

SPIS TREŚCI

<u>1. WSTĘP</u>	3
<u>2. LOKALIZACJA I CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ</u>	3
<u>3. PRZEBIEG PRZEPROWADZONYCH BADAŃ</u>	4
<u>3.1. PRACE TERENOWE I ROBOTY WIERTNICZE</u>	4
<u>3.2. BADANIA LABORATORYJNE</u>	5
<u>4. DANE DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI PODŁOŻA BUDOWLANEGO</u>	6
<u>4.1. BUDOWA GEOLOGICZNA</u>	6
<u>4.2. WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE</u>	8
<u>4.3. CHARAKTERYSTYKA WYDZIELONYCH WARSTW GEOTECHNICZNYCH</u>	9
<u>5. WNIOSKI I ZALECENIA</u>	11
<u>6. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI</u>	13

SPIS TABEL I ZAŁĄCZNIKÓW:

Tabela nr 1	Zestawienie wykonanych wierceń
Tabela nr 2	Zestawienie wykonanych badań laboratoryjnych
Tabela nr 3	Klasyfikacja własności filtracyjnych skał (wg Witczak, Adamczyk 1994)
Tabela nr 4	Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych, wg PN-81/B-03020
Załącznik nr 1	Zestawienie wyników badań laboratoryjnych próbek gruntu
Załączniki nr 2.1 - 2.37	Karty otworów geotechnicznych w skali 1 : 50
Załączniki nr 3.1 - 3.8	Przekroje geotechniczne w skali 1 : $1\,000/100$
Załączniki nr 4.1 - 4.3	Mapa dokumentacyjna w skali 1 : 1 000
Załącznik nr 5	Lokalizacja terenu badań na tle mapy topograficznej w skali ~1 : 50 000

1. WSTĘP

Niniejszą dokumentację opracowano w Pracowni Geologiczno-Inżynierskiej Piotr Janiszewski Sp. J. w Łodzi, na zlecenie Biura Usług Projektowych i Nadzoru Inwestycyjnego „PROTECHSAN” Graczyk Zdzisław z siedzibą przy ulicy Jacka Malczewskiego 9 w Wieluniu (98-300).

Celem opracowania jest udokumentowanie warunków geotechnicznych występujących na terenie miejscowości Wrońsko w gminie Konopnica, w obszarze przeznaczonym pod projektowaną kanalizację sanitarną.

Dozór geologiczny nad całością prowadzonych robót sprawował mgr Łukasz Sadło (nr uprawnień: XI-041).

Podstawą prawną wykonania dokumentacji jest Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 2012r., poz. 463). Zgodnie z powyższym rozporządzeniem dokumentacja została poprzedzona opinią geotechniczną, w której ustalono kategorię geotechniczną oraz złożoność warunków gruntowo-wodnych. Dla niniejszej inwestycji przyjęto **II kategorię geotechniczną**, która wg § 4.3 pkt. 2. ww. rozporządzenia obejmuje wykonywanie obiektów budowlanych posadawianych w prostych i złożonych warunkach gruntowych. Warunki gruntowe określono jako **proste** (wg § 4.2 pkt. 1. ww. rozporządzenia), tj. gdy w podłożu występują warstwy gruntów jednorodnych genetycznie i litologicznie, zalegających poziomo, nieobejmujących mineralnych gruntów słabonośnych, gruntów organicznych i nasypów niekontrolowanych, przy zwierciadle wody poniżej projektowanego poziomu posadowienia oraz braku występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych.

Opinia geotechniczna została załączona w formie karty informacyjnej na początku niniejszego opracowania.

2. LOKALIZACJA I CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ

Obszar przeznaczony pod planowaną inwestycję zlokalizowany jest w miejscowości Wrońsko, w gminie Konopnica, w powiecie wieluńskim (województwo łódzkie). Lokalizację projektowanej grawitacyjnej kanalizacji sanitarnej przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w skali 1 : 1 000 (Załącznik nr 4.1- 4.3) dostarczonej przez Zleceniodawcę, a także na fragmencie mapy topograficznej w skali ~ 1 : 50 000 (Załącznik nr 5).

Projektowana kanalizacja sanitarna będzie przebiegała w obrębie istniejącej infrastruktury drogowej. Istniejące drogi posiadają jezdnie asfaltowe, ziemne lub zbudowane z tłucznia. Projektuje się rury kanalizacyjne PVC o średnicy 200 mm, a także tłocznię P1 oraz pompownię P2.

Według podziału J. Kondrackiego (2002r.) na jednostki fizyczno-geograficzne, projektowana inwestycja znajduje się w: - prowincji Niż Środkowoeuropejski, - podprowincji Niziny Środkowopolskie, - makroregionie Nizina Południowowielkopolska, - mezoregionie Kotliny Szczercowska. Morfologicznie jest to równina o charakterze misy końcowej lodowca w stadiale Warty wysłana łąkami wstęgowymi oraz piaskami. Ograniczona jest wysoczyznami Łaską od północy, Złoczewską od zachodu, Bełchatowską od wschodu i południa oraz wyżyną Wieluńską od południa. Dnem kotliny płynie Warta i jej dopływ Widawka. Występują tu również liczne tereny podmokłe. Ostatecznie na obszar ten nałożyły się w okresie współczesnym procesy związane z działalnością człowieka.

Pod względem hydrograficznym obszar badań należy do zlewni rzeki Warty, która przepływa w odległości ok. 2,3 km na zachód od terenu badań. Omawiany obszar charakteryzuje się deniwelacją ok. 8,9 m. Rzędne niwelacyjne wykonanych otworów wahają się w granicach ok. 169,4 – 178,3 m n.p.m. (Załącznik nr 4.1-4.2).

3. PRZEBIEG PRZEPROWADZONYCH BADAŃ

3.1. PRACE TERENOWE I ROBOTY WIERTNICZE

W terenie wytyczono trzydzieści siedem (37) otworów badawczych metodą domiarów prostokątnych, na podstawie mapy sytuacyjno-wysokościowej, dostarczonej przez Zleceniodawcę. Zestawienie wykonanych otworów wraz z ich rzędnymi i głębokościami zostało przedstawione w tabeli nr 1.

Tabela nr 1 Zestawienie wykonanych wierceń

Numer otworu	Głębokość [m p.p.t.]	Rzędna terenu [m n.p.m.]
1	4,0	173,9
2	3,5	174,1
3	3,0	174,3
4	5,0	174,20
5	4,5	173,90
6	3,5	173,50
7	3,0	173,70
8	4,0	175,20
9	3,5	175,30
10	3,5	176,00
11	3,5	176,90
12	3,5	177,60
13	5,0	178,10
14	3,5	178,30
15	3,5	177,60
16	3,0	177,50
17	3,5	177,50
18	3,5	176,60
19	3,0	176,80
20	3,0	176,70
21	3,5	176,30
22	4,5	174,80
23	4,0	174,40
24	3,0	174,30
25	4,0	173,40
26	3,5	172,30
27	3,5	171,70
28	3,5	171,00
29	3,5	170,40
30	5,0	170,10
31	3,0	169,40
32	3,5	176,40
33	3,5	176,0
34	4,0	175,60
35	4,0	175,20
36	4,0	174,70
37	4,0	174,30
Łącznie:	136,5 mb	

Dla rozpoznania i udokumentowania warunków gruntowo-wodnych w obszarze projektowanej inwestycji wykonano 37 otworów wiertniczych o głębokości od 3,0 m p.p.t. do 5,0 m p.p.t. (łącznie metraż wyniósł 136,5 mb). Wiercenia prowadzone były przy użyciu wiertnicy mechanicznej typu H25SG, metodą udarowo-okrętą. Dozór nad pracami terenowymi prowadził Łukasz Sadło (nr upr. XI-041).

Podstawowe cechy gruntu takie jak: rodzaj, barwa, wilgotność i stan określano sukcesywnie w trakcie wierceń, zgodnie z wytycznymi normy PN-86/B-02480 [7]. Stan gruntów spoistych makroskopowo określa się za pomocą tzw. próby waleczkowania. Waleczkowanie przeprowadza się na gruncie o naturalnej wilgotności, z którego formuje się kulkę o średnicy 7 mm. Następnie kulkę zaczyna się waleczkować, a w zależności od zachowania się gruntu podczas tej czynności określa się jego stan. Za miarodajną przyjmuje się najwyższą z uzyskanych liczb waleczkowań w odniesieniu do PN-88/B-04481 (E. Myślińska, 2006r.).

Poziomy zwierciadeł wód gruntowych mierzono przyrządem akustycznym z dokładnością $\pm 0,05$ m. Wiercenia wykonano zgodnie z wymaganiami Zlecającego, dotyczącymi lokalizacji, głębokości oraz metodyki wykonania.

Podczas robót wiertniczych pobrano:

- trzynaście (13) próbek gruntów spoistych i określono dla nich:
 - wilgotność naturalną;
 - granice płynności i plastyczności;
 - stopień plastyczności.

