

SPIS TREŚCI

1.	MIEJSCE POŁOŻENIA INWESTYCJI	2
2.	PODSTAWA I ZAKRES OPRACOWANIA	2
3.	SPRAWY TERENOWO - PRAWNE	2
4.	STAN ISTNIEJĄCY	2
5.	OKREŚLENIE STANU TECHNICZNEGO KANAŁÓW I DOBÓR TECHNOLOGII RENOWACJI.....	3
6.	OCENA STANU TECHNICZNEGO STUDNI I DOBÓR TECHNOLOGII RENOWACJI	8
7.	OBLICZENIA SZTYWNOŚCI OBWODOWEJ	9
8.	OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE	11
9.	OBLICZENIA HYDRAULICZNE	25
10.	WYKONANIE ROBÓT ZWIĄZANYCH Z RENOWACJĄ KANAŁÓW	26
11.	WYKONANIE PRAC ZWIĄZANYCH Z RENOWACJĄ STUDNI.....	31
12.	OBEJŚCIE ŚCIEKÓW BY-PASS.....	34
13.	ROBOTY ZIEMNE.....	35
14.	ODTWORZENIE NAWIERZCHNI	35

ZESTAWIENIE RYSUNKÓW

1. PLAN ZAGOSPODAROWANIA TERENU 3/PW/01	-	SKALA 1:500
2. SCHEMAT TECHNOLOGICZNY 3/PW/02	-	SKALA 1:-
3. PROFIL PODŁUŻNY KANAŁU 3/PW/03	-	SKALA 1:100/500

ZAŁĄCZNIKI

1. Decyzja o nadaniu uprawnień budowlanych
2. Potwierdzenie wpisu do Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa

1. MIEJSCE POŁOŻENIA INWESTYCJI

Inwestycja zlokalizowana jest w województwie podkarpackim, na terenie miasta Nisko, w ulicy Słowackiego. Na terenie tym dominuje zabudowa jednorodzinna.

2. PODSTAWA I ZAKRES OPRACOWANIA

Opracowanie zostało wykonane w ramach zadania „Przebudowa kanalizacji ogólnospławnej w ul. Słowackiego”.

Podstawę dla niniejszego opracowania stanowiły następujące materiały:

- zlecenie i wytyczne Inwestora,
- wizja lokalna,
- inwentaryzacja studni kanalizacyjnych na trasie sieci,
- mapa geodezyjna w skali 1:500,
- inspekcje CCTV kanałów głównych.

Zakres renowacji dla sieci kanalizacyjnej obejmuje:

- czyszczenie przed montażem wykładzin,
- bezwykopową renowację kanałów głównych,
- bezwykopową renowację lub wykopową wymianę odgałęzień bocznych w granicy działki drogowej w zależności od stanu technicznego,
- bezwykopową renowację lub wykopową wymianę odgałęzień do wpustów deszczowych w zależności od stanu technicznego,
- renowację istniejących studni kanalizacyjnych oraz wpustów deszczowych.

3. SPRAWY TERENOWO - PRAWNE

Przedmiotowa sieć kanalizacyjna usytuowana jest w ulicy Słowackiego i przebiega przez tereny działek geodezyjnych, które zostały wyszczególnione w poniższej tabeli:

Lp.	Nr	Arkusz
1.	2320	64
2.	2334	64

4. STAN ISTNIEJĄCY

W objętym zakresie opracowania rejonie planuje się przebudowę istniejącego kanału sanitarnego o średnicy DN600 z rur o długości 102,9 m oraz o średnicy DN400 - dł. 15,50m, o średnicy DN200 - dł. 5,50m oraz o średnicy DN250 - dł. 4,20m Głębokość posadowienia poszczególnych odcinków kanałów betonowych podano w pkt.5. Na objętej zadaniem sieci znajduje się 8 szt. studni do przebudowy - szczegółowe dane dot. studni zostały zawarte w pkt.6. Do sieci włączone są odgałęzienia boczne sanitarne oraz deszczowe do przebudowy.

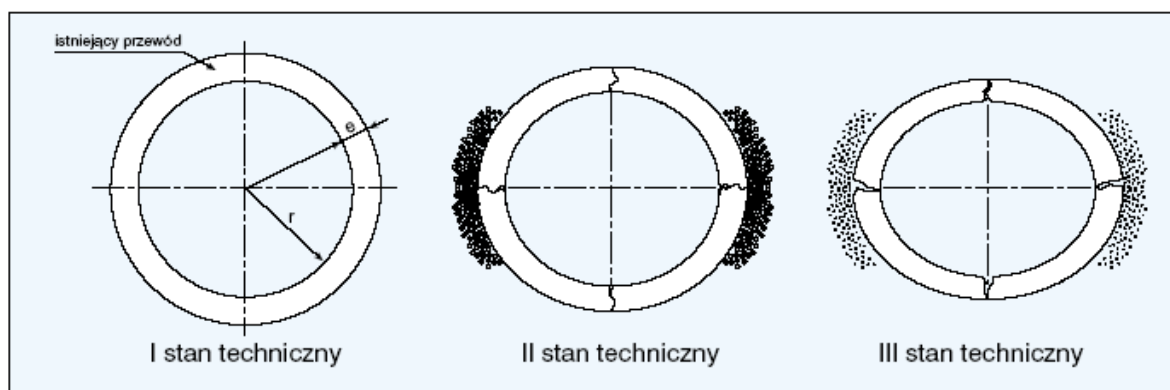
5. OKREŚLENIE STANU TECHNICZNEGO KANAŁÓW I DOBÓR TECHNOLOGII RENOWACJI

Stan techniczny istniejących kanałów jest określany na podstawie ATV-DVWK-M127P-część 2 na podstawie wykonanych inspekcji CCTV, dostarczonych przez Inwestora.

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 ubytki kanału, przesunięcia w złączu itp. W tym przypadku wykładzina bierze udział w przenoszeniu obciążeń.



Do przeprowadzenia obliczeń statyczno-wytrzymałościowych oprócz oceny stanu kanału należy również określić:

- rodzaj materiału konstrukcyjnego,
- warunki gruntowo-wodne, wysokość wody gruntowej powyżej dna kanału - $h_{W,So}$ [m],
- promień zewnętrzny wykładziny - ra_L [mm],
- grubość ścianki wykładziny - s_L [mm],
- materiał wykładziny.

Dla przewodu w **I i II stanie technicznym** możliwe są następujące przypadki obciążeń:

- zewnętrzne ciśnienie wody działające na wykładzinę

W przypadku przewodów zarysowanych podłużnie i dodatkowego udziału otaczającego gruntu w przenoszeniu obciążeń (**III stan techniczny**) można wyróżnić następujące oddziaływania:

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

Ocenę stanu technicznego przedstawiono w poniższych zestawieniach tabelarycznych.

5.1 OKREŚLENIE STANU TECHNICZNEGO KANAŁÓW I DOBÓR TECHNOLOGII RENOWACJI KANAŁY GŁÓWNE

Odcinek	Średnica [mm]	Długość z inspekcji [m]	Długość [m]	Posadowienie [m]	Materiał
S39-S31	250	3,90	4,20	2,84-3,25	kamionka

Ocena na podstawie inspekcji CCTV :

- Przesunięcia na złączach,
- Pęknięcia obwodowe – obrębie złącza,
- Infiltracja.

Pod względem konstrukcyjnym kanał spełnia stawiane mu wymogi

Ocena stanu technicznego wg ATV	Przyjęto metodę
I stan techniczny	Wykładzina CIPP – „filc – epoksyd” – gr. 6,5mm SN _{min} =4kN/m ²

Odcinek	Średnica [mm]	Długość z inspekcji [m]	Długość [m]	Posadowienie [m]	Materiał
S31-S32	600	31,70	32,40	3,25-3,20	beton

Ocena na podstawie inspekcji CCTV :

- Powierzchniowa korozja betonu,
- Widoczne kruszywo,
- Miejscowy osad twardy w dnie – do frezowania,
- Infiltracja wód gruntowych – sączenie,
- Odcinek (przy studni S31) o dł. 1,0m wykonany z cegły, betonowa płyta ażurowa w sklepieniu.

Pod względem konstrukcyjnym kanał spełnia stawiane mu wymogi

Ocena stanu technicznego wg ATV	Przyjęto metodę
I stan techniczny	Wykładzina CIPP – UV – gr. 9,1mm SN _{min} =4kN/m ²

Odcinek	Średnica [mm]	Długość z inspekcji [m]	Długość [m]	Posadowienie [m]	Materiał
S32-S33	600	30,80	30,80	3,20-3,47	beton

Ocena na podstawie inspekcji CCTV :

- Powierzchniowa korozja betonu,
- Widoczne kruszywo,
- Infiltracja wód gruntowych – sączenie, miejscami ciągły napływ,
- Pęknięcie wzdłużne w dnie,
- Pęknięcia w okolicy złączy,
- Pęknięcia obwodowe.

Pod względem konstrukcyjnym kanał spełnia stawiane mu wymogi

Ocena stanu technicznego wg ATV	Przyjęto metodę
I stan techniczny	Wykładzina CIPP – UV – gr. 9,1mm SN _{min} =4kN/m ²

Odcinek	Średnica [mm]	Długość z inspekcji [m]	Długość [m]	Posadowienie [m]	Materiał
S33-S34	600	13,00	13,40	3,47-3,47	beton
Ocena na podstawie inspekcji CCTV :					
<ul style="list-style-type: none"> Powierzchniowa korozja betonu, Widoczne kruszywo, Miejscowy osad twardy w dnie – w okolicach włączenia do studni – do frezowania, Infiltracja wód gruntowych – sączenie. 			Pod względem konstrukcyjnym kanał spełnia stawiane mu wymagania		
Ocena stanu technicznego wg ATV			Przyjęto metodę		
I stan techniczny			Wykładzina CIPP – UV – gr. 9,1mm SN _{min} =4kN/m ²		

Odcinek	Średnica [mm]	Długość z inspekcji [m]	Długość [m]	Posadowienie [m]	Materiał
S34-S35	600	25,00	26,30	3,47-3,52	beton
Ocena na podstawie inspekcji CCTV :					
<ul style="list-style-type: none"> Powierzchniowa korozja betonu, Widoczne kruszywo, Miejscowy osad twardy w dnie – w okolicach włączenia do studni – do frezowania, Infiltracja wód gruntowych oraz wpułkiwanie dużej ilości gruntu, Pęknięcie obwodowe, Odcinek zakończony częściowym, zamurowaniem (celem ukierunkowania przepływu). 			Pod względem konstrukcyjnym kanał spełnia stawiane mu wymagania		
Ocena stanu technicznego wg ATV			Przyjęto metodę		
I stan techniczny			Wykładzina CIPP – UV – gr. 9,1mm SN _{min} =4kN/m ²		

Odcinek	Średnica [mm]	Długość z inspekcji [m]	Długość [m]	Posadowienie [m]	Materiał
S35-S36	200	4,80	5,50	3,52-1,64	beton
Ocena na podstawie inspekcji CCTV :					
<ul style="list-style-type: none"> Powierzchniowa korozja betonu, Widoczne kruszywo, Ubytek w ścianie kanału, widoczny grunt. 			Pod względem konstrukcyjnym kanał spełnia stawiane mu wymagania		
Ocena stanu technicznego wg ATV			Przyjęto metodę		
II stan techniczny			Wykładzina CIPP – „filc - epoksyd” – gr. 5,2mm SN _{min} =4kN/m ²		

Odcinek	Średnica [mm]	Długość z inspekcji [m]	Długość [m]	Posadowienie [m]	Materiał
S35-S35.1	400	15,50	15,50	3,52	beton
Ocena na podstawie inspekcji CCTV :					
<ul style="list-style-type: none"> Powierzchniowa korozja betonu, Widoczne kruszywo, Narosty na ścianach kanału, Pęknięcia ścian kanału, Ubytki w miejscach złączy kanału, Zaniżenia. 			Pod względem konstrukcyjnym kanał spełnia stawiane mu wymogi		
Ocena stanu technicznego wg ATV			Przyjęto metodę		
I stan techniczny			Wykładzina CIPP – „filc - epoksyd” – gr. 10,3mm $SN_{min}=4kN/m^2$		

