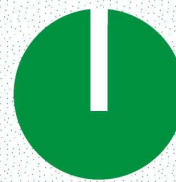


GEOTECHNICA sp.z o.o.
geologia i budownictwo

87-100 Toruń, ul. Kościuszki 49d
Regon nr 871524622 NIP 879-22-58-295; KRS nr 0000145007
tel.(0-56) 655-80-40, tel./fax (0-56) 655-96-75; e-mail: biuro@geotechnica.pl



Egz.

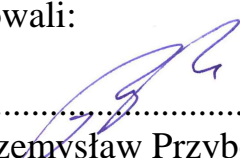
DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA

dla określenia warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb zabezpieczenia osuwiska oraz odbudowy infrastruktury kanalizacji deszczowej na dz. nr 118/3 w miejscowości Górzno, pow. brodnicki

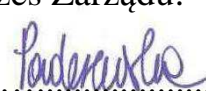
Investor: **Miasto i Gmina Górzno**
87-320 Górzno, ul. Rynek 1

Zamawiający: **DHV Hydroprojekt sp. z o.o.**
01-029 Warszawa, ul. Dzielna 60

Opracowali:


.....
mgr Przemysław Przyborowski
upr.geol.nr VII-1188,

Prezes Zarządu:


.....
mgr inż. Urszula Paderewska
specj. techniczno- budowlana geotechnika
nr KUP/ 0001/PWOK/15
upr. geol. nr VII-1159

Współpraca:

mgr Miłosz Dybowski
upr. geol. nr VII-1809



mgr inż. Agnieszka Wałaszczyn
upr. geol. nr VII-1637



mgr Szymon Żulewski
upr.geol.nr XI-081/POM



Toruń, sierpień 2017 r.

Spis treści

- I. Dane ogólne
 - 1.1. Wstęp
 - 1.2. Charakterystyka projektowanej inwestycji
 - 1.3. Opis wykonanych robót geologicznych
- II. Charakterystyka terenu badań
 - 2.1. Stan zagospodarowania terenu
 - 2.2. Opis geomorfologiczny terenu
- III. Budowa geologiczna
 - 3.1. Opis warunków geologicznych i hydrogeologicznych
 - 3.2. Charakterystyka właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów
- IV. Obliczenia sprawdzające stateczności skarpy
- V. Proponowane rozwiązania zabezpieczające
- VI. Prognoza wpływu realizowanej inwestycji na środowisko
- VII. Wnioski i zalecenia

Załączniki:

- 1/1a. Mapa przeglądowa w skali 1: 50 000
- 1/1b. Mapa przeglądowa w skali 1: 10 000
- 1/2. Mapa dokumentacyjna w skali 1: 500
- 1/3. Mapa geologiczno-inżynierska 1: 500
 - 2. Objasnienia symboli i znaków
 - 3. Tabela parametrów geotechnicznych
 - 4. Przekroje geologiczno- inżynierskie
 - 5. Karty otworów badawczych
 - 6. Wyniki badań sondą CPT i VT
- 7.1. Zestawienie wyników badań laboratoryjnych gruntów spoistych
- 7.2. Analiza granulometryczna i wykresy uziarnienia gruntów niespoistych
- 8. Schematy obliczeniowe stateczności jaru
- 9. Decyzja zatwierdzająca *Projekt robót geologicznych....*
- 10. Dokumentacja fotograficzna
- 11. Karta dokumentacyjna osuwiska

**KARTA INFORMACYJNA
DOKUMENTACJI GEOLOGICZNO- INŻYNIERSKIEJ**

Tytuł dokumentacji:

Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla określenia warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb zabezpieczenia osuwiska oraz odbudowy infrastruktury kanalizacji deszczowej na dz. nr 118/3 w miejscowości Górzno, pow. brodnicki

Data rozpoczęcia badań: 2017-05-23

Data zakończenia badań: 2017-05-26

Liczba wykonanych wierceń: **4**, łączny metraż: **51,5mb**,

wykonawca: GEOTECHNICA sp. z o.o., 87-100 Toruń, ul. Kościuszki 49d

głębokość wierceń: 3,5-21,0 m

opróbowanie otworów: wykonawca: mgr Miłosz Dybowski, upr. nr VII-1809

(imię i nazwisko, nr kwalifikacji geologicznych)

Położenie otworów badawczych w państwowym układzie współrzędnych (ukł. odniesienia: 2000):

Nr otworu/ sondy	X	Y	Rzędne otworu/ sondy [m npm]
1	2	3	4
1	5897503,19	6609956,02	121,99
2	5897500,86	6609985,46	121,95
3	5897529,99	6610000,85	115,62
4	5897516,77	6609975,31	104,21
CPT1	5897503,18	6609955,19	121,99
CPT2	5897500,85	6609984,80	121,95
CPT3	5897530,03	6610000,23	115,62
VT4	5897516,25	6609974,67	104,21

Miejsce przechowywania próbek gruntu, rdzeni wiertniczych: **magazyn wykonawcy**

Liczba wykonanych sondowań: **4**;

Rodzaj: **VT**, liczba badań 1; wykonawca: mgr Szymon Żulewski, upr. nr XI-081/POM

Rodzaj: **CPT**, liczba badań 3; wykonawca: mgr Szymon Żulewski, upr. nr XI-081/POM

(imię i nazwisko, nr kwalifikacji geologicznych)

Pomiary presjometryczne, dylatometryczne i inne:

Rodzaj ...-....., liczba badań....., wykonawca.....

(imię i nazwisko)

Badania laboratoryjne: **18** prób;

Rodzaj: **NW**, liczba badań 15; wykonawca: mgr Agnieszka Wałaszczyn

Rodzaj: **NU**, liczba badań 3; wykonawca: mgr Agnieszka Wałaszczyn

Roboty ziemne:

Rodzaj...-....., liczba badań....., wykonawca.....

(imię i nazwisko)

Sporządzający dokumentację: mgr Przemysław Przyborowski

Numer uprawnień geologicznych: VII-1188

Asystenci: mgr Miłosz Dybowski mgr inż. Agnieszka Wałaszczyn mgr Szymon Żulewski

Numer uprawnień geologicznych: VII- 1809

VII- 1637

XI-081/POM

Dybowski

Wałaszczyn

Żulewski

Toruń, sierpień 2017r.

I. DANE OGÓLNE

1.1. Wstęp

Niniejszą dokumentację opracowano na podstawie *Projektu robót geologicznych* zatwierdzonego decyzją nr OŚ.655.1.2017.ET z dnia 24.03.2017r. przez Starostę Brodnickiego. Prace badawcze objęte *Projektem* zostały zrealizowane w całości.

Podstawę opracowania stanowią:

1. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011r. - Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U.Nr 163, poz. 981) wraz z póź. zmianami - tekst jednolity z dnia 1 lipca 2016r. (Dz.U. 2016 poz. 1131);
2. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej (Dz.U.2016 poz. 2033);
3. Rozporządzenie MTBiGM z 25.04.2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. Nr 81 poz. 463);

Przy opracowaniu korzystano z:

4. "Zasady sporządzania dokumentacji geologiczno – inżynierskich" MŚ i PIG, 1999r.
5. PN-EN 1997-1: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 1 i 2.
6. PN-B-04452:2002. Geotechnika - Badania polowe.
7. PN-EN ISO 14688-1: Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – Część 1 i 2.
8. PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienia bezpośrednie budowli.
9. Cone Penetration Testing- Lunne, Robertson, Powell. NY 2002r,
10. Geografia regionalna Polski – J. Kondracki, wyd. PWN W-wa 2002r,
11. Instrukcja ITB nr 376. Ochrona zabudowy w sąsiedztwie głębokich wykopów, W-wa 2002r.
12. Instrukcja ITB nr 429. Projektowanie konstrukcji oporowej stromych skarp i nasypów z gruntu zbrojonego geosyntetykami, W-wa 2008r.
13. Instrukcja ITB nr 424/2011. Ocena stateczności skarp i zboczy. Zasady wyboru zabezpieczeń. W-wa 2011r.
14. Instrukcja opracowania mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1 : 10 000, PIG, W-wa 2008r.
15. Zarys geotechniki -Wiłun Z., wyd.WKiŁ W-wa, 1987r.
16. Projekt zabudowy wąwozu i odbudowy kanalizacji w m. Górzno, pow.Brodnica, oprac. inż.Kowalczyk, Brodnica 1958r.
17. Projekt robót geologicznych dla rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich w rejonie osuwiska w miejscowości Górzno, pow. Brodnicki w celu zabezpieczenia drogi i muru oporowego – oprac. GEOTECHNICA Toruń, 2017r.
18. Górzno zarys dziejów- Mietz A, Pakulski J, wyd. TTK Toruń, 1989r

Celem niniejszych badań jest określenie warunków geologiczno-inżynierskich podłoża gruntowego w rejonie osuwiska dla bezpiecznej realizacji zadania:

„Stabilizacja osuwiska położonego w Górznie na działce nr 118/3, obręb Miasto 2”.

Prace objęły w szczególności:

- opis budowy geologicznej rejonu osuwiska w tym układ warstw geotechnicznych;
- charakterystyka wydzielonych zespołów litologiczno – genetycznych z oceną właściwości fizyczno – mechanicznych gruntów;
- ustalenie płaszczyzn poślizgu w obrębie czynnego osuwiska;
- określenie warunków hydrogeologicznych mających wpływ na stateczność zbocza i dalsze ruchy masowe ziemi;
- ocena zagrożeń wynikających z warunków geologiczno-inżynierskich;
- wskazanie sposobu zabezpieczenia czynnego osuwiska, drogi ul. Pocztovej i wzmocnienia fundamentu muru oporowego;
- prognoza rozwoju osuwiska przy uwzględnieniu wpływu projektowanego zabezpieczenia;
- wskazanie zakresu niezbędnego monitorowania stateczności zbocza i otoczenia jaru

Projektowane zabezpieczenie osuwiska zalicza się do III kategorii geotechnicznej.

1.2. Charakterystyka projektowanej inwestycji

Przedmiotem projektowanej inwestycji jest stabilizacja aktywnego osuwiska położonego na dz. nr 118/3 w Górznie oraz remont infrastruktury kanalizacji deszczowej oraz podparcie muru oporowego. Do zniszczonej infrastruktury kanalizacji deszczowej zalicza się: podmyty mur oporowy, kolektor DN 600 prowadzący wody deszczowe ze studni rewizyjnej Ø 1200 przez mur oporowy i rów otwarty odprowadzający wody po dnie jaru do jeziora. Rozwój procesów osuwiskowych stanowi zagrożenie dla części terenu dz. nr 118/3, 420 i 421 i terenu jezdni ul. Pocztovej, stanowiącej obszar działki nr 397.

Dalszy przebieg intensywności procesów geodynamicznych tego terenu wystąpi, gdy natychmiast nie przystąpi się do regulacji przepływu wód w dnie jaru.

Obecnie poza wpływem osuwiska znajdują się, po jego wschodniej stronie, grunty powyżej niszy osuwiskowej, słup napowietrznej linii SN, budynki na dz. nr 162.

Projektowane zabezpieczenie osuwiska poprzez gwoździowanie zbocza i rozciągnięcie siatki na jego powierzchni ma zapobiec dalszemu zwiększaniu się strefy zagrożenia w kierunku wschodnim licząc od górnej krawędzi zbocza.

W ramach przedsięwzięcia zabezpieczenia osuwiska przewiduje się wykonanie nasypu z przepuszczalnych kruszyw o zróżnicowanym uziarnieniu oraz z odpowiednim spadkiem, działającego jak drenaż „francuski”. Umożliwi to odprowadzenie wody w dół jaru. Zasypanie dna jaru przepuszczalnym kruszywem przy zachowaniu poziomu dotychczasowego wylotu rurociągu $\varnothing 600\text{mm}$, stanowić będzie także podparcie muru oporowego oraz będzie stanowić przyporę ziemną podnóża zbocza jaru.

Istniejący w jarze mur oporowy ze względu na jego zły stan techniczny wymagał będzie projektu konstrukcyjnego jego podparcia i remontu lub całkowitej przebudowy.

Kolektor kanalizacji deszczowej w murze oporowym zostanie uszczelniony specjalistycznym rękawem lub zastąpiony podobnym rozwiązaniem.

1.3. Opis wykonanych robót geologicznych

Prace geodezyjne

Otwory badawcze i sondowania wytyczono metodą domiarów prostokątnych w dowiązaniu do istniejących w terenie szczegółów wg mapy syt. –wys. w skali 1: 500. Rzędne wysokościowe otworów uzyskano metodą niwelacji technicznej w dowiązaniu do reperu roboczego. Operat geodezyjny dołączono do egz. archiwalnego.

Prace polowe

W ramach niniejszych robót geologicznych wykonano:

a) wiercenia:

- 3 otwory badawcze rurowane o średnicy 6” (świder rurowy)
głębokości 10 - 21m;

- 1 otwór badawczy o średnicy 3½” (świder rurowy) głębokości 3,5m

b) sondowania:

- 3 sondowania sondą CPT przy otworach nr 1 ÷ 3 głębokości 10 - 19m;

- 1 sondowanie VT przy otworze nr 4 głębokości 3,5m (5 ściąg w profilu)

c) kartowanie geologiczne i geomorfologiczne (wyniki przedstawiono graficznie na przekrojach zał. nr 4 i 8).

Łącznie wykonano: wierceń - 51,5mb i sondowań CPT - 46,4mb.

Wykonane sondowania zapewniły sparametryzowanie stanu gruntu, wydzielanych warstw geotechnicznych.

Prace prowadzono według założeń *Projektu robót geologicznych*. Zmianie uległy głębokości otworów badawczych, co związane było z występowaniem w podłożu gruntowym bardzo zwartych glin morenowych.

Lokalizację otworów badawczych i sondowań przedstawiono na - zał. nr 1/2.

W trakcie wiercenia prowadzono obserwacje i pomiary zwierciadła wody gruntowej.

Po zakończeniu badań otwory zlikwidowano urobkiem.

Opróbowanie wierceń

Próby pobierano zgodnie z normą PN-B-04452:2002. W trakcie prac pobierano próby gruntów w kategorii:

- B klasy 2 – z każdej makroskopowo różniącej się warstwy we wszystkich otworach;

- B klasy 3 – co 1 m marszu świdra we wszystkich otworach badawczych.

Badania makroskopowe

Badaniom poddano urobek z każdego marszu świdra. W toku badań makroskopowych określano rodzaj gruntu, domieszki, przewarstwienia, barwę, wilgotność i stan gruntów. Ponadto opisano profile geologiczne otworów, określono głębokość granic i miąższość warstw geologicznych, ustalono genezę i stratygrafię serii litologicznych. Badania polowe prowadzono na podstawie normy PN-B-04452:2002 i wg klasyfikacji normy PN-EN ISO 14688:2006.

