

BARG-ARTGEO
Spółka z o.o.
ul. Chmielewskiego 13
70-028 Szczecin
NIP 955-236-30-76
REGON 360230882, KRS 0000534180

GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA
do projektu do projektu budowlanego
kanalizacji sanitarnej w ul. Zeusa
w Mierzynie, gmina Dobra Szczecińska,
powiat Police, woj. zachodniopomorskie

Opracował:

Sprawdził:

BARG-ARTGEO Sp. z o.o.

mgr Marek Ober
CZŁONEK ZARZĄDU
uprawnienia geologiczne nr 070947

Szczecin, listopad 2018

Spis treści

T e k s t

Opinia geotechniczna

- I. Charakterystyka projektowanej inwestycji
- II. Położenie i morfologia terenu badań
- III. Kategoria geotechniczna

Dokumentacja badań podłoża gruntowego

- IV. Zakres i metodyka badań podłoża
- V. Opis modelu geologicznego
- VI. Charakterystyka warunków wodnych
- VII. Ocena geotechnicznych właściwości podłoża
- VIII. Wnioski

Projekt geotechniczny

- IX. Sposób ustalania wartości obliczeniowych parametrów geotechnicznych
- X. Oddziaływanie i prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego
- XI. Procesy geodynamiczne
- XII. Posadowienie projektowanych sieci i sposób realizacji robót ziemnych

Załączniki

- 1. Plan orientacyjny wg mapy w skali 1:10000
- 2.1 – 2. 5. Mapa dokumentacyjna w skali 1:500 (5 ark.)
- 3. Objaśnienie symboli i znaków użytych na przekrojach
- 4. Przekrój geotechniczny I w skali 1:100/1000
- 5. Przekrój geotechniczny II w skali 1:100/1000
- 6. Przekrój geotechniczny III w skali 1:100/1000
- 7. Przekrój geotechniczny IV w skali 1:100/1000
- 8. Przekrój geotechniczny V w skali 1:100/1000
- 9 – 13. Karty otworów (5 ark.)
- 14 - 16. Wyniki sondowań DPL (3 ark.)
- 17 - 23. Wyniki sondowań FVT (7 ark.)
- 24 - 26. Obliczenie stopnia zagęszczenia I_D i wytrzymałości na ścinanie T_{max} dla warstw I, II, IV, V, VI i VII

OPINIA GEOTECHNICZNA

I. Charakterystyka projektowanej inwestycji

Celem niniejszej opinii jest ustalenie warunków gruntowo - wodnych w podłożu projektowanej sieci kanalizacji sanitarnej w ulicy Zeusa oraz odcinków ul. Lubieszyńskiej, Wenus, Izydy i Orfeusza w Mierzynie. Projektowany kanał przebiegać będzie w poboczach, chodnikach i jezdni ulicy na odcinku o długości ok. 1600 m. i głębokości 1.5 – 3.7 m p.p.t. Opinia służyć ma do projektu budowlanego inwestycji.

II. Położenie i morfologia terenu badań

Badany teren położony jest w zachodniej części wsi Mierzyn, gmina Dobra Szczecińska, powiat Police, woj. zachodniopomorskie. Badaniami objęto odcinek ulicy Zeusa od skrzyżowania z ul. Lubieszyńską na północy, do skrzyżowania z ul. Orfeusza na południu. Badaniami objęto także odcinki ulic Lubieszyńskiej, Wenus, Izydy, Orfeusza ok 100 – 200 m; oraz fragment ulicy bez nazwy, położonej około 100 m na północ od ul. Wenus, na działce nr 364/285.

Pod względem geomorfologicznym badana trasa przebiega przez centralną część Wału Stobniańskiego – czołowomorenowego wału osiagającego w kulminacjach rzędne ok. 60 – 80 m n.p.m., biegnącego łukiem od Wołczkowa na północy, przez Bezrzecze, Skarbimierzyce, Stobno, Warnik, Barnisław i Smolecin po Siadło Dolne, gdzie kończy się krawędzią opadającą ku dolinie dolnej Odry. Rzeźbę zbocza Wału Stobniańskiego urozmaicają liczne zagłębienia wytopiskowe. Trasa projektowanego kanału przebiega grzbietem wzniesienia.

Powierzchnia terenu nachylona jest generalnie na północ, rzędne otworów obniżają od 57.28 m n.p.m. (otwór nr 16 na końcu trasy), do 48.50 m n.p.m. (otw. nr 3 na jej początku); deniwelacja wynosi 8.78 m.