Odcinek	Średnica [mm]	Długość z inspekcji [m]	Długość [m]	Posadowienie [m]	Materiał
S36-S38	200	33,50	33,50	1,64-1,31	PVC
Ocena na podstawie inspekcji CCTV :					
<ul style="list-style-type: none"> Brak uszkodzeń. 			Pod względem konstrukcyjnym kanał spełnia stawiane mu wymogi		
Ocena stanu technicznego wg ATV			Przyjęto metodę		
I stan techniczny			Nie podlega renowacji		

5.2 OKREŚLENIE STANU TECHNICZNEGO KANAŁÓW I DOBÓR TECHNOLOGII RENOWACJI ODGAŁĘZIENIA BOCZNE I DESZCZOWE

Odgałęzienia boczne sanitarne

Lp.	Oznaczenie odgałęzienia	Miejsce włączenia	Średnica	Materiał	Długość renowacji	Opis stanu technicznego	Technologia/ zakres przebudowy
1	P22	S31	200	kamionka	7,30	<ul style="list-style-type: none"> Korozja żeliwa, Przesunięcie na złączach. 	Wykładzina CIPP „Filc – epoksyd”
2	B (Biedronka)	S39	300	PVC	0,00	<ul style="list-style-type: none"> Brak uszkodzeń. 	Nie wymaga renowacji
3	P23	S31	100	PVC	0,0	<ul style="list-style-type: none"> Brak uszkodzeń. 	Nie wymaga renowacji
4	P24	S31	-	zaślepienie	0,0	<ul style="list-style-type: none"> Brak uszkodzeń. 	Nie wymaga renowacji
5	P25	S32	150	Beton/kamionka	9,90	<ul style="list-style-type: none"> Przesunięcie na złączach, Kaskada zewnętrzna bez wylotu górnego. 	Wykładzina CIPP „Filc-epoksyd” + wymiana kaskady zewnętrznej w wykopie otwartym
6	P26	S34	150	kamionka	6,70	<ul style="list-style-type: none"> Przesunięcie na złączach, Pęknięcia w okolicach złączy. 	Wykładzina CIPP „Filc – epoksyd”

Odgałęzienia deszczowe

Lp.	Oznaczenie odgałęzienia	Miejsce włączenia	Średnica	Materiał	Długość renowacji	Opis stanu technicznego	Technologia/ zakres renowacji
1	K9	S32	150	kamionka	4,00	• Przesunięcia na złączach.	Wykładzina CIPP „Filc – epoksyd”
2	K10	S32	150	kamionka	3,50	• Pęknięcia wzdłużne.	Wykładzina CIPP „Filc – epoksyd”
3	K11	K12	200	żeliwo	7,40	• Korozja żeliwa.	Wykładzina CIPP „Filc – epoksyd”
4	K13	K12	150/ 125	żeliwo	5,50	• Korozja żeliwa, • Wstawka z DN125 na dł. ok. 1,0m od K13.	Wykładzina CIPP „Filc – epoksyd”
5	K15	S35	150	kamionka	5,50	• Przesunięcie na złączu, • Miejscowe zaniżenie.	Wykładzina CIPP „Filc – epoksyd”
6	K16	S35	150	kamionka	4,20	• Przesunięcie na złączu, • Ubytki w okolicach złączy, • Pęknięcia wzdłużne.	Wykładzina CIPP „Filc – epoksyd”
7	K17	S36	150	kamionka	20,50	• Przesunięcie na złączach.	Wykładzina CIPP „Filc – epoksyd”
8	K18	K17	150	kamionka	17,80	• Przesunięcie na złączach, • Pęknięcia w okolicach złączy.	Wykładzina CIPP „Filc – epoksyd”
9	K19	K18	150	PVC	0,0	• Brak uszkodzeń.	Nie wymaga renowacji

Uwaga. Zapis w powyższych tabelach „Wykładzina CIPP „Filc – epoksyd” należy rozumieć jako wykładzina CIPP z włókniny poliestrowej o strukturze filcowej, nasączonej żywicą epoksydową, utwardzaną gorącą wodą.

6. OCENA STANU TECHNICZNEGO STUDNI I DOBÓR TECHNOLOGII RENOWACJI

Studnie zostaną poddane renowacji zgodnie z pkt. 11 niniejszego opracowania.

LP.	Studnia	Materiał wykonania wymiar	Głębokość [m]	Stan Tech.	Opis stanu technicznego	Metoda renowacji
1	S31	Beton/cegła Ø1200	3,25	1	<ul style="list-style-type: none"> Powierzchniowa korozja betonu, Ubytki w miejscu włączenia do studni, Ubytki między cegłami pod włazem, Korozja stopni, Osad twardy w kinecie. 	Panel GRP + Wymiana włazu
2	S32	Beton/cegła Ø1200	3,20	1	<ul style="list-style-type: none"> Powierzchniowa korozja betonu, Ubytki w miejscach włączeń do studni, Miejscowe ubytki spoin między kręgami oraz między cegłami pod włazem, Korozja stopni. 	Panel GRP + Wymiana włazu
3	S33	Beton/cegła Ø1200	3,47	1	<ul style="list-style-type: none"> Powierzchniowa korozja betonu, Ubytki w miejscach włączeń do studni, Miejscowe ubytki spoin między kręgami, Wykruszające się elementy cegieł pod włazem, Korozja stopni. Osad twardy w kinecie. 	Panel GRP + Wymiana włazu
4	S34	Beton Ø1200	3,47	1	<ul style="list-style-type: none"> Powierzchniowa korozja betonu, Ubytki w miejscach włączeń do studni, Miejscowe ubytki spoin między kręgami, Korozja stopni. 	Panel GRP + Wymiana włazu
5	S35	Beton/cegła Ø1200	3,52	1	<ul style="list-style-type: none"> Powierzchniowa korozja betonu, Ubytki w miejscach włączeń do studni, Miejscowe ubytki spoin między kręgami oraz między cegłami pod włazem, Korozja stopni, Brak uformowanej kinety – wylewka w kinecie. 	Panel GRP + Wymiana włazu
6	S36	Beton/cegła Ø1200	1,64	1	<ul style="list-style-type: none"> Powierzchniowa korozja betonu, Ubytki w miejscach włączeń do studni, Korozja stopni. 	Panel GRP + Wymiana włazu
7	S38	Beton/cegła Ø1200	1,31	1	<ul style="list-style-type: none"> Powierzchniowa korozja betonu, Ubytki w miejscach włączeń do studni, Korozja stopni. 	Panel GRP + Wymiana włazu
8	S39	Beton Ø1200	2,84	1	<ul style="list-style-type: none"> Ubytki w miejscach łączeń kręgów betonowych, Korozja na spocznikach. 	Panel GRP + Wymiana włazu

7. OBLICZENIA SZTYWNOŚCI OBWODOWEJ

Grubość wykładziny dla kanałów kołowych dobiera się na podstawie wzoru (wg PN-EN 1228):

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

gdzie:

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

e - grubość ścianki [m]

dm - średnia średnica wykładziny [m]

dm = dw+(dz-dw)/2

dz – średnica zewnętrzna wykładziny [m]

dw – średnica wewnętrzna wykładziny [m]

7.1 OBLICZENIA SZTYWNOŚCI OBWODOWEJ KANAŁÓW GŁÓWNYCH

Minimalna sztywność obwodowa wykładzin kanałów głównych to 4kN/m².

W poniższych tabelach przedstawiono wyniki obliczeń sztywności obwodowej kanałów głównych poddawanych renowacji za pomocą wykładziny CIPP z włókniny poliestrowej o strukturze filcowej, nasączonej żywicą epoksydową, utwardzaną gorącą wodą, a także wykładziny CIPP z włókna szklanego nasączonego żywicami poliestrowymi utwardzonymi promieniami UV.

Odcinek kanału S39-S31 – wykładzina z włókniny poliestrowej o strukturze filcowej, nasączona żywicą epoksydową, utwardzana gorącą wodą:

Moduł Younga krótkotrwały [MPa]	2600
Średnica kanału [mm]	250
Grubość wykładziny [mm]	6,5
SN [kN/m ²]	4,12

Odcinki kanału S31-S32, S32-S33, S33-S34, S34-S35 – wykładzina z włókna szklanego nasączona żywicami poliestrowymi utwardzanymi promieniami UV:

Moduł Younga krótkotrwały [MPa]	13400
Średnica kanału [mm]	600
Grubość wykładziny [mm]	9,1
SN [kN/m ²]	4,08

Odcinek kanału S35-S35.1 - wykładzina CIPP z włókniny poliestrowej o strukturze filcowej, nasączona żywicą epoksydową, utwardzana gorącą wodą:

Moduł Younga krótkotrwały [MPa]	2600
Średnica kanału [mm]	400
Grubość wykładziny [mm]	10,3
SN [kN/m ²]	4,00

Odcinki kanału S35-S36 - wykładzina CIPP z włókniny poliestrowej o strukturze filcowej, nasączona żywicą epoksydową, utwardzana gorącą wodą::

Moduł Younga krótkotrwały [MPa]	2600
Średnica kanału [mm]	200
Grubość wykładziny [mm]	5,2
SN [kN/m ²]	4,12

Powyższe grubości są grubościami minimalnymi. Większe grubości są dopuszczalne pod warunkiem zachowania przepustowości.

7.2 OBLICZENIA SZTYWNOŚCI OBWODOWEJ ODGAŁĘZIEN BOCZNYCH ORAZ ODGAŁĘZIEN DESZCZOWYCH

Minimalna sztywność obwodowa wykładzin odgałęzień bocznych sanitarnych oraz deszczowych to 2kN/m².

W poniższych tabelach przedstawiono wyniki obliczeń sztywności obwodowej odgałęzień bocznych oraz odgałęzień deszczowych poddawanych renowacji za pomocą wykładziny CIPP z włókniny poliestrowej o strukturze filcowej, nasączona żywicą epoksydową, utwardzaną gorącą wodą.

Moduł Younga krótkotrwały [MPa]	2600
Średnica kanału [mm]	150
Grubość wykładziny [mm]	3,1
SN kN/m ²	2,04

Moduł Younga krótkotrwały [MPa]	2600
Średnica kanału [mm]	200
Grubość wykładziny [mm]	4,2
SN kN/m ²	2,14

Powyższe grubości są grubościami minimalnymi. Większe grubości są dopuszczalne pod warunkiem zachowania przepustowości.

8. OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

Założenia do obliczeń statyczno-wytrzymałościowych zostały przyjęte wg niemieckiego zbioru reguł ATV-DVWK. Poziom wód gruntowych ze względu na brak dokładnych danych, przyjęto zgodnie z zaleceniami ATV jako 1,5m ponad dnem kanału. Obliczenia wytrzymałościowe dla poszczególnych odcinków zostały przeprowadzane przy użyciu licencjonowanej kopii programu Liner B. Długotrwały moduł elastyczności dla wykładziny CIPP z włókniny poliestrowej o strukturze filcowej nasączonej żywicą epoksydową utwardzanej gorącą wodą przyjęto 50% modułu krótkotrwałego. Długotrwały moduł elastyczności dla wykładziny CIPP z włókna szklanego nasączonego żywicami poliestrowymi utwardzanymi promieniami UV przyjęto 60% modułu krótkotrwałego.

