


SPIS TREŚCI

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW.....	2
1. WSTĘP	3
2. ZAKRES WYKONANYCH PRAC GEOTECHNICZNYCH	3
2.1. BADANIA TERENOWE.....	3
2.2. PRACE GEODEZYJNE.....	4
2.3. BADANIA LABORATORYJNE.....	4
2.4. PRACE KAMERALNE.....	4
3. WARUNKI GRUNTOWO - WODNE	5
3.1. WARUNKI GRUNTOWE.....	5
3.2. WARUNKI WODNE.....	8
4. GEOTECHNICZNA OCENA STANU ZAPORY	8
5. WNIOSKI I ZALECENIA.....	8
6. SPIS LITERATURY	9

Spis załączników

Załącznik nr 1	Mapa topograficzna z lokalizacją terenu badań w skali 1 : 10 000
Załącznik nr 2	Wycinek Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1 : 50 000
Załącznik nr 3	Mapa sytuacyjno-wysokościowa z lokalizacją punktów badawczych w skali 1 : 2 000
Załącznik nr 4.1 ÷ 4.15	Karty otworów geotechnicznych
Załącznik nr 5.1 ÷ 5.10	Karty sondowań dynamicznych
Załącznik nr 6.1 ÷ 6.5	Przekroje geotechniczne
Załącznik nr 7.1 ÷ 7.5	Wyniki badań laboratoryjnych gruntów
Załącznik nr 8	Tabela parametrów fizyko - mechanicznych gruntów

1. Wstęp

ZLECENIODAWCA:		HYDROPROJEKT WŁOCLAWEK SP. Z O.O. UL. GRUNWALDZKA 17, 87-800 WŁOCLAWEK
WYKONAWCA:	GEOPERFEKT	GEOPERFEKT EMIL SKRZYPCZAK OS. STAWKI 30/1, 27-400 OSTROWIEC ŚWIĘTOKRZYSKI

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie wyników badań geotechnicznych mających na celu ocenę stanu technicznego zapory bocznej lewej Zalewu Zemborzyckiego.

Zakres prac terenowych (ilość, lokalizacja i głębokość otworów geotechnicznych) został uzgodniony ze Zleceniodawcą.

Lokalizację projektowanej inwestycji zilustrowano na mapie topograficznej w skali 1 : 10 000 (załącznik nr 1), natomiast szczegółowe rozmieszczenie otworów badawczych przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w skali 1 : 2 000 (załącznik nr 3).

Do opracowania dokumentacji badań podłoża i projektu wykorzystano:

- ⇒ wyniki wierceń i badań terenowych,
- ⇒ materiały literaturowe i archiwalne,
- ⇒ obowiązujące normy i rozporządzenia.

Niniejsze opracowanie sporządzono wg wymagań:

- ⇒ Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012, nr 0, poz. 463),
- ⇒ PN-EN 1997-1: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne i PN-EN 1997-2: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

Opracowanie wykonano w pięciu egzemplarzach: cztery egzemplarze otrzymała Zleceniodawca, jeden egzemplarz pozostanie u Wykonawcy.

2. Zakres wykonanych prac geotechnicznych

2.1. Badania terenowe

W celu rozpoznania budowy geologicznej i warunków wodnych dla potrzeb projektowanej inwestycji we sierpniu 2018 r. odwiercono piętnaście otworów geotechnicznych do głębokości 4,00 ÷ 6,00 m p.p.t. Łącznie wykonano 70,00 mb wierceń. Otwory usytuowano w pięciu przekrojach poprzecznych do korpusu zapory. W każdym przekroju wykonano jeden otwór w koronie zapory oraz po jednym otworze w podstawie wału po stronie odpowietrznej i odwodnej.

W celu określenia stanu zagęszczenia gruntów budujących zapórę i jej podłożę w każdym przekroju wykonano dwa sondowania dynamiczne. Badania wykonano

przy każdym otworze w koronie wału oraz przy jednym z otworów w podstawie wału. W zależności od dostępności terenu stosowano sondę średnią (DPM) lub przenośną sondę lekką (DPL). Sondowania prowadzono w interwałach występowania gruntów piaszczystych. Sumarycznie wykonano 10 sondowań dynamicznych do głębokości 2,00 ÷ 6,00 m p.p.t. o łącznym metrażu 39,00 mb.

Po zakończeniu wierceń i badań, otwory zlikwidowano zasypując je urobkiem własnym z zachowaniem następstwa przewiercanych warstw litologicznych. Dozór geologiczny nad pracami w terenie i opis gruntów wykonał uprawniony geolog mgr inż. Emil Skrzypczak (upr. geol. VII – 1619). Podczas wykonywanych prac geotechnicznych prowadzono badania makroskopowe przewiercanych gruntów oraz obserwację zwierciadła wód gruntowych. Badania polowe i opis gruntów wykonano zgodnie z PN-EN ISO 14688-1, PN-EN ISO 14688-2 i PN-EN ISO 14689-1. Na podstawie wyników uzyskanych z prac terenowych sporządzono karty otworów geotechnicznych (załącznik nr 4.1 ÷ 4.15).

2.2. Prace geodezyjne

Lokalizację otworów w terenie wyznaczono na podstawie mapy dostarczonej przez Zleceniodawcę. Rzędne wysokościowe otworów ustalono w wyniku niwelacji technicznej w dowiązaniu do mapy sytuacyjno-wysokościowej w skali 1 : 1 000. Lokalizację otworów przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w skali 1 : 2 000 (załącznik nr 3). Rzędne wykonanych odwiertów podano na kartach otworów geotechnicznych (załącznik nr 4.1 ÷ 4.15).

2.3. Badania laboratoryjne

Ze względu na występowanie w podłożu gruntów organicznych dla których brak krajowych, lokalnych zależności korelacyjnych do wyznaczenia parametrów wytrzymałościowych zdecydowano o wykonaniu badań laboratoryjnych tych gruntów. Przeprowadzono pięć oznaczeń podstawowych cech fizycznych, tj.: przybliżona zawartość węglanów, wilgotność naturalna, gęstość objętościowa oraz cztery oznaczenia parametrów wytrzymałościowych: spójności i kąta tarcia wewnętrznego. Wyniki badań zamieszczono w załącznikach nr 7.1 – 7.5.

2.4. Prace kameralne

W ramach prac kameralnych zapoznano się z istniejącymi materiałami archiwalnymi, mapami, zebrano i przestudiowano informacje uzyskane na miejscu przeprowadzonych badań. Drugi etap prac kameralnych to analiza wyników badań terenowych oraz tekstowe i graficzne opracowanie niniejszej opinii geotechnicznej.

3. Warunki gruntowo - wodne

3.1. Warunki gruntowe

Rejon omawianej inwestycji pokryty jest czwartorzędowymi osadami rzecznyymi reprezentowanymi przez holocenijskie piaski i torfy oraz plejstocenijskie piaski i mułki tarasów nadzalewowych. W trakcie wykonywanych robót geotechnicznych nie przewiercono pokrywy czwartorzędowej.

Wykonanymi otworami geotechnicznymi do głębokości 4,00 ÷ 6,00 m p.p.t. w podłożu stwierdzono występowanie gruntów:

- antropogenicznych: grunty budujące korpus zapory oraz nasypy niebudowlane;
- gruboziarnistych: piasek drobny, piasek średni;
- drobnoziarnistych: pył piaszczysty, glina piaszczysta, glina pylasta;
- organicznych: torf, namuł.

