardziej przy tak dużej ingerencji antropogenicznej.
14. Badania wykonywane były na brzegu w jak najbliższym sąsiedztwie kanału. Warunki gruntowo-wodne w miejscu wykonywania palisady na granicy kanał-brzeg mogą być odmienne, przede wszystkim do głębokości rzeczywistej kanału.
15. Głębokość przemarzania gruntu na terenie badań wynosi do $h=1,0$ m p.p.t.