



**WODOCIĄGI KIELECKIE Sp. z o.o.**

**ul. Krakowska 64, 25-701 Kielce**

**tel.: +48 41 36 531 00; fax: +48 41 34 552 20;**

**e-mail: wodkiel@wod-kiel.com.pl**

**REGON 290856791**

**NIP 959 116 49 32**

**Sąd Rejonowy w Kielcach X Wydział Gospodarczy KRS 0000147680**

**Kapitał zakładowy: 56 839 992 zł**

# **Dokumentacja Projektowa**

## **Remont kanalizacji w ul. Ogrodowej w Kielcach**



**Kategoria Obiektu: XXVI**

**Jednostka ewidencyjna: 266101\_1, Kielce**

**Adres:** ul. Ogrodowa, Kielce  
Obręb nr 0016 Kielce, działki nr ewid. 520, 522/8, 591

**Inwestor:** Wodociągi Kieleckie Sp. z o.o.  
ul. Krakowska 64, 25-701 Kielce

**Kod CPV:** 45453000-7 Roboty remontowe i renowacyjne

Autorzy opracowania	Imię i Nazwisko	Nr Upnień	Specjalność	Data	Podpis
Projektował:	mgr inż. Jarosław Markiton	377/01	Sieci, instalacje i urządzenia cieplne, wentylacyjne, gazowe, wodociągowe i kanalizacyjne	05.2021	
Sprawdził:	mgr inż. Ewa Ściegienna	SWK/0144/POOS/10	Sieci, instalacje i urządzenia cieplne, wentylacyjne, gazowe, wodociągowe i kanalizacyjne	05.2021	

**Kielce, maj 2021r.**

## **SPIS TREŚCI**

### **CZĘŚĆ OPISOWA**

1. MIEJSCE POŁOŻENIA INWESTYCJI
  2. PODSTAWA I ZAKRES OPRACOWANIA
  3. SPRAWY TERENOWO – PRAWNE
  4. WARUNKI GRUNTOWO – WODNE
  5. STAN ISTNIEJĄCY
  6. OKREŚLENIE STANU TECHNICZNEGO KANAŁÓW I DOBÓR TECHNOLOGII PRZEBUDOWY
  7. OCENA STANU TECHNICZNEGO STUDNI I DOBÓR TECHNOLOGII PRZEBUDOWY
  8. SZTYWNOŚĆ OBWODOWA
  9. OBLICZENIA HYDRAULICZNE
  10. WYKONANIE PRAC ZWIĄZANYCH Z RENOWACJĄ KANAŁU
  11. RENOWACJA STUDNI KANALIZACYJNYCH
  12. WŁĄCZENIA ODGAŁĘZIEN BOCZNYCH KANALIZACYJNYCH
  13. OBEJŚCIE ŚCIEKÓW BY-PASS
  14. PROCEDURY ODBIOROWE
  15. ODTWORZENIE TERENU
- TABELA NR 1- ZESTAWIENIE KANAŁÓW DO RENOWACJI
- TABELA NR 2 – ZESTAWIENIE STUDNI DO RENOWACJI
- OBLICZENIA

### **CZĘŚĆ GRAFICZNA**

- |  |               |
|--|---------------|
| 1. ORIENTACJA - RYS. NR 0                      | SKALA 1:10000 |
| 2. PROJEKT ZAGOSPODAROWANIA TERENU - RYS. NR 1 | SKALA 1:500   |
| 3. SCHEMAT TECHNOLOGICZNY - RYS. NR 2          |               |

### **ZAŁĄCZNIKI**

1. Oświadczenie Projektanta o wykonaniu projektu zgodnie z przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej
2. Oświadczenie Sprawdzającego o wykonaniu projektu zgodnie z przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej
3. Uprawnienia Projektanta
4. Zaświadczenie Projektanta o przynależności do Izby Inżynierów Budownictwa i opłaceniu składek ubezpieczenia
5. Uprawnienia Sprawdzającego
6. Zaświadczenie Sprawdzającego o przynależności do Izby Inżynierów Budownictwa i opłaceniu składek ubezpieczenia
7. Warunki odtworzenia pasa drogowego – pismo MZD znak: WU.RUD.4403.4.41.2021 z dn. 21.05.2021r.
8. Pismo Świętokrzyskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Kielcach znak: ZATiRA.IA.5142.16.2.2021 z dn. 26.05.2021r.
9. Inspekcje TV – raporty; płyta CD

# CZĘŚĆ OPISOWA

## 1. MIEJSCE POŁOŻENIA INWESTYCJI

Inwestycja zlokalizowana jest w województwie świętokrzyskim, na terenie miasta Kielce w pasie zieleni wzdłuż ulicy Ogrodowej od rejonu skrzyżowania z ulicą Spacerową do kolektora lewobrzeżnego biegnącego wzdłuż rzeki Silnicy. Lokalizacja miejsca prowadzenia robót została przedstawiona na rysunku nr 0 - *Orientacja*.

## 2. PODSTAWA I ZAKRES OPRACOWANIA

Opracowanie zostało wykonane dla realizacji projektu pod nazwą „Poprawa gospodarki ściekowej na terenie kieleckiego obszaru metropolitalnego – etap II” współfinansowanego ze środków unijnych i dotyczy określenia sposobu bezwykopowej renowacji sieci kanalizacyjnej w ul. Ogrodowej na terenie miasta Kielce.

Podstawę dla niniejszego opracowania stanowiły następujące materiały:

- ✓ zlecenie i wytyczne Inwestora,
- ✓ wizja lokalna,
- ✓ mapa zasadnicza w skali 1:500,
- ✓ inspekcje CCTV kanałów głównych,

Zakres inwestycji obejmuje:

- ✓ bezwykopową renowację kanału sanitarnego  $\phi 400$  wykładziną z rękawa poliestrowego zbrojonego włóknem szklanym utwardzanego promieniami UV, grubości **min. 7mm**, o łącznej długości **L=194,55 m**.
- ✓ renowację studni kanalizacyjnych  $\phi 1200$  – **7 szt.**

Zakres remontu sieci kanalizacyjnej obejmuje:

- ✓ czyszczenie i frezowanie kanałów i przyłączy przed montażem wykładziny,
- ✓ bezwykopową renowację kanałów głównych,
- ✓ wklejenie kapeluszy,
- ✓ renowację istniejących studni kanalizacyjnych.

## 3. SPRAWY TERENOWO - PRAWNE

Przedmiotowa sieć kanalizacyjna usytuowana jest w pasie zieleni wzdłuż ulicy Ogrodowej w Kielcach i przebiega przez tereny działek geodezyjnych nr: 591, 520 oraz 522/8 obręb 0016, będących własnością Gminy Kielce oraz Skarbu Państwa.

Inwestycja nie powoduje ograniczenia w sposobie zagospodarowania działek sąsiednich i nie wpływa na wykonywanie ich prawa własności. Działki zajęte czasowo na cele związane z realizacją inwestycji należy przywrócić do stanu pierwotnego.

Inwestycja zlokalizowana jest na obszarze objętym ochroną konserwatorską poprzez wpis do rejestru zabytków nieruchomych decyzją Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Kielcach z dn. 14.08.1976r., pod numerem rejestru A.321, jako: układ urbanistyczno-krajobrazowy miasta Kielce, a także wynikającą z ujęcia w gminnej i wojewódzkiej



ewidencji zabytków: układ urbanistyczno-krajobrazowy historycznego centrum – strefa ścisłej ochrony konserwatorskiej w granicach wyznaczonych ulicami: Aleja IX Wieków Kielc, Paderewskiego, Ogrodowa, Wesoła, Prosta, Żeromskiego, Kościuszki, Plac Moniuszki.

#### 4. WARUNKI GRUNTOWO – WODNE

Miasto Kiece położone jest na Wyżynie Kieleckiej. Warunki geologiczno-inżynierskie na terenie miasta są bardzo zróżnicowane. W miejscu lokalizacji kanału sanitarnego w rejonie ul. Ogrodowej występują gliny zwałowe oraz piaski i mułki rzeczne. Do obliczeń przyjęto poziom wód gruntowych od 1,5m do 2,5m ponad dnem kanału.

#### 5. STAN ISTNIEJĄCY

Objęty zakresem opracowania kanał sanitarny w ul. Ogrodowej został wykonany z rur kamionkowych o średnicy  $\phi 400$ .

W wyniku przeprowadzonej inspekcji kanałów stwierdzono uszkodzenia kanału polegające na pęknięciach podłużnych, pęknięciach siatkowych, wrośnięciach korzeni, nieszczelnościach, ubytkach w szklwie. Długość kanału głównego poddawanego renowacji wynosi 194,55m. Zestawienie poszczególnych odcinków kanalizacji przewidzianych do renowacji podano w tabeli nr 1.

Na objętej zadaniem sieci znajdują się studnie kanalizacyjne  $\phi 1200$ , które również zostaną poddane renowacji. Szczegółowe dane dotyczące zakresu remontu poszczególnych studni zawarto w tabeli nr 2.

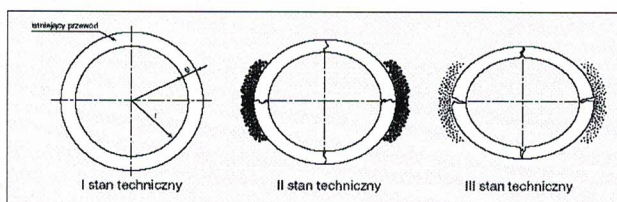
#### 6. OKREŚLENIE STANU TECHNICZNEGO KANAŁÓW I DOBÓR TECHNOLOGII PRZEBUDOWY

Stan techniczny istniejących kanałów określono na podstawie ATV-DVWK-M127P-część 2 na podstawie wykonanych inspekcji CCTV.

**I stan techniczny** – istniejący przewód zachował swoją nośność. Dopuszczalne są drobne uszkodzenia np. w postaci nieszczelnych złączy lub włosowatych rys w ścianie.

**II stan techniczny** - układ istniejący przewód – ośrodek gruntowy, zachował zdolność do przenoszenia obciążeń. Dopuszczalne uszkodzenia to: rysy podłużne przy niewielkich deformacjach przekroju.

**III stan techniczny** - układ istniejący przewód – ośrodek gruntowy, utracił zdolność do samodzielnego przenoszenia obciążeń. Główne uszkodzenia to: szerokie rysy pierścieniowe, szerokie rysy podłużne w kluczu, wyszczerbienia i dziury, przesunięcia w złączu itp. W tym przypadku wykładzina bierze udział w przenoszeniu obciążeń.



Na podstawie analizy uszkodzeń kanałów sanitarnych w tabeli nr 1 określono stan techniczny kanałów wg ATV.

Do przeprowadzenia obliczeń statyczno-wytrzymałościowych oprócz oceny stanu kanału określono:

- rodzaj materiału konstrukcyjnego,
- warunki gruntowo-wodne, wysokość wody gruntowej powyżej dna kanału -  $h_w, S_o$  [m],
- promień zewnętrzny wykładziny -  $r_{aL}$  [mm],
- materiał wykładziny.

W obliczeniach uwzględniono:

- obciążenia wywołane ciężarem gruntu i pojazdów,
- ciśnienie wody gruntowej działające na powierzchnię zewnętrzną wykładziny.

Na odcinkach poddawanych renowacji zaprojektowano wykładzinę z włókna szklanego utwardzaną promieniami UV. Wykładziny te charakteryzują się bardzo dużą wytrzymałością mechaniczną i małą ścieralnością. Niski współczynnik szorstkości poprawi wydajność hydrauliczną kanału.

## **7. OCENA STANU TECHNICZNEGO STUDNI I DOBÓR TECHNOLOGII PRZEBUDOWY**

Na podstawie przeglądu studni kanalizacyjnych w terenie stwierdzono, iż studnie pod względem konstrukcyjnym spełniają stawiane im wymagania i zostaną poddane renowacji przy użyciu materiałów chemii budowlanej.

Szczegółowe dane dotyczące studni oraz zakres prac zawarto w tabeli nr 2.

## **8. SZTYWNOŚĆ OBWODOWA**

Ze względu na stan techniczny kanału, jego przebieg, zagłębienie oraz warunki gruntowo-wodne wykładzina po utwardzeniu powinna osiągnąć sztywność obwodową min. **4 kN/m<sup>2</sup>**. Po utwardzeniu należy pobrać próbki wykładziny, za pomocą badań laboratoryjnych określić na ich podstawie krótkoterminowy moduł sprężystości i obliczyć sztywność obwodową na podstawie poniższego wzoru.

$$S = \frac{E}{[12 \times (d_m/e)^3]}$$

gdzie:

E – krótkoterminowy moduł sprężystości E [MPa] wg PN-EN ISO178

e - grubość ścianki [m]

$d_m$  - średnia średnica wykładziny [m]

$$d_m = d_w + (d_z - d_w)/2$$



$d_z$  – średnica zewnętrzna wykładziny [m]

$d_w$  – średnica wewnętrzna wykładziny [m]

## 9. OBLICZENIA HYDRAULICZNE

Wydajność hydrauliczną kanału obliczono ze wzoru Chezy'ego - Manninga:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R_h^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot F$$

gdzie:

$n$  – współczynnik szorstkości

$R_h$  – promień hydrauliczny

$$R_h = 0,5r \quad r = 0,5D$$

$i$  – spadek kanału

$F$  – pole przekroju

$$F = \pi \cdot r^2$$

$D$  – średnica

Przyjęto  $n$  dla kamionki 0,013

Przyjęto  $n$  dla wykładziny 0,011

Odcinek		D	Rh	i	n	F	Q
S5-S6	przed renowacją	0,4	0,1	0,009	0,013	0,126	0,194
	po renowacji	0,386	0,0965	0,009	0,011	0,117	0,208

Przepustowość kanału po renowacji będzie nieznacznie większa niż przed renowacją.

Również dla pozostałych odcinków kanalizacji przy zachowanym spadku kanału przepustowość po renowacji mimo zmniejszenia przekroju czynnego będzie nieco większa niż kanału istniejącego (we wszystkich przypadkach w identyczny sposób zmniejsza się średnica przewodu i spada współczynnik szorstkości).

## 10. WYKONANIE PRAC ZWIĄZANYCH Z RENOWACJĄ KANAŁU

W ulicy Ogrodowej projektuje się renowację kanału na odcinkach S1-S8 przy użyciu wykładziny z włókna szklanego utwardzanej promieniami UV.

Zaprojektowano rękaw wykonany z włókna szklanego nasączonego u producenta od wewnątrz i zewnątrz w technologii próżniowej żywicą poliestrową utwardzaną promieniami UV i pokrytą warstwą zapewniającą odporność chemiczną i odporność na ścieranie oraz zabezpieczoną zewnętrznie folią ochronną. Rękaw powinien być pozbawiony wad w postaci niejednorodności i wtrąceń ciał obcych, a jego barwa na całej powierzchni musi być jednakowa, bez przebarwień i zmian intensywności. Nie dopuszcza się, aby powierzchnia wewnętrzna kanału po renowacji posiadała jakiejkolwiek nierówności wynikające z wad technicznych materiału lub nieprawidłowego montażu wykładziny. Dla zapewnienia najwyższych standardów producent rękawa winien posiadać wdrożony i potwierdzony

stosownym certyfikatem system kontroli jakości zgodny z normą ISO 9001 lub równoważny.

Ponadto rękaw powinien spełniać następujące wymagania:

- moduł sprężystości krótkotrwały nie mniejszy niż 14 000 MPa;
- sztywność obwodowa rękawa powinna być nie mniejsza niż 4 kN/m<sup>2</sup>;
- odporność chemiczna w zakresie pH 4÷10;
- odporność na ścieranie tzn. maksymalne dopuszczalne uszkodzenia powierzchni przy wykonywaniu prób na ścieranie 0,2 mm na 100 000 cykli wg normy PN EN 295-3;
- odporność chemiczna na wpływ zalegających osadów;
- niezmiennie parametry wykładziny przy temperaturze ścieków do 60°C;
- wymiary rękawa dobrane do średnicy kanału;

Przed przystąpieniem do renowacji kanał należy oczyścić hydrodynamicznie i mechanicznie. Czyszczenie polega na usunięciu osadów, wycięciu korzeni, usunięciu nacieków i złożeń, wyfrezowaniu nieprawidłowo włączonych przykanalików, itp. Następnie należy wykonać inspekcję kontrolną w celu sprawdzenia odpowiedniego przygotowania kanału do renowacji oraz zlokalizowania ewentualnych włączeń na trasie. Dla zapewnienia poślizgu wprowadzanego rękawa, do remontowanego odcinka wciąga się odpowiedniej szerokości wstęgę z folii PVC. Następnie wprowadzana jest linka stalowa, do której zaczepia się zakończony specjalną końcówką jeden koniec rękawa. Za pomocą przeciągarki rękaw w stanie spłaszczonym wprowadzany jest na całą długość naprawianego odcinka. Po odłączeniu linki, do obu końców rękawa należy podłączyć przewody technologiczne. Z jednej strony przewód należy połączyć z urządzeniem sterującym doprowadzającym sprężone powietrze i urządzenie UV. Po zakończeniu przygotowań rękaw napełnia się sprężonym powietrzem, aż do osiągnięcia wymaganego ciśnienia. Rękaw ściśle przylegając do ścianek kanału tworzy wykładzinę wewnętrzną. W celu utwardzenia wykładziny przepuszcza się łańcuch lamp UV. Wymagany jest ciągły monitoring wizyjny CCTV z przodu i z tyłu łańcucha lamp UV oraz ciągły monitoring parametrów utwardzanej wykładziny podczas przejazdu łańcucha, tzn.: temperatura, ciśnienie, prędkość przesuwu lamp. Całość powinna być zawarta w raporcie poinspekcyjnym z utwardzenia wykładziny. Po odłączeniu przewodów technologicznych otwiera się końce utwardzonej wykładziny, obcina się wystające końce równo z przewodem, fazuje i zabezpiecza kitem uszczelniającym. Po wykonaniu instalacji należy wykonać badania kontrolne – próbę szczelności oraz inspekcję TV zapisaną na nośniku elektronicznym (CD) oraz raport z inspekcji.



## **11. RENOWACJA STUDNI KANALIZACYJNYCH**

### **Wymiana stopni złączowych.**

W celu wymiany stopni złączowych należy wykuć stare stopnie, a następnie wytrasować i osadzić nowe stopnie przy użyciu klinów i zaprawy szybkowiążącej odpornej na agresywne działanie ścieków komunalnych. Należy stosować stopnie złączowe żeliwne lub klamry stalowe w otulinie z PE.

### **Naprawa konstrukcji studni, reprofilacja kinety, nałożenie powłoki ochronnej**

Przed rozpoczęciem prac należy wyczyścić hydrodynamicznie całą studnię pod ciśnieniem, tak aby usunąć osady oraz luźne fragmenty betonu/cegły. Następnie wykonać reprofilację ścian studni (wypełnienie ubytków, pęknięć) wraz z kinetą i półką spocznikową. Na końcu należy wykonać naprawę antykorozyjną.

Należy zastosować mineralne (cementowe) modyfikowane zaprawy naprawcze przeznaczone do napraw obiektów narażonych na wilgoć i stały kontakt ze ściekami komunalnymi. Materiał przygotować zgodnie z instrukcją producenta. Materiał nakładać poprzez natrysk i naciąganie pacą stalową, w pierwszej kolejności wypełniając fugi i wyszczerbienia cegły/betonu. Duże ubytki wypełniać partiami.

Wyprawa stosowana jako powłoka ochronna klasy odporności XA3 musi w każdym miejscu mieć zachowaną grubość co najmniej 10mm.

### **Wymiana kominka włazowego**

W celu dokonania wymiany kominka włazowego należy przeprowadzić rozbiórkę kostki betonowej oraz zdemontować istniejący właz i kominek. Gruz z istniejącej podbudowy włazu jako odpad należy wywieźć na wysypisko.

Miejsce montażu nowego kominka włazowego zagruntować preparatem zwiększającym przyczepność nowych warstw zaprawy do istniejących powierzchni betonowych. Nowy kominek wykonać z pierścieni betonowych o wysokości umożliwiającej właściwe usytuowanie wysokościowe włazu. Następnie zamontować (wcześniej zdemontowany) właz kanałowy z żeliwa szarego. Po wymianie kominka i obsadzeniu włazu miejsce robót zabezpieczyć i pozostawić do uzyskania wytrzymałości przez zaprawę. Po uzyskaniu przez zaprawę wytrzymałości można przystąpić do odtworzenia chodnika w miejscu prowadzenia robót.

Zakres robót do wykonania w poszczególnych studniach podano w tabeli nr 2.

## **12. WŁĄCZENIA ODGAŁĘZIEŃ BOCZNYCH KANALIZACYJNYCH**

Odgałęzienia kanałów i przyłączy włączone do studni należy na połączeniach doszczelnić poprzez rozkucie miejsca włączenia, zagruntowanie betonu warstwą szepną oraz uzupełnienie szczelin zaprawą wodoszczelną.

W miejscach włączeń przykanalików za pomocą trójnika, należy otworzyć wykładzinę i wkleić kształtkę kapeluszową wykonaną z filcu technicznego nasączonego żywicami epoksydowymi o długości minimum 500 mm zapewniającą szczelność. W przypadku problemów z montażem dopuszcza się zastosowanie dłuższych kapeluszy.

### **13. OBEJŚCIE ŚCIEKÓW BY-PASS**

W czasie prowadzonych prac należy zapewnić ciągłe przepompowywanie ścieków poprzez zastosowanie obejść (by-pass). Pompowanie ścieków z kanału musi odbywać się tymczasowymi szczelnymi giętkimi przewodami dostosowanymi do ilości ścieków do przepompowania.

### **14. PROCEDURY ODBIOROWE**

W celu potwierdzenia wymaganego parametru sztywności obwodowej zainstalowanego rękawa należy pobrać próbki rękawów, a następnie poddać je badaniu zgodnie z normą PN-EN ISO 11296-4:2011 w zakresie początkowej sztywności obwodowej, tak aby bezpośrednio z wyników badań uzyskać możliwość sprawdzenia wymogów Zamawiającego. Celem dokonania odbiorów prac należy ponadto wykonać:

- próbę szczelności kanalizacji, zgodnie z normą PN-EN 1610 Budowa i badania przewodów kanalizacyjnych – próba wodna i przedłożyć wyniki do Inspektora Nadzoru,
- inspekcję CCTV kanału po renowacji,
- badania krótkookresowego modułu zginającego ( $E_0$ ) - 1 próbka (wg PN-EN 13566-4),
- badania naprężenia zginającego przy pierwszym pęknięciu - 1 próbka (wg PN-EN 13566-4),
- badania odkształcenia zginającego przy pierwszym pęknięciu – 1 próbka (wg PN-EN 13566-4),
- badania grubości ścianki wykładziny, (wg PN-EN 13566-4),
- kontrolę osadzenia stopni i włączów oraz innych elementów wymienianych w studniach
- badanie grubości powłoki w studni;
- badania studni przed i po renowacji metodą pull-off.
- dokumentację geodezyjną powykonawczą - szkic powykonawczy podpisany przez uprawnionego geodetę.

a także:

- przedłożyć do Inspektora Nadzoru deklaracje zgodności z normą dla danej partii materiału.

## 15. ODTWORZENIE TERENU

Odtworzenie nawierzchni należy wykonać zgodnie z warunkami technicznymi zajęcia i odtworzenia pasa drogowego wydanymi przez Miejski Zarząd Dróg w Kielcach – WU.RUD.4403.4.41.2021 z dn. 21.05.2021r. stanowiącymi załącznik do niniejszego opracowania, tj.:

- Wykop po budowie w chodnikach należy zasypać piaskiem z zagęszczeniem mechanicznym warstwami grubości max.30cm do uzyskania poniżej głębokości 1,2m wskaźnika zagęszczenia  $I_s=0,97$ , a do głębokości 1,2m wskaźnika zagęszczenia  $I_s=0,98$ .
- Chodnik należy odtworzyć z zachowaniem równości i spadków używając materiały i wykonując konstrukcję jakie istniały pierwotnie. Wbudowane elementy betonowe nie mogą być zniszczone ani uszkodzone (kostka, krawężniki, obrzeża). Nawierzchnię należy zawibrować, a szczeliny zamulić piaskiem.
- Na czas realizacji robót należy ustawić oznakowanie zgodnie z opracowanym i zatwierdzonym tymczasowym projektem organizacji ruchu.

Przed rozpoczęciem prac należy zawiadomić Zarządcę Drogi - MZD Kielce ul. J. Prendowskiej 7, 25-395 Kielce o rozpoczęciu robót i uzyskać zgodę na zajęcie pasa drogowego ulicy Ogrodowej.

Po zakończeniu prac teren robót należy uporządkować i przywrócić do stanu pierwotnego. Zakończenie robót należy zgłosić w MZD i uzyskać protokół odbioru pasa drogowego.

Projektował:



mgr inż. Jarosław Markiton



## Zestawienie odcinków - Ogrodowa

Lp.	Odcinek	Średnica [mm]	Materiał	Zagłębienie początek [m]	Zagłębienie koniec [m]	Długość odcinka [m]	Stan Techniczny	Odgąłęzienia	Wykładzina
1	S1-S2	400	Kamionka	3,58	4,02	29,70	II częściowo zniszczony		Rękaw z włókna szklanego z żywicą poliestrową utwardzany promieniami UV <b>grubość min.7 mm</b>
2	S2-S3	400	Kamionka	4,04	4,15	17,45	II częściowo zniszczony	2 odgałęzienia fi 150	
3	S3-S4	400	Kamionka	4,19	3,54	47,05	III całkowicie zniszczony		
4	S4-S5	400	Kamionka	3,58	3,25	26,90	II częściowo zniszczony		
5	S5-S6	400	Kamionka	3,28	2,57	36,90	II częściowo zniszczony		
6	S6-S7	400	Kamionka	2,60	1,95	30,95	III całkowicie zniszczony		
7	S7-S8	400	Kamionka	2,00	2,04	5,60	III całkowicie zniszczony		

Tabela nr 2

Studnia nr	Głębokość [m]	Średnica studni [mm]	Stan techniczny Uwagi
S1	4,3	φ1200	<b>Właz:</b> bez uwag; <b>Podbudowa:</b> bez uwag; <b>Płyta nastudzienna:</b> bez uwag; <b>Stopnie:</b> skorodowane (do wymiany); <b>Ściany studni:</b> z ubytkami (chemia budowlana); <b>Kineta:</b> z ubytkami (chemia budowlana);
S2	3,9	φ1200	<b>Właz:</b> bez uwag; <b>Podbudowa:</b> bez uwag; <b>Płyta nastudzienna:</b> bez uwag; <b>Stopnie:</b> skorodowane (do wymiany); <b>Ściany studni:</b> z ubytkami (chemia budowlana); <b>Kineta:</b> z ubytkami (chemia budowlana);
S3	4,1	φ1200	<b>Właz:</b> bez uwag; <b>Podbudowa:</b> bez uwag; <b>Płyta nastudzienna:</b> bez uwag; <b>Stopnie:</b> skorodowane (do wymiany); <b>Ściany studni:</b> z ubytkami (chemia budowlana); <b>Kineta:</b> z ubytkami (chemia budowlana);
S4	3,6	φ1200	<b>Właz:</b> bez uwag; <b>Podbudowa:</b> bez uwag; <b>Płyta nastudzienna:</b> bez uwag; <b>Stopnie:</b> skorodowane (do wymiany); <b>Ściany studni:</b> z ubytkami (chemia budowlana); <b>Kineta:</b> z ubytkami (chemia budowlana);
S5	3,3	φ1200	<b>Właz:</b> bez uwag; <b>Podbudowa:</b> z ubytkami (do wymiany, wysokość ok. 20cm); <b>Płyta nastudzienna:</b> bez uwag; <b>Stopnie:</b> skorodowane (do wymiany); <b>Ściany studni:</b> z ubytkami (chemia budowlana); <b>Kineta:</b> z ubytkami (chemia budowlana);
S6	2,4	φ1200	<b>Właz:</b> bez uwag; <b>Podbudowa:</b> bez uwag; <b>Płyta nastudzienna:</b> bez uwag; <b>Stopnie:</b> skorodowane (do wymiany); <b>Ściany studni:</b> z ubytkami (chemia budowlana); <b>Kineta:</b> z ubytkami (chemia budowlana);
S7	2,0	φ1200	<b>Właz:</b> bez uwag; <b>Podbudowa:</b> bez uwag; <b>Płyta nastudzienna:</b> bez uwag; <b>Stopnie:</b> skorodowane (do wymiany); <b>Ściany studni:</b> z ubytkami (chemia budowlana); <b>Kineta:</b> z ubytkami (chemia budowlana);

# Obliczenia grubości ścianki rękawa/rury dla kanałów grawitacyjnych i podciśnieniowych



Projekt: Kielce ul. Ogrodowa  
Kanał DN400

## Część A Dane projektowe

- stan techniczny istniejącej rury:
- średnica wewnętrzna istniejącej rury (D) [mm]
- owalizacja istniejącej rury (q) [%]  
 $q = 100 \cdot (D - D_{min}) / D = 100 \cdot (D_{max} - D) / D$
- zakres głęb. posadowienia dna istn. rury (d) [m]
- gęstość gruntu ( $\rho$ ) [g/cm<sup>3</sup>]
- zagęszczenie gruntu w skali Proctor [%]
- moduł reakcji gruntu ( $E_s$ ) [MPa]
- zakres wys.wód grunt. ponad dnem rury ( $h_w$ ) [m]
- moduł sprężystości rękawa przy zginaniu (E) [MPa]
- wymagana sztywność obwodowa rękawa ( $S_o$ ) [kPa]
- skupione naciski eksploatacyjne ( $P_s$ ) [kN]
- rozłożone naciski eksploatacyjne ( $p_d$ ) [MPa]
- podciśnienie w rurze (dot. kanałów podciśn.) ( $p_p$ ) [MPa]
- współczynnik bezpieczeństwa (N)

stan II i III / częściowo i całkowicie uszkodzony

			400	mm	
$q \geq q_{\min}$			3,33	%	
$q_{\min} =$			3,31	%	
od	1,95	m	do	4,19	m
			1,9	g/cm <sup>3</sup>	
			85	%	
od	1,85	MPa	do	3,54	MPa
od	1,50	m	do	2,50	m
			14000	MPa	
			4	kPa (kN/m <sup>2</sup> )	
			60	kN	
od	0,0000	MPa	do	0,0000	MPa
			0	MPa	
			2		

## Część B Określenie obciążeń

- obciążenie od gruntu i wód gruntowych ( $q_1$ ) [MPa]

$$q_1 = 9,81 \cdot 10^{-3} \cdot (H_w + \rho H_s R_w)$$

gdzie  $H_w = h_w - 10^{-3} \cdot D$   
 $H_s = d - 10^{-3} \cdot D$   
 $R_w = 1 - 0,33 \cdot H_w / H_s$

$q_1 =$ od	0,0329	MPa	do	0,0783	MPa
$H_w =$ od	1,10	m	do	2,10	m
$H_s =$ od	1,55	m	do	3,79	m
$R_w =$ od	0,7658		do	0,8172	

- obciążenia eksploatacyjne ( $q_2$ ) [MPa]

$$q_2 = W_{sc} + W_{sd}$$

gdzie<sup>1)</sup>  $W_{sc} = 1,094 \cdot C_s P_s F / D$   
 $W_{sd} = C_s F p_d$   
 współczynnik obciążenia powierzchni  
 dynamiczny współczynnik wpływu

$q_2 =$ od	0,0143	MPa	do	0,0026	MPa
$W_{sc} =$ od	0,0143	MPa	do	0,0026	MPa
$W_{sd} =$ od	0,0000	MPa	do	0,0000	MPa
$C_s =$ od	0,0670		do	0,0120	
$F =$ od	1,3		do	1,3	

- obciążenia całkowite ( $q_t$ ) [MPa]

$$q_t = q_1 + p_p + q_2$$

przyjęto obciążenie całkowite

$q_t =$ od	0,0472	MPa	do	0,0809	MPa
$q_t =$	0,0809	MPa			

<sup>1)</sup> równanie Bousinnesq'a całkowane metodą Holl'a



## Część C Wyznaczenie minimalnej grubości ścianki (t) [mm]

1. Analiza stateczności na wyboczenie pod obciążeniem wg skorygowanego<sup>2)</sup> równania AWWA<sup>3)</sup>  
- wg ASTM F 1216

$$q_t = \frac{C}{N} \left[ 32 R_w B' E_s' \left( E_L \frac{I}{D^3} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

współczynnik odstępstwa od przekroju kołowego

$$C = \left( 1 - \frac{q}{100} \right)^3 \left( 1 + \frac{q}{100} \right)^{-6}$$

$$C = 0,7422$$

współczynnik podparcia elastycznego

$$B' = \frac{1}{1 + 4 \cdot e^{-0,213 H_s}}$$

$$B' = \text{od } 0,2580 \text{ do } 0,3592$$

długoterminowy moduł sprężystości przy zginaniu

$$E_L = 10370,37 \text{ MPa}$$

moment bezwładności przekroju ścianki

$$I = t^3/12$$

po przekształceniu otrzymujemy grubość ścianki (t)

$$t \geq 0,721125 D \left[ \frac{\left( \frac{N}{C} \right)^2}{E_L} \cdot \frac{q_t^2}{E_s' R_w B'} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$t \geq 4,730 \text{ mm}$$

$$\text{gdzie } \frac{q_t^2}{E_s' R_w B'} = \frac{(q_1 + p_p + q_2)^2}{E_s' R_w B'}$$

$$\text{od } 0,0061 \text{ do } 0,0063$$

przyjęto 0,0063 MPa<sup>2</sup>

<sup>2)</sup> korekta współczynnika kształtu C i obniżony moduł  $E_L$

<sup>3)</sup> American Water Works Association

2. Analiza ugięcia pod obciążeniem na podstawie wzoru Spanglera

ugięcie względne:

$$\frac{Y}{D} = \frac{K q_t}{\frac{E}{1,5 \left( \frac{D}{t} - 1 \right)^3} + 0,061 E_s' R_w}$$

gdzie: stała posadowienia (K)  
ugięcie względne (Y/D)

$$K = 0,083$$

$$(Y/D) \leq 0,05$$

po przekształceniu otrzymujemy grubość ścianki (t)

$$t \geq \frac{D}{1 + \left( \frac{(Y/D) \cdot E}{1,5(K q_t - 0,061(Y/D) E_s' R_w)} \right)^{\frac{1}{3}}}$$

$$t \geq -3,811 \text{ mm} \quad t \geq -6,724 \text{ mm}$$

czyli  $t \geq -3,811$

Jeżeli  $t < 0$  to obciążenia są zbyt małe by wywołać w gruncie zadane odkształcenie 5%D, bez względu na sztywność rury. Czyli ugięcie rury Y/D również jest mniejsze niż 5%.

3. Obliczenie grubości rękawa dla warunku minimalnej sztywności obwodowej wg PN EN 1228

sztywność obwodowa jest równa:

$$S_o = \frac{E}{12 \left( \frac{D-t}{t} \right)^3}$$

po przekształceniu otrzymujemy grubość ścianki (t)

$$t \geq \frac{D}{1 + \left( \frac{E}{0,012 S_o} \right)^{\frac{1}{3}}}$$

$t \geq$  5,942 mm

4. Wybór grubości minimalnej

w punktach 1, 2, 3 niniejszej części obliczeń otrzymano następujące wyniki:

$t_1$ [mm]	$t_2$ [mm]	$t_3$ [mm]
4,73	-3,81	5,94

grubość po utwardzeniu nie powinna być mniejsza niż:  $t \geq$  5,94 mm

do realizacji proponuje się rękaw o nominalnej grubości  $t_{\text{nom}} =$  7 mm