Po zakończeniu wierceń otwory zostały zlikwidowane wydobytym urobkiem z zachowaniem kolejności przewiercanych warstw gruntów tak, aby odtworzyć pierwotny profil litologiczny.

3.2. BADANIA LABORATORYJNE

W trakcie prowadzenia robót wiertniczych zostały pobrane próbki gruntów w celu przeprowadzenia na nich laboratoryjnych badań klasyfikacyjnych. Próbki zostały wytypowane w taki sposób, aby reprezentatywnie odzwierciedlić zmienność litologiczną osadów oraz cechy fizyczno-mechaniczne wydzielonych serii gruntów. Badania laboratoryjne gruntów prowadzono zgodnie z PN-88/B-04481 *Grunty budowlane. Badania próbek gruntu* [8] oraz [7], [14], [15]. Zestawienie wykonanych badań laboratoryjnych zamieszczono w Tabeli nr 2, a wyniki w Załączniku nr 1.

Tabela nr 2 Zestawienie wykonanych badań laboratoryjnych

BADANIA LABORATORYJNE	Liczba pobranych próbek gruntów spoistych	13
	Analiza makroskopowa gruntów	13
	Wilgotność naturalna w_n	26
	Granice konsystencji (granica płynności W_L , granica plastyczności W_p) i stopień plastyczności I_L	13

Wyniki wierceń, badań terenowych, obserwacji i pomiarów oraz wyniki badań laboratoryjnych gruntów, a także materiały z map przedmiotowych i norm branżowych stały się podstawą do kameralnego opracowania niniejszej dokumentacji badań podłoża gruntowego. Sporządzono karty otworów geotechnicznych (Załącznik nr 2.1 – 2.37), na których umieszczono podstawowe informacje dotyczące podłoża gruntowego, tj. jego wilgotność, stan, stopień plastyczności określony na podstawie badań makroskopowych (w terenie) oraz na podstawie badań laboratoryjnych, numer warstwy geotechnicznej, a także informacje o pobranych próbach. Ponadto wykonane zostały przekroje geotechniczne przez otwory badawcze wzdłuż projektowanej kanalizacji. Przedstawione uwarstwienie podłoża wynika z interpretacji wyników uzyskanych w poszczególnych punktach i z uwagi na znaczne odległości między otworami wiertniczymi - średnio ok. 90 m (od 31,2 m do 184,9 m), może odbiegać od warunków rzeczywistych. Nie jest wykluczone, iż pomiędzy wykonywanymi otworami zalegać mogą w obrębie kompleksu glin zwałowych na zmiennych głębokościach nawodnione soczewki piaszczystych osadów wodnolodowcowych. Ponadto soczewki uchwycone wierceniami mogą posiadać znacznie większe rozprzestrzenienie.

4. DANE DOTYCZĄCE WŁAŚCIWOŚCI PODŁOŻA BUDOWLANEGO

Ze względu na charakter planowanego zagospodarowania, rozpoznanie geotechniczne miało na celu zbadanie właściwości jedynie stropowej części utworów czwartorzędowych. Właściwości podłoża starszego (zalegającego na znacznych głębokościach) nie będą miały wpływu na posadowienie i eksploatację przyszłego obiektu.

4.1. BUDOWA GEOLOGICZNA

Poniżej przedstawiona została charakterystyka jednostek stratygraficzno-facjalnych wydzielonych w obrębie badań.

Holocen:

Gleba (Qh) – stanowi strefę przypowierzchniową w sześciu otworach badawczych. Charakteryzuje się niewielkimi miąższościami zamykającymi się w przedziale 0,1 - 0,2 m. Jest to grunt nienośny, który należy usunąć z podłoża w trakcie realizacji inwestycji.

Nasypy antropogeniczne (Qhn). Z uwagi na lokalizację projektowanej inwestycji w obrębie istniejącej infrastruktury drogowej, nasypy antropogeniczne rozpoczynają profil litologiczny większości otworów. W ich skład wchodzi najczęściej piaski różnoziarniste, humus, kamienie, bruk, piaski gliniaste i lokalnie także żużel, ponadto warstwa bitumiczna i podbudowa drogowa. Zostały nawiercone w 30 otworach badawczych. Wśród nasypów antropogenicznych odnotowano:

- nasypy budowlane (**nB**) nawiercone w 12 otworach (otwory nr nr 1, 3, 5 - 7, 18, 20, 32 - 35, 37). W ich skład włączono warstwę bitumiczną tworzącą nawierzchnię wraz z podbudową z tłuczniem. W pięciu otworach nasypy tworzą piaski drobne i piaski średnie ze żwirem lub kamieniami. Przydatność nasypów budowlanych nie została określona, w przypadku ich wykorzystania należy ją zbadać na etapie realizacji inwestycji.

- nasypy niekontrolowane (**nN**) - najczęściej zalegają na powierzchni, a lokalnie znajdują się tuż pod warstwą drogową. Ich stwierdzona miąższość zamyka się w granicach od 0,2 do 0,85 m i zostały nawiercone w 25 otworach (otwory nr nr 2, 8 - 11, 13, 18 - 29, 31 - 37). Z uwagi na antropogeniczne pochodzenie tych utworów oraz punktowe rozpoznanie nie można wykluczyć, że ich miąższość może być lokalnie większa, a skład bardziej różnorodny. Są to grunty nienormatywne, charakteryzujące się dużą zmiennością, w związku z czym nie określono ich parametrów wytrzymałościowych.

Nasypy antropogeniczne, ze względu na niejednorodny skład, charakteryzują się zmiennymi właściwościami filtracyjnymi.

Plejstocen:

Gliny zwałowe (Qpg) – wykształcone zostały głównie w postaci glin piaszczystych, w obrębie których stwierdzono występowanie domieszek żwirów, otoczków, a także przewarstwienia osadów piaszczystych. Gliny zwałowe zostały nawiercone we wszystkich otworach, a jedynie w dwóch ich spąg został osiągnięty. Stanowią one ciągi poziome i dominują w badanym podłożu gruntowym. Właściwości filtracyjne utworów zostały zamieszczone w Tabeli nr 3.

Osady wodnolodowcowe (Qpfg) – reprezentowane są przez piaski drobne i piaski średnie. Lokalnie osady te występują na pograniczu wymienionych frakcji i zawierają domieszki piasków gliniastych. Utwory piaszczyste występują głównie w postaci wkładek w obrębie glin zwałowych. Włączono tu także występujące na stropie glin zwałowych niewielkie serie piasków pokrywowych, które powstały prawdopodobnie w wyniku wietrzenia podległych glin lub związane są bezpośrednio z budową istniejącej nawierzchni. Osady piaszczyste zalegające na stropie glin zwałowych charakteryzują się miąższością w przedziale od 0,3 m do 0,6 m i zostały nawiercone w otworach nr nr 4, 8, 12 - 17, 30 - 31. Lokalnie tworzą one ciągi poziome w strefie przypowierzchniowej. Niewielkie (0,2 – 0,4 m) soczewki śródglinowe nawiercono w otworach nr 8, nr 24 i nr 31. W dwóch otworach badawczych nie osiągnięto spągu osadów fluwioglacjalnych (otwory nr 5 i nr 17).

Właściwości filtracyjne gruntów zostały zamieszczone w Tabeli nr 3. Należy zwrócić uwagę na domieszki osadów spoistych, które mogą powodować obniżenie własności filtracyjnych gruntów.

Przestrzenny układ budowy geologicznej przedstawiono na przekrojach geotechnicznych (Załącznik nr 3.1-3.8). Należy zauważyć, że przekrój jest interpretacją autora i z uwagi na punktowe rozpoznanie podłoża, między wykonanymi otworami może on odbiegać od warunków rzeczywistych (dotyczy to szczególnie zalegania w obrębie kompleksu glin zwałowych nawodnionych soczewek piaszczystych osadów wodnolodowcowych).

4.2. WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

W trakcie wykonywania prac terenowych w rozpoznanej strefie podłoża stwierdzono obecność wody gruntowej w 17 otworach badawczych. W podłożu odnotowano zwierciadło napięte i zwierciadło swobodne związane z piaszczystymi osadami wodnolodowcowymi zalegającymi w obrębie glin zwałowych oraz liczne sączenia.

Napięte lustro wody nawiercono w otworze nr 5 na głębokości 4,1 m p.p.t., a stabilizowało się ono na głębokości 3,3 m p.p.t. (rzędna ok. 170,6 m n.p.m.) oraz w otworze nr 17 na głębokości 2,4 m p.p.t. i poziomie stabilizacji 1,6 m p.p.t. (rzędna ok. 175,9 m n.p.m.). W otworze nr 24, na głębokości 2,1 m p.p.t. (172,2 m n.p.m.) odnotowano swobodne lustro wód gruntowych zamkniętych w soczewce osadów piaszczystych, w obrębie glin zwałowych. Sączenia wód gruntowych zostały nawiercone w 14 otworach w strefie głębokości 0,8 m p.p.t. do 4,0 m p.p.t. i związane są one z piaszczystymi przewarstwieniami w utworach spoistych.