III. Kategoria geotechniczna

Według kryteriów określonych w rozporządzeniu MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 27 kwietnia 2012 r., poz. 463) projektowana inwestycja należy do drugiej kategorii geotechnicznej.

DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO

IV. Zakres i metodyka badań podłoża

W ramach prac polowych w dniach 2018.10.28 i 29 wykonano we wskazanych przez Biuro Projektów punktach 18 otworów (mechanicznych obrotowych świdrem ślimakowym przelotowym) do głębokości 3.0 – 4.5 m p.p.t. (łącznie 55.5 mb), 9 sondowań mechaniczną sondą udarową DPL (wg PN-EN 1997-2 i EN ISO 22476-2) do głębokości 1.5 – 3.5 m p.p.t. (15.0 mb), 16 sondowań sondą krzyżakową FVT (wg PN-EN 1997-2) do głębokości 3.5 – 6.0 m p.p.t. (38.5 mb) wraz z 51 ścinaniami gruntów spoistych.

Punkty otworów wytyczono w nawiązaniu do szczegółów terenowych, otwory zaniwelowano do pokryw studzienek wodociagowych i telekomunikacyjnych w ciągu ulicy, których rzędne podane zostały na zaktualizowanej mapie w skali 1:500. Mapa ta posłużyła za podkład dla dołączonej do niniejszej opinii mapy dokumentacyjnej.

Prace kameralne objęły interpretację wyników sondowań, obliczenia geotechniczne, oraz opracowanie załączników i tekstu opinii. Opinię niniejszą wykonano w 4 egzemplarzach.

V. Opis modelu geologicznego

Na podstawie wykonanych wyrobisk, oraz analizy materiałów kartograficznych stwierdzono, że podłoże badanego terenu budują osady wieku czwartorzędowego, wykształcone jako plejstoceny utwory zwałowe, oraz holoceny utwory deluwialne i bagienne.

Utwory zwałowe budują z pewnością głębsze partie podłoża na całej długości trasy, jednak na ogół zalegają poniżej objętej badaniami strefy; ich strop osiągnięto tylko w 3 otworach (nr 7, 8 i 11) na głębokości 0.6 – 0.7 m p.p.t. Utwory zwałowe wykształcone są wyłącznie jako grunty spoiste – porwaki oligoceny ilów pylastych (siCl wg PN-EN 1997-2), których nie przewiercono do głębokości 3.0 m p.p.t.

Utwory deluwialne, powstałe w holocenie wskutek spłukiwania i spęływania gruntu ze stoku zagłębień wytopiskowych, dzielą się na dwie odmienne pod względem litologicznym serie – deluwialne grunty spoiste i grunty niespoiste. Deluwia, występująca w niemal wszystkich otworach (brak ich jedynie w otworze nr 7, 8 i 11) tworzą pokrywę na stropie utworów zwałowych; aż w 15 otworach (nr 1 - 6, 9, 10 i 12 – 18) nie przewiercono ich do głębokości 3.0 – 4.5 m p.p.t.

Deluwialne grunty niespoiste to piaski drobne (FSa wg PN-EN 1997-2) i piaski ilaste (clSa wg PN-EN 1997-2, grunty te określano dawniej jako piaski drobne silnie zaglinione). W partiach spagowych piaski ilaste zawierają domieszkę żwiru (grclSa wg PN-EN 1997-2). Podrzędnie, w otworze nr 10, występują piaski drobne przewarstwiane namulem organicznym [FSa//Or(Nm) wg PN-EN 1997-2]. Deluwialne piaski występują w 9 otworach (nr 1, 2, 6, 10, 14 - 18); ich miąższość wynosi od 0.5 – 2.8 m (najwięcej w otworze nr 2). W otworach nr 1, 2, i 17 piaskó1) genezy deluwialnej nie przewiercono do głębokości 3.0 m p.p.t.

