

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ GEOTECHNICZNYCH I HYDROCHEMICZNYCH

wykonanych na potrzeby zamówienia pn.:
„Wykonanie wierceń, badań geotechnicznych i hydrochemicznych oraz badań
mułu/gruntu starorzecza Mulnik w Świnoujściu”

*gm. M. Świnoujście
pow. m. Świnoujście
woj. zachodniopomorskie*

nr arch. **7412**

OPRACOWAŁ:	dr inż. Rafał Michalak Certyfikat PKG nr 204	
PREZES ZARZĄDU:	mgr Mirosław Ingielewicz	

Szczecin, 27 luty 2019 r.

Przedsiębiorstwo Geologiczne „Geoprojekt Szczecin”, Spółka z o.o.
ul. Tartaczna 9 70 - 893 Szczecin, tel. 91-466-66-70

1. Podstawa, cel i zakres opracowania

Niniejsze opracowanie wykonano na podstawie Umowy nr 71 /2018 z dnia 01.10.2018 r. zawartej pomiędzy **Zakładem Wodociągów i Kanalizacji Spółką z o.o.** z siedzibą w Świnoujściu przy ul. Kołłątaja 4 (Zamawiający) a **Przedsiębiorstwem Geologicznym „GEOPROJEKT SZCZECIN” Sp. z o.o.** z siedzibą przy ul. Tartacznej 9, 70-893 Szczecin (Wykonawca).

Celem opracowania jest podsumowanie wyników badań geotechnicznych i hydrochemicznych wykonanych dla potrzeb opracowania koncepcji ujęcia wody powierzchniowej ze starorzecza Mulnik w Świnoujściu oraz wykonanie badań określających stopień zanieczyszczenia osadów dennych w rejonie planowanej inwestycji.

Zakres prac ustalony z Zamawiającym obejmował:

- a. wykonanie wierceń geotechnicznych (19 otworów z wody o łącznym metrażu 154,7 mb oraz 1 otwór na łądzie w rejonie planowanej stacji pomp do głębokości 14 mb, w sumie 168,7 mb wierceń) wraz z poborem próbek gruntu (147 próbek do oceny składu granulometrycznego, 40 próbek do badań hydrochemicznych i geochemicznych oraz 5 próbek do badań chemicznych osadu dennego)
- b. wykonanie sondowań dynamicznych DPSH – 4 sondowania o łącznym metrażu 58,6 mb
- c. przeprowadzenie badań laboratoryjnych hydrochemicznych i geochemicznych
- d. przeprowadzenie badań chemicznych w celu oceny stopnia zanieczyszczenia

Badania terenowe przeprowadzone były w okresie od 16.01 – 23.01.2019 r., dodatkowe sondowania DPSH wykonano w dniu 12.02.2019 r. pod dozorem uprawnionego geologa Andrzeja Parszewskiego.

2. Materiały źródłowe

Na potrzeby niniejszego opracowania wykorzystano:

- [1] Umowa nr 71/2018 z dnia 01.10.2018 r.
- [2] PN-EN 1997-1 Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne
- [3] PN-EN 1997-2 Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego
- [4] PN-EN ISO 14688-1 Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczenie i opis
- [5] PN-EN ISO 14688-2 Badania geotechniczne. Oznaczenie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania
- [6] PKN-CEN ISO/TS 17892-4 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 4: Oznaczenie składu granulometrycznego
- [7] PN-EN ISO 22475-1 Rozpoznanie i badania geotechniczne – Pobieranie próbek metodą wiercenia i odkrywek oraz pomiary wód gruntowych – Część 1: Techniczne zasady wykonania
- [8] PN-EN ISO 22476-2 Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania polowe – Część 2: Sondowanie dynamiczne
- [9] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 września 2016 r. w sprawie szczegółowych warunków uznania odpadów niebezpiecznych za odpady inne niż niebezpieczne (Dz.U. 2016 poz. 1601)

- [10] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 maja 2015 r. w sprawie odzysku odpadów poza instalacjami i urządzeniami (Dz.U. 2015 poz. 796)
- [11] Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 10 maja 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o odpadach (Dz.U. 2018 poz. 992)
- [12] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz.U. 2012 poz. 463)
- [13] Bowles, J.E.: Foundation Analysis and Design. The McGraw-Hill Companies, Inc. Wydanie 5, 1997
- [14] Kondracki, J.: Geografia regionalna Polski. Państwowe Wydawnictwo PWN, wyd. III uzupełnione, Warszawa 2002

3. Krótka charakterystyka środowiska geograficznego

Planowana inwestycja zlokalizowana jest w granicach miasta Świnoujście w bezodpływowym kanale Mulnik stanowiącym dawne koryto rzeki Świny.

