



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. Paderewskiego w Kielcach



Kategoria Obiektu: XXVI

Jednostka ewidencyjna: 266101_1, Kielce

Adres: ul. Paderewskiego, Kielce
Obręb nr 0016 Kielce, działki nr ewid. 45/2, 134/14, 134/15,
134/16, 134/17, 134/20, 134/21, 241.

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 Uprawnień	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 ODGAŁĘZIEŃ 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÷2 | SKALA 1:500 |
| 3. SCHEMAT TECHNOLOGICZNY - RYS. NR 3÷4 | |

ZAŁĄCZNIKI

1. Oświadczenie Projektanta o wykonaniu projektu zgodnie z przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej
2. Uprawnienia Projektanta
3. Uprawnienia Sprawdzającego
4. Zaświadczenie Projektanta o przynależności do Izby Inżynierów Budownictwa i opłaceniu składek ubezpieczenia
5. Zaświadczenie Sprawdzającego o przynależności do Izby Inżynierów Budownictwa i opłaceniu składek ubezpieczenia
6. Warunki odtworzenia pasa drogowego – pismo MZD znak: WU.RUD.4403.2.40.2021 z dn. 07.04.2021r.
7. Pismo Świętokrzyskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Kielcach znak: ZATiRA.IA.5142.16.4.2021 z dn. 26.05.2021r.
8. Inspekcje TV – raporty; płyta CD.

CZĘŚĆ OPISOWA

1. MIEJSCE POŁOŻENIA INWESTYCJI

Inwestycja zlokalizowana jest w województwie świętokrzyskim, na terenie miasta Kielce w pasie drogowym ulicy Paderewskiego na odcinku od skrzyżowania z ulicą Sienkiewicza do ronda G. Herlinga-Grudzińskiego. 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” i dotyczy określenia sposobu bezwykopowej renowacji sieci kanalizacyjnej w ul. Paderewskiego 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 $\phi 200$ wykładziną z rękawa poliestrowego zbrojonego włóknem szklanym utwardzanego promieniami UV, grubości **min. 4mm**, o łącznej długości **L=249,25 m**.
- ✓ renowację studni kanalizacyjnych $\phi 1200$ – **6 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,
- ✓ stabilizację studni K3.

3. SPRAWY TERENOWO - PRAWNE

Przedmiotowa sieć kanalizacyjna usytuowana jest w pasie drogowym ulicy Paderewskiego w Kielcach i przebiega przez tereny działek geodezyjnych nr: 45/2, 134/14, 134/15, 134/16, 134/17, 134/20, 134/21, 241, obręb 0016, będących własnością Skarbu Państwa, Województwa Świętokrzyskiego oraz miasta Kielce na prawach Powiatu.

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 nieruchomości 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 Kielce położone jest na Wyżynie Kieleckiej. Warunki geologiczno-inżynierskie na terenie miasta są bardzo zróżnicowane. W miejscu lokalizacji kanału sanitarnego w ul. Paderewskiego występują piaski rzeczne, częściowo wodnolodowcowe i peryglacjalne. Do obliczeń przyjęto poziom wód gruntowych od 1,0m do 2,0m ponad dnem kanału.

5. STAN ISTNIEJĄCY

Objęty zakresem opracowania kanał sanitarny w ul. Paderewskiego został wykonany z rur kamionkowych o średnicy $\phi 200$.

W wyniku przeprowadzonej inspekcji kanałów stwierdzono uszkodzenia kanału polegające na niewielkich pęknięciach podłużnych, pęknięciach poprzecznych, pęknięciach siatkowych pęknięciach na złączach, nieszczelności. Długość kanału głównego poddawanego renowacji wynosi 249,25m. 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. Ponadto niezbędna jest stabilizacja i naprawa studni K3 z uwagi na jej osiadanie. Szczegółowe dane dotyczące zakresu remontu poszczególnych studni zawarto w tabeli nr 2.

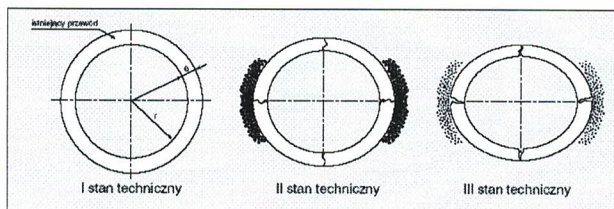
6. OKREŚLENIE STANU TECHNICZNEGO KANAŁÓW I DOBÓR TECHNOLOGII PRZEBUDOWY

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.

Ponadto w trakcie przeglądów stwierdzono, że studnia K3 uległa osiadaniu, co spowodowało jej zaniżenie o ok. 20cm – 30cm i ścięcie rur kamionkowych na odcinkach ok. 1,1m – 1,2m. W związku z powyższym niezbędne będzie zastabilizowanie podłoża pod i wokół studni i dokonanie naprawy odcinków kanału wchodzących do studni.

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/m²**. 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	R _h	i	n	F	Q
S1-S2	przed renowacją	0,2	0,05	0,004	0,013	0,031	0,021
	po renowacji	0,192	0,048	0,004	0,011	0,029	0,022
K3-K4	przed renowacją	0,2	0,05	0,004	0,013	0,031	0,020
	po renowacji	0,192	0,048	0,004	0,011	0,029	0,022

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 Paderewskiego projektuje się renowację kanału na odcinkach S1-S5 oraz K1-K4 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 jakiekolwiek 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/m²;
- minimalna grubość rękawa po utwardzeniu dla kanałów dn 200 – 4mm;
- 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 odcięciu 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 pionspekcyjnym 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.

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

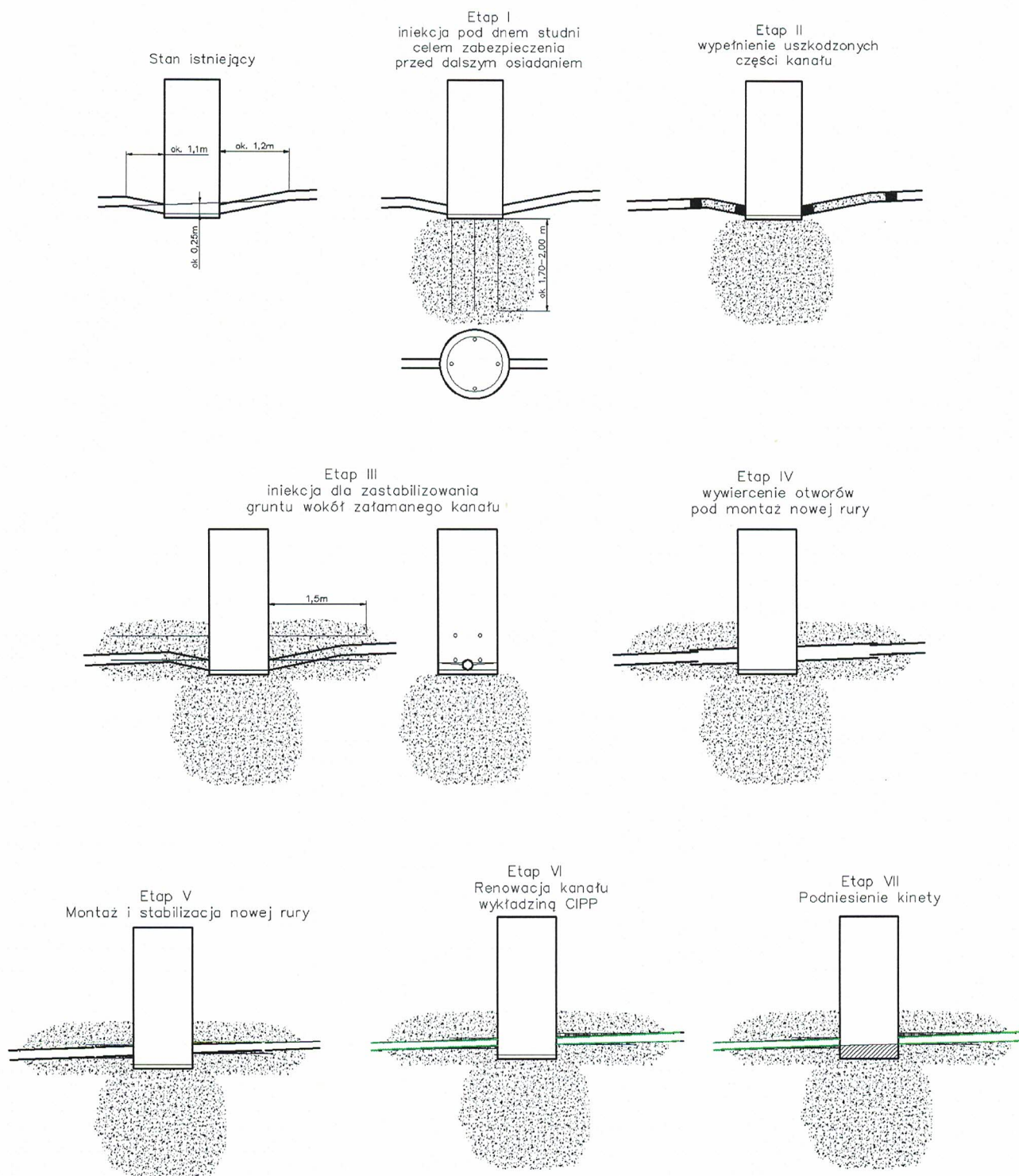
Stabilizacja i naprawa studni K3

Studnia K3 uległa osiadaniu, co spowodowało jej zniżenie o ok. 20cm – 30cm i ścięcie rur kamionkowych na odcinkach ok. 1,1m – 1,2m. W związku z powyższym niezbędne będzie zastabilizowanie podłoża pod studnią i dokonanie naprawy odcinków kanału wchodzących do studni przed wykonaniem wykładziny.

W tym celu przewiduje się wykonanie wzmocnienia i stabilizacji podłoża za pomocą iniekcji z żywic poliuretanowych wykonanych w dnie studni. Iniekcje należy wykonać na głębokość ok. 1,7-2,0m oraz ok. 0,5m poza obrys studni. Rozstaw lanc powinien wynosić ok. 0,5-1,0m. Po zastabilizowaniu podłoża pod studnią można przystąpić do naprawy uszkodzonych kanałów z rur kamionkowych. W tym celu należy zakorkować rurociągi na długości załamanych odcinków i wykonać iniekcje z zapraw cementowych lub żelu akrylowego wewnątrz rur oraz wokół kanałów. Po związaniu środka iniekcyjnego należy ze studni K3 wykonać za pomocą wiertnicy diamentowej otwory średnicy $\phi 280$ - $\phi 300$. Otwory winny być wykonane na odległość właściwego posadowienia istniejących kanałów

(ok. 1,3-1,5m) oraz pod kątem umożliwiającym korektę spadku kanału sanitarnego. W wykonanych otworach należy wstawić odcinki rur kamionkowych lub betonowych, tak by wyrównać spadki kanału, a następnie zastabilizować je środkiem iniekcyjnym. Na koniec należy wykonać kinetę i ułożenie rękawa na odcinkach wychodzących ze studni.

Schemat stabilizacji i naprawy studni K3



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 pismem znak: WU.RUD.4403.2.40.2021 z dn. 07.04.2021r. stanowiącym załącznik do niniejszego opracowania, tj.:

- Wykop po wymianie górnych części studni 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 $I_s=1,00$ w jezdni.
- Jezdnię o nawierzchni asfaltowej należy odtworzyć w nawiązaniu do uprzednich rzędnych niwelety, spadków podłużnych i poprzecznych.

Minimalne parametry dolnej warstwy podbudowy:

- warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki niezwiązanej z kruszywem $C_{90/3}$ grubości 20cm.

Na oczyszczonej i skropionej asfaltem upłynnionym lub emulsją asfaltową podbudowie należy ułożyć:

- warstwę wiążącą grubości 8cm z betonu asfaltowego AC 16W, z zakładem min. 0,5m poza obrys pionowy krawędzi wykopu,
- warstwę ścieralną grubości 4cm z betonu asfaltowego AC 11S.

Warstwę ścieralną należy ułożyć z zakładem min. 1,0m poza obrys wykopu.

Mieszanki asfaltowe powinny spełniać wymagania WT-2 2014 jak dla ruchu KR 1-2. Między warstwami asfaltowymi należy stosować związanie międzywarstwowe poprzez skropienie asfaltem upłynnionym. Warstwy nawierzchni powinny być należycie zgęszczone zagęszczarkami mechanicznymi. Spoiny na styku nawierzchni należy zalać asfaltem upłynnionym na szer. 5cm i posypać grysem bazaltowym 2-5mm.

- Nawierzchnie z kostki granitowej należy odtworzyć z zachowaniem równości i spadków używając materiały i wykonując konstrukcje jakie istniały pierwotnie. Wbudowane elementy nie mogą być zniszczone ani uszkodzone. Nawierzchnię należy zawibrować, a szczeliny zamulić podsypką cementowo-piaskową 1:4.
- Do odbioru pasa drogowego należy przedłożyć wyniki wykonanych wg Polskiej Normy, na swój koszt badań laboratoryjnych potwierdzających prawidłowe wykonanie poszczególnych warstw konstrukcyjnych oraz warstw wykopu.
- Na czas realizacji robót należy ustawić oznakowanie zgodnie z opracowanym i zatwierdzonym tymczasowym projektem organizacji ruchu.
- Wykonawca robót winien przywrócić komplet oznakowania stałej organizacji ruchu równocześnie z likwidacją oznakowania na czas robót.

- Przed rozpoczęciem robót należy w Miejskim Zarządzie Dróg w Kielcach, (ul. J. Prendowskiej 7, 25-395 Kielce) złożyć wniosek o zajęcie pasa drogowego wraz z niezbędnymi dokumentami w celu uzyskania stosownej decyzji.

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 - Paderewskiego

Lp	Odcinek	Średnica [mm]	Materiał	Zagłębienie początek [m]	Zagłębienie koniec [m]	Długość odcinka [m]	Stan Techniczny	Odgąłęzienia	Wykładzina
1	S1-S2	200	Kamionka	2,21	2,17	29,55	I Częściowo zniszczony	1 odgałęzienie fi 200 1 odgałęzienie fi 150	Rękaw z włókna szklanego z żywicą poliestrową utwardzany promieniami UV grubość min. 4mm
2	S2-S3	200	Kamionka	2,19	2,45	10,35	I Częściowo zniszczony	1 odgałęzienie fi 150	
3	S3-S4	200	Kamionka	2,47	2,89	31,95	I Częściowo zniszczony	2 odgałęzienia fi 150	
4	S4-S5	200	Kamionka	2,91	3,27	17,80	I Częściowo zniszczony		
5	K1-K2	200	Kamionka	1,24	2,25	55,05	I Częściowo zniszczony	3 odgałęzienia fi 150	Rękaw z włókna szklanego z żywicą poliestrową utwardzany promieniami UV grubość min. 4mm
6	K2-K3	200	Kamionka	2,26	2,72	55,05	I Częściowo zniszczony	5 odgałęzień fi 150	
7	K3-K4	200	Kamionka	2,76	2,91	49,50	I Częściowo zniszczony	3 odgałęzienia fi 150	

Tabela nr 2

Studnia nr	Głębokość [m]	Średnica studni [mm]	Stan techniczny Uwagi
S1	2,2	φ1200	Właz: bez uwag Podbudowa wjazdu: bez uwag Płyta nastudzienna: bez uwag Stopnie: skorodowane (do wymiany) Ściany studzienki: z ubytkami (chemia budowlana) Kineta: z ubytkami (chemia budowlana)
S2	2,2	φ1200	Właz: bez uwag Podbudowa wjazdu: bez uwag Płyta nastudzienna: bez uwag Stopnie: skorodowane (do wymiany) Ściany studzienki: z ubytkami (chemia budowlana) Kineta: z ubytkami (chemia budowlana)
S3	2,5	φ1200	Właz: bez uwag Podbudowa wjazdu: bez uwag Płyta nastudzienna: zamontowany konus, bez uwag Stopnie: skorodowane (do wymiany) Ściany studzienki: z ubytkami (chemia budowlana) Kineta: z ubytkami (chemia budowlana)
S4	2,9	φ1200	Właz: bez uwag Podbudowa wjazdu: bez uwag Płyta nastudzienna: bez uwag Stopnie: bez uwag Ściany studzienki: bez uwag Kineta: bez uwag
S5	3,3	φ1200	Właz: bez uwag Podbudowa wjazdu: bez uwag Płyta nastudzienna: bez uwag Stopnie: bez uwag Ściany studzienki: bez uwag Kineta: bez uwag
K1	1,2	φ1200	Właz: bez uwag Podbudowa wjazdu: bez uwag Płyta nastudzienna: zamontowany konus, bez uwag Stopnie: skorodowane (do wymiany) Ściany studzienki: brak u wag Kineta: brak uwag
K2	2,3	φ1200	Właz: bez uwag Podbudowa wjazdu: bez uwag Płyta nastudzienna: zamontowany konus, bez uwag Stopnie: skorodowane (do wymiany) Ściany studzienki: brak uwag Kineta: brak uwag
K3	2,7	φ1200	Właz: bez uwag Podbudowa wjazdu: pierścień odciążający, bez uwag Płyta nastudzienna: brak uwag Stopnie: skorodowane (do wymiany) Ściany studzienki: z ubytkami (chemia budowlana) Kineta: do ponownego wykonania
K4	2,9	φ1200	Studnia po renowacji

Część A Dane projektowe

1. stan techniczny istniejącej rury:
2. średnica wewnętrzna istniejącej rury (D) [mm]
3. owalizacja istniejącej rury (q) [%]
 $q = 100 \cdot (D - D_{\min}) / D = 100 \cdot (D_{\max} - D) / D$
4. zakres głęb. posadowienia dna istn. rury (d) [m]
5. gęstość gruntu (ρ) [g/cm³]
6. zagęszczenie gruntu w skali Proctor [%]
7. moduł reakcji gruntu (E_s) [MPa]
8. zakres wys. wód grunt. ponad dnem rury (h_w) [m]
9. moduł sprężystości rękawa przy zginaniu (E) [MPa]
10. wymagana sztywność obwodowa rękawa (S_o) [kPa]
11. skupione naciski eksploatacyjne (P_s) [kN]
12. rozłożone naciski eksploatacyjne (p_d) [MPa]
13. podciśnienie w rurze (dot. kanałów podciśn.) (p_p) [MPa]
14. współczynnik bezpieczeństwa (N)

stan I / częściowo uszkodzony

			200	mm
$q \geq q_{\min}$			4,4	%
$q_{\min} =$			4,37	%
od	1,24	m	do	3,27 m
			1,9	g/cm ³
			85	%
od	1,46	MPa	do	2,99 MPa
od	1,00	m	do	2,00 m
			14000	MPa
			4	kPa (kN/m ²)
			60	kN
od	0,0000	MPa	do	0,0000 MPa
			0	MPa
			2	

Część B Określenie obciążeń

1. 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	0,0223	MPa	do	0,0638	MPa
$H_w =$ od	0,80	m	do	1,80	m
$H_s =$ od	1,04	m	do	3,07	m
$R_w =$ od	0,7462		do	0,8065	

2. obciążenia eksploatacyjne (q_2) [MPa]

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

gdzie¹⁾ $W_{sc} = 1,094 \cdot C_s P_s F / D$

$$W_{sd} = C_s F p_d$$

współczynnik obciążenia powierzchni

dynamiczny współczynnik wpływu

$q_2 =$ od	0,0296	MPa	do	0,0039	MPa
$W_{sc} =$ od	0,0296	MPa	do	0,0039	MPa
$W_{sd} =$ od	0,0000	MPa	do	0,0000	MPa
$C_s =$ od	0,0694		do	0,0091	
$F =$ od	1,3		do	1,3	

3. obciążenia całkowite (q_t) [MPa]

$$q_t = q_1 + p_p + q_2$$

przyjęto obciążenie całkowite

$q_t =$ od	0,0519	MPa	do	0,0677	MPa
$q_t =$	0,0677	MPa			

¹⁾ równanie Bousinnesq'a całkowane metodą Holl'a

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

1. Analiza stateczności na wyboczenie pod obciążeniem wg skorygowanego²⁾ równania AWWA³⁾
- 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

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

$$C = 0,6748$$

współczynnik podparcia elastycznego

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

$$B' = \text{od } 0,2378$$

$$\text{do } 0,3247$$

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)

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

$$t \geq 2,980 \text{ mm}$$

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

$$\text{od } 0,0104$$

$$\text{do } 0,0058$$

$$\text{przyjęto } 0,0104 \text{ MPa}^2$$

²⁾ korekta współczynnika kształtu C i obniżony moduł E_L

³⁾ 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)

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

$$t \geq 2,536 \text{ mm} \quad t \geq -3,156 \text{ mm}$$

$$\text{czyli } t \geq 2,536$$

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)

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

$$t \geq \boxed{2,971} \text{ mm}$$

4. Wybór grubości minimalnej

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

t_1 [mm]	t_2 [mm]	t_3 [mm]
2,98	2,54	2,97

grubość po utwardzeniu nie powinna być mniejsza niż: $t \geq \boxed{2,98} \text{ mm}$

do realizacji proponuje się rękaw o nominalnej grubości $t_{\text{nom}} = \boxed{4} \text{ mm}$