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe dla stanu I –Φ600 beton

Obliczenia statyczne dla linerów według arkusza ATV-M 127-2 (01.00)

*** Dane wejściowe

* Rura stara – profil okrągły

Materiał: beton

Średnica nominalna	DN	=	600	mm
Średnica wewnętrzna	d _i	=	600,00	mm
Stan rury starej			I	

* Liner – profil okrągły

Materiał: CIPP - UV

Promień (zewnątrzny)	r _{aL}	=	300,0	mm
Grubość ścianki (bez zewnętrznych warstw)	s _L	=	9,10	mm
Długotrwały moduł elastyczności	E _{L,k}	=	8040	N/mm ²
Współczynnik Poissona	μ		0,35	
Długotrwała wytrzymałość na rozciąganie	σ _{bZ}	=	48,0	N/mm ²
Długotrwała wytrzymałość na nacisk	σ _D	=	48,0	N/mm ²
Wymagany wskaźnik bezpieczeństwa	g	=	2,0	

* Warunki instalowania

Miejscowe odkształcenie wstępne starej rury

lub liner	w _w /r _L *100	=	2,00	%
Położenie odkształcenia początkowego	φ _v	=	180,0	°
Kąt rozwarcia	2φ ₁	=	40,0	°
Szerokość szczeliny między rurą starą oraz linerem w _s /r _L *100		=	0,50	%

* Obciążenia

Wys. wody gruntowej powyżej dna kanału – wartość charakterystyczna	h _{W,inv,c}	=	1,50	m
Ciężar właściwy wody	γ _w	=	10,00	kN/m ³
Ciężar właściwy liner	γ _L	=	17,50	kN/m ³

*** Dane wyliczone**

Promień środkowy linera	r_L	=	295,5	mm
Szytywność linera w odniesieniu do promienia środkowego	SRL	=	4,08	N/mm ²
r/t - proporcje	r_L/t_L	=	32,5	mm
Szerokość szczeliny (szczelina otaczająca)	w_v	=	5,9	mm

***** Wyniki pośrednie***** Iteracje**(γ-krotne obciążenia dla $\gamma = 2$)

maksymalna wielkość przesunięcia [cm]:

it	= 7	-0,6477	it	= 11	-0,6083
it	= 8	-0,6329	it	= 12	-0,6098
it	= 9	-0,6129	it	= 13	-0,6083
it	= 10	-0,6181	it	= 14	-0,6083

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

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

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

punkt	Na [N]	Qa [N]	Ma [Ncm]	punkt	Na [N]	Qa [N]	Ma [Ncm]
2	-81,12	0,05	9,96	3	-81,13	0,09	9,96
4	-81,15	0,13	9,96	5	-81,17	0,16	9,96
6	-81,20	0,20	9,96	7	-81,23	0,24	9,96
8	-81,27	0,27	9,96	9	-81,32	0,31	9,96
10	-81,37	0,34	9,96	11	-81,42	0,38	9,96
12	-81,48	0,42	9,96	13	-81,54	0,43	9,96
14	-81,59	0,67	9,90	15	-81,67	0,13	10,35
16	-82,04	-6,04	9,33	17	-82,63	-4,80	-7,68
18	-83,12	-3,63	-21,42	19	-83,50	-2,59	-31,97
20	-83,76	-1,68	-38,96	21	-83,95	-0,85	-43,46
22	-84,06	-0,12	-45,65	23	-84,10	0,52	-45,71
24	-84,08	1,07	-43,88	25	-84,00	1,51	-40,40
26	-83,88	1,86	-35,53	27	-83,69	2,12	-29,55
28	-83,48	2,28	-21,66	29	-83,24	2,32	-13,10
30	-82,99	2,25	-4,29	31	-82,75	2,07	4,36
32	-82,52	1,81	12,49	33	-82,19	3,23	19,77
34	-81,36	7,32	30,67	35	-80,57	7,45	52,39
36	-80,31	3,13	73,75	37	-81,11	-0,02	-9,96

punkt	Ne [N]	Qe [N]	Me [Ncm]
37	-81,11	-0,02	-9,96

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

	wierzch.	węzł.	dno	
ΣNd	-40,6	-42,0	-40,2	N/cm
ΣMd	5,0	-22,9	41,3	Ncm/cm

***** Wyniki***** Analiza parametrów naprężeń linera**

	wierzch.	węzgi.	dno	
N	-4,056	-4,205	-4,015	N/mm
M	4,978	-22,855	41,284	Nmm/mm
σ_i	-0,081	-2,135	2,581	N/mm ²
σ_a	-0,803	1,177	-3,402	N/mm ²
γ_{bz}	99,999	40,802	18,607	
γ_D	59,829	22,491	14,116	
wym. γ	2,0	2,0	2,0	(M 127-2, Table 4)

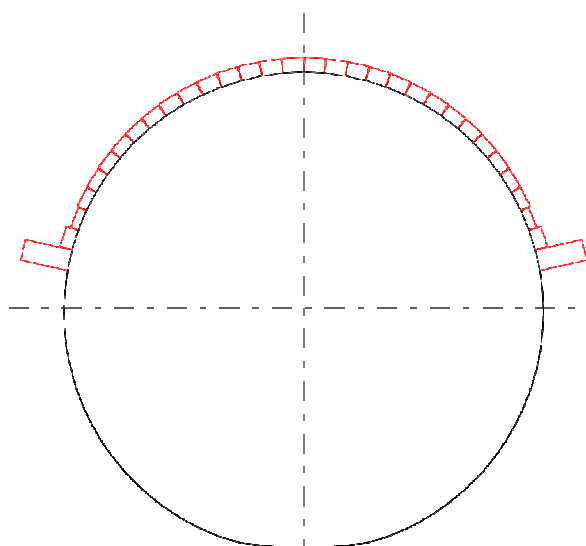
Uwaga: przy $\sigma_i < 0$ i $\sigma_a < 0$ wymagany wskaźnik bezpieczeństwa wynosi $\gamma_{bz} = 99,999!$

*** Analiza parametrów deformacji**

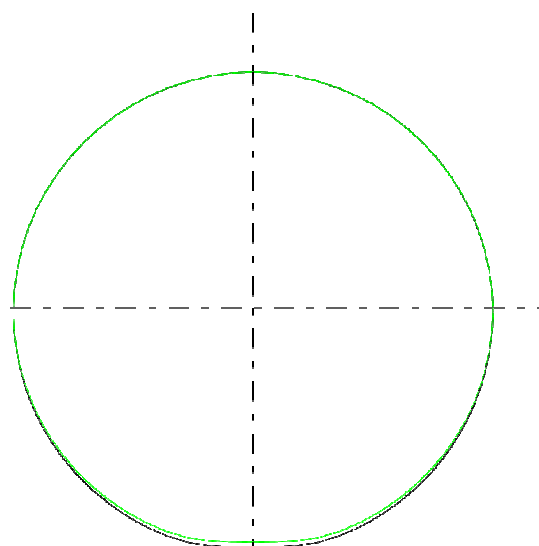
a) miejscowa deformacja pocz. bez naprężeń	w_v	=	5,91	mm
b) deformacja elastyczna (+ do wewnątrz)		=		
według teorii nieliniowej, w linii wierzchołka	w_o	=	0,00	mm
w linii dna	w_u	=	1,56	mm
w odniesieniu do ND	δv	=	0,26	
c) deformacja całkowita	Σw	=	4,52	mm
w odniesieniu do średnicy nominalnej	δv	=	1,26	mm
dopuszczalne odkształcenie ATV-M 127-2, 6.5.2			10	%

*** Analiza parametrów stabilności**

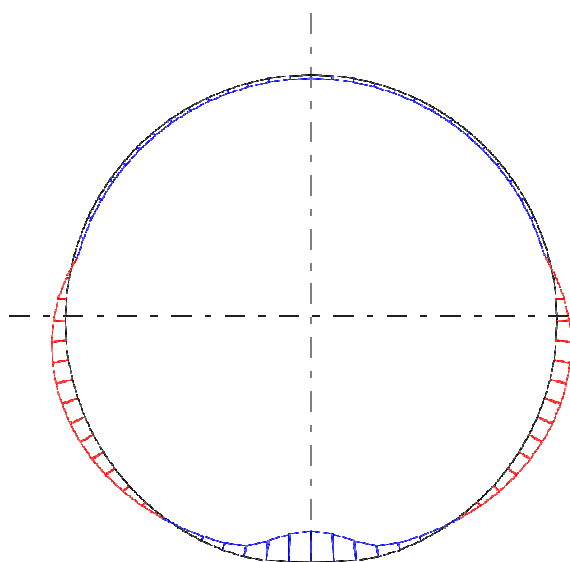
Obliczeniowe ciśnienie wody gruntowej powyżej dna linera	p_a	=	15,00	kN/m ²
Współcz. przebicia dla linerów ściśle pasowanych				
bez deformacji wstępnej i bez szczelin: $\alpha_D = 2,62 * (r_L/s_L)^{0,8}$	α_D	=	42,41	
Przebiecie przez obciążenie $w_v=w_s=0$: crit $p_{a,d}$ =	$\alpha_D * S_{L,d}$		946,14	kN/m ²
Liner swobodny, porównanie crit $p_{a,s,d} = 3,0 * S_{L,d}$			66,93	kN/m ²
Współczynniki redukcji, parametr	r_L/s_L	=	32,47	
łączy dla miejscowej deformacji wstępnej,				
oraz szczeliny pierścieniowej				
(por. ATV-M 127-2, 6.5.3.1)	$k_{v,s}$	=	0,579	
zmniejszone obciążenie przebicia $k_{v,s}$ *wartość krytyczna p_a		=	547,64	kN/m ²
Obliczony współczynnik bezpieczeństwa na przebicie	obl γ	=	36,51	
Wymagany wskaźnik bezpieczeństwa	wym. γ	=	2,00	



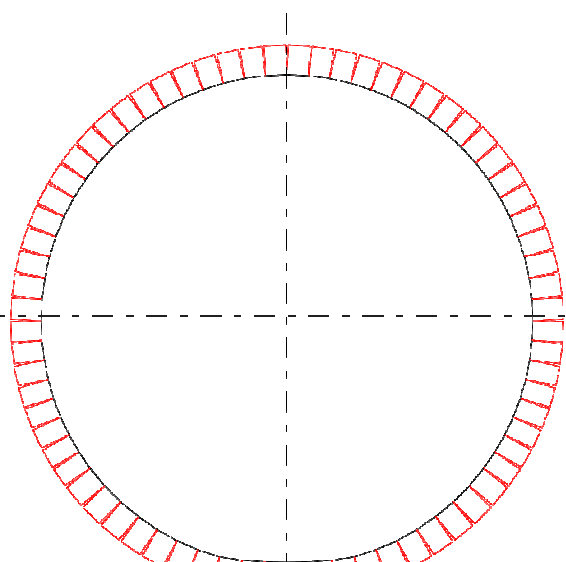
Siły kontaktowe, maks. $|K| = 7,484 \text{ N/cm}$



Linia odkształcenia, maks. $|w| = 0,608 \text{ cm}$
(nie powiększona)



Linia M, maks. $|M| = 82,57 \text{ Ncm/cm}$
(z obciążeń 2-krotnych)



Linia N, maks. $|N| = 84,10 \text{ N/cm}$
(z obciążeń 2-krotnych)

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe dla stanu I – $\Phi 250$ kamionka

Obliczenia statyczne dla linerów według arkusza ATV-M 127-2 (01.00)

*** Dane wejściowe

* Rura stara – profil okrągły

Materiał: kamionka

Średnica nominalna

DN = 250 mm

Średnica wewnętrzna

$d_i = 250,00 \text{ mm}$

Stan rury starej

I

* Liner – profil okrągły

Materiał: CIPP „filc-epoksyd”

Promień (zewnątrzny)	r_{aL}	=	125,0	mm
Grubość ścianki	S_L	=	6,50	mm
Długość moduł elastyczności	$E_{L,k}$	=	1300	N/mm ²
Współczynnik Poissona	μ		0,35	
Długość wytrzymałość na rozciąganie	σ_{bz}	=	18,0	N/mm ²
Długość wytrzymałość na nacisk	σ_D	=	25,0	N/mm ²
Wymagany wskaźnik bezpieczeństwa	g	=	2,0	

*** Warunki instalowania**

Miejscowe odkształcenie wstępne starej rury lub linera	$w_v/r_L \cdot 100$	=	2,00	%
Położenie odkształcenia początkowego	ϕ_v	=	180,0	°
Kąt rozwarcia	$2\phi_1$	=	40,0	°
Szerokość szczeliny między rurą starą oraz linerem $w_s/r_L \cdot 100$		=	0,50	%