W analizowanym podłożu nie stwierdzono występowania ciągłego poziomu wodonośnego (świadczy to o braku kontaktu hydraulicznego pomiędzy poszczególnymi piaszczystymi seriami osadów wodnolodowcowych). Lustro swobodne poziomu wód zawieszonych związane jest z odizolowaną soczewką osadów wodnolodowcowych, zalegającą w obrębie glin zwałowych. Obecność naporu związana jest z występowaniem utworów słabo przepuszczalnych - glin zwałowych.

W zależności od intensywności opadów atmosferycznych oraz roztopów wiosennych poziom zwierciadła wód gruntowych może się wahać w granicach $\pm 0,5$ m i więcej w skali roku. W okresach przedłużających się wzmożonych opadów deszczu, na stropie glin zwałowych i w soczewkach osadów piaszczystych w ich obrębie, mogą okresowo gromadzić się wody opadowe i roztopowe, ujawniając się w postaci wód zawieszonych o zwierciadle swobodnym i naporowym lub w postaci sączeń. Ponadto przewiduje się również okresowy wzrost intensywności sączeń w przypadku obfitych opadów atmosferycznych i roztopów wiosennych bądź ich zanik w okresach przedłużającej się suszy. Nie można wykluczyć, że w obrębie glin zwałowych na zmiennych głębokościach zalegają nie uchwycone wierceniami nawodnione soczewki osadów piaszczystych, o różnym naporze hydrostatycznym. Zaleganie wód gruntowych zobrazowano na profilach geotechnicznych (Załącznik nr 2.1 -2.37) i przekrojach geotechnicznych (Załącznik nr 3.1-3.8).

Należy zwrócić uwagę na zaleganie wód gruntowych pod napięciem w obrębie otworów nr 5 i nr 17. W przypadku zastosowania posadowienia bezpośredniego, nie można wykluczyć wystąpienia przebiegów hydraulicznych w dnach wykopów. Dotyczy to szczególnie otworu nr 17, w którym orientacyjny poziom posadowienia znajduje się bezpośrednio na stropie nawodnionej soczewki osadów wodnolodowcowych. W rejonie tego otworu należy uwzględnić odwodnienie wykopu w czasie realizacji inwestycji. Wykonując prace ziemne (wykopy) powinna zostać zachowana równowaga, którą określa nierówność:

$$\rho_w * H < \rho_g * m$$

gdzie:

ρ_w – gęstość objętościowa wody ($1,0 \text{ Mg} \cdot \text{m}^3$)

ρ_g – gęstość objętościowa gruntu izolującego ($\text{t} \cdot \text{m}^3$; dla glin piaszczystych średnio $2,10 \text{ Mg} \cdot \text{m}^3$)

H – wysokość słupa wody (m)

m – miąższość warstwy izolującej (m).

Należy uwzględnić sezonowe wahania wysokości naporu hydraulicznego (wysokości słupa wody) oraz punktowe rozpoznanie zalegania stropu i spągu spoistych osadów izolujących.

4.3. CHARAKTERYSTYKA WYDZIELONYCH WARSTW GEOTECHNICZNYCH

Zbadane podłoże gruntowe podzielono na warstwy geotechniczne na podstawie zasadniczych odmienności litologiczno-facjalnych (kryteria geologiczne), badań makroskopowych i badań laboratoryjnych gruntów. Dla warstw geotechnicznych wydzielonych w rodzimych gruntach mineralnych określono m. in. wilgotność naturalną, gęstość objętościową, kąt tarcia wewnętrznego, spójność oraz moduł odkształcenia pierwotnego i edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej. Podane charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych określone zostały na podstawie badań laboratoryjnych i badań terenowych, metodami A, B i C, wg pkt. 3.2. PN-81/B-03020 (Tabela nr 4). Jako cechę wyróżniającą dla gruntów spoistych przyjęto stopień plastyczności I_L , a dla gruntów niespoistych – stopień zagęszczenia I_D . Pod względem stopnia konsolidacji grunty warstw IIIA, IIIB, IIIC zaliczono do grupy B, wg pkt. 1.4.6 PN-81/B-03020. Do warstw geotechnicznych włączono glebę i nasypy antropogeniczne, lecz nie ustalano ich parametrów wytrzymałościowych.

Utwory zalegające w podłożu podzielono na następujące warstwy geotechniczne:

- do **warstwy I** zaliczono – warstwę gleby oraz nasypów antropogenicznych stanowiące strefę przypowierzchniową analizowanego terenu, o miąższości sięgającej do 0,85 m. Nie określono ich parametrów geotechnicznych, gdyż są to grunty nienormatywne.
- do **warstwy IIA** zaliczono – piaszczyste osady wodnolowdcowe charakteryzujące się niewielkimi miąższościami i zalegające głównie w strefie przypowierzchniowej badanego podłoża. Są to zarówno piaski drobne, jak i piaski średnie. Dla osadów tej warstwy przyjęto charakterystyczną wartość stopnia zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0,40$, a pozostałe parametry geotechniczne przyjęto jak dla piasków drobnych, ponieważ dominują w obrębie tej warstwy. Należy zwrócić uwagę na fakt, że osady te mogą występować w stanie luźnym i miejscami posiadać niższe od przyjętych parametry wytrzymałościowe. Utwory warstwy IIA w większości budują strefę przypowierzchniową, która prawdopodobnie zostanie usunięta z podłoża w trakcie realizacji inwestycji.
- do **warstwy IIB** zaliczono – piaski średnie w stanie średnio zagęszczonym, o przyjętej charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia $I_D^{(n)} = 0,50$, występujące jedynie w otworach nr 5 i nr 17, bezpośrednio pod spągami glin zwałowych. Miąższość tych osadów nie jest znana.
- do **warstwy IIIA** zaliczono - gliny zwałowe w stanie plastycznym, o stopniu plastyczności zamykającym się w przedziale $I_L = 0,25 - 0,33$ i o obliczonej na podstawie badań laboratoryjnych charakterystycznej wartości stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,28$, przy $\gamma_m = 1 \pm 0,09$. Grunty te charakteryzują się nieco niższymi parametrami wytrzymałościowymi. Zostały nawiercone w 18 otworach badawczych (otwory nr nr 3, 8, 11-15, 17-19, 22-24, 32, 33, 35 - 37) i osiagają miąższość od 0,3 m do 0,9 m, a lokalnie (otwór nr 13) 2,2 m. Ich obecność często związana jest z występowaniem wód gruntowych w postaci sączących. Poziom zalegania

gruntów plastycznych czasem zbliżony jest do poziomu posadowienia projektowanej kanalizacji. Dlatego też w trakcie realizacji inwestycji należy zachować szczególną ostrożność przy pracach ziemnych, aby nie naruszyć struktury tych gruntów a, co za tym idzie, dodatkowo nie pogorszyć ich parametrów fizyczno-mechanicznych.

- do **warstwy IIIB** zaliczono - gliny zwałowe w stanie twardoplastycznym, o stopniu plastyczności zamykającym się w przedziale $I_L = 0,11 - 0,20$ i przyjętej charakterystycznej wartości stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,15$.
- do **warstwy IIIC** zaliczono – gliny zwałowe w stanie twardoplastycznym, o stopniu plastyczności zamykającym się w przedziale $I_L = 0,0 - 0,10$ i o obliczonej na podstawie badań laboratoryjnych charakterystycznej wartości stopnia plastyczności $I_L^{(n)} = 0,07$, przy $\gamma_m = 1 \pm 0,25$.

Z literatury zaczerpnięto orientacyjne wartości współczynnika filtracji k dla stwierdzonych w podłożu gruntów i zamieszczono je w poniższej tabeli.

Tabela nr 3 Klasyfikacja własności filtracyjnych skał (wg Witczak, Adamczyk 1994)

Rodzaj gruntu	Filtracja pozioma		Filtracja pionowa		
	Współczynnik filtracji k [m/s]	Klasa przepuszczalności	Współczynnik filtracji k [m/s]	Klasa	
				izolacyjność	prześiąkalność
piaski średnie, piaski drobne	$10^{-5} - 10^{-4}$	średnia (średnio przepuszczalne)	$> 10^{-6}$	nieizolujące	bardzo dobra
gliny piaszczyste	$10^{-8} - 10^{-6}$	niska (bardzo słabo przepuszczalne)	$10^{-8} - 10^{-6}$	bardzo słabo izolujące	dobra

5. WNIOSKI I ZALECENIA

1. W wyniku przeprowadzonych prac terenowych dokonano rozpoznania warunków gruntowo-wodnych w obrębie projektowanej inwestycji poprzez wykonanie trzydziestu siedmiu otworów badawczych do maksymalnej głębokości 5,0 m p.p.t. W trakcie wiercenia prowadzono analizę makroskopową gruntów. Rodzime podłoże gruntowe analizowanego obszaru zbudowane jest z utworów plejstoceńskich, tj. kompleksu glin zwałowych (Qpg), na stropie i w obrębie których lokalnie nawiercono wkładki piaszczystych osadów wodnolodowcowych (Qpfg). Strefę przypowierzchniową tworzy holocenińska warstwa gleby (Qh), a także pakiet nasypów antropogenicznych (Qhn) wchodzących w skład sieci drogowej, wzdłuż której prowadzona ma być projektowana kanalizacja sanitarna.
2. Podłoże gruntowe podzielono na zespoły stratygraficzno-facjalne, wg PN-81/B-03020, a w ich obrębie wyróżniono warstwy geotechniczne. Dla wszystkich wydzieleni, oprócz warstwy I, ustalono charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych (Tabela nr 4). Charakterystyka wydzielonych warstw została przedstawiona w rozdziale 4.3.
3. Grunty spoiste wszystkich warstw w wykopach należy chronić przed przedostaniem się do nich wód opadowych i roztopowych, a także wód zawieszonych i z nadległych sączni, gdyż w przeciwnym wypadku dojść może do rozmoczenia (uplastycznienia), a nawet upłynnienia tych gruntów i w efekcie do obniżenia ich nośności. W związku z tym roboty ziemne zaleca się wykonywać w okresie suchym, bezdeszczowym, a rozmoczone i rozluźnione partie gruntu należy usunąć z podłoża budowlanego i zastąpić podsypką piaszczysto-żwirową lub chudym betonem. Ponadto zaleca się w obrębie osadów spoistych, a także nieznacznie powyżej zalegania ich stropu, w miarę możliwości, ograniczyć pracę sprzętu ciężkiego i urządzeń o działaniu dynamicznym, tak aby nie naruszyć struktury wewnętrznej tych gruntów, a co za tym idzie, nie pogorszyć ich parametrów wytrzymałościowych. Dotyczy to w szczególności gruntów warstwy IIIA, które charakteryzują się niższymi parametrami fizyczno-mechanicznymi. Proponuje się w zasięgu występowania tych osadów wzmocnienie konstrukcji kanalizacji oraz przysypanie osadów wapnem palonym mielonym CaO, wapnem hydratyzowanym Ca(OH)₂ lub aktywnymi popiołami lotnymi z węgla brunatnego CaO>7%, które posiadają własności higroskopijne, powodujące obniżenie wilgotności naturalnej gruntów.
4. W trakcie realizacji inwestycji warstwę gleby należy w całości wybrać spod projektowanej konstrukcji kanalizacji. Zaleca się także wybranie niewielkiej warstwy osadów piaszczystych zalegających bezpośrednio pod warstwą humusu (warstwa IIA), które mogą charakteryzować się lokalnym rozluźnieniem i miejscami posiadać niższe od przyjętych parametry wytrzymałościowe. W przypadku wykorzystania nasypów antropogenicznych (budowlanych), o ich przydatności może zdecydować projektant w porozumieniu z konstruktorem po wykonaniu dodatkowych badań specjalistycznych. Nasypy niekontrolowane charakteryzują się dużą zmiennością parametrów wytrzymałościowych i należy je usunąć z podłoża budowlanego w trakcie realizacji inwestycji.

5. W trakcie wykonywania prac terenowych stwierdzono obecność wody gruntowej w 17 otworach badawczych, głównie w postaci sączeń. Na badanym obszarze nie stwierdzono występowania ciągłego poziomu wód gruntowych. Napięte i swobodne lustro wody związane jest z nawodnionymi soczewkami piaszczystymi w obrębie glin zwałowych. Szczegółowe warunki hydrogeologiczne zostały przedstawione w rozdziale 4.2.
6. W przypadku pojawienia się wody w wykopie należy jej nadmiar odprowadzić powierzchniowo, grawitacyjnie do studzienek chłonnych w dnach wykopów lub wybrać wraz z gruntem. W rejonie otworu nr 17 należy liczyć się z odwodnieniem np. przez zastosowanie igłofiltrów. Poziom wody gruntowej należy utrzymywać pod projektowanym dnem wykopu przez cały okres realizacji posadawiania rurociągu.
7. Granica przemarzania na analizowanym obszarze, zgodnie z PN-81/B-03020 [6], wynosi 1,0 m p.p.t.
8. Konstrukcję kanalizacji grawitacyjnej, w tym rodzaj podsypki i zasyпки, należy dostosować do stwierdzonych warunków gruntowo-wodnych, z uwzględnieniem nośności i odkształcalności gruntów oraz rodzaju, wielkości i charakteru obciążeń przekazywanych na podłoże, tak aby zapewnić stateczność projektowanego obiektu. Grunty spoiste (gliny zwałowe) wszystkich warstw nie nadają się do zasypania wykopów po ułożeniu kanalizacji. Zagęszczenie gruntu użytego do zasyпки (gruntu niespoistego) powinno być wykonywane warstwami (0,15 m przy zagęszczeniu ręcznym i 0,3 m przy zagęszczeniu mechanicznym) do uzyskania wskaźnika zagęszczenia przewidzianego w projekcie. Jest to szczególnie ważne w obrębie istniejącej nawierzchni, gdzie górną warstwę zasyпки można zastąpić wzmocnioną podbudową drogową. Lokalnie, z uwagi na zmienność litologiczną gruntów (utwory spoiste i niespoiste) i ich stanów, w strefie naprężeń generowanych przez obiekt należy zwrócić uwagę na możliwość wystąpienia nierównomiernego osiadania gruntów.
9. W trakcie robót zaleca się prowadzenie monitoringu obiektu. Realizacja poszczególnych prac budowlanych, związanych z wykonaniem obiektu w podłożu gruntowym, wiąże się z koniecznością przeprowadzenia stosownych odbiorów podłoża gruntowego. Zaleca się, aby odbiór robót związanych z realizacją posadowienia budowli odbył się przy udziale projektantów odpowiednich branż oraz uprawnionego geologa, z uwagi na znaczne odległości między otworami.
10. Podczas prowadzenia robót ziemnych zalecany jest stosowanie się do postanowień normy PN-B-06050/1999 *Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.* i PN-B-10736 *Roboty ziemne. Wykopy otwarte dla przewodów wodociagowych i kanalizacyjnych. Warunki techniczne wykonania.* oraz do pkt. 2.4 PN-81/B-03020 *Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.*, a także innych z nimi związanych.
11. Przedstawione wnioski i zalecenia należy rozpatrywać łącznie z postanowieniami norm PN-81/B-03020 [6], PN-EN 1997-1 : Eurokod 7 : Projektowanie geotechniczne - część 1: zasady ogólne [12], PN-EN 1997-2: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne - część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego [13] oraz

postanowieniami innych norm branżowych i przepisów dotyczących posadowienia obiektów budowlanych, w tym przewodów wodociagowych i kanalizacyjnych.

12. Z uwagi na przyjętą drugą kategorię geotechniczną oraz proste warunki gruntowe, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 27 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych [2], sporządzono dokumentację badań podłoża gruntowego, poprzedzoną opinią geotechniczną, która stanowi podstawę do opracowania dla danego terenu inwestycyjnego projektu geotechnicznego.

6. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI

- [1] Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r., Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. 2011 nr 163, poz. 981 z późniejszymi zmianami; tekst jednolity Dz. U. 2015, poz. 196).
- [2] Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 2012 r., poz. 463).
- [3] PKN-CEN ISO/TS 17892-1: Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 1: Oznaczanie wilgotności.
- [4] PKN-CEN ISO/TS 17892-12: Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 12: Oznaczanie granic Atterberga.
- [5] PKN-PN-EN ISO 14688-1: Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczanie i opis.
- [6] PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [7] PN-86/B-02480 Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- [8] PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
- [9] PN-B-04452:2002 Geotechnika. Badania polowe.
- [10] PN-B-06050/1999 Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.
- [11] PN-B-10736 Roboty ziemne. Wykopy otwarte dla przewodów wodociagowych i kanalizacyjnych. Warunki techniczne wykonania.
- [12] PN-EN 1997-1: Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne.
- [13] PN-EN 1997-2: Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- [14] PN-EN ISO 14688-1:2006 Badania geotechniczne - Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – Część 1: Oznaczanie i opis.
- [15] PN-EN ISO 14688-1:2006 Badania geotechniczne - Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – Część 2: Zasady klasyfikowania.
- [16] Kondracki J. - Geografia regionalna Polski. Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa 2002 r.
- [17] Myślińska E. - Laboratoryjne badania gruntów, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2006 r.
- [18] Pazdro Z. - Hydrogeologia ogólna. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1977 r.
- [19] Wiłun Z. - Zarys geotechniki. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2007 r.

[20] www.geoportal.gov.pl