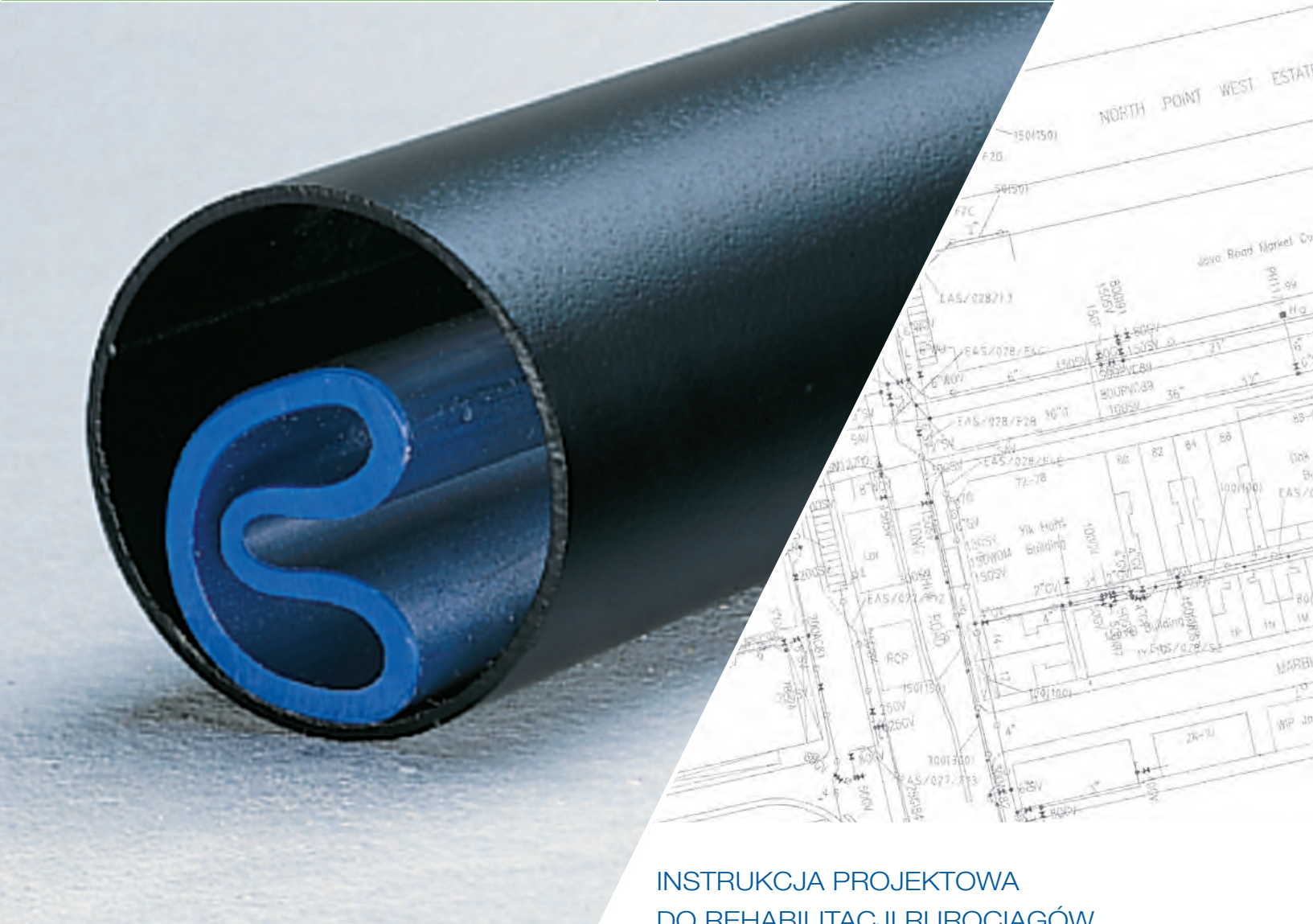


Wavin Compact Pipe

Instrukcja projektowa



**INSTRUKCJA PROJEKTOWA
DO REHABILITACJI RUROCIĄGÓW
CIŚNIENIOWYCH**

Spis treści

1. Wstęp	4
2. Główne zasady dotyczące projektowania	5
2.1 Zagadnienia projektowe – 4 kroki	5
2.2 Ocena funkcjonowania istniejącego rurociągu	5
2.3 Wymagania odnośnie parametrów pracy odnowionego rurociągu	5
2.3.1 Wymagania dotyczące wydajności hydraulicznej	5
2.3.2. Wymagania dotyczące funkcjonalności strukturalnej	6
2.4 Wybór optymalnej techniki renowacji rurociągu	7
2.4.1 Techniki renowacji rurą ciasno pasowaną	7
2.5. Schemat decyzyjny – Wybór optymalnej techniki renowacji rurociągu	8
3. System Compact Pipe	9
3.1 Charakterystyka systemu	9
3.2 Materiał	9
3.3 Asortyment i charakterystyka parametrów rury	10
3.4 Obszar zastosowań	11
3.5 System zapewnienia jakości	12
3.6 Instalacja systemu Compact Pipe	13
3.6.1 Specjalistyczny sprzęt	13
3.6.2 Instalacja rury	13
3.7 Techniki łączenia	14
3.7.1 Rury Compact Pipe jako wykładziny niezależne	14
3.7.2 Rury Compact Pipe jako wykładziny interaktywne	16
4. Aspekty hydrauliczne	17
4.1 Obliczenia sprawdzające wydajność rurociągu po renowacji	17
4.2 Charakterystyki przepływu	17
4.3 Efekt Compact Pipe	18
5. Aspekty konstrukcyjne	19
5.1 Wytrzymałość na obciążenia wewnętrzne	19
5.1.1 Ciśnienie wewnętrzne	19
5.1.2 Pokrywanie otworów i szczelin obwodowych	20
5.1.3 Uderzenia hydrauliczne / Podciśnienie	20
5.1.4 Wpływ temperatury na dopuszczalne ciśnienie robocze	21
5.1.5 Ścieralność	21
5.2 Wytrzymałość na obciążenia zewnętrzne	22
5.2.1 Napór gruntu i obciążenia od ruchu kołowego	22
5.2.2 Ryzyko wyboczenia rury	22
5.2.3 Ruchy gruntu	22
5.2.4 Naciski punktowe	22

6. Przygotowanie procesu instalacyjnego	23
6.1 Dostęp do rurociągu poddawanego renowacji	23
6.2 Czyszczenie i inspekcja TV istniejącego rurociągu	24
7. Najczęściej zadawane pytania	25
8. Literatura	26
9. Specyfikacja Techniczna inwestycji	27
10. Załączniki	31

1. Wstęp

Wybór optymalnej metody rehabilitacji rurociągów ciśnieniowych zależy od rodzaju i przyczyny uszkodzeń pojawiających się w istniejącym rurociągu.

W związku z tym należy wyróżnić następujące obszary zagadnień projektowych, które powinny zostać uwzględnione w procesie gromadzenia informacji na temat rurociągu jeszcze przed dokonaniem wyboru najbardziej optymalnej metody renowacji:

1. Stan istniejącego rurociągu
2. Aspekty techniczne
3. Aspekty hydrauliczne
4. Aspekty konstrukcyjne

Znaczącą rolę odgrywa również analiza kosztów procesu rehabilitacji.

Niniejsza instrukcja projektowa ma na celu przybliżyć projektantom sposób optymalnego rozwiązywania problemów pojawiających się w istniejących rurociągach i dostarczyć informacji na temat wykorzystania metody Compact Pipe do rehabilitacji rurociągów ciśnieniowych (wodociągów, gazociągów, rurociągów przemysłowych).

Ogólne zagadnienia projektowe wraz ze schematem decyzyjnym mającym stanowić pomoc w doborze optymalnej metody rehabilitacji rurociągu zostały przedstawione w rozdziale 2

Opis systemu Compact Pipe, jego charakterystyka, obszar zastosowań, zagadnienia dotyczące jakości i szczegóły procesu instalacyjnego znalazły się w rozdziale 3.

W rozdziałach 4 i 5 omówiono zagadnienia obejmujące aspekty hydrauliczne i konstrukcyjne procesu projektowania rurociągów ciśnieniowych.

Rozdział 6 zawiera opis czynności przygotowawczych procesu instalacyjnego.

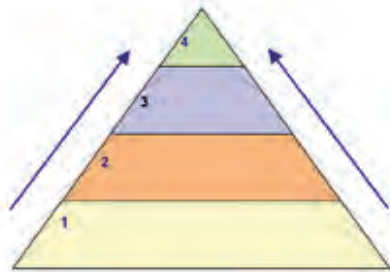
Odpowiedzi na najczęściej zadawane pytania znalazły się w rozdziale 7.

W celu uzyskania dodatkowych informacji lub pomocy należy zwrócić się do firmy Wavin.

2. Główne zasady dotyczące projektowania

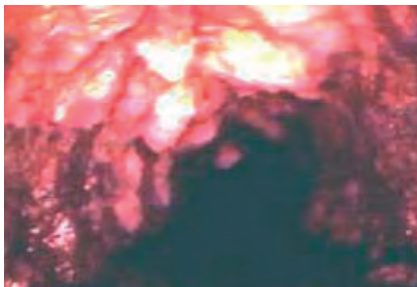
2.1 Zagadnienia projektowe – 4 kroki

Podstawą wyboru optymalnej metody rehabilitacji jest zgromadzenie możliwie pełnej informacji na temat rurociągu i wykonanie analiz dotyczących pożądaných parametrów pracy odnowionego przewodu w sieci. Sposób postępowania przedstawiono schematycznie na rysunku – 4 etapy od wierzchołka do podstawy trójkąta:



4. Wybór optymalnego kosztowo rozwiązania
3. Sprawdzenie możliwości zastosowania techniki renowacyjnej optymalnej z punktu widzenia rozwiązania problemów pojawiających się w istniejącym rurociągu
2. Określenie wymagań w stosunku do odnowionego rurociągu
1. Ocena funkcjonowania istniejącego rurociągu

2.2 Ocena funkcjonowania istniejącego rurociągu



inkrustacja rury wodociągowej



typowy stan starego rurociągu gazowego

Przed przystąpieniem do wyboru odpowiedniej metody renowacji projektant potrzebuje następujących informacji:

Ogólnych informacji na temat istniejącego rurociągu, a w tym co najmniej:

- rodzaju zastosowanych rur (materiał)
- średnic
- łuków, odgałęzień, przyłączy, armatury
- właściwości transportowanego medium

Większość tego rodzaju informacji można pozyskać z istniejącej dokumentacji i planów.

Informacji o utrudnieniach eksploatacyjnych, na które ma wpływ stan rurociągu, a w tym co najmniej:

- nieregularnościach geometrycznych, np. zmiany średnicy wewnętrznej, zastoiska wody, przemieszczeniach poprzecznych rur
- osadach, inkrustacjach, wystających do wnętrza włącznie bocznych
- infiltracji i eksfiltracji
- uszkodzeniach strukturalnych rurociągu, np. pęknięcia i korozja

Stan istniejącego rurociągu można ocenić za pomocą inspekcji TV (CCTV).

Informacji o warunkach organizacji placu budowy, które mogą wpływać na przebieg procesu instalacyjnego, a w tym co najmniej:

- dostępie do istniejącego rurociągu, np. głębokość wykopu, natężenie ruchu ulicznego,
- ograniczeniach wykonawczych, np. wody gruntowe, długość odcinków poddawanych renowacji, włączenia boczne, potrzeba zastosowania rurociągów obejściowych tzw. by-passów

Informacje te pochodzące z dokumentacji i planów muszą być zawsze potwierdzone w procesie kontroli na placu budowy.

2.3 Wymagania odnośnie parametrów pracy odnowionego rurociągu

Dla odnowionego rurociągu konieczne jest określenie wymagań dotyczących parametrów pracy nowej rury, związanych głównie z projektowanym czasem użytkowania wynoszącym minimum 50 lat.

Wymagania te można podzielić na dwie grupy:

1. Wymagania dotyczące wydajności hydraulicznej
2. Wymagania konstrukcyjne

2.3.1 Wymagania dotyczące wydajności hydraulicznej

Aby wybrać najbardziej ekonomiczną metodę renowacji konieczne jest wcześniejsze określenie na nowo rzeczywistości potrzebnej wydajności hydraulicznej.

Na podstawie wymaganej wydajności należy określić minimalną średnicę wewnętrzną rury wykładzinowej, podczas gdy jej maksymalna średnica zewnętrzna jest określona średnicą wewnętrzną istniejącego rurociągu.

Wszelkie dodatkowe korzyści wynikające z hydraulicznej gładkości i ciągłości powierzchni wewnętrznej zapewniane przez wykładzinę winny być brane pod uwagę podczas projektowania.

Odporność chemiczna wykładziny, jakkolwiek nie jest zaliczana do parametrów hydraulicznych, musi być także uwzględniana w powyższych założeniach projektowych

2.3.2 Wymagania dotyczące funkcjonalności strukturalnej

Rurociąg poddany rehabilitacji powinien wytrzymać wszelkie obciążenia wewnętrzne i zewnętrzne.

W aplikacjach ciśnieniowych czynnikiem nadrzędnym jest sposób przenoszenia obciążeń wewnętrznych

W przypadku rehabilitacji rur ciśnieniowych szczególnie istotne jest zrozumienie wzajemnych oddziaływań pomiędzy elastyczną wykładziną, a relatywnie sztywną rurą odnawianego rurociągu

gu w aspekcie przenoszenia naprężeń obwodowych pochodzących od ciśnienia wewnętrznego.

W najnowszej wersji norm ISO dotyczących rehabilitacji rurociągów przyjęto nową klasyfikację konstrukcyjną wykładzin obejmującą 4 klasy - od klasy A do klasy D (9, 26, 28, 30).

W Tabeli 1 i na Rys 1 przedstawiono szczegółową charakterystykę wykładzin należących do poszczególnych klas powstałą w oparciu o nowy podział.

Charakterystyka wykładziny	Klasa A	Klasa B	Klasa C	Klasa D
Wytrzymuje awarie istniejącego rurociągu (kruszenie, wyginanie, załamanie)	✓	-	-	-
Przenosi długotrwałe naprężenia od ciśnienia wew.				
(≥ MOP/Maksymalne Ciśnienie Operacyjne)	✓	-	-	-
Posiada własną sztywność obwodową ¹⁾	✓	✓	- 2)	- 2)
Pokrywa dziury i nieciągłości pod ciśnieniem operacyjnym (MOP)	✓	✓ ³⁾	✓	-
Tworzy wewnętrzną warstwę ochronną ⁴⁾	✓	✓	✓	✓

UWAGI:

- 1) minimalnym wymaganiem dla wykładziny jest bezawaryjne samodzielne działanie w razie spadku ciśnienia
- 2) wykorzystuje wsparcie istniejącego rurociągu w razie spadku ciśnienia
- 3) staje się ciasno pasowaną wykładziną wykorzystującą wsparcie istniejącej rury, zdolną do przenoszenia obciążeń, zarówno w czasie instalacji jak i w czasie krótkiego okresu przed wstępnym uruchomieniem ciśnienia roboczego
- 4) zabezpiecza przed korozją, ścieraniem i/lub korozją lokalną/zarastaniem istniejącej rury oraz przenikaniem zanieczyszczeń z istniejącego rurociągu

Tabela 1. Klasyfikacja konstrukcyjna wykładzin do renowacji rurociągów ciśnieniowych

Klasa A	Klasa B	Klasa C	Klasa D
luźno pasowana ciasno pasowana	Posiada własną sztywność obwodową	Wykorzystuje wsparcie istniejącego rurociągu	Wykorzystuje wsparcie istniejącego rurociągu
W pełni strukturalna	Półstrukturalna		Niestrukuralna
Niezależna	Interaktywna		

Rysunek 1 Rodzaje wykładzin renowacyjnych

Klasa A, wykładziny niezależne, samodzielnie wytrzymują bez uszkodzenia działanie wszystkich występujących obciążeń przez cały zakładany okres ich trwałości, bez konieczności wsparcia poprzecznego zapewnianego przez istniejący rurociąg. Mogą być instalowane jako wykładziny luźno pasowane lub ciasno pasowane. Są w stanie reagować na naprężenia dynamiczne związane z ewentualną awarią konstrukcyjną istniejącej rury i przenosić naprężenia obwodowe również w całym projektowanym okresie ich trwałości.

Uwaga: Większość użytkowników z łatwością akceptuje fakt, że wykładziny, które nie są połączone z istniejącym rurociągiem, takie jak ciasno pasowany polietylen, są w stanie przetrwać awarię, podczas gdy wykładziny, które są lub mogą być połączone z istniejącym rurociągiem wymagają przeprowadzenia prób!

Wykładziny interaktywne zaliczane do klasy B i klasy C nie są zdolne do samodzielnego reagowania na wszystkie obciążenia wewnętrzne i w związku z tym wymagają wsparcia ze strony istniejącego rurociągu w zakresie przenoszenia naprężeń obwodowych.

Jeśli zdolność wykładziny poddanej długoterminowemu naprężeniu od ciśnienia wewnętrznego jest mniejsza od MOP (Maksymalne Ciśnienie Operacyjne) rehabilitowanego rurociągu, to wykładzina taka określana jest mianem interaktywnej.

Interaktywna wykładzina ciśnieniowa jest z definicji wykładziną ciasno pasowaną. Wykładziny klasy B posiadają własną sztywność obwodową, podczas gdy wykładziny klasy C wykorzystują wsparcie istniejącego rurociągu (mają bezpośredni kontakt z wnętrzem starego rurociągu). Wykładzina pokrywa dziury i szczeliny obwodowe występujące w odnawianym rurociągu.

Wykładzina klasy D może jedynie zabezpieczyć stary rurociąg przed zużyciem ściernym lub korozyjnym, natomiast nie wpływa na jego właściwości konstrukcyjne.

Compact Pipe zaliczany jest do wykładzin ciśnieniowych klasy A. Jedynie w przypadku zastosowania Compact Pipe do renowacji rurociągów wysokiego ciśnienia (np. rurociągi naftowe) rury Compact Pipe zalicza się do klasy B.

Uwaga: cienkościenne rury Compact Pipe i Compact SlimLiner zaliczane są także do klasy B.

Nowa klasyfikacja ISO odnosi się jedynie do reakcji wykładziny na ciśnienie wewnętrzne. Podczas wpisywania do projektu wykładziny do renowacji rurociągów ciśnieniowych projektant powinien uwzględnić także inne siły działające na wykładzinę, takie jak obciążenia zewnętrzne -naprężenia związane z poziomem wody gruntowej lub podciśnienie (5, 9).

2.4 Wybór optymalnej techniki renowacji rurociągu

Biorąc pod uwagę wymagane właściwości systemów wykładzinowych należy rozważyć następujące zagadnienia:

W przypadku systemów „konstrukcyjnie niezależnych” (Klasa A)

- czy można wykładzinę traktować jako równoważną do rury układanej metodą wymiany?
- jakie mogą być ewentualne negatywne skutki zainstalowania takiej wykładziny?
- jak zachowa się wykładzina w przypadku ewentualnej awarii starego rurociągu?

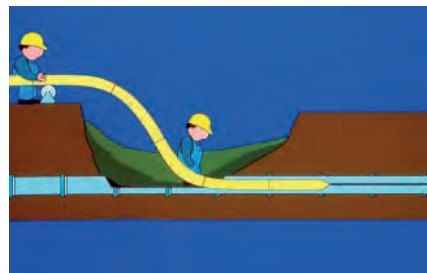
W przypadku systemów „częściowo niezależnych konstrukcyjnie” (Klasa B i C)

- czy zdolność wykładziny do pokrywania nieciągłości i dziur jest wystarczająca?
- jaka jest trwałość użytkowa odnowionego rurociągu?
- czy oszczędności wynikające z zastosowania wykładziny częściowo niezależnej konstrukcyjnie są właściwym uzasadnieniem rezygnacji z wykładziny konstrukcyjnie niezależnej lub z całkowitej wymiany rurociągu?

2.4.1 Techniki renowacji rurą ciasno pasowaną

Metody renowacyjne należące do rodziny technik ciasno pasowanych opracowano jako metody pochodne wobec renowacji rurą ciągłą (luźno pasowaną), czyli Slipliningu.

Sliplining zaczęto stosować w późnych latach 60-tych. Zyskał on dużą popularność szczególnie w zakresie rehabilitacji rurociągów ciśnieniowych. Jest metodą szybką, relatywnie prostą i tanią.



Rysunek 2 Renowacja rurą ciągłą

Metoda Sliplining-u ma jednak swoje ograniczenia. Chodzi zwłaszcza o redukcję natężenia przepływu, ponieważ średnica odnowionego rurociągu jest znacząco mniejsza od średnicy istniejącego rurociągu. W rurociągach ciśnieniowych możliwe jest niekiedy zwiększenie ciśnienia operacyjnego i tym samym zwiększenie przepustowości rury, aczkolwiek nie zawsze jest to możliwe.

Ograniczenia te doprowadziły do opracowania i wprowadzenia na rynek ponad dwadzieścia lat temu pierwszych technik renowacji rurą ciasno pasowaną.

Przed szczegółowym omówieniem technik ciasno pasowanych warto przytoczyć definicje zawarte w międzynarodowych normach (5, 6, 7, 9, 10, 11):

Rura ciasno pasowana

Wykładzina w kształcie ciągłej rury wykonana z termoplastycznego materiału, zmieniająca kształt lub w inny sposób rozprężana po ułożeniu, w celu uzyskania ścisłego dopasowania do istniejącego rurociągu

Ścisłe pasowanie

Usytuowanie zewnętrznej strony zainstalowanej wykładziny względem wnętrza istniejącego rurociągu, która może być zarówno ściśle dopasowana, jak i mieć małe szczeliny wynikające jedynie ze skurczu lub tolerancji.

W przypadku aplikacji ciśnieniowych stosuje się zazwyczaj rury wykonane z polietyleny ze względu na doskonałą „pamięć kształtu”. PE – pole przekroju poprzecznego ulega redukcji i dzięki temu rura może być łatwo wprowadzona do wnętrza odnawianego rurociągu. W procesie rewersji rura PE powraca do swego oryginalnego, kołowego kształtu.

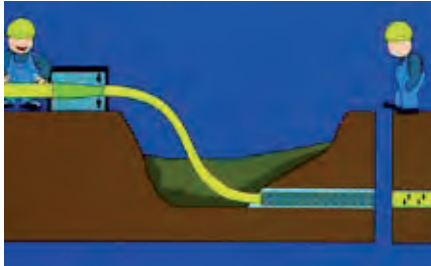
Możliwe są dwa sposoby redukcji przekroju poprzecznego rury:

- redukcja przekroju poprzecznego bezpośrednio na placu budowy
- redukcja przekroju poprzecznego w fabryce na linii produkcyjnej

Pierwsza generacja metod renowacji rurą ciasno pasowaną obejmuje metody, w których redukcja przekroju poprzecznego odbywa się na placu budowy. Wykładzina wciągana jest do odnawianego rurociągu w jednym, długim odcinku. Po wciągnięciu przekrój rury przywracany jest do pierwotnej wielkości.

Do metod tych należą między innymi:

- Swagelining
- Roll-down
- Subline



Rysunek 3 Renowacja rurą deformowaną bezpośrednio na placu budowy

Metody drugiej generacji wykorzystują rury, których przekrój poprzeczny jest redukowany w fabryce na linii produkcyjnej. Rura dostarczana jest na plac budowy odpowiednio uformowana, nawinięta na bęben, z którego odwijana jest bezpośrednio w procesie instalacji.

Techniki renowacyjne drugiej generacji to między innymi:

- Compact Pipe
- Compact Slim Liner



Rysunek 4 Renowacja rurą deformowaną fabrycznie

Po dokonaniu wstępnej selekcji metody renowacji można przystąpić do kolejnego etapu:

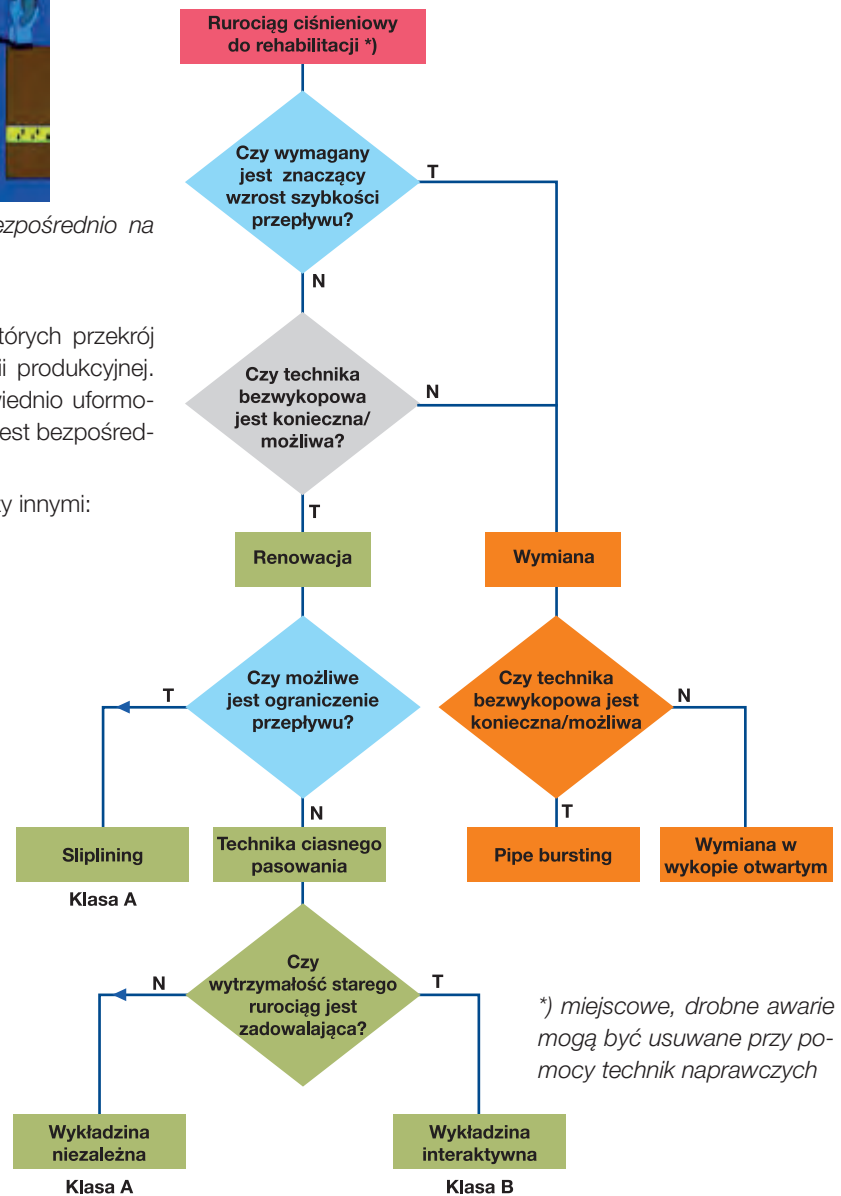
- przygotowanie i skompletowanie dokumentacji dla autoryzowanej firmy wykonawczej

Wymagania odnośnie przebiegu procesu instalacji powinny zostać szczegółowo określone w Specyfikacji Technicznej Inwestycji.

Załącznik nr 1 zawiera przykład Specyfikacji Technicznej Inwestycji (techniki ciasno pasowane).

2.5 Schemat decyzyjny - wybór optymalnej metody rehabilitacji rurociągu

Wybór optymalnej metody rehabilitacji rurociągu – schemat decyzyjny przedstawiony na rysunku 5 może służyć jako pomoc w wyborze najbardziej odpowiedniej metody rehabilitacji rurociągu.



*) miejscowe, drobne awarie mogą być usuwane przy pomocy technik naprawczych

Rysunek 5 Diagram decyzyjny

3. System Compact Pipe

3.1 Charakterystyka systemu



W technologii Compact Pipe do rurociągu poddawanego rehabilitacji wciągana jest rura ciasno pasowana. Nowa rura Compact Pipe w pełni przejmuje funkcje istniejącego rurociągu.

Głównym elementem systemu jest rura wykonana z wysokiej jakości polietylenu. Rury Compact Pipe dostarczane są na plac budowy nawinięte na stalowe bębny.

Rura Compact Pipe posiada zmieniony fabrycznie kształt przekroju poprzecznego z kołowego na kształt zbliżony do litery C. Mniejszy przekrój poprzeczny tej rury ułatwia jej wciągnięcie do istniejącego rurociągu.



Po wciągnięciu rura jest podgrzewana za pomocą pary wodnej i dzięki "pamięci kształtu" polietylenu odzyskuje swój pierwotny okrągły przekrój.

Zastosowanie sprężonego powietrza w procesie chłodzenia sprawia, że rura Compact Pipe ulega rozszerzeniu stykając się z wewnętrzną powierzchnią starego rurociągu na całym jego obwodzie (ciasne pasowanie). Efektem zastosowania technologii Compact Pipe jest strukturalnie niezależny rurociąg o jakości i trwałości nowo zainstalowanej rury polietylenowej.

Mniejszy przekrój poprzeczny rury będący następstwem metody ciasnego pasowania nie wpływa negatywnie na właściwości hydrauliczne rurociągu, przeciwnie, w większości przypadków przepustowość rurociągu wzrasta dzięki gładkiej powierzchni rury wykładzinowej (brak inkrustacji i przeszkód w postaci korzeni drzew).

3.2 Materiał

Polietylen jest najbardziej znanym masowo produkowanym rodzajem tworzywa sztucznego. Należy do rodziny poliolefin.

Polietylen stał się powszechnie stosowanym materiałem do budowy wodociągów i gazociągów umieszczonych w gruncie. Liczne zalety PE (lekkość, sprężystość, optymalne właściwości przepływu, plastyczność nawet w niskich temperaturach, wysoka odporność chemiczna, możliwość łączenia poprzez zgrzewanie i niska cena) sprawiają, że materiał ten wykorzystuje się także do aplikacji ciśnieniowych (systemy kanalizacji) i w rurociągach przemysłowych.

Rodzaje polietylenu używanego do produkcji Compact Pipe są klasyfikowane według stopnia wytrzymałości. Zdolność rur z PE do przenoszenia obciążeń przy temperaturze 20°C ocenia się (ekstrapolacyjnie) na ponad 50 lat.

Wytrzymałość ta jest określana jako MRS (minimal required strength - minimalna wymagana wytrzymałość).

Compact Pipe do aplikacji ciśnieniowych jest zazwyczaj produkowany z polietylenu o wskaźniku MRS 10 N/mm². Rury z polietylenu o wskaźniku wytrzymałości MRS 10 są zwykle określane jako rury PE 100, tak więc Compact Pipe do aplikacji ciśnieniowych jest produkowany z PE 100.

3.3 Asortyment i charakterystyka parametrów rury

Średnice Compact Pipe po zainstalowaniu są następujące

Średnice fabryczne DN Średnica nominalna	Materiał	SDR	Kolor	Zastosowanie	Średnice rur po wyprodukowaniu		Średnice nominalne		Zakres średnic wykładziny (zależy od średnicy starego rurociągu)	Standardowa długość rury w bębnie**
					Średnica zewnętrzna (mm)	Min. grubość ścianki (mm)	Średnica zewn.	Min. grubość ścianki*		
100	PE 100	17	niebieski	woda	97	6,4	100	6,2	97-102	600
	PE 100	17,6	pomarańczowy	gaz	97	6,2	100	6	97-102	600
125	PE 100	17	niebieski	woda	121	8	125	7,7	121-127	600
150	PE 100	17	niebieski	woda	145	9,6	150	9,3	145-152	600
	PE100	17,6	pomarańczowy	gaz	145	9,3	150	8,9	145-152	600
	PE 80	17,6	biały	kanalizacja	145	9,3	150	8,9	145-155	600
	PE 80	26	biały	kanalizacja	145	6,3	150	6,1	145-155	600
175	PE 100	17	niebieski	woda	170	11,2	175	10,8	170-179	600
200	PE 100	17	niebieski	woda	194	12,8	200	12,4	194-204	400
	PE 100	17,6	pomarańczowy	gaz	194	12,3	200	11,9	194-204	400
	PE 80	17,6	biały	kanalizacja	194	12,3	200	11,9	194-208	400
	PE 80	26	biały	kanalizacja	194	8,3	200	8,1	194-208	440
225	PE 100	17	niebieski	woda	217	14,4	225	13,9	217-228	330
250	PE 100	17	niebieski	woda	241	16	250	15,4	241-253	330
	PE 100	17,6	pomarańczowy	gaz	241	15,5	250	14,9	241-253	330
	PE 80	17,6	biały	kanalizacja	241	15,5	250	14,9	241-258	330
	PE 80	26	biały	kanalizacja	241	10,5	250	10,1	241-258	400
300	PE 100	17	niebieski	woda	289	19,3	300	18,5	289-303	190
	PE 100	17,6	pomarańczowy	gaz	289	18,6	300	17,9	289-303	190
	PE 80	17,6	biały	kanalizacja	289	18,6	300	17,9	289-309	190
	PE 80	26	biały	kanalizacja	289	12,6	300	12,1	289-309	210
350	PE 100	17	niebieski	woda	340	22,3	350	21,6	340-357	150
	PE 100	17,6	pomarańczowy	gaz	340	21,5	350	20,9	340-357	150
	PE 80	17,6	biały	kanalizacja	340	21,5	350	20,9	340-364	150
	PE 80	26	biały	kanalizacja	340	14,6	350	14,1	340-364	160
400	PE 100	17	niebieski	woda	385	25,7	400	24,7	385-404	93
	PE 100	17,6	pomarańczowy	gaz	385	24,8	400	23,9	385-404	93
	PE 80	17,6	biały	kanalizacja	385	24,8	400	23,9	385-412	93
	PE 80	26	biały	kanalizacja	385	16,8	400	16,2	385-412	135
450	PE 100	26	nieb., pom.	woda	436	18,8	450	18,2	436-458	100
	PE 100	26	pomarańczowy	gaz	436	18,8	450	18,2	436-458	100
	PE 80	26	biały	kanalizacja	436	18,8	450	18,2	436-467	100
500	PE 100	26	nieb., pom.	woda	485	20,8	500	20,2	485-509	100
	PE 100	26	pomarańczowy	gaz	485	20,8	500	20,2	485-509	100
	PE 80	26	biały	kanalizacja	485	20,8	500	20,2	485-519	100

Tabela 2 Zakres średnic CP w fazie produkcji i po zainstalowaniu

* nominalna grubość ścianki jest określana przez stosunek DN/SDR + 5%

** rury produkowane na eksport mogą występować w dłuższych odcinkach

Uwaga 1 Zakres średnic wewnętrznych rury poddawanej renowacji, ciasno pasowana wykładzina dopasowuje się do określonej średnicy wewnętrznej istniejącej rury. Dzięki swoim właściwościom Compact Pipe dostosowuje swoją średnicę zewnętrzną do wewnętrznej średnicy istniejącej rury.

SDR oznacza Standard Dimension Ratio i odnosi się do geometrii rury. SDR jest definiowane jako stosunek nominalnej średnicy zewnętrznej do nominalnej grubości ścianki.

$$\text{SDR} = d_n / e_n \quad (1)$$

gdzie:

d_n to nominalna średnica zewnętrzna rury

e_n to nominalna (minimalna) grubość ścianki

Wielkość nominalna d_n	Nominalna grubość ścianki e_n	
	SDR 26	SDR 17
200	7.7	11.8
400	15.4	23.5

Tabela 3 Przykłady wpływu różnych wartości SDR na grubości ścianek przy tej samej średnicy

3.4 Obszar zastosowań

Technologia Compact Pipe sprawdziła się już jako idealna metoda bezwykopowej renowacji zniszczonych gazociągów, wodociągów, przewodów kanalizacyjnych i rurociągów przemysłowych wykonanych z takich materiałów tradycyjnych jak: żeliwo, stal, beton, kamionka czy azbestocement. Stosowanie Compact Pipe jest szczególnie korzystne tam, gdzie dostęp do rurociągu jest utrudniony, lub tam, gdzie duże natężenie ruchu drogowego uniemożliwia wymianę rurociągu metodą wykopu otwartego. Prace ziemne ograniczone są do wykonania małego wykopu startowego i końcowego, a w przypadku renowacji przewodów kanalizacyjnych, gdzie funkcje tych wykopów pełnią studnie kanalizacyjne, jakiegokolwiek prace ziemne są zbędne.

Compact Pipe okazał się doskonałym rozwiązaniem dla rehabilitacji sieci transportujących wodę pitną. Potwierdzają to liczne badania przeprowadzone na użytek międzynarodowych regulacji określających odpowiedniość materiałów z tworzyw sztucznych do kontaktu z wodą pitną.

Materiał, z którego wykonany jest system Compact Pipe nie wpływa na zapach, smak i jakość transportowanej rurociągami wody pitnej i podobnie jak inne systemy rur i kształtek z tworzyw sztucznych, jest całkowicie bezpieczny.

Powszechnie znane i doceniane są również zalety rur z PE stosowanych w rehabilitacji sieci gazowych. Chodzi tu zwłaszcza o wytrzymałość PE na pęknięcia i kontakt z agresywnymi mediami.

Polietylen charakteryzuje się doskonałą odpornością chemiczną i odpornością na korozję we wszystkich warunkach gruntowych. Wiele metali pod wpływem działania kwasów lub soli ulega korozji powierzchniowej (lub co gorsza, korozji wżernej) i dlatego rury metalowe wymagają specjalnych osłon. Rury z PE nie gniją, nie korodują, nie rdzewieją i nie dochodzi w nich do pocienienia ścianek w wyniku reakcji chemicznych. Rury Compact Pipe są odporne na działanie substancji ściekowych o wartościach pH między 2 (kwasy) a 12 (zasady), kwasów, roztworów zasadowych, wodnych roztworów soli i wielu rozpuszczalników. Jedynie przy dużym stężeniu substancji organicznych takich jak ketony, estry i chlorowęglowodory i pod wpływem wysokiej temperatury może wystąpić pęcznienie rury. Tabela z danymi dotyczącymi odporności PE na działania szerokiego zakresu czynników chemicznych jest zawarta w Technicznym Raporcie ISO 10358.

Badania porównawcze wykazały, że rury z PE posiadają większą odporność na ścieranie niż rury z innych materiałów, dlatego też są najbardziej odpowiednie do stosowania w rurociągach przemysłowych, transportujących zanieczyszczone media.

Po zainstalowaniu Compact Pipe uzyskuje się nowy, niezależny przewód we wnętrzu istniejącego rurociągu. Przy projektowaniu systemów ciśnieniowych główny nacisk kładzie się na wskaźnik MOP (Maximum Operating Pressure) – Maksymalne Ciśnienie Operacyjne, które rura wytrzyma w projektowanym okresie użytkowania. Trwałość użytkowa systemu Compact Pipe zależy głównie od typoszeregu zastosowanych rur (SDR) i warunków roboczych. Zdolność rur z PE 100 do długotrwałego przenoszenia obciążeń w temperaturze 20°C ocenia się na ponad 50 lat.

SDR	Maksymalne ciśnienie robocze MOP	
	Woda/Rurociąg przemysłowy	Gaz
26	6.4 bar	4 bar
17	10 bar	6 bar

Tabela 4 Wpływ różnych wartości SDR na MOP

Uwaga: Szczegółowe informacje na ten temat zaprezentowano w rozdziale 5.1.1 „Ciśnienie wewnętrzne”.

Compact Pipe jest instalowany w ciągłych odcinkach. Poza łączeniami sekcji nie ma łączeń. Poszczególne sekcje poddawane renowacji mogą być łączone z siecią za pomocą zgrzewania elektrooporowego (uszczelki gumowe w połączeniach nie występują).

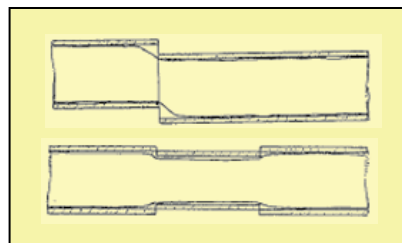
Długie odcinki mogą być odnawiane w jednej operacji, wyjątek stanowią jedynie mniejsze średnice.

Średnice nominalne	Maksymalna długość odcinków
100 i 125 mm	300 m
≥ 150 mm	600m*)

*) w miarę możliwości dostarczane w jednym bębnie

Tabela 5 Maksymalne długości odcinków

W przypadku występowania różnic w średnicach lub przesunięć rur renowacja metodą Compact Pipe jest w zasadzie możliwa. Należy jednak być pewnym, że średnica w największym miejscu rurociągu jest większa niż średnica wciąganej rury Compact Pipe lub głowicy prowadzącej. Może zdarzyć się że w niektórych miejscach Compact Pipe nie odzyska kształtu kołowego w procesie rewersji. Możliwe jest wówczas poszerzenie takich miejsc przy pomocy odpowiednich kalibratorów lub poprzez zastosowanie robota z końcówką frezującą.



Zmiany kierunku w odnawianym rurociągu mogą być pokonywane przez Compact Pipe w następujących przypadkach:

- Łuki ≤ 22,5° bez ograniczeń
- Łuki > 22,5° do 45° 5 x DN Compact Pipe



Tam gdzie występują łuki o większym kącie (np. 60°, 90°) przed wciągnięciem wykładziny należy usunąć odcinek starego rurociągu tak, aby umożliwić rurze CP stworzenie wolnego łuku o promieniu minimum 8 x DN.

3.5 System zapewnienia jakości

Od ponad 40 lat rury PE są powszechnie stosowane w różnego rodzaju aplikacjach ciśnieniowych jako rozwiązanie bezpieczne i najbardziej odpowiednie.

Wysoką jakość systemu Compact Pipe potwierdzają najnowsze normy międzynarodowe. W przypadku aplikacji ciśnieniowych są to europejskie normy EN 14408 i EN 14409 odpowiednio dla gazu i wody, a w międzynarodowej klasyfikacji zaktualizowane ostatnio normy ISO 11298 i 11299 (6, 7, 10, 11).

W podejściu zaproponowanym przez międzynarodowe instytucje standaryzacyjne opracowano specjalne normy zapewnienia jakości dla wykładzin renowacyjnych. Ze względu na zmienność charakterystyki produktu końcowego w standardach renowacyjnych zostało wprowadzone rozróżnienie dwóch stanów wykładziny:

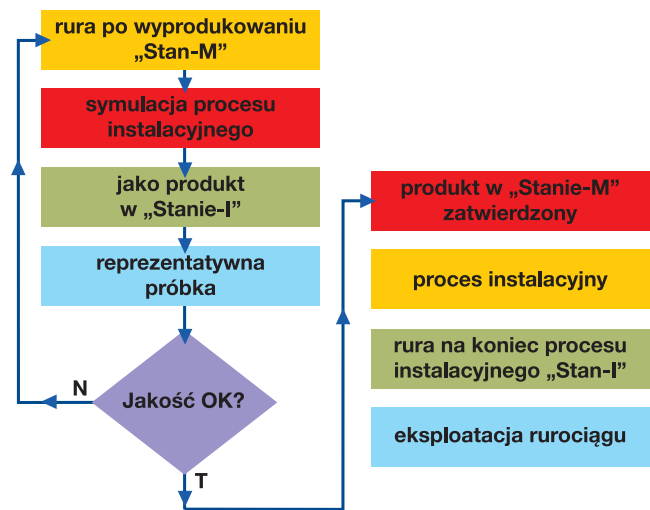
Stan „M” – stan w jakim rura znajduje się po jej wyprodukowaniu, przed procesami technologicznymi zachodzącymi na placu budowy, związanymi z zastosowaniem poszczególnych technik renowacyjnych.

Stan „I” – stan, w jakim rura znajduje się po jej zainstalowaniu, stan finalny po przeprowadzeniu procesów technologicznych na placu budowy, związanych z poszczególnymi technikami renowacyjnymi.

Rury po wyprodukowaniu (stan „M”) są w laboratorium poddawane procesowi symulowanej instalacji i przekształcane w rury w stanie „I” (próbki „rury po zainstalowaniu”), które następnie przechodzą próby jakościowe, co pozwala na funkcjonalną ocenę właściwości produktów przed ich zainstalowaniem. Po zatwierdzeniu jakości, produkty są instalowane zgodnie z wymaganiami dla procesu instalacji przeprowadzanej wyłącznie przez licencjonowanych i przeszkolonych operatorów.

Wyniki badań typu dla systemu Compact Pipe są zgodne z większością norm dotyczących renowacji rurociągów i obowiązujących w poszczególnych krajach (np. DVGW e Niemczech czy DWI w Wielkiej Brytanii).

Szczegóły udostępniane są na życzenie Klienta.



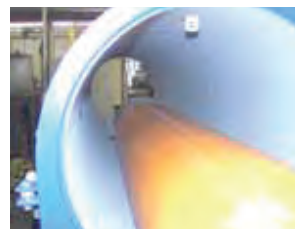
Rysunek 6 Procedura badania jakości rur Compact Pipe



Badanie pamięci kształtu (test dla „Stanu-M”)



Symulacja procesu instalacyjnego: „Stan-M”->”Stan-I”



Badanie sztywności obwodowej rury (test dla stanu „I”)

Rysunek 7 Przykłady badań próbek rur Compact Pipe

Wavin Compact Pipe

Instrukcja projektowa do rehabilitacji rurociągów ciśnieniowych

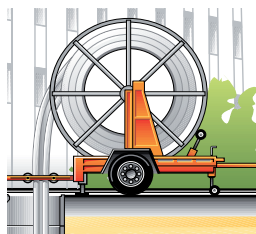
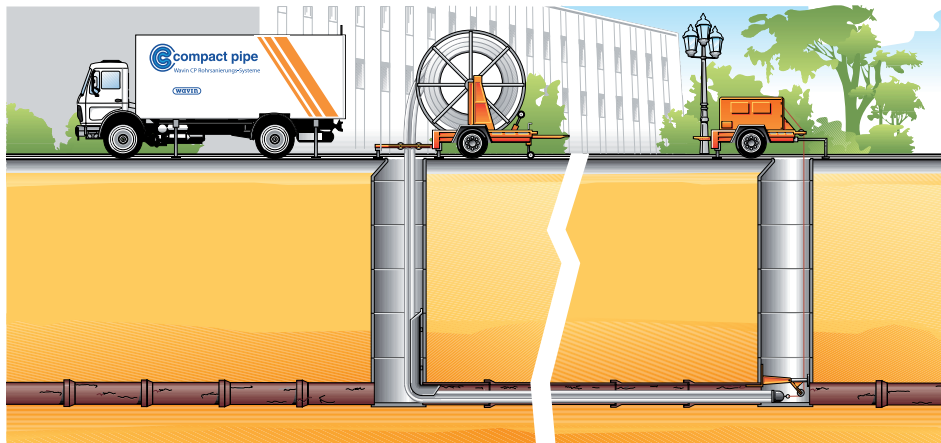
3.6 Instalacja systemu Compact Pipe

Metoda Compact Pipe jest metodą zaawansowaną technicznie, dla jej stosowania niezbędne są:

- specjalistyczny sprzęt
- odpowiednio przeszkolona firma wykonawcza

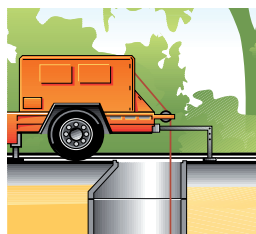
3.6.1 Specjalistyczny sprzęt

- wózek bębnowy
- wciągarka
- jednostka centralna ze zintegrowanym urządzeniem sterującym
- separator skroplin & system rejestracji danych



wózek bębnowy

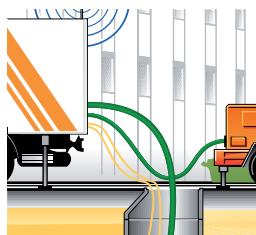
Rury Compact Pipe dostarczane są na bębnach, których transport i używanie ułatwia wózek bębnowy specjalnie skonstruowany na potrzeby Compact Pipe. Dzięki niemu rura może być wciągana bezpośrednio z bębna do wykopu początkowego.



wciągarka

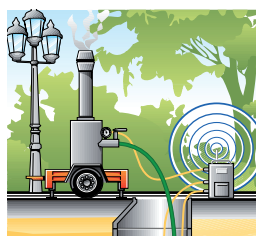
Zalecane jest stosowanie wciągarki o sile ciągu 10 ton z automatycznym ogranicznikiem i rejestratorem siły ciągu.

Jednostka centralna jest sercem systemu instalacyjnego – dostarcza parę wodną i sprężone powietrze potrzebne w procesie rewersji. W 20 stopowym kontenerze zamontowane są również urządzenia kontrolujące proces instalacyjny i rejestrujące parametry instalacji.



jednostka centralna

Separator służy do bezpiecznego odprowadzania pary wodnej i skroplin. Jest to szczególnie ważne podczas prowadzenia prac w dzielnicach mieszkaniowych lub na ruchliwych drogach, gdyż ogranicza niedogodności dotyczące mieszkańców i zapewnia bezpieczeństwo ruchu.



separator skroplin & system rejestracji danych

Dodatkowo przy instalacji Compact Pipe wymagane są specjalistyczne narzędzia i urządzenia takie jak sprzęt do zgrzewania, ekspander do rur i wycinak do okien.

3.6.2 Instalacja rury

Prace ziemne przy renowacji metodą Compact Pipe ograniczają się do małego wykopu startowego i końcowego. Wymagana powierzchnia robocza jest stosunkowo niewielka i w związku z tym zakłócenia w ruchu kołowym są niewielkie.

Plac budowy powinien być przygotowany taki sposób, aby wykop startowy umiejscowiony był w najwyższym punkcie odnawianego odcinka rurociągu. W miejscu tym ustawiany jest wózek bębnowy podczas wciągania rury i separator skroplin wykorzystywany w procesie rewersji. Wciągarka i separator par/skroplin ustawiany jest w studni/wykopie końcowym.

System Compact Pipe nie stawia wysokich wymagań wobec odnawianego rurociągu. Zanieczyszczone rurociągi ciśnieniowe mogą być czyszczone metodą hydrodynamiczną, osady i inkrustacje mogą być usuwane przy pomocy skrobaków i czyszczaków lub skrobaków łańcuchowych. Sople spawalnicze można usunąć za pomocą robota z końcówką frezującą. Następnie jeden długi odcinek wykładziny o przekroju przypominającym literę C wciągany jest do wnętrza odnawianego rurociągu. Możliwe jest instalowanie długich odcinków dochodzących do 600 m.

Uwaga: Podczas wszystkich etapów procesu instalacyjnego należy przestrzegać lokalnie obowiązujących przepisów bezpieczeństwa pracy, przepisów dotyczących bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz przepisów regulujących bezpieczeństwo robót drogowych.

Etapy procesu instalacyjnego:

1. Wykonanie wykopu/przygotowanie studni
2. Zatrzymanie przepływu medium
3. Wycięcie otworów wlotowych
4. Opróżnienie rurociągu
5. Czyszczenie
6. Inspekcja TV
7. Pomiar kalibracyjny
8. Wciąganie rury
9. Parowanie
10. Ekspansja
11. Chłodzenie
12. Łączenie końców rur
13. Inspekcja
14. Włączenie odnowionego odcinka do systemu sieci
15. Reinstalacja przyłączy domowych lub przykanalików

Ad 1) długość wykopów startowego i końcowego zależy będzie w zasadzie od wielkości przestrzeni potrzebnej do późniejszego włączenia rury Compact Pipe do istniejącej sieci.

Ad 5) istniejący rurociąg należy oczyścić w celu uzyskania optymalnych właściwości przepływu.

Czyszczenie rurociągów ciśnieniowych odbywa się za pomocą urządzeń mechanicznych lub przy użyciu metody hydrodynamicznej.

Ad 6) jakość wykonanych prac instalacyjnych sprawdzana jest za pomocą kamery przemysłowej CCTV.

Ad 7) w celu sprawdzenia czy przekrój poprzeczny rury jest dostatecznie duży dla późniejszego przebiegu procesu rewersji rury Compact Pipe należy przez wnętrze rurociągu przeciągnąć kalibrator o określonych wymiarach

Ad 8) wózek bębnowy z rurą nawiniętą na bęben ustawiany jest i zabezpieczany przy wykopie startowym. Wciągarka ustawiana jest nad wykopem końcowym. Maksymalne wartości siły ciągu nie powinny być przekraczane. Ze względu na system zapewnienia jakości siła ciągu winna być rejestrowana automatycznie.



Ad 9) w celu nagrzania rury Compact Pipe do wnętrza rury dostarczana jest nasyciona para wodna. Temperatura pary wodnej wynosi 125°C. Pod wpływem nagrzewania rura Compact Pipe, która „pamięta” swój pierwotny, okrągły kształt, powraca do niego (efekt „pamięci kształtu”).

Podczas nagrzewania odległy koniec rury pozostaje otwarty w celu zapewnienia właściwego przepływu pary wodnej we wnętrzu rury. Po odpowiednim podgrzaniu rury para wodna jest wymieniana na sprężone powietrze.

Ad 10) w procesie ekspansji zamiast pary wodnej do wnętrza rury dostarczane jest sprężone powietrze. Należy stosować odpowiednio wysokie wartości ciśnienia powietrza – powietrze „rozdmuchuje” rurę na tyle, że jest ona rozszerzana do momentu zetknięcia z wewnętrzną powierzchnią odnawianego rurociągu uzyskując efekt ciasnego pasowania.

Ad 11) w fazie chłodzenia należy utrzymywać optymalne wartości ciśnienia i temperatury. Po schłodzeniu rury do temperatury otoczenia uzyskuje się nowy przewód osadzony w starym rurociągu.

Ad 12) łączenie końców rur wykonuje się w celu zapobieżenia skurczom wzdłużnym wykładziny w czasie lub przed włączeniem rurociągu do sieci. Punkty stałe wykonuje się metodą zgrzewania elektrooporowego.



W międzyczasie zwiniętej rurze wykładzinowej przywracany jest okrągły kształt.

Etapy włączenia odnowionego odcinka do systemu sieci i reinstalacji przyłączy zostały omówione w następnym rozdziale niniejszej instrukcji.

Uwaga: licencjonowany instalator powinien zostać dokładnie przeszkolony w zakresie sposobu instalowania systemu Compact Pipe.

3.7 Techniki łączenia

Rurę polietylenową podłącza się do sieci za pomocą:

- zgrzewania (zgrzewanie doczołowe lub elektrooporowe)
- technik montażu ręcznego (kształtki zaciskowe lub tuleje kołnierzowe)

Ponieważ Compact Pipe jest kompatybilny ze wszystkimi rodzajami PE, techniki te znajdują zastosowanie także w przypadku CP.

W przypadku zastosowania wykładziny interaktywnej należy przeprowadzić dodatkowe czynności.

3.7.1 Rury Compact Pipe jako wykładziny niezależne

W procesie zgrzewania przy oddziaływaniu na łączone powierzchnie istotna jest interakcja trzech parametrów – temperatury, ciśnienia i czasu. Zachowanie odpowiednich parametrów temperatury i ciśnienia sprawia, że molekuly materiału rury i kształtki łączą się ze sobą tworząc jednolity zgrzew.

Rury i kształtki z PE można łączyć doczołowo, z pomocą kształtek kielichowych oraz techniką elektrooporową.

Połączenia wykonane za pomocą powyższych technik są mocniejsze niż sama rura i w pełni szczelne.

Preferowaną metodą łączenia rur PE jest zgrzewanie za pomocą kształtek elektrooporowych.

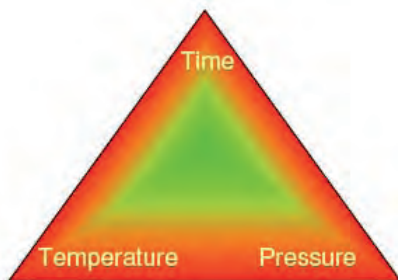
Technika ta nie wymaga dosuwania i dociskania końców łączonych elementów przy ustalaniu ciśnienia zgrzewania jest więc szczególnie odpowiednia przy łączeniu długich odcinków rur Compact Pipe.

Wavin Compact Pipe

Instrukcja projektowa do rehabilitacji rurociągów ciśnieniowych

W kształtkach elektrooporowych znajduje się metalowy element grzejny (drut). Pod wpływem ciepła wydzielanego przez generator materiał otaczający drut rozszerza się i wypełnia przestrzeń między rurą a kształtką. Od momentu zetknięcia wewnętrznej powierzchni kształtki z zewnętrzną powierzchnią rury ciepło przenika do ścianki rury. Materiał rury i kształtki zaczyna mięknąć i topnieć. Zewnętrzne i wewnętrzne nie podgrzane powierzchnie kształtki wpływają na ciśnienie zgrzewania ustalone w celu stopienia polietylenu.

Proces zgrzewania kończy się po osiągnięciu wymaganych wartości parametrów zgrzewania (temperatura – ciśnienie – czas zgrzewania).



Rysunek 8 Współdziałanie 3 parametrów niezbędne dla prawidłowego zgrzewania

Wykonany zgrzew nie powinien być obciążany przed upływem czasu chłodzenia i powstania w pełni funkcjonalnego, szczelnego połączenia.

Dla systemu Compact Pipe dostępny jest pełen zakres kształtek elektrooporowych:

- Mufy – do łączenia prostych odcinków rur o tych samych średnicach
- Odgałęzienia boczne, trójniki, kształtki siodłowe, kolana, łuki, redukcje, zawory – do włączania przyłączy, przykanalików, do łączenia przewodów rurowych w miejscach zmiany kierunku odnawianego rurociągu, do redukcji średnic łączonych przewodów, do zatrzymywania przepływu medium

Zestaw specjalnych narzędzi umożliwi sprawne wykonywanie połączeń.



Rysunek 9 Kształtki PE (a, b, c, d)

Do łączenia końcówek rur używa się standardowych muf elektrooporowych. Należy dostosować średnice zakończeń rur do średnic standardowych rur PE. Do rozszerzania końcówek rur Compact Pipe do rozmiarów standardowych rur PE stosuje się ekspandery i stalowe wkładki nierdzewne.



Rysunek 10 Sposób użycia ekspandera

Zdzierak mechaniczny ułatwia przygotowanie tych obszarów łączonych elementów, które znajdują się w strefie zgrzewania.



Rysunek 11 Sposób użycia zdzieraka mechanicznego

Jeżeli zachodzi konieczność podłączenia rur PE do rur wykonanych z innego materiału lub urządzeń typu zawór lub hydrant, wykorzystuje się techniki montażu mechanicznego z użyciem tulei kołnierzowych. W pierwszej kolejności Compact Pipe jest dostosowywany do rozmiarów standardowej rury PE, a następnie łączony za pomocą tulei kołnierzowej.



Rysunek 12 Połączenie za pomocą kształtki kołnierzowej

Ponieważ wymiary rur Compact Pipe w większości przypadków nie są dostosowane do wymiarów standardowych kształtek elektrooporowych z PE, przy podłączaniu przyłączy domowych stosuje się tak zwane trójniki siodłowe zgrzewane od góry. Kształtki te, podobnie jak większość złączek stosowanych w systemie Compact Pipe są produkowane przez Wavin GF.

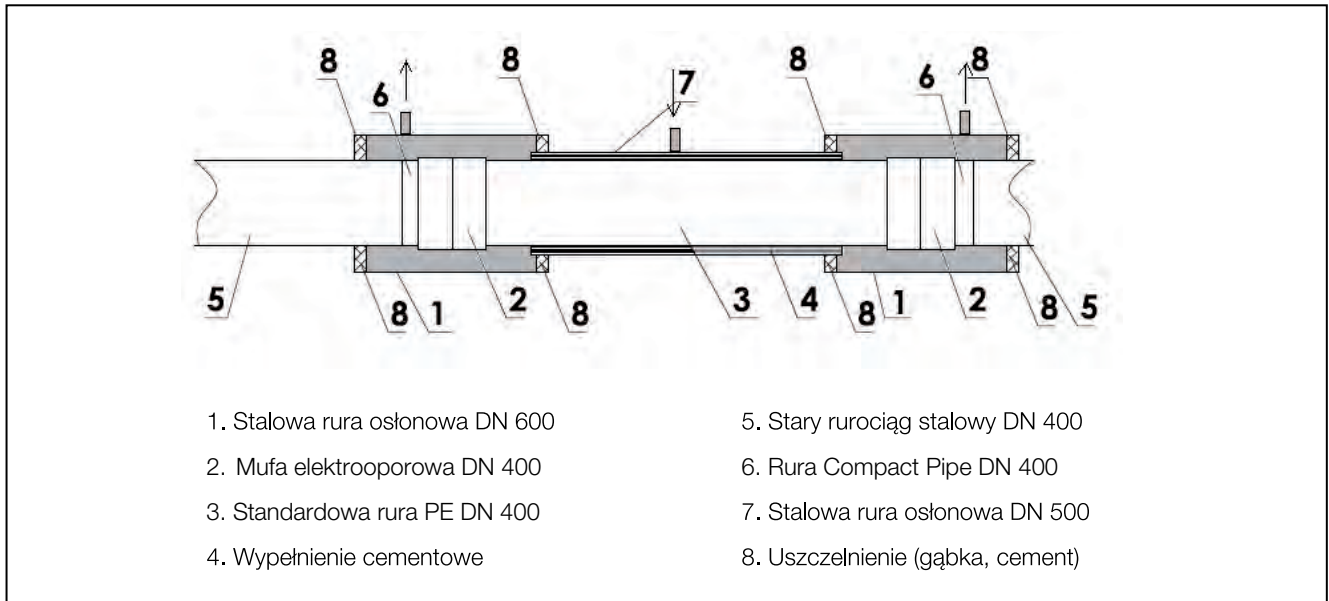
3.7.2 Rury Compact Pipe jako wykładziny interaktywne

Podczas projektowania renowacji rurociągów z wykorzystaniem rur Compact Pipe jako wykładzin interaktywnych należy pamiętać o rozwiązaniu problemu wzajemnego łączenia odnowionych odcinków oraz ich połączenia z istniejącą siecią.

W miejscach gdzie rura Compact Pipe jest osłonięta starą rurą, naprężenia od ciśnienia wewnętrznego są przenoszone na rurę istniejącą. W miejscach wykopu startowego i końcowego (i o ile

to możliwe również w wykopach pośrednich) należy zabezpieczyć rurę Compact Pipe lub standardową rurę PE przed zbyt wysokim ciśnieniem wewnętrznym. Zastosowane rozwiązania pozwalają uniknąć uszkodzeń rury PE mogących wystąpić pod wpływem działania wysokiego ciśnienia. Jest to możliwe dzięki wykorzystaniu odpowiednio wytrzymałych odcinków stalowych rur osłonowych

Na rysunku 13 przedstawiono przykład zastosowania Compact Pipe jako wykładziny interaktywnej do renowacji gazociągu o ciśnieniu 25bar DN 400.



Rysunek 13 Schematyczne przedstawienie renowacji wykładziną interaktywną (na przykładzie rury DN 400)



Rysunek 14 Przykład renowacji interaktywnej wykładziną Compact Pipe

4. Aspekty hydrauliczne

4.1 Obliczenia sprawdzające wydajność hydrauliczną rurociągu po renowacji

Z punktu widzenia zasad hydrauliki rura Compact Pipe może być porównywana ze standardową rurą PE o doskonałej charakterystyce przepływu (gładze ścianki wewnętrzne).

Ogólne wzory do obliczania charakterystyki przepływu:

Równanie ciągłości strugi:

$$Q = v \cdot \pi/4 \cdot D_j^2 \quad (2)$$

gdzie:

Q = natężenie przepływu [m³/s]

v = prędkość przepływu (m/s)

D_j = średnica wewnętrzna rury [m]

Liczba Reynoldsa:

$$Re = v \cdot D_j / \mu \quad (3)$$

gdzie:

μ = kinematyczna lepkość cieczy (m²/s)

Aby wybrać najbardziej ekonomiczną metodę renowacji, konieczne jest określenie potrzebnej wydajności hydraulicznej. Do obliczania przepływów w rurociągach stosowane są następujące wzory:

Wzór Darcy'ego-Weisbacha (spadek ciśnienia):

$$i = \lambda \cdot v^2 / (2g \cdot D_j) \quad (4)$$

gdzie:

i = spadek hydrauliczny (m/m) lub x 100 [%]

λ = współczynnik tarcia (-)

g = przyspieszenie ziemskie (m/s²)

Współczynnik tarcia obliczany jest ze wzoru Colebrooka-White'a:

$$1 / \sqrt{\lambda} = -2 \log [(2.51 / Re \sqrt{\lambda}) + ((k / D_j) / 3.71)] \quad (5)$$

gdzie:

k = chropowatość ścianki rury (m)

k / D_j = względna chropowatość (-)

Uwaga: powyższe zależności zostały również uwzględnione w międzynarodowych normach (1)

Wartości k dla różnych materiałów zestawiono w tabeli 6

Stan rurociągu	k (mm)
Rury z tworzyw termoplastycznych	0,01
Gładkie rury azbestocementowe	0,02
Nowe rury stalowe, nowe rury żelbetowe	0,05
Rury azbestocementowe, nowe rury stalowe z powłoką cynkową	0,10
Lekko skorodowane rury stalowe, rury kamionkowe	0,20
Skorodowane rury stalowe, rury z powłoką cementową, nowe rury żeliwne	0,50
Średnio skorodowane rury stalowe, rury żeliwne z nalotem rdzy	1,00
Mocno skorodowane rury stalowe, mocno skorodowane rury żeliwne	2,00
Bardzo mocno skorodowane rury stalowe, bardzo mocno skorodowane rury żeliwne	5,00

Tabela 6 Chropowatości ścianek rurociągu

4.2 Charakterystyki przepływu

Zamieszczone wzory pozwalają na obliczenie prędkości przepływu i spadku ciśnienia w oparciu o wartości średnicy nominalnej rury Compact Pipe i wymagane wartości natężenia przepływu. Krzywe na rysunku wyznaczone są przez średnice nominalne, oblicza się jednak z wartości średnic wewnętrznych, co umożliwia odczytanie wymaganej wartości przepływu bezpośrednio z wykresu bez konieczności interpolowania między krzywymi.

Przykład:

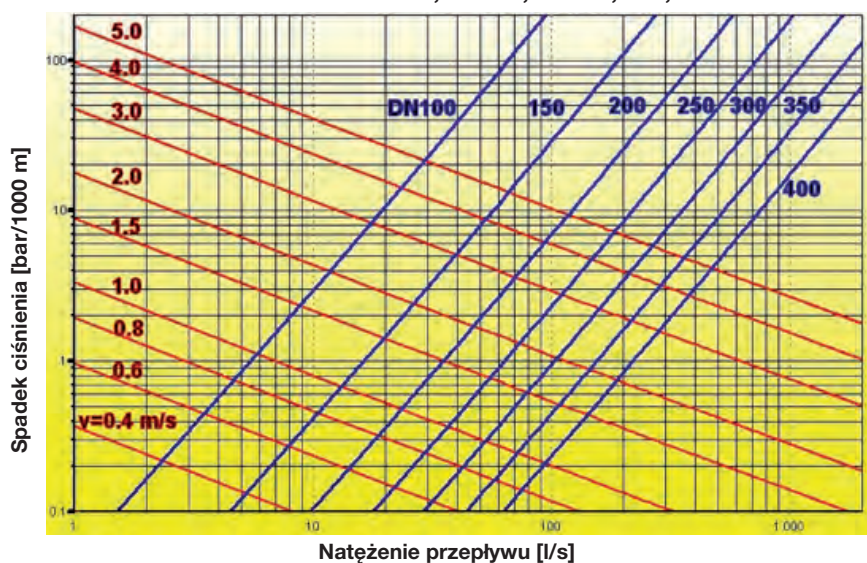
Wymagana wartość natężenia przepływu w rurociągu DN 250mm odnowionego za pomocą wykładziny Compact Pipe SDR 17 wynosi Q = 40 l/s (= 144 m³/h).

Rysunek 15 Charakterystyka przepływu

Prędkość przepływu v = 1.1 m/s

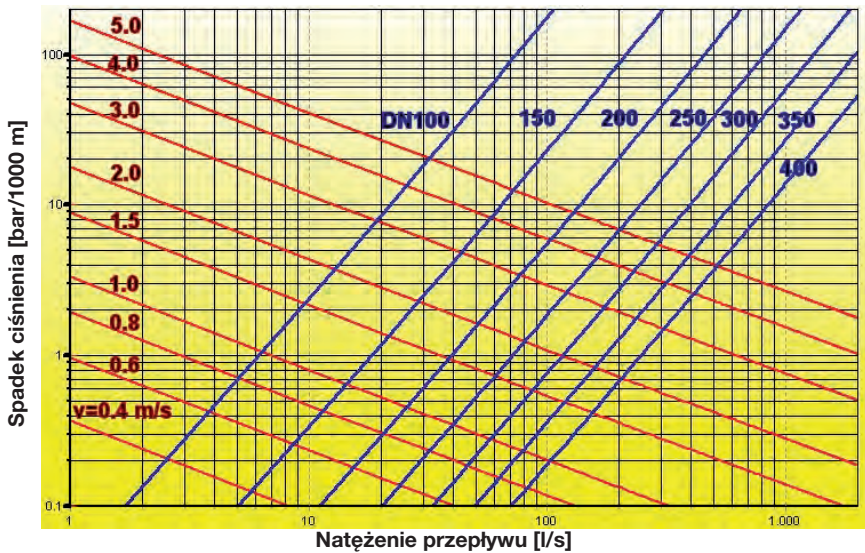
Spadek hydrauliczny i = 0.43 bar/km

Strata wskutek tarcia, SDR17, luz 2%, k=0,01



Rysunek 15 Charakterystyka przepływu (dla wykładziny Compact Pipe SDR 17), 2% luz i k = 0,01 mm

Strata wskutek tarcia, SDR26, luz 2%, k=0,01



Rysunek 16 Charakterystyka przepływu (dla wykładziny Compact Pipe SDR 26), 2% luz i $k = 0,01$ mm

4.3 Zalety wykładziny ciasnopasowanej Compact Pipe

Wszelkie dodatkowe korzyści wynikające z hydraulicznej gładkości i ciągłości powierzchni wewnętrznej zapewniane przez wykładzinę winny być podczas projektowania brane pod uwagę.

Zmiany wydajności rurociągu w wyniku jego renowacji ciasno pasowaną rurą PE o wartościach SDR 17 i 26 (założono 2% luz i $k = 0.01$ mm) w stosunku do chropowatości ścianki starego rurociągu przedstawiono na Rys. 17.

Z przedstawionego na rysunku 17 wykresu można odczytać, że:

Renowacja rurociągu żeliwnego pokrytego niewielkim nalotem z rdzy ($k = 1$ mm) wykładziną Compact Pipe SDR 17 nie ma wpływu na wzrost wydajności.

Renowacja mocno skorodowanego rurociągu żeliwnego ($k = 2$ mm) taką samą wykładziną Compact Pipe SDR 17 powoduje wzrost wydajności o 20% !

Pokazuje to jasno, że w większości przypadków zmniejszenie średnicy wewnętrznej (2 x grubość ścianki + luz) jest kompensowane gładszą powierzchnią wewnętrzną, czego skutkiem jest wzrost wydajności.

Projektowane natężenie przepływu jest zachowane dzięki znacząco mniejszemu współczynnikowi chropowatości.

Wartości przedstawione na Rys. 17 odnoszą się do rur bez połączeń. Rurociągi z połączeniami będą miały znacząco wyższe wartości k niż podane wcześniej.

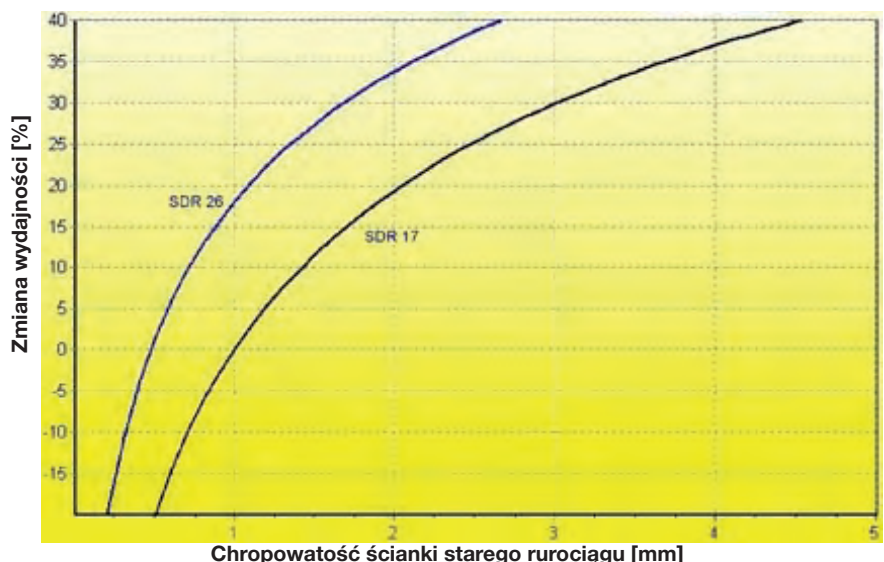
Jeśli taki rurociąg odnawiany jest wykładziną bez połączeń, to różnica pomiędzy wartościami k dla starego rurociągu i odnowionego staje się jeszcze większa.

W następstwie tego generalnie poprawia się efektywność pomp. Koszty pompowania są liniowo zależne od współczynnika strat (j) i natężenia przepływu.

Przy założonym projektowym natężeniu w odnowionym rurociągu współczynnik strat jest relatywnie niższy, co automatycznie doprowadza do zmniejszenia kosztów pompowania. Zjawisko było wielokrotnie obserwowane po zastosowaniu Compact Pipe do renowacji rurociągów ciśnieniowych.

Niezależnie od rodzaju materiału użytego do produkcji rur w systemach wodociągowych gromadzi się osad biologiczny. Oczyszczanie wody za pomocą chloru i innych substancji znacznie zmniejsza ilość osadu. Powszechnie przyjmuje się, że osad biologiczny nie wpływa na jakość wody w kranie. Materiały używane do produkcji Compact Pipe zostały przetestowane i zatwierdzone do kontaktu z wodą pitną. Compact Pipe jest również odporny na wiele substancji chemicznych używanych do oczyszczania wody i dezynfekcji rurociągów (1, 8).

Uwaga: Chropowatości ścianek rurociągów przedstawiono w Tabeli 6



Rysunek 17 Zmiana wydajności rurociągu po renowacji ciasno pasowaną wykładziną PE w stosunku do wydajności starego rurociągu w funkcji chropowatości ścianki starego rurociągu

5. Aspekty konstrukcyjne

Głównym kryterium projektowym dla rur stosowanych w rehabilitacji rurociągów ciśnieniowych jest ich zdolność do przeniesienia obciążeń:

1. wewnętrznych – przy projektowaniu należy uwzględnić takie czynniki jak:

- ciśnienie wewnętrzne,
- zdolność pokrywania dziur i szczelin obwodowych,
- uderzenie hydrauliczne/podciśnienie,
- wpływ temperatury na dopuszczalne ciśnienie robocze,
- ścieralność

2. zewnętrznych – przy projektowaniu należy uwzględnić napór gruntu i obciążenia od ruchu kołowego,

- napór wód gruntowych (ryzyko wybożenia rury),
- ruchy gruntu,
- naciski punktowe

5.1 Wytrzymałość na obciążenia wewnętrzne

5.1.1 Ciśnienie wewnętrzne

W przypadku rurociągów ciśnieniowych wybór rodzaju materiału i szeregu wymiarowego SDR zależy od wartości ciśnienia roboczego, zgodnie z normami międzynarodowymi EN 1555 i EN 12201 (2, 3).



Podstawową zależnością wykorzystywaną przy projektowaniu jest relacja pomiędzy ciśnieniem wewnętrznym, a wytrzymałością materiału z jednej strony i wymiarami rury z drugiej strony.

Parametry ciśnieniowe rury Compact Pipe instalowanej jako wykładzina niezależna opisuje wzór Barlowa

$$P = 20 * \sigma / (SDR-1) \quad (6)$$

$$\sigma = MRS / c \quad (7)$$

gdzie:

P = ciśnienie robocze [MPa]

SDR = szereg wymiarowy rury

σ = naprężenia w ścianie rury [MPa]

MRS = minimalna wymagana wytrzymałość [MPa]

c = projektowy współczynnik bezpieczeństwa

Powyższa zależność została wykorzystana do opracowania tabeli 7

Rodzaj PE	Właściwości rury SDR	Maksymalne ciśnienie robocze [bar]	
		Woda/rurociągi przemysłowe c = 1.25*	Gaz c = 2.0*
PE 80 (MRS 8)	26	5.1	3.2
	17.6	8.0	4.8
	11	12.8	8
PE 100 (MRS10)	26	6.4	4
	17	10	6
	11	16	10

* minimalna wartość wg norm EN

Tabela 7 Wartości maksymalnych ciśnień roboczych dla różnych zastosowań

5.1.2 Pokrywanie otworów i szczelin obwodowych

Rura Compact Pipe zainstalowana jako wykładzina niezależna nie wymaga wsparcia ze strony istniejącego rurociągu. W tym przypadku zdolność wykładziny do pokrywania otworów i szczelin obwodowych nie jest w ogóle przedmiotem rozważań.

W przypadku gdy rura Compact Pipe jest instalowana jako wykładzina interaktywna w rurociągach wysokiego ciśnienia, wykorzystuje ona wsparcie ze strony istniejącego rurociągu w razie spadku ciśnienia.

Wykładzina taka pozostaje w kontakcie z rurociągiem na całym obwodzie przenosząc w całości lub części obciążenie na jego ściankę.

Projektowanie wykładzin interaktywnych na działanie ciśnienia wewnętrznego ogranicza się do tych przypadków, gdy wykładzina pokrywa dziury (np. powstałe po nieczynnych przyłączach) lub szczeliny obwodowe (np. rozsunięte połączenia kielichowe) występujące w odnawianym rurociągu.

Na podstawie serii badań i analiz wytrzymałościowych opracowano wykresy skutecznego pokrywania przez wykładzinę szczelin obwodowych i otworów. W oparciu o wykresy te można określić:

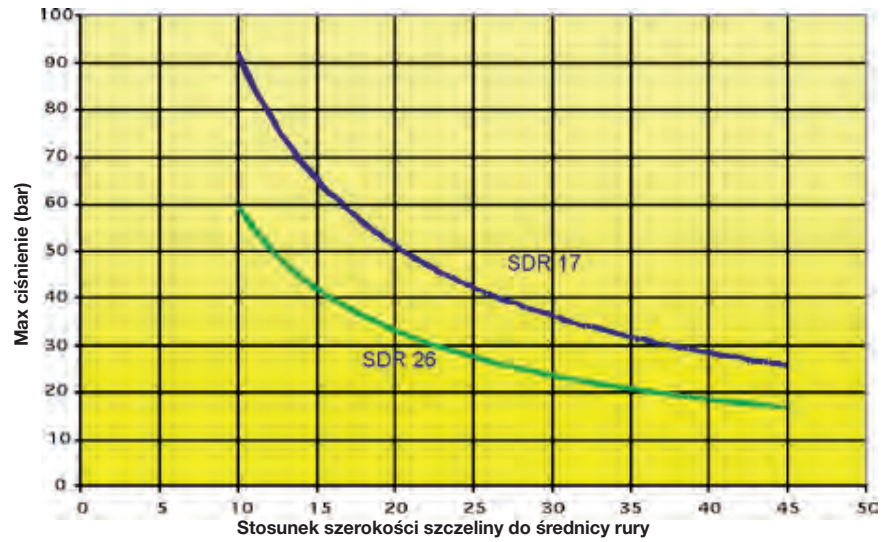
- dopuszczalne ciśnienie robocze jako funkcję stosunku wielkości szczeliny do grubości ścianki (wielkość szczeliny/średnica rury)
- dopuszczalne ciśnienie robocze jako funkcję stosunku wielkości otworu do grubości ścianki (wielkość otworu/średnica rury)

5.1.3 Uderzenie hydrauliczne / Podciśnienie

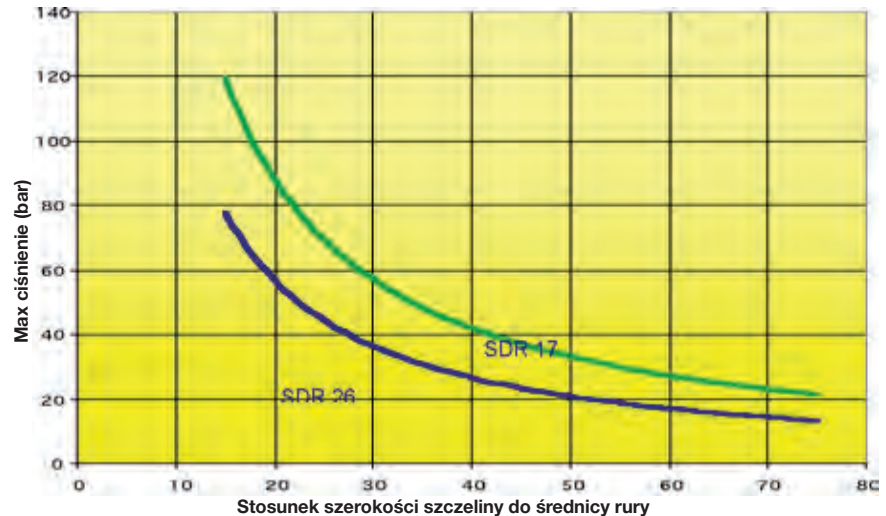
Zjawiskiem, które powinno być brane pod uwagę podczas projektowania rurociągów ciśnieniowych jest uderzenie hydrauliczne. Powstaje ono wówczas, gdy nastąpi zbyt szybkie zamknięcie zaworu lub zatrzymanie pracy pompy wywołując biegnącą przez rurociąg falę ciśnienia, za którą tworzy się podciśnienie. Może to doprowadzić do uszkodzenia rurociągu lub innych elementów systemu.

Uderzenie hydrauliczne

Fala ciśnienia rozprzestrzenia się ze znaczną prędkością, która zależy od rodzaju materiału rury: np. dla rur PE ~ 300m/s, a



Rysunek 18 Zdolność długotrwałego (pięćdziesięcioletniego) pokrywania szczelin obwodowych przez wykładzinę interaktywną Compact Pipe z PE 100



Rysunek 19 Zdolność długotrwałego (pięćdziesięcioletniego) pokrywania otworów przez wykładzinę interaktywną z PE 100

dla stali ~ 1200 m/s. Wartość szczytowa fali ciśnienia zależy od materiału rury i jej sztywności i może mieć znaczący wpływ na projekt. Przyrosty ciśnienia wywołwane uderzeniem hydraulicznym mogą być obliczane w sposób następujący:

Wzór Żukowskiego:

$$\Delta p = 1 / (\sqrt{\rho * (1/K + Sp)}) * \Delta v / g \quad (8)$$

gdzie:

Δp = przyrost ciśnienia

ρ = gęstość wody = 1 000 [kg/m³]

K = współczynnik ściśliwości wody = 2000 (MPa)

Sp = podatność rury

Δv = zmiana prędkości do 0 [m/s]

g = przyspieszenie ziemskie [m/s²]

Podatność rury:

$$Sp = (1 - \mu^2) / \{ E * (D_i / e) \} \quad (9)$$

gdzie:

μ = współczynnik Poissona (-)

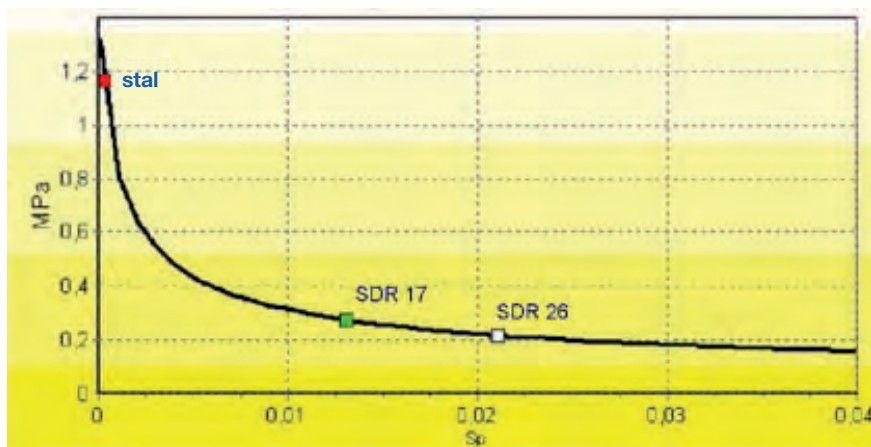
E = moduł elastyczności materiału rury

D_i = średnica wewnętrzna rury (mm)

e = grubość ścianki rury (mm)

Na podstawie powyższych wzorów sporządzono wykres (Rys 20) pokazujący przyrosty ciśnienia podczas uderzenia hydraulicznego.

Wykres pokazuje, że natychmiastowe zamykanie zaworów wywołuje takie przyrosty ciśnienia, które mogą być groźne dla cienkościennych rur stalowych: $\Delta p = 12$.



Rysunek 20 Przyrosty ciśnienia podczas uderzenia hydraulicznego

Pokazuje jednocześnie, że dla rur PE przyrosty te nie są takie duże, np. dla rury PE SDR 26: $\Delta p = 2$ bary i trwają jedynie ułamki sekundy.

Podciśnienie

Ciśnienie negatywne (podciśnienie) towarzyszące uderzeniom hydraulicznym może doprowadzić do utraty stateczności i zapadnięcia się wykładziny.

Przyjmuje się, że podciśnienie, które postępuje za falą ciśnienia ma wartość -0,8bar.

Ryzyko zapadnięcia się rury dotyczy wyłącznie cienkościennych wykładzin PE i to w przypadku gdy szczeliny obwodowe są na tyle duże, że możliwe jest pojawienie się odkształceń. W takim przypadku w założeniach projektowych należy uwzględnić metody napowietrzania rurociągu zapobiegające powstaniu zjawiska ciśnienia negatywnego.

Rury PE SDR 26, a nawet cieńsze rury luźno pasowane to rury o współczynniku bezpieczeństwa równym przynajmniej 2.

Rura Compact Pipe SDR 26 jest z definicji rurą ciasno pasowaną (szczeliny obwodowe maksymalnie 2%) charakteryzuje się wskaźnikiem bezpieczeństwa o wartości przynajmniej 8, nie mówiąc o SDR 17. Ryzyko zapadnięcia się wykładziny spowodowane nagłym pojawieniem się podciśnienia w przypadku Compact Pipe nie występuje.

5.1.4 Wpływ temperatury na dopuszczalne ciśnienie robocze

W przypadku gdy materiał rury wystawiony jest na działanie temperatury wyższej niż 20 °C, dopuszczalne ciśnienie musi być obniżone. W tabeli 8 pokazano wartości współczynników redukcyjnych dla rur z PE 80 i PE 100 pracujących w podwyższonych temperaturach, zgodnie z EN 12201.

Uwaga: jeśli temperatura jest niższa od 20 °C, możliwe jest zwiększenie dopuszczalnego ciśnienia roboczego, ale zazwyczaj nie jest to praktykowane. Oznacza to, że wzrasta wartość współczynnika bezpieczeństwa pracy rurociągu.

Temperatura	Współczynnik redukcji ciśnienia*
20°C	1.00
30°C	0.87
40°C	0.74

* Dla temperatur pośrednich wartości współczynnika należy interpolować

Tabela 8 Wpływ temperatury na dopuszczalne ciśnienie robocze

5.1.5 Ścieralność

Ścieralność zależy zazwyczaj od rodzaju transportowanego medium, ale również od materiału rury. Badania wykazały, że rury z tworzywa sztucznego, a w szczególności rury z PE, wykazują znacznie lepszą odporność w porównaniu z rurami wykonanymi z materiałów tradycyjnych.

Tabela nr 9 zawierająca średnie wyniki z wielu różnych badań (31) pokazuje różnice między poszczególnymi materiałami i poprawę odporności na ścieranie w wyniku renowacji istniejącego rurociągu wykładziną z PE.

Materiał	Ścieralność właściwa (µm)	Ścieralność w stosunku do PE
PE	0.17	
PVC	0.75	4,4 x
stal	1.72	10 x
żeliwo	2.09	12 x
kamionka	4.31	23 x
beton	15.90	94 x
cement	17.28	102 x

Tabela 9 Ścieralność w zależności od materiału rury

5.2 Wytrzymałość na obciążenia zewnętrzne

5.2.1 Napór gruntu i obciążenia od ruchu kołowego

W aplikacjach ciśnieniowych rura Compact Pipe otrzymuje wsparcie od ciśnienia wewnętrznego zabezpieczające przed skutkami obciążeń zewnętrznych, jednakże zdarzają się sytuacje (zwłaszcza tuż po zakończeniu procesu instalacji, przed uruchomieniem nowego rurociągu), w których wsparcie to jeszcze nie działa. W przypadku nowo zainstalowanych rur PE przy rozpatrywaniu kryterium projektowego związanego z wytrzymałością na obciążenia zewnętrzne należy uwzględnić kombinację zjawiska ugięcia rury i jej parametry wytrzymałościowe.

W przypadku rury PE umieszczonej we wnętrzu starego rurociągu i ściśle przylegającej do niego (rura Compact Pipe) zjawisko ugięcia rury nie występuje.

Szczegółowe obliczenia należy wykonywać zgodnie z odpowiednią metodą, np. opisaną w niemieckich wytycznych ATV 127 i M 127 (12, 13). Metoda uwzględnia występowanie różnych rodzajów obciążeń, jak np. napór gruntu i obciążenia od ruchu kołowego, napór wód gruntowych, wsparcie zapewniane przez istniejący rurociąg (zależnie od klasy pasowania wykładziny).

W oparciu o powyższe metody obliczeniowe sformułowano następujące praktyczne zasady:

- Kiedy istniejący rurociąg otoczony jest stabilnym, skonsolidowanym gruntem, wysokość przykrycia nie przekracza 5 metrów, a poziom wód gruntowych nie sięga powyżej 4 metrów powyżej rury, to optymalnym (> 50 lat) rozwiązaniem jest zastosowanie rury SDR 26.
- Kiedy w istniejącym rurociągu stwierdzono występowanie poważniejszych uszkodzeń, konieczne jest zastosowanie wykładziny o grubszej ściance: SDR 17. Ten rodzaj rury jest w stanie wytrzymać napór wód gruntowych sięgających nawet 10 metrów powyżej rury.

5.2.2 Ryzyko wyboczenia rury

Ryzyko wyboczenia rury dotyczy w zasadzie rur bezciśnieniowych poddanych długotrwałemu działaniu obciążeń zewnętrznych (napór wód gruntowych, niższa klasa pasowania wykładziny). W przypadku tego typu obciążeń należy sprawdzić czy ciśnienie zewnętrzne jest niższe od dopuszczalnego ciśnienia roboczego czy też nie.

Problem ten nie dotyczy rur Compact Pipe stosowanych do renowacji rurociągów ciśnieniowych. Rury te poddane są działaniu ciśnienia wewnętrznego przez prawie cały okres ich eksploatacji, co zapewnia dodatkowe siły działające przeciwdziałające wyboczeniu.

W krótkich okresach czasu kiedy rura jest pusta (np. podczas rutynowej kontroli rurociągu) rury Compact Pipe SDR 17 i SDR 26 z powodzeniem wytrzymują takie obciążenia.

Uwaga 1: W rurociągach bezciśnieniowych Compact Pipe SDR17/26 wytrzymuje naprężenia związane z wysokim poziomem wody gruntowej nawet wtedy, gdy wykładzina nie otrzymuje wsparcia ze strony odnowionego rurociągu.

Uwaga 2: W przypadku stosowania cienkościennych wykładzin ciasno pasowanych projekt powinien uwzględnić analizę ryzyka zapadnięcia się rury wykładzinowej (pustej).

5.2.3 Ruchy gruntu

Ruchy gruntu mogą być powodowane np. nierównomiernym osiadaniem lub przemarzaniem gruntu. Dzięki elastyczności materiału z jakiego są wykonane, rury tworzywowe akomodują ruchy gruntu bez utraty integralności konstrukcyjnej. Sztywne rury przeciwnie – pod wpływem nadmiernych obciążeń mogą pękać, co w konsekwencji może doprowadzić do uszkodzenia rurociągu.

Z kolei wśród rur tworzywowych rury wykonane z materiałów termoplastycznych (takich jak polietylen) mają przewagę nad rurami produkowanymi z materiałów termoutwardzalnych. Rury z polietylenu wytrzymują znaczne obciążenia ze strony gruntu bez konsekwencji dla ich struktury.

Zdarzają się oczywiście wyjątkowe warunki (np. trzęsienie ziemi), ale ogólnie Compact Pipe bardzo dobrze reaguje na ruchy gruntu. Wśród wykładzin należących do Klasy A Compact Pipe jest wykładziną o doskonałych parametrach w tym względzie.

Uwaga: system Compact Pipe został dopuszczony przez Polski Instytut Górnictwa do stosowania na terenach występowania szkód górniczych.

5.2.4 Naciski punktowe

W warunkach po zainstalowaniu źródłem nacisków punktowych mogą być jedynie nierówności występujące w istniejącym rurociągu, np. wystające do wnętrza przyłącza.

Nierówności te można usunąć w procesie czyszczenia rurociągu przed rozpoczęciem instalacji (patrz rozdział 6.2). Nie można jednak całkowicie wykluczyć ewentualności wystąpienia nacisków punktowych. Warto podkreślić, że rury PE, a tym samym Compact Pipe wykazują znacznie większą odporność na działanie nacisków punktowych niż rury wykonane z innych materiałów.

6. Przygotowanie procesu instalacyjnego

6.1 Dostęp do rurociągu poddawanego renowacji

W przypadku renowacji rurociągów ciśnieniowych rura Compact Pipe może być instalowana poprzez niewielkie wykopy punktowe. W przypadku renowacji przewodów kanalizacyjnych gdy rura instalowana jest przez istniejące studnie inspekcyjne w ogóle nie trzeba wykonywać wykopów.

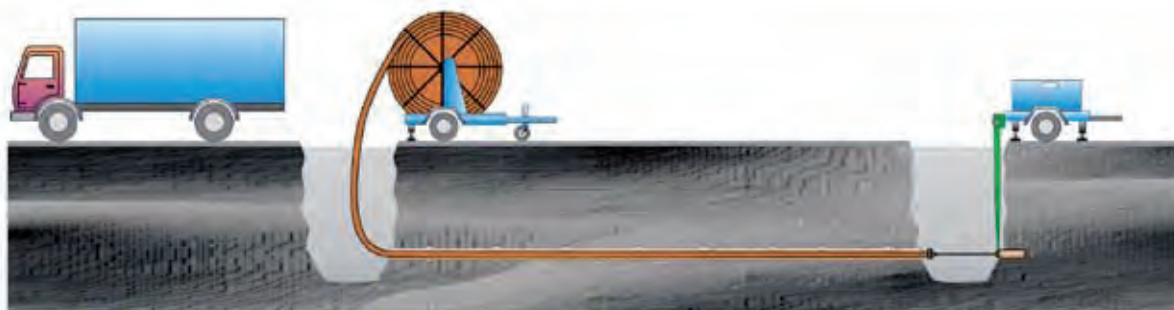
Wykop początkowy, o ile to możliwe, powinien być umiejscowiony w najwyższym punkcie odnawianego odcinka rurociągu. Wykop końcowy winien być umiejscowiony w najniższym punkcie odnawianego rurociągu. Wykopy pośrednie wykonywane

są w tych miejscach, gdzie zmiana kierunku trasy rurociągu odbywa się na łukach o promieniu mniejszym niż dopuszczalny dla rur Compact Pipe (patrz rozdział 3.3).

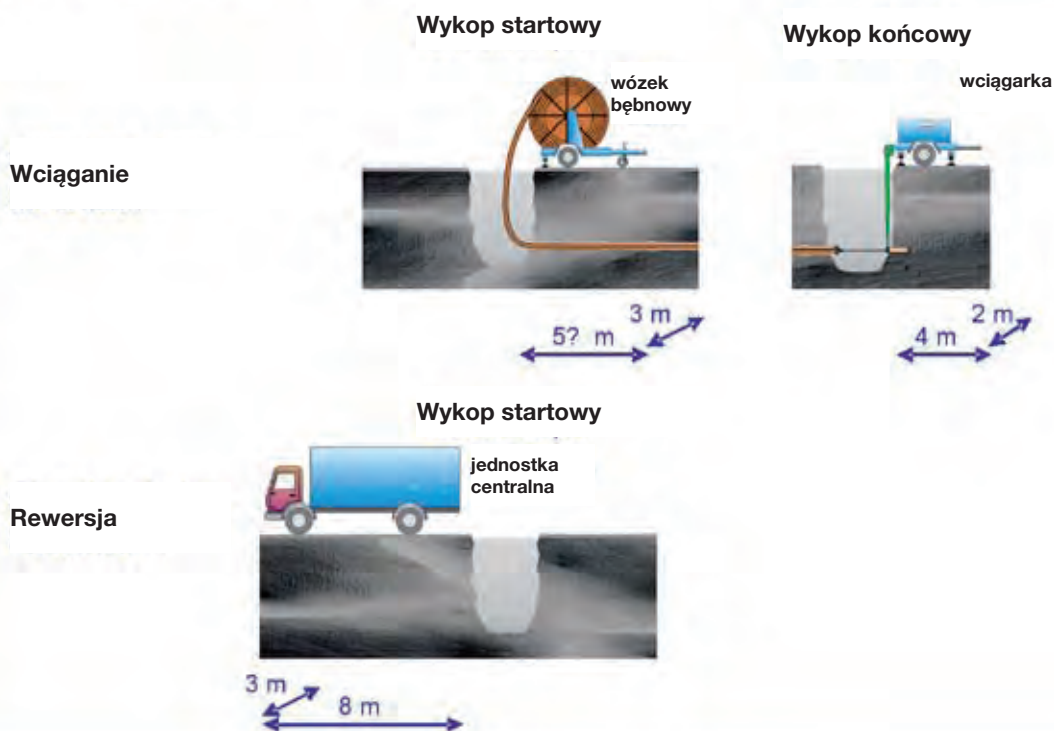
Długość wykopów zależy będzie w zasadzie od wielkości przestrzeni potrzebnej do późniejszego włączenia rury Compact Pipe do istniejącej sieci.

Zasada obliczania długości wykopu:

$L = 10 \times \text{średnica rury} + \text{przeźnienie na dodatkowe kształtki (np. zasuw)}$.



Przeźnienie robocze zajmowane przez sprzęt do instalacji – schemat ogólny



Rysunek 21 Ustawienie bębna i wciągarki podczas instalacji

6.2 Czyszczenie i inspekcja TV istniejącego rurociągu

Z doświadczeń wynika, że takie mechaniczne metody czyszczenia rurociągów jak czyszczenie hydrodynamiczne (wysokociśnieniowe), frezowanie przy pomocy robota, czyszczenie skrobakami, obrotowymi głowicami z łańcuchami i czyszczakami są wystarczające do usuwania inkrustacji.

W przypadku występowania w rurociągu innych zanieczyszczeń, takich jak smoła, przetopy spawalnicze, masy uszczelniające lub inne środki w stanie ciekłym lub stałym, należy z właścicielem rurociągu ustalić czy będą one miały wpływ na właściwości długotrwałej rury wykładzinowej (istnieje możliwość konsultacji z firmą Wavin). Jeżeli istnieje zagrożenie korozją chemiczną, to zanieczyszczenia takie należy usunąć.

Jeżeli w odnawianym rurociągu występują zastoiska wody lub ich występowanie jest wysoce prawdopodobne, to po zakończeniu procesu czyszczenia i rewersji, a przed rozpoczęciem instalacji rury Compact Pipe należy rurociąg opróżnić. Można w tym celu użyć gąbek lub czyszczaków (tarcz) gumowych. Wszystkie elementy wystające do wnętrza rurociągu należy usunąć.

Aby upewnić się, że poddawany renowacji rurociąg został odpowiednio wyczyszczony i rura Compact Pipe podczas wciągania nie będzie niszczone, należy przeprowadzić inspekcję telewizyjną rurociągu. Aby określić czy przekrój poprzeczny rurociągu jest dostatecznie duży, należy dodatkowo dokonać pomiaru kalibracyjnego.

Uwaga: wystające do wnętrza rurociągu włączenia boczne, których obecność wykazała inspekcja TV należy usunąć za pomocą zdalnie sterowanych urządzeń z końcówką frezującą.



Rysunek 22 Narzędzia do czyszczenia i inspekcji rurociągu

7. Najczęściej zadawane pytania

1. Jaka jest maksymalna długość odcinków, które można poddać renowacji metodą Compact Pipe?

Maksymalna długość odcinków poddawanych renowacji rurą Compact Pipe zależy od średnicy rurociągu (patrz tabela nr 2). Dla przykładu maksymalna długość odcinka rurociągu o średnicy DN 200, 10 bar poddawane renowacji metodą Compact Pipe wynosi 400 m (przy użyciu standardowych bębnow).

2. Jak długo trwa proces instalacyjny?

Czas trwania procesu instalacji zależy w znacznej mierze od średnicy, a ściślej od grubości ścianki rury Compact Pipe. Dla przykładu, w optymalnych warunkach instalacja 400 m DN 150 może trwać 7-8 godzin, instalacja 100 m DN 400 od 12 do 14 godzin, czas ten jednak jest bardzo mocno uzależniony od warunków panujących na placu budowy.

3. Jakie są koszty rehabilitacji rurociągu przy zastosowaniu systemu Compact Pipe?

Bardzo trudno jest odpowiedzieć konkretnie na to pytanie. Problemy pojawiające się w rurociągach wymagających rehabilitacji mają różny charakter. Wpływa to końcowy koszt prac instalacyjnych.

Przykłady czynników wpływających na koszt prac renowacyjnych:

- dostęp do istniejącego rurociągu / głębokość ułożenia rurociągu i obecność wód gruntowych
- stan istniejącego rurociągu / przemieszczenia poprzeczne rur / zanieczyszczenia i przeszkody wewnątrz rurociągu
- łuki i wystające do wnętrza włączenia boczne
- zakres robót i długość odcinków poddawanych renowacji
- średnica rurociągu

Niemniej jednak budżet projektu nie powinien być konstruowany w oparciu o przyjęte z góry wartości.

Firmy wykonawcze określają jedynie przybliżony koszt prac renowacyjnych na podstawie wizyty na placu budowy i otrzymanych informacji dotyczących projektu (w tym rezultatów inspekcji TV).

4. W jaki sposób odbywa się włączanie nowych przyłączy już po zakończeniu instalacji?

Jeżeli jakiś czas po zakończeniu instalacji do rurociągu podłączone jest nowe przyłącze domowe, należy je podłączyć do wykładziny Compact Pipe znajdującej się we wnętrzu odnowionej rury. Odcinek rury poddanej renowacji musi być usunięty jako pierwszy w taki sposób, aby nie uszkodzić wykładziny Compact Pipe. Ścianka może być nacięta najwyżej do 10% grubości ścianki. Głębokość rysy można sprawdzić odpowiednim testerem. Kruche materiały takie jak żeliwo można łatwo rozbić i usunąć. W przypadku rurociągów stalowych lub wykonanych z żeliwa sferoidalnego konieczne jest wycięcie otworu w odnawianej wcześniej rurze przy pomocy specjalnie skonstruowanego przyrządu do wycinania okien. Informacje na ten temat są udostępniane na życzenie Klienta.



W sytuacji gdy Compact Pipe nie pasuje wielkością do standardowych kształtek PE z pełną obejmą, należy zastosować kształtki siodłowe zgrzewane z góry. Do montażu należy używać odpowiedniego oprzyrządowania. Informacje na ten temat są udostępniane na życzenie Klienta.

Kształtka siodłowa może być dalej łączona w tradycyjny sposób.



8. Literatura

8.1 Normy, wytyczne i inne przepisy

1. EN 805, „Water supply – requirements for systems and components outside buildings”, 2000.
2. EN 1555-2, “Plastic piping systems for gas supply – Polyethylene (PE) – Part 2: Pipes”, 2002.
3. EN 12201-2, “Plastics piping systems for water supply – Polyethylene (PE) – Part 2: Pipes”, 2003.
4. EN 12007-4, “Gas supply systems – Pipelines for maximum operating pressure up to and including 16 bar – Part 4: Specific functional recommendations for renovation”, 2000.
5. EN 13689, “Guidance on the classification and design of plastics piping systems used for renovation”, 2002.
6. EN 14409-1, 3, “Plastics piping systems for renovation of underground water supply networks – Part 1: General, Part 3: Lining with close-fit pipes”, 2004.
7. EN 14408-1, “Plastics piping systems for renovation of underground gas supply networks – Part 1: General, Part 3: Lining with close-fit pipes”, 2004.
8. ISO/TR 10358, “Plastics pipes and fittings- Combined chemical resistance classification table” 1993
9. ISO/WD 11295, “Techniques for rehabilitation of pipeline systems by the use of plastics pipes and fittings”, 2007.
10. ISO/WD 11298-1, 3, “Plastics piping systems for renovation of underground water supply networks – Part 1: General, Part 3: Lining with close-fit pipes”, 2007.
11. ISO/WD 11299-1, 3, “Plastics piping systems for renovation of underground water supply networks – Part 1: General, Part 3: Lining with close-fit pipes”, 2007.
12. ATV – A127, “Statische Berechnung von Abwasserkanälen”.
13. ATV – M127-2, “Statische Berechnung zur Sanierung von Abwasserkanälen und – leitungen mit Lining- und Montageverfahren”.
14. Wavinorm 303-W, “Compact Pipe for pressure applications; part W, water applications”, 2004.
15. Wavinorm 303-G, “Compact Pipe for pressure applications; part G, gas applications”, 2004.
16. Wavin “Compact Pipe Operational Manual for Pressure pipe applications”, 2006.
17. Alferink, F., „The design of buried thermoplastics pipes”, Pipes '99 Wagga Wagga, 1999
18. Alferink, F., “Soil-pipe interaction: a next step in understanding and suggestions for improvements for design methods”, Plastic Pipes XI, Munich, 2001.
19. Alferink, F., “Buried plastics chambers performance, Plastics Pipes XIII, Washington, 2006.
20. Boot, J.C./ Guan, Z.W./Tropova, I.L., “Structural design of thin-walled polyethylene pipe linings for water mains”, Plastics Pipes IX, Göteborg 1995.
21. Elzink W.J./ Schuurmans J., “Lining with Plastic Pipes – Experiences from Europe.”, Trenchless Asia, ISTT Conference, Singapore, 1995.
22. Elzink, W.J., “The need for pipeline rehabilitation”, Plastics Pipes XI, Munich 2001.
23. Elzink, W.J., “Quality assurance of Close-fit Liners”, Trenchless Egypt, ISTT Conference, Cairo, 2001.
24. Elzink, W.J., “Compact Pipe and Neofit – Quality in pipeline rehabilitation”, International Conference on Tunnelling & Trenchless Technology, Kuala Lumpur, 2006.
25. Elzink, W.J., “Compact Pipe – Experience in the Far East”, Trenchless Asia, Shanghai, 2006.
26. Elzink, W.J., “Close-fit Lining of Pressure Pipelines – Quality Assurance and Application”, XXIV International NO-DIG Conference, Brisbane, 2006.
27. Elzink, W.J., “Thermoplastic pipes and their use in Trenchless technologies”, Trenchless Middle East Conference, Dubai, 2007
28. Elzink, W.J., “Trenchless replacement with dedicated PE pipes”, Trenchless Middle East Conference, Dubai, 2007.
29. Gumbel, J./ Elzink, W.J./ Heavens, J., “The rehabilitation of pressure pipelines: Key issues in the design and selection of renovation technologies”, XXIth International NO-DIG Conference, Hamburg, 2004.
30. Janson, L. “Plastics pipes for water supply & sewage disposal”, Stockholm, 1999.
31. Jones, D., “Structural lining using Compact Pipe”, XXIVth International NO-DIG Conference, Brisbane, 2006.
32. Wróblewska, A./ Kwietniewski, M./ Roszkowski, A., „Development of the pipeline market in Poland illustrated by Compact Pipe”, Plastic Pipes XI, Munich 2001.
33. Wróblewska, A./ Roszkowski, A., „Renovation of 2,4MPa gas pipeline using Compact Pipe technology”, Plastik Pipes XIII, Washington 2006.
34. Wróblewska, A./ Drzewiecki, St./ Kwietniewski, M., „Plastics pipes play a major role in rehabilitating the water and sewer system in Bydgoszcz”. Plastics Pipes XIII, Washington 2006

9. Specyfikacja Techniczna Inwestycji

Niniejszy dokument zawiera opis metody renowacji, który jako schemat może być wykorzystany w dokumentach przetargowych.

Opis koncentruje się na technicznej stronie zagadnienia rehabilitacji rur ciśnieniowych. Rozwiązania prawne dotyczące warunków płatności, zobowiązań finansowych, gwarancji i odbioru instalacji różnią się znacznie w poszczególnych krajach i w związku z tym nie zostały w schemacie uwzględnione.

Uwaga:

W paragrafie „Uwagi ogólne” dokument zawiera odniesienia do rozwiązań prawnych i standardów obowiązujących w danym kraju. Przepisy te należy zastąpić odpowiednimi lokalnymi (narodowymi) odniesieniami prawnymi. Dotyczy to zwłaszcza metod zgrzewania elektrooporowego, ponieważ zawarte w opisie zalecane czasy zgrzewania mogą być różne w różnych krajach.

Projekt:	
Producent:	
Planowanie i nadzór:	
Miejscowość, Data:	

1. Uwagi ogólne

1.1 Normy

Przy realizacji opisanych poniżej czynności znajdują zastosowanie wszystkie istotne normy i wytyczne (w najnowszej wersji), a zwłaszcza:

PN-EN 805 Zaopatrzenie w wodę – wymagania dotyczące systemów zewnętrznych i ich części składowych

PN-EN 14409 Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do renowacji podziemnych sieci przesyłających wodę. Część 3: Wykładzina z rur ściśle pasowanych

PN-EN 14408 Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do renowacji podziemnych sieci przesyłających gaz. Część 3: Wykładzina z rur ściśle pasowanych

DVGW dokument roboczy GW 320/II

Rehabilitation of gas and water pipelines with PE-HD pipes through relining processes without ring area; requirements, quality control and testing

DVS-wytyczne 2207/2208, część 1: Welding of thermoplastics; heated