



PROJEKT BUDOWLANY

Tom VI

Opinia geotechniczna Projekt geotechniczny Dokumentacja badań podłoża gruntowego

OBIEKT:

**„BUDOWA SIECI WODOCIĄGOWEJ I KANALIZACJI SANITARNEJ
POMIĘDZY UL. TRAUGUTTA I UL. MOŚCICKIEGO W ŁAŃCUCIE”**

ADRES:

Działki w miejscowości Łącut położone przy ul. Traugutta i ul. Mościckiego.
Obręb ewidencyjny: 1 - Łącut
Jednostka ewidencyjna: 181001_1 Łącut

INWESTOR:

MIASTO ŁAŃCUT
37-100 ŁAŃCUT, PLAC SOBIESKIEGO 18

| | | | | |
|-------------|------------------|-----------------------|---|--------|
| PROJEKTOWAŁ | BRANŻA SANITARNA | DATA: WRZESIEŃ 2014r. | mgr inż. Paweł WALCZAK upr. proj. nr: MAP/0549/POOS/12 | PODPIS |
| SPRAWDZIŁ | | | mgr inż. Elżbieta WĄŻ upr. proj. nr MAP/0260/POOS/13 | PODPIS |

Lisia Góra, wrzesień 2014r.

SIEĆ WODOCIĄGOWA

OPINIA GEOTECHNICZNA OBIEKTU BUDOWLANEGO - WODOCIĄG

Teren badań pod względem geologicznym znajduje się w obrębie jednostki geologicznej – Zapadliska Przedkarpackiego. Jest ono zbudowane z utworów trzeciorzędowych reprezentowanych przez iły krakowieckie. Na tych utworach bezpośrednio zalegają utwory czwartorzędowe reprezentowane przez pospółki i żwiry, na których zalegają piaski średnie, drobne i pylaste oraz pyły i gliny pylaste. Na badanym terenie stwierdzono występowanie głównie pyłów i glin pylastych miejscami z domieszką gruntów organicznych.

W trakcie wykonywania wierceń badawczych napotkano zwierciadło wody gruntowej w rejonie planowanego posadowienia przepompowni ścieków na głębokości 1,5m ppt. które ustabilizowało się 0,3m powyżej głębokości nawiercenia, co świadczy o jego niewielkiej wydajności.

Prace wiertnicze wykonywane były w lecie po okresie niewielkiej ilości opadów atmosferycznych. Należy zaznaczyć, że w okresie nasilenia opadów atmosferycznych lub roztopów wiosennych w warstwie gruntów piaszczystych na stropie gruntów spoistych może okresowo tworzyć się poziom wodonośny, który w okresach bezopadowych będzie całkowicie zanikał.

Z uwagi na możliwość natrafienia w czasie prac ziemnych na stop starszego podłoża należy dokładnie określić głębokość i długość jego występowania oraz sposób urabiania. Dane te należy określić komisyjnie przy udziale kierownika budowy, inspektora nadzoru z ramienia Inwestora oraz geologa dokonując wpisu w książce budowy.

Po przeprowadzeniu analizy materiałów stwierdza się, że teren pod względem morfologicznym jest mało urozmaicony. Warunki gruntowe zalicza się do warunków prostych.

Parametry te pozwalają na wykonanie robót ziemnych i montażowych w sposób nieskomplikowany, prosty, bez użycia nietypowego sprzętu budowlanego. Warunki gruntowe oraz technologia wykonania robót budowlanych nie są skomplikowane.

Są to grunty o wysokiej nośności. Z tego względu posadowienie rurociągu na zaprojektowanej trasie nie będzie wymagało dodatkowego wzmocnienia podłoża pod rurociągi. Biorąc pod uwagę powyższe, na terenie objętym inwestycją, nie ma możliwości wystąpienia niekorzystnych zjawisk geologicznych. Nie przewiduje się wystąpienia negatywnych oddziaływań budowli na teren przyległy zarówno w kontekście przenoszenia odkształceń jak i drgań.

Na podstawie badań geotechnicznych można stwierdzić, iż teren w obrębie inwestycji jest mało urozmaicony pod względem morfologicznym, którego charakteryzują proste warunki gruntowe. Pod względem geologicznym teren badań położony jest w obrębie Zapadliska Przedkarpackiego. Do ustaleń głębokości projektowanych kolektorów kanalizacji sanitarnej wg analizy i warunków hydrogeologicznych dla tego regionu stwierdza się występowania wód gruntowych, w projekcie przewiduje się odwodnienie wykopów z zastosowaniem igłofiltrów.

Rurociągi posadowione zostaną poniżej strefy przemarzania.

Na podstawie zebranych informacji w terenie, badań geologicznych wykonanych w latach poprzednich dla tego regionu, ziemnych robót kubaturowych oraz liniowych stwierdza się, iż warunki gruntowe są proste, co stwarza korzystne warunki dla realizacji inwestycji, co pozwoliło ustalić kategorię geotechniczną dla tego obiektu.

Określono drugą kategorię geotechniczną dla budowy niniejszego odcinka sieci wodociągowej przy ul. Traugutta i Mościckiego w m. Łańcut.

Sieć wodociągową zaprojektowano z rur PE. Rury te spełniają wszystkie wymagania

jakościowe norm krajowych. Obecnie uważa się, że przewody z PE przy poprawnym ich ułożeniu w gruncie, gdzie rury te nie są narażone na działania promieni UV i nie występują wysokie różnice temperatur, co mogłoby być powodem przyspieszonego procesu ich starzenia, są bardzo trwałe. Połączenia doczołowe są łatwe w montażu, co daje gwarancję szczelności przewodów, ryzyko przedostania się wody przesyłowej do gruntu jest znikoma/infiltracja/oraz/eksfiltracja/. Przy dobrej organizacji robót ziemnych można często nawet na terenach o płytkim poziomie wód gruntowych ograniczyć odwadnianie terenu i szybko przeprowadzić prace montażowe oraz częściowo zasypać wykopu. Na terenach o małej nośności gruntu nie jest konieczne fundamentowanie podłoża przewodu, lecz możliwa jest wymiana gruntu w strefie ułożenia przewodu /około 20 cm dookoła przewodu/ na grunt o dobrej zdolności do zagęszczania i zabezpieczenie tego gruntu geotkaninami przed przenikaniem drobnych pylistych frakcji z gruntu rodzimego, w celu niedopuszczenia do przemieszczania się przewodu z PE. Rury te są całkowicie odporne na oddziaływanie występujące w naturalnych warunkach gruntowych oraz różnych związków występujących w wodach gruntowych i z tego względu nie wymagają żadnych zabezpieczeń oraz charakteryzują się wysoką odpornością na ścieranie ścianek. Podstawowym przeznaczeniem tego systemu jest doprowadzenie wody pod ciśnieniem o temperaturze ok. 20°C /wody zimnej/ służącej do konsumpcji i do celów ogólnych poprzez podziemne przewody wodociągowe oraz przesyłania wody. Przewody układane w gruncie są tak zaprojektowane, że uwzględniają obciążenia zewnętrzne i wewnętrzne występujące podczas budowy i eksploatacji, bez niebezpieczeństwa spełnianych funkcji poprzez nadmierne odkształcenia i utratę szczelności oraz nie stwarzają zagrożenia dla środowiska. Wg. obliczeń hydraulicznych przewodów wynika, że sztywność obwodowa rur ma szczególne znaczenie przy rurach układanych w gruncie pracujących bezciśnieniowo, ponieważ wskutek nacisku gruntu ulegają one odkształceniu. Odkształcenie rur zależy od odpowiedniego zagęszczania gruntu w strefie ułożenia przewodu, modułu sprężystości gruntu, naporu gruntu i obciążenia od ruchu kołowego na powierzchni terenu.

Realizacja niniejszej inwestycji nie będzie miała ujemnego wpływu na poszczególne czynniki środowiska. Ukształtowanie terenu nie ulegnie zmianie, a po wykonaniu wszystkich czynności wyszczególnionych w niniejszym opracowaniu teren zostanie przywrócony do stanu pierwotnego. Powyższe rozwiązania technologiczne, które są zawarte w dokumentacji projektowej, gwarantują bezawaryjną pracę i inwestycja nie będzie ujemnie oddziaływać na środowisko.

Projektował:

mgr inż. Paweł Walczak

Sprawdził:

mgr inż. Elżbieta Wąż

Lisia Góra, wrzesień 2014r.

PROJEKT GEOTECHNICZNY

Spis zawartości opracowania

1. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie **Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.**
2. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych. .. **Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.**
3. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa dla obliczeń geotechnicznych. ...**Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.**
4. Określenie oddziaływań gruntu..... **Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.**
5. Przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego. **Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.**
6. Określenie nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności. **Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.**
7. Ustalenie danych potrzebnych do zaprojektowania obiektów. **Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.**
8. Specyfikacja badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych. . **Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.**
9. Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany i sposobu przeciwdziałania tym zagrożeniom. **Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.**
10. Określenie zakresu niezbędnego monitorowania wybudowanego obiektu budowlanego, obiektów sąsiadujących i otaczającego gruntu. **Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.**

1. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie.

Procesy zmiany właściwości podłoża gruntowego rozpoczną się w zasadzie w chwili rozpoczęcia robót budowlanych i będą trwały do ich zakończenia oraz w trakcie eksploatacji.

Teren badań pod względem geologicznym znajduje się w obrębie jednostki geologicznej – Zapadliska Przedkarpackiego. Jest ono zbudowane z utworów trzeciorzędowych reprezentowanych przez iły krakowieckie. Na tych utworach bezpośrednio zalegają utwory czwartorzędowe reprezentowane przez pospółki i żwiry, na których zalegają piaski średnie, drobne i pylaste oraz pyły i gliny pylaste. Na badanym terenie stwierdzono występowanie głównie pyłów i glin pylastych miejscami z domieszką gruntów organicznych.

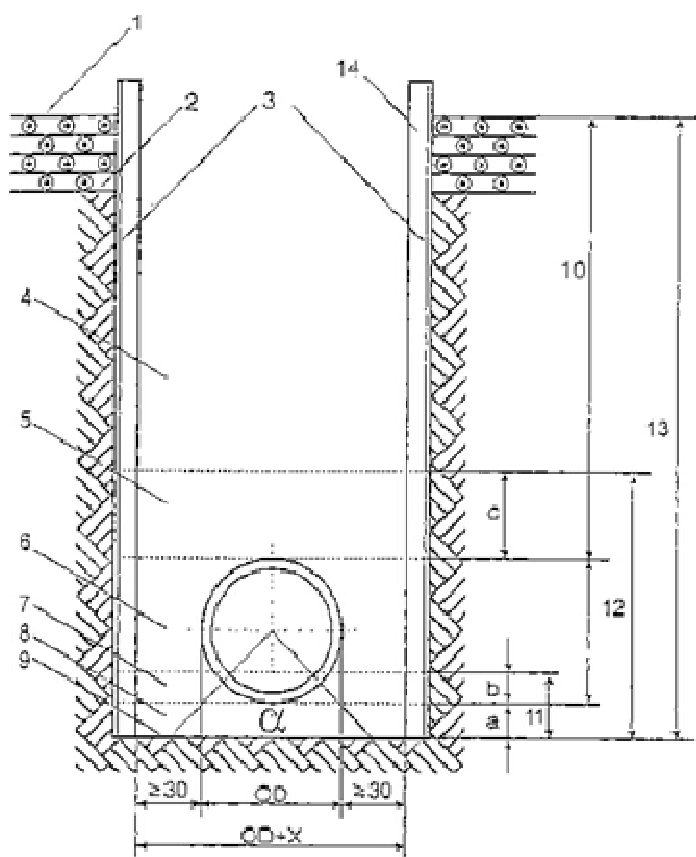
W trakcie wykonywania wierceń badawczych napotkano zwierciadło wody gruntowej na głębokości 1,5m ppt. które ustabilizowało się 0,3m powyżej głębokości nawiercenia co świadczy o jego niewielkiej wydajności.

Prace wiertnicze wykonywane były w lecie po okresie niewielkiej ilości opadów atmosferycznych. Należy zaznaczyć, że w okresie nasilenia opadów atmosferycznych lub roztopów wiosennych w warstwie gruntów piaszczystych na stropie gruntów spoistych może okresowo tworzyć się poziom wodonośny, który w okresach bezopadowych będzie całkowicie zanikał.

Na terenie planowanej inwestycji nie stwierdza się niekorzystnych zmian wywołanych przez procesy geodynamiczne.

Procesy, jakie mogą zachodzić w trakcie wykonywania prac budowlanych, a także w późniejszym czasie podczas eksploatacji mogą wpływać na właściwości podłoża gruntowego tj. może nastąpić konsolidacja i osiadanie gruntu w wyniku obciążenia pochodzącego od ciężaru samej inwestycji, a także zmianę rozkładu sił działających na terenie, na którym planowana jest inwestycja. Przeciwdziałaniem takim niekorzystnym zmianom jest zastosowanie rozwiązań projektowych zapobiegających nierównomiernemu osiadaniu gruntu tj. odcinki przewodów wodociągu zostaną prawidłowo i szczelnie połączone ze sobą, zgodnie z zaleceniami producenta rur i innych elementów oraz zastosowanie podsypki i obsypki rurociągów. Zasyпка i obsypka zostanie wykonana z gruntu piaszczystego, prawidłowo zagęszczonego.

Innym procesem mogącym zachodzić w trakcie wykonywania robót budowlanych jest zmiana parametrów stateczności ośrodka gruntowego. Taka sytuacja może zaistnieć, gdy pozostawione zostaną niezabezpieczone wykopu na dłuższy czas, może to spowodować obrywanie się mas gruntu. Projektuje się zabezpieczenie wykopów tj. ażurowe umocnienie ścian za pomocą wyprasek, przy głębszych wykopach oraz w gruntach nawodnionych za pomocą grodzic, a także przewiduje się użycie umocnień przesuwanych typu „box”.



14. Obudowa

$$a+b \geq 10 \text{ cm}$$

$$c \geq 30 \text{ cm}$$

rys. - Warstwy gruntu:

1. Powierzchnia terenu
2. Spód drogi
3. Ściany wykopu
4. Zasyпка główna
5. Zasyпка wstępna
6. Obsypka
7. Podsypka górna
8. Podsypka dolna
9. Dno wykopu
10. Grubość przykrycia
11. Grubość podsypki
12. Wysokość strefy ułożenia przewodu
13. Głębokość wykopu

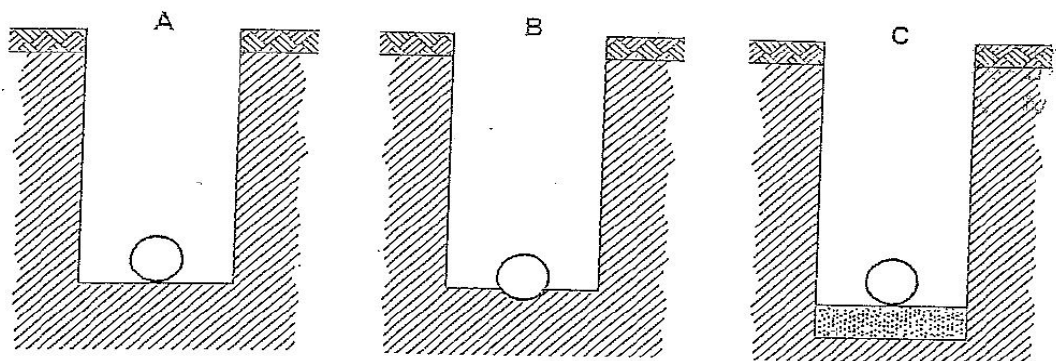
Zgodnie z opracowaną opinią geotechniczną, wiadomo jaki rodzaj gruntu występuje. W zależności od rodzaju gruntu rodzimego rurociągi mogą być układane bezpośrednio na wyprofilowanym dnie wykopu lub na odpowiednio przygotowanym podłożu. Najczęściej ten sam rodzaj gruntu stosuje się na podsypkę dolną /znajdącą się pod dnem przewodu/, podsypkę górną /znajdącą się pod dolną częścią podpierającą przewód na obwodzie 120º/, obsypką /warstwa do grzbietu przewodu/ i zasypką wstępną /warstwa wypełniającą nad wierzchem rury/.

Wszystkie te warstwy gruntu stanowią strefę osadzenia /ułożenia/ przewodu jak pokazano na powyższym rysunku.

Przy wykonywaniu podłoża oraz wykonaniu strefy osadzenia przewodu /wokół rury do wysokości około 20-30 cm ponad grzbiet rury na nienaruszonym gruncie na całej szerokości/ wystąpią następujące przypadki:

- A. Grunt w wykopie nadaje się do bezpośredniego ułożenia przewodu, który ma wysoką sztywność obwodową, na nie naruszonym, dobrze wyrównanym, płaskim podłożu, podsypka górna, osypka, zasyпка wstępna może być wykonana z wyselekcjonowanego gruntu rodzimego przy odpowiednim nadzorze robót ziemnych;
- B. Grunt na dnie wykopu nadaje się do uformowania w taki sposób, że przewód może mieć zapewnione podparcie na spodzie rury. Dno wykopu stanowi podsypkę dolną i część podsypki górnej;

C. Dno wykopu ze względu na występowanie w niektórych miejscach gruntów twardych i skalistych z występującymi ostrymi kamieniami, wymaga wykonania podsypki z materiału dostarczonego z zewnątrz. Należy wykonać wykop głębszy o ok. 10 cm i wypełnić go podsypką dolną. Dot. to szczególnie wystąpienia warstwy wodonośnej.



Analizując Normy Polskie - określenia, podział i opis gruntów ujętych w normie PN-B-02480 oraz ogólne wymagania dla materiałów gruntowych stosowanych na podsypkę, obsypkę i zasypkę wstępną dla rur PE można dokonać wg opinii geotechnicznej klasyfikację gruntów pod względem przydatności do użycia w strefie ułożenia przewodów. Dotyczy to zdolności do zagęszczania, sprężystości materiałów gruntowych granulowanych, mających wpływ na rury na wskutek parcia gruntu.

Podsypka, obsypka i zasypka wstępna w strefie ułożenia przewodów powinna być zagęszczona z zachowaniem optymalnej wilgotności gruntu ręcznym ubijakiem warstwami nie większymi niż 30cm.

W pierwszej kolejności należy zagęścić grunt po bokach przewodu poprzez "podbicie pach" jednocześnie z zagęszczonym gruntem należy w niektórych miejscach usuwać obudowę /oszalowanie/ wykopu, zwracając uwagę na staranne wypełnienie pustych przestrzeni po usuniętej obudowie, następnie należy zagęszczać grunt również ręcznie w ramach zasypki wstępnej do wysokości ok. 20 cm nad grzbietem przewodu.

Stopień zagęszczenia gruntu zależy od staranności prac oraz od zdolności gruntu do zagęszczania.

2. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych.

Obliczeniowe parametry geotechniczne dla poszczególnych warstw, w którym będzie sadowiona inwestycja zostały zamieszczone w dalszej części niniejszego opracowania „Dokumentacja badań podłoża gruntowego”.

3. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa dla obliczeń geotechnicznych.

Projektuje się odcinki sieci wodociągowej na ciśnienie PN10 typ PE100 SDR17 na podsypce piaskowej bezpośrednio w gruncie. Nie przewiduje się budowy fundamentów pod rurociągi.

4. Określenie oddziaływań gruntu.

Sposób posadowienia, typ inwestycji a także typ podłoża gruntowego minimalizuje oddziaływanie gruntu na konstrukcję projektowanej sieci.

Podstawowe oddziaływania geotechniczne gruntu to: obciążenie od ciężaru i parcia gruntu oraz parcie wody gruntowej; przemieszczenie podłoża wywołane osiadaniem. Obciążenia od ciężaru i parcia gruntu na przewody zostały uwzględnione przez producenta i mogą być pominięte w obliczeniach przy założeniu, że materiały te posiadają odpowiednie atesty. Obciążenia od parcia wody gruntowej (wypór) są zrównoważone przez nadkład zasyпки gruntowej nad przewodami. Przemieszczenia podłoża wywołane osiadaniem dotyczą zasyпки gruntowej nad przewodami i są one minimalizowane przez staranne, warstwowe zagęszczanie zasyпки.

Sieć wodociągową zaprojektowano z rur PE łączona za pomocą zgrzewania doczołowego. Są to rury ciśnieniowe o średnicach zewnętrznych/ d_n / wraz z odpowiednim asortymentem kształtek przeznaczonych głównie do budowy rurociągów układanych w gruncie. Rury te spełniają wszystkie wymagania jakościowe norm krajowych. Dla systemów przewodów wodociągowych w gruncie obliczenia i doświadczenia w produkcji tych rur zakładają, że są trwałe w użytkowaniu. Obecnie uważa się, że przewody z PE przy poprawnym ich ułożeniu w gruncie, gdzie rury te nie są narażone na działania promieni UV i nie występują wysokie różnice temperatur, co mogłoby być powodem przyspieszonego procesu ich starzenia, są bardzo trwałe. Połączenia doczołowe są łatwe w montażu, co daje gwarancję szczelności przewodów, ryzyko przedostania się wody przesyłowej do gruntu jest znikoma/infiltracja/oraz/eksfiltracja/. Przy dobrej organizacji robót ziemnych można często nawet na terenach o płytkim poziomie wód gruntowych ograniczyć odwadnianie terenu i szybko przeprowadzić prace montażowe oraz częściowo zasypać wykopy. Na terenach o małej nośności gruntu nie jest konieczne fundamentowanie podłoża przewodu, lecz możliwa jest wymiana gruntu w strefie ułożenia przewodu /około 20 cm dookoła przewodu/ na grunt o dobrej zdolności do zagęszczania i zabezpieczenie tego gruntu geotkaninami przed przenikaniem drobnych pylistych frakcji z gruntu rodzimego, w celu niedopuszczenia do przemieszczania się przewodu z PE. Rury te są całkowicie odporne na oddziaływanie występujące w naturalnych warunkach gruntowych oraz różnych związków występujących w wodach gruntowych i z tego względu nie wymagają żadnych zabezpieczeń oraz charakteryzują się wysoką odpornością na ścieranie ścianek. Podstawowym przeznaczeniem tego systemu jest doprowadzenie wody pod ciśnieniem o temperaturze ok. 20°C /wody zimnej/ służącej do konsumpcji i do celów ogólnych poprzez podziemne przewody wodociągowe oraz przesyłania wody, a także do odbioru ścieków bytowo gospodarczych. Przewody układane w gruncie są tak zaprojektowane, że uwzględniają obciążenia zewnętrzne i wewnętrzne występujące podczas budowy i eksploatacji, bez niebezpieczeństwa spełnianych funkcji poprzez nadmierne odkształcenia i utratę szczelności oraz nie stwarzają zagrożenia dla środowiska. Wg. obliczeń hydraulicznych przewodów wynika, że sztywność obwodowa rur ma szczególne znaczenie przy rurach układanych w gruncie pracujących bezciśnieniowo, ponieważ wskutek nacisku gruntu ulegają one odkształceniu. Odkształcenie rur zależy od odpowiedniego zagęszczania gruntu w strefie ułożenia przewodu, modułu sprężystości gruntu, naporu gruntu i obciążenia od ruchu kołowego na powierzchni terenu.

Rury z tworzyw termoplastycznych /PVC,PE/ zaliczane są do materiałów elastycznych, które pod wpływem obciążeń parcia gruntu ulegają odkształceniom. Przy obciążeniach pionowych, średnica rury /w pionie/ ulega zmniejszeniu o wartość ugięcia. Odkształcająca się rura w pionie zwiększa swój wymiar w płaszczyźnie poziomej, wywierając nacisk na otaczający

ją grunt, który na zasadzie reakcji w ramach sprężystości własnej przeciwdziała powstającym odkształceniom i zmniejsza naprężenia zginające w ścianie rury. Ta reakcja gruntu zależy od rodzaju gruntu i stopnia jego zagęszczenia. Im większa będzie sprężystość gruntu, tym mniejsze będzie odkształcenie rury w wyniku działania sił pionowych. Dlatego bardzo ważnym czynnikiem przy prowadzeniu prac ziemnych jest rodzaj gruntu w strefie ułożenia przewodu, obejmującego przestrzeń wokół przewodu 20 cm, jak również sztywność obwodową samej rury. Zgodnie z ogólną formułą Spangler'a względne /w odniesieniu do średnicy/ ugięcie rury wyniesie 27. Z tego też względu wynika, że ugięcie rury jest zależne od sumy sztywności rury i gruntu. W celu nie przekroczenia dopuszczalnych ugięć rur ułożonych w gruncie konieczne jest użycie odpowiednio zagęszczonego gruntu w strefie ułożenia przewodu.

Obciążenie gruntem określane jest zgodnie z teorią nasypu. Nacisk zewnętrzny pochodzący od ruchu ulicznego wyznacza się zgodnie z teorią Boussinesq'a przy założonym obciążeniu osiowym 2×130 kN. Przyjęte oznaczenia.

Q-całkowite pionowe obciążenie liniowe przewodu [kN/m]

H-głębokość przykrycia /pionowa odległość między wierzchem rury, a powierzchnią rury/ [m]

d_n -średnica zewnętrzna rury [m]

D-średnica obojętna osi zginania rury [m]

$q-Q/d_n$ -całkowite obciążenie pionowe [kN/m]

δh -całkowite ugięcie pionowe rury [m]

δv -całkowite ugięcie poziome rury [m] k-wskaźnik reakcji gruntu [kN/m]

K_0 -współczynnik parcia spoczynkowego gruntu [$K_0=0.5$]

α - kąt podparcia na podsypce

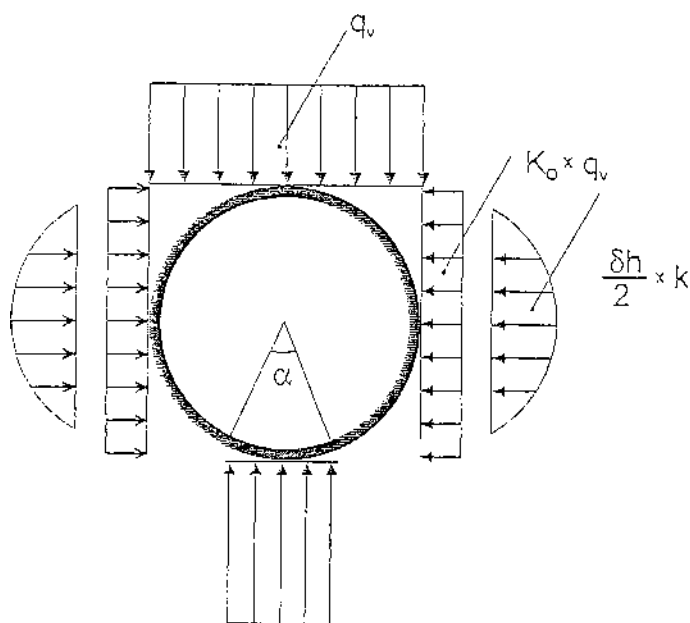
E_s' -moduł sieczny gruntu w strefie ułożenia rury [kN/m]

S_c -sztywność obwodowa rury /obliczeniowa krótkotrwała/ [kN/m]

E -moduł sprężystości /krótkotrwała/ rury [kN/m]

$I = e_n^3/12$ -moduł bezwładności przekroju poprzecznego rury E_n -nominalna grubość ścianki rury [m]

Model rozkładu nacisków przedstawiono na rys.



Obciążenia gruntem Q_s można przedstawić następująco:

$$Q_s = C' \times Q_{se}$$

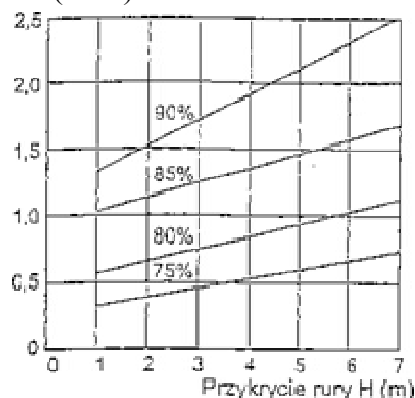
C-współczynnik sztywności układu rura/grunt

Qse-obciążenie gruntem dla rur sztywnych /maksymalne warunki obciążenia/

Można z tego względu powiedzieć, że wartość obciążenia gruntem odpowiada ciężarowi gruntu zawartego nad rurą. Jeżeli poziom wód gruntowych przewyższa poziom ułożenia rury, to wówczas obciążenie gruntem ulega zmniejszeniu o wielkość sił wyporu. Dla gruntu nawodnionego przyjęto wartość ciężaru właściwego $\gamma_{sw}=11 \text{ kN/m}^3$ w tym momencie całkowite obciążenie na rurę będzie zwiększone o siłę parcia hydrostatycznego.

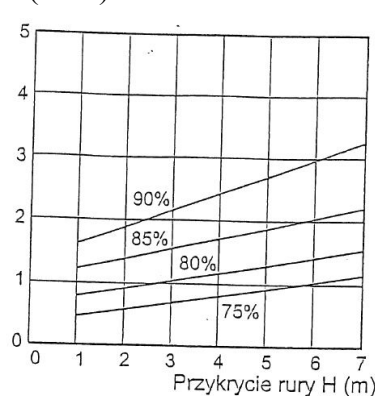
Istotnym znaczeniem dla określenia ugięcia względnego rury jest znajomość wartości modułu siecznego gruntu otaczającego rurę. Wartość ta jest określana przy różnych zagęszczeniach gruntu według zmodyfikowanej próby Proctora. Wartości te przykładowo przedstawiono na rys.

E' (MPa)



a - woda gruntowa powyżej rur

E's (MPa)

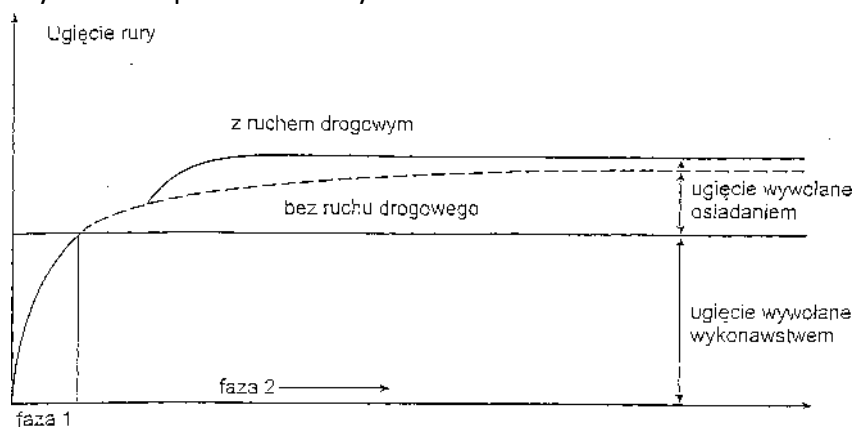


b - woda gruntowa poniżej

Ugięcie wywołane obciążeniem pionowym dla gruntu sypkiego w strefie ułożenia przewodu wynosi zazwyczaj 2 do 4 %.

Przewody ciśnieniowe spełniają kryteria projektowe, wykonawcze które zapewniają odpowiednią wytrzymałość konstrukcyjną w początkowym okresie pomiędzy ułożeniem przewodu w gruncie, a wypełnieniem go wodą pod ciśnieniem. Rozpatrywane powyżej ugięcia rur dotyczyły wartości uzyskiwanych bezpośrednio po zakończeniu prac montażowych i wykonaniu pełnej zasyпки przewodów.

Zmiany ugięcia rury w czasie pokazano na rys.



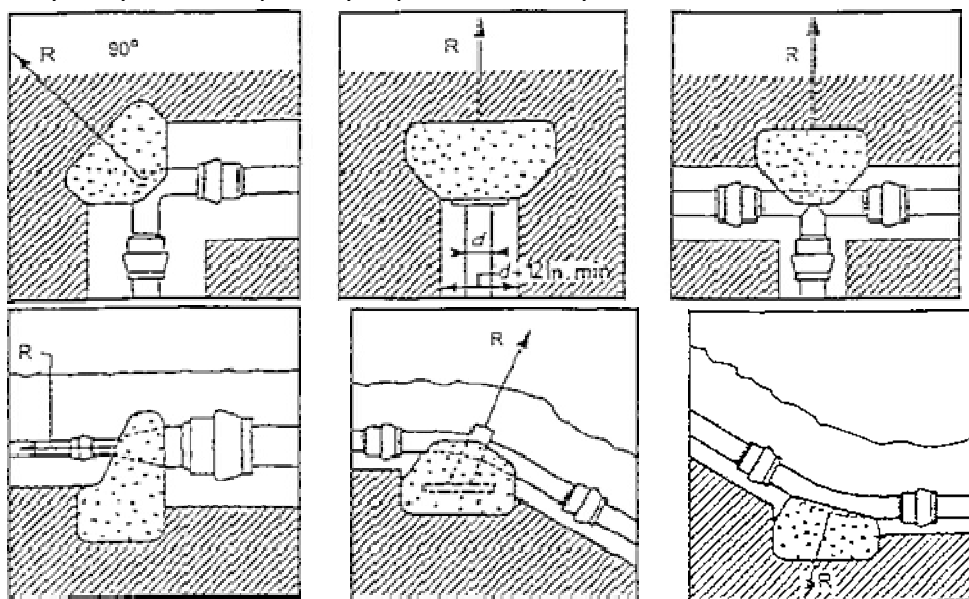
Zmiany ugięcia rury w czasie

Projekt Budowlany przewiduje i określa przewody, jakie winny być stosowane na obciążenia, które mogą występować podczas budowy i eksploatacji, bez szkody dla prawidłowości działania systemu i dla środowiska naturalnego. Obciążenie gruntem jest uzależnione od ciężaru

właściwego gruntu. Zgodnie przeprowadzonymi badaniami przyjmuje się ciężar właściwy gruntu nie nawodnionego 18-19 [kN/m³], a dla gruntu poniżej wód gruntowych 11 [kN/m³].

Rury ciśnieniowe z PE nie mają zdolności przenoszenia sił poosiowych wywołanych ciśnieniem występującym w rurze. Przeciwstawieniem tych sił może być reakcja gruntu. Miejscami niebezpiecznymi będą występujące na trasie przewodu zaślepki, trójniki, redukcje, łuki i zawory. Na prostych odcinkach przewodów siły poosiowe są nieznaczne. Na łukach powinny być użyte betonowe bloki oporowe, przygotowane w postaci gotowych prefabrykatów. Wielkości sił poosiowych /w kN/ jakie mogą działać na zaślepiiony koniec przewodu /zaślepka, trójnik, zawór/ oraz siły jakie wystąpią na łukach /kolanach/ przedstawiono w dalszej części w tabeli.

Przykłady bloków oporowych pokazano na rys.



Wielkości sił poosiowych i promieniowych występujące w przewodach ciśnieniowych

| Nominalna średnica zewnętrzna rury dn | Siła działająca na zaślepiiony koniec kN/bar | Siła promieniowa działająca na łuk o kącie kN/bar | | | | | |
|---------------------------------------|--|---|------|------|------|-------|------|
| | | 90° | 60° | 45° | 30° | 22,5° | 11° |
| 90 | 0,64 | 0,90 | 0,64 | 0,49 | 0,33 | 0,25 | 0,12 |
| 110 | 0,95 | 1,34 | 0,95 | 0,73 | 0,50 | 0,37 | 0,19 |
| 160 | 2,01 | 2,84 | 2,01 | 1,54 | 1,04 | 0,78 | 0,39 |
| 225 | 3,9 S | 5,62 | 3,98 | 3,04 | 2,06 | 1,55 | 0,78 |

Dla powierzchni bloków oporowych przyjęto nośność gruntu 180 [kN/m²] dla ciśnienia podniesionego od nominalnego o 50%/PNx 1.5/ze względu na wyższe ciśnienie w czasie prób szczelności.

Zgodnie z PN betonowe bloki powinny spełniać następujące warunki:

- bloki powinny mieć izolacje od strony przewodu;
- ściany oporowe bloków powinny przylegać do nienaruszonego /dobrze zagęszczonego/ gruntu i zapewniać skuteczność bloku;

-sposób i rodzaj zabezpieczenia bloku oporowego przed korozją powinien odpowiadać rodzajowi i stopniowi agresywności środowiska.

5. Przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego.

Wszelkie dane oraz parametry podłoża gruntowego dla poszczególnych warstw, w którym będzie posadowiona inwestycja zostały zamieszczone w dalszej części niniejszego opracowania tj. „Dokumentacja badań podłoża gruntowego”.

6. Określenie nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności.

Niniejsza inwestycja jest inwestycją liniową. Grunt, w których zostanie posadowiona cechuje się dobrymi parametrami geotechnicznymi i w niewielkim stopniu jest podatny na oddziaływanie tego typu inwestycji.

Z opinii geotechnicznej wynika, że teren pod względem morfologicznym jest mało urozmaicony. Warunki gruntowe zalicza się do warunków prostych.

Parametry te pozwalają na wykonanie robót ziemnych i montażowych w sposób nieskomplikowany, prosty, bez użycia nietypowego sprzętu budowlanego. Warunki gruntowe oraz technologia wykonania robót budowlanych nie są skomplikowane.

Są to grunty o wysokiej nośności. Z tego względu posadowienie rurociągu na zaprojektowanej trasie nie będzie wymagało dodatkowego wzmocnienia podłoża pod rurociągi. Biorąc pod uwagę powyższe, na terenie objętym inwestycją, nie ma możliwości wystąpienia niekorzystnych zjawisk geologicznych. Nie przewiduje się wystąpienia negatywnych oddziaływań budowli na teren przyległy zarówno w kontekście przenoszenia odkształceń jak i drgań.

Z uwagi na fakt, iż obciążenia dodatkowe wynikające z budowy sieci nie będą większe od dotychczasowych obciążeń pochodzących od gruntu, nie przewiduje się wykonywania dodatkowych obliczeń nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności.

7. Ustalenie danych potrzebnych do zaprojektowania obiektów.

Niezbędne dane, jakie potrzebne są do projektowania tego typu obiektu pod względem geotechnicznym to: rodzaj podłoża gruntowego oraz występowanie wód gruntowych. Te informacje zawarte są w dalszej części niniejszego tomu: „Dokumentacja badań podłoża gruntowego”.

8. Specyfikacja badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych.

Roboty ziemne należy wykonywać zgodnie z obowiązującymi normami z zachowaniem warunków bezpieczeństwa i uwzględnieniem warunków geotechnicznych przedstawionych w części: „Dokumentacja badań podłoża gruntowego”.

Należy przeprowadzić następujące badania niezbędne do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych: odbiór geotechniczny podłoża w dnie wykopów budowlanych oraz kontrola zagęszczenia zasyпки nad przewodami przy użyciu płyty dynamicznej lub sondy dynamicznej.

Z uwagi na możliwość natrafienia w czasie prac ziemnych na stop starszego podłoża należy dokładnie określić głębokość i długość jego występowania oraz sposób urabiania. Dane te należy określić komisyjnie przy udziale kierownika budowy, inspektora nadzoru z ramienia Inwestora oraz geologa dokonując wpisu w książce budowy.

9. Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany i sposobu przeciwdziałania tym zagrożeniom.

Z uwagi na fakt, iż w trakcie prowadzonych badań geologicznych natrafiono na występowanie wód gruntowych do głębokości przewidywanego posadowienia rurociągów, przewiduje się odwodnienie wykopów za pomocą igłofiltrów. W sytuacji, gdy prace wykonywane będą w okresie zwiększonych opadów atmosferycznych lub w czasie roztopów wiosennych należy odpowiednio przewidzieć większą ilość igłofiltrów.

Wszystkie obiekty projektowanych sieci są odpowiednio zaizolowane i przystosowane do kontaktu z wodą gruntową. Zagrożeniem jest możliwość wypłukania gruntu – sufozja (w wypadku nieszczelności) i jego przenoszenia oraz składowania – kolmatacja. W celu przeciwdziałaniu temu zagrożeniu należy dokładnie skontrolować wszystkie połączenia sieci przed ich zasypaniem gruntem. Nie przewiduje się wykonywania dodatkowych badań agresywności wód gruntowych w stosunku do betonu.

10. Określenie zakresu niezbędnego monitorowania wybudowanego obiektu budowlanego, obiektów sąsiadujących i otaczającego gruntu.

Nie przewiduje się specjalnego monitorowania obiektu. W trakcie budowy, w przypadku wystąpienia jakichkolwiek niekorzystnych zjawisk o charakterze geodynamicznym lub innych, mogących spowodować zagrożenie dla konstrukcji inwestycji, kierownik budowy powinien niezwłocznie zawiadomić Projektanta w celu ustalenia dalszego postępowania. Po wykonaniu inwestycji nie przewiduje się wpływu realizacji na budynki sąsiednie, a tym samym prowadzenia specjalnego monitoringu tych budynków.

Niniejsze opracowanie jest zgodne z Rozporządzeniem Ministra Transportu Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. 212 nr 0, poz. 463) oraz normą Eurokod 7 – PN-EN 1997-1:2008 – Projektowanie geotechniczne.

Projektował:

mgr inż. Paweł Walczak

Sprawdził:

mgr inż. Elżbieta Wąż

Lisia Góra, wrzesień 2014r.

SIEĆ KANALIZACJI SANITARNEJ

OPINIA GEOTECHNICZNA OBIEKTU BUDOWLANEGO - KANALIZACJA

Teren badań pod względem geologicznym znajduje się w obrębie jednostki geologicznej – Zapadliska Przedkarpackiego. Jest ono zbudowane z utworów trzeciorzędowych reprezentowanych przez iły krakowieckie. Na tych utworach bezpośrednio zalegają utwory czwartorzędowe reprezentowane przez pospółki i żwiry, na których zalegają piaski średnie, drobne i pylaste oraz pyły i gliny pylaste. Na badanym terenie stwierdzono występowanie głównie pyłów i glin pylastych miejscami z domieszką gruntów organicznych.

W trakcie wykonywania wierceń badawczych napotkano zwierciadło wody gruntowej w rejonie planowanego posadowienia przepompowni ścieków na głębokości 1,5m ppt. które ustabilizowało się 0,3m powyżej głębokości nawiercenia, co świadczy o jego niewielkiej wydajności.

Prace wiertnicze wykonywane były w lecie po okresie niewielkiej ilości opadów atmosferycznych. Należy zaznaczyć, że w okresie nasilenia opadów atmosferycznych lub roztopów wiosennych w warstwie gruntów piaszczystych na stropie gruntów spoistych może okresowo tworzyć się poziom wodonośny, który w okresach bezopadowych będzie całkowicie zanikał.

Z uwagi na możliwość natrafienia w czasie prac ziemnych na stop starszego podłoża należy dokładnie określić głębokość i długość jego występowania oraz sposób urabiania. Dane te należy określić komisyjnie przy udziale kierownika budowy, inspektora nadzoru z ramienia Inwestora oraz geologa dokonując wpisu w książce budowy.

Po przeprowadzeniu analizy materiałów stwierdza się, że teren pod względem morfologicznym jest mało urozmaicony. Warunki gruntowe zalicza się do warunków prostych.

Parametry te pozwalają na wykonanie robót ziemnych i montażowych w sposób nieskomplikowany, prosty, bez użycia nietypowego sprzętu budowlanego. Warunki gruntowe oraz technologia wykonania robót budowlanych nie są skomplikowane.

Są to grunty o wysokiej nośności. Z tego względu posadowienie rurociągu na zaprojektowanej trasie nie będzie wymagało dodatkowego wzmocnienia podłoża pod rurociągi. Biorąc pod uwagę powyższe, na terenie objętym inwestycją, nie ma możliwości wystąpienia niekorzystnych zjawisk geologicznych. Nie przewiduje się wystąpienia negatywnych oddziaływań budowlanych na teren przyległy zarówno w kontekście przenoszenia odkształceń jak i drgań.

Na podstawie badań geotechnicznych można stwierdzić, iż teren w obrębie inwestycji jest mało urozmaicony pod względem morfologicznym, którego charakteryzują proste warunki gruntowe. Pod względem geologicznym teren badań położony jest w obrębie Zapadliska Przedkarpackiego. Do ustaleń głębokości projektowanych kolektorów kanalizacji sanitarnej wg analizy i warunków hydrogeologicznych dla tego regionu stwierdza się występowania wód gruntowych, w projekcie przewiduje się odwodnienie wykopów z zastosowaniem igłofiltrów.

Rurociągi posadowione zostaną poniżej strefy przemarzania.

Na podstawie zebranych informacji w terenie, badań geologicznych wykonanych w latach poprzednich dla tego regionu, ziemnych robót kubaturowych oraz liniowych stwierdza się, iż warunki gruntowe są proste, co stwarza korzystne warunki dla realizacji inwestycji, co pozwoliło ustalić kategorię geotechniczną dla tego obiektu.

Określono drugą kategorię geotechniczną dla budowy niniejszego odcinka sieci wodociągowej przy ul. Traugutta i Mościckiego w m. Łańcut.

Sieć kanalizacyjna grawitacyjna została zaprojektowana z rur z litego PVC łączonych za

pomocą uszczelkek gumowych, natomiast ciśnieniowa z PE typ PE100 SDR17. Rury te spełniają wszystkie wymagania jakościowe norm krajowych. Dla systemów przewodów kanalizacyjnych w gruncie obliczenia i doświadczenia w produkcji tych rur zakładają, że są trwałe w użytkowaniu. Obecnie uważa się, że przewody z PVC i PE przy poprawnym ich ułożeniu w gruncie, gdzie rury te nie są narażone na działania promieni UV i nie występują wysokie różnice temperatur, co mogłoby być powodem przyśpieszonego procesu ich starzenia, są bardzo trwałe. Połączenia doczołowe są łatwe w montażu, co daje gwarancję szczelności przewodów, ryzyko przedostania się wody przesyłowej do gruntu jest znikoma/infiltracja/oraz/eksfiltracja/. Przy dobrej organizacji robót ziemnych można często nawet na terenach o płytkim poziomie wód gruntowych ograniczyć odwadnianie terenu i szybko przeprowadzić prace montażowe oraz częściowo zasypać wykopy. Na terenach o małej nośności gruntu nie jest konieczne fundamentowanie podłoża przewodu, lecz możliwa jest wymiana gruntu w strefie ułożenia przewodu /około 30 cm dookoła przewodu/ na grunt o dobrej zdolności do zagęszczania i zabezpieczenie tego gruntu geotkaninami przed przenikaniem drobnych pylistych frakcji z gruntu rodzimego, w celu niedopuszczenia do przemieszczania się przewodu z PVC i PE. Rury te są całkowicie odporne na oddziaływanie występujące w naturalnych warunkach gruntowych oraz różnych związków występujących w wodach gruntowych i z tego względu nie wymagają żadnych zabezpieczeń oraz charakteryzują się wysoką odpornością na ścieranie ścianek. Podstawowym przeznaczeniem tego systemu jest odbiór ścieków bytowo gospodarczych. Przewody układane w gruncie są tak zaprojektowane, że uwzględniają obciążenia zewnętrzne i wewnętrzne występujące podczas budowy i eksploatacji, bez niebezpieczeństwa spełnianych funkcji poprzez nadmierne odkształcenia i utratę szczelności oraz nie stwarzają zagrożenia dla środowiska. Wg. obliczeń hydraulicznych przewodów wynika, że sztywność obwodowa rur ma szczególne znaczenie przy rurach układanych w gruncie pracujących bezciśnieniowo, ponieważ wskutek nacisku gruntu ulegają one odkształceniu. Odkształcenie rur zależy od odpowiedniego zagęszczania gruntu w strefie ułożenia przewodu, modułu sprężystości gruntu, naporu gruntu i obciążenia od ruchu kołowego na powierzchni terenu.

Realizacja niniejszej inwestycji nie będzie miała ujemnego wpływu na poszczególne czynniki środowiska. Ukształtowanie terenu nie ulegnie zmianie, a po wykonaniu wszystkich czynności wyszczególnionych w niniejszym opracowaniu teren zostanie przywrócony do stanu pierwotnego. Powyższe rozwiązania technologiczne, które są zawarte w dokumentacji projektowej, gwarantują bezawaryjną pracę i inwestycja nie będzie ujemnie oddziaływać na środowisko.

Projektował:

mgr inż. Paweł Walczak

Sprawdził:

mgr inż. Elżbieta Wąż

Lisia Góra, wrzesień 2014r.

PROJEKT GEOTECHNICZNY

Spis zawartości opracowania

| | |
|--|----|
| 1. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie. | 19 |
| 2. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych. | 21 |
| 3. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa dla obliczeń geotechnicznych. | 21 |
| 4. Określenie oddziaływań gruntu. | 21 |
| 5. Przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego. | 26 |
| 6. Określenie nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności. | 26 |
| 7. Ustalenie danych potrzebnych do zaprojektowania obiektów. | 26 |
| 8. Specyfikacja badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych. | 26 |
| 9. Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany i sposobu przeciwdziałania tym zagrożeniom. | 27 |
| 10. Określenie zakresu niezbędnego monitorowania wybudowanego obiektu budowlanego, obiektów sąsiadujących i otaczającego gruntu. | 27 |

1. Prognoza zmian właściwości podłoża gruntowego w czasie.

Procesy zmiany właściwości podłoża gruntowego rozpoczną się w zasadzie w chwili rozpoczęcia robót budowlanych i będą trwały do ich zakończenia oraz w trakcie eksploatacji.

Teren badań pod względem geologicznym znajduje się w obrębie jednostki geologicznej – Zapadliska Przedkarpackiego. Jest ono zbudowane z utworów trzeciorzędowych reprezentowanych przez iły krakowieckie. Na tych utworach bezpośrednio zalegają utwory czwartorzędowe reprezentowane przez pospółki i żwiry, na których zalegają piaski średnie, drobne i pylaste oraz pyły i gliny pylaste. Na badanym terenie stwierdzono występowanie głównie pyłów i glin pylastych miejscami z domieszką gruntów organicznych.

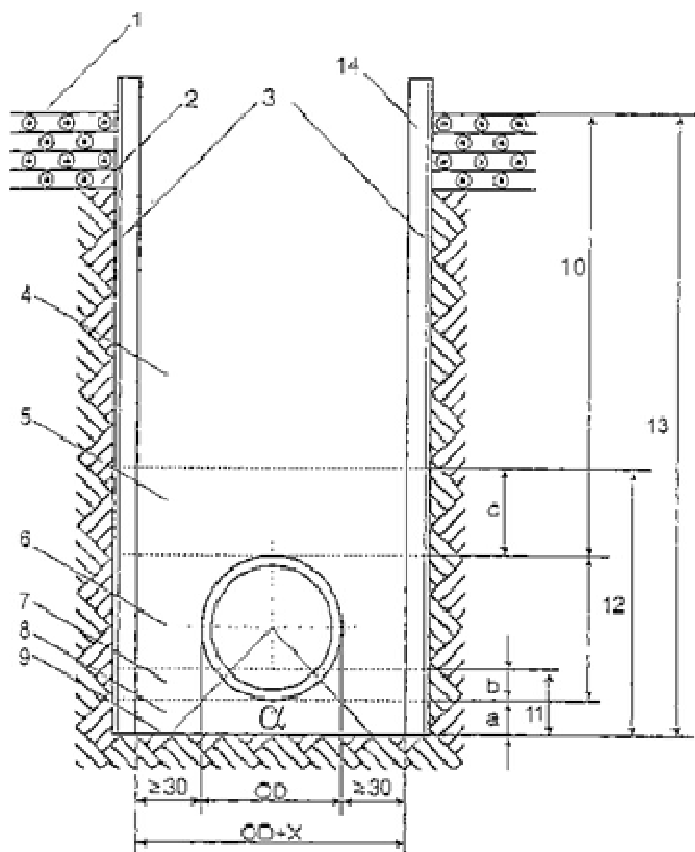
W trakcie wykonywania wierceń badawczych napotkano zwierciadło wody gruntowej na głębokości 1,5m ppt. które ustabilizowało się 0,3m powyżej głębokości nawiercenia co świadczy o jego niewielkiej wydajności.

Prace wiertnicze wykonywane były w lecie po okresie niewielkiej ilości opadów atmosferycznych. Należy zaznaczyć, że w okresie nasilenia opadów atmosferycznych lub roztopów wiosennych w warstwie gruntów piaszczystych na stropie gruntów spoistych może okresowo tworzyć się poziom wodonośny, który w okresach bezopadowych będzie całkowicie zanikał.

Na terenie planowanej inwestycji nie stwierdza się niekorzystnych zmian wywołanych przez procesy geodynamiczne.

Procesy, jakie mogą zachodzić w trakcie wykonywania prac budowlanych, a także w późniejszym czasie podczas eksploatacji mogą wpływać na właściwości podłoża gruntowego tj. może nastąpić konsolidacja i osiadanie gruntu w wyniku obciążenia pochodzącego od ciężaru samej inwestycji, a także zmianę rozkładu sił działających na terenie, na którym planowana jest inwestycja. Przeciwdziałaniem takim niekorzystnym zmianom jest zastosowanie rozwiązań projektowych zapobiegających nierównomiernemu osiadaniu gruntu tj. odcinki przewodów kanalizacji zostaną prawidłowo i szczerlnie połączone ze sobą oraz studniami rewizyjnymi, zgodnie z zaleceniami producenta rur i innych elementów oraz zastosowanie podsypki i obsypki rurociągów. Zасыпка i obsypka zostanie wykonana z gruntu piaszczystego, prawidłowo zagęszczonego.

Innym procesem mogącym zachodzić w trakcie wykonywania robót budowlanych jest zmiana parametrów stateczności ośrodka gruntowego. Taka sytuacja może zaistnieć, gdy pozostawione zostaną niezabezpieczone wykoppy na dłuższy czas, może to spowodować obrywanie się mas gruntu. Projektuje się zabezpieczenie wykopów tj. ażurowe umocnienie ścian za pomocą wyprasek, przy głębszych wykopach oraz w gruntach nawodnionych za pomocą grodzić, a także przewiduje się użycie umocnień przesuwnych typu „box”.



rys. - Warstwy gruntu:

1. Powierzchnia terenu
2. Spód drogi
3. Ściany wykopu
4. Zasyпка główna
5. Zasyпка wstępna
6. Obsypka
7. Podsyпка górna
8. Podsyпка dolna
9. Dno wykopu
10. Grubość przykrycia
11. Grubość podsyпки
12. Wysokość strefy ułożenia przewodu
13. Głębokość wykopu
14. Obudowa

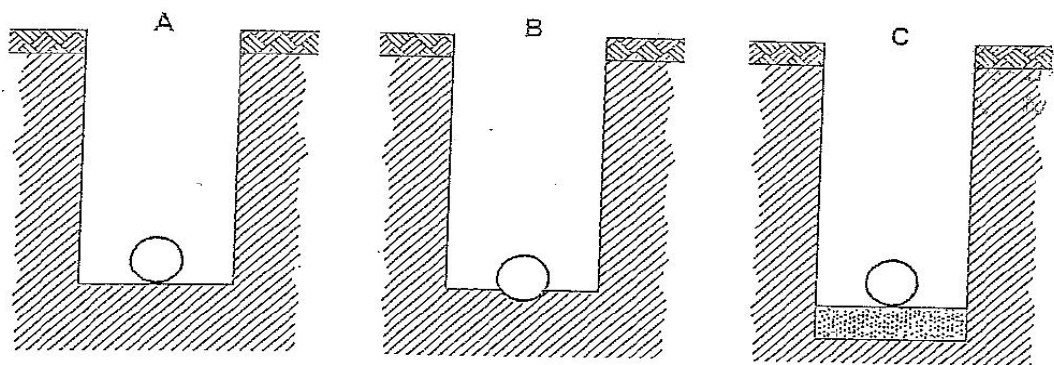
$$a+b \geq 10 \text{ cm}$$

$$c \geq 30 \text{ cm}$$

Zgodnie z opracowaną opinią geotechniczną, wiadomo jaki rodzaj gruntu występuje. W zależności od rodzaju gruntu rodzimego rurociągi mogą być układane bezpośrednio na wyprofilowanym dnie wykopu lub na odpowiednio przygotowanym podłożu. Najczęściej ten sam rodzaj gruntu stosuje się na podsypkę dolną /znajdującą się pod dnem przewodu/, podsypkę górną /znajdującą się pod dolną częścią podpierającą przewód na obwodzie 120º/, obsypką /warstwa do grzbietu przewodu/ i zasypką wstępną /warstwa wypełniająca nad wierzchem rury/. Wszystkie te warstwy gruntu stanowią strefę osadzenia /ułożenia/ przewodu jak pokazano na powyższym rysunku.

Przy wykonywaniu podłoża oraz wykonaniu strefy osadzenia przewodu /wokół rury do wysokości około 20-30 cm ponad grzbiet rury na nienaruszonym gruncie na całej szerokości/ wystąpią następujące przypadki:

- A. Grunt w wykopie nadaje się do bezpośredniego ułożenia przewodu, który ma wysoką sztywność obwodową, na nie naruszonym, dobrze wyrównanym, płaskim podłożu, podsyпка górna, osypka, zasyпка wstępna może być wykonana z wyselekcjonowanego gruntu rodzimego przy odpowiednim nadzorze robót ziemnych;
- B. Grunt na dnie wykopu nadaje się do uformowania w taki sposób, że przewód może mieć zapewnione podparcie na spodzie rury. Dno wykopu stanowi podsypkę dolną i część podsyпки górnej;
- C. Dno wykopu ze względu na występowanie w niektórych miejscach gruntów twardych i skalistych z występującymi ostrymi kamieniami, wymaga wykonania podsyпки z materiału dostarczonego z zewnątrz. Należy wykonać wykop głębszy o ok. 10 cm i wypełnić go podsypką dolną. Dot. to szczególnie wystąpienia warstwy wodonośnej.



Analizując Normy Polskie - określenia, podział i opis gruntów ujętych w normie PN-B-02480 oraz ogólne wymagania dla materiałów gruntowych stosowanych na podsypkę, obsypkę i zasypkę wstępną dla rur PE i PVC można dokonać wg opinii geotechnicznej klasyfikację gruntów pod względem przydatności do użycia w strefie ułożenia przewodów. Dotyczy to zdolności do zagęszczania, sprężystości materiałów gruntowych granulowanych, mających wpływ na rury na wskutek parcia gruntu.

Podsypka, obsypka i zasypka wstępna w strefie ułożenia przewodów powinna być zagęszczona z zachowaniem optymalnej wilgotności gruntu ręcznym ubijakiem warstwami nie większymi niż 30cm.

W pierwszej kolejności należy zagęścić grunt po bokach przewodu poprzez "podbicie pach" jednocześnie z zagęszczonym gruntem należy w niektórych miejscach usuwać obudowę /oszalowanie/ wykopu, zwracając uwagę na staranne wypełnienie pustych przestrzeni po usuniętej obudowie, następnie należy zagęszczać grunt również ręcznie w ramach zasypki wstępnej do wysokości 20-30 cm nad grzbietem przewodu.

Stopień zagęszczenia gruntu zależy od staranności prac oraz od zdolności gruntu do zagęszczania.

2. Określenie obliczeniowych parametrów geotechnicznych.

Obliczeniowe parametry geotechniczne dla poszczególnych warstw, w którym będzie sadowiona inwestycja zostały zamieszczone w dalszej części niniejszego opracowania „Dokumentacja badań podłoża gruntowego”.

3. Określenie częściowych współczynników bezpieczeństwa dla obliczeń geotechnicznych.

Projektuje się odcinki sieci kanalizacji sanitarnej grawitacyjnej i ciśnieniowej na podsypce piaskowej bezpośrednio w gruncie. Nie przewiduje się budowy fundamentów pod rurociągi.

4. Określenie oddziaływań gruntu.

Sposób posadowienia, typ inwestycji a także typ podłoża gruntowego minimalizuje oddziaływanie gruntu na konstrukcję projektowanej sieci.

Podstawowe oddziaływania geotechniczne gruntu to: obciążenie od ciężaru i parcia gruntu oraz parcie wody gruntowej; przemieszczenie podłoża wywołane osiadaniem. Obciążenia od ciężaru i parcia gruntu na przewody i studzienki zostały uwzględnione przez producenta i mogą być pominięte w obliczeniach przy założeniu, że materiały te posiadają odpowiednie atesty.

Obciążenia od parcia wody gruntowej (wypór) są zrównoważone przez nadkład zasyпки gruntowej nad przewodami. Przemieszczenia podłoża wywołane osiadaniem dotyczą zasyпки gruntowej nad przewodami i są one minimalizowane przez staranne, warstwowe zagęszczanie zasyпки.

Sieć kanalizacji ciśnieniowej oraz przyłącz wodociągowy do płukania zbiornika pompowni została zaprojektowana z rur PE łączona za pomocą zgrzewania doczołowego lub elektrooporowego. Są to rury ciśnieniowe o średnicach zewnętrznych/ d_n / wraz z odpowiednim asortymentem kształtek przeznaczonych głównie do budowy rurociągów układanych w gruncie. Natomiast sieć kanalizacyjna z rur PVC łączonych za pomocą uszczelek gumowych. Rury te spełniają wszystkie wymagania jakościowe norm krajowych. Dla systemów przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych w gruncie obliczenia i doświadczenia w produkcji tych rur zakładają, że są trwałe w użytkowaniu. Obecnie uważa się, że przewody z PVC i PE przy poprawnym ich ułożeniu w gruncie, gdzie rury te nie są narażone na działania promieni UV i nie występują wysokie różnice temperatur, co mogłoby być powodem przyspieszonego procesu ich starzenia, są bardzo trwałe. Połączenia doczołowe są łatwe w montażu, co daje gwarancję szczelności przewodów, ryzyko przedostania się wody przesyłowej do gruntu jest znikoma/infiltracja/oraz/eksfiltracja/. Przy dobrej organizacji robót ziemnych można często nawet na terenach o płytkim poziomie wód gruntowych ograniczyć odwadnianie terenu i szybko przeprowadzić prace montażowe oraz częściowo zasypać wykopu. Na terenach o małej nośności gruntu nie jest konieczne fundamentowanie podłoża przewodu, lecz możliwa jest wymiana gruntu w strefie ułożenia przewodu /około 30 cm dookoła przewodu/ na grunt o dobrej zdolności do zagęszczania i zabezpieczenie tego gruntu geotkaninami przed przenikaniem drobnych pylistych frakcji z gruntu rodzimego, w celu niedopuszczenia do przemieszczania się przewodu z PVC i PE. Rury te są całkowicie odporne na oddziaływanie występujące w naturalnych warunkach gruntowych oraz różnych związków występujących w wodach gruntowych i z tego względu nie wymagają żadnych zabezpieczeń oraz charakteryzują się wysoką odpornością na ścieranie ścianek. Podstawowym przeznaczeniem tego systemu jest odbiór ścieków bytowo gospodarczych. Przewody układane w gruncie są tak zaprojektowane, że uwzględniają obciążenia zewnętrzne i wewnętrzne występujące podczas budowy i eksploatacji, bez niebezpieczeństwa spełnianych funkcji poprzez nadmierne odkształcenia i utratę szczelności oraz nie stwarzają zagrożenia dla środowiska. Wg. obliczeń hydraulicznych przewodów wynika, że sztywność obwodowa rur ma szczególne znaczenie przy rurach układanych w gruncie pracujących bezciśnieniowo, ponieważ wskutek nacisku gruntu ulegają one odkształceniu. Odkształcenie rur zależy od odpowiedniego zagęszczania gruntu w strefie ułożenia przewodu, modułu sprężystości gruntu, naporu gruntu i obciążenia od ruchu kołowego na powierzchni terenu.

Rury z tworzyw termoplastycznych /PVC,PE/ zaliczane są do materiałów elastycznych, które pod wpływem obciążeń parcia gruntu ulegają odkształceniom. Przy obciążeniach pionowych, średnica rury /w pionie/ ulega zmniejszeniu o wartość ugięcia. Odkształcająca się rura w pionie zwiększa swój wymiar w płaszczyźnie poziomej, wywierając nacisk na otaczający ją grunt, który na zasadzie reakcji w ramach sprężystości własnej przeciwdziała powstającym odkształceniom i zmniejsza naprężenia zginające w ścianie rury. Ta reakcja gruntu zależy od rodzaju gruntu i stopnia jego zagęszczenia. Im większa będzie sprężystość gruntu, tym mniejsze będzie odkształcenie rury w wyniku działania sił pionowych. Dlatego bardzo ważnym

czynnikiem przy prowadzeniu prac ziemnych jest rodzaj gruntu w strefie ułożenia przewodu, obejmującego przestrzeń wokół przewodu 30 cm, jak również sztywność obwodową samej rury. Zgodnie z ogólną formułą Spangler'a względne /w odniesieniu do średnicy/ ugięcie rury wyniesie 27. Z tego też względu wynika, że ugięcie rury jest zależne od sumy sztywności rury i gruntu. W celu nie przekroczenia dopuszczalnych ugięć rur ułożonych w gruncie konieczne jest użycie odpowiednio zagęszczonego gruntu w strefie ułożenia przewodu.

Obciążenie gruntem określane jest zgodnie z teorią nasypu. Nacisk zewnętrzny pochodzący od ruchu ulicznego wyznacza się zgodnie z teorią Boussinesq'a przy założonym obciążeniu osiowym 2×130 kN. Przyjęte oznaczenia.

Q -całkowite pionowe obciążenie liniowe przewodu [kN/m]

H -głębokość przykrycia /pionowa odległość między wierzchem rury, a powierzchnią rury/ [m]

d_n -średnica zewnętrzna rury [m]

D -średnica obojętna osi zginania rury [m]

q - Q/d_n -całkowite obciążenie pionowe [kN/m]

δh -całkowite ugięcie pionowe rury [m]

δv -całkowite ugięcie poziome rury [m] k -wskaźnik reakcji gruntu [kN/m]

K_0 -współczynnik parcia spoczynkowego gruntu [$K_0=0.5$]

α - kąt podparcia na podsypce

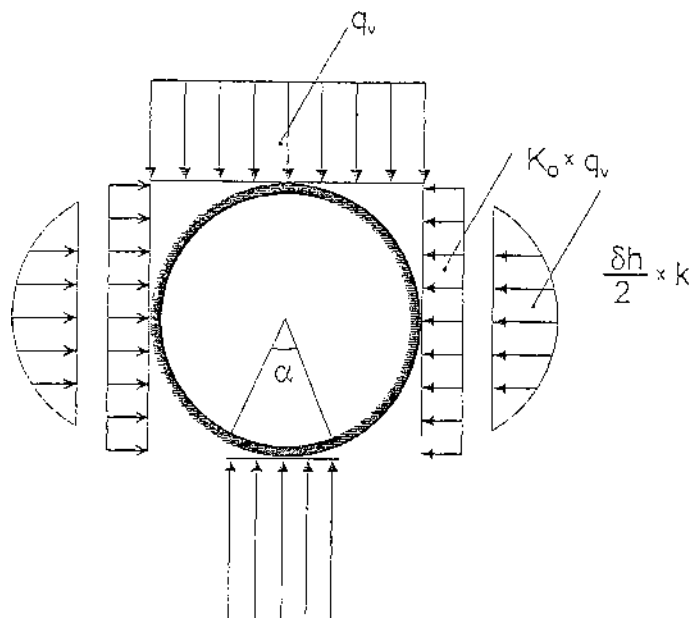
E_s -moduł sieczny gruntu w strefie ułożenia rury [kN/m]

S_c -sztywność obwodowa rury /obliczeniowa krótkotrwała/ [kN/m]

E -moduł sprężystości /krótkotrwałej/ rury [kN/m]

$I = e_n^3/12$ -moduł bezwładności przekroju poprzecznego rury E_n -nominalna grubość ścianki rury [m]

Model rozkładu nacisków przedstawiono na rys.



Obciążenia gruntem Q_s można przedstawić następująco:

$$Q_s = C' \times Q_{se}$$

C -współczynnik sztywności układu rura/grunt

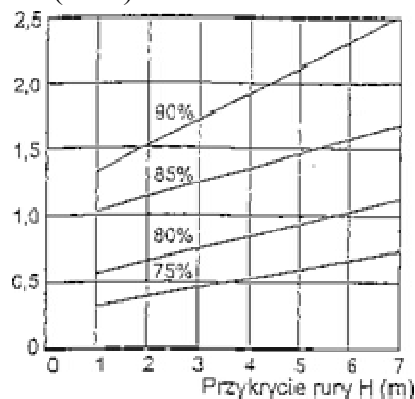
Q_{se} -obciążenie gruntem dla rur sztywnych /maksymalne warunki obciążenia/

Można z tego względu powiedzieć, że wartość obciążenia gruntem odpowiada ciężarowi gruntu zawartego nad rurą. Jeżeli poziom wód gruntowych przewyższa poziom ułożenia rury, to

wówczas obciążenie gruntem ulega zmniejszeniu o wielkość sił wyporu. Dla gruntu nawodnionego przyjęto wartość ciężaru właściwego $\gamma_{sw}=11 \text{ kN/m}^3$ w tym momencie całkowite obciążenie na rurę będzie zwiększone o siłę parcia hydrostatycznego.

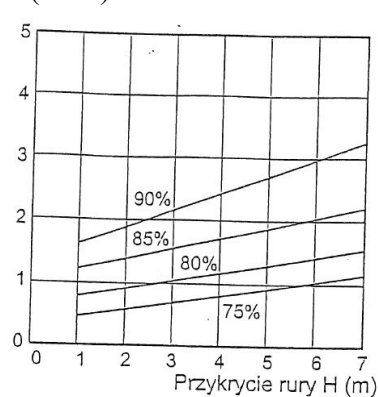
Istotnym znaczeniem dla określenia ugięcia względnego rury jest znajomość wartości modułu siecznego gruntu otaczającego rurę. Wartość ta jest określana przy różnych zagęszczeniach gruntu według zmodyfikowanej próby Proctora. Wartości te przykładowo przedstawiono na rys.

E' (MPa)



a - woda gruntowa powyżej rury

$E's$ (MPa)

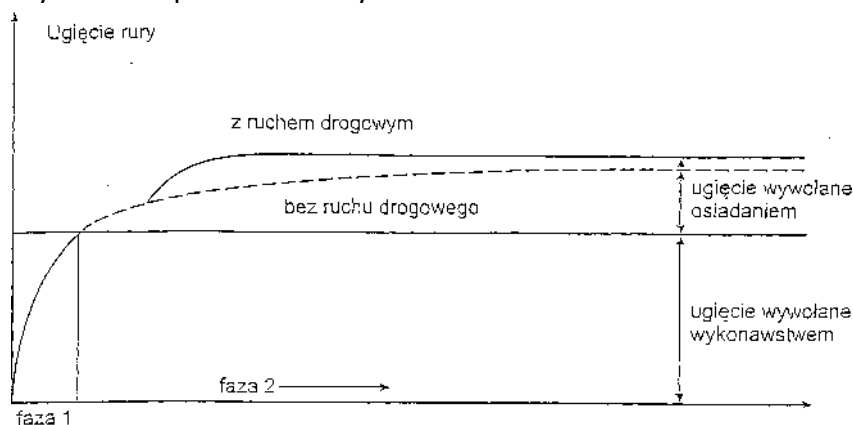


b - woda gruntowa poniżej

Ugięcie wywołane obciążeniem pionowym dla gruntu sypkiego w strefie ułożenia przewodu wynosi zazwyczaj 2 do 4 %.

Przewody ciśnieniowe spełniają kryteria projektowe, wykonawcze które zapewniają odpowiednią wytrzymałość konstrukcyjną w początkowym okresie pomiędzy ułożeniem przewodu w gruncie, a wypełnieniem go wodą pod ciśnieniem. Rozpatrywane powyżej ugięcia rur dotyczyły wartości uzyskiwanych bezpośrednio po zakończeniu prac montażowych i wykonaniu pełnej zasyпки przewodów.

Zmiany ugięcia rury w czasie pokazano na rys.



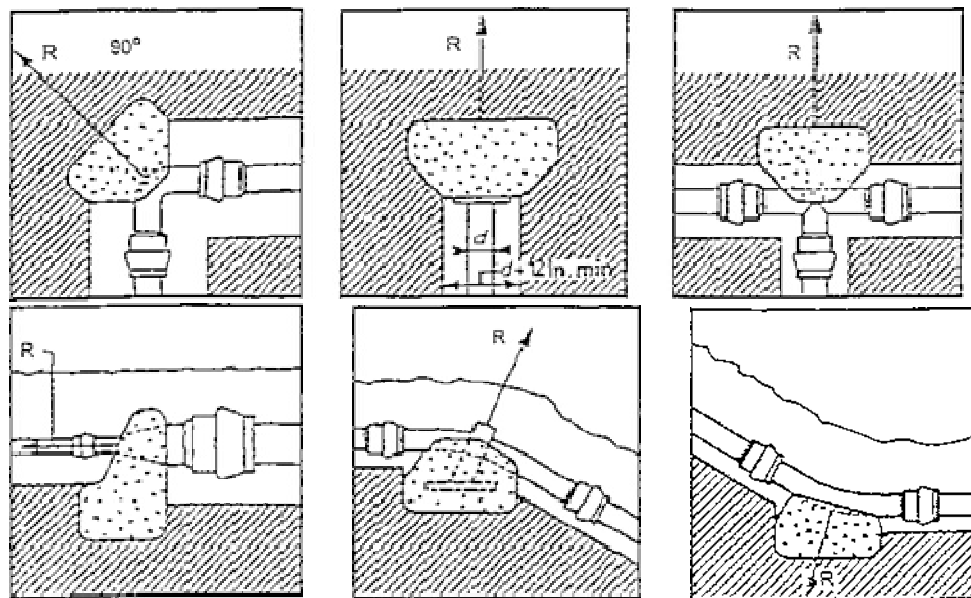
Zmiany ugięcia rury w czasie

Projekt Budowlany przewiduje i określa przewody, jakie winny być stosowane na obciążenia, które mogą występować podczas budowy i eksploatacji, bez szkody dla prawidłowości działania systemu i dla środowiska naturalnego. Obciążenie gruntem jest uzależnione od ciężaru właściwego gruntu. Zgodnie przeprowadzonymi badaniami przyjmuje się ciężar właściwy gruntu nie nawodnionego $18-19 \text{ [kN/m}^3]$, a dla gruntu poniżej wód gruntowych $11 \text{ [kN/m}^3]$.

Rury ciśnieniowe z PE nie mają zdolności przenoszenia sił poosiowych wywołanych ciśnieniem występującym w rurze. Przeciwwstawieniem tych sił może być reakcja gruntu.

Miejscami niebezpiecznymi będą występujące na trasie przewodu zaślepki, trójniki, redukcje, łuki i zawory. Na prostych odcinkach przewodów siły poosiowe są nieznaczne. Na łukach powinny być użyte betonowe bloki oporowe, przygotowane w postaci gotowych prefabrykatów. Wielkości sił poosiowych /w kN/ jakie mogą działać na zaślepiiony koniec przewodu /zaślepka, trójnik, zawór/ oraz siły jakie wystąpią na łukach /kolanach/ przedstawiono w dalszej części w tabeli.

Przykłady bloków oporowych pokazano na rys.



Wielkości sił poosiowych i promieniowych występujące w przewodach ciśnieniowych

| Nominalna średnica zewnętrzna rury dn | Siła działająca na zaślepiiony koniec kN/bar | Siła promieniowa działająca na łuk o kącie kN/bar | | | | | |
|---------------------------------------|--|---|------|------|------|-------|------|
| | | 90° | 60° | 45° | 30° | 22,5° | 11° |
| 90 | 0,64 | 0,90 | 0,64 | 0,49 | 0,33 | 0,25 | 0,12 |
| 110 | 0,95 | 1,34 | 0,95 | 0,73 | 0,50 | 0,37 | 0,19 |
| 160 | 2,01 | 2,84 | 2,01 | 1,54 | 1,04 | 0,78 | 0,39 |
| 225 | 3,9 S | 5,62 | 3,98 | 3,04 | 2,06 | 1,55 | 0,78 |

Dla powierzchni bloków oporowych przyjęto nośność gruntu 180 [kN/m²] dla ciśnienia podniesionego od nominalnego o 50%/PNx 1.5/ze względu na wyższe ciśnienie w czasie prób szczelności.

Zgodnie z PN betonowe bloki powinny spełniać następujące warunki:

- bloki powinny mieć izolacje od strony przewodu;
- ściany oporowe bloków powinny przylegać do nienaruszonego /dobrze zagęszczonego/ gruntu i zapewniać skuteczność bloku;
- sposób i rodzaj zabezpieczenia bloku oporowego przed korozją powinien odpowiadać rodzajowi i stopniowi agresywności środowiska.

5. Przyjęcie modelu obliczeniowego podłoża gruntowego.

Wszelkie dane oraz parametry podłoża gruntowego dla poszczególnych warstw, w którym będzie posadowiona inwestycja zostały zamieszczone w dalszej części niniejszego opracowania tj. „Dokumentacja badań podłoża gruntowego”.

6. Określenie nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności.

Niniejsza inwestycja jest inwestycją liniową. Grunt, w którym zostanie posadowiona cechuje się dobrymi parametrami geotechnicznymi i w niewielkim stopniu jest podatny na oddziaływanie tego typu inwestycji.

Z opinii geotechnicznej wynika, że teren pod względem morfologicznym jest mało urozmaicony. Warunki gruntowe zalicza się do warunków prostych.

Parametry te pozwalają na wykonanie robót ziemnych i montażowych w sposób nieskomplikowany, prosty, bez użycia nietypowego sprzętu budowlanego. Warunki gruntowe oraz technologia wykonania robót budowlanych nie są skomplikowane.

Są to grunty o wysokiej nośności. Z tego względu posadowienie rurociągu na zaprojektowanej trasie nie będzie wymagało dodatkowego wzmocnienia podłoża pod rurociągi. Biorąc pod uwagę powyższe, na terenie objętym inwestycją, nie ma możliwości wystąpienia niekorzystnych zjawisk geologicznych. Nie przewiduje się wystąpienia negatywnych oddziaływań budowli na teren przyległy zarówno w kontekście przenoszenia odkształceń jak i drgań.

Z uwagi na fakt, iż obciążenia dodatkowe wynikające z budowy sieci nie będą większe od dotychczasowych obciążeń pochodzących od gruntu, nie przewiduje się wykonywania dodatkowych obliczeń nośności i osiadania podłoża gruntowego oraz ogólnej stateczności.

7. Ustalenie danych potrzebnych do zaprojektowania obiektów.

Niezbędne dane, jakie potrzebne są do projektowania tego typu obiektu pod względem geotechnicznym to: rodzaj podłoża gruntowego oraz występowanie wód gruntowych. Te informacje zawarte są w dalszej części niniejszego tomu: „Dokumentacja badań podłoża gruntowego”.

8. Specyfikacja badań niezbędnych do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych.

Roboty ziemne należy wykonywać zgodnie z obowiązującymi normami z zachowaniem warunków bezpieczeństwa i uwzględnieniem warunków geotechnicznych przedstawionych w części: „Dokumentacja badań podłoża gruntowego”.

Należy przeprowadzić następujące badania niezbędne do zapewnienia wymaganej jakości robót ziemnych: odbiór geotechniczny podłoża w dnie wykopów budowlanych oraz kontrola zagęszczenia zasypki nad przewodami przy użyciu płyty dynamicznej lub sondy dynamicznej.

Z uwagi na możliwość natrafienia w czasie prac ziemnych na stop starszego podłoża należy dokładnie określić głębokość i długość jego występowania oraz sposób urabiania. Dane te należy określić komisyjnie przy udziale kierownika budowy, inspektora nadzoru z ramienia Inwestora oraz geologa dokonując wpisu w książce budowy.

9. Określenie szkodliwości oddziaływań wód gruntowych na obiekt budowlany i sposobu przeciwdziałania tym zagrożeniom.

Z uwagi na fakt, iż w trakcie prowadzonych badań geologicznych natrafiono na występowanie wód gruntowych do głębokości przewidywanego posadowienia rurociągów, przewiduje się odwodnienie wykopów za pomocą igłofiltrów. W sytuacji, gdy prace wykonywane będą w okresie zwiększonych opadów atmosferycznych lub w czasie roztopów wiosennych należy odpowiednio przewidzieć większą ilość igłofiltrów.

Wszystkie obiekty projektowanych sieci są odpowiednio zaizolowane i przystosowane do kontaktu z wodą gruntową. Zagrożeniem jest możliwość wypłukania gruntu – sufozja (w wypadku nieszczelności) i jego przenoszenia oraz składowania – kolmatacja. W celu przeciwdziałaniu temu zagrożeniu należy dokładnie skontrolować wszystkie połączenia sieci przed ich zasypaniem gruntem. Nie przewiduje się wykonywania dodatkowych badań agresywności wód gruntowych w stosunku do betonu.

10. Określenie zakresu niezbędnego monitorowania wybudowanego obiektu budowlanego, obiektów sąsiadujących i otaczającego gruntu.

Nie przewiduje się specjalnego monitorowania obiektu. W trakcie budowy, w przypadku wystąpienia jakichkolwiek niekorzystnych zjawisk o charakterze geodynamicznym lub innych, mogących spowodować zagrożenie dla konstrukcji inwestycji, kierownik budowy powinien niezwłocznie zawiadomić Projektanta w celu ustalenia dalszego postępowania. Po wykonaniu inwestycji nie przewiduje się wpływu realizacji na budynki sąsiednie, a tym samym prowadzenia specjalnego monitoringu tych budynków.

Niniejsze opracowanie jest zgodne z Rozporządzeniem Ministra Transportu Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. U. 212 nr 0, poz. 463) oraz normą Eurokod 7 – PN-EN 1997-1:2008 – Projektowanie geotechniczne.

Projektował:

mgr inż. Paweł Walczak

Sprawdził:

mgr inż. Elżbieta Wąż

Lisia Góra, wrzesień 2014r.