Deluwialne grunty spoiste to gliny piaszczyste (saCl wg PN-EN 1997-2), gliny pylaste zwięzłe (sasiCl wg PN-EN 1997-2) oraz piaski gliniaste (clsiSa wg PN-EN 1997-2). Deluwialne gliny występują w 9 otworach (nr 2 – 6, 10, 13, 14, 17 i 18), przy czym gliny piaszczyste zalegają zarówno w wyższych partiach zbocza (otwory nr 13, 14, 17 i 18) jak i dolnej części trasy (otw. nr 2 - 6), natomiast na deluwialne gliny ilaste natrafiono jedynie w otworze nr 3. Piaski gliniaste nawiercono w otworach 5, 14 -17 w głębszym podłożu od głębokości 1.2 – 2.7 m p.p.t. oraz w otworach nr 9, 12 i 18 pod warstwą gleby lub nasypu

Deluwialne piaski, w tym również piaski ilaste ze żwirem (grclSa) w otworach nr 17 i 18, to grunty o stosunkowo niskim współczynniku jednorodności uziarnienia $C_U < 4.0$. Norma PN-EN 1997-2 określa grunty niespoiste o $C_U < 6$ jako „grunty źle uziarnione”.

Lokalnie w dnie zagłębień wytopiskowych zalegają bagienne grunty organiczne (Or wg PN-EN 1997-2), wykształcone jako namuły organiczne [Or(Nm)]. Na trasie projektowanego kanału natrafiono na nie jedynie w otworze nr 10, gdzie zalegają w obrębie utworów deluwialnych, osiągając miąższość 1.0 m (2.0 – 3.0 m p.p.t.).

Na stropie gruntów rodzimych w rejonie 6 otworów (nr 2, 3 6, 8, 11 i 18) leży warstwa próchnicza gleby o miąższości 0.2 – 1.0 m – jest to humus piaszczysty (saOr wg PN-EN 1997-2). W 12 otworach na gruntach rodzimych zalegają nasypy niekontrolowane (Mg wg PN-EN 1997-2) o miąższości 0.4 – 1.3 m, złożone z humusowego piasku drobnego [Mg(orFSa)], gleby (saOr), niekiedy przemieszanego z gruzem lub żwirem.

VI. Charakterystyka warunków wodnych

W 14 spośród 18 wykonanych dla niniejszej opinii otworów (nr 1 – 5, 7 – 9, 11 – 13, 15, 16 i 18) do głębokości 3.0 m p.p.t. nie stwierdzono żadnych przejawów wody gruntowej lub infiltracyjnej. W 4 otworach (nr 6, 10, 6, 14 i 18) zaobserwowano jedynie sączenia wody infiltracyjnej na stropie lub w obrębie gruntów spoistych, na głębokości 0.4 – 2.4 m p.p.t.

Ilość, poziom i wydajność przejawów wody, jakie stwierdzono w podłożu podczas prac polowych, uznać należy za obniżoną w stosunku do stanu przeciętnego z uwagi na znacznie zmniejszoną sumę opadów atmosferycznych w miesiącach czerwiec – wrzesień br.

W okresach roztopów grubej pokrywy śniegu i długotrwałych, szczególnie intensywnych opadów deszczu, poziomy przejawów wody gruntowej mogą podnosić się maksymalnie o ok. 0.6 m w stosunku do stanu stwierdzonego w otworach. Możliwe jest także pojawienie się nowych sączeń wody lub zawieszonego na gruntach spoistych zwierciadła wody gruntowej.

Dla gruntów niespoistych w podłożu badanej trasy należy przyjąć następujące wartości współczynnika filtracji:

- dla deluwialnych czystych piasków drobnych (FSa) $k = 6.0 \text{ m/d}$
- dla nasypowych piasków drobnych humusowych (orFSa) $k = 5.0 \text{ m/d}$
- dla deluwialnych piasków ilastych (clSa) $k = 0.2 \text{ m/d}$.

VII. Ocena technicznych właściwości podłoża

W obrębie gruntów rodzimych, budujących podłoże badanej trasy, z uwagi na zróżnicowanie ich litologii i genezy wydzielono 7 warstw geotechnicznych.

WARSTWA I to deluwialne piaski drobne (FSa wg PN-EN 1997-2), piaski ilaste (clSa wg PN-EN 1997-2), oraz w otworze nr 10 piaski drobne przewarstwiane namulem organicznym (FSa/(Or(Nm) wg PN-EN 1997-2), wilgotne, średniozagęszczone o wyprowadzonej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 41\%$. Są to grunty nośne, budują stropowe partie rodzimego podłoża o miąższości 0.6 – 2.8 m w otworach nr 1, 2, 6 14 – 16, oraz głębszą strefę rozluźnienia, pod gruntami organicznymi w otworze nr 10 na głębokości 3.0 – 3.5 m p.p.t.

WARSTWA II to deluwialne piaski ilaste ze żwirem (grclSa wg PN-EN 1997-2), wilgotne, średniozagęszczone o wyprowadzonej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 46\%$. Są to grunty nośne, budują podłoże od głębokości 1.8 m p.p.t. w otworze nr 17 oraz zalegają na głębokości 1.8 - 2.4 m p.p.t. w otworze nr 18.

WARSTWA III to deluwialne gliny piaszczyste (saCl wg PN-EN 1997-2), wilgotne, w stanie plastycznym o charakterystycznej wartości wskaźnika konsystencji $I_C = 0.70$. Są to grunty o obniżonej nośności, budują niewielkie partie deluwialnych gruntów spoistych na głębokości 1.6 – 2.4 m p.p.t. w otworach nr 6 i 14 (ich miąższość wynosi 0.8 m).

WARSTWA IV to deluwialne gliny piaszczyste (saCl), wilgotne, w stanie twardoplastycznym o charakterystycznej wartości wskaźnika konsystencji $I_C = 0.78$. Są to grunty nośne, występują w otworach nr 3 – 6, 13, 17 i 18 zarówno w strefie przypowierzchniowej (otw. nr 3, 5 10 i 17) jak i w głębszym podłożu (otw. nr 4, 6 13 i 18). Miąższość twardoplastycznych glin piaszczystych dochodzi do ponad 2.5 m.

WARSTWA V to deluwialne gliny pylaste zwięzłe (sasiCl wg PN-EN 1997-2), wilgotne, w stanie twardoplastycznym o charakterystycznej wartości wskaźnika konsystencji $I_C = 0.80$. Są to grunty nośne, występują lokalnie w otworze nr 3 od głębokości 2.0 m p.p.t.

WARSTWA VI to deluwialne piaski gliniaste (clsiSa wg PN-EN 1997-2), wilgotne, w stanie twardoplastycznym, o charakterystycznej wartości wskaźnika konsystencji $I_C = 0.80$. Są to grunty nośne, budują najgłębsze partie podłoża w otworach 5, 14 -17 od głębokości 1.2 – 2.7 m p.p.t. oraz płytsze w otworach nr 9, 12 i 18 pod warstwą gleby lub nasypu

WARSTWA VII to zwałowe iły pylaste (siCl wg PN-EN 1997-2), wilgotne, w stanie twardoplastycznym, o charakterystycznej wartości wskaźnika konsystencji $I_C = 0.84$. Są to grunty nośne, budują całość rodzimego podłoża w otworach nr 7, 8 i 11 od głębokości 0.6 – 0.7 m p.p.t.

Powyższy podział geotechniczny podłoża pominął całość nasypów niekontrolowanych (Mg wg PN-EN 1997-2), są to bowiem grunty niejednorodne i nieskonsolidowane, z dużą zawartością domieszek, które zalegają w całości znacznie powyżej poziomu kanału.

Dla bagiennych namulów organicznych w otworze nr 10 ustalono, na podstawie wyników badań laboratoryjnych analogicznych gruntów z rejonu Mierzyna, następujące wartości najważniejszych parametrów geotechnicznych: edometryczny moduł ścisłości pierwotnej $M_0 = 600$ kPa, kąt tarcia wewnętrznego $\phi = 5^\circ$, spójność $c_u = 10$ kPa. Wskutek obciążenia nasypami i deluwialnymi glinami namuły organiczne w otworze nr 10 osiągnęły stopień konsolidacji wyższy o ok. 15% w stosunku do gruntu nieobciążonego.

Rozprzestrzenienie i układ warstw przedstawiono na przekrojach geotechnicznych I - V w skali 1:100/1000 (załączniki 4 - 8).

Wartości stopnia zagęszczenia piasków obliczono z wyników sondowań DPL, stosując podaną w PN-EN 1997-2, załącznik G, pkt G.1 interpretację dla gruntu źle uziarnionego powyżej zwierciadła wody gruntowej.

Wartości stopnia plastyczności gruntów spoistych wyprowadzono z wartości wytrzymałości na ścinanie bez odpływu wody, obliczonej na podstawie ścinań FVT.

Wartości pozostałych zestawionych w poniższych tabelach parametrów geotechnicznych gruntów wyprowadzono na podstawie doświadczenia porównywalnego w rozumieniu PN-EN 1997-2 (metoda B w korelacji z wartością I_D wg PN-81/B-03020, przy uwzględnieniu symbolu konsolidacji „C” dla gruntów spoiistych warstw III – VI, oraz „D” dla warstwy VII).

Nazwa parametru	W-wa I	W-wa II	W-wa III	W-wa IV
Rodzaj gruntu	clSa, FSa	grclSa	saCl	saCl
Stopień zagęszczenia I_D	41%	46%	-	-
Wskaźnik konsystencji I_C	-	-	0.70	0.78
Wilgotność naturalna W_n (%)	16	12	17	12
Gęstość objętościowa ρ (t * m ⁻³)	1.75	1.90	2.10	2.20
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	29.78	37.81	13.63	14.78
Spójność c_u (kPa)	-	-	14.20	16.91
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej M_0 (kPa)	48507	135527	25039	29334
Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu E_0 (kPa)	36203	122041	17527	20534
Współczynnik nośności N_D	17.96	47.81	3.47	3.86
Współczynnik nośności N_B	7.28	27.26	0.45	0.57
Współczynnik nośności N_C	-	-	10.16	10.85

Nazwa parametru	W-wa V	W-wa VI	W-wa VII
Rodzaj gruntu	sasiCl	clsiSa	siCl
Wskaźnik konsystencji I_C	0.80	0.80	0.84
Wilgotność naturalna w_n (%)	12	13	33
Gęstość objętościowa ρ (t * m ⁻³)	2.20	2.15	1.90
Kąt tarcia wewnętrznego ϕ (°)	15.14	15.07	11.07
Spójność c_u (kPa)	17.88	17.70	51.93
Edometryczny moduł ścisłości pierwotnej M_0 (kPa)	30838	30557	27529
Moduł pierwotnego odkształcenia gruntu E_0 (kPa)	21587	21390	15554
Współczynnik nośności N_D	3.99	3.97	2.65
Współczynnik nośności N_B	0.61	0.60	0.24
Współczynnik nośności N_C	11.07	11.03	8.47

VIII. WNIOSKI

1. W podłożu projektowanej kanalizacji sanitarnej w ul. Zeusa oraz odcinków ul. Lubieszyńskiej, Wenus, Izydy i Orfeusza w Mierzynie występują zwałowe iły pylaste (siCl) oraz deluwialne piaski drobne (FSa), piaski ilaste (clSa), gliny piaszczyste (saCl), gliny pylaste zwięzłe (sasiCl) oraz piaski gliniaste (clsiSa). Łączna miąższości deluwiiów na ogół (w 15 otworach) przekracza głębokość objętej badaniami strefy. Lokalnie w otworze nr 10 w obrębie deluwiiów leży bagienny namuł organiczny o miąższości 1.0 m. Na gruntach rodzimych w rejonie 12 otworów zalegają nasypy niekontrolowane (Mg) o miąższości 0.4 – 1.3 m.

2. Warunki wodne są korzystne. W 14 spośród 18 wykonanych dla niniejszej opinii otworów (nr 1 – 5, 7 – 9, 11 – 13, 15, 16 i 18) nie stwierdzono żadnych przejawów wody gruntowej lub infiltracyjnej. W 4 otworach (nr 6, 10, 14 i 18) stwierdzono jedynie sączenia wody infiltracyjnej na stropie lub w obrębie gruntów spoistych, na głębokości 0.4 – 2.4 m p.p.t.

W okresach roztopów grubej pokrywy śniegu i długotrwałych, szczególnie intensywnych opadów deszczu, poziomy przejawów wody gruntowej mogą podnosić się maksymalnie o ok. 0.6 m w stosunku do stanu stwierdzonego w otworach. Możliwe jest także pojawienia się nowych sączeń wody lub zawieszonego, na gruntach spoistych, zwierciadła wody gruntowej.

3. Warunki gruntowe są generalnie korzystne, ponieważ poniżej poziomu, na którym ułożony zostanie kanał, zalegają grunty nośne, lub o nośności wystarczającej dla posadowienia rur i studni. Jedynie występujące w profilu otworu nr 10 namuły organiczne wymagają usunięcia z podłoża kanału. W ich miejsce należy wykonać nośną podsypkę piaskową.

Czyste piaski drobne z wykopów nadają się do wykonania zasypek

4. Według kryteriów określonych w rozporządzeniu MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 27 kwietnia 2012 r., poz. 463) projektowany kanał deszczowy jest obiektem należącym do drugiej kategorii geotechnicznej, a stwierdzone w poziomie posadowienia kanału warunki gruntowe są proste.

5. Powyższe wnioski należy rozpatrywać łącznie z normą PN-EN 1997-2.

PROJEKT GEOTECHNICZNY

IX. Sposób ustalania wartości obliczeniowych parametrów geotechnicznych

W celu określenia wartości obliczeniowych parametrów geotechnicznych należy zastosować podejście obliczeniowe DA.2* zgodnie z zaleceniami Komitetu Technicznego 254 ds. geotechniki przy PKN i zestawem wartości M1 (wg tabeli A.4 z PN-EN 1997-1).

Współczynniki częściowe dla: kąta tarcia wewnętrznego γ_ϕ , spójności γ_c , wytrzymałości na ścinanie bez odpływu γ_{cu} , oraz ciężaru objętościowego γ_γ posiadają tę samą wartość $\gamma_t = 1.0$.

Dla parametrów geotechnicznych, tj.: wilgotności naturalnej w_n , współczynnika filtracji k , edometrycznego modułu ściśliwości pierwotnej M_0 , oraz modułu pierwotnego odkształcenia gruntu E_0 nie stosuje się podejścia obliczeniowego, ponieważ w obliczeniach korzysta się z wartości charakterystycznych.

X. Oddziaływanie i prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego

Nie przewiduje się, aby projektowana budowa kanalizacji wpłynęła negatywnie na właściwości gruntów.

Dla rur i studni kanału nie ma konieczności stosowania obliczeń dotyczących oddziaływań od gruntu.

Iły pylaste, zalegające w rejonie otworów nr 7, 8 i 11 w strefie posadowienia kanału, są wprawdzie gruntami ekspansywnymi, jednak dzięki obsypce rur nie będą mieć one wpływu na warunki jego eksploatacji. Wykonana z piasku obsypka, a także zasypka wykopu, odprowadzać będą wodę infiltracyjną w kierunku zgodnym ze spadkiem powierzchni terenu, zabezpieczając tym samym ily przed zmianami wilgotności, mogącymi skutkować ich skurczem lub pęcznieniem.

XI. Procesy geodynamiczne

Na badanym terenie nie występują procesy geodynamiczne (jak sufozja, ruchy masowe zboczy, podmywanie, abrazja, kras), które mogłyby wpływać negatywnie na projektowany kanał.

XII. Posadowienie projektowanych sieci i sposób realizacji robót ziemnych

Roboty instalacyjne związane z budową projektowanych sieci należy prowadzić zgodnie z normami *Geotechnika. Roboty Ziemne. Wymagania ogólne* PN-B-06050 i *Wykopy otwarte dla przewodów wodociagowych i kanalizacyjnych* PN-B-10736; oraz z instrukcją montażową układania w gruncie rurociągów dostarczonych przez producentów rur.

Budowę kanału należy prowadzić w wykopach wąskoprzestrzennych o skarpach pionowych umocnionych. Należy liczyć się z koniecznością ręcznego wykonania części wykopów w miejscach zbliżeń do istniejącego uzbrojenia podziemnego.

Roboty należy prowadzić od najniższego do najwyższego punktu trasy kanału, dzięki czemu niewielkie ilości wody gruntowej w rejonie otworów nr 6, 10 i 17 będzie można usunąć za pomocą pompy powierzchniowej.

Po ułożeniu i zagęszczeniu warstwy ochronnej rur zasypkę wykopu należy wykonywać warstwami, zagęszczając każdą z nich do uzyskania wskaźnika zagęszczenia $I_s = 0.95$. Pod nawierzchniami ulic zagęszczenie każdej warstwy zasypki do głębokości 1.2 m poniżej spodu warstw konstrukcyjnych powinno wynosić $I_s \geq 1.0$; głębiej wymagana jest wartość $I_s \geq 0.97$ (zgodnie z normą PN-S-02205:1998 *Drogi samochodowe - Roboty ziemne – Wymagania i badania.*)

Wykonanie wykopów i zagęszczenie zasypek należy prowadzić pod nadzorem geotechnicznym, który kontrolować będzie przede wszystkim jakość użytego do zasypek materiału, oraz jego zagęszczenie po wbudowaniu.

Opracował: