USŁUGI PROJEKTOWO – INWESTYCYJNE IDEA PROJEKT
Jacek Ślemp
59 – 300 LUBIN UL. WRONIA 11/22
tel. 606 197 685

PROJEKT BUDOWLANY PRZEBUDOWY - BEZYKOPOWEJ RENOWACJI SIECI KANALIZACJI DESZCZOWEJ DN 800 W UL. DĄBROWSKIEGO W MIEJSCOWOŚCI POLKOWICE, GMINA POLKOWICE PRZEBIEGAJĄCEJ PRZEZ DZIAŁKI O NUMERZE GEODEZYJNYM: 210, 248, 255, 277 OBRĘB POLKOWICE MIASTO.

INWESTOR: Przedsiębiorstwo Gospodarki Miejskiej Sp. z o.o.
Ul. Dąbrowskiego 2
59-100 Polkowice

Projekt budowlany został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej (art. 20 ust. 4 Prawa budowlanego Dz.U. nr 93 poz. 888 z 2004r z póź. zm.)

Opracował:
Jacek Ślemp

Projektował:
Dorota Fedoszczak

Sprawdził:
Mariusz Klimowicz

Maj 2013

ZAWARTOŚĆ PROJEKTU:

1. Opis techniczny

1.1 Podstawa opracowania
1.2 Zakres opracowania
1.3 Informacje ogólne
1.3.1. Rurociągi
1.3.2. Montaż

1.4 Opis robót

1.4.1. Sieć kanalizacji deszczowej żelbetowej dn 800 – stan istniejący
1.4.2. Sieć kanalizacji deszczowej żelbetowej dn 800 – renowacja sieci
1.4.3. Dobór rękawa do renowacji kanałów

1.4.4. Przyjęte założenia projektowe
1.4.5. Wykonawstwo robót
1.4.5.1. Podstawowe etapy realizacji bezwykopowej renowacji termoutwardzalnym rękawem poliestrowym nasączonym żywicami poliestrowymi
1.4.5.2. Instalacja termoutwardzalnego rękawa poliestrowego nasączonego żywicami poliestrowymi
1.4.5.3. Renowacja studni kanalizacyjnych
1.4.5.4 Podstawowe etapy realizacji renowacji studni kanalizacyjnych
1.4.5.5 Próba szczelności przewodów bezciśnieniowych
1.5 Uwagi końcowe
1.6 Informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia

ZAŁĄCZNIKI:

- **Dobór grubości rękawa - obliczenia**
- **Wypis uproszczony z rejestru gruntów**
- **Zaświadczenie o przynależności projektanta do DOIIB i uprawnienia projektanta**
- **Pismo KGHM PM SA O/ZG Rudna GMi/II.2.2./26/249/7634/2013 z dnia 18.04.2013 – Informacja o wpływach eksploatacji górniczej nr 026/2013**
- **Opinia o przydatności wykładzin z rur wykonanych w technologii AARSLEFF do stosowania na terenach górniczych i pogórniczych.**
- **Uzgodnienie dokumentacji projektowej z Polkowickim Zarządem Dróg Powiatowych w Przemkowie – pismo DT.424.43.2013**

2. RYSUNKI:

<u>Mapa:</u>
Rys. nr 01/S - Kanalizacja deszczowa bet. DN 800 ODCINEK S5 – S7
Rys. nr 02/S - Kanalizacja deszczowa bet. DN 800 ODCINEK S1 – S6
Rys. nr 03/S - Kanalizacja deszczowa bet. DN 800 ODCINEK S1 – S2

1.OPIS TECHNICZNY

1.1. PODSTAWA OPRACOWANIA:

- zlecenie inwestora
- plan sytuacyjny
- obowiązujące normy i przepisy
- D.U. Nr 75 poz. 690 z 2002 roku z póz. zm.
- wizja lokalna w terenie

1.2. ZAKRES OPRACOWANIA:

Zakres opracowania obejmuje:
projekt budowlany przebudowy – renowacji bezwykopowej odcinka sieci kanalizacji deszczowej dn 800 żelbetowej biegnącej w ul. Dąbrowskiego w Polkowicach od studni S1 do S7. PB zakłada wykonanie renowacji bezwykopowej w oparciu o rękaw z żywic poliestrowych w technologii AARSLEFF.

1.3. INFORMACJE OGÓLNE

Oferowane materiały i budulce musza odpowiadać dopuszczeniom do stosowania w budownictwie na rynek polski, przydatność materiałów Wykonawca i Inspektor Nadzoru powinien przed wykonawstwem sprawdzić w sposób wiążący.

1.3.1. Materiały do bezwykopowej renowacji kanalizacji deszczowej dn 800

Wszystkie materiały do renowacji bezwykopowej należy przed zainstalowaniem sprawdzić pod względem czystości. Zarówno przed, jak i w trakcie montażu nie mogą ulec zerwaniu, pęknięciu lub innym uszkodzeniom.

1.3.2. Montaż

W czasie robót montażowych należy przestrzegać właściwych przepisów branżowych i zasad BHP.

1.4 OPIS ROBÓT

1.4.1 Sieć kanalizacji deszczowej żelbetowej dn 800 – stan istniejący:

Przedmiotem opracowanie jest przebudowa – renowacja bezwykopwa części sieci kanalizacji deszczowej przebiegającej w ulicy Dąbrowskiego w Polkowicach. Zakres renowacji pokazano na rysunkach 1-3. Renowacja kanałów będzie polegała na:

- czyszczeniu istniejącego kanału metodami hydrodynamicznymi,
- wykonaniu udrożnienia kanału, usunięcia przeszkód za pomocą frezarki lub/i młota pneumatycznego,
- wykonaniu inspekcji TV po wykonanych robotach j.w. oraz ponownej ocenie stanu technicznego kanału,
- ostatecznym doborze odpowiedniej średnicy wkładu renowacyjnego, sztywności SN,
- wykonaniu renowacji kanału,
- wykonaniem kinet w studniach,
- wykonani renowacji studzien wg opisanej w dokumentacji technologii,
- wycięciem przy pomocy robota otworów w miejscach wejść przykanalików do kanału dn 800
- inspekcji TV po wykonaniu renowacji,
- spisaniu protokołu po wykonaniu prac, do którego należy dołączyć wykonaną po renowacji inspekcję TV.

Uwaga : z informacji uzyskanych od Inwestora przykanaliki wpięte do głównego kanału dn 800 bez studni będą przebudowywane w taki sposób aby ich wejścia były poprzez istniejące lub nowo wybudowane studnie na kanale dn 800. Prace te będą stanowić odrębne opracowania i nie stanowią zakresu niniejszego PB.

Wykonanie renowacji kanału należy przewidzieć w miarę możliwości w okresach bezdeszczowych lub jeśli prace będą przebiegały w okresie niesprzyjającej pogody należy przewidzieć wyłączenie danego odcinka z ruchu, na którym będą wykonywane prace renowacyjne. Studnie powyżej tego odcinka należy zaślepić a ścieki deszczowe przepompowywać np. do studni poniżej odcinka poddawanego renowacji.

Istniejąca kanalizacja deszczowa wykonana z odcinków rur żelbetowych łączonych na zaprawę przebiega na głębokościach:

Nr studni	Rzędna góry studni	Rzędna dołu studni	Głębokość studni	Długość odcinka
S1	180,77	178,40	2,37	S1 – S2: 50,2 m
S2	179,77	177,52	2,25	S2 – S3: 31,9 m
S3	Studzienka niedostępna, zalana asfaltem			S3 – S4: 64 m
S4	178,72	b.d.	---	S4 – S5: 10 m
S5	178,76	176,77	1,99	S5 – S6: 40,8 m
S6	179,00	176,21	2,79	S6 – S7: 50,7 m
S7	178,57	175,71	2,86	RAZEM: 247,6 m

Z przebiegu trasy kanalizacji deszczowej wynika, że występują kolizje z siecią kanalizacji sanitarnej, siecią wodociągową, siecią gazową, siecią telekomunikacyjną, siecią elektroenergetyczną.

UWAGA: sieci obce przechodzące przez światło kanalizacji deszczowej należy zidentyfikować, wykonać PB usunięcia kolizji, kolizje zlikwidować i następnie przeprowadzić prace renowacyjne kanalizacji deszczowej DN 800. Projekt budowlany usunięcia ww. kolizji będzie stanowił odrębne opracowanie.

Warunki gruntowo – wodne nie są rozpoznane.

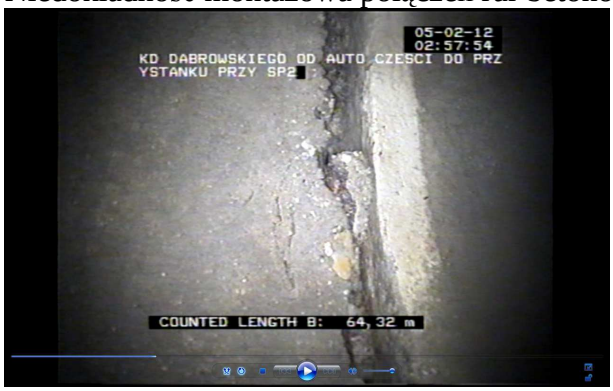
Inspekcja TV przeprowadzona prze Inwestora wskazała m.in. szereg przeszkód, przejścia przez światło kanału obcymi sieciami, uszkodzenia kanału deszczowego, uszkodzenia lub niewłaściwe wykonanie połączeń elementów kanalizacji, korozję betonu i zbrojenia kanalizacji dn 800, co pokazano poniżej:

KD DĄBROWSKIEGO OD AUTOCZĘŚCI DO PRZYSTANKU PRZY SP2 **Uwaga: nie oceniono stanu technicznego dna kanału z powodu wykonywania inspekcji TV w czasie roztopów śniegu – płynąca ciągle woda w kanale.**	Odległości wg wskazań na Inspekcji TV od studni S4 w kierunku S3 - patrz Rys. nr 2/S	Wystające w światło kanału pozostałości pomontażowe w postaci wypływki betonu na złączu rur betonowych występujące na całej długości rurociągu w różnych częściach obwodu połączeń, głównie spód i boki połączenia. Przykłady podano poniżej.

Rura osłonowa w świetle kanału dn 800. Z pomiarów na mapie wynika, iż jest to rura osłonowa sieci telekomunikacyjnej (?). Sieć tą należy przełożyć poza światło kanalizacji deszczowej dn 800 – wg odrębnego opracowania.

Przejście rury osłonowej uzupełniono po przekuciu kanału cegłą

Niedokładność montażowa połączeń rur betonowych



Wpięcie „na sztywno” ulicznych wpustów deszczowych przy studni S3

Próg na dnie kanału dn 800 (wysokość progu trudna do określenia)

		Lokalne uszkodzenia i korozja betonu z odsłoniętym zbrojeniem kanału
KD DĄBROWSKIEGO OD AUTOCZĘŚCI DO KOSTERY	Odległości wg wskazań na Inspekcji TV od studni S4 w kierunku S5 - patrz Rys. nr 2/S	Brak współosiowego położenia składowych elementów kanału dn 800
		Studnia nr 5

KD DĄBROWSKIEGO OD KOSTERY DO PARTYKI	Odległości wg wskazań na Inspekcji TV od studni S5 w kierunku S6 - patrz Rys. nr 2/S i Rys. nr 1/S	Brak współosiowego położenia składowych elementów kanału dn 800 Rura osłonowa w świetle kanału dn 800. Z pomiarów na mapie wynika, iż jest to rura osłonowa sieci wodociągowej (?). Sieć tą należy przełożyć poza światło kanalizacji deszczowej dn 800 – wg odrębnego opracowania

Przejście rury osłonowej uzupełniono kanału cegłą (a może rurociąg w osłonówce był wybudowany jako pierwszy i budując deszczówkę uzupełniano cegłą miejsca przejść innych sieci przez deszczówkę?)

Odsłonięte w kilku miejscach pręty zbrojeniowe elementu kanału kanalizacji deszczowej dn 800

Brak współosiowego położenia składowych elementów kanału dn 800

Wystające w światło kanału pozostałości pomontażowe w postaci wypływki betonu na złączu rur betonowych występujące na całej długości rurociągu w różnych częściach obwodu połączeń, głównie spód i boki połączenia.

KD DĄBROWSKIEGO OD PRZYSTANKU DO RONDA	Odległości wg wskazań na Inspekcji TV od studni S2 w kierunku S1 - patrz Rys. nr 2/S i Rys. nr 3/S	Brak współosiowego położenia składowych elementów kanału dn 800 Odsłonięte w kilku miejscach pręty zbrojeniowe elementu kanału kanalizacji deszczowej dn 800 Wystające w światło kanału pozostałości pomontażowe w postaci wypływki betonu na złączu rur betonowych występujące na całej długości rurociągu w różnych częściach obwodu połączeń, głównie spód i boki połączenia.

		 Odsłonięte w kilku miejscach pręty zbrojeniowe elementu kanału kanalizacji deszczowej dn 800

Próg na dnie kanału dn 800 (wysokość progu trudna do określenia)

		Brak współosiowego położenia składowych elementów kanału dn 800 Brak współosiowego położenia składowych elementów kanału dn 800 i związany z tym próg wodny

KD DĄBROWSKIEGO OD PRZYSTANKU DO KOSTERY	Odległości wg wskazań na Inspekcji TV od studni S2 w kierunku S3 i dalej w kierunku S4- patrz Rys. nr 2/S	Wystające w światło kanału pozostałości pomontażowe w postaci wypływki betonu na złączu rur betonowych. Brak współosiowości rur betonowych.

Uszkodzenie zbrojenia kanału dn 800

Wystające w światło kanału pozostałości pomontażowe w postaci wypływki betonu na złączu rur betonowych

Studnia S3 niedostępna, w trakcie prac drogowych zalano ją asfaltem (?)

Brak współosiowości rur betonowych.

Odsłonięte w kilku miejscach pręty zbrojeniowe elementu kanału kanalizacji deszczowej dn 800.

Wadliwe połączenia rur żelbetowych, brak współosiowości kanału, kanał nieszczelny

Wadliwe połączenia rur żelbetowych, brak współosiowości kanału, kanał nieszczelny, korozja, infiltracja.

KD DĄBROWSKIEGO OD FRYZJERA DO RONDA NIEZAPOMINAJKI	Odległości wg wskazań na Inspekcji TV od studni S6 w kierunku S7 - patrz Rys. nr 1/S (UWAGA: na nagraniu są oznakowane studnie jako S2 do S1)	Wadliwe połączenia rur żelbetowych, brak współosiowości kanału, kanał nieszczelny, korozja, infiltracja. Zanieczyszczenia dna kanału

Wystające w światło kanału pozostałości pomontażowe w postaci wypływki betonu na złączu rur betonowych

		 Błędy pomontażowe tworzą wysokie progi w świetle kanału

Korozja, infiltracja na wadliwym połączeniu rur betonowych dn 800 (górna część rurociągu)

Odsłonięte zbrojenie rurociągu betonowego DN 800

Wadliwe połączenie elementów rurociągu, przesunięcie elementów względem siebie

Z przeprowadzonej analizy wynika, że stan kanalizacji deszczowej dn 800 wykonanej z rur żelbetowych jest zły, występują następujące uszkodzenia:

- korozja i ubytki betonu,
- korozja odkrytego zbrojenia,
- uszkodzenia mechaniczne odkrytych prętów zbrojeniowych,
- uszkodzenia, błędy montażowe, ubytki złączy elementów rurociągu,
- przemieszczenie względem siebie elementów żelbetowych rurociągu i tym samym brak współosiowości kanału oraz związane z tym rozszczelnienia, progi na dnie kanału,
- przeszkody w świetle kanału w postaci pozostawionego po montażu betonu na połączeniach rur betonowych
- przebiegające w świetle kanału sieci obce,
- wadliwe wykonane połączenia i nieszczelności skutkiem czego może następować infiltracja ścieków deszczowych jak również infiltracja wód gruntowych do kanału

Uszkodzenia studni należy usunąć poprzez:

- wymianę skorodowanych stopni złazowych, uzupełnienie brakujących stopni,
- uzupełnienie ubytków kinet studni np. masami betonowymi firmy OMBRAM,
- uzupełnienie ubytków studni np. masami betonowymi renowacyjnymi firmy OMBRAM,

1.4.2 Sieć kanalizacji deszczowej żelbetowej dn 800 – renowacja sieci:

Renowacja kanałów termoutwardzalnym rękawem wykonanym z włókniny poliestrowej o strukturze filcowej nasączonym żywicami poliestrowymi:

- instalacja rękawa odbywa się poprzez istniejące studnie rewizyjne,
- instalowanie i utwardzanie rękawa nie powoduje uszkodzenia istniejących rur,
- renowacja kanału odbywa się na całym odcinku między studniami rewizyjnymi,
- grubość ścianki rękawa (a tym samym wytrzymałość) dobiera się w zależności od stanu kanału i warunków gruntowych aby w rezultacie końcowa grubość ścianki kompozytu zapewniała pełną wytrzymałość i możliwość przenoszenia wszystkich działających obciążeń na rękaw (obciążenie gruntem, obciążenia hydrostatyczne, obciążenia eksploatacyjne),
- zapewnia uzyskanie szczelności,
- przyleganie rękawa do powierzchni wewnętrznej kanału na całej długości równomiernego utwardzenia rękawa
- moduł sprężystości krótkoterminowy nie mniejszy niż 2100MPa wg. PN-EN ISO178,
- minimalna grubość rękawa po utwardzeniu niezależna od rodzaju i typu rękawa
  dn 800 - 17,0 mm
- sztywność obwodowa krótkoterminowa S powinna być nie mniejsza niż 2kN/m^2 oraz liczona na podstawie wzoru zgodnie z normą PN EN 1228

  gdzie:
  E – krótkoterminowy moduł sprężystości E [MPa]
  wg. PN-EN ISO178
  e - grubość ścianki [m]
  d_m - średnia średnica rękawa [m]
  $d_m=d_w+(d_z-d_w)/2$
  d_z – średnica zewnętrzna rękawa [m]
  d_w – średnica wewnętrzna rękawa [m]
- maksymalne zmniejszenie średnicy przewodu po renowacji 7%,
- odporność chemiczna w zakresie pH 6-9 i temperatury do 60°C,
- wymiary rękawa dobierane są do średnicy kanału,

- nasączone powierzchnie wewnętrzne i zewnętrzne rękawa pozbawione są wad w postaci niejednorodności i wtrąceń ciał obcych,
- odpowiednia trwałość technologii,
- odporność na ścieranie tzn. maksymalne dopuszczalne uszkodzenia powierzchni przy wykonywaniu prób na ścieranie 0,2mm na 100 000 cykli wg normy PN EN 295-3,
- zgodność z normami PN-EN ISO 11296-1, PN-EN ISO 11296-4,
- posiadanie wdrożonego i potwierdzonego stosownym certyfikatem systemu kontroli jakości zgodnym z normą EN ISO 9001 przez producenta rękawa i wykonawcę renowacji,
- nasączanie w warunkach fabrycznych, kontrolowanych,
- powierzchnia wewnętrzna kanału po renowacji nie posiada nierówności wynikających z wad technicznych lub wad materiału, dopuszcza się występowanie niewielkich zmarszczeń w miejscach zmiennej geometrii naprawianego przewodu (tzn. łuki, zmiany średnicy naprawianego przewodu pomiędzy studzienkami, wynikające z korozji, przesunięć na złączach, pęknięć materiału rodzimego itp.) zgodnie z wymogami aprobaty.
- rękaw musi posiadać opinię wydaną przez Główny Instytut Górnictwa o przydatności do stosowania na terenach górniczych i pogórniczych.

Oferowany rękaw po renowacji musi <u>jednocześnie spełniać w/w warunek dotyczący sztywności obwodowej oraz w/w warunki min. grubości ścianki.</u>

1.4.3 Dobór rękawa do renowacji kanałów

Dobór materiału wykorzystanego do renowacji uwzględnia następujące elementy:

- **aspekty hydrauliczne:**
  - dostateczna przepustowość hydrauliczna kanałów
- **aspekty konstrukcyjne:**
  - renowacja zapewni samonośność konstrukcji kanałów pomiędzy sąsiednimi studzienkami. Sztywność obwodowa oraz grubość ścianek została przyjęta na podstawie obliczeń teoretycznych przeprowadzonych w oparciu o dane rzeczywiste dotyczące głębokości posadowienia, obciążeń dynamicznych, wód gruntowych. Rękawy będą posiadały zdolność do przenoszenia obciążeń gruntu, obciążeń hydrostatycznych, obciążeń eksploatacyjnych, ciśnienia wewnętrznego, obciążeń ruchu ulicznego;
- **aspekty instalacyjne:**
  - ograniczenia wynikające z dostępności terenu budowy, technologii, materiałów,
  - minimalne wymagane wymiary studzienek wejściowych,
  - konieczność stosowania tymczasowych obejść (tzw. „by-passów”) na czas prowadzenia robót na danym odcinku,
  - minimalizacja uciążliwości prowadzonych robót dla ruchu kołowego i pieszego.

Zastosowanie rękawa prowadzi ogólnie do poprawy przepustowości rury dzięki mniejszej tendencji do sedymentacji osadów, wyeliminowaniu złączy oraz wygładzeniu powierzchni wewnętrznej rury.

Obliczenia wytrzymałościowe rękawa wykonano w związku z brakiem polskich norm zgodnie z założeniami normy ASTM 1216. Wymagania zostały jednak skorygowane i są zgodne z obowiązującymi normami polskimi i europejskimi między innymi: PN-EN ISO 11295 „Zalecenia dotyczące klasyfikacji i projektowania systemów przewodów rurowych z tworzyw sztucznych stosowanych do renowacji”, PN-EN ISO 11296-1 "Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do renowacji podziemnych bezciśnieniowych sieci kanalizacji deszczowej i sanitarnej - Część 1: Postanowienia ogólne" oraz PN-EN ISO 11296-4 "Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do renowacji podziemnych bezciśnieniowych sieci kanalizacji deszczowej

i sanitarnej - Część 4: Wykładzina z rur utwardzanych na miejscu" oraz innymi normami przedmiotowymi. W zależności od stanu rury pierwotnej, przyjmowane są dwa schematy obliczeniowe: naprawa przewodów częściowo uszkodzonych oraz naprawa przewodów całkowicie zniszczonych. W przypadku przewodów częściowo uszkodzonych kanał pierwotny zachowuje zdolność do przenoszenia obciążeń, w tym od ciężaru gruntu, jednakże mogą w nim występować takie uszkodzenia jak pęknięcia wzdłużne, pewne przesunięcia w przekroju poprzecznym, przesunięcia na złączach itp. W przypadku kanału całkowicie uszkodzonego, zakłada się, że konstrukcja przewodu utraciła zdolność do przenoszenia obciążeń, albo spodziewany jest taki stan w niedalekiej przyszłości. Cechami świadczącymi o stanie całkowitego zniszczenia jest brak znacznych fragmentów kanału, utratę pierwotnego kształtu kanału w postaci znaczącej owalizacji, silne skorodowanie rur itp.

W przypadku przewodów częściowo uszkodzonych kanał pierwotny zachowuje zdolność do przenoszenia obciążeń, w tym od ciężaru gruntu, jednakże mogą w nim występować takie uszkodzenia jak pęknięcia wzdłużne, pewne przesunięcia w przekroju poprzecznym, przesunięcia na złączach itp. Same tylko pęknięcia nie oznaczają utraty nośności. Jednakże takie pęknięcia mogą prowadzić w przyszłości do utraty zdolności do przenoszenia obciążeń, jeżeli na przykład cząsteczki otaczającego gruntu będą migrować do wnętrza przewodu. W przypadku gdy w otaczającym środowisku gruntowym znajduje się woda gruntowa to poprzez nieszczelności wywiera ona parcie hydrostatyczne na rękaw. Dlatego też rękaw projektowany jest w taki sposób, aby jego grubość była wystarczająca, z odpowiednim współczynnikiem bezpieczeństwa, do przeniesienia obciążeń związanych z ciśnieniem wody gruntowej.

W przypadku kanału całkowicie uszkodzonego zakłada się, że konstrukcja przewodu utraciła zdolność do przenoszenia obciążeń, albo spodziewany jest taki stan w niedalekiej przyszłości. Projektowanie rękawa w takim wypadku oparte jest na przypadku całkowitego zniszczenia rury pierwotnej grawitacyjnej. W takim przypadku rękaw projektuje się jak rurociąg, który samodzielnie musi wytrzymać wszelkie obciążenia: zewnętrzne ciśnienie hydrostatyczne, nacisk gruntu, obciążenia zmienne i podciśnienie wewnątrz rurociągu. Projekt rękawa opiera się na stosowanych przy bezpośrednich wykopach analizie standardowej elastycznej rury. W odróżnieniu od metody polegającej na układaniu rurociągu bezpośrednio w wykopach, rękaw nie wymaga żadnych wykopów ani zasypów. Dla konstrukcji rurociągu korzystne jest pozostawienie nie naruszonej zwartości gruntu otaczającego rurę, dzięki czemu nie doprowadza się do pogorszenia jego parametrów wytrzymałościowych. Przyjęcie takiego toku obliczeń daje w pełni gwarancję bezpieczeństwa, gdyż w obliczeniach uwzględniane są znacznie większe obciążenia niż w rzeczywistości.

A. Grubość ścianki rękawa oblicza się najpierw na podstawie zmodyfikowanego równania AWWA dla projektowania wyboczeń elastycznych rurociągów umieszczanych w wykopach.

Równanie AWWA zostało wyprowadzone przez zespół badaniowy zajmujący się zagadnieniem wyboczenia w Komitecie Normalizacyjnym C950 Stowarzyszenia d/s Wodociągów i Kanalizacji. Otrzymaną wartość grubości ścianki rękawa sprawdza się przy pomocy wzoru Spanglera, służącego do obliczania odkształcenia elastycznej rury ułożonej w wykopie, spowodowane obciążeniem gruntu. Przydatność i poprawność tych równań dla potrzeb procedury projektowej rękawa została wykazana w ramach testów.

Zmodyfikowane równanie AWWA służy do obliczania grubości ścianki rury, koniecznej do zapewnienia trwałości oraz stateczności przewodu na wyboczenie przy uwzględnieniu takich obciążeń jak obciążenie gruntem, parciem wody gruntowej I obciążeniami eksploatacyjnymi. Równanie AWWA zostało poprawione dla potrzeb remontów rurociągów poprzez wprowadzenie współczynnika odstępstwa od kształtu kołowego, C, oraz uwzględnienie wpływu długotrwałego obciążenia.

Równanie to ma postać jak opisano w ASTM F1216:

- całkowite ciśnienie zewnętrzne wywierane na rurę [MPa]
$=9,81H_w10^{-3}+9,81wH_sR_w10^{-3}+W_s$
H_w – wysokość słupa wody ponad szczytem rury
w – gęstość objętościowa gruntu
H_s – miąższość warstwy gruntu ponad szczytem rury
- współczynnik wyporu wody
$R_w=1-0,33(H_w/H_s)$
W_s – obciążenia eksploatacyjne [MPa]
- współczynnik podparcia elastycznego
- moduł bezwładności jednostkowego wycinka rękawa
- moduł reakcji gruntu
- moduł sprężystości przy zginaniu rękawa [MPa]
- wewnętrzna średnica istniejącej rury
C – współczynnik odstępstwa od przekroju kołowego

N – współczynnik bezpieczeństwa

po przekształceniu:

t – grubość rękawa

Rękaw projektowany w oparciu o zmodyfikowane równanie AWWA powinna mieć minimalną sztywność równą przynajmniej połowie wartość granicznej ustalonej przez Komitet C950 Stowarzyszenia AWWA ($1,28x10^{-3}$MPa) czyli $0,64x10^{-3}$MPa.
W związku z zalecaną wartością minimalnej sztywności zawartej w polskiej normie PN-EN ISO 11296-1 oraz wymaganiami Zamawiającego przyjęto do obliczeń poniższe założenia:

B. Sprawdzenie grubości rękawa pod względem ugięcia przy pomocy skorygowanego wzoru Spanglera.

Y- pionowe ugięcie rękawa [mm]
Y/D – współczynnik ugięcia wyrażony procentowo
L – empiryczny współczynnik otuliny, przyjmowany 1,25
K – stała posadowienia, przyjmowana jako 0,083
W – obciążenie gruntem [MPa]
W_s – obciążenie eksploatacyjne [MPa]
DR – współczynnik kształtu rękawa DR=D/t
E_s – moduł reakcji gruntu, przyjmowany 5-10 [MPa]

Zalecane wielkości parametrów L i K dobrano według Informatora Nr 9 WPCF.
Dopuszczalna wielkość ugięcia rękawa wynosi 5%.

Obciążenie warstwą gruntu określa skorygowane równanie Marstona.

$$W=9,81CwB_d10^{-3}$$

W – obciążenie warstwą gruntu [MPa]
B_d – szerokość wykopu [m]
w – gęstość objętościowa gruntu [g/cm^3]

C – współczynnik
k – stosunek ciśnienia poziomego do pionowego ku'=0,165
u' – współczynnik tarcia pomiędzy materiałem zasypowym a ścianami wykopu
H_s – miąższość warstwy gruntu ponad szczytem rury [m]

Wśród obciążeń eksploatacyjnych rozróżnia się obciążenia skupione i rozłożone. Obciążenia skupione obliczane są przez całkowanie metodą Holla równania Bousinesqa w następujące postaci

$$W_{sc}=0{,}0107C_sPF/D$$

W_{sc} – obciążenie eksploatacyjne działające na rurę od skupionego obciążenia użytkowego [MPa]
P – skupione obciążenie użytkowe [kg]
F – współczynnik zagęszczenia gruntu F=1
C_s – współczynnik wpływu obciążenia
D – wewnętrzna średnica istniejącej rury [mm]

Obciążenie działające na rurę od rozłożonego obciążenia użytkowego obliczane jest w następujący sposób:

$$W_{sd}=9{,}81C_spF\ 10^{-3}$$

W_{sd} – obciążenie eksploatacyjne działające na rurę od rozłożonego obciążenia użytkowego [MPa]
p – obciążenia działające na daną powierzchnię [g/cm^2]
F – współczynnik zagęszczenia gruntu
C_s – współczynnik wpływu obciążenia

C. Sprawdzenie grubości rękawa dla wyboczenia spowodowanego przez parcie hydrostatyczne wody gruntowej

t – grubość rękawa
D – wewnętrzna średnica istniejącej rury
C – poprawka na odstępstwo od przekroju kołowego
- moduł sprężystości przy zginaniu rękawa [MPa]
N – współczynnik bezpieczeństwa
K – współczynnik wpływu usztywnienia
P – dopuszczalne ciśnienie dla wyboczenia usztywnionego [MPa]

Dopuszczalną wartość ciśnienia zewnętrznego P działającego na rurę oblicza się z równania:

$$1{,}5q/100(1+q/100)DR^2 - 0{,}5(1+q/100)DR=\sigma/PN$$

σ - wytrzymałość na zginanie rękawa [MPa]

Proponowane grubości rękawa do zastosowania w trakcie renowacji kanalizacji muszą zapewnić pełną wytrzymałość na obciążenie gruntem, obciążenia hydrostatyczne, obciążenia eksploatacyjne.

Dla wyeliminowania wątpliwości, co do kwalifikacji stopnia uszkodzenia kanału, które w większości można zaliczyć do stanu częściowo uszkodzonego, grubość rękawa jest obliczana zgodnie ze schematem obliczeń dla kanałów całkowicie uszkodzonych. Postępowanie takie daje gwarancję poprawnego zaprojektowania renowacji kanalizacji.

Obliczenia grubości rękawa są wykonywane przy założeniu całkowitego zniszczenia rury pierwotnej tzn. nastąpiło uszkodzenie jej konstrukcji (pęknięcie, odkształcenie, korozja, ubytki fragmentów rury). W takim przypadku rękaw projektuje się jako przewód, który musi samodzielnie wytrzymać wszelkie obciążenia: ciśnienie hydrostatyczne, nacisk gruntu, obciążenia zmienne.

W związku z tym, że instalacja rękawa odbywa się w warunkach terenowych na czynnych technologicznie sieciach kanalizacyjnych istnieje możliwość powstania odchyleń od założonych parametrów modułów sprężystości czy też grubości ścianki. Założone wielkości parametrów są przyjęte w sposób bezpieczny, więc w przypadku, gdy wartość jednego z parametrów jest niższa od zakładanej w obliczeniach jego wartość rekompensowana jest przez wyższą wartość drugiego parametru pozwalając na zachowanie odpowiedniej wytrzymałości. W związku z instalacją rękawa w warunkach terenowych jego parametry zależą od geometrii naprawianego przewodu oraz warunków utwardzania. Rękaw jest w momencie formowania elastyczny, jego kształt dostosowuje się do geometrii naprawianego przewodu. W związku z tym na parametry wytrzymałościowe rękawa uzyskane w studzienkach mają wpływ występujące odchyłki parametrów geometrycznych (brak oparcia w trakcie instalacji) a także inne warunki utwardzania. Powyższe warunki należy uwzględnić przy analizie ewentualnych wyników badań.

1.4.4 Przyjęte założenia projektowe

Istniejąca kanalizacja deszczowa wykonana z odcinków rur żelbetowych łączonych na zaprawę przebiega na głębokościach:

Nr studni	Rzędna góry studni	Rzędna dołu studni	Głębokość studni	Długość odcinka
S1	180,77	178,40	2,37	S1 – S2: 50,2 m
S2	179,77	177,52	2,25	S2 – S3: 31,9 m
S3	Studzienka niedostępna, zalana asfaltem			S3 – S4: 64 m
S4	178,72	b.d.	---	S4 – S5: 10 m
S5	178,76	176,77	1,99	S5 – S6: 40,8 m
S6	179,00	176,21	2,79	S6 – S7: 50,7 m
S7	178,57	175,71	2,86	RAZEM: 247,6 m

Obliczenia grubości termoutwardzalnego rękawa poliestrowego nasączonego żywicami poliestrowymi

Obliczenia wytrzymałościowe proponowanych grubości rękawa po utwardzeniu powinny być zgodne z przedstawionymi w niniejszym projekcie. Jak wspomniano dla wyeliminowania wątpliwości, co do kwalifikacji stopnia uszkodzenia kanału, grubość rękawa została obliczona dla wszystkich odcinków zgodnie ze schematem obliczeń dla kanałów całkowicie uszkodzonych. Postępowanie takie daje zapas bezpieczeństwa i gwarancję poprawnego zaprojektowania renowacji kanalizacji. Poniżej zawarte są obliczeniowe grubości rękawa po utwardzeniu na podstawie przyjętych założeń i warunków statyczno-wytrzymałościowych.

Obliczenia załączono do niniejszej dokumentacji za częścią opisową.

Tab.

Średnica [mm]	**Grubość rękawa po utwardzeniu** spełniająca wymogi obliczeń i samonośności oraz zapisów zgodnych z projektem [mm]
800	**17,0**

1.4.5 *Wykonawstwo robót*

1.4.5.1. Podstawowe etapy realizacji bezwykopowej renowacji termoutwardzalnym rękawem poliestrowym nasączonym żywicami poliestrowymi

Przy zastosowaniu do renowacji kanałów metody poliestrowego rękawa termoutwardzalnego nasączonego żywicami poliestrowymi można wyróżnić następujące etapy realizacji prac:

- wykonanie projektu zawierającego między innymi obliczenia wytrzymałościowe i hydrauliczne, dobór rodzaju rękawa gwarantującego uszczelnienie kanalizacji oraz przeniesienie wszelkich obciążeń,
- ewentualne usuwanie stanów awaryjnych na kanale lub włączeniach przykanalików stwierdzonych w czasie inspekcji TV, wymagających wykonania naprawy miejscowej w wykopie otwartym, wykonywane na warunkach określonych w SIWZ, w celu umożliwienia wykonania bezwykopowej renowacji kanałów,
- wykonanie bezwykopowej renowacji przewodów przy pomocy przyjętego rodzaju rękawa, z przeprowadzeniem wcześniej odpowiedniego czyszczenia,
- otwarcie przykanalików włączonych bezpośrednio w kanał po wykonanej renowacji;
- przeprowadzenie powykonawczej inspekcji telewizyjnej rękawa,
- wykonanie niezbędnych badań,
- wykonanie dokumentacji powykonawczej,
- przywrócenie do stanu pierwotnego terenu, na którym odbywały się roboty i dokonanie odbioru terenu przez właściciela po robotach.

1.4.5.2. Instalacja termoutwardzalnego rękawa poliestrowego nasączonego żywicami poliestrowymi

Renowację metodą termoutwardzalnego rękawa poliestrowego nasączonego żywicami poliestrowymi rozpoczyna się od wprowadzenia do naprawianego przewodu wstęgi (rękawa) z folii polietylenowej o odpowiedniej średnicy przy pomocy sprężonego powietrza.

Kolejnym etapem jest wprowadzenie do przewodu właściwego rękawa właściwego rękawa nasączonego żywicami poliestrowymi. Impregnowany fabrycznie rękaw instaluje się wewnątrz istniejącego kanału przez studnię rewizyjną.

Efektem wykonanej renowacji jest uzyskanie wytrzymałej, ściśle przylegającej do naprawianego kanału powłoki. W miejscach włączenia przykanalików do kanału rękaw w pewnym stopniu uwypukla się do wnętrza przykanalika, co ułatwia bezwykopowe otworzenie przykanalików włączonych na trójnik lub „na ostro” przy pomocy specjalnego robota i pod kontrolą kamery TV. Otwarcie przykanalika będzie wykonane w sposób przywracający przepływ ścieków z przyłączy, czyli do pełnej średnicy bez żadnych prac wykopowych.

Ostatnim etapem prac jest wykonanie inspekcji telewizyjnej powykonawczej w celu oceny stanu powierzchni wewnętrznej przewodu oraz kształtek kapeluszowych.

W efekcie tak wykonanej renowacji Zamawiający otrzyma w pełni wytrzymałą mechanicznie, szczelną i odporną na ścieranie rurę wewnątrz skorodowanego przewodu. Rękaw ściśle przylega do ścianek naprawianego przewodu. Renowację przy pomocy rękawa można wykonywać z dobrym efektem w przypadku bardzo wielu rodzajów uszkodzeń przewodów między innymi takich jak pęknięcia, otwarte złącza, przesunięcia pionowe i poziome rur, częściowe zgniecenia przewodów, infiltracja wód gruntowych itp.

Prace renowacyjne przy pomocy technologii termoutwardzalnego rękawa poliestrowego nasączonego żywicami poliestrowymi nie wymagają żadnych wykopów. Do renowacji używany jest specjalnie zaprojektowany zestaw samochodowy, w którym znajdują się wszelkie niezbędne

urządzenia do wykonania prac. W trakcie prowadzonych prac niezbędne jest zajęcie terenu około $90m^2$ (3m x 30m) w obrębie studni z której wprowadzany jest rękaw. W trakcie prac musi być zapewniony dostęp do wszystkich studni naprawianego kanału, a roboty będą prowadzone przy utrzymaniu ciągłości odbioru ścieków. Ścieki z kanału głównego i w razie konieczności z przykanalików będą w czasie prac renowacyjnych przepompowywane przy pomocy zatapialnych pomp oraz elastycznych węży 4" a w przypadku większych ilości ścieków agregatów pompowych i rur PE.

Okresy jednorazowego wyłączenia kanałów będą możliwie najkrótsze. Zostaną uwzględnione następujące warunki istniejących sieci:

- średnice włazów do studzienek - 600mm
- wymiary studzienek kanalizacyjnych – 1000x1000 mm (lub większe).

W obrębie ulic o znacznym nasileniu ruchu drogowego prace będą wykonywane w sposób minimalizujący utrudnienia dla ruchu i mieszkańców oraz dla funkcjonowania miasta, a organizacja i technologia robót nie wpłynie w żaden sposób na drzewostan w pasie realizacyjnym robót. Zakres przeprowadzonych prac będzie obejmował wszystkie czynności związane z realizacją przedmiotu zamówienia, ze szczególnym uwzględnieniem wymagań opisanych w projekcie.

Obliczenia grubości rękawa termoutwardzalnego są wykonywane przy założeniu całkowitego zniszczenia rury pierwotnej tzn. nastąpiło uszkodzenie jej konstrukcji (pęknięcie, odkształcenie, korozja, ubytki fragmentów rury). W takim przypadku termoutwardzalny rękaw nasączony żywicami poliestrowymi projektuje się jako przewód, który musi samodzielnie wytrzymać wszelkie obciążenia: ciśnienie hydrostatyczne, nacisk gruntu, obciążenia zmienne.

1.4.5.3. Renowacja studni kanalizacyjnych

Renowacji należy poddać istniejące studnie rewizyjne. Technologią stosowaną do remontu studni będzie technologia oparta na zastosowaniu systemu chemii budowlanej np. masami typu Ombran (producent MC Bauchemie).

Istniejące studnie kanalizacyjne na odcinkach kanałów przewidzianych do renowacji,

należy poddać remontowi i naprawie w następującym zakresie robót:

- Usunięcie skorodowanego, luźnego betonu do podłoża nośnego
- Oczyszczeniu powierzchni elementów betonowych
- Oczyszczenie i zabezpieczenie odsłoniętych fragmentów zbrojenia przed korozją
- Uszczelnienie miejsc występowania przecieków
- Uzupełnienie ubytków i wyrównanie powierzchni zaprawą o podwyższonej odporności na siarczany
- Pokrycie powierzchni komór i kręgów wodoszczelną i odporną na korozję powłoką
- Wymiana stopni złazowych

Celem renowacji studni kanalizacyjnych jest ich uszczelnienie oraz przywrócenie stanu właściwego ich konstrukcji i funkcjonalności.

1.4.5.4 Podstawowe etapy realizacji renowacji studni kanalizacyjnych

- wykonanie wizji lokalnej studzienek kanalizacyjnych,
- przygotowanie studzienek do renowacji zgodnie z wymaganiami technologicznymi, tj. podłoże betonowe (ściany, kineta oraz spoczniki) na którym dopuszcza się układanie materiału powinno być dokładnie oczyszczone z zabrudzeń, wykwitów oraz wylewek betonu, powierzchnia betonu powinna być wolna od mleczka cementowego, luźnych frakcji, pyłów, smarów i innych zanieczyszczeń,
- stal zbrojeniowa powinna być oczyszczona z rdzy i zabrudzeń,
- usunąć należy skorodowany, luźny beton do podłoża nośnego,

- oczyścić powierzchnie elementów betonowych metodą hydrodynamicznego czyszczenia
- uzupełnić ubytki i wyrównać powierzchnie zaprawami betonowymi;
  uszczelnienie kanału przed napływem wody gruntowej materiałami na bazie mineralnej (w oparciu o szybko sprawny cement). Na czas wiązania materiału zostaną zastosowane korki przepływowe, a w przypadku dużego napływu zostanie wykonane miejscowe przepompowanie ścieków.
  Następnie wykonane zostaną prace naprawcze i reprofilacja ubytków. Na powierzchni konstrukcji kanału i na miejscu budowy musi się utrzymywać temperatura +5°C. Zaprawy lub powłoki nakłada się na nośne, stabilne podłoże, konstrukcja kanału musi prawidłowo przenosić obciążenia bez powstawania dużych zarysowań.
- mieszanie zaprawy w betoniarce bądź pojemniku za pomocą mieszadła o niskich obrotach, tak aby stworzyć jednorodną masę nie zawierającą grudek.
  Przy przygotowaniu wszystkich materiałów mineralnych (na bazie cementu), które wymagają jedynie wymieszania z wodą zostaną zachowane proporcje podane przez producenta. Dozowanie wody jest bardzo ważne, ponieważ dodanie zbyt dużej ilości wody pogarsza zasadniczo właściwości materiału. Rośnie skurcz i mogą pojawiać się spękania, ale przede wszystkim zwiększa się porowatość, co powoduje utratę wodoszczelności i bardzo obniża odporność na korozję.
- montaż stopni złazowych do studni kanalizacyjnych. Stopnie montowane są we wcześniej przygotowanych otworach za pomocą zaprawy szybkowiążącej o odpowiednio wysokiej wytrzymałości.
- wykonanie dokumentacji powykonawczej wraz z niezbędnymi badaniami,
- przywrócenie do stanu pierwotnego terenu, na którym odbywały się roboty i dokonanie odbioru terenu przez właściciela po robotach.

1.4.5.5 Próba szczelności przewodów bezciśnieniowych

Dla sprawdzenia poprawności wykonania rękawa i jego szczelności po renowacji należy przeprowadzić próbę szczelności dostosowaną do bezwykopowego charakteru wykonywanej renowacji. Powyższą próbę szczelności wykonać zgodnie z PN-EN 1610:2002 (Budowa i badanie przewodów kanalizacyjnych) przed wpuszczeniem ścieków. Próba szczelności może być wykonana jako element procesu renowacyjnego.

1.5 UWAGI KOŃCOWE:

Renowacja sieci kanalizacji sanitarnej może być wykonywana jedynie przez osoby posiadające uprawnienia budowlane w zakresie wykonawstwa uprawniającym to tego typu robót. Całość prac wykonać zgodnie z projektem, technologią wykonawstwa, przepisami BHP.O terminie rozpoczęcia robót ziemnych powiadomić wszystkich użytkowników obcych sieci, wraz z nimi zlokalizować w terenie położenie uzbrojenia, uzgodnić warunki prowadzenia robót i nadzór nad ich przebiegiem.

1.6 Informacja dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia

1. Lokalizacja i charakterystyka przedsięwzięcia :

Sieć kanalizacji deszczowej przewidziana do renowacji przebiega w ul. Dąbrowskiego w Polkowicach usytuowana jest na działkach o numerach geodezyjnych: 210, 248, 255, 277 obręb Polkowice miasto. Renowację sieci przewiduje się wykonać od studni S1 do studni S7 wg. załączonych rysunków.

2. Zakres robót dla całego przedsięwzięcia budowlanego (br. sanit.)

W ramach budowy całego przedsięwzięcia przewiduje się wykonanie:

- Renowację odcinka kanalizacji deszczowej bet. DN 800 od S1 do S7.

Kolejność realizacji poszczególnych obiektów:
1. Wykonanie renowacji odcinka kanalizacji deszczowej bet. DN 800 od S1 do S7

3. Wykaz istniejących obiektów budowlanych:
Jezdnia ul. Dąbrowskiego w Polkowicach

4. Elementy zagospodarowania terenu.

Istniejące elementy zagospodarowania terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi:

- Infrastruktura podziemna
- Jezdnia ul. Dąbrowskiego w Polkowicach

Projektowane elementy zagospodarowania terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi:

- Sieć kanalizacji deszczowej – prowadzenie robót na czynnej kanalizacji deszczowej
- Prowadzenie robót w rejonie drogi o dużym natężeniu ruchu drogowego

5. Przewidywane zagrożenia:
Zagrożenia mogące wystąpić podczas wykonywania prac budowlanych:
a) Zagrożenia związane z pracą sprzętu (np. dźwig, szlifierka)
b) Zagrożenia występujące w przypadku prowadzenia prac na czynnej kanalizacji deszczowej
c) Ruch pojazdów oraz ruch maszyn związanych z renowacją sieci kanalizacyjnej
d) Zagrożenia związane z budową odcinków kanalizacji sanitarnej w bezpośrednim sąsiedztwie kolizji z kablami elektroenergetycznymi i innym uzbrojeniem podziemnym

6. Sposób prowadzenia instruktażu.
Przed przystąpieniem do wykonywania robót budowlanych pracownicy winni szczegółowo zapoznać się z dokumentacją budowlaną oraz instrukcją urządzeń typowych, ponadto należy przeprowadzić instruktaż w zakresie wskazania zagrożeń mogących wystąpić w trakcie wykonywania robót, zasad BHP przy wykonywaniu robót budowlanych. Szczególny nacisk należy położyć na poinformowanie w zakresie wykonywania czynności w przypadku porażenia prądem, udzielenia pierwszej pomocy osobom poszkodowanym oraz należy poinformować pracowników o miejscu umieszczenia środków I pomocy.

7. Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom.

W trakcie powadzonych prac należy stosować środki techniczne i organizacyjne zgodnie z przyjętą przez Wykonawcę technologii robót oraz z posiadanym sprzętem.
Nie jest dopuszczalne sytuowanie stanowisk pracy, składowisk wyrobów i materiałów lub maszyn i urządzeń budowlanych bezpośrednio pod napowietrznymi liniami elektroenergetycznymi lub w odległości liczonej w poziomie od skrajnych przewodów, mniejszej niż:
3 m - dla linii o napięciu znamionowym nie przekraczającym l kV,
5 m - dla linii o napięciu”kip0 znamionowym powyżej l kV,
W czasie wykonywania renowacji studzienek i kanałów przy konieczności zdjęcia płyty nastudziennej w miejscach dostępnych dla osób niezatrudnionych przy tych robotach należy wokół otwartych studzienek pozostawionych na czas zmroku i w nocy ustawić balustrady

zaopatrzone w światło ostrzegawcze koloru czerwonego. Poręcze balustrad, o których mowa powyżej powinny znajdować się na wysokości 1,1 m nad terenem i w odległości nie mniejszej niż l m od krawędzi takiej otwartej studzienki.

- Roboty należy prowadzić zgodnie z dokumentacją techniczną, przepisami BHP oraz Polskimi Normami a w szczególności zgodnie z:

⇒ Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. Nr 47, poz. 401)
⇒ Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 20 września 2001 w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy eksploatacji maszyn i innych urządzeń technicznych do robót ziemnych , budowlanych i drogowych (Dz.U. nr 118, poz. 1263) z póź zm.
⇒ PN – EN 50110-1 z marca 2001 – Eksploatacja urządzeń elektrycznych".

Opracował:
Jacek Ślemp