Grunty występujące w podłożu podzielono na warstwy geotechniczne, przyjmując jako podstawę podziału wydzielenia geologiczne, litologię oraz cechy fizyczno – mechaniczne gruntów. Parametry geotechniczne wydzielonych warstw ustalono na podstawie badań polowych oraz lokalnych zależności korelacyjnych między parametrami fizycznymi i mechanicznymi. Wydzielono osiem warstw geotechnicznych. Dla wydzielonych warstw określono kategorie urabialności w oparciu o normę PN-B-06050.

Budowę podłoża gruntowego przedstawiono na kartach otworów geotechnicznych (załącznik nr 4.1 ÷ 4.15), natomiast przestrzenny układ warstw zilustrowano na przekrojach geotechnicznych (załącznik nr 6.1 ÷ 6.5).

Wydzielono następujące warstwy geotechniczne:

Warstwa nN	Nasyp niebudowlany (Mg)
	Warstwę budują grunty o zmiennym składzie i stanie. Zazwyczaj są to piaski z domieszką gruzu, miejscami z domieszką namulów. Grunty te występują w podłożu w podstawie wału zapory. Ich miąższość nie przekracza 1,00 m. <p style="text-align: center;"><u>Grunty nienośne, o zmiennej wysadzinowości. Kategoria urabialności 3.</u></p>

Warstwa nB	Nasyp budowlany (Mg)
	Warstwa stanowiąca konstrukcji zapory. Zbudowana jest z piasków średnich i grubych. W górnej części warstwy występuje nawierzchnia z kostki brukowej i podbudowa zbudowana z piasku z cementem lub kruszywa. Warstwa występuje na całej długości zapory. Miąższość warstwy waha się w zakresie: 1,50 ÷ 2,00 m ppt. Grunty występują w stanie od średnio zagęszczonego do zagęszczonego. Dla warstwy przyjęto średni stopień zagęszczenia $I_D = 0,60$. Średni wskaźnik zagęszczenia dla korpusu wału wynosi: $I_S = 0,96$ wahając się w zakresie $I_S = 0,94 ÷ 1,01$. <p style="text-align: center;"><u>Grunty nośne, niewysadzinowe. Kategoria urabialności 3.</u></p>

OPINIA GEOTECHNICZNADLA ZADANIA: „PIĘCIOLETNIA KONTROLA STANU TECHNICZNEGO URZĄDZEŃ HYDROTECHNICZNYCH
ZBIORNIKA WODNEGO ZALEWU ZEMBORZYCKIEGO W LUBLINIE (II KLASA BUDOWLI)”

