

Spis treści

SPIS RYSUNKÓW	3
1.Przedmiot opracowania.....	4
2. Zakres opracowania	4
3.Podstawa opracowania.....	4
4.TECHNOLOGIA RENOWACJI KANAŁU GŁÓWNEGO – WYKŁADZINA ŚCIŚLE PASOWANA Z PVC-U	4
4.1.MATERIAŁY	4
4.2.SPRZĘT	5
4.3.KOLEJNOŚĆ WYKONYWANIA PRAC.....	5
5.TECHNOLOGIA RENOWACJI KANAŁÓW GŁÓWNYCH – RĘKAW UTWARDZANY NA MIEJSCU PROMIENIAMI UV	7
Z UWAGI NA RODZAJ ZABUDOWY ORAZ LOKALIZACJE KANAŁU ZAMAWIAJĄCY DOPUSZCZA ZASTOSOWANIE JEDYNIE TECHNOLOGII RĘKAWÓW UTWARDZANYCH NA MIEJSCU PRZY KTÓRYCH PROCESIE UTWARDZANIA RYZYKO UWOLNIENIA DO ATMOSFERY STYRENU JEST OGRANICZONE DO MINIMUM.....	7
ZE WZGLĘDU NA POWYŻSZE NIE DOPUSZCZA SIĘ STOSOWANIA WYKŁADZIN POLIESTROWYCH O STRUKTURZE FILCU NASĄCZONYCH ŻYWICAMI POLIESTROWYMI.....	7
5.1.MATERIAŁY	7
5.2.SPRZĘT	7
5.3.KOLEJNOŚĆ WYKONYWANIA PRAC.....	8
6.BEZWYKOPOWA RENOWACJA ODGAŁĘZIEŃ BOCZNYCH KANALIZACYJNYCH.....	9
7.TECHNOLOGIA RENOWACJI ODGAŁĘZIEŃ BOCZNYCH	11
7.1.MATERIAŁY	11
7.2.SPRZĘT	11
7.3.KOLEJNOŚĆ WYKONYWANIA PRAC.....	11
8. OCENA STANU TECHNICZNEGO I DOBÓR TECHNOLOGII RENOWACJI STUDNI I KOMÓR KANALIZACYJNYCH.....	13
9. PRACE RENOWACYJNE W STUDNIACH KANALIZACYJNYCH.....	14
9.1.MATERIAŁY	14
9.2.SPRZĘT	15
9.3.KOLEJNOŚĆ WYKONYWANIA PRAC.....	15
WYMIANA WŁAZÓW	16
WYMIANA STUDNI	16
10.OBEJŚCIE ŚCIEKÓW BY-PASS.....	16
10.1. OBLICZENIA HYDRAULICZNE	17

11.OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE	22
12.OBLICZENIA SZTYWNOŚCI OBWODOWEJ	36

SPIS RYSUNKÓW

Rys. nr1 Plan zagospodarowania terenu	Skala 1:500,
Rys. nr2 Plan zagospodarowania terenu	Skala 1:500,
Rys. nr3 Plan zagospodarowania terenu	Skala 1:500,
Rys. nr4 Schemat technologiczny kanalizacji sanitarnej S1-S14	Skala 1:500,
Rys. nr5 Schemat technologiczny kanalizacji sanitarnej S14-S29	Skala 1:500,
Rys. nr6 Schemat technologiczny kanalizacji sanitarnej S29-S38	Skala 1:500,
Rys. nr7 Profil podłużny kanalizacji sanitarnej S1-S4, S2-S3	Skala 1:100/1:500,
Rys. nr8 Profil podłużny kanalizacji sanitarnej S2-S14,	Skala 1:100/1:500,
Rys. nr9 Profil podłużny kanalizacji sanitarnej S14-S26	Skala 1:100/1:500,
Rys. nr10 Profil podłużny kanalizacji sanitarnej S26-S38	Skala 1:100/1:500,

CZĘŚĆ OPISOWA

1.Przedmiot opracowania.

Przedmiotem niniejszego opracowania projekt wykonawczy dla inwestycji: „Rozdział kanalizacji ogólnospławnej na ul. Bursztynowej w aglomeracji Rewal” w ramach projektu „Rozbudowa oczyszczalni oraz rozdział kanalizacji ogólnospławnej na ul. Bursztynowej w aglomeracji Rewal”

2. Zakres opracowania.

Opracowanie zakresem obejmuje:

- Projekt budowlany sieci kanalizacji deszczowej z urządzeniami do podczyszczania wód deszczowych,

3.Podstawa opracowania.

- Umowa z inwestorem,
- Wtórnik mapy zasadniczej do celów projektowych,
- Miejscowy plan zagospodarowania gminy
- Opinia geotechniczna z dnia 02.2015r,
- Wizja lokalna,
- Obowiązujące akty prawne.

4.TECHNOLOGIA RENOWACJI KANAŁU GŁÓWNEGO – WYKŁADZINA ŚCIŚLE PASOWANA Z PVC-U

Ze względu na lokalizację kanałów, tempo prac oraz ograniczenie wpływu substancji chemicznych na otoczenie do renowacji kanałów o średnicach od Dn 200 Do Dn 300 należy zastosować rury ściśle pasowane PVC-U.

4.1.MATERIAŁY

Rura ściśle pasowana musi spełniać następujące wymagania:

- powierzchnie wewnętrzne i zewnętrzne rury oglądane nieuzbrojonym okiem powinny być gładkie, czyste, pozbawione porów wgłębień i innych wad powierzchniowych,
- sztywność obwodowa rury nie mniejsza niż 8 kN/m^2 ,
-

- powierzchnia wewnętrzna kanału po renowacji musi być gładka, nie może posiadać nierówności wynikających z wad technicznych lub wad materiału, a ponadto:
- odporność chemiczna w zakresie pH 4-9,
- niezmiennie parametry przy temp. mediów do 60°C,
- odporność chemiczna na wpływ zalegających osadów,
- wymiary rury dobrane do średnicy kanału.

oraz wymagania określone w Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych.

4.2.SPRZĘT

Zespół urządzeń parownicy do montażu wykładziny ściśle pasowanej:

- generator mocy (około 150 kVA dla obciążeń szczytowych do 450A),
- wytwornica pary (około 1000 kg/h) z dwoma regulatorami dwustopniowego palnika,
- sprężarka o napędzie elektrycznym (około 5000 l/min przy ciśnieniu 8 MPa),
- zbiorniki na paliwo do agregatu i wytwornicy pary (około 800 l),
- urządzenie do dostawy i uzdatniania wody (około 5000 l/h), zbiornik na wodę (około 2000 l),
- podczas procesu należy mierzyć i rejestrować następujące parametry:
 - temperatura wewnątrz rury,
 - ciśnienie wewnątrz rury,
- węże elastyczne odporne na temperaturę (około 40 m) łącznie z armaturą (zawory + kształtki) ze stali nierdzewnej,
- przelew parowy i zawór utrzymujący ciśnienie,
- złączki węży z parą o różnych średnicach.

Wciągarka:

- uciąg około 5 T.

Przyczepa do przewożenia bębna:

- wymiary: (długość x szerokość x wysokość) 4,80 x 2,50 x 1,90 m dla bębnowy wykładziny ściśle pasowanej ze szczelną obudową izolowaną do wstępnego podgrzewania wykładziny przed jej montażem i elektryczną nagrzewnicą powietrzną o mocy 10 kW.

Urządzenia do wciągania wykładziny:

- głowice wciągające dla poszczególnych średnic, krążki odchylające, prowadnice, itp.

4.3.KOLEJNOŚĆ WYKONYWANIA PRAC

UWAGA

Przed zamówieniem wykładziny należy zweryfikować średnice kanałów.

Czyszczenie kanału przed renowacją

Czyszczenie kanału należy przeprowadzić poprzez wstępny hydromonitoring - czyli czyszczenie pod wysokim ciśnieniem. Nagromadzone osady oraz inne zanieczyszczenia stałe, winny zostać usunięte mechanicznie, a „ostre” krawędzie elementów kanału powstałe na skutek ich przesunięcia względem siebie - sfrezowane. Czyszczenie hydrodynamiczne należy wykonywać z wykorzystaniem dyszy pod wysokim ciśnieniem. Osad należy zagospodarować zgodnie z Ustawą dnia 14 grudnia 2012 o odpadach (Dz.U. 2013 poz. 21 z późniejszymi zm.). Woda do czyszczenia pobierana będzie z miejskiej sieci wodociągowej przy pomocy stojaka

hydrantowego z wodomierzem z miejsca uzgodnionego i wskazanego przez Eksploatatora Sieci. Koszty wody oraz utylizacji odpadów ponosi Wykonawca.

Inspekcja CCTV przed renowacją

Przed przystąpieniem do wykonywania prac związanych z bezwykopową renowacją kanalizacji należy wykonać kontrolną inspekcję CCTV w celu sprawdzenia odpowiedniego przygotowania kanału do renowacji oraz zlokalizowania ewentualnych zmian stanu technicznego kanału powstałych w okresie po wykonaniu dokumentacji projektowej. Wyniki inspekcji należy dostarczyć Inspektorowi Nadzoru do akceptacji przed rozpoczęciem robót montażowych.

Montaż wykładziny ściśle pasowanej z PVC

Montaż wykładziny powinien być prowadzony przez wyspecjalizowany zespół posiadający odpowiednie kwalifikacje i doświadczenie. Proces montażu składa się z następujących czynności:

- zamknięcie dopływu ścieków,
- wykonanie obejścia ścieków (by-pass) kanału głównego na czas prowadzenia prac renowacyjnych – jeśli konieczne,
- czyszczenie kanału,
- montaż prowadnic w studni kanalizacyjnej,
- montaż głowicy prowadzącej,
- wciągnięcie wykładziny do przewodu kanalizacyjnego,
- demontaż głowicy prowadzącej,
- montaż korków parowych i czujników termicznych,
- ogrzewanie wykładziny parą wodną,
- otwieranie i chłodzenie wykładziny,
- próba szczelności odcinka kanału,
- odcinanie korków parowych,
- wykonanie inspekcji CCTV,
- otwarcie odgałęzień bocznych,
- otwarcie dopływu ścieków.

Metoda wykładziny z rur ściśle pasowanych umożliwia naprawę zdegradowanych technicznie przewodów kanalizacyjnych przy wykorzystaniu trasy starego przewodu, bez konieczności wykonywania liniowych wykopów oraz bez istotnej ingerencji w panujące warunki wodno-gruntowe.

Kontrola szczelności

Po zakończeniu instalacji, przed otwarciem przyłączy należy wykonać próbę szczelności odcinka zgodnie z normą PN-EN 1610:2015-10 Budowa i badania przewodów kanalizacyjnych – próba powietrzna. O zamiarze wykonania próby szczelności należy poinformować Inspektora Nadzoru.

Otwarcie wykładziny

Po zakończeniu procesu utwardzania i po dokonaniu kontroli szczelności w celu otwarcia wykładziny należy:

- zlokalizować odgałęzienia boczne,

- otworzyć boczne dopływy za pomocą robota frezującego,
- przywrócić przepływ ścieków przez kanał główny,
- zdemontować pompy,
- uporządkować teren budowy i zutylizować odpady,
- dokonać rekultywacji terenu.

5. TECHNOLOGIA RENOWACJI KANAŁÓW GŁÓWNYCH – RĘKAW UTWARDZANY NA MIEJSCU PROMIENIAMI UV

Z uwagi na rodzaj zabudowy oraz lokalizację kanału Zamawiający dopuszcza zastosowanie jedynie technologii rękawów utwardzanych na miejscu przy których procesie utwardzania ryzyko uwolnienia do atmosfery styrenu jest ograniczone do minimum.

Ze względu na powyższe nie dopuszcza się stosowania wykładzin poliestrowych o strukturze filcu nasączonych żywicami poliestrowymi.

5.1. MATERIAŁY

Rękawy wykonane z tkaniny z włókna szklanego nasączonego u producenta od wewnątrz i zewnątrz w technologii próżniowej żywicą poliestrową utwardzaną na placu budowy promieniami UV i pokrytą warstwą żelową zapewniającą odpowiednią odporność chemiczną i odporność na ścieranie (zgodnie z normą DIN 19565 część I lub PN-EN 293-3) oraz zabezpieczona zewnętrznie folią ochronną przed działaniem wód infiltracyjnych. Rękawy powinny być pozbawione 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 produkcji rękawa winien posiadać wdrożony i potwierdzony stosownym certyfikatem system kontroli jakości zgodny z normą EN ISO 9001 lub równoważny.

Minimalne wymagania dla rur utwardzanych na placu budowy:

- krótkotrwały moduł sprężystości przy zginaniu zgodnie z ISO 178 nie mniejszy niż 12500 N/mm²,
- odporność chemiczna w zakresie pH 4-9 i temperatury do 60°C, (punkt mięknienia powyżej 60°C),
- odporność na ścieranie,
- odporność chemiczna na wpływ zalegających osadów,
- wymiary rękawa dobrane do wymiarów kanału,
- grubość nominalna rękawa zgodna z wymaganiami Dokumentacji Projektowej,
- odporność na pęknięcie eksploatacyjne nie niższe niż 120 bar,

oraz wymagania określone w Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych.

5.2. SPRZĘT

Do wykonania robót stosować następujący, sprawny technicznie i zaakceptowany przez

Zamawiającego sprzęt:

- wózek bębnowy,
- wciągarka,
- zestawy specjalistycznych urządzeń do montażu rękawa utwardzanego na miejscu z pomocą promieni UV,
- specjalistyczny sprzęt do oczyszczania wewnętrznych powierzchni rur kanalizacyjnych,

- samochodu ciśnieniowo-asenizacyjnego z systemem odzysku wody (recyklingu wody),
- kamera TV - kolor, z głowicą obrotową w wykończeniu przeciwwybuchowym (EEX) doinspekcji kanalizacji,
- inny sprzęt i narzędzia pomocnicze niezbędne do Wykonania Robót.

Sprzęt powinien być jak określono w specyfikacji, bądź inny wymagany przez zastosowaną technologię, o ile zatwierdzony zostanie przez Zamawiającego.

5.3.KOLEJNOŚĆ WYKONYWANIA PRAC

UWAGA

Przed zamówieniem wykładziny należy zweryfikować średnice kanałów.

Czyszczenie kanału przed renowacją

Czyszczenie kanału należy przeprowadzić poprzez wstępny hydromonitoring - czyli czyszczenie pod wysokim ciśnieniem. Nagromadzone osady oraz inne zanieczyszczenia stałe, winny zostać usunięte mechanicznie, a „ostre” krawędzie elementów kanału powstałe na skutek ich przesunięcia względem siebie - sfrezowane. Czyszczenie hydrodynamiczne należy wykonywać z wykorzystaniem dyszo wysokim ciśnieniu. Osad należy zagospodarować zgodnie z Ustawą dnia 14 grudnia 2012 o odpadach (Dz.U. 2013 poz. 21 z późniejszymi zm.). Woda do czyszczenia pobierana będzie z miejskiej sieci wodociągowej przy pomocy stojaka hydrantowego z wodomierzem z miejsca uzgodnionego i wskazanego przez Eksploatatora Sieci. Koszty wody oraz utylizacji odpadów ponosi Wykonawca.

Inspekcja CCTV przed renowacją

Przed przystąpieniem do wykonywania prac związanych z bezwykopową renowacją kanalizacji należy wykonać kontrolną inspekcję CCTV w celu sprawdzenia odpowiedniego przygotowania kanału do renowacji oraz zlokalizowania ewentualnych zmian stanu technicznego kanału powstałych w okresie po wykonaniu dokumentacji projektowej. Wyniki inspekcji należy dostarczyć Inspektorowi Nadzoru do akceptacji przed rozpoczęciem robót montażowych.

Montaż wykładziny CIPP

Montaż wykładziny powinien być prowadzony przez wyspecjalizowany zespół posiadający odpowiednie kwalifikacje i doświadczenie w pracach renowacyjnych. Proces montażu składa się z następujących czynności:

- wykonanie obejścia ścieków (by-pass) kanału głównego na czas prowadzenia prac renowacyjnych,
- zabezpieczenie odgałęzień bocznych, aby podczas instalacji wykładziny nie doszło do podtopień posesji,
- montaż prowadnic w studni kanalizacyjnej w celu wprowadzenia wykładziny do kanału głównego,
- wciągnięcie wykładziny CIPP do przewodu kanalizacyjnego wraz z pozycjonowaniem linera,
- montaż korków i śluz dla wózków lampowych,
- wprowadzenie wózków lampowych do rękawa,
- kalibracja rękawa sprężonym powietrzem.

Utwardzanie za pomocą promieni UV

Pierwszym elementem procesu utwardzania jest sprawdzenie prawidłowości ułożenia wykładziny poprzez przejazd zestawem lamp z kamerą CCTV odcinka poddawanego renowacji.

Następnie rozpoczyna się proces wygrzewania za pomocą promieniowania ultrafioletowego UV generowanego z zespołów lamp. Po przejeździe zespołu lamp następuje proces hartowania zainstalowanej wykładziny - podczas hartowania należy w sposób ciągły kontrolować temperaturę oraz czas wygrzewania – zgodnie z wytycznymi producenta wykładziny.

Kontrola szczelności

Po zakończeniu instalacji, przed otwarciem przyłączy należy wykonać próbę szczelności odcinka zgodnie z normą PN-EN 1610:2015-10 Budowa i badania przewodów kanalizacyjnych – próba powietrzna. O zamiarze wykonania próby szczelności należy poinformować Inspektora Nadzoru.

Otwarcie wykładziny

Po zakończeniu procesu utwardzania i po dokonaniu kontroli szczelności w celu otwarcia wykładziny należy:

- zdemontować śluzy i korki dla zespołu lamp UV,
- otworzyć boczne dopływy za pomocą robota frezującego,
- zdemontować pompy,
- uporządkować teren budowy i zutylizować odpady,
- dokonać rekultywacji terenu.

6.BEZWYKOPOWA RENOWACJA ODGAŁĘZIEN BOCZNYCH KANALIZACYJNYCH

Projektuje się renowację odgałęzień bocznych kanalizacyjnych z zastosowaniem wykładziny poliestrowej o strukturze filcu nasączonej żywicą epoksydową, utwardzanej gorącą wodą. Renowacja odgałęzień bocznych będzie wykonana na odcinku od sieci głównej do granicy działki drogowej w przypadku braku studzienki rewizyjnej zabudowanej na odgałęzieniu lub do pierwszej studni rewizyjnej zabudowanej na odgałęzieniu.

W tabeli nr 1 przedstawiono wykaz odgałęzień bocznych wraz z długościami. Przed przystąpieniem do renowacji odgałęzień należy wykonać inspekcję CCTV oraz zweryfikować średnicę, a także przebieg kanału planie.

Uszczelnienie odgałęzień bocznych wpiętych bezpośrednio w kanał

W przypadku stwierdzenia przez wykonawcę, na etapie prac przygotowawczych, występowania czynnych odgałęzień bocznych wpiętych bezpośrednio („na ostro”) w kanał, wykonawca wykona jego renowację w technologii bezwykopowej z wykorzystaniem wykładzin poliestrowych o strukturze filcu nasączonych żywicami epoksydowymi a następnie uszczelni je kształtką kapeluszową typu C.

Renowację odgałęzienia bocznego należy wykonać do granicy działki drogowej w przypadku braku studni rewizyjnej zabudowanej na przyłączy lub do pierwszej studzienki zabudowanej na przyłączy.

Tabela 1. Zestawienie włączeń poddawanych renowacji.

Numer Włączenia	Długość [m]	Średnica [mm]
P2	39,1	200
P3	13,1	200
P4	18,7	200

Numer Włączenia	Długość [m]	Średnica [mm]
P5	18,2	150
P6	8,1	160
P7	21,6	150
P8	51,1	200
P9	4,0	150
P10	37,4	200
P12	10,5	200
P13	2,6	150
P14	55,9	200
P15	27,7	200
P16	4,2	160
P17	4,0	200
P18	4,3	200
P19	39,3	200
P20	36,6	200
P21	50,4	200
P22	13,1	150
P23	5,1	150
P24	12,4	150
P25	10,6	150
P26	6,2	150
P28	44,2	200
P29	28,1	200
P30	32,8	150
P31	51,7	200
P32	34,7	200
P33	9,8	200
P34	42,7	200
P35	20,0	200
P36	24,1	200
P37	25,4	150
P41	7,3	160
P42	21,6	200
P43	30,8	150
P44	7,2	160
P45	4,7	200
P46	4,5	200
P47	22,9	200

7. TECHNOLOGIA RENOWACJI ODGAŁĘZIEŃ BOCZNYCH

7.1. MATERIAŁY

Wszystkie materiały stosowane do renowacji winny być zatwierdzone przez Inspektora Nadzoru.

Projektuje się bezwykopową renowację odgałęzień bocznych z wykorzystaniem wykładziny z włókny poliestrowej o strukturze filcu, pokrytej jednostronnie powłoką poliuretanową lub PVC, nasączoną żywicą epoksydową.

Dodatkowe wymagania:

- moduł sprężystości Younga nie mniejszy niż $E_k 2100 \text{ N/mm}^2$,
- odporność chemiczna w zakresie pH 4-9 i temperatury do 60°C , (punkt mięknięcia powyżej 60°C),
- odporność na ścieranie,
- odporność chemiczna na wpływ zalegających osadów,
- wymiary rękawa dobrane do średnicy przyłącza,
- grubość nominalna rękawa zgodna z wymaganiami Dokumentacji Projektowej,
- odporność na płukanie eksploatacyjne nie niższe niż 120 bar.

7.2. SPRZĘT

Urządzenia niezbędne do montażu wykładziny:

- zespół urządzeń do montażu wykładziny CIPP,
- mobilna nasączająca wykładzin CIPP z komputerowym pomiarem parametrów nasączania rękawa,
- samochód do przewożenia urządzeń,
- samochód specjalistyczny do czyszczenia kanałów,
- kamerowóz z robotem kanałowym.

7.3. KOLEJNOŚĆ WYKONYWANIA PRAC

Prace przygotowawcze

Bezpośrednio przed rozpoczęciem robót należy wykonać czyszczenie odgałęzienia. Nagromadzone osady oraz inne zanieczyszczenia stałe, należy mechanicznie usunąć, a następnie sfrezować „ostre” elementy odgałęzień, powstałe na skutek przesunięcia względem siebie segmentów rur kamionkowych lub betonowych mogących uszkodzić wykładzinę. Mechaniczne czyszczenie oraz frezowanie wykonywane jest za pomocą urządzeń samojezdnich wyposażonych w odpowiednie głowice frezujące lub czyszczące.

Po oczyszczeniu odgałęzienia bocznego należy wykonać inspekcję CCTV. Nieszczelności na złączach, drobne pęknięcia podłużne i poprzeczne, a także możliwość prawidłowego wykonania czyszczenia i inspekcji CCTV przesądza o wykonaniu modernizacji bezwykopowej przyłącza.

Po inspekcji remontowanego przewodu należy przyciąć wykładzinę do określonej długości. Następnie należy nasączyć wykładzinę wlewając i równomierne rozprowadzając żywicę w jej wnętrzu. Proces nasączania musi odbywać się mobilnej nasączalni wyposażonej w odpowiednie czujniki monitorujące podstawowe parametry procesu tj.:

- podciśnienie na pompie próżniowej,
- temperaturę żywicy i utwardzacza,

- proporcje mieszanki,
- prędkość przesuwu rolek.

Inwersja wykładziny

W celu prawidłowego wprowadzenia wykładziny do kanału należy:

- wykonać obejście ścieków (by-pass) kanału głównego na czas prowadzenia prac renowacyjnych,
- umieścić wykładzinę na rusztowaniu inwersyjnym ustawionym nad studzienką rewizyjną bezpośrednio z samochodu,
- zamontować na rusztowaniu inwersyjnym przewód z filcu, pełniący rolę słupa wody i zapewniający odpowiednie ciśnienie (ciśnienie słupa wody [mH₂O]), następnie dolać środek smarujący i poddać wykładzinę procesowi inwersji,
- wprowadzić wykładzinę do studzienki i kanału przy użyciu ciśnienia słupa wody; inwersja przeprowadzona zostaje przy zastosowaniu ciśnienia słupa wody 5 mH₂O, tzn. hydrostatycznego ciśnienia słupa wody równym 0,5 bar,
- zakończyć wykładzinę od strony studni startowej poprzez zrolowanie końcówki i mocne sklejenie specjalną taśmą,
- umocować pętlę liny na wierzchu wykładziny za pomocą taśm metalowych; taśmy mają równocześnie zadanie uszczelnienia końcówki rękawa,
- przymocować na końcu wykładziny przy użyciu karabinka mocowanego śrubą, linkę bezpieczeństwa oraz wąż dogrzewający,
- wprowadzić wykładzinę wraz z węzem dogrzewającym, za pomocą linki bezpieczeństwa, do komina filcowego (słupa) umocowanego na rusztowaniu,
- podczas przejścia przez studzienki pośrednie, jeden z operatorów musi znajdować się w wejściu do studzienki, aby w razie potrzeby zapewnić sprawne przesuwanie nowej wykładziny,
- na chwilę przed umieszczeniem wykładziny w punkcie docelowym, zwolnić prędkość procesu inwersji do najniższego poziomu; gdy wykładzina rury odległa będzie od studzienki końcowej o 10 m, wówczas prędkość procesu inwersji zostaje wyhamowana aż do osiągnięcia stanu bliskiego stanowi spoczynku; w ten sposób uzyskuje się zabezpieczenie przed sytuacją, w której wykładzina rury przesunęłaby lub przebiła zamknięcie przewodu,
- poinformować operatora trzymającego linkę bezpieczeństwa o osiągnięciu przez wykładzinę punktu docelowego; linka umocowana zostaje następnie do rusztowania inwersyjnego.

UWAGA: W przypadku występowania ciśnieniowych wycieków wody gruntowej do kanału, przed instalacją wykładziny CIPP należy zastosować rękaw uszczelniający – preliner. Preliner może zostać wykonany z folii polietylenowej, poliuretanowej, nylonowej lub włókna poliestrowego.

Utwardzanie wykładziny

Po zakończeniu procesu inwersji należy:

- podłączyć wąż dogrzewający do urządzenia grzewczego,
- podłączyć rury doprowadzające wodę z hydrantem,
- odpowietrzyć system grzewczy, a następnie uruchomić cyrkulację wody,
- dokonać kontroli słupa wody pod kątem procesu inwersji – czy poziom jest stabilny,
- uruchomić ogrzewanie,
- kontynuować rozgrzewanie dopóki temperatura obiegu wstecznego osiągnie temperaturę stałą temperaturę rzędu 40-50°C,

- proces wygrzewania w zależności od typu zastosowanej żywicy trwa od 40 min do 360 min,
- schłodzić wykładzinę po zakończeniu utwardzania przy bieżącej cyrkulacji wody aż temperatura laminatu wyniesie 25°C, proces schładzania powinien wynosić ok. 180 min.

8. OCENA STANU TECHNICZNEGO I DOBÓR TECHNOLOGII RENOWACJI STUDNI I KOMÓR KANALIZACYJNYCH

W przypadku studni należy określić odpowiedni stan techniczny I lub II, podobnie jak dla istniejącego przewodu kanalizacyjnego.

I stan techniczny – istniejąca studzienka zachowała swoją nośność. Dopuszczalne są drobne uszkodzenia np. w postaci nieszczelności lub włosowatych rys w ścianie.

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

Studzienki będą poddawane naprawie przy użyciu powłok chemoodpornych.

Nr studni/komory	Głębokość [m]	Materiał
S1	1,42	beton/cegła
S2	1,14	beton/cegła
S3	1,22	beton/cegła
S5	1,29	beton/cegła
S6	1,40	beton/cegła
S7	1,30	beton/cegła
S8	1,31	beton/cegła
S9	1,47	beton/cegła
S10	1,61	beton/cegła
S11	1,36	beton/cegła
S12	1,73	beton/cegła
S13	1,83	beton/cegła
S14	2,03	beton/cegła
S15	2,27	beton/cegła
S16	2,17	beton/cegła
S17	2,14	beton/cegła
S18	1,99	beton/cegła
S19	2,08	beton/cegła
S20	2,17	beton/cegła
S21	2,15	beton/cegła
S22	2,22	beton/cegła
S23	2,33	beton/cegła
S24	2,25	beton/cegła
S25	2,50	beton/cegła
S26	2,45	beton/cegła
S27	2,49	beton/cegła
S28	2,46	beton/cegła
S29	2,22	beton/cegła
S30	2,50	beton/cegła

S31	2,30	beton/cegła
S32	2,52	beton/cegła
S33	2,46	beton/cegła
S34	2,62	beton/cegła
S35	2,58	beton/cegła
S36	2,51	beton/cegła
S37	2,56	beton/cegła
Zakres prac renowacyjnych do wykonania:		
Ze względu na stan techniczny studni jej konstrukcja nie wymaga wzmocnienia.		
Ocena wg ATV		Przyjęto metodę
I stan techniczny		Chemia budowlana

9. PRACE RENOWACYJNE W STUDNIACH KANALIZACYJNYCH

Prace renowacyjne polegać będzie na kompleksowej renowacji studni/komory kanalizacyjnej i obejmują:

- uszczelnienie przecieków wody,
- uzupełnieniu ubytków i wyrównaniu powierzchni ścian zaprawą oraz pokryciu powierzchni komór i kręgów wodoszczelną i odporną na korozję powłoką,
- reprofilację dna studni i kinety,
- wykonanie spoczników w przypadku ich braku,
- wykonanie iniekcji uszczelniających,
- wymianę stopni żłazowych,
- wymianę włazu.

Wszystkie demontowane (np: na skutek wykonywania wykopów technologicznych) elementy (np: kominy żłazowe, płyty odciążające itp.) istniejących komór kanalizacyjnych należy wymienić na nowe.

9.1.MATERIAŁY

Materiały użyte do naprawy konstrukcji studni w technologii chemii budowlanej powinny spełniać jednocześnie wszystkie następujące parametry:

- zaprawy mineralne na bazie cementu modyfikowanego polimerami w formie sypkiej,
- zaprawy, stanowiące mieszaninę cementów, wypełniaczy mineralnych i dodatków organicznych oraz modyfikatorów, dostarczane w formie sypkiej,
- zaprawy antykorozyjne dla stali zbrojeniowej oraz warstwy szepne w systemach naprawczych betonu,
- płyny zarobowe,
- materiały pomocnicze do wypełniania ubytków,
- środki impregnacyjne,
- stopnie włazowe 1212 D do wbetonowywania i wmurowania zgodne z PN-EN 124:2000,
- włazy żeliwne D-400 z wentylacją zgodne z PN-EN 124:2000,

- pierścienie dystansowe,
- zaprawy szybkiej naprawy betonów,
- środki do wykonania izolacji przeciwwilgociowej betonu,
- suche zaprawy na bazie cementu portlandzkiego, kruszywa kwarcowego, modyfikowane mikrokrzemionką i polimerami,
- suche mieszanki na bazie cementu portlandzkiego, kruszywa kwarcowego, modyfikowane polimerami, z dodatkiem włókien szklanych,

oraz wymagania określone w Specyfikacji Technicznej Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych.

9.2.SPRZĘT

- zespół urządzeń do hydromonitoringu studni,
- pompy do mieszania i podawania zapraw,
- sprężarki,
- agregat prądotwórczy,
- samochód skrzyniowy.

9.3.KOLEJNOŚĆ WYKONYWANIA PRAC

Hydromonitoring ścian studni kanalizacyjnych

Przed rozpoczęciem prac związanych z reprofilacją studni kanalizacyjnych należy wyczyścić ściany. Hydrodynamiczne czyszczenie studni ma na celu: usunięcie warstwy skorodowanego materiału, usunięcie zanieczyszczeń (kurzu, tłuszczu, odspojonych fragmentów, itp.). Do czyszczenia należy używać wody pod wysokim ciśnieniem (ciśnienie robocze urządzenia > 300 bar).

Uszczelnienie ścian studni i włączeń odgałęzień bocznych

W celu uszczelnienia ścian studni bądź włączeń należy usunąć skorodowany, osłabiony materiał w miejscu wypływu wody (minimalna głębokość 2cm), aż do „zdrowego” materiału. W miejsce wycieku należy wcisnąć przygotowaną zaprawę w zagłębienie i dociskać przez około 1-2 min – aż do związania. Przy wyciekach liniowych poziomych uszczelnienie wykonywać na przemian od lewej i prawej strony do środka. Przy wyciekach liniowych pionowych uszczelnienie wykonywać od góry w dół.

Wystające, skorodowane elementy zbrojenia należy dokładnie oczyścić zgodnie z normą DIN EN ISO 12944-4 (stopień czystości SA 2 1/2) i zabezpieczyć mineralną powłoką antykorozyjną zgodnie z wytycznymi ZTV-ING oraz klasami obciążeń M2/M3 zgodny z wymogiem 11 pkt. 11.1 PN-EN 1504-7 do ochrony stali zbrojeniowej, zapewniającą ochronę przed korozją oraz ochronę przed związkami alkalicznymi zawartymi w betonie.

Renowacja studni

Nadmiar wody pozostały po czyszczeniu należy usunąć np. sprężonym powietrzem pozostawiając powierzchnię wilgotną. Następnie na powierzchnię betonu należy nałożyć warstwę szepną (nie jest ona

wymagana w przypadku stosowania chemii budowlanej, której producent przewidział nakładanie bezpośrednio na oczyszczony beton).

Kolejnym etapem jest natrysk zaprawy do uzyskania grubości warstwy w granicach 6 – 50 mm, przy czym grubość do 50mm można zastosować w przypadku silnej korozji ścian studni.

Po zakończeniu prac renowacyjnych należy przeprowadzić badania wykonanych powłok zgodnie z PN-EN 1542.

Wymiana stopni złazowych

W celu wymiany stopni złazowych 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 złazowe stalowe w otulinie poliamidowej w odstępach co 25-30cm.

Wymiana włazów

Dokonać rozbiórki nawierzchni zgodnie z STWIORB-01.

Należy wymienić tylko włazy wskazane przez Zamawiającego w niniejszym PFU.

W drogach, włazy żeliwne należy wymienić na nowe włazy kanałowe z żeliwa szarego D400 z ramą wypełnioną betonem (bez kołnierza), pokrywą z wypełnieniem betonowym, zabezpieczeniem antyobrotowym, wkładką tłumiącą umieszczoną we frezie w pokrywie (nie przyklejoną na pokrywie lub ramie). Wysokość ramy 160mm, średnica pokrywy 680mm. Zgodne z normą PN EN 124:2000.

W terenach zielonych należy wymienić istniejące włazy na włazy kanałowe z żeliwa szarego D400, pokrywą z wypełnieniem betonowym, zabezpieczeniem antyobrotowym, wkładką tłumiącą umieszczoną we frezie w pokrywie na stałe (nie przyklejoną na pokrywie lub ramie). Wysokość ramy 140mm, średnica pokrywy 680mm. Zgodne z normą PN EN 124:2000.

Wymiana studni

Ze względu na długi okres pomiędzy opracowaniem dokumentacji a realizacją zadania stan techniczny studni może ulec zmianie co w konsekwencji może spowodować konieczność wymiany studni na nową.

W przypadku studni zakwalifikowanych do wymiany należy:

- odkopać i wydobyć wszystkie elementy istniejących studzienek wraz z usunięciem koniecznej długości kanałów dochodzących do studzienek, które uległy deformacji lub uszkodzeniu,
- wykonać podsypkę o odpowiedniej grubości i odpowiednim zagęszczeniu pod studnie oraz wymieniane odcinki kanałów demontowane w trakcie wymiany komór,
- posadzić studnie,
- odtworzyć zdemontowane odcinki kanałów,
- wykonać szczelne połączenia do nowych studzienek,
- zasypać studzienki odpowiednio zagęszczając grunt.

10.OBEJŚCIE ŚCIEKÓW BY-PASS

Na przedmiotowych odcinkach kolektora sanitarnego przeznaczonych do renowacji należy zapewnić stały przepływ ścieków. W tym celu należy wykonać obejście ścieków (by-pass). By-passy należy wykonać stosując giętkie węże i pompy umożliwiające odbiór ścieków dopływających do wyłączanego z eksploatacji odcinka na czas renowacji. Jeżeli pojemność odgałęzień bocznych jest niewystarczająca do retencjonowania ścieków w czasie wykonywanych robót należy wykonać obejścia również dla odgałęzień bocznych.

By-passy należy prowadzić w miarę możliwości po terenach zielonych lub chodnikach (wzdłuż krawężnika) zmniejszając utrudnienia w ruchu. Przy wjazdach do posesji oraz kolizjach z ruchem ulicznych należy stosować osłony najazdowe.

10.1. OBLICZENIA HYDRAULICZNE

Obliczenia przepływu sporządzono na podstawie wzoru Manninga:

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

gdzie:

- n - współczynnik szorstkości
- R_h - promień hydrauliczny [m]
- i - spadek podłużny kanału [‰]
- F - pole przekroju [m²]
- D - średnica [mm]

przyjęto współczynnik n dla różnych
materiałów lub metod:

	n
kamionka	0,013
beton	0,014
wykładzina PVC, CIPP UV	0,011

odcinek	S1 - S2						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0020	0,0140	0,196	0,157
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0020	0,0110	0,181	0,180

odcinek	S2 - S4
---------	---------

nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0056	0,0140	0,196	0,262
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0056	0,0110	0,181	0,300

odcinek	S2 - S3						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	kamionka	200	0,050	0,0172	0,0130	0,031	0,043
po renowacji	PVC	187,6	0,047	0,0172	0,0110	0,028	0,043

odcinek	S2 - S5						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	kamionka	300	0,075	0,0045	0,0130	0,071	0,065
po renowacji	PVC	281,4	0,070	0,0045	0,0110	0,062	0,065

odcinek	S5 - S6						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	kamionka	300	0,075	0,0013	0,0130	0,071	0,035
po renowacji	PVC	281,4	0,070	0,0013	0,0110	0,062	0,035

odcinek	S6 - S7						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	kamionka	300	0,075	0,0042	0,0130	0,071	0,063
po renowacji	PVC	281,4	0,070	0,0042	0,0110	0,062	0,063

odcinek	S7 - S8						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	kamionka	300	0,075	0,0020	0,0130	0,071	0,043
po renowacji	PVC	281,4	0,070	0,0020	0,0110	0,062	0,043

odcinek	S8 - S9						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	kamionka	300	0,075	0,0029	0,0130	0,071	0,052
po renowacji	PVC	281,4	0,070	0,0029	0,0110	0,062	0,052

odcinek	S9 - S10						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	kamionka	300	0,075	0,0037	0,0130	0,071	0,059
po renowacji	PVC	281,4	0,070	0,0037	0,0110	0,062	0,059

odcinek	S10 - S11						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	kamionka	300	0,075	0,0047	0,0130	0,071	0,066

po renowacji	PVC	281,4	0,070	0,0047	0,0110	0,062	0,066
--------------	-----	-------	-------	--------	--------	-------	-------

odcinek	S11 - S12						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	kamionka	300	0,075	0,0084	0,0130	0,071	0,089
po renowacji	PVC	281,4	0,070	0,0084	0,0110	0,062	0,089

odcinek	S12 - S13						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	kamionka	200	0,050	0,0034	0,0130	0,031	0,019
po renowacji	PVC	187,6	0,047	0,0034	0,0110	0,028	0,019

odcinek	S13 - S14						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	kamionka	200	0,050	0,0032	0,0130	0,031	0,019
po renowacji	PVC	187,6	0,047	0,0032	0,0110	0,028	0,019

odcinek	S14 - S15						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0030	0,0140	0,196	0,192
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0030	0,0110	0,181	0,220

odcinek	S15 - S16						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0039	0,0140	0,196	0,219
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0039	0,0110	0,181	0,251

odcinek	S16 - S17						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0019	0,0140	0,196	0,153
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0019	0,0110	0,181	0,175

odcinek	S17 - S18						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0014	0,0140	0,196	0,131
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0014	0,0110	0,181	0,150

odcinek	S18 - S19						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0018	0,0140	0,196	0,149

po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0018	0,0110	0,181	0,170
--------------	---------	-------	-------	--------	--------	-------	-------

odcinek	S19 - S20						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0012	0,0140	0,196	0,121
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0012	0,0110	0,181	0,139

odcinek	S20 - S21						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0015	0,0140	0,196	0,136
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0015	0,0110	0,181	0,156

odcinek	S21 - S22						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0020	0,0140	0,196	0,157
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0020	0,0110	0,181	0,180

odcinek	S22 - S23						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0031	0,0140	0,196	0,195
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0031	0,0110	0,181	0,224

odcinek	S23 - S24						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0033	0,0140	0,196	0,201
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0033	0,0110	0,181	0,231

odcinek	S24 - S25						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0013	0,0140	0,196	0,126
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0013	0,0110	0,181	0,145

odcinek	S25 - S26						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0007	0,0140	0,196	0,093
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0007	0,0110	0,181	0,106

odcinek	S26 - S27						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0020	0,0140	0,196	0,157
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0020	0,0110	0,181	0,180

odcinek	S27 - S28						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0023	0,0140	0,196	0,168
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0023	0,0110	0,181	0,193

odcinek	S28 - S29						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0003	0,0140	0,196	0,061
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0003	0,0110	0,181	0,070

odcinek	S29 - S30						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0009	0,0140	0,196	0,105
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0009	0,0110	0,181	0,120

odcinek	S30 - S31						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0008	0,0140	0,196	0,099
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0008	0,0110	0,181	0,114

odcinek	S31 - S32						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0024	0,0140	0,196	0,172
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0024	0,0110	0,181	0,197

odcinek	S32 - S33						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0041	0,0140	0,196	0,225
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0041	0,0110	0,181	0,257

odcinek	S33 - S34						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0016	0,0140	0,196	0,140
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0016	0,0110	0,181	0,161

odcinek	S34 - S35						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0024	0,0140	0,196	0,172
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0024	0,0110	0,181	0,197

odcinek	S35 - S36						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0026	0,0140	0,196	0,179
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0026	0,0110	0,181	0,205

odcinek	S36 - S37						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0009	0,0140	0,196	0,105
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0009	0,0110	0,181	0,120

odcinek	S37 - S38						
nazwa kanału	materiał	D [mm]	Rh [m]	i [-]	n [-]	F [m ²]	Q [m ³ /s]
przed renowacją	beton	500	0,125	0,0035	0,0140	0,196	0,207
po renowacji	CIPP UV	480,6	0,120	0,0035	0,0110	0,181	0,238

11.OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe dla kanału DN500 -II stan wg ATV i renowacji technologią CIPP UV

*** Dane wejściowe

* Rura stara – profil okrągły

Materiał: beton			
Średnica nominalna	DN		500 mm
Średnica wewnętrzna	d _i	=	500,00 mm
Stan rury starej			II

* Liner – profilokrągły

Materiał: wykładzina CIPP UV			
Promień (zewnątrzny)	r _{aL}	=	250,0 mm
Grubość ścianki	s _L	=	9,7 mm
Długostrwały moduł elastyczności	E _L	=	7050 N/mm ²
Długostrwała wytrzymałość na rozciąganie	s _{bZ}	=	60,0 N/mm ²
Długostrwała wytrzymałość na nacisk	s _D	=	60,0 N/mm ²
Wymagany wskaźnik bezpieczeństwa	g	=	2,0

* Warunki instalowania

Miejscowe odkształcenie wstępne starej rury			
lublinera	w _v /r _L *100	=	2,00 %
Położenie odkształcenia początkowego	f _v	=	180,0 °

Kąt rozwarcia	$2f_1$	=	40,0 °
Deformacja starej rury jako pierścień (owalizacja) $2w_{GR,v} / d_i * 100$		=	3,00 %
Szerokość szczeliny między rurą starą oraz linerem $w_s / r_L * 100$		=	0,50 %

* Obciążenia

Wys. wody gruntowej powyżej dna kanału	h_w, s_o	=	1,50 m
Ciężar właściwy wody	g_w	=	10,00 kN/m ³
Ciężar właściwy lineru	g_L	=	17,50 kN/m ³

* Dane wyliczone

Promień środkowy lineru	r_L	=	245,2 mm
stosunek r/s	r_L/s_L	=	25,3
Głębokość odkształcenia początkowego	w_v	=	4,9 mm
Czteroprzegubowa deformacja starej rury	$w_{GR,v}$	=	7,4 mm
Szerokość szczeliny (szczelina otaczająca)	w_s	=	1,2 mm

*** Wyniki pośrednie

* Iteracje

(g-krotne obciążenia dla $g = 2$)
maksymalna wielkość przesunięcia [cm]:

it	=	3	-0,4630	it	=	7	-0,4940
it	=	4	-0,8764	it	=	8	-0,4940
it	=	5	-0,4937	it	=	9	-0,4940
it	=	6	-0,4940	it	=	10	-0,4940

Siły przekrojowe (prawa połowa profilu) zgodnie z teorią nieliniową.

(Wszystkie siły przekrojowe są odniesione do odcinka rury o długości 1 cm)

wierzchołek = punkt 1a, wezglowie = punkt 19a, dno = Stab 36e

punkt	Na [N]	Qa [N]	Ma [Ncm]	punkt	Na [N]	Qa [N]	Ma [Ncm]
1	-68,67	-1,29	13,21	2	-68,72	0,25	10,42
3	-68,71	0,25	10,86	4	-68,72	0,06	11,24
5	-68,74	0,15	11,14	6	-68,76	0,17	11,16
7	-68,79	0,20	11,16	8	-68,83	0,23	11,16
9	-68,86	0,26	11,16	10	-68,91	0,29	11,16
11	-68,95	0,31	11,16	12	-69,00	0,39	11,15
13	-69,06	0,24	11,22	14	-69,10	0,98	10,92
15	-69,23	-1,67	12,12	16	-69,77	-8,40	7,59

17	-70,56	-7,49	-11,38	18	-71,28	-6,60	-28,35
19	-71,97	-1,46	-43,25	20	-72,13	-0,69	-46,63
21	-72,23	0,01	-48,25	22	-72,26	0,65	-48,24
23	-72,23	1,22	-46,71	24	-72,15	1,72	-43,81
25	-72,02	2,15	-39,70	26	-71,85	2,51	-34,53
27	-71,60	2,81	-28,49	28	-71,33	3,04	-20,65
29	-71,02	3,18	-12,16	30	-70,70	3,24	-3,26
31	-70,37	3,21	5,77	32	-70,04	3,11	14,69
33	-69,58	4,42	23,27	34	-68,62	7,99	34,67
35	-67,77	8,19	53,88	36	-67,47	4,57	73,05

punkt	Ne [N]	Qe [N]	Me [Ncm]
36	-67,47	4,57	83,66

* Relewantne siły przekrojowe (podzielone przez g)

	wierzch.	wezgl.	dno	
SN	-34,3	-36,1	-33,7	N/cm
SM	6,6	-24,1	41,8	Ncm/cm

*** Wyniki

* Analiza parametrów naprężenlinera

	wierzch.	wezgl.	dno	
N	-3,433	-3,611	-3,373	N/mm
M	6,606	-24,127	41,828	Nmm/mm
si	0,073	-1,931	2,355	N/mm ²
sa	-0,770	1,146	-2,980	N/mm ²
gbZ	823,718	52,358	25,481	
gD	77,957	31,069	20,135	
wymag. g	2,0	2,0	2,0	(M 127-2, table 4)

Uwaga: przy $s_i < 0$ i $s_a < 0$ wymagany wskaźnik bezpieczeństwa wynosi $s_{bZ} = 99,999!$

* Analiza parametrów deformacji

a) miejscowa deformacja pocz. bez naprężeń	w_v	=	4,90	mm
Deformacja czteroprzegubowa bez naprężeń	$w_{GR,v}$	=	7,35	mm
b) deformacja elastyczna (+ do wewnątrz)				
według teorii nieliniowej, w linii wierzchołka	w_o	=	0,00	mm
w liniidna	w_u	=	1,24	mm
c) deformacja całkowita	ww	=	11,05	mm
w odniesieniu do średnicy nominalnej	dv	=	4,25	mm
dopuszczalne odkształcenie zgodnie z ATV-M 127-2, 6.5.2:			10	%

* Analiza parametrów stabilności

Ciśnienie wody gruntowej powyżej dna linera	p_a	=	15,00	kN/m ²
---	-------	---	-------	-------------------

Współcz. przebiecia dla linerów ściśle pasowanych

bez deformacji wstępnej i bez szczelin: $a_D = 2,62 * (r_L/s_L)^{0,8}$	=	34,71
obciążenie przebiecia, liner bez deformacji wstępnej		
i bez szczeliny: wartość krytyczna $p_a = a_D * S_L$	=	1263,16 kN/m ²
dla porównania: liner swobodny wartość kryt. $p_{as} = 3.0 * S_L$	=	109,18 kN/m ²
Współczynniki redukcji, parametr r_L/s_L	=	25,27 kN/m ²
łącznie dla miejscowej deformacji wstępnej, oraz szczeliny pierścieniowej (por. ATV-M 127-2, 6.5.3.1)	$k_{v,s}$	= 0,513
zmniejszone obciążenie przebiecia $k_{v,s} * \text{wartość krytyczna } p_a$	=	647,89 kN/m ²
Obliczony współczynnik bezpieczeństwa na przebiecie	oblg _l	= 43,19
Wymagany wskaźnik bezpieczeństwa	wym. g _l	= 2,00

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe dla kanału DN300 -II stan wg ATV i renowacji technologią PVC

*** Dane wejściowe

* Rura stara – profil okrągły

Materiał: kamionka			
Średnica nominalna	DN	=	300 mm
Średnica wewnętrzna	d _i	=	300,00 mm
Stan rury starej			II

* Liner – profilokrągły

Materiał: wykładzinaPVC			
Promień (zewnątrzny)	r _{aL}	=	150,0 mm
Grubość ścianki	s _L	=	9,3 mm
Długostrwały moduł elastyczności	E _L	=	2000 N/mm ²
Długostrwała wytrzymałość na rozciąganie	s _{bZ}	=	50,0 N/mm ²
Długostrwała wytrzymałość na nacisk	s _D	=	50,0 N/mm ²
Wymagany wskaźnik bezpieczeństwa	g	=	2,0

* Warunki instalowania

Miejscowe odkształcenie wstępne starej rury lub liner	$w_v/r_L * 100$	=	2,00 %
Położenie odkształcenia początkowego	f _v	=	180,0 °
Kąt rozwarcia	2f _l	=	40,0 °
Deformacja starej rury jako pierścień (owalizacja) $2w_{GR,v} / d_i * 100$		=	3,00 %
Szerokość szczeliny między rurą starą oraz linerem $w_s/r_L * 100$		=	0,50 %

* Obciążenia

Wys. wody gruntowej powyżej dna kanału	h _{w, So}	=	1,50 m
--	--------------------	---	--------

Ciężar właściwy wody	g_w	=	10,00	kN/m ³
Ciężar właściwy linera	g_L	=	14,00	kN/m ³

* Dane wyliczone

Promień środkowy linera	r_L	=	145,4	mm
stosunek r/s	r_L/s_L	=	15,6	
Głębokość odkształcenia początkowego	w_v	=	2,9	mm
Czteroprzegubowa deformacja starej rury	$w_{GR,v}$	=	4,4	mm
Szerokość szczeliny (szczelina otaczająca)	w_s	=	0,7	mm

*** Wyniki pośrednie

* Iteracje

(g-krotne obciążenia dla $g = 2$)

maksymalna wielkość przesunięcia [cm]:

it	=	3	-0,3597	it	=	7	-0,2822
it	=	4	-0,2893	it	=	8	-0,2822
it	=	5	-0,2834	it	=	9	-0,2822
it	=	6	-0,2822	it	=	10	-0,2822

Siły przekrojowe (prawa połowa profilu) zgodnie z teorią nieliniową.

(Wszystkie siły przekrojowe są odniesione do odcinka rury o długości 1 cm)

wierzchołek = punkt 1a, wezglowie = punkt 19a, dno = Stab 36e

punkt	Na [N]	Qa [N]	Ma [Ncm]	punkt	Na [N]	Qa [N]	Ma [Ncm]
1	-41,34	-0,99	6,30	2	-41,40	-0,49	5,03
3	-41,43	0,00	4,36	4	-41,42	0,50	4,30
5	-41,41	0,05	4,85	6	-41,43	0,11	4,81
7	-41,44	0,12	4,82	8	-41,46	0,14	4,82
9	-41,48	0,15	4,82	10	-41,49	0,22	4,81
11	-41,52	0,06	4,86	12	-41,54	0,40	4,68
13	-41,54	0,75	4,90	14	-41,69	-3,12	5,56
15	-42,05	-4,01	1,28	16	-42,44	-3,67	-4,14
17	-42,79	-3,33	-9,11	18	-43,12	-2,98	-13,61
19	-43,38	-0,05	-17,59	20	-43,41	0,25	-17,77
21	-43,41	0,53	-17,50	22	-43,38	0,79	-16,84
23	-43,32	1,02	-15,80	24	-43,25	1,22	-14,42
25	-43,15	1,39	-12,75	26	-43,04	1,53	-10,82
27	-42,89	1,65	-8,68	28	-42,72	1,74	-6,01
29	-42,55	1,79	-3,18	30	-42,36	1,81	-0,26
31	-42,18	1,79	2,68	32	-42,00	1,74	5,57

33	-41,73	2,55	8,36	34	-41,18	4,72	12,19
35	-40,68	4,87	18,85	36	-40,50	2,73	25,57

punkt	Ne [N]	Qe [N]	Me [Ncm]
36	-40,50	2,73	29,31

*** Relewantne siły przekrojowe (podzielone przez g)**

	wierzch.	wezgl.	dno	
SN	-20,7	-21,7	-20,2	N/cm
SM	3,2	-8,9	14,7	Ncm/cm

***** Wyniki**

*** Analiza parametrów naprężeńlinera**

	wierzch.	wezgl.	dno	
N	-2,067	-2,171	-2,025	N/mm
M	3,150	-8,883	14,654	Nmm/mm
si	0,001	-0,863	0,821	N/mm ²
sa	-0,436	0,370	-1,213	N/mm ²
gbZ	52111,507	135,254	60,938	
gD	114,650	57,955	41,233	
wymag. g	2,0	2,0	2,0	(M 127-2, table 4)

Uwaga: przy $s_t < 0$ i $s_a < 0$ wymagany wskaźnik bezpieczeństwa wynosi $s_{bZ} = 99,999!$

*** Analiza parametrów deformacji**

a) miejscowa deformacja pocz. bez naprężeń	w_v	=	2,91	mm
Deformacja czteroprzegubowa bez naprężeń	$w_{GR,v}$	=	4,36	mm
b) deformacja elastyczna (+ do wewnątrz)				
według teorii nieliniowej, w linii wierzchołka	w_o	=	0,00	mm
w liniidna	w_u	=	0,68	mm
c) deformacja całkowita	ww	=	6,50	mm
w odniesieniu do średnicy nominalnej	dv	=	4,24	mm
dopuszczalne odkształcenie zgodnie z ATV-M 127-2, 6.5.2:			10	%

*** Analiza parametrów stabilności**

Ciśnienie wody gruntowej powyżej dna linera	p_a	=	15,00	kN/m ²
Współcz. przebicia dla linerów ściśle pasowanych				
bez deformacji wstępnej i bez szczeliny: $a_D = 2,62 * (r_L/S_L)^{0,8}$		=	23,63	
obciążenie przebicia, liner bez deformacji wstępnej				
i bez szczeliny: wartość krytyczna $p_a = a_D * S_L$		=	1031,57	kN/m ²
dla porównania: liner swobodny wartość kryt. $p_{as} = 3,0 * S_L$		=	130,97	kN/m ²
Współczynniki redukcji, parametr	r_L/S_L	=	15,63	kN/m ²
łączny dla miejscowej deformacji wstępnej,				
oraz szczeliny pierścieniowej				

(por. ATV-M 127-2, 6.5.3.1)	$k_{v,s}$	=	0,592
zmniejszone obciążenie przebiecia $k_{v,s}$ *wartość krytyczna p_a		=	610,45 kN/m ²
Obliczony współczynnik bezpieczeństwa na przebiecie	obl_{g_l}	=	40,70
Wymagany wskaźnik bezpieczeństwa	wym. g_l	=	2,00

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe dla kanału DN200 -II stan wg ATV i renowacji technologią PVC

*** Dane wejściowe

* Rura stara – profil okrągły

Materiał: kamionka			
Średnica nominalna	DN		200 mm
Średnica wewnętrzna	d_i	=	200,00 mm
Stan rury starej			II

* Liner – profilokrągły

Materiał: wykładzinaPVC			
Promień (zewnątrzny)	r_{aL}	=	100,0 mm
Grubość ścianki	s_L	=	6,2 mm
Długostrwały moduł elastyczności	E_L	=	2000 N/mm ²
Długostrwała wytrzymałość na rozciąganie	s_{bZ}	=	50,0 N/mm ²
Długostrwała wytrzymałość na nacisk	s_D	=	50,0 N/mm ²
Wymagany wskaźnik bezpieczeństwa	g	=	2,0

* Warunki instalowania

Miejscowe odkształcenie wstępne starej rury lublinera	$w_v/r_L * 100$	=	2,00 %
Położenie odkształcenia początkowego	f_v	=	180,0 °
Kąt rozwarcia	$2f_1$	=	40,0 °
Deformacja starej rury jako pierścień (owalizacja) $2w_{GR,v} / d_i * 100$		=	3,00 %
Szerokość szczeliny między rurą starą orazlinierem $w_s/r_L * 100$		=	0,50 %

* Obciążenia

Wys. wody gruntowej powyżej dna kanału	h_w, s_o	=	1,50 m
Ciężar właściwy wody	g_w	=	10,00 kN/m ³
Ciężarwłaściwylinera	g_L	=	14,00 kN/m ³

* Dane wyliczone

Promieńśrodkowylinera	r_L	=	96,9 mm
stosunek r/s	r_L/s_L	=	15,6
Głębokość odkształcenia początkowego	w_v	=	1,9 mm
Czteroprzegubowa deformacja starej rury	$w_{GR,v}$	=	2,9 mm

Szerokość szczeliny (szczelina otaczająca) w_s = 0,5 mm

*** Wyniki pośrednie

* Iteracje

(g-krotne obciążenia dla $g = 2$)

maksymalna wielkość przesunięcia [cm]:

it	=	16	-0,1909	it	=	20	-0,1860
it	=	17	-0,1883	it	=	21	-0,1860
it	=	18	-0,1857	it	=	22	-0,1859
it	=	19	-0,1863	it	=	23	-0,1859

Siły przekrojowe (prawa połowa profilu) zgodnie z teorią nieliniową.

(Wszystkie siły przekrojowe są odniesione do odcinka rury o długości 1 cm)

wierzchołek = punkt 1a, wezglowie = punkt 19a, dno = Stab 36e

punkt	Na [N]	Qa [N]	Ma [Ncm]	punkt	Na [N]	Qa [N]	Ma [Ncm]
1	-27,94	-0,73	3,22	2	-28,00	-0,51	2,60
3	-28,04	-0,29	2,14	4	-28,06	-0,07	1,86
5	-28,07	0,14	1,76	6	-28,06	0,36	1,83
7	-28,05	0,19	2,07	8	-28,05	0,07	2,16
9	-28,06	0,12	2,14	10	-28,07	0,12	2,14
11	-28,08	0,14	2,14	12	-28,09	0,13	2,15
13	-28,10	0,23	2,13	14	-28,22	-2,50	2,19
15	-28,46	-2,35	-0,07	16	-28,69	-2,18	-2,20
17	-28,90	-2,01	-4,18	18	-29,09	-1,84	-6,00
19	-29,24	0,09	-7,64	20	-29,24	0,25	-7,61
21	-29,23	0,40	-7,42	22	-29,20	0,54	-7,09
23	-29,16	0,66	-6,62	24	-29,10	0,77	-6,02
25	-29,03	0,87	-5,30	26	-28,96	0,95	-4,50
27	-28,86	1,01	-3,61	28	-28,75	1,07	-2,50
29	-28,64	1,10	-1,33	30	-28,52	1,12	-0,12
31	-28,41	1,11	1,10	32	-28,29	1,09	2,31
33	-28,12	1,65	3,48	34	-27,75	3,13	5,14
35	-27,42	3,25	8,08	36	-27,30	1,83	11,07

punkt	Ne [N]	Qe [N]	Me [Ncm]
36	-27,30	1,83	12,74

* Relewantne siły przekrojowe (podzielone przez g)

wierzch. wezgl. dno

SN	-14,0	-14,6	-13,6	N/cm
SM	1,6	-3,8	6,4	Ncm/cm

*** Wyniki

* Analiza parametrów naprężenlinera

	wierzch.	wezgł.	dno	
N	-1,397	-1,462	-1,365	N/mm
M	1,611	-3,819	6,372	Nmm/mm
si	0,031	-0,845	0,796	N/mm ²
sa	-0,471	0,348	-1,194	N/mm ²
gbZ	1588,748	143,840	62,836	
gD	106,060	59,197	41,891	
wymag. g	2,0	2,0	2,0	(M 127-2, table 4)

Uwaga: przy $s_i < 0$ i $s_a < 0$ wymagany wskaźnik bezpieczeństwa wynosi $s_{bZ} = 99,999!$

* Analiza parametrów deformacji

a) miejscowa deformacja pocz. bez naprężeń	w_v	=	1,94	mm
Deformacja czteroprzegubowa bez naprężeń	$w_{GR,v}$	=	2,91	mm
b) deformacja elastyczna (+ do wewnątrz)				
według teorii nieliniowej, w linii wierzchołka	w_o	=	0,00	mm
w liniidna	w_u	=	0,45	mm
c) deformacja całkowita	ww	=	4,32	mm
w odniesieniu do średnicy nominalnej	dv	=	4,23	mm
dopuszczalne odkształcenie zgodnie z ATV-M 127-2, 6.5.2:			10	%

* Analiza parametrów stabilności

Ciśnienie wody gruntowej powyżej dna linera	p_a	=	15,00	kN/m ²
Współcz. przebiccia dla linerów ściśle pasowanych				
bez deformacji wstępnej i bez szczeliny: $a_D = 2,62 * (r_L/s_L)^{0,8}$		=	23,63	
obciążenie przebiccia, liner bez deformacji wstępnej				
i bez szczeliny: wartość krytyczna $p_a = a_D * S_L$		=	1031,57	kN/m ²
dla porównania: liner swobodny wartość kryt. $p_{as} = 3,0 * S_L$		=	130,97	kN/m ²
Współczynniki redukcji, parametr	r_L/s_L	=	15,63	kN/m ²
łączy dla miejscowej deformacji wstępnej,				
oraz szczeliny pierścieniowej				
(por. ATV-M 127-2, 6.5.3.1)	$k_{v,s}$	=	0,592	
zmniejszone obciążenie przebiccia $k_{v,s}$ *wartość krytyczna p_a		=	610,45	kN/m ²
Obliczony współczynnik bezpieczeństwa na przebiccie	obl_{gl}	=	40,70	
Wymagany wskaźnik bezpieczeństwa	wym. gl	=	2,00	

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe dla kanału DN200 -II stan wg ATV i renowacji technologią CIPP gorąca woda

***** Dane wejściowe**

*** Rura stara – profil okrągły**

Materiał: kamionka				
Średnica nominalna	DN		200	mm
Średnica wewnętrzna	d_i	=	200,00	mm
Stan rury starej			II	

*** Liner – profilokrągły**

Materiał: wykładzinaCIPP gorącawoda				
Promień (zewnątrzny)	r_{aL}	=	100,0	mm
Grubość ścianki	s_L	=	4,5	mm
Długość moduł elastyczności	E_L	=	1050	N/mm ²
Długość wytrzymałość na rozciąganie	s_{bZ}	=	18,0	N/mm ²
Długość wytrzymałość na nacisk	s_D	=	50,0	N/mm ²
Wymagany wskaźnik bezpieczeństwa	g	=	2,0	

*** Warunki instalowania**

Miejsce odkształcenie wstępne starej rury lublinera	$w_v/r_L \cdot 100$	=	2,00	%
Położenie odkształcenia początkowego	f_v	=	180,0	°
Kąt rozwarcia	$2f_1$	=	40,0	°
Deformacja starej rury jako pierścien (owalizacja) $2w_{GR,v} / d_i \cdot 100$		=	3,00	%
Szerokość szczeliny między rurą starą orazlinierem $w_s/r_L \cdot 100$		=	0,50	%

*** Obciążenia**

Wys. wody gruntowej powyżej dna kanału	h_w, s_0	=	1,50	m
Ciężar właściwy wody	g_w	=	10,00	kN/m ³
Ciężarwłaściwylinera	g_L	=	13,00	kN/m ³

*** Dane wyliczone**

Promieńśrodkowylinera	r_L	=	97,8	mm
stosunek r/s	r_L/s_L	=	21,7	
Głębokość odkształcenia początkowego	w_v	=	2,0	mm
Czteroprzegubowa deformacja starej rury	$w_{GR,v}$	=	2,9	mm
Szerokość szczeliny (szczelina otaczająca)	w_s	=	0,5	mm

***** Wyniki pośrednie**

*** Iteracje**

(g-krotne obciążenia dla $g = 2$)

maksymalna wielkość przesunięcia [cm]:

it	=	8	-0,3437	it	=	12	-0,3031
it	=	9	-0,3232	it	=	13	-0,3029
it	=	10	-0,3186	it	=	14	-0,3031
it	=	11	-0,3112	it	=	15	-0,3031

Siły przekrojowe (prawa połowa profilu) zgodnie z teorią nieliniową.

(Wszystkie siły przekrojowe są odniesione do odcinka rury o długości 1 cm)

wierzchołek = punkt 1a, wezglowie = punkt 19a, dno = Stab 36e

punkt	Na [N]	Qa [N]	Ma [Ncm]	punkt	Na [N]	Qa [N]	Ma [Ncm]
1	-29,45	-0,72	1,23	2	-29,50	-0,38	0,61
3	-29,53	-0,04	0,25	4	-29,52	0,30	0,18
5	-29,51	0,17	0,39	6	-29,51	0,05	0,48
7	-29,51	0,10	0,45	8	-29,52	0,11	0,46
9	-29,52	0,12	0,46	10	-29,53	0,14	0,46
11	-29,53	0,15	0,46	12	-29,54	0,16	0,46
13	-29,54	0,23	0,45	14	-29,56	0,02	0,49
15	-29,57	0,21	0,34	16	-29,57	0,44	0,34
17	-29,55	0,66	0,53	18	-29,51	0,87	0,89
19	-29,71	-1,47	1,40	20	-29,86	-1,29	0,01
21	-29,98	-1,10	-1,24	22	-30,09	-0,92	-2,32
23	-30,18	-0,74	-3,20	24	-30,24	-0,56	-3,86
25	-30,28	-0,39	-4,30	26	-30,30	-0,23	-4,50
27	-30,28	-0,06	-4,46	28	-30,25	0,10	-4,15
29	-30,18	0,25	-3,55	30	-30,09	0,39	-2,71
31	-29,99	0,50	-1,67	32	-29,87	0,60	-0,48
33	-29,69	1,32	0,82	34	-29,30	3,00	2,73
35	-28,93	3,25	6,06	36	-28,79	1,87	9,40

punkt	Ne [N]	Qe [N]	Me [Ncm]
36	-28,79	1,87	11,25

* Relewantne siły przekrojowe (podzielone przez g)

	wierzch.	wezgl.	dno	
SN	-14,7	-15,1	-14,4	N/cm
SM	0,6	-2,2	5,6	Ncm/cm

*** Wyniki

* Analiza parametrów naprężenlinera

	wierzch.	wezgł.	dno	
N	-1,473	-1,515	-1,439	N/mm
M	0,615	-2,249	5,625	Nmm/mm
si	-0,142	-1,013	1,372	N/mm ²
sa	-0,507	0,319	-1,961	N/mm ²
gbZ	99,999	56,340	13,116	
gD	98,707	49,347	25,497	
wymag. g	2,0	2,0	2,0	(M 127-2, table 4)

Uwaga: przy $s_i < 0$ i $s_a < 0$ wymagany wskaźnik bezpieczeństwa wynosi $s_{bZ} = 99,999$!

* Analiza parametrów deformacji

a) miejscowa deformacja pocz. bez naprężeń	w_v	=	1,96	mm
Deformacja czteroprzegubowa bez naprężeń	$w_{GR,v}$	=	2,93	mm
b) deformacja elastyczna (+ do wewnątrz)				
według teorii nieliniowej, w linii wierzchołka	w_o	=	0,01	mm
w liniidna	w_u	=	1,03	mm
c) deformacja całkowita	ww	=	4,94	mm
w odniesieniu do średnicy nominalnej	dv	=	4,53	mm
dopuszczalne odkształcenie zgodnie z ATV-M 127-2, 6.5.2:			10	%

* Analiza parametrów stabilności

Ciśnienie wody gruntowej powyżej dna linera	p_a	=	15,00	kN/m ²
Współcz. przebiecia dla linerów ściśle pasowanych				
bez deformacji wstępnej i bez szczelin: $a_D = 2,62 * (r_L/S_L)^{0,8}$		=	30,75	
obciążenie przebiecia, liner bez deformacji wstępnej				
i bez szczeliny: wartość krytyczna $p_a = a_D * S_L$		=	262,49	kN/m ²
dla porównania: liner swobodny wartość kryt. $p_{as} = 3.0 * S_L$		=	25,61	kN/m ²
Współczynniki redukcji, parametr	r_L/S_L	=	21,72	kN/m ²
łączy dla miejscowej deformacji wstępnej,				
oraz szczeliny pierścieniowej				
(por. ATV-M 127-2, 6.5.3.1)	$k_{v,s}$	=	0,542	
zmniejszone obciążenie przebiecia $k_{v,s} * \text{wartość krytyczna } p_a$		=	142,15	kN/m ²
Obliczony współczynnik bezpieczeństwa na przebiecie	obl_{gl}	=	9,48	
Wymagany wskaźnik bezpieczeństwa	wym. g_l	=	2,00	

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe dla kanału DN150 -II stan wg ATV i renowacji technologią CIPP gorąca woda

*** Dane wejściowe

* Rura stara – profil okrągły

Materiał: kamionka			
Średnica nominalna	DN	=	150 mm
Średnica wewnętrzna	d_i	=	150,00 mm
Stan rury starej			II

* Liner – profilokrągły

Materiał: wykładzina CIPP gorącawoda

Promień (zewnątrzny)	r_{aL}	=	75,0	mm
Grubość ścianki	s_L	=	3,4	mm
Długostrwały moduł elastyczności	E_L	=	1050	N/mm ²
Długostrwała wytrzymałość na rozciąganie	s_{bZ}	=	18,0	N/mm ²
Długostrwała wytrzymałość na nacisk	s_D	=	50,0	N/mm ²
Wymagany wskaźnik bezpieczeństwa	g	=	2,0	

* Warunki instalowania

Miejscowe odkształcenie wstępne starej rury

lub liner	$w_v/r_L * 100$	=	2,00	%
Położenie odkształcenia początkowego	f_v	=	180,0	°
Kąt rozwarcia	$2f_1$	=	40,0	°

Deformacja starej rury jako pierścien

(owalizacja) $2w_{GR,v} / d_i * 100$		=	3,00	%
--------------------------------------	--	---	------	---

Szerokość szczeliny między rurą starą

oraz linerem $w_s/r_L * 100$		=	0,50	%
------------------------------	--	---	------	---

* Obciążenia

Wys. wody gruntowej powyżej dna kanału	h_w, s_o	=	1,50	m
Ciężar właściwy wody	g_w	=	10,00	kN/m ³
Ciężar właściwy liner	g_L	=	13,00	kN/m ³

* Dane wyliczone

Promień środkowy liner	r_L	=	73,3	mm
stosunek r/s	r_L/s_L	=	21,6	
Głębokość odkształcenia początkowego	w_v	=	1,5	mm
Czteroprzegubowa deformacja starej rury	$w_{GR,v}$	=	2,2	mm
Szerokość szczeliny (szczelina otaczająca)	w_s	=	0,4	mm

*** Wyniki pośrednie

* Iteracje

(g-krotne obciążenia dla $g = 2$)

maksymalna wielkość przesunięcia [cm]:

it	=	12	-0,2231	it	=	16	-0,2231
it	=	13	-0,2229	it	=	17	-0,2231
it	=	14	-0,2231	it	=	18	-0,2231
it	=	15	-0,2231	it	=	19	-0,2231

Siły przekrojowe (prawa połowa profilu) zgodnie z teorią nieliniową.

(Wszystkie siły przekrojowe są odniesione do odcinka rury o długości 1 cm)

wierzchołek = punkt 1a, wezglowie = punkt 19a, dno = Stab 36e

punkt	Na [N]	Qa [N]	Ma [Ncm]	punkt	Na [N]	Qa [N]	Ma [Ncm]
1	-22,18	-0,56	0,82	2	-22,22	-0,36	0,45
3	-22,24	-0,16	0,20	4	-22,25	0,05	0,07
5	-22,25	0,25	0,08	6	-22,23	0,18	0,20
7	-22,23	0,04	0,28	8	-22,24	0,09	0,26
9	-22,24	0,09	0,26	10	-22,24	0,10	0,26
11	-22,24	0,11	0,26	12	-22,25	0,12	0,26
13	-22,25	0,15	0,26	14	-22,26	0,10	0,27
15	-22,26	0,11	0,24	16	-22,27	0,26	0,21
17	-22,26	0,40	0,27	18	-22,24	0,53	0,41
19	-22,38	-1,01	0,62	20	-22,48	-0,89	-0,10
21	-22,57	-0,76	-0,75	22	-22,64	-0,64	-1,31
23	-22,70	-0,52	-1,77	24	-22,74	-0,40	-2,11
25	-22,77	-0,28	-2,34	26	-22,78	-0,17	-2,44
27	-22,77	-0,05	-2,42	28	-22,74	0,07	-2,25
29	-22,69	0,18	-1,93	30	-22,63	0,28	-1,48
31	-22,55	0,36	-0,92	32	-22,46	0,44	-0,27
33	-22,33	0,98	0,43	34	-22,04	2,25	1,49
35	-21,77	2,44	3,35	36	-21,66	1,41	5,22

punkt	Ne [N]	Qe [N]	Me [Ncm]
36	-21,66	1,41	6,26

*** Relewantne siły przekrojowe (podzielone przez g)**

	wierzch.	wezgl.	dno	
SN	-11,1	-11,4	-10,8	N/cm
SM	0,4	-1,2	3,1	Ncm/cm

***** Wyniki**

*** Analiza parametrów naprężeńlinera**

	wierzch.	wezgl.	dno	
N	-1,109	-1,139	-1,083	N/mm
M	0,412	-1,222	3,130	Nmm/mm
si	-0,109	-0,979	1,331	N/mm2
sa	-0,536	0,289	-1,918	N/mm2
gbZ	99,999	62,232	13,524	
gD	93,200	51,079	26,070	
wymag. g	2,0	2,0	2,0	(M 127-2, table 4)

Uwaga: przy $s_i < 0$ i $s_a < 0$ wymagany wskaźnik bezpieczeństwa wynosi $s_{bZ} = 99,999!$

* Analiza parametrów deformacji

a) miejscowa deformacja pocz. bez naprężeń	w_v	=	1,47	mm
Deformacja czteroprzegubowa bez naprężeń	$w_{GR,v}$	=	2,20	mm
b) deformacja elastyczna (+ do wewnątrz)				
według teorii nieliniowej, w linii wierzchołka	w_o	=	0,01	mm
w liniidna	w_u	=	0,75	mm
c) deformacja całkowita	ww	=	3,69	mm
w odniesieniu do średnicy nominalnej	dv	=	4,52	mm
dopuszczalne odkształcenie zgodnie z ATV-M 127-2, 6.5.2:			10	%

* Analiza parametrów stabilności

Ciśnienie wody gruntowej powyżej dna linera	p_a	=	15,00	kN/m ²
Współcz. przebiecia dla linerów ściśle pasowanych				
bez deformacji wstępnej i bez szczelin: $a_D = 2,62 * (r_L/s_L)^{0,8}$		=	30,56	
obciążenie przebiecia, liner bez deformacji wstępnej				
i bez szczeliny: wartość krytyczna $p_a = a_D * S_L$		=	266,89	kN/m ²
dla porównania: liner swobodny wartość kryt. $p_{as} = 3.0 * S_L$		=	26,20	kN/m ²
Współczynniki redukcji, parametr	r_L/s_L	=	21,56	kN/m ²
łączy dla miejscowej deformacji wstępnej,				
oraz szczeliny pierścieniowej				
(por. ATV-M 127-2, 6.5.3.1)	$k_{v,s}$	=	0,543	
zmniejszone obciążenie przebiecia $k_{v,s} * \text{wartość krytyczna } p_a$		=	144,89	kN/m ²
Obliczony współczynnik bezpieczeństwa na przebiecie	obl_{gl}	=	9,66	
Wymagany wskaźnik bezpieczeństwa	wym. g_l	=	2,00	

12.OBLICZENIA SZTYWNOŚCI OBWODOWEJ

Grubość materiałów renowacyjnych dla kanałów kołowych dobieramy na podstawie poniższego wzoru. Minimalna wymagana sztywność obwodowa $SN=8 \text{ kN/m}^2$, dla odgałęzień bocznych $SN=2 \text{ kN/m}^2$.

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

gdzie:

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

e - grubość ścianki [m],

d_m - średnia średnica rękawa [m],

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

d_z – średnica zewnętrzna rękawa [m],

dw – średnica wewnętrzna rękawa [m].

Dla DN500 – CIPP UV:

Moduł Younga krótkotrwały [MPa]	12500
Średnica kanału [mm]	500
Grubość wykładziny [mm]	9,7
SN [kN/m ²]	8,07

Dla DN300 - PVC-U:

Moduł Younga krótkotrwały [MPa]	3000
Średnica kanału [mm]	300
Grubość wykładziny [mm]	9,3
SN [kN/m ²]	8,19

Dla DN200 - PVC-U:

Moduł Younga krótkotrwały [MPa]	3000
Średnica kanału [mm]	200
Grubość wykładziny [mm]	6,2
SN [kN/m ²]	8,19

Dla DN200 – CIPP gorąca woda:

Moduł Younga krótkotrwały [MPa]	2100
Średnica kanału [mm]	200
Grubość wykładziny [mm]	4,5
SN [kN/m ²]	2,13

Dla DN150 – CIPP gorąca woda:

Moduł Younga krótkotrwały [MPa]	2100
Średnica kanału [mm]	150
Grubość wykładziny [mm]	3,4
SN [kN/m ²]	2,18