Badania laboratoryjne

Dla wytypowanych prób kategorii B, klasy 2 *gruntów drobnoziarnistych* pobranych w trakcie wiercenia określono wilgotność naturalną, gęstość objętościową, granice konsystencji metodą Casagrande'a i stopień plastyczności.

Zestawienie wyników tych badań przedstawiono na (zał. nr 7/1).

Dla wytypowanych próbek kategorii B, klasy 2 *gruntów niespoistych* wykonano analizy granulometryczne, a wyniki z tych badań przedstawiono na wykresach uziarnienia (zał. nr 7/2).

Prace kameralne

Objęły one analizę wyników badań terenowych i laboratoryjnych oraz graficzne i tekstowe opracowanie dokumentacji.

II. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ

2.1. Stan zagospodarowania terenu

Teren inwestycji położony jest na dz. nr 118/3 obręb 0002 w miejscowości Górzno w powiecie brodnickim. Badaniami objęto teren położony ca 50 m na NE od centrum Górzna. W sąsiedztwie badanej działki znajduje się zwarta zabudowa miejska. Teren działki 118/3 jest zadrzewiony. Działka ta obejmuje w całości rozległy jar powstały w krawędzi rynny morenowej o przebiegu z kierunku NE na SW. Układ ulic: Pocztowej – Rynku – Okrężnej ogranicza dalszy rozwój erozji wysoczyzny morenowej. Górna część jaru w linii zakoli ulic Pocztowej i Okrężnej została w połowie ubiegłego wieku (1960r.) zabudowana murem oporowym z wylotem kanalizacji deszczowej i zasypana nasypem (rejon otw. nr 1) o miąższości ca 6m.

Sieć kanalizacji przy ul. Pocztowej odprowadza wody opadowe z centrum miasta do studni zlokalizowanej przed murem oporowym. Dalej kolektorem o średnicy 600mm wody od studni przepływają przez mur za którym wylewają się na dno jaru.

Po stronie wschodniej jaru występuje czynne osuwisko. Na jego koronie, w rejonie ul. Okrężnej, na dz.161 znajdują się słupy linii energetycznej i dalej w kierunku wschodnim na dz.162 są budynki mieszkalne jednorodzinne i gospodarcze.

Po stronie zachodniej jaru na zboczu w czasie wizji terenu stwierdzono nieczynne osuwisko i koluwia u jego podnóża.

Na mapie (zał. nr 1/2) przedstawiono stary i nowy przebieg dna jaru, z którego wynika że procesy osuwiskowe na zachodnim zboczu już wystąpiły - na odcinku południowym i północnym istniejącego czynnego osuwiska.

Lokalizację terenu badań przedstawiono na mapach – zał. nr 1.

Teren badań leży w obrębie Górznieńsko- Lidzbarski Parku Krajobrazowego oraz przy granicy z obszarem siedliskowym Natura 2000 (Ostoja Lidzbarska).

Roboty geologiczne prowadzono na działkach ewidencyjnych: dz. nr 118/3 (otw. nr 1 i 4) i dz. nr 161 (otw. nr 2 i 3).

2.2. Opis geomorfologiczny terenu i charakterystyka osuwiska

Pod względem geomorfologicznym teren badań położony jest w północno-wschodniej części mezoregionu Pojezierza Dobrzyńskiego, makroregion Pojezierze Chełmińsko-Dobrzyńskie, rejon wysoczyzn młodoglacjalnych z jeziorami.

Badania objęły aktywne osuwisko gruntowe będące głębokim rozcięciem erozyjnym krawędzi rynny subglacjalnej. Rozwinięty lej odprowadzał wody źródłiskowe i wody opadowe z obszaru starej zabudowy miasta Górzna do jeziora.

Osuwisko opisywane rozwinęło się na wschodnim zboczu jaru. Zrzut wód opadowych z kolektora kanalizacji deszczowej na dno jaru jest od ponad 50 lat głównym czynnikiem powodującym uaktywnienie się procesów osuwiskowych. Narzut kamienny znajdujący się na dnie jaru powstał w czasie spływu wód opadowych, które podcinały zbocze zbudowane przez lodowiec.

Z informacji zawartej na Karcie (zał. nr 11) wynika, że do uruchomienia osuwiska na wschodnim zboczu doszło w 2015r. podczas intensywnych opadów atmosferycznych. Wówczas nastąpił zsuw o długości 16m i szerokości 52m. Powstałe osuwisko cechuje się wysoką skarpą główną oraz niskim czołem. Widoczne są nowe obrywy, a poprzewracane drzewa świadczą o aktywności osuwiska. Zasypane wtedy zostało dno jaru odprowadzające wody opadowe i podcięte podnóże wschodniego

zbocza jaru. Masy koluwalne z tego osuwiska zostały przez wody opadowe wyniesione poza jego obszar tworząc stożek napływowy ca 150m dalej.

Prawdopodobieństwo wystąpienia dalszych ruchów masowych ziemi jest bardzo duże, zwłaszcza po kolejnych okresach obfitych opadów atmosferycznych.

Parametry osuwiska przedstawiono na zał. nr 1/3, zał. nr 4/2 i zał. nr 4/3:

max rzędna w przekroju B-B wynosi 121m npm; min rzędna w przekroju C-C wynosi 115m npm; rozpiętość pionowa - 26m; nachylenie - 52° (dawniej ca 35°), azymut - 313° .

Powstała skarpa osuwiska o wysokości 5 - 6m i nachyleniu ca 78° .

Wody opadowe po dnie jaru spływają do odległego o ca 200 m Jeziora Górzeńskiego.

Ukształtowanie powierzchni terenu przedstawia mapa (zał. nr 1/2).

III. BUDOWA GEOLOGICZNA

3.1. Opis warunków geologicznych i hydrogeologicznych

Na terenie badań do głębokości rozpoznanej wierceniami zalegają grunty czwartorzędowe.

Czwartorzęd (Q) - stwierdzono tu osady holoceni i plejstoceni.

Holocen (Qh) reprezentowany jest przez *grunty antropogeniczne (nasypy niekontrolowane)*. Osady te występują na całej powierzchni analizowanego terenu. Litologicznie są to bezstrukturalne, niejednorodne, różnowiekowe mieszaniny piaszczysto-gliniasto-gruzowe. Największą ich miąższość stwierdzono w rejonie otw. 1, gdzie występują one do głębokości odpowiednio 6,0m. W pozostałych otworach badawczych stwierdzona miąższość nasypów zawiera się w przedziale 0,4 – 2,0m.

Koluwia stwierdzono w dnie jaru, reprezentowane są przez spiaszczone gliny, piaski gliniaste, piaski, żwiry i otoczaki z przewarstwieniami gruntów próchnicznych.

Plejstocen (Qp) wykształcony jest w postaci *gruntów wodno-lodowcowych i gruntów morenowych*.

Grunty spoiste morenowe reprezentowane są przez gliny piaszczyste z otoczakami i lokalnie piaski gliniaste. Osady te budują rzeźbę tego terenu.

W ramach niniejszych robót geologicznych osadów tych nie przewiercono. Osady te należy zaliczyć do osadów zlodowacenia północnopolskiego.

Grunty niespoiste *wodno-lodowcowe* występują w postaci soczewek w obrębie gruntów morenowych. Litologicznie są to piaski średnie i grube. Warstwy osadów piaszczystych nawiercono w otw.2. Miąższość tych osadów wynosi 1,1 – 1,4m. Warstwę gruntów wodno-lodowcowych stwierdzono także w trakcie kartowania geologicznego w ścianach jaru – szczególnie wyraźnie widoczną w świeżych, stromych ścianach niszy osuwiskowej.

Z danych zawartych na portalu Państwowej Służby Hydrogeologicznej (www.epsh.pgi.gov.pl) wynika, że teren badań położony jest poza granicami Głównych Zbiorników Wód Podziemnych. Sąsiednim GZWP jest zbiornik nr 214 – Zbiornik Działdowo położony na wschód od obszaru badań.

W wyniku badań rozpoznano jedynie sączenia śródglinne (otw. nr 4) oraz w trakcie kartowania geologicznego stwierdzono występowanie wód zawieszonych na stropie osadów morenowych w obrębie warstwy piasków średnich występujących w ścianach i częściowo w dnie jaru. Poziom ten w trakcie prowadzonego kartowania charakteryzował się swobodnym zwierciadłem i stabilizował się na rzędnej ca 102,4-102,7 m n.p.m.

W trakcie badań wody tego poziomu wypływały w miejscu przecięcia warstwy wodonośnej przez dno jaru i zasilają płynący dnem jaru ciek. Wydatek tego wypływu w trakcie badań był niewielki. Poziom ten zasilany jest prawdopodobnie przez dopływ lateralny, infiltrację wód z powierzchni i przez infiltrację wód deszczowych z nieszczelnego kolektora kanalizacji deszczowej w dno jaru.

Nr otworu	Rzędna terenu [m n.p.m.]	Głębokość do zwierciadła wody [m p.p.t.]		Rzędna zwierciadła ustabilizowanego [m n.p.m.]
		poziom nawiercony	poziom ustabilizowany	
1	2	3	4	5
1	121,99	-	-	-
2	121,95	-	-	-
3	115,62	-	-	-
4	104,21	~1,00	-	-

3.2. Charakterystyka właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów

Grunty stwierdzone w podłożu należą zgodnie z normą PN-EN ISO 14688 do naturalnych gruntów gruboziarnistych i drobnoziarnistych oraz gruntów antropogenicznych (nasypów niebudowlanych).

Nasypy niebudowlane cechują się dużą zmiennością budowy i brakiem ciągłości litologicznej. Posiadają one wysoce niejednorodne właściwości fizyko-mechaniczne. Nasypy te podlegają ciągłym procesom przemiany. Należy założyć, że większość tych nasypów została tu zdeponowana w sposób niekontrolowany. Osady te nie mogą stanowić bezpośredniego podłoża budowlanego.

Wartości parametrów geotechnicznych określono dla gruntów naturalnych gruboziarnistych i drobnoziarnistych oraz gruntów antropogenicznych. Podziału na warstwy geotechniczne dokonano metodą "A" i „B“ wg PN-81/B-03020.

Dla gruntów naturalnych gruboziarnistych i drobnoziarnistych za parametr wiodący przyjęto:

- stopień plastyczności $I_L^{/n/}$ - dla *gruntów drobnoziarnistych* określono na podstawie badań laboratoryjnych (oznaczenie granic konsystencji), sondowań sondą CPT i sondą VT (80/40), skorelowano je z badaniami makroskopowymi, w tym badaniami penetrometrem tłoczkowym PW-1 i ścinarką obrotową PO;
- stopień zagęszczenia $I_D^{/n/}$ - dla *gruntów gruboziarnistych* oszacowano na podstawie sondowań sondą CPT.

Pozostałe parametry ustalono metodą "B" w oparciu o tabele i wykresy zawarte w normie PN-81/B-03020. Podział gruntów na warstwy geotechniczne wykonano w oparciu o genezę, litologię i stan.

W warstwie I ujęto piaszczyste *grunty wodno- lodowcowe*. Ze względu na zmienny rodzaj i stan wydzielono tu 2 warstwy:

Warstwa Ia₁

Zestawiono tu wilgotne, średnio zagęszczone piaski grube. Charakterystyczna wartość stopnia zagęszczenia wynosi $I_D^{/n/}=0,50$.

Warstwa Ia₂

Zestawiono tu wilgotne, zagęszczone piaski średnie. Charakterystyczna wartość stopnia zagęszczenia wynosi $I_D^{/n/}=0,80$.

W warstwie **II** zestawiono skonsolidowane *grunty morenowe* zlodowacenia północnopolskiego należące zgodnie z normą PN-81/B-03020 do grupy konsolidacyjnej „B”. Ze względu na zmienny stan i rodzaj gruntów wydzielono tu 2 warstwy:

Warstwa IIa

Obejmuje gliny morenowe w stanie półzwartym/ zwartym. Charakterystyczna wartość stopnia plastyczności wynosi $I_L^{/n/}=0,00$. Litologicznie są to gliny piaszczyste.

Warstwa IIb

Ujęto tu gliny morenowej w stanie twaroplastycznym. Charakterystyczna wartość stopnia plastyczności wynosi $I_L^{/n/}=0,15$. Litologicznie są to gliny piaszczyste i lokalnie piaski gliniaste.

W Tabeli zał. nr 3 przedstawiono wartości parametrów geotechnicznych określone wg PN-81/B-03020.

IV. OBLICZENIA SPRAWDZAJĄCE STATECZNOŚĆ ZBOCZA

Stateczność wschodniego zbocza jaru sprawdzono wykonując obliczenia w programie *GEOSLOPE 1*. Program umożliwił przeprowadzenie analizy stateczności zbocza z założeniem kołowej powierzchni poślizgu – metodą Bishopa oraz wyszukanie płaszczyzn poślizgu o najniższym współczynniku stateczności F_s .

Wyniki obliczeń wartości wskaźnika stateczności równowagi skarpy (F_s) oraz przebieg profili poślizgu przedstawiono na zał. nr 8.

Do programu jako model budowy geologicznej wprowadzono dane z przekroju geologiczno- inżynierskiego B-B i C-C (zał. nr 4). Dla wydzielonych warstw gruntu przyporządkowano parametry geotechniczne charakterystyczne zgodnie z tabelą (zał. nr 3). Wody podziemnej nie stwierdzono wierceniami, nie występuje w zboczu.

Z otrzymanych obliczeń wynika, że w rejonie osuwiska wskaźnik stateczności wynosi $F_s = 1,05 - 1,36$ co oznacza, że zbocze jest stateczne i w równowadze.

Predyspozycja do rozwoju osuwiska jest prawdopodobna ponieważ wskaźnik stateczności F_s jest mniejszy od 1,3.

V. PROPONOWANE ROZWIĄZANIA ZABEZPIECZAJĄCE ZBOCZE

Ukształtowanie obu zboczy jaru ma dążyć do pełnego zabezpieczenia ich stateczności poprzez wykonanie na dnie jaru przypory u podnóża zboczy.

A. Zabudowa jaru i ewentualna kanalizacja deszczowa

Projektowana kanalizacja ([16] - rys. Mury oporowe i studnie spadowe oraz rys. Przekrój podłużny odpływu kanalizacji m.Górzna) wykonywana w latach 1959/60 nie została całkowicie zrealizowana.

Kluczowym zagadnieniem związanym z zatrzymaniem narastających procesów osuwiskowych jest ujęcie wód opadowych zrzucanych z kanalizacji deszczowej do jaru za pomocą wylotu w murze oporowym. Z uwagi na ukształtowanie okolicznego terenu, zabudowania oraz istniejące zadrzewienie utrudniające dostęp - wykonanie zamkniętych kanałów wraz ze studniami przepadowymi byłoby bardzo trudne do wbudowania i generowałoby bardzo duży nakład pracy sprzętu dźwigowego na trasie rurociągu. Z tego też powodu przewiduje się wykonanie nasypu – dosypanie dużej ilości gruntu, znacznie podnosząc dno jaru, co pozwoli na zmniejszenie wysokości zboczy i umożliwi wykonanie prac na skarpach powyżej usypanego poziomu. Nasyp będzie wykonany z kruszyw (kamieni) o dużym uziarnieniu przemieszanych z mniejszymi frakcjami, co umożliwi przepływ wody w wykonanym nasypie oraz zmniejszy prędkość, a tym samym energię spływającej wody. Dodatkowo taki nasyp będzie stanowił podparcie nie tylko dla skarpi zboczy, ale także dla istniejącego muru

oporowego. Ponadto wykonane warstwy nasypu pozwolą także na przechwycenie wód dopływających do muru i wypływających poniżej muru z bliżej nieokreślonych źródeł. Z uwagi na trudne do określenia źródła zasilania jaru – kamienisto-żwirowy nasyp wydaje się najlepszym rozwiązaniem podtrzymującym skarpy jak i tłumiącym energię wody i odprowadzającym ją na niżej położone tereny jaru.

Ewentualna budowa kanalizacji deszczowej poniżej istniejącego muru wymusi konieczność pracy znacznie większego sprzętu oraz będzie powodować konieczność stałego nadzoru w trakcie eksploatacji. Zastosowanie rurociągu dla odprowadzenia wód opadowych nie zmniejszy znacząco ilości nasypów, jakie będą konieczne do ich zasypania oraz wypełnienia obniżonego koryta jaru, aczkolwiek na etapie prac projektowych nie wyklucza się wykonania rurociągu.

Budowę trasy kanalizacji deszczowej po dnie jaru należy prowadzić od dołu ku górze oczyszczając je z drzew i kamieni.

Dla pokonania różnicy wysokości ok. 15m, na odcinku ca 65mb dna jaru, na rurociągu kanalizacji deszczowej, można na przykład zastosować studnie przepadowe. Pozwoli to na znaczną zmianę rzędnej wlotu i wylotu wody z każdej studni i uzyska się uskoki wytracające energię wody wewnątrz studni. Zakres robót przy budowie kanalizacji deszczowej obejmować powinien wykonanie murów oporowych poprzecznych od dołu przy każdej studni. Wysokość tych murów pozwoli na zasypanie prowadzonych kaskadowo rurociągów z wykonaniem nawierzchni utwardzonej. Zaleca się powiązanie funkcjonalne każdej z kaskad schodami betonowymi, co stworzy ciągłą trasę po dnie jaru, jednakże wykonanie ich będzie trudne, a późniejsza eksploatacja i utrzymanie mogą być uciążliwe. Z murów oporowych podpierających studnie można zrezygnować zwiększając liczbę studni. Zmniejszenie odstępów między studniami oraz ich wysokości, umożliwi podparcie ich gruntem wypełniającym dno jaru.

W przypadku wykonania rurociągu - na końcowym odcinku jaru (dz. 118/3) - poniżej wylotu rurociągu, zaleca się wykonać progi na otwartym rowie (korycie), które dodatkowo zmniejszą spadek cieku do jeziora. Zarówno wylot z rurociągu jak i progi należy wykonać z materiałów odpornych na rozmycie. Podniesienie dna jaru o ca 1,5m

zabudową kaskadową z trasą nawierzchni utwardzonej zabuduje dolną krawędź zbocza również jako jego przypora. W przypadku wykonania nasypu z kruszyw (kamieni) – będzie on wyprofilowany w sposób umożliwiający liniowe obniżanie się nowego dna rowu. Dodatkowo, w każdym przypadku przewiduje się wykonanie ubezpieczenia skarpu zboczy powyżej wyprofilowanego dna jaru, przy użyciu materacy siatkowo-kamiennych.

B. Zbocze

Dla stabilizacji czynnego osuwiska przewiduje się jego wzmocnienie przez wykonanie specjalistycznych robót geotechnicznych – zbocze gwoździowane. W jego górnej krawędzi należy zastosować siatki stalowej jako pokrycie powierzchni zbocza. Natomiast w dolnej krawędzi zbocza można przewidzieć zastosowanie gabionów lub geomateracy kamiennych, jako jego przypory i dodatkowe zabezpieczenie przed rozmywaniem przy ewentualnych wezbraniach wywołanych spływem powierzchniowym wód po dnie jaru.

C. Mur oporowy

Istniejący mur oporowy [16] jest wymurowany z kamieni polnych i w swojej zabudowie ma odwodnienie, powyżej wylotu kolektora, drenami o średnicy 50mm.

Zaleca się wykonanie ogólnego remontu i stabilizacji muru oporowego, przy czym generalnie należy wzmocnić jego fundament.

Zaleca się rozważyć w rejonie istniejącej studni i muru oporowego wykonanie nawierzchni utwardzonej z odprowadzeniem wody opadowej do istniejącej kanalizacji deszczowej. Pozwoli to na odcięcie wód opadowych migrujących w podłoże gruntowe i przesiąkanie jej przez mur oporowy.

D. Droga i budynki na koronie zbocza

Ulica Pocztowa znajduje się w zasięgu strefy zagrożenia osuwiskowego i należy ją objąć monitoringiem geodezyjnym. W ul. Pocztowej należy sprawdzić również szczelność kanalizacji deszczowej, czy nie prowadzi niekontrolowanych wód do jaru.

Na koronie zbocza wschodniego jaru przy ul. Okrężnej 5 znajduje się budynek mieszkalny i gospodarczy oraz słupy linii energetycznej SN, które znajdują się poza

strefą zagrożenia osuwiskowego, jednak zaleca się również objąć je monitoringiem geodezyjnym.

VI. PROGNOZA WPŁYWU REALIZOWANEJ INWESTYCJI NA ŚRODOWISKO

Przedmiotowe osuwisko jest ciągle aktywne, o czym świadczą zsuwy w obrębie zbocza wschodniego. Przyczyną ruchów osuwiskowych jest infiltracja wód opadowych oraz podcięcie erozyjne, a także wypływ wód z kolektora. W ramach zamierzenia inwestycyjnego planuje się usunięcie zagrożeń osuwiskowych poprzez zabudowę jaru kamieniem naturalnym oraz ewentualną budowę kanalizacji deszczowej po dnie jaru oraz zabezpieczenie dolnej krawędzi zbocza na przykład przyporą z gruntu zbrojonego i górnej krawędzi zbocza oblicowaniem z siatki. Wykonane zabezpieczenia w jarze, w tym jego zbocza wpłyną korzystnie na otaczające środowisko. Zatrzymane zostaną procesy denudacyjne i erozyjne powierzchni zbocza.

Miejsca projektowanych badań znajdują się poza obszarem i terenem górniczym, na terenie Górzeńsko-Lidzbarskiego Parku Krajobrazowego przy granicy z obszarem siedliskowym Natura 2000 (Ostoja Lidzbarska).

Nie przewiduje się negatywnego oddziaływania zamierzonych zabezpieczeń na stan środowiska w rejonie jaru.

VII. WNIOSKI I ZALECENIA

1. W wyniku badań stwierdza się, że na zboczu występują skomplikowane warunki gruntowe, a projektowaną konstrukcją zabezpieczenia zalicza się do III kategorii geotechnicznej.
2. Stan techniczny muru oporowego stanowi zagrożenie dla istniejącej infrastruktury podziemnej kanalizacji deszczowej i nawierzchni odcinka ul. Pocztowej. Uszkodzony fundament kamienny muru oporowego posadowiony jest na półzwartych gruntach spoistych **warstwy IIa**. Zaleca się wzmocnić fundament, podchwycić mikropalami, a mur zastabilizować kotwami gruntowymi.

Natomiast odcinek drogi ul. Pocztowej należy objąć monitoringiem geodezyjnym i w razie znacznych przyrostów osiadań wykonać nasyp z gruntu zbrojonego geosyntetykami.

3. Strefę możliwego zasięgu osuwiska przedstawiono graficznie na zał. nr 1/3. Obecnie nie są zagrożone budynek mieszkalny i gospodarczy przy ul. Okrężnej 5 oraz budynki mieszkalne przy ul. Pocztowej. Grunty antropogeniczne w rejonie ul. Pocztowej (otw. nr 1) są wysoce niejednorodne litologicznie o zmiennych właściwościach fizycznych.
4. Z wykonanych obliczeń stateczności wynika, że w rejonie osuwiska wskaźnik stateczności zbocza wynosi $F_s < 1,30$ i jest prawdopodobne wystąpienie dalszych procesów osuwiskowych.
5. Zbocze znajdujące się po stronie SE jaru (czynne osuwisko) ma koronę nachyloną w kierunku N (przekroje B-B i C-C). Warstwowane jest do głębokości ca 6m (otw. nr 2) gruntami niespoistymi i spoistymi. Poniżej występuje kompleks gruntów spoistych **warstwy IIa** z soczewką gruntów niespoistych **warstwy Ia₁** o miąższości ca 3m. Zaleca się przedmiotowe zbocze zastabilizować poprzez gwoździowanie, a w jego dolnej krawędzi wykonać przyporę np. z geomateracy.
6. Na dnie jaru wody opadowe wypływające z kolektora w murze oporowym należy przechwycić do kaskadowej kanalizacji deszczowej lub wykonać warstwy pozwalające na przejście wód i wytracenie energii wody spływającej po dnie. Inwestycja ta zabezpieczy podnóże zbocza jaru od podcięcia erozyjnego wodami spływającymi po dnie jaru.
7. Zgodnie z wymogami Rozporządzenia [3] dla projektowanej inwestycji stabilizacji osuwiska i zabezpieczenia muru oporowego należy wykonać:
 - *Opinię geotechniczną;*
 - *Dokumentację badań podłoża gruntowego*
 - *Projekt geotechniczny.*
8. Głębokość przemarzania gruntu na badanym terenie wynosi $h=1,0m$.