Warstwa Ia	Piasek średni, piasek gruby (MSa, CSa)
<p>Warstwa zbudowana z gruntów gruboziarnistych wykształconych jako piaski średnie i grube. Występowanie tej warstwy stwierdzono we wszystkich przekrojach głównie w górnej części podłoża rodzimego. Grunty te występują maksymalnie do głębokości 4,00 m p.p.t. (od korony zapory). Miąższość gruntów jest zmienna w zakresie 0,30 ÷ 1,90 m. Stan gruntów jest luźny. Przyjęto dla nich średnią wartość stopnia zagęszczenia $I_D = 0,25$.</p> <p style="text-align: center;"><u>Grunty słabonośne (ze względu na luźny stan zagęszczenia), niewysadzinowe. Kategoria urabialności 3.</u></p>	
Warstwa Ib	Piasek średni, piasek gruby (MSa, CSa)
<p>Warstwa zbudowana z gruntów gruboziarnistych wykształconych jako piaski średnie i grube. Występowanie tej warstwy stwierdzono we wszystkich przekrojach głównie w środkowej części rozpoznanego podłoża rodzimego. Grunty te występują maksymalnie do głębokości 4,90 m p.p.t. (od korony zapory). Miąższość gruntów jest zmienna w zakresie 0,10 ÷ 2,00 m. Stan gruntów jest średnio zagęszczony. Przyjęto dla nich średnią wartość stopnia zagęszczenia $I_D = 0,45$.</p> <p style="text-align: center;"><u>Grunty nośne, niewysadzinowe. Kategoria urabialności 3.</u></p>	
Warstwa Ic	Piasek średni, piasek gruby (MSa, CSa)
<p>Warstwa zbudowana z gruntów gruboziarnistych wykształconych jako piaski średnie i grube. Występowanie tej warstwy stwierdzono wyłącznie w przekrojach 0+910, 1+230 i 1+550. Grunty te stanowią dolną część kompleksu piaszczystego. W przekroju 0+910 występowanie ich stwierdzono wyłącznie pod korpusem zapory, w interwale głębokości 3,00 – 4,50 m p.p.t. W przekrojach 1+230 i 1+550 występują na całej długości przekroju w dolnej części profilu. Miąższość gruntów w przekroju 0+910 wynosi 1,50 m, natomiast w przekrojach 1+230 i 1+550 ich całkowita miąższość nie jest znana (występują do głębokości rozpoznania). Stan gruntów jest zagęszczony. Przyjęto dla nich średnią wartość stopnia zagęszczenia $I_D = 0,67$.</p> <p style="text-align: center;"><u>Grunty nośne, niewysadzinowe. Kategoria urabialności 3.</u></p>	
Warstwa II	Torf, namuł (Or)
<p>Warstwa zbudowana z gruntów organicznych wykształconych jako torfy i namuły. Występowanie tej warstwy stwierdzono we wszystkich przekrojach z wyjątkiem przekroju 1+550. Grunty te występują w dolnej części profilu pod piaskami występując do głębokości rozpoznania (przekroje: 0+270, 0+590 i 0+910) lub stanowią przewarstwienie w obrębie piasków (przekrój 1+230). Miąższość gruntów w przekroju 1+230 wynosi 0,40 – 2,20 m, w pozostałych przekrojach nie przewiercono ich pełnej miąższości.</p> <p style="text-align: center;"><u>Grunty słabonośne, wysadzinowe. Kategoria urabialności 3-4.</u></p>	
Warstwa IIIa	Pył piaszczysty, glina piaszczysta (saSi, sasiCl)
<p>Warstwa zbudowana z gruntów drobnoziarnistych wykształconych jako pyły piaszczyste i gliny piaszczyste. Występowanie tej warstwy stwierdzono we wszystkich przekrojach z wyjątkiem przekroju 1+550, stanowi ona drobne, nieciągłe soczewki w obrębie piasków warstw Ia-Ic lub gruntów organicznych warstwy II. Miąższość soczewek nie przekracza 0,50 m. Stan gruntów jest twaroplastyczny. Przyjęto dla nich średnią wartość stopnia plastyczności $I_L = 0,15$, co odpowiada wskaźnikowi konsystencji $I_C = 0,85$.</p> <p style="text-align: center;"><u>Grunty nośne, wysadzinowe. Kategoria urabialności 4.</u></p>	

OPINIA GEOTECHNICZNA

DLA ZADANIA: „PIĘCIOLETNIA KONTROLA STANU TECHNICZNEGO URZĄDZEŃ HYDROTECHNICZNYCH ZBIORNIKA WODNEGO ZALEWU ZEMBORZYCKIEGO W LUBLINIE (II KLASA BUDOWLI)”

Warstwa IIIb	Gлина pylasta (siCl)
<p>Warstwa zbudowana z gruntów drobnoziarnistych wykształconych jako gliny pylaste. Występowanie tej warstwy stwierdzono tylko jednym otworem w przekroju 0+910 wykonanym w podstawie wału zapory po stronie odpowietrznej. Występowanie tej warstwy stwierdzono na głębokości 3,50 m p.p.t. i do głębokości rozpoznania (4,00 m p.p.t.) nie przewiercono jej pełnej miąższości. Stan gruntów jest plastyczny. Przyjęto dla nich średnią wartość stopnia plastyczności $I_L = 0,30$, co odpowiada wskaźnikowi konsystencji $I_C = 0,70$.</p> <p style="text-align: center;"><u>Grunty słabonośne, wysadzinowe. Kategoria urabialności 4.</u></p>	

Wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych warstw zestawiono w tabeli nr 1 oraz na załączniku nr 8.

Tabela 1. Parametry geotechniczne wydzielonych warstw

Nr warstwy geotechnicznej	Rodzaj gruntu		Stan gruntu	Stopień zagęszczenia I_D [%]	Stopień plastyczności I_L	Wskaźnik konsystencji I_C	Wilgotność naturalna W_n [%]	Gęstość objętościowa ρ [$t \cdot m^{-3}$]	Kąt tarcia wewnętrznego ϕ [°]	Kohezja C_u [kPa]	Moduł pierwotnego odkształcenia E_o [MPa]	Edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej M_o [MPa]	Kategoria urabialności wg PN-B-06050
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
nN	Mg	Nasyp niebudowlany	Grunty o zmiennym składzie i stanie										3
nB	Mg	Nasyp budowlany (piasek średni, piasek gruby)	szg, zg	0,60	-	-	14	1,85	33,5	0,0	55,5	74,5	3
Ia	MSa CSa	Piasek średni Piasek gruby	ln	0,25	-	-	16-25	1,80/ 1,95*	31,5	0,0	50,5	60,5	3
Ib	MSa CSa	Piasek średni Piasek gruby	szg	0,45	-	-	14-22	1,85/ 2,00*	32,5	0,0	73,0	86,5	3
Ic	MSa CSa	Piasek średni Piasek gruby	zg	0,67	-	-	12-18	1,90/ 2,05*	34,0	0,0	106,0	126,0	3
II	Or	Namuł, torf	-	-	-	-	42 - 140	1,30	12,0	14,0	-	-	3-4
IIIa	saSi sasi Cl	Pył piaszczysty Gлина piaszczysta	tpl	-	0,15	0,85	12-18	2,15	15,5	19,5	23,0	33,0	4
IIIb	siCl	Gлина pylasta	pl	-	0,30	0,70	25	2,00	13,0	13,0	16,5	23,5	4

* – wartość zależna od wilgotności gruntu, podano wartości dla gruntu: wilgotnego / mokrego (nawodnionego)

- ⇒ ln – luźny [$I_D < 0,35$], szg - średnio zagęszczony [$I_D = 0,35 - 0,65$], zg – zagęszczony [$I_D > 0,65$]
- ⇒ pl – plastyczny [$I_C = 0,50 - 0,75$], tpl – twaroplastyczny [$I_C = 0,75 - 1,00$]
- ⇒ do obliczenia wartości parametrów geotechnicznych należy przyjmować: $\gamma_m = 1 \pm 0,10$;
- ⇒ do obliczeń należy przyjąć wartość bardziej niekorzystną.

3.2. Warunki wodne

W wykonanych otworach geotechnicznych do głębokości rozpoznania tj. 4,00 ÷ 6,00 m p.p.t. stwierdzono występowanie jednego poziomu wodonośnego związanego z czwartorzędowymi piaskami rzecznyymi.

Zwierciadło pierwszego poziomu wód ma charakter swobodny i występuje na głębokości 0,60 ÷ 1,40 m od poziomu terenu przyległego do zapory. Poziom wodonośny występujący pod izolacją torfów i namułów jest naporowy, jego zwierciadło stabilizuje się na wysokości pierwszego poziomu.

Korpus zapory i jej bezpośrednie podłoże budują grunty przepuszczalne. Z tego względu należy wziąć pod uwagę, że przy wysokich stanach wód w zalewie następować będzie filtracja wody przez korpus zapory.

4. Geotechniczna ocena stanu zapory

W świetle wykonanego rozpoznania ocenia się, że stan zapory jest dobry z zastrzeżeniami. Podczas prowadzenia prac nie stwierdzono widocznych śladów działania procesów geodynamicznych czy filtracyjnych. Zastrzeżenia budzi kilka czynników mogących w określonych, niesprzyjających warunkach powodować zagrożenie dla stateczności omawianego obiektu:

- zaporę wykonaną jest z materiału dobrze przepuszczalnego. Korpus zapory usypany jest z piasku średniego i piasku grubego;
- przy szybko podnoszących się wysokich stanach wody w zalewie występować będzie wysoki spadek hydrauliczny wymuszający filtracją wody przez korpus zapory. W ekstremalnie niesprzyjających warunkach może to prowadzić do zainicjowania procesów sufozyjnych skutkujących awarią budowli;
- w podłożu zapory występują grunty słabonośne, zaleca się sprawdzić obliczeniowo stateczność skarp zapory przy wystąpieniu najbardziej niekorzystnych warunków.

5. Wnioski i zalecenia

1. Dla omawianej inwestycji w sierpniu 2018 r. odwiercono piętnaście otworów geotechnicznych do głębokości 4,00 ÷ 6,00 m p.p.t. Łącznie wykonano 70,00 mb wierceń. Wykonano również dziesięć sondowań dynamicznych sondą lekką (DPL) i średnią (DPM) do głębokości 2,00 ÷ 6,00 m p.p.t, o łącznym metrażu 39,00 mb. W celu określenia wartości parametrów geotechnicznych dla gruntów organicznych wykonano również badania laboratoryjne na pięciu próbach gruntów.
2. Wykonanymi otworami i sondowaniami rozpoznano budowlę ziemną i jej podłoże. W korpusie budowli stwierdzono występowanie wyłącznie gruntów gruboziarnistych.

W podłożu występują grunty antropogeniczne, grunty grubo- i drobnoziarniste oraz grunty organiczne.

3. Teren badań do głębokości rozpoznania charakteryzuje się niewielką zmiennością litologiczną i genetyczną. Wykształcenie litologiczne występujących w podłożu gruntów przedstawiono na kartach otworów geotechnicznych (załącznik nr 4.1 ÷ 4.15), natomiast przestrzenny układ warstw zilustrowano na przekrojach geotechnicznych (załącznik nr 6.1 ÷ 6.5).
4. W okresie prowadzenia wierceń (sierpień 2018 r.) stwierdzono występowanie swobodnego zwierciadła wód gruntowych w obrębie czwartorzędowych piasków. Zwierciadło występowało na głębokości 0,60 – 1,40 m od poziomu terenu przyległego do zapory. Nie zaobserwowano przejawów niekorzystnego wpływu filtracji wód na występujące w podłożu grunty.
5. Zapora zbudowana jest z gruntów przepuszczalnych. Przy ekstremalnie szybkim podnoszeniu się poziomu wody w zalewie możliwe jest powstanie spadku hydraulicznego powodującego szybki przepływ wody w zaporze, co może zainicjować procesy sufozyjne.
6. W podłożu zapory występują grunty słabonośne (piaski w stanie luźnym, grunty organiczne i grunty spoiście mineralne w stanie plastycznym). Zaleca się obliczeniowe sprawdzenie wpływu tych warstw na stateczność skarp budowli.
7. W obecnym stanie nie stwierdzono widocznych, negatywnych śladów działania procesów geodynamicznych bądź filtracyjnych.

6. Spis literatury

1.	Kondracki J., 2002 r.	-	Geografia regionalna Polski. PWN, W-wa.
2.	Butrym J., Harasimuk M., Henkiel A., 1980 r.	-	Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Lublin (nr 749) wraz z objaśnieniami.
3.	Normy	-	PN-EN ISO 14688-1, PN-EN ISO 14688-2, PN-EN ISO 14689-1, PN-B-06050.
4.	Rozporządzenia	-	Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012, nr 0, poz. 463).