



ZAKŁAD PROJEKTOWO HANDLOWY **GEOLOG**

75-361 Koszalin, ul. Dmowskiego 27
tel./fax (0-94) 345-20-02 tel. kom. 602-301-597
NIP: 669-040-49-70 e-mail: geolog@wp.pl

GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA

dla projektu rozbudowy gminnej oczyszczalni ścieków
na dz. 205/7 i części dz. 750/17 w m-ści **Międzywodzie**,
gm. Dziwnów

Zawartość opracowania:

- A. Opinia geotechniczna
- B. Dokumentacja badań podłoża gruntowego
- C. Projekt geotechniczny

Inwestor: Gmina Dziwnów

72-420 Dziwnów, Szosowa 5

Zleceniodawca: „INWOD” Inżynieria Środowiska Wodnego

Projektowanie i Nadzory, Waldemar Łągiewka
70-781 Szczecin, ul. Zielone Wzgórze 18/8

Opracował: mgr Bolesław Plichta

Współpraca: mgr inż. Jakub Kanarek

Koszalin, październik 2023 r.

projekty i dokumentacje geologiczno- inżynierskie c projekty i dokumentacje warunków hydrogeologicznych dla obiektów mogących zanieczyścić wody podziemne c monitoring wód podziemnych c dokumentacje geotechniczne c nadzór geotechniczny

Spis treści

Część tekstowa

- A. Opinia geotechniczna
 - I. Wstęp
- B. Dokumentacja badań podłoża gruntowego
 - II. Zakres prac
 - III. Budowa geologiczna i warunki wodne
 - IV. Warunki geotechniczne
- C. Projekt geotechniczny
 - V. Wnioski geotechniczne

Część graficzna

- Załącz. 1. Mapa dokumentacyjna, skala 1:500
- Załącz. 2.1 – 2.3. Karty dokumentacyjne otworów
- Załącz. 3. Wykres sondowania lekką sondą udarową DPM
- Załącz. 4. Objasnienia symboli użytych w opracowaniu

A. OPINIA GEOTECHNICZNA

I. WSTĘP

Niniejsze opracowanie wykonano na zlecenie pracowni projektowej „INWOD” Inżynieria Środowiska Wodnego Projektowanie i Nadzory, Waldemar Łągiewka, z siedzibą 70-781 Szczecin, ul. Zielone Wzgórze 18/8. Inwestorem jest Gmina Dziwnów, 72-420 Dziwnów, Szosowa 5.

Celem prac jest rozpoznanie i udokumentowanie warunków gruntowo-wodnych dla projektu rozbudowy gminnej oczyszczalni ścieków na dz. 205/7 i części dz. 750/17 w m-ści Międzywodzie, gm. Dziwnów.

Opracowanie wykonano zgodnie z rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012 r., w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. z dnia 27.04.2012 r., poz. 463) oraz z Polskimi Normami 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”.

Z informacji uzyskanej od inwestora wynika, że planuje się między innymi zbiorniki zagłębione 2,5 – 4,5 m p.p.t., które według w/w rozporządzenia należy zaliczyć do obiektów drugiej kategorii geotechnicznej. Opracowanie musi więc obejmować:

- opinię geotechniczną (rozdział I),
- dokumentację badań podłoża gruntowego (rozdział II, III i IV),
- projekt geotechniczny (rozdział V).

B. DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO

II. ZAKRES PRAC

2.1. Prace polowe

W ramach prac polowych wykonano 3 otwory badawcze. Otwór nr 1 o głębokości 8,0 m odwiercono w miejscu projektowanej komory tlenowej stabilizacji osadów i zbiornika ścieków dowożonych (zagłębionych do 4,5 m

p.p.t.), otwór nr 2 o głębokości 8,0 m w miejscu planowanego piaskownika i dwóch zagęszczaczy (zagłębionych do 2,5 m p.p.t.), natomiast otwór nr 3 o głębokości 4,0 m w miejscu projektowanego budynku. Łączny metraż wierceń wyniósł 20 m. Otwory nr 1 i 2 wykonano mechanicznie świdrami ślimakowymi o średnicy 110 mm, natomiast nr 3 ręcznie okienkiem o średnicy 70 mm. Podczas tych prac prowadzono ciągle badania makroskopowe. Przy otworze nr 3 przeprowadzono sondowania średnią sondą udarową typu DPM, w celu uściślenia stanu gruntów sypkich. Zakres prac został ustalony ze zlecniodawcą.