W bezpośrednim sąsiedztwie rejonu badań znajdują się lasy liściaste oraz iglaste, brzegi akwenu porośnięte są gęstą roślinnością nadbrzeżną. Rzędne terenu w rejonie badań wynoszą 0,50 – 2,43 m n.p.m.

Pod względem geomorfologicznym obszar planowanej inwestycji jest fragmentem mikroregionu Bramy Świny, geograficznie obszar ten należy do mezoregionu Uznam i Wolin (313.21), będącego częścią większej jednostki – makroregionu Pobrzeże Szczecińskie (313.2-3) [14].

4. Uwarunkowania geotechniczne w rejonie planowanej inwestycji

Z analizy danych archiwalnych oraz obecnie wykonanych wierceń wynika, że w podłożu projektowanej inwestycji do głębokości rozpoznania występują czwartorzędowe utwory wieku holoceniowego. Są to przeważnie osady morsko-deltowe ($^{md}Q_h$) reprezentowane przez piaski drobne i pylaste o zróżnicowanym stopniu zagęszczenia, poniżej których występują zagęszczone piaski rzeczne (fQ_h) od drobnych do średnich z domieszkami żwiru. W badaniach wykonanych w nurcie kanału Mulnik stwierdzono występowanie nad namulów o różnej miąższości, są to osady akumulacji rzecznej (fQ_h).

Z uwagi na charakter i cel wykonanych badań geotechnicznych nie wyodrębniono w podłożu pakietów warstw geotechnicznych ograniczając się tylko do analizy warunków lokalnych stwierdzonych na podstawie rozpoznania punktowego (otwór wiertniczy i sondowanie DPSH). W analizie wykorzystano również dostępne dane archiwalne oraz dodatkowe sondowania DPSH (nr 21 i 23) zlokalizowane na Półwyspie Mielin.

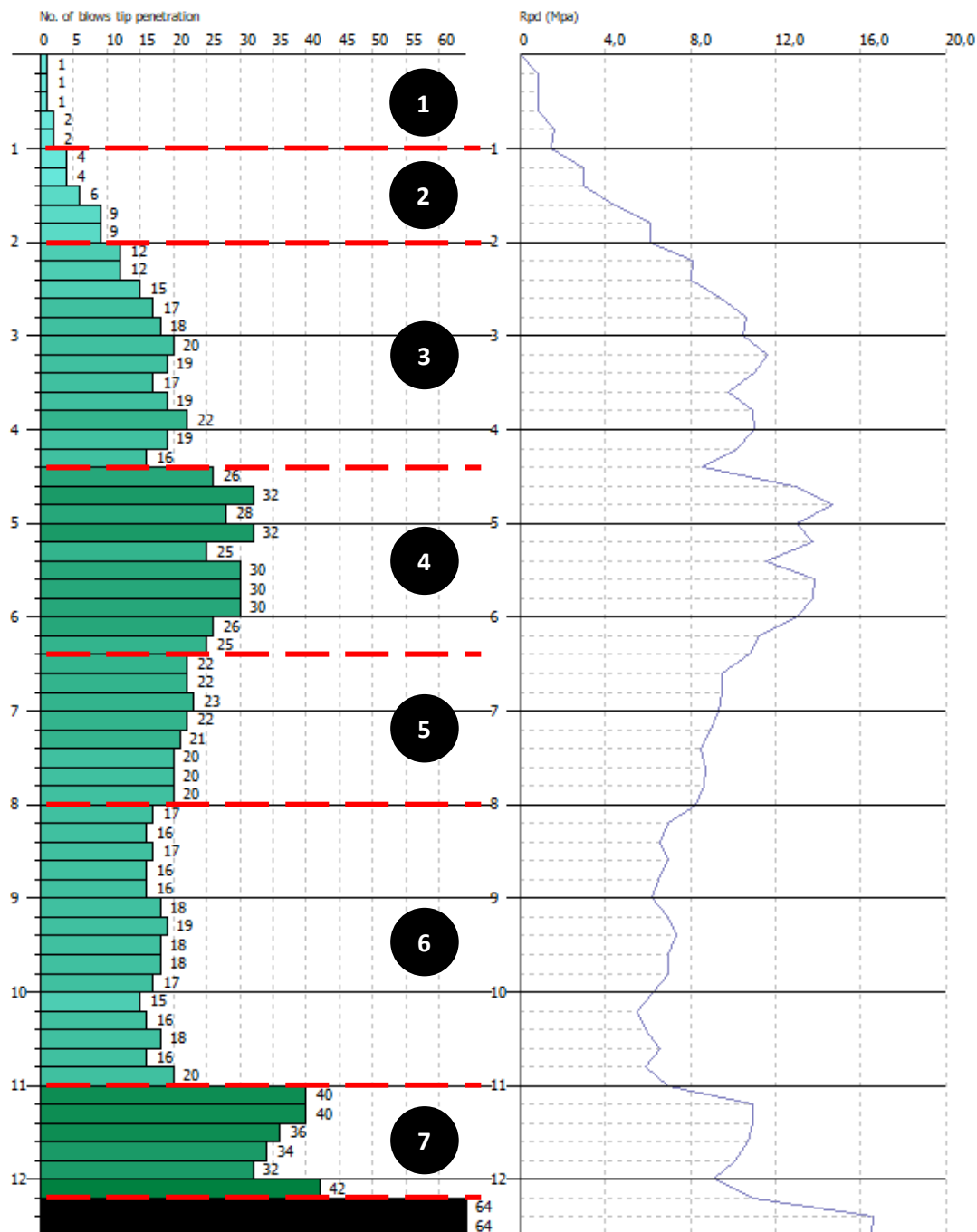
4.1. Projektowany budynek pompowni

Z przekazanych przez Zamawiającego informacji wynika, że lokalizacja budynku pompowni planowana jest na zachodnim brzegu kanału Mulnik w rejonie punktu badawczego nr 20 (wiercenie do 14 m p.p.t. oraz sondowanie DPSH do 12,6 m p.p.t.)

W wyniku przeprowadzonych badań w podłożu stwierdzono występowanie gruntów niespoistych reprezentowanych przez piaski drobne (FSa) lokalnie na pograniczu piasków pylastych (FSa/siSa) z domieszkami humusu, muszli i kamieni oraz piaski pylaste (siSa).

Nawiercone i ustabilizowane zwierciadło wód gruntowych pomierzono na głębokości 0,30 m p.p.t.

Na podstawie sondowania DPSH określono stopień zagęszczenia gruntów niespoistych oraz oszacowano na podstawie dostępnych zależności empirycznych (patrz np. [13]) charakterystyczne parametry geotechniczne gruntów. Na Rys. 1 przedstawiono profil sondowania DPSH przy otworze nr 20 wraz z proponowanym podziałem na warstwy oraz odpowiadający mu wykres oporu dynamicznego sondowania. Parametry geotechniczne – wartości wyprowadzone zgodnie z [3] poszczególnych warstw zestawiono w Tab. 1.



Rys. 1 Profil sondowania DPSH nr 20 – liczba uderzeń na 20 cm wępu (po lewej) oraz opór dynamiczny sondy (po prawej)

Tab. 1 Wartości wyprowadzone parametrów geotechnicznych dla profilu nr 20

Nr warstwy	Uśredniona liczba uderzeń na 20 cm wpędu	Uśredniony opór dynamiczny Rpd [MPa]	Symbol gruntu wg [4]	Stopień zagęszczenia I_D [-]	Efektywny kąt tarcia wewnętrznego gruntu ϕ' [deg]
1	2	1,3	FSa	0,27	28,8
2	6	5,53	FSa	0,43	30,5
3	17	13,19	FSa	0,70	34,5
4	28	19,21	FSa	0,82	39,7
5	21	13,03	FSa	0,75	35,6
6	17	9,37	FSa/siSa	0,70	34,5
7	37	18,56	siSa	0,86	36,9
8	64	30,93	siSa	0,99	> 40

4.2. Ujęcie nurtowe

W centralnej części obszaru badań – otwór badawczy nr 12 (sondowanie DPSH nr 22), zlokalizowana ma być komora – ujęcie nurtowe obudowane ścianką szczelną.

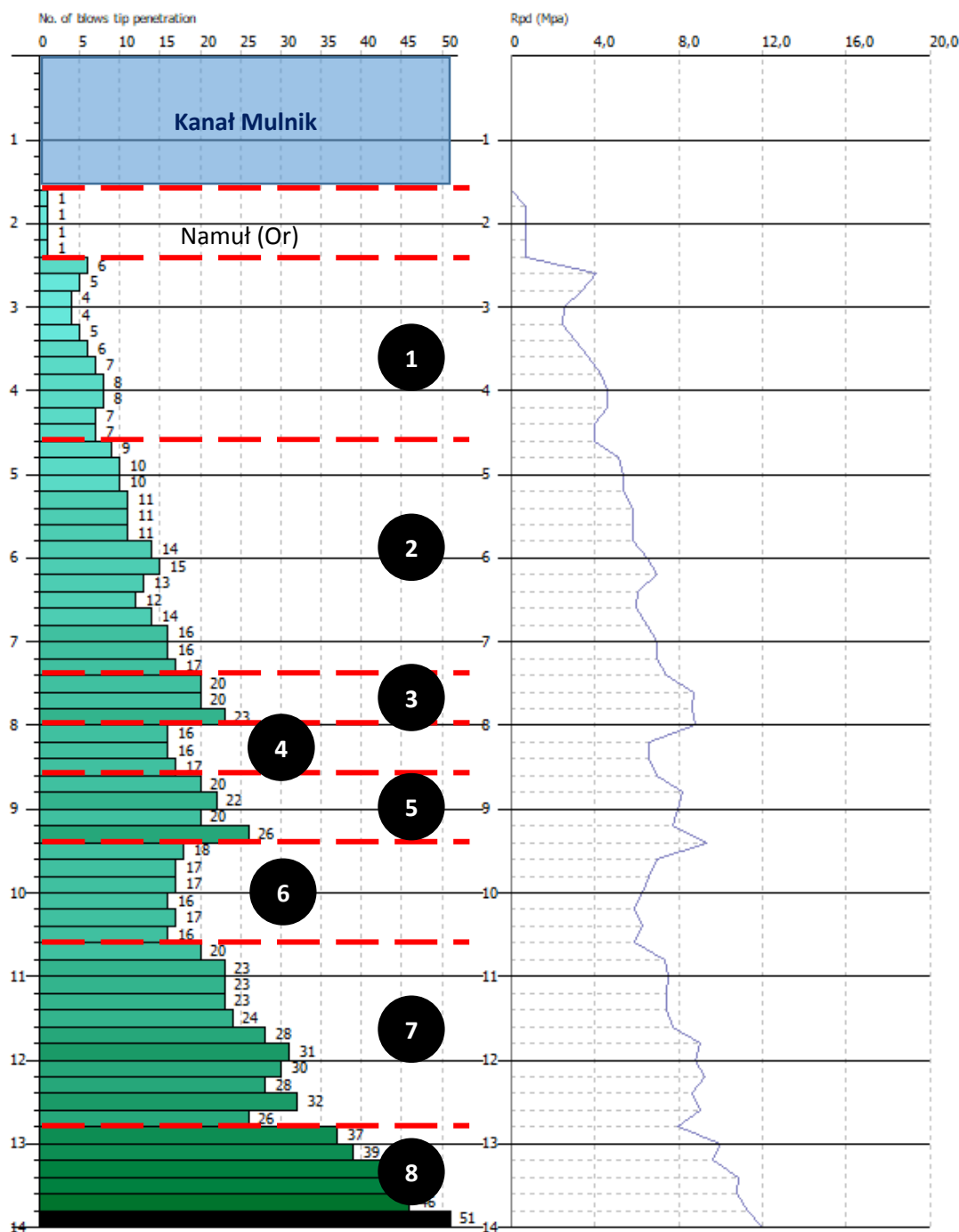
W wyniku przeprowadzonych badań w rejonie planowanej komory stwierdzono występowanie gruntów organicznych (Or) reprezentowanych przez miękkoplastyczne namuły, pod którymi zalegają grunty niespoiste piaski drobne (FSa) i piaski pylaste (siSa) z domieszkami humusu, muszli i kamieni oraz poniżej, na głębokości około 13,5 m p.p.t. piaski drobne (FSa) z domieszką żwiru.

Nawiercone na głębokości 2,5 m p.p.t. zwierciadło wód gruntowych ustabilizowało się na rzędnej 0,90 m p.p.t.

Na podstawie sondowania DPSH określono stopień zagęszczenia gruntów niespoistych oraz oszacowano na podstawie dostępnych zależności empirycznych (patrz np. [13]) charakterystyczne parametry geotechniczne gruntów. Na Rys. 2 przedstawiono profil sondowania DPSH nr 22 przy otworze nr 12 wraz z proponowanym podziałem na warstwy oraz odpowiadający mu wykres oporu dynamicznego sondowania. Parametry geotechniczne – wartości wyprowadzone zgodnie z [3] poszczególnych warstw zestawiono w Tab. 2

Tab. 2 Wartości wyprowadzone parametrów geotechnicznych dla profilu nr 22

Nr warstwy	Uśredniona liczba uderzeń na 20 cm wpędu	Uśredniony opór dynamiczny Rpd [MPa]	Symbol gruntu wg [4]	Stopień zagęszczenia I_D [-]	Efektywny kąt tarcia wewnętrznego gruntu ϕ' [deg]
1	5	3,83	MSa	0,40	30,0
2	11	7,38	MSa	0,60	31,3
3	21	12,36	MSa	0,75	35,6
4	16	9,35	MSa	0,69	33,9
5	21	11,65	MSa	0,75	35,6
6	16	8,72	MSa	0,69	33,9
7	27	11,74	MSa	0,80	36,1
8	40	18,61	MSa	0,87	36,9



Rys. 2 Profil sondowania DPSH nr 22 – liczba uderzeń na 20 cm wpeędu (po lewej) oraz opór dynamiczny sondy (po prawej)

Analizując wyniki wykonanych sondowań dynamicznych DPSH (patrz Załącznik nr 3: sonda nr 21 oraz 23) w strefie brzegowej na półwyspie Mielin (na wschód od planowanej lokalizacji ujęcia nurtowego) można przyjąć, że:

- do rzędnej około [-] 5,0 m n.p.m. występują grunty piaszczyste w stanie luźnym ($I_D < 0,33$) lokalnie średniozagęszczone ($I_D \geq 0,33$)¹

¹ przypowierzchniowa warstwa gruntów piaszczystych w stanie luźnym powstała prawdopodobnie w wyniku nadbudowy istniejącego terenu gruntami pochodzącymi z prac pogłębiarskich prowadzonych w trakcie budowy Kanału Piastowskiego (Kaiserfahrt) pod koniec XIX wieku

- na rzędnych od około [-] 5,0 m n.p.m. do około [-] 12,0 m n.p.m. występują średniozagęszczone piaski drobne o stopniu zagęszczenia $I_D = 0,40 - 0,78$
- poniżej występują zagęszczone piaski drobne lub/i piaski pylaste o uśrednionym stopniu zagęszczenia $I_D > 0,81$

5. Wyniki analizy sitowej gruntu – podsumowanie

Badanie uziarnienia (analizę sitową) przeprowadzono zgodnie z normą [6] dla 115 próbek gruntu pobranych z otworów geotechnicznych zlokalizowanych na terenie planowanej inwestycji. Badania zostały wykonane w akredytowanym Laboratorium Konstrukcji Budowlanych, Geotechniki i Betonu Instytutu Techniki Budowlanej w Warszawie (cert. PCA AB 023)

W wyniku przeprowadzonych badań składu granulometrycznego można stwierdzić, że w podłożu planowanej inwestycji dominują piaski drobne (FSa), lokalnie stwierdzono występowanie piasków średnich (MSa), jednofrakcyjne charakteryzujące się wskaźnikiem jednorodności uziarnienia $C_u = 2 - 3$ i wskaźnikiem krzywizny $C_c = 1$.

Zestawienie wyników zamieszczono w Tab. 3 poniżej. Kompletny raport z badań zamieszczono w Załączniku 4 do niniejszego opracowania.

Tab. 3 Zestawienie wyników analizy sitowej pobranych próbek gruntu

Otwór	Głębokość pobrania [m] pod powierzchnią dna	Zawartość frakcji zgodnie z PN-EN ISO 14688-1 [2]				< 0,0063 mm [%]	Symbol gruntu		Wskaźnik krzywizny C_c	Wskaźnik jednorodności uziarnienia C_u	Współczynnik filtracji [m/s]	
		Gr [%]	Sa [%]	Si [%]	Cl [%]		PN-B	PN-EN			Hazena	USBSC
1	4,00	0	96	4	0		Pd	FSa	1	2	5,68E-05	1,42E-05
	5,00	0	96	4	0	19,08	Pd	FSa	1	2	5,68E-05	1,42E-05
	6,00	0	99	1	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
2	4,00	0	97	3	0		Pd	FSa	1	2	7,42E-05	2,25E-05
	5,00	0	97	3	0		Pd	FSa	1	2	5,68E-05	1,42E-05
	6,00	0	99	1	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	2,74E-05
3	0,25	0	99	1	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	1,00	0	100	0	0		Pd	MSa	1	2	1,67E-04	3,91E-05
	2,00	2	98	0	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	3,00	0	100	0	0	0,15	Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	4,00	0	100	0	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	5,00	2	98	0	0	0,24	Pd	MSa	1	2	1,96E-04	5,32E-05
	6,00	10	90	0	0		Pd	MSa	1	2	1,67E-04	4,58E-05
4	0,25	0	98	2	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	1,00	1	99	0	0		Pd	FSa	1	2	1,67E-04	3,91E-05
	2,00	0	100	0	0		Pd	FSa	1	2	1,67E-04	3,91E-05
	3,00	1	98	1	0		Pd	FSa	1	2	1,67E-04	3,91E-05
	4,00	5	95	0	0		Pd	MSa	1	2	1,96E-04	5,32E-05
	5,00	2	97	1	0		Pd	MSa	1	2	1,67E-04	5,32E-05
	6,00	0	99	1	0		Pd	FSa	1	2	9,40E-05	2,25E-05
5	2,00	1	96	3	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05

Otwór	Głębokość pobrania [m] pod powierzchnią dna	Zawartość frakcji zgodnie z PN-EN ISO 14688-1 [2]				< 0,0063 mm [%]	Symbol gruntu		Wskaźnik krzywizny Cc	Wskaźnik jednorodności uziarnienia Cu	Współczynnik filtracji [m/s]	
		Gr [%]	Sa [%]	Si [%]	Cl [%]		PN-B	PN-EN			Hazena	USBSC
	3,00	6	93	1	0	0,33	Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	4,00	0	99	1	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	5,00	1	99	0	0	0,17	Pd	FSa	1	2	1,67E-04	3,91E-05
	6,00	3	97	0	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
6	1,00	1	98	1	0		Pd	FSa	1	2	1,67E-04	3,91E-05
	2,00	0	100	0	0		Pd	FSa	1	2	1,67E-04	3,91E-05
	3,00	0	100	0	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	4,00	1	99	0	0		Pd	MSa	1	2	1,67E-04	3,91E-05
	5,00	0	100	0	0		Pd	MSa	1	2	1,96E-04	5,32E-05
	6,00	3	96	1	0		Pd	MSa	1	2	1,40E-04	3,91E-05
7	0,30	1	99	0	0		Ps	MSa	1	3	1,96E-04	6,11E-05
	1,00	2	98	0	0		Pd	FSa	1	2	1,67E-04	3,91E-05
	2,00	0	100	0	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	3,00	0	100	0	0	0,09	Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
7	4,00	0	100	0	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	5,00	0	100	0	0	0,19	Pd	FSa	1	2	1,67E-04	3,91E-05
	6,00	0	100	0	0		Pd	MSa	1	2	1,96E-04	4,58E-05
8	2,00	0	98	2	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,91E-05
	3,00	4	96	0	0		Pd	FSa	1	2	1,67E-04	3,91E-05
	4,00	2	98	0	0		Pd	FSa	1	2	1,67E-04	3,91E-05
	5,00	1	98	1	0		Pd	FSa	1	2	1,67E-04	3,91E-05
	6,00	0	99	1	0		Pd	FSa	1	2	1,16E-04	2,74E-05
9	1,00	8	91	1	0		Pd	MSa	1	2	1,67E-04	3,91E-05
	2,00	0	99	1	0		Ps	MSa	1	3	1,96E-04	6,11E-05
	3,00	10	89	1	0		Po	MSa	1	3	2,27E-04	7,90E-05
	4,00	6	94	0	0		Ps	MSa	1	3	2,27E-04	7,90E-05
	5,00	8	91	1	0		Ps	MSa	1	3	1,67E-04	5,32E-05
	6,00	0	99	1	0		Pd	FSa	1	3	7,42E-05	2,25E-05
10	1,00	0	97	3	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	2,00	0	99	1	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	3,00	0	100	0	0	0,19	Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	4,00	0	99	1	0		Pd	MSa	1	2	1,67E-04	3,91E-05
	5,00	0	100	0	0	0,26	Pd	MSa	1	2	1,67E-04	4,58E-05
	6,00	0	100	0	0		Ps	MSa	1	2	1,96E-04	5,32E-05
11	2,00	18	81	1	0		Po	MSa	1	3	2,27E-04	6,97E-05
	3,00	16	83	1	0	0,49	Po	MSa	1	2	1,67E-04	3,91E-05
	4,00	1	98	1	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	5,00	0	99	1	0	0,64	Pd	FSa	1	2	1,16E-04	2,74E-05
	6,00	2	97	1	0		Pd	FSa	1	2	1,16E-04	2,74E-05

Otwór	Głębokość pobrania [m] pod powierzchnią dna	Zawartość frakcji zgodnie z PN-EN ISO 14688-1 [2]				< 0,0063 mm [%]	Symbol gruntu		Wskaźnik krzyżowy Cc	Wskaźnik jednorodności uziarnienia Cu	Współczynnik filtracji [m/s]	
		Gr [%]	Sa [%]	Si [%]	Cl [%]		PN-B	PN-EN			Hazena	USBSC
12	1,00	1	98	1	0		Pd	MSa	1	2	1,67E-04	4,58E-05
	2,00	2	98	0	0		Ps	MSa	1	2	3,35E-04	1,35E-04
	3,00	0	100	0	0	0,09	Ps	MSa	1	2	2,61E-04	8,89E-05
	4,00	4	96	0	0		Ps	MSa	1	3	2,61E-04	9,94E-05
	5,00	1	98	1	0	0,06	Ps	MSa	1	3	1,96E-04	6,97E-05
	6,00	1	98	1	0		Ps	MSa	1	3	1,96E-04	6,11E-05
	7,00	4	98	1	0		Ps	MSa	1	3	1,96E-04	6,11E-05
13	1,00	0	99	1	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	2,00	4	94	2	0		Ps	MSa	1	3	1,67E-04	5,32E-05
	3,00	0	99	1	0	0,10	Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	4,00	0	99	1	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	5,00	0	99	1	0	0,53	Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	6,00	0	99	1	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
14	2,00	0	99	1	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	3,00	0	100	0	0	0,45	Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	4,00	0	99	1	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	5,00	0	98	2	0	0,45	Pd	FSa	1	2	1,16E-04	2,74E-05
	6,00	0	99	1	0		Pd	FSa	1	2	1,16E-04	2,74E-05
15	2,00	1	97	3	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,91E-05
	3,00	0	100	0	0		Ps	MSa	1	2	2,61E-04	9,94E-05
	4,00	0	100	0	0		Ps	MSa	1	3	2,27E-04	6,97E-05
	5,00	0	99	1	0		Ps	MSa	1	2	1,96E-04	5,32E-05
	6,00	0	99	1	0		Pd	MSa	1	2	1,67E-04	4,58E-05
16	3,00	1	98	1	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	4,00	0	99	1	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	5,00	0	99	1	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	2,74E-05
	6,00	0	99	1	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
17	2,00	1	97	2	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	3,00	1	98	1	0		Ps	MSa	1	2	1,96E-04	5,32E-05
	4,00	0	99	1	0		Ps	MSa	1	2	1,96E-04	5,32E-05
	5,00	0	99	1	0		Pd	MSa	1	2	1,67E-04	3,91E-05
	6,00	0	99	1	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,91E-05
18	2,00	2	96	2	0		Pd	FSa	1	2	1,40E-04	3,30E-05
	3,00	0	99	1	0	0,23	Pd	MSa	1	2	1,67E-04	4,58E-05
	4,00	1	98	1	0		Pd	MSa	1	2	1,67E-04	3,91E-05
	5,00	0	100	0	0	0,21	Ps	MSa	1	3	2,27E-04	6,97E-05
	6,00	0	100	0	0		Ps	MSa	1	3	2,27E-04	6,97E-05
19	3,00	0	98	2	0		Pd	MSa	1	2	1,40E-04	3,91E-05
	4,00	1	97	2	0		Pd	MSa	1	3	1,67E-04	4,58E-05

Otwór	Głębokość pobrania [m] pod powierzchnią dna	Zawartość frakcji zgodnie z PN-EN ISO 14688-1 [2]				< 0,0063 mm [%]	Symbol gruntu		Wskaźnik krzyżowy Cc	Wskaźnik jednorodności uziarnienia Cu	Współczynnik filtracji [m/s]	
		Gr [%]	Sa [%]	Si [%]	Cl [%]		PN-B	PN-EN			Hazena	USBSC
	5,00	1	99	0	0		Ps	MSa	1	3	2,27E-04	6,97E-05
	6,00	4	96	0	0		Ps	MSa	1	3	2,27E-04	6,97E-05
20	1,00	0	100	0	0		Ps	MSa	1	2	2,61E-04	7,90E-05
	2,00	0	100	0	0		Ps	MSa	1	2	2,27E-04	6,97E-05
	3,00	1	98	1	0		Pd	FSa	1	2	1,67E-04	3,91E-05
	4,00	1	99	0	0		Ps	MSa	1	2	2,97E-04	1,23E-04
	5,00	1	99	0	0		Ps	MSa	1	2	2,61E-04	9,94E-05
	6,00	4	95	1	0		Ps	MSa	1	3	1,96E-04	6,11E-05
	7,00	1	97	2	0		Pd	MSa	1	3	7,42E-05	1,80E-05
	8,00	0	97	3	0		Pd	FSa	1	2	5,68E-05	1,08E-05
	9,00	0	94	6	0		Pd	FSa	1	2	5,68E-05	7,94E-06
	10,00	0	99	1	0		Pd	FSa	1	2	1,16E-04	2,74E-05
20	11,00	0	97	3	0		Pd	FSa	1	2	9,40E-05	2,74E-05
	12,00	0	91	9	0		Pd	FSa	1	3	5,68E-05	1,08E-05
	13,00	0	95	5	0		Pd	FSa	1	3	5,68E-05	1,42E-05
	14,00	0	98	2	0		Pd	FSa	1	3	9,40E-05	2,25E-05

6. Wyniki badań fizykochemicznych – podsumowanie

Badania chemiczne próbek gruntu pobranych z terenu planowanej inwestycji przeprowadzono w akredytowanych laboratoriach: Instytutu Morskiego w Gdańsku – Zakład Ochrony Środowiska (Cert. PCA nr 646) i Ośrodka Zdrowia z siedzibą w Ostrawie (Laboratorium Akredytowane nr 1393).

Na 40 próbkach gruntów pobranych z dna kanału Mulnik wykonano badania fizykochemiczne w zakresie:

- pH ekstraktów wodnych gruntu
- test na obecność węglanów na podstawie efektu burzenia – reakcja HCl
- test na obecność siarczków (po zalaniu próbki kwasem)
- zawartość frakcji o średnicy ziaren < 0,063 mm
- zawartość substancji organicznej (TOC -ogólny węgiel organiczny)
- zawartość węglanów
- zawartość żelaza

Na 5 próbkach gruntu pobranych z warstwy przypowierzchniowej wykonano oznaczenia:

- zawartość metali i związków organicznych:
 - i. metale: arsen, chrom, cynk, kadm, miedź, nikiel, ołów, rtęć
 - ii. wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA)
 - iii. polichlorowane bifenyle (PCB)
- właściwości osadów w zakresie: HP4 (drażniące), HP5 (szkodliwe), HP6 (toksyczne), HP8 (żrące), HP9 (zakaźne) i HP14 (ekotoksyczne)

Na podstawie przeprowadzonych badań dla pobranych próbek gruntu z rejonu planowanej inwestycji i porównaniu uzyskanych wyników z normatywnymi stężeniami określonymi w załączniku do Rozporządzenia [10] można stwierdzić, że badane parametry są **niższe** od wartości granicznych określonych w Rozporządzeniu [10] i tym samym badane próbki osadów dennych są **niezanieczyszczone**.

W przypadku oceny niebezpiecznych właściwości HP4, HP5, HP6, HP8, HP9 i HP14 w trakcie przeprowadzonych badań **nie wykazano przekroczeń ustalonych limitów**, tym samym można przyjąć odpad powstały w wyniku prac pogłębiarskich, dla akwenu z którego zostały pobrane próbki do badań, **nie będzie odpadem niebezpiecznym**.

Kompletny raport wraz z uzyskanymi wynikami analiz fizykochemicznych stanowi Załącznik 5 do niniejszego opracowania.

7. Wnioski końcowe

1. Przedstawione w niniejszym opracowaniu wyniki badań geotechnicznych mają na celu wstępne określenie warunków gruntowych w rejonie planowanej inwestycji i nie mogą służyć celom projektowym.
2. Na podstawie analizy wykonanych otworów wiertniczych oraz sondowań dynamicznych DPSH można założyć, że w rejonie planowanych instalacji występują korzystne warunki gruntowe do posadowienia projektowanych obiektów budowlanych oraz wykonania ujęcia nurtowego.
3. W podłożu gruntowym dla planowanej inwestycji występują głównie jednofrakcyjne piaski drobne o równomiernym uziarnieniu w stanie od średniozagęszczonego (lokalnie na pograniczu stanu luźnego) do bardzo zagęszczonych. Z uwagi na wskaźnik jednorodności uziarnienia (C_u) i wskaźnik krzywizny (C_c) grunty te są trudno zagęszczalne, w przypadku gruntów nawodnionych w trakcie pogrążania ścianek szczelnych metodą wibracyjną może nastąpić chwilowe, lokalne upłynnienie gruntu.
4. Z uwagi na lokalizację inwestycji zgodnie z par. 4 pkt. 2 Rozporządzenia [12] warunki gruntowe należy uznać za **skomplikowane**, tj. „*Warunki gruntowe w zależności od stopnia ich skomplikowania dzieli się na: (...) 3) skomplikowane – występujące (...) w obszarach dolin i delt rzek oraz na obszarach morskich.*”
5. Zgodnie z par. 4 pkt. 3 Rozporządzenia [12] planowaną inwestycję należy zaliczyć do **trzeciej kategorii geotechnicznej**.
6. Zgodnie z Rozporządzeniem [12] dla przedmiotowej inwestycji wymagane będzie opracowanie **opinii geotechnicznej, dokumentacji badań podłoża gruntowego, projektu geotechnicznego oraz dokumentacji geologiczno-inżynierskiej**.
7. Wykonane badania chemiczne próbek gruntu pobranych z lokalizacji planowanej inwestycji nie wykazały przekroczeń dopuszczalnych granicznych stężeń określonych w Rozporządzeniu [10] i tym samym należy przyjąć, że w zakresie rozpoznania grunty należy uznać za **niezanieczyszczone**.
8. Oznaczenie właściwości niebezpiecznych HP4, HP5, HP6, HP8, HP9 i HP14 nie wykazało dopuszczalnych przekroczeń i tym samym należy przyjąć, że w zakresie rozpoznania odpady powstałe w wyniku prowadzenia robót czerpalnych, **nie będą odpadem niebezpiecznym**.
9. Uwzględniając powyższe należy przyjąć, iż osady i grunt z dna akwenu Mulnik mogą być używane w procesach odzysku R5, mogą być składowane na polu refulacyjnym Urzędu Morskiego (po uzyskaniu zgody Dyrektora Urzędu Morskiego) oraz mogą być wykorzystane w pracach ziemnych w ramach planowanej inwestycji.

8. Spis załączników

Załącznik 1 – Mapa dokumentacyjna

Załącznik 2 – Karty otworów geotechnicznych

Załącznik 3 – Wyniki badań sondą dynamiczną DPSH

Załącznik 4 – Raport z badań nr LZK00-03230/18/Z00NZK

Załącznik 5 – Raport z badań próbek osadów dennych wraz z załącznikami