*** Obciążenia**

Wys. wody gruntowej powyżej dna kanału – wartość charakterystyczna	$h_{W,inv,c}$	=	1,50	m
Ciężar właściwy wody	γ_w	=	10,00	kN/m ³
Ciężar właściwy linera	γ_L	=	13,00	kN/m ³

*** Dane wyliczone**

Promień środkowy linera	r_L	=	121,8	mm
Sztywność linera w odniesieniu do promienia środkowego	S_{RL}	=	0,0165	N/mm ²
r/t - proporcje	r_L/t_L	=	18,7	mm
Szerokość szczeliny (szczelina otaczająca)	w_v	=	2,4	mm

***** Wyniki pośrednie***** Iteracje**

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

it	= 7	-0,2716	it	= 11	-0,2514
it	= 8	-0,2650	it	= 12	-0,2517
it	= 9	-0,2562	it	= 13	-0,2517
it	= 10	-0,2541	it	= 14	-0,2517

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

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

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

punkt	Na [N]	Qa [N]	Ma [Ncm]	punkt	Na [N]	Qa [N]	Ma [Ncm]
2	-34,84	0,02	1,51	3	-34,84	0,04	1,51
4	-34,84	0,06	1,51	5	-34,85	0,07	1,51
6	-34,86	0,09	1,51	7	-34,86	0,11	1,51
8	-34,87	0,12	1,51	9	-34,88	0,14	1,51
10	-34,89	0,16	1,51	11	-34,91	0,16	1,51
12	-34,92	0,21	1,49	13	-34,92	0,46	1,51

14	-35,00	-1,37	1,78	15	-35,14	-1,19	0,08
16	-35,27	-0,97	-1,43	17	-35,38	-0,76	-2,68
18	-35,47	-0,56	-3,69	19	-35,54	-0,38	-4,44
20	-35,59	-0,23	-4,90	21	-35,62	-0,08	-5,17
22	-35,63	0,05	-5,24	23	-35,63	0,16	-5,14
24	-35,62	0,25	-4,87	25	-35,60	0,33	-4,47
26	-35,56	0,39	-3,94	27	-35,51	0,43	-3,32
28	-35,45	0,46	-2,51	29	-35,39	0,46	-1,63
30	-35,33	0,45	-0,74	31	-35,27	0,41	0,15
32	-35,21	0,36	1,00	33	-35,10	1,04	1,77
34	-34,79	2,88	3,29	35	-34,48	3,04	6,82
36	-34,37	1,29	10,42	37	-34,84	-0,01	-1,51

punkt	Ne [N]	Qe [N]	Me [Ncm]
37	-34,84	-0,01	-1,51

* Relewantne siły przekrojowe (podzielone przez g)

	wierzch.	wzgł.	dno	
ΣNd	-17,4	-17,8	-17,2	N/cm
ΣMd	0,8	-2,6	6,0	Ncm/cm

*** Wyniki

* Analiza parametrów naprężeń linera

	wierzch.	wzgł.	dno	
N	-1,742	-1,782	-1,718	N/mm
M	0,754	-2,622	5,959	Nmm/mm
σ_i	-0,159	-0,653	0,597	N/mm ²
σ_a	-0,373	0,092	-1,095	N/mm ²
γ_{bz}	99,999	196,463	30,157	
γ_b	67,009	38,283	22,821	
wym. γ	2,0	2,0	2,0	(M 127-2, Table 4)

Uwaga: przy $\sigma_i < 0$ i $\sigma_a < 0$ wymagany wskaźnik bezpieczeństwa wynosi $\gamma_{bz} = 99,999!$

* Analiza parametrów deformacji

a) miejscowa deformacja pocz. bez naprężeń	w_v	=	2,44	mm
b) deformacja elastyczna (+ do wewnątrz)		=		
według teorii nieliniowej, w linii wierzchołka	w_o	=	0,00	mm
w linii dna	w_u	=	0,65	mm
w odniesieniu do ND	δv	=	0,27	%
c) deformacja całkowita	Σw	=	1,87	mm
w odniesieniu do średnicy nominalnej	δv	=	1,27	mm
dopuszczalne odkształcenie ATV-M 127-2, 6.5.2		=	10	%

* Analiza parametrów stabilności

Obliczeniowe ciśnienie wody gruntowej powyżej dna linera	p_a	=	15,00	kN/m ²
Współcz. przebicia dla linerów ściśle pasowanych		=		
bez deformacji wstępnej i bez szczelin: $\alpha_D = 2,62 * (r_L/s_L)^{0,8}$	α_D	=	27,31	
Przebiecie przez obciążenie $w_v=w_s=0$: crit $p_{a,d}$ =	$\alpha_D * S_{L,d}$		513,09	kN/m ²
Liner swobodny, porównanie crit $p_{a,s,d} = 3,0 * S_{L,d}$			56,36	kN/m ²
Współczynniki redukcji, parametr	r_L/s_L	=	18,73	

łączny dla miejscowej deformacji wstępnej,
oraz szczeliny pierścieniowej
(por. ATV-M 127-2, 6.5.3.1)
zmniejszone obciążenie przebicia $k_{v,s}$ *wartość krytyczna p_d

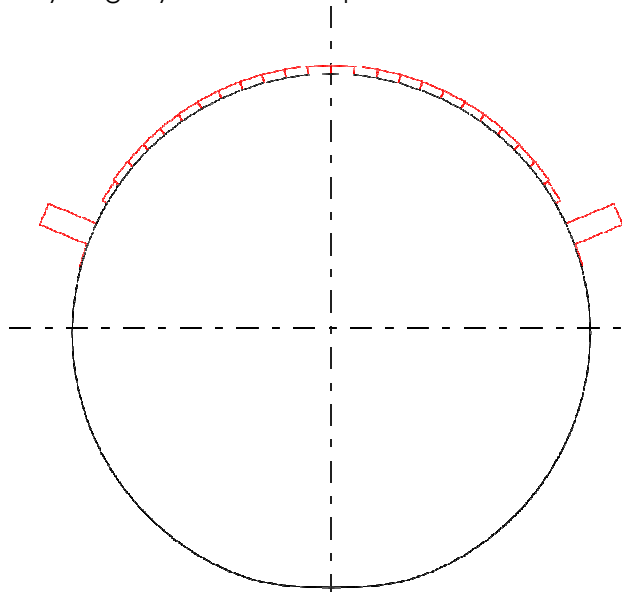
$$k_{v,s} = 0,690$$

$$= 353,84 \text{ kN/m}^2$$

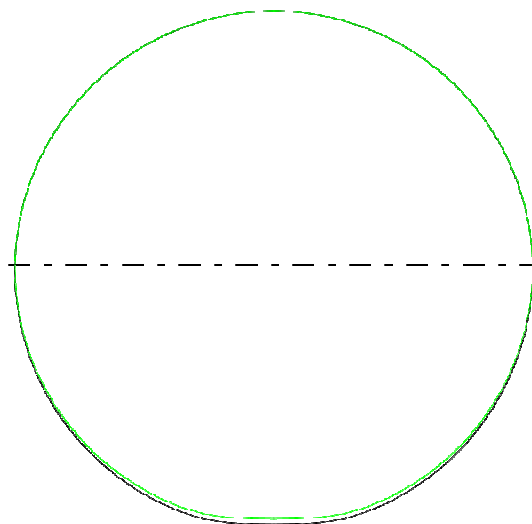
Obliczony współczynnik bezpieczeństwa na przebicie
Wymagany wskaźnik bezpieczeństwa

$$\text{obl } \gamma = 23,59$$

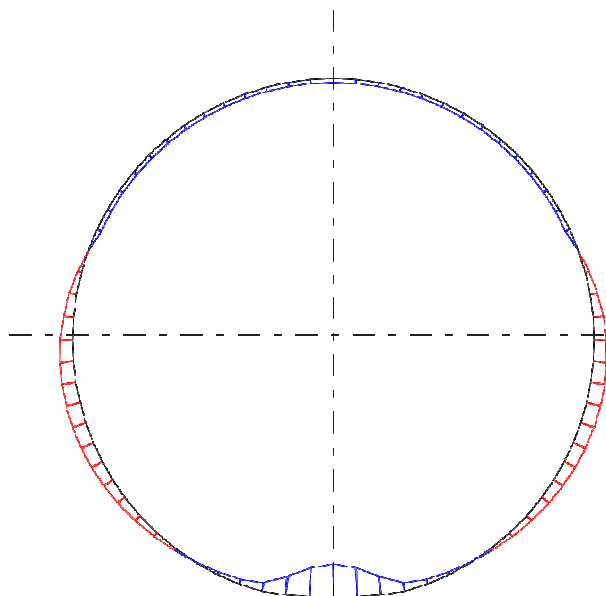
$$\text{wym. } \gamma = 2,00$$



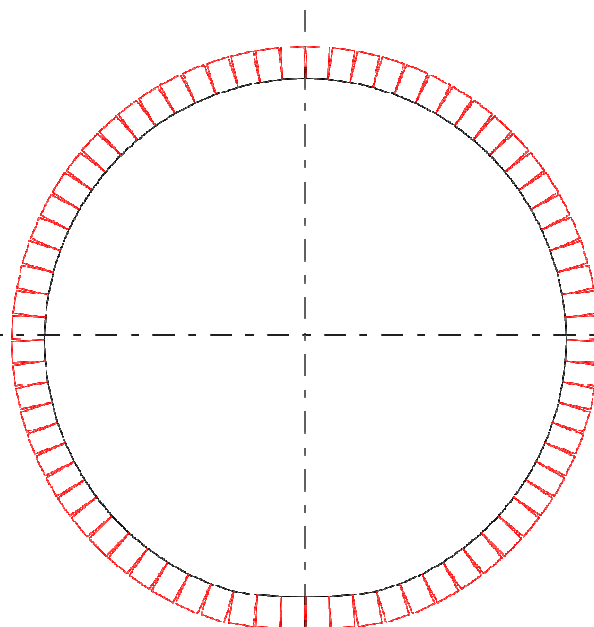
Siły kontaktowe, maks. $|K| = 2,0695 \text{ N/cm}$



Linia odkształcenia, maks. $|w| = 0,252 \text{ cm}$
(nie powiększona)



Linia M, maks. $|M| = 11,917 \text{ Ncm/cm}$
(z obciążeń 2-krotnych)



Linia N, maks. $|N| = 35,63 \text{ N/cm}$
(z obciążeń 2-krotnych)

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe dla stanu II – $\Phi 200$ beton:***** Dane wejściowe***** Rura stara – profil okrągły**

Materiał: beton

Średnica nominalna DN = 200 mm

Średnica wewnętrzna d_i = 200,00 mm

Stan rury starej II

*** Liner – profil okrągły**

Materiał: CIPP – „filc - epoksyd”

Promień (zewnątrzny) r_{aL} = 100,0 mmGrubość ścianki S_L = 5,2 mmDługość moduł elastyczności E_L = 1300 N/mm²Długość wytrzymałość na rozciąganie σ_{bz} = 18,0 N/mm²Długość wytrzymałość na nacisk σ_D = 25,0 N/mm²Wymagany wskaźnik bezpieczeństwa g = 2,0*** Warunki instalowania**

Miejscowe odkształcenie wstępne starej rury

lub linera $w_v/r_L \cdot 100$ = 2,00 %Położenie odkształcenia początkowego ϕ_v = 180,0 °Kąt rozwarcia $2\phi_1$ = 40,0 °

Deformacja starej rury jako pierścien

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

Szerokość szczeliny między rurą starą

oraz linerem $w_s/r_L \cdot 100$ = 0,50 %*** Obciążenia**Wys. wody gruntowej powyżej dna kanału $h_{w, So}$ = 1,50 mCiężar właściwy wody γ_w = 10,00 kN/m³Ciężar właściwy linera γ_L = 13,00 kN/m³*** Dane wyliczone**Promień środkowy linera r_L = 97,4 mmstosunek r/s r_L/S_L = 18,7Głębokość odkształcenia początkowego w_v = 1,9 mmCzteroprogubowa deformacja starej rury $w_{GR,v}$ = 2,9 mm***** Wyniki pośrednie***** Iteracje**(g-krotne obciążenia dla $g = 2$)

maksymalna wielkość przesunięcia [cm]:

it	=	11	-0,2889	it	=	15	-0,2306
it	=	12	-0,2564	it	=	16	-0,2310
it	=	13	-0,2297	it	=	17	-0,2310
it	=	14	-0,2344	it	=	18	-0,2310

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

(Wszystkie siły przekrojowe są odniesione do odcinka rury o długości 1 cm)
wierzchołek = punkt 1a, węzłowie = punkt 19a, dno = Stab 36e

Stab	Na [N]	Qa [N]	Ma [Ncm]	Stab	Na [N]	Qa [N]	Ma [Ncm]
2	-28,82	-0,44	1,21	3	-28,85	-0,15	0,81
4	-28,86	0,13	0,65	5	-28,84	0,41	0,71
6	-28,83	0,02	1,01	7	-28,84	0,09	0,96
8	-28,84	0,10	0,97	9	-28,85	0,12	0,97
10	-28,86	0,13	0,97	11	-28,86	0,14	0,97
12	-28,87	0,16	0,97	13	-28,88	0,17	0,97
14	-28,89	0,14	0,96	15	-28,90	0,33	0,92
16	-28,89	0,51	1,04	17	-29,00	-2,42	1,29
18	-29,25	-2,64	-0,96	19	-29,52	-0,69	-3,38
20	-29,59	-0,52	-4,06	21	-29,64	-0,35	-4,56
22	-29,68	-0,19	-4,88	23	-29,69	-0,03	-5,02
24	-29,69	0,11	-4,99	25	-29,67	0,24	-4,80
26	-29,64	0,36	-4,45	27	-29,58	0,48	-3,96
28	-29,51	0,58	-3,24	29	-29,42	0,68	-2,38
30	-29,33	0,75	-1,41	31	-29,22	0,80	-0,35
32	-29,11	0,84	0,76	33	-28,95	1,48	1,89
34	-28,58	3,07	3,57	35	-28,24	3,25	6,62
36	-28,11	1,85	9,72	37	-28,78	0,72	-1,84

Stab	Ne [N]	Ve [N]	Me [Ncm]
37	-28,78	0,72	-1,21

* Relewantne siły przekrojowe (podzielone przez γ)

	wierzch.	wezgł.	dno	
SN	-14,4	-14,8	-14,1	N/cm
SM	0,9	-2,5	5,7	Ncm/cm

*** Wyniki

* Analiza parametrów naprężeń linera

	wierzch.	wezgł.	dno	
N	-1,438	-1,485	-1,405	N/mm
M	0,917	-2,511	5,731	Nmm/mm
σ_i	-0,070	-0,853	1,024	N/mm ²
σ_a	-0,476	0,262	-1,519	N/mm ²
γ_{bz}	99,999	68,760	17,579	
γ_b	52,474	29,322	16,456	
wymag. γ	2,0	2,0	2,0	(M 127-2, Tab. 4)

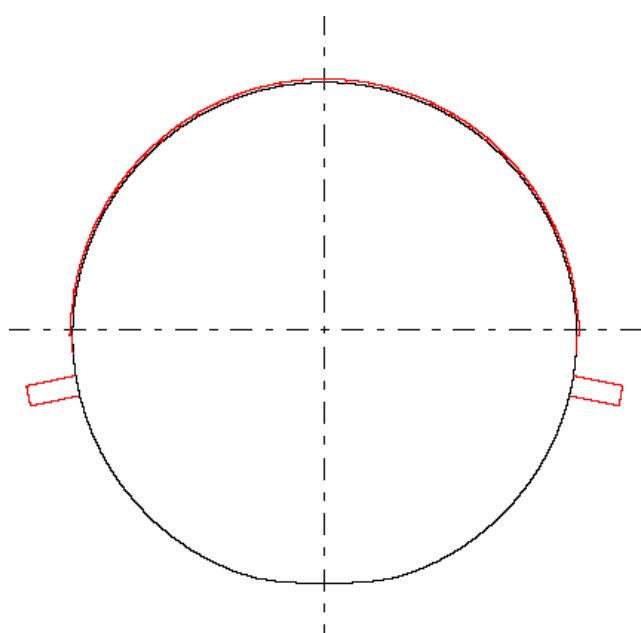
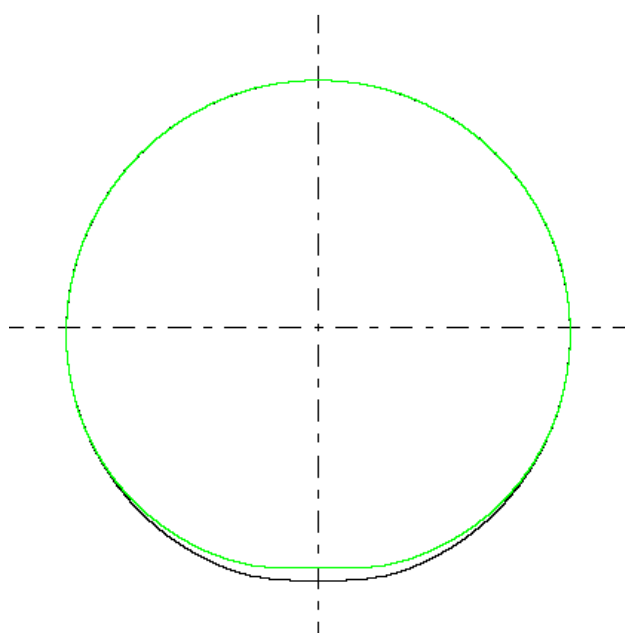
Uwaga: przy $\sigma_i < 0$ i $\sigma_a < 0$ wymagany wskaźnik bezpieczeństwa wynosi $\gamma_{bz} = 99,999!$

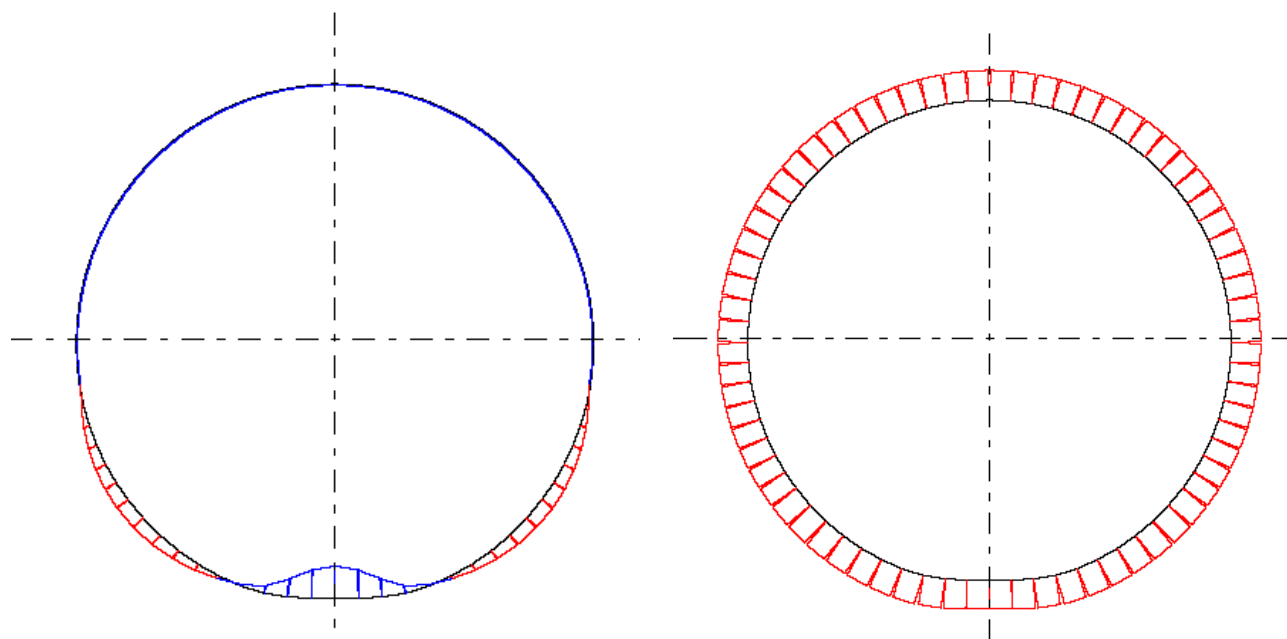
* Analiza parametrów deformacji

a) miejscowa deformacja pocz. bez naprężeń	w_v	=	1,95	mm
Deformacja czteroprzegubowa bez naprężeń	$w_{GR,v}$	=	2,92	mm
b) deformacja elastyczna (+ do wewnątrz)				
według teorii nieliniowej, w linii wierzchołka	w_o	=	0,00	mm
w linii dna	w_u	=	0,67	mm
c) deformacja całkowita	Σw	=	4,57	mm
w odniesieniu do średnicy nominalnej	δv	=	4,34	%
dopuszczalne odkształcenie $\square v$ zgodnie z ATV-M 127-2,			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: $\alpha_D = 2,62 * (r_L/S_L)^{0,8}$		=	27,31	
obciążenie przebiecia, liner bez deformacji wstępnej				
i bez szczeliny: wartość krytyczna $p_a = \alpha_D * S_L$		=	513,09	kN/m ²
dla porównania: liner swobodny wartość kryt. $p_{as} = 3,0 * S_L$		=	56,36	kN/m ²
Współczynniki redukcji, parametr	r_L/S_L	=	18,73	kN/m ²
łączny dla miejscowej deformacji wstępnej,				
oraz szczeliny pierścieniowej				
(por. ATV-M 127-2, 6.5.3.1)	$k_{v,s}$	=	0,563	
zmniejszone obciążenie przebiecia $k_{v,s} * \text{wartość krytyczna } p_a$		=	288,63	kN/m ²
Obliczony współczynnik bezpieczeństwa na przebiecie	obl γ	=	19,24	
Wymagany wskaźnik bezpieczeństwa	wym. γ	=	2,00	

Siły kontaktowe, maks. $|K| = 3,1054 \text{ N/cm}$ Linia odkształcenia, maks. $|w| = 0,231 \text{ cm}$ (nie powiększona)



Linia M, maks. $|M| = 11,53 \text{ Ncm/cm}$
(z obciążeń 2-krotnych)

Linia N, maks. $|N| = 29,711 \text{ N/cm}$
(z obciążeń 2-krotnych)

Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe dla stanu I – $\Phi 400$ beton

Obliczenia statyczne dla linerów według arkusza ATV-M 127-2 (01.00)

*** Dane wejściowe

* Rura stara – profil okrągły

Materiał: beton

Średnica nominalna

DN = 400 mm

Średnica wewnętrzna

$d_i = 400,00 \text{ mm}$

Stan rury starej

I

* Liner – profil okrągły

Materiał: CIPP „filc-epoksyd”

Promień (zewnątrzny)

$r_{aL} = 200,0 \text{ mm}$

Grubość ścianki (bez zewnętrznych warstw)

$s_L = 10,30 \text{ mm}$

Długość modułu elastyczności

$E_{L,k} = 1300 \text{ N/mm}^2$

Współczynnik Poissona

$\mu = 0,35$

Długość wytrzymałość na rozciąganie

$\sigma_{bz} = 18,0 \text{ N/mm}^2$

Długość wytrzymałość na nacisk

$\sigma_D = 25,0 \text{ N/mm}^2$

Wymagany wskaźnik bezpieczeństwa

$g = 2,0$

* Warunki instalowania

Miejscowe odkształcenie wstępne starej rury

lub linera

$w_v/r_L \cdot 100 = 2,00 \%$

Położenie odkształcenia początkowego

$\phi_v = 180,0^\circ$

Kąt rozwarcia

$2\phi_1 = 40,0^\circ$

Szerokość szczeliny między rurą starą

$0,50 \%$

oraz linerem $w_s/r_L \cdot 100$

=

*** Obciążenia**

Wys. wody gruntowej powyżej dna kanału – wartość charakterystyczna	$h_{w,inv,c}$	=	1,50	m
Ciężar właściwy wody	γ_w	=	10,00	kN/m ³
Ciężar właściwy linera	γ_L	=	13,00	kN/m ³

*** Dane wyliczone**

Promień środkowy linera	r_L	=	194,9	mm
Sztywność linera w odniesieniu do promienia środkowego	SRL	=	0,016	N/mm ²
r/t - proporcje	r_L/t_L	=	18,9	mm
Szerokość szczeliny (szczelina otaczająca)	w_v	=	3,9	mm

***** Wyniki pośrednie***** Iteracje**

(γ-krotne obciążenia dla γ = 2)

maksymalna wielkość przesunięcia [cm]:

it	= 6	-0,4747	it	= 10	-0,4249
it	= 7	-0,4544	it	= 11	-0,4211
it	= 8	-0,4436	it	= 12	-0,4217
it	= 9	-0,4283	it	= 13	-0,4217

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

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

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

Punkt	Na [N]	Qa [N]	Ma [Ncm]	Punkt	Na [N]	Qa [N]	Ma [Ncm]
2	-54,69	0,04	3,74	3	-54,69	0,06	3,74
4	-54,70	0,09	3,74	5	-54,72	0,12	3,74
6	-54,73	0,14	3,74	7	-54,75	0,17	3,74
8	-54,78	0,19	3,74	9	-54,80	0,22	3,75
10	-54,83	0,25	3,75	11	-54,86	0,27	3,75
12	-54,89	0,30	3,75	13	-54,93	0,29	3,74
14	-54,95	0,75	3,69	15	-55,06	-1,77	4,38
16	-55,33	-2,61	0,72	17	-55,60	-2,08	-4,36
18	-55,83	-1,58	-8,49	19	-56,02	-1,14	-11,69
20	-56,15	-0,74	-13,81	21	-56,24	-0,38	-15,18
22	-56,30	-0,06	-15,83	23	-56,32	0,21	-15,83
24	-56,31	0,45	-15,22	25	-56,28	0,65	-14,08
26	-56,22	0,80	-12,50	27	-56,13	0,92	-10,55
28	-56,03	0,99	-7,96	29	-55,91	1,01	-5,13
30	-55,79	0,98	-2,20	31	-55,66	0,91	0,71
32	-55,55	0,80	3,48	33	-55,36	1,83	5,99
34	-54,84	4,68	10,28	35	-54,33	4,87	19,54
36	-54,15	2,06	28,81	37	-54,68	-0,01	-3,74
punkt	Ne [N]	Qe [N]	Me [Ncm]				
37	-54,68	-0,01	-3,74				

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

	wierzch.	wzgł.	dno	
ΣNd	-27,3	-28,1	-27,1	N/cm
ΣMd	1,9	-7,9	16,3	Ncm/cm

***** Wyniki***** Analiza parametrów naprężeń linera**

	wierzch.	wzgł.	dno	
N	-2,734	-2,815	-2,708	N/mm
M	1,872	-7,917	16,331	Nmm/mm
σ_i	-0,158	-0,729	0,677	N/mm ²
σ_a	-0,369	0,167	-1,170	N/mm ²
γ_{bz}	99,999	108,061	26,587	
γ_D	67,665	34,298	21,363	
wym. γ	2,0	2,0	2,0	(M 127-2, Table 4)

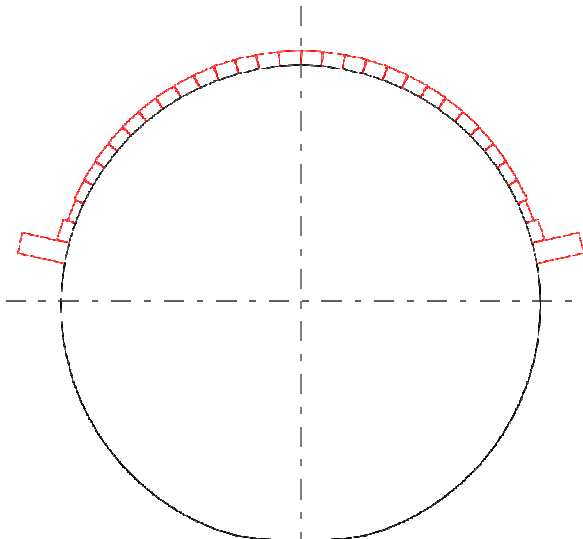
Uwaga: przy $\sigma_i < 0$ i $\sigma_a < 0$ wymagany wskaźnik bezpieczeństwa wynosi $\gamma_{bz} = 99,999!$

*** Analiza parametrów deformacji**

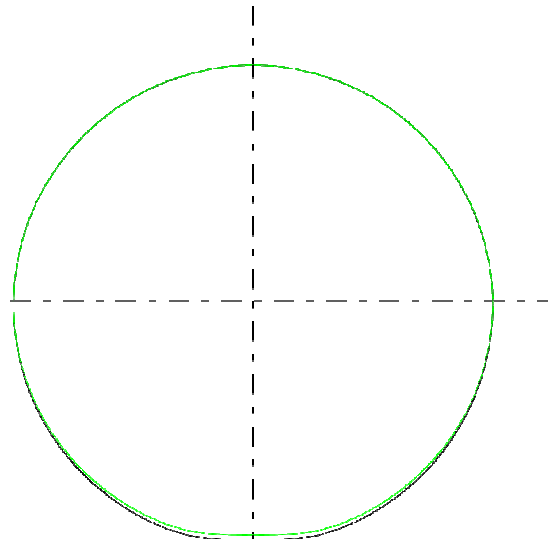
a) miejscowa deformacja pocz. bez naprężeń	w_v	=	3,90	mm
b) deformacja elastyczna (+ do wewnątrz)		=		
według teorii nieliniowej, w linii wierzchołka	w_o	=	0,0	mm
w linii dna	w_u	=	1,1	mm
w odniesieniu do ND	δv	=	0,29	
c) deformacja całkowita	Σw	=	3,08	mm
w odniesieniu do średnicy nominalnej	δv	=	1,29	mm
dopuszczalne odkształcenie ATV-M 127-2, 6.5.2		=	10	%

*** Analiza parametrów stabilności**

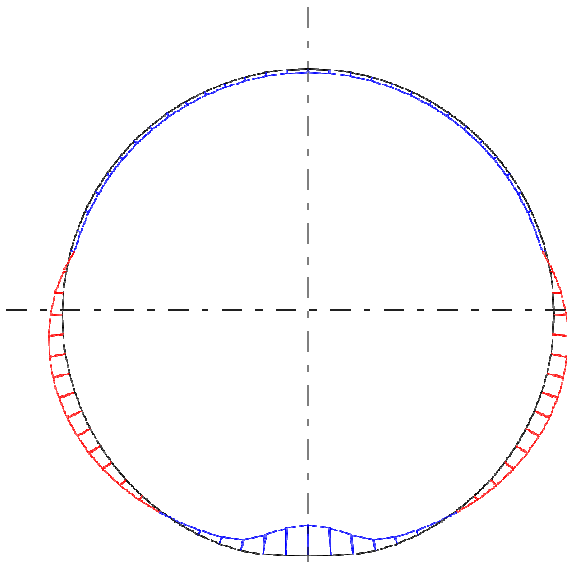
Obliczeniowe ciśnienie wody gruntowej powyżej dna linera	p_a	=	15,00	kN/m ²
Współcz. przebicia dla linerów ściśle pasowanych				
bez deformacji wstępnej i bez szczelin: $\alpha_D = 2,62 * (r_L/S_L)^{0,8}$	α_D	=	27,53	
Przebiecie przez obciążenie $w_v=w_s=0$: crit $p_{a,d}$ =	$\alpha_D * S_{L,d}$		502,02	kN/m ²
Liner swobodny, porównanie crit $p_{a,s,d} = 3,0 * S_{L,d}$			54,71	kN/m ²
Współczynniki redukcji, parametr	r_L/S_L	=	18,92	
łączny dla miejscowej deformacji wstępnej,				
oraz szczeliny pierścieniowej				
(por. ATV-M 127-2, 6.5.3.1)	$k_{v,s}$	=	0,687	
zmniejszone obciążenie przebicia $k_{v,s}$ *wartość krytyczna p_a		=	344,95	kN/m ²
Obliczony współczynnik bezpieczeństwa na przebicie	obl γ_i	=	23,00	
Wymagany wskaźnik bezpieczeństwa	wym. γ_i	=	2,00	



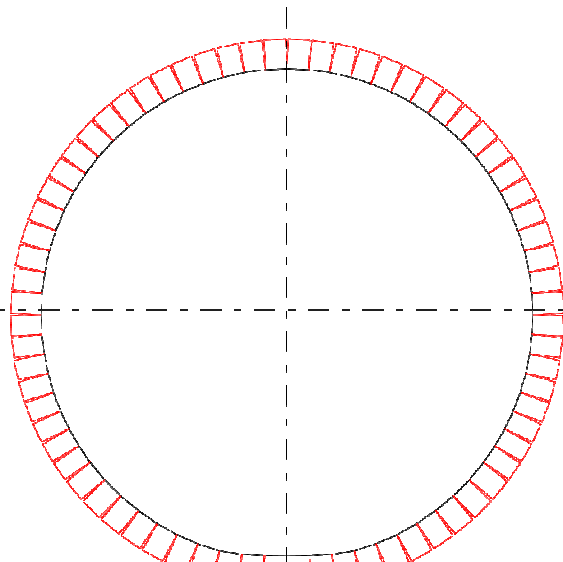
Siły kontaktowe, maks. $|K| = 3,1128 \text{ N/cm}$



Linia odkształcenia, maks. $|w| = 0,422 \text{ cm}$
(nie powiększona)



Linia M, maks. $|M| = 32,66 \text{ Ncm/cm}$
(z obciążeń 2-krotnych)



Linia N, maks. $|N| = 56,32 \text{ N/cm}$
(z obciążeń 2-krotnych)

Wniosek: Na podstawie wykonanych obliczeń statyczno-wytrzymałościowych stwierdzono, że dobrane technologie zapewnią wymaganą wytrzymałość kanału po renowacji.

9. OBLICZENIA HYDRAULICZNE

Obliczenia przepływu sporządzono na podstawie wzoru Manninga:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R_h^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot F \text{ (m}^3/\text{s)}$$

gdzie:

- n** -współczynnik szorstkości
- R_h** -promień hydrauliczny (m)
- i** -spadek podłużny kanału (‰)
- F** -pole przekroju (m²)
- D** -średnica (mm)
- B** -szerokość kanału (mm)
- H** -wysokość kanału (mm)

przyjęto współczynnik n dla różnych materiałów lub metod:

	n
beton	0,0160
kamionka	0,0130
CIPP	0,0100

Przekrój kołowy $R_h = 0,5 \cdot r$ $F = \pi \cdot r^2$ $r = 0,5 \cdot D$

odcinek	S39-S31						
nazwa kanału	materiał/metoda	D	R _h	i	n	F	Q
przed renowacją	kamionka	250	0,063	0,1095	0,0130	0,049	0,1968
po renowacji	CIPP "filc-epoksyd"	237,0	0,059	0,1095	0,0110	0,044	0,2017

odcinek	S31-S32						
nazwa kanału	materiał/metoda	D	R _h	i	n	F	Q
przed renowacją	beton	600	0,150	0,0028	0,0160	0,283	0,2640
po renowacji	CIPP UV	581,8	0,145	0,0028	0,0110	0,266	0,3537

odcinek	S32-S33						
nazwa kanału	materiał/metoda	D	R _h	i	n	F	Q
przed renowacją	beton	600	0,150	0,0052	0,0160	0,283	0,3598
po renowacji	CIPP UV	581,8	0,145	0,0052	0,0110	0,266	0,4820

odcinek	S33-S34						
nazwa kanału	materiał/metoda	D	R _h	i	n	F	Q
przed renowacją	beton	600	0,150	0,0015	0,0160	0,283	0,1932
po renowacji	CIPP UV	581,8	0,145	0,0015	0,0110	0,266	0,2589

odcinek	S34-S35						
nazwa kanału	materiał/metoda	D	Rh	i	n	F	Q
przed renowacją	beton	stwierdzono występowanie nieznacznego przeciwspadku					
po renowacji	CIPP UV						

odcinek	S35-S36						
nazwa kanału	materiał/metoda	D	Rh	i	n	F	Q
przed renowacją	beton	200	0,050	0,5400	0,0160	0,031	0,1958
po renowacji	CIPP "Filc +epoksyd"	189,6	0,047	0,5400	0,0110	0,028	0,2470

odcinek	S35-S35.1						
nazwa kanału	materiał/metoda	D	Rh	i	n	F	Q
przed renowacją	beton	400	0,100	0,0435	0,0160	0,126	0,3529
po renowacji	CIPP "Filc +epoksyd"	379,4	0,095	0,0435	0,0110	0,113	0,4458

Wniosek: Przepustowość kanału po renowacji będzie większa niż przed renowacją.

10. WYKONANIE ROBÓT ZWIĄZANYCH Z RENOWACJĄ KANAŁÓW

Na objętym opracowaniem zakresie projektuje się renowację kanałów głównych oraz odgałęzień bocznych i deszczowych za pomocą technologii bezwykopowej z wykorzystaniem wykładzin CIPP z włókny poliestrowej o strukturze filcowej nasączonej żywicą epoksydową, utwardzanej gorącą wodą oraz wykładziny z włókna szklanego nasączonej żywicami poliestrowymi utwardzanej promieniami UV.

10.1 PRACE PRZYGOTOWAWCZE

W ramach prac przygotowawczych poprzedzających proces bezwykopowej modernizacji kanalizacji należy wykonać następujące prace:

10.1.1 Udrażnianie wstępne

Udrażnianie wstępne polega na czyszczeniu kanałów strumieniem wody o wysokim ciśnieniu. Wykonuje się to przy pomocy gumowego węża, na którego końcu zamontowana jest specjalna dysza kierująca strumień wody do tyłu. W ten sposób powstaje siła wciągająca wąż w głąb kanału. Ze względu na powstający układ sił, wąż wprowadzany jest „pod prąd” w stosunku do płynących ścieków tak, aby po osiągnięciu docelowej studzienki wciągany był zgodnie ze spadkiem kanału. Wypłukane osady przemieszczają się do studzienki, z której wprowadzany był wąż, wraz z wodą użytą do czyszczenia. Tam wypłukane osady usuwane są podciśnieniowo z kanału. Usunięty osad zostanie zagospodarowany zgodnie z Ustawą z dnia 14 grudnia 2012 o odpadach (Dz.U. 2013 poz. 21 z późniejszymi zm.).

10.1.2 Inspekcja przed renowacją

Po wykonaniu udrożnienia końcowego należy przedmiotowy odcinek poddać inspekcji telewizyjnej ostatecznie potwierdzającej możliwość rozpoczęcia właściwych prac renowacyjnych.

10.2 METODA WYKŁADZINY CIPP Z WŁÓKNINY POLIESTROWEJ O STRUKTURZE FILCOWEJ NASĄCZONEJ ŻYWICĄ EPOKSYDOWĄ, UTWARDZANEJ GORĄCĄ WODĄ

10.2.1 Opis technologii

Metoda wykładziny CIPP z włókniny poliestrowej o strukturze filcowej nasączonej żywicą epoksydową utwardzana gorącą wodą polega na nasączeniu na placu budowy rękawa dwuskładnikową żywicą z wykorzystaniem mobilnej nasączalni z komputerowym systemem kontrolującym proces mieszania oraz nasączania żywicy oraz wprowadzeniu go do naprawianego kanału poprzez inwersję i wykorzystanie ciśnienia wygenerowanego przez słup wody lub sprężone powietrze. Wymagane parametry wytrzymałościowe uzyskiwane są podczas procesu utwardzania wysoką temperaturą (ok. 60-80° C w zależności od producenta żywic), której nośnikiem jest woda.

Uwaga, podczas inspekcji CCTV poprzedzającej montaż należy sprawdzić obecność wód gruntowych. W przypadku ich wystąpienia należy zastosować preliner – rękaw z cienkiej folii wprowadzony przed wykładziną, zabezpieczający go przed wyptukiwaniem żywicy z rękawa.

10.2.2 Sprzęt

Sprzęt i urządzenia niezbędne do wykonania prac:

- kamerowóz z kamerą rejestrującą zapis filmowy na nośniku cyfrowym,
- mobilna nasączalnia z komputerowym systemem kontrolującym proces mieszania komponentów żywicy oraz nasączania rękawa,
- zestaw rusztowań lub bęben inwersyjny,
- zestaw węży oraz pomp obiegowych,
- piec grzewczy o wydajności grzewczej dostosowanej do objętości wody,
- wóz ciśnieniowy.

10.2.3 Materiały

Wymagania:

- moduł sprężystości Younga nie mniejszy niż 2500 N/mm²,
- min. sztywność obwodowa $\geq 4 \text{ kN/m}^2$,
- wodoszczelność,

- nasączone powierzchnie wewnętrzne i zewnętrzne rękawa powinny być pozbawione wad w postaci niejednorodności i wtrąceń ciał obcych,
- barwa rękawa przed zainstalowaniem powinna być na całej jego powierzchni jednakowa pod względem odcienia i intensywności,
- wymiary rękawa dobrane do średnicy rurociągu,
- odporność na działanie chemikaliów i gazów występujących w ściekach (siarkowodór, metan, dwutlenek węgla) – pH 4-10,
- odporność na ścieranie zawiesinami mineralnymi,
- odporność na działanie podwyższonej temperatury do 60°C.

10.2.4 Kolejność wykonywania prac – renowacja kanałów głównych

Po dokładnym oczyszczeniu rurociągu oraz inspekcji TV Wykonawca dokona dokładnej oceny jego stanu - stopnia oczyszczenia powierzchni rur, wielkości ubytków i pęknięć ścianek.

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 kanalizacyjną bezpośrednio z samochodu,
- zamontować na rusztowaniu inwersyjnym przewód z filcu, pełniący rolę słupa wody i zapewniający odpowiednie ciśnienie (słup ciśnienia wody), następnie dołączyć środek smarujący i poddać wykładzinę procesowi inwersji,
- wprowadzić wykładzinę do studzienki i kanału przy użyciu ciśnienia wody; inwersja przeprowadzona zostaje przy zastosowaniu słupa ciśnienia wody 5 m, tzn. hydrostatycznego ciśnienia wody wielkości wody 0,5 bar,
- zatrzymać proces inwersji na ostatnich 4,5 – 5,5 m wykładziny,
- 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 wężem 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 studziencie docelowej, 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 w studziencie końcowej,

- poinformować operatora stojącego przy studziencie końcowej, trzymającego linkę bezpieczeństwa o osiągnięciu przez wykładzinę punktu docelowego; linka umocowana zostaje następnie do rusztowania inwersyjnego.

Uwaga, dla odcinka S35-S35.1, będącego kanałem głównym, proces instalacji przeprowadzić z wykorzystaniem rękawa kalibrującego.

10.2.5 Kolejność wykonywania prac – renowacja odgałęzień bocznych sanitarnych i deszczowych

Po dokładnym oczyszczeniu rurociągu oraz inspekcji TV Wykonawca dokona dokładnej oceny jego stanu - stopnia oczyszczenia powierzchni rur, wielkości ubytków i pęknięć ścianek.

W celu prawidłowego wprowadzenia wykładziny do odgałęzienia należy:

- umieścić wykładzinę w bębnie inwersyjnym,
- zamocować koniec wykładziny na kolanie inwersyjnym za pomocą metalowych opasek oraz skierować je w stronę naprawianego odgałęzienia,
- doprowadzić wymagane ciśnienie (0,2-0,3bar),
- stale kontrolować proces inwersji przez wziernik bębna oraz szybkość obrotów na kole bębna,
- jeżeli w przewodzie znajduje się woda (np. woda gruntowa lub woda, która pozostała w kanale) należy tak prowadzić inwersję, aby wypchnąć wodę przed rozwijaną wykładziną,
- wprowadzić do wykładziny rękaw kalibrujący analogicznie do wykładziny,
- stopniowo obniżając ciśnienie, następnie wprowadzić się węże podłączone do pompy obiegowej i urządzenia grzewczego,
- po uzyskaniu docelowej temperatury rozpoczyna się proces utwardzania zależny od rodzaju zastosowanej żywicy (należy przestrzegać zaleceń producenta odnośnie temperatury oraz czasu wygrzewania),
- po zakończonym procesie wygrzewania należy wykonać proces stopniowego schładzania.

10.2.6 Procedury odbiorowe

Celem dokonania odbiorów prac należy:

- wykonać próbę szczelności odcinka, zgodnie z normą PN-EN 1610 Budowa i badania przewodów kanalizacyjnych – próba powietrzna lub wodna – dotyczy kanałów, w których zamontowano rękaw na całej długości – od studni do studni,
- wykonać inspekcję CCTV kanału po przebudowie,

- przedłożyć do Inspektora nadzoru deklarację zgodności z aprobatą techniczną lub normą dla danej partii materiału,
- wykonać inwentaryzację geodezyjną powykonawczą.

10.3 METODA WYKŁADZINY CIPP Z WŁÓKNA SZKLANEGO NASĄCZONEGO ŻYWICĄ POLIESTROWĄ UTWARDZANĄ PROMIENIAMI UV

10.3.1 Opis technologii

Wykładzina CIPP z włókna szklanego, powleczonego z obu stron warstwą poliuretanu lub polipropylenu, nasączona w warunkach produkcyjnych żywicą poliestrową, która tworzy rurę po utwardzeniu żywicy. Czynnikiem odpowiedzialnym za nastąpienie procesu utwardzania jest zastosowanie lamp ultrafioletowych.

10.3.2 Sprzęt

Sprzęt i urządzenia niezbędne do wykonania prac:

- kamerowóz z kamerą rejestrującą zapis filmowy na nośniku cyfrowym,
- wciągarka,
- kompresor oraz zestaw urządzeń do kalibracji wykładziny,
- robot frezujący,
- zestaw lamp do utwardzania oraz agregat prądotwórczy.

10.3.3 Materiały

Rękaw powinien spełniać następujące wymagania:

- moduł sprężystości Younga nie mniejszy niż 13400 N/mm²,
- sztywność obwodowa wykładziny nie mniejsza niż 4 kN/m²,
- 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 kanału,
- odporność na pęknięcie eksploatacyjne nie niższe niż 120 bar.

10.3.4 Kolejność wykonywania prac – renowacja kanałów głównych

Montaż wykładziny powinien być prowadzony przez wyspecjalizowany zespół posiadający odpowiednie kwalifikacje i doświadczenie. 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 przewodnic 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.

Pierwszym elementem procesu utwardzania jest sprawdzenie poprawności zamontowanej wykładziny poprzez przejazd zestawem lamp z kamerą CCTV odcinka poddawanego renowacji. Następnie rozpoczyna się proces wygrzewania za pomocą promieniowania ultrafioletowego UV o długości fali $300 \div 420$ nm generowanego z zespołów lamp. Po przejeździe zespołu lamp następuje proces hartowania zainstalowanej wykładziny - podczas hartowania należy w sposób ciągły kontrolować temperaturę oraz czas wygrzewania. Po zakończeniu procesu utwardzania w celu otwarcia wykładziny należy:

- po dokonaniu kontroli szczelności zdemontować zamontowane śluzy i korki dla zespołu lamp UV oraz pobrać próbkę wykładziny do badań,
- zdemontować pompy,
- uporządkować teren budowy i zutylizować odpady.

Należy przestrzegać zaleceń producenta odnośnie parametrów zespołu lampowego (rozstaw lamp, długość wózka, długość fali).

11. WYKONANIE PRAC ZWIĄZANYCH Z RENOWACJĄ STUDNI

11.1 Czyszczenie hydrodynamiczne studni

Przed przystąpieniem do wykonywania napraw należy oczyścić podłoże z wszelkich luźnych i skorodowanych warstw betonu/cegły. Należy usunąć wszelkie naloty i zabrudzenia, tłuszcze także stare powłoki. Do wykonania przygotowania według powyższych zasad należy stosować wodę pod wysokim ciśnieniem (ciśnienie robocze urządzenia > 300 bar). Nie dopuszcza się stosowania urządzeń do czyszczenia wodą niezapewniających podanych ciśnień roboczych. Czyszczenie należy prowadzić do osiągnięcia odporności na odrywanie min. $1,0$ MPa potwierdzonej badaniem pull-off.

11.2 Uszczelnienie ścian studni

Wybór sposobu uszczelniania zależy od rodzaju i stanu materiału, rodzaju i intensywności wycieku, ilości wycieków. 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 i zabezpieczyć mineralną powłoką antykorozyjną zgodnie z wytycznymi ZTV-ING oraz klasami obciążeń M2/M3 zgodny z wymogiem 11 pkt. 11.1 (PN-EN 1504-9) do ochrony stali zbrojeniowej, zapewniającą ochronę przed korozją oraz ochronę przed związkami alkalicznymi zawartymi w betonie.

11.3 Renowacja studni za pomocą paneli GRP

Należy zakorkować wszystkie wloty zlokalizowane poza kinetą za pomocą korków pneumatycznych. Stopnie oraz wszelkie wystające elementy należy odciąć lub wykuć.

Przez właz studni wprowadzić zwinięty panel. Wewnątrz studni należy go rozwinąć zachowując przestrzeń między panelem a ścianą studni. W tym celu należy zastosować drewniane klocki dystansowe. Panel przymocować za pomocą kołków rozporowych. Wielkość zakładki w rozwiniętym panelu powinna wynosić minimum 100mm. Zakładkę połączyć nitami oraz zalaminować za pomocą laminatu z żywicy poliestrowej i mat z włókien szklanych. Miejsca wlotów w trzonie studni należy wyciąć za pomocą nawiertki o wielkości dostosowanej do rozmiaru wlotu, zabezpieczyć przed wypłynięciem iniektu za pomocą fragmentu rury PVC oraz laminatu. Szczelinę między wykładziną oraz spocznikiem należy zabezpieczyć przed wypływem iniektu zaprawą szybkosprawną. Następnie wprowadzić masę iniekcyjną od góry studni, kontrolując tempo wpływania iniektu. Spoczniki oraz płytę nastudzienną i komin złazowy należy pokryć arkuszami GRP przymocowanymi za pomocą kołków rozporowych po czym zalaminować z pozostałą częścią studni oraz kinetą. Do laminowania stosować żywicę poliestrową i maty z włókien szklanych.

Materiały użyte do naprawy konstrukcji studni w technologii paneli GRP powinny charakteryzować się odpornością na działanie wszystkich związków występujących w ściekach ogólnospławnych. Szczegółowe wymagania zgodnie ze Specyfikacjami Technicznymi Wykonania i Odbioru Robót.

11.4 Renowacja wpustów deszczowych

Renowację wpustów deszczowych należy przeprowadzić po dokładnym oczyszczeniu hydrodynamicznym oraz osuszeniu nawierzchni z nadmiaru wody. Renowację wykonać za pomocą natrysku mechanicznego o grubości warstwy ochronnej min. 6mm. Przed przystąpieniem do wykonania natrysku należy zabezpieczyć odgałęzienie odprowadzające ścieki. W tym celu należy zastosować pneumatyczny korek zamykający instalując go od strony studni.

11.5 Wymiana stopni żłazowych

W celu wymiany uszkodzonych stopni żłazowych należy wykuć stare stopnie, a następnie wytrasować i osadzić nowe stopnie poprzez wywiercenie otworów. Należy użyć tym zaprawy szybkowiążącej odpornej na agresywne działanie ścieków komunalnych. Należy stosować stopnie żłazowe stalowe w otulinie tworzywowej antypoślizgowej w odstępach co 25-30cm.

11.6 Regulacja włazu

W przypadku wymiany elementów regulujących wąż (np. przy regulacji wysokości włazu) należy zastosować betonowe pierścienie dystansowe oraz cementowe zaprawy szybkowiążące (mrozoodporne; odporność na ściskanie po 60min > 15 MPa).

11.7 Wymiana włazu

Wymianie włazów podlegają wszystkie studnie poddawane przebudowie. Należy zamontować wąż wraz z ramą żeliwną, pokrywa włazu żeliwna klasy D400 o średnicy 600 mm. Wąż obsadzić na betonowych pierścieniach dystansowych z wykorzystaniem cementowej zaprawy szybkowiążącej (mrozoodporna; odporność na ściskanie po 60min > 15 MPa). Po zamontowaniu włazu nawierzchnię wokół należy odtworzyć zgodnie ze stanem pierwotnym lub warunkami gestora terenu.

11.8 Wymiana kaskady zewnętrznej

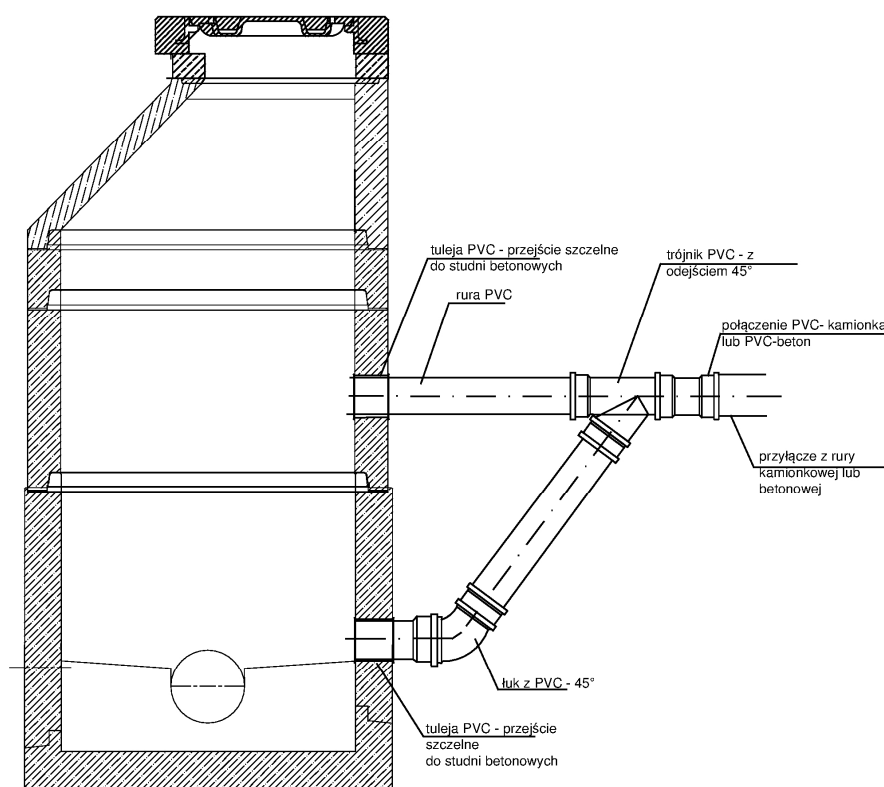
Na podstawie inspekcji CCTV stwierdzono obecność przyłącza od posesji włączonego do studni za pomocą kaskady z dolnym wylotem – bez wylotu górnego, zabudowanej na zewnątrz studni. Z uwagi na brak możliwości bezwykopowej renowacji przyłącza włączonego w taki sposób, należy wykonać miejscowy wykop bezpośrednio przy ścianie studni zgodnie z punktem 12 niniejszego opracowania. Projektuje się przebudowę miejsca włączenia poprzez wymianę kaskady na nową, zbudowaną z PVC, z wylotem górnym.

Naprawę miejsca włączenia należy zrealizować poprzez:

- odkrycie kaskady zewnętrznej, odcięcie kaskady od miejsca wlotu do przyłącza kaskady, demontaż - wykucie starej kaskady,
- wytrasowanie miejsca włączenia wlotu górnego w studni i wycięcie w ścianie studni w taki sposób aby zachować pierwotny spadek kanału,

- montaż nowych kaskad: z wykorzystaniem kształtek: trójnika, kolana, kształtki PVC dostosowanej do materiału starego przyłącza oraz rur – należy stosować rury i kształtki z PVC SN8, o średnicy zgodnej z średnicą przyłącza istniejącego,
- w miejscach włączeń nowej kaskady – wlot górny i dolny - należy zamontować tuleję PVC za pomocą zaprawy cementowej,
- miejsca odkrycia ściany studni w gruncie należy zabezpieczyć powłoką z masy bitumicznej po wcześniejszym oczyszczeniu nawierzchni betonu.

Schemat montażu kaskady zewnętrznej w istniejącej studni betonowej przedstawia rysunek nr 1.



Rys.1. Schemat montażu kaskady zewnętrznej w istniejącej studni betonowej

12. OBEJŚCIE ŚCIEKÓW BY-PASS

W czasie prowadzonych prac należy zapewnić ciągłość przepływu ścieków poprzez zastosowanie obejść (by-pass). Pompowanie ścieków z kolektora musi odbywać się tymczasowymi szczelnymi giętkimi przewodami dostosowanymi do ilości ścieków do przepompowania. Zespoły pomp należy ustawić w sposób najmniej uciążliwy dla otoczenia oraz wyposażyć obudowy dźwiękochłonne.

13. ROBOTY ZIEMNE

Przed przystąpieniem do wykonywania wykopów należy:

- zapoznać się z planem sytuacyjno-wysokościowym i naniesionymi na nim konturami i wymiarami istniejącej infrastruktury, rozmieszczeniem projektowanych nasypów i skarp ziemnych,
- wyznaczyć zarysy robót ziemnych na gruncie poprzez trwałe oznaczenie w terenie położenia wszystkich charakterystycznych punktów przekroju podłużnego i przekrojów poprzecznych, zarówno wykopów jak i nasypów, położenia ich osi geometrycznych, szerokości korony, wysokości nasypów i głębokości wykopów, zarysy skarp, punktów ich przecięcia z powierzchnią terenu. Do wyznaczania zarysów robót ziemnych należy posługiwać się instrumentami geodezyjnymi takimi jak: dalmierz elektroniczny, niwelator, jak i prostymi przyrządami – węgielnicą, poziomnicą, łatką mierniczą, taśmą itp.,
- przygotować i oczyścić teren poprzez: usunięcie gruzu i kamieni, wykonanie robót rozbiórkowych nawierzchni, usunięcie ogrodzeń itp., osuszenie i odwodnienie pasa terenu, na którym roboty ziemne będą wykonywane, urządzenie przejazdów i dróg dojazdowych.
- w miejscach, gdzie występuje humus, należy go zdjąć i w razie potrzeby, po zasypaniu wykopu, ponownie rozścielić.

W trakcie wykonywania wykopów otwartych należy:

- zabezpieczyć wszystkie podziemne przewody kolidujące z wykonywanym wykopem w sposób zapewniający ich eksploatację (UWAGA: Minimum 7 dni przed wykonywaniem robót ziemnych należy powiadomić gestorów kolidujących sieci),
- zabezpieczyć systemy korzeniowe, pnie i korony drzew,
- zapewnić odpowiednie odwodnienie wykopów,
- zabezpieczyć plac budowy poprzez wyгородzenie terenu barierkami zaopatrzonymi w światła koloru żółtego zapalone od zmierzchu do świtu, montaż kładek dla pieszych i kładek przejazdowych oraz utrzymanie dróg tymczasowych,
- w terenach zielonych przemieścić warstwę humusu poza strefę robót i zhałdować,
- w pasie drogowym dokonać rozbiórki nawierzchni drogi,
- ustalić dokładną lokalizację istniejącego uzbrojenia w obrębie prac ziemnych,
- wykonać umocnienia wykopów,
- przygotować obsypkę i zasypkę,
- odtworzyć teren i obiekty budowlane do stanu pierwotnego.

14. ODTWORZENIE NAWIERZCHNI

Naruszone nawierzchnie dróg oraz zieleńców podczas prowadzenia robót należy przywrócić do stanu pierwotnego, zgodnie z projektem odtworzenia nawierzchni.