Prace i badania terenowe prowadzono zgodnie z normami wymienionymi we wstępie (rozdział I) oraz wymogami normy PN-B-04452:2002 „Geotechnika - badania polowe” między innymi w zakresie makroskopowych badań gruntu oraz pomiarów zwierciadła wody gruntowej w wyrobiskach badawczych.

Otwory po opróbowaniu starannie zlikwidowano. Likwidację otworów prowadzono sukcesywnie zgodnie z zasadami sztuki wiertniczej, co nie pogorszyło stanu środowiska.

2.2. Prace geodezyjne

Otwory badawcze wyznaczono w terenie na podstawie otrzymanej od projektanta mapy sytuacyjno–wysokościowej w skali 1:500, metodą domiarów prostokątnych dowiązanych do punktów stałych w terenie. Po zakończeniu badań zaniwelowano rzędne powierzchni terenu w miejscach wierceń, w nawiązaniu do państwowego układu wysokościowego. Za punkt odniesienia przyjęto rzędną wjazdu studzienki kanalizacyjnej o wysokości 2,05 m n.p.m.

2.3. Prace kameralne

W ramach prac kameralnych wykonano:

- mapę dokumentacyjną w skali 1:500, na której zaznaczono miejsca otworów badawczych oraz położenie reperu roboczego (załącznik nr 1),
- karty dokumentacyjne otworów (załączniki nr 2.1 – 2.3),
- wykres sondowania średnią sondą udarową DPM (załącznik nr 3),

- objaśnienia symboli użytych w opracowaniu (załącznik nr 4),
- część tekstową, którą opracowano w oparciu o wyniki wykonanych prac i badań, materiały archiwalne, dane z literatury oraz aktualne wytyczne i rozporządzenia.

III. BUDOWA GEOLOGICZNA I WARUNKI WODNE

Według objaśnień Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50000¹, pod względem geomorfologicznym jest to krawędź mierzei (forma pochodzenia jeziornego i morskiego). W podłożu, do maksymalnej zbadanej głębokości 8,0 m, stwierdzono występowanie utworów czwartorzędowych wieku holocenijskiego i plejstocenijskiego.

Teren oczyszczalni został zmieniony antropogenicznie (został podniesiony), w związku z czym holocen od góry reprezentowany jest przez grunty nasypowe. Są to głównie piaski drobne i średnie (o barwie brązowej) z nawiezioną od góry warstwą humusu (gleby). Miąższość nasypów w miejscach otworów nr 1 i 2 waha się w granicach 1,2 – 1,6 m. Otwór nr 3 odwiercono w ~4 m nasypie. Szacuje się, że łączna miąższość nawiezionych piasków wynosi tu nawet > 5 m. W punktach nr 1 i 2 pod utworami antropogenicznymi nawiercono holocenijskie jeziorno-morskie piaski o uziarnieniu drobnym (o barwie szarej) miejscami z domieszkami części organicznych (humus, laminacje torfów). Utwory te występują do głębokości 2,7 – 3,0 m. Niżej zalegają plejstocenijskie lodowcowe gliny (szare), które nie zostały przewiercone. W stropowej strefie glin (jaśniejsze szare) widoczne były fragmenty korzeni trzciny oraz fragmenty muszli.

Wodę gruntową, o swobodnym zwierciadle, stwierdzono w obrębie nawodnionych holocenijskich jeziorno-morskich piasków drobnych, dla których współczynnik filtracji można według Wiłuna² przyjąć w wysokości $k = 5 \cdot 10^{-4}$ m/s. Obraz warunków wodnych odnosi się do okresu wierceń i będzie ulegać okresowym zmianom w zależności od pory roku i wielkości

¹ Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50000 wraz z objaśnieniami, Arkusz Wolin (114), Instytut Geologiczny. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1979 r.

² Wiłun Zenon. Zarys geotechniki. Wydawnictwo Komunikacji Łączności. Warszawa 1982

opadów atmosferycznych, a także stanu wody w Zalewie Kamieńskim. Podczas badań zwierciadło w otworach nr 1 i 2 układało się na głębokościach od 1,3 do 1,7 m, co odpowiada rzędnym 0,3 – 0,4 m n.p.m. Generalnie przewiduje się jego wahania w granicach $\pm 0,5$ m.

Dokładny obraz budowy geologicznej i warunków wodnych w miejscach wierceń został przedstawiony w części graficznej na kartach otworów (załączniki nr 3.1 – 3.4).

IV. WARUNKI GEOTECHNICZNE

Występujące w podłożu grunty zaliczono do 8 warstw geotechnicznych, o zbliżonych cechach fizyko-mechanicznych. Z podziału wyłączono jedynie nasypaną przypowierzchniową glebę. Wyszczególniono następujące warstwy:

- **warstwa geotechniczna Ia** obejmująca nasypane piaski drobne (otwór nr 2), występujące w stanie średniozagęszczonym, dla których uogólnioną wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia przyjęto w wysokości $I_D^{(n)} = 0,50$;
- **warstwa geotechniczna Ib** obejmująca nasypane piaski średnie z domieszkami żwiru i kamieni oraz lokalnie piasków gliniastych, występujące w stanie średniozagęszczonym, dla których uogólnioną wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia przyjęto w wysokości $I_D^{(n)} = 0,50$;
- **warstwa geotechniczna Ic** obejmująca nasypane piaski średnie z domieszkami żwiru i kamieni oraz lokalnie piasków gliniastych, występujące w stanie zagęszczonym (otwór nr 3), dla których uogólnioną wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia przyjęto w wysokości $I_D^{(n)} = 0,75$;
- **warstwa geotechniczna II** obejmująca rodzime jeziorno-morskie piaski drobne, występujące w stanie średniozagęszczonym, dla których uogólnioną wartość charakterystyczną stopnia zagęszczenia przyjęto w wysokości $I_D^{(n)} = 0,60$;

- **warstwa geotechniczna IIIa** obejmująca spoiste gliny z miejscowymi domieszkami części organicznych (fragmenty trzciny czy muszli), występujące w stanie plastycznym, dla których uogólnioną wartość charakterystyczną stopnia plastyczności przyjęto w wysokości $I_L^{(n)} = 0,35$;
- **warstwa geotechniczna IIIb** obejmująca spoiste gliny z miejscowymi domieszkami części organicznych (fragmenty trzciny czy muszli), występujące w stanie twardoplastycznym, dla których uogólnioną wartość charakterystyczną stopnia plastyczności przyjęto w wysokości $I_L^{(n)} = 0,20$;
Grunty warstw IIIa i IIIb zaliczono do grupy konsolidacyjnej C według normy PN-81/B-03020. „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli.
- **warstwa geotechniczna IVa** obejmująca spoiste gliny, występujące w stanie plastycznym, dla których uogólnioną wartość charakterystyczną stopnia plastyczności przyjęto w wysokości $I_L^{(n)} = 0,35$;
- **warstwa geotechniczna IVb** obejmująca spoiste gliny, występujące w stanie twardoplastycznym, dla których uogólnioną wartość charakterystyczną stopnia plastyczności przyjęto w wysokości $I_L^{(n)} = 0,20$;
Grunty warstw IVa i IVb zaliczono do grupy konsolidacyjnej B według normy PN-81/B-03020.

Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych ustalono na podstawie doświadczenia porównywalnego w rozumieniu normy PN-EN 1997-2 (metoda B w korelacji z wartością I_D i I_L oraz metoda C według normy PN-81/B-03020 „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli”) i podano w tabeli 1.

Tabela 1. Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych ustalone metodą B i C według normy PN-81/B-03020

Warstwa geotechniczna	Rodzaj gruntu	Stan gruntu	Stopień zagęszczenia	Stopień plastyczności	Grupa	Wilgotność naturalna	Gęstość objętościowa	Kąt tarcia wewnętrzny	Spójność	Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej	Edometryczny moduł ścisłości wtórnej
			$I_D^{(n)}$	$I_L^{(n)}$		w_n [%]	$\rho^{(n)}$ [t/m ³]	$\phi_u^{(n)}$ [°]	$c_u^{(n)}$ [kPa]	M_o [kPa]	M [kPa]
Ia	nasyp budowlany (piasek drobny)	średnio-zagęszczony	0,5	—	—	16	1,75	30,5	—	65000	81250
Ib	(piasek średni, żwir, kamienie, domieszki piasku gliniastego)	średnio-zagęszczony	0,5	—	—	14	1,85	33	—	97500	108333
Ic	(piasek średni, żwir, kamienie, domieszki piasku gliniastego)	zagęszczony	0,75	—	—	12	1,9	34,7	—	140000	155556
II	piasek drobny	średnio-zagęszczony	0,6	—	—	16 naw*	1,75 1,9	31	—	75000	93750
IIIa	gliny z miejscowymi domieszkami części organicznych	plastyczny	—	0,35	C	21	2,05	12,4	11	21000	35000
IIIb	gliny z miejscowymi domieszkami części organicznych	twardo-plastyczny	—	0,2	C	16	2,15	14,8	17	29000	48333
IVa	glina	plastyczny	—	0,35	B	21	2,05	15,5	27	27000	36000
IVb	glina	twardo-plastyczny	—	0,2	B	16	2,15	18,3	32	37000	49333

*grunty nawodnione

C. PROJEKT GEOTECHNICZNY

V. WNIOSKI

1. W świetle rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25.04.2012 r., w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. z dnia 27.04.2012 r., poz. 463), pomimo wyższego poziomu wody gruntowej, na badanym terenie występują proste warunki gruntowe. Jak wspomniano we

wstępie, część planowanych obiektów należy zaliczyć do drugiej kategorii geotechnicznej.

2. Na badanym terenie nie występują rodzime czynniki wpływające na zmiany właściwości podłoża gruntowego, a więc niekorzystne zjawiska geologiczne takie jak: zjawiska i formy krasowe, osuwiskowe, sufozyjne, kurzawkowe, glacitektoniczne, na obszarach szkód górniczych, przy możliwych nieciągłych deformacjach górotworu oraz w centralnych obszarach delt rzek. Zmiany właściwości podłoża gruntowego mogą wynikać jedynie z prowadzenia prac, związanych z wzmocnieniem gruntów (nie przewiduje się generalnie takich prac).
3. Ostateczną decyzję, co do sposobu posadowienia planowanych obiektów, a więc pośrednio co do nośności gruntów poszczególnych warstw, podejmie projektant konstruktor, po przeprowadzeniu sprawdzających obliczeń statycznych (według PN-EN 1997-1 Eurokod 7). Według autora opracowania, występujące w poziomie posadowienia poszczególnych obiektów grunty posiadają odpowiednie parametry wytrzymałościowe. Podczas wierceń nie nawiercono gruntów słabszych, z wyjątkiem przypowierzchniowej warstewki nasypanej gleby.
4. Sprawdzające obliczenia statyczne można także wykonać zgodnie z wcześniejszą normą PN-81/B-03020 „Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli”. Jest to powszechnie stosowana praktyka, tym bardziej, że nie odnotowano do tej pory awarii lub katastrofy budowlanej, związanej z projektowaniem posadowień w oparciu o PN-81/B-03020³. Bezpieczne posadowienie konstrukcji jest zapewnione, gdy obliczona wartość granicznego oporu podłoża według PN-EN 1997-1 jest porównywalna z obliczoną według PN-81/B-03020. Na podstawie danych literaturowych fundamenty projektowane według Eurokodu w standardowych warunkach gruntowych nie powinny się znacząco różnić od

³ Olchawa A., Zawasłki A. Zasady właściwego uwzględnienia parametrów wytrzymałościowych w obliczeniach nośności gruntów spoistych, Inżynieria Morska i Geotechnika, nr 2/2015

projektowanych na podstawie wcześniejszej normy⁴. W tym przypadku wartości obliczeniowe $x^{(r)}$ poszczególnych parametrów geotechnicznych należy obliczać według wzoru:

$$x^{(r)} = x^{(n)} \cdot \gamma_m$$

gdzie:

$x^{(n)}$ – wartość charakterystyczna parametru geotechnicznego (tabela 1),

γ_m – współczynnik materiałowy wynoszący zgodnie z punktem 3.2 normy PN-81/B-03020 $\gamma_m = 1 \pm 0,1$ dla rodzimych gruntów mineralnych (warstwy II, IIIa, IIIb, IVa i IVb) oraz $\gamma_m = 1 \pm 0,2$ dla mniej jednorodnych gruntów antropogenicznych (warstwy Ia – Ic).

Przy wyznaczaniu wartości obliczeniowych parametrów geotechnicznych należy przyjmować bardziej niekorzystną wartość współczynnika materiałowego g_m tj. zapewniającego większe bezpieczeństwo budowli. W tabeli nr 2 przedstawiono obliczeniowe parametry geotechniczne, wyznaczone dla $\gamma_m = 0,9$ dla rodzimych gruntów mineralnych i $\gamma_m = 0,8$ dla gruntów antropogenicznych.

Zgodnie z p. 3.3.4. powyższej normy wartość współczynnika korekcyjnego m , potrzebnego do wyznaczenia obliczeniowego oporu granicznego gruntu, należy zmniejszyć mnożąc go przez 0,9 ponieważ wartość parametrów geotechnicznych ustalono metodą B i C. Potrzebne do obliczeń statycznych współczynniki nośności podaje się w tabeli nr 3. Zgodnie z w/w normą wyznaczono je dla poszczególnych warstw geotechnicznych, w zależności od wartości obliczeniowych kątów tarcia $\phi_u^{(r)}$.

⁴ Nepelski K., Projektowanie fundamentów bezpośrednich według Eurokodu na tle polskiej normy, Przegląd Budowlany 10/2012

Tabela 2. Obliczeniowe wartości parametrów geotechnicznych

Warstwa geotechniczna	Współczynnik materiałowy	Gęstość objętościowa	Kąt tarcia wewnętrzznego	Spójność
	γ_m	$\rho^{(r)}$	$\phi_u^{(r)}$	$c_u^{(r)}$
		[t/m ³]	[°]	[kPa]
Ia	0,8	1,4	24,4	—
Ib	0,8	1,48	26,4	—
Ic	0,8	1,52	27,76	—
II	0,9	1,57 1,71*	27,9	—
IIIa	0,9	1,85	11,16	9,9
IIIb	0,9	1,93	13,32	15,3
IVa	0,9	1,85	13,95	24,3
IVb	0,9	1,93	16,47	28,8

*grunty nawodnione

Tabela 3. Wartości współczynników nośności

Warstwa geotechniczna	$\phi_u^{(r)}$ [°]	Współczynniki nośności		
		N _D	N _C	N _B
Ia	24,4	10,01	19,86	3,07
Ib	26,4	12,37	22,90	4,23
Ib	27,76	14,34	25,34	5,27
II	27,9	14,56	25,61	5,38
IIIa	11,16	2,75	8,87	0,26
IIIb	13,32	3,36	9,97	0,42
IVa	13,95	3,57	10,35	0,48
IVb	16,47	4,53	11,94	0,78

5. Wszelkie przegłębienia poniżej przyjętego poziomu posadowienia należy uzupełnić materiałem nośnym (podsypka, beton podkładowy), o którego parametrach zadecyduje projektant konstruktor. Można w tym celu użyć

wykopanych piaszczystych nasypów budowlanych z tego obszaru (w szczególności piasków średnich ze żwirami i kamieniami). W przypadku dna wykopu w obrębie gruntów spoistych, proponuje się je zabezpieczyć przed rozmakaniem warstwą betonu podkładowego.

6. Zwraca się uwagę na wody gruntowe, utrudniające prowadzenie głębszych prac ziemnych (rejon otworów nr 1 i 2). Większe obniżenie zwierciadła ($H > 0,5 \text{ m}$) w obrębie przepuszczalnych piasków drobnych będzie wymagało zastosowania metody wgłębnej, np. igłofiltrów. Wydaje się, że w przypadku wykopów pod głębsze komory i zbiorniki najwłaściwszym sposobem będzie zapuszczenie ścianek szczelnych po obrysie wykopu poniżej stropu gruntów słabo-przepuszczalnych (warstwy IIIa, IIIb, IVa i IVb) oraz prowadzenie prac ziemnych w „szczelnej wannie”. Piaski wewnątrz szczelnej obudowy będzie można odwadniać bezpośrednio z dna wykopu (bez zastosowania metody wgłębnej). Takie rozwiązanie nie spowoduje występowania leja depresji na zewnątrz wykopu.
7. Ściany i posadzki części podziemnych zbiorników należy odpowiednio zaizolować.
8. Rozpoznanie dotyczy miejsc wykonania wierceń. Nie wyklucza się, że w pewnej odległości od otworów, warunki gruntowo-wodne mogą nieco odbiegać od opisanych (np. mogą pojawić się nieco głębsze niekontrolowane nasypy związane z istniejącą zabudową lub jakieś niewielkie soczewki gruntów organicznych w obrębie jeziorno-morskich piasków). Dlatego dna wykopów należy poddać dokładnym oględzinom w celu wykrycia ewentualnych „gniazd” gruntów słabonośnych.
9. Prace ziemne należy prowadzić starannie, aby nie naruszyć naturalnej struktury gruntów, co obniżyłoby ich nośność. Jest to szczególnie ważne w obrębie piasków nawodnionych, których wyższe parametry wytrzymałościowe, pod wpływem np. wstrząsów mechanicznych, mogą ulec obniżeniu.
10. Wykopy należy chronić również przed zalewaniem wodą i zamarzaniem. Rozluźnione lub rozrobione partie gruntów należy dogęścić do wartości

pierwotnej (w przypadku piasków po odpowiednim obniżeniu zwierciadła)
lub usunąć z podłoża i zastąpić materiałem nośnym.

11. Głębokość przemarzania w tym rejonie wynosi 0,8 m według normy PN-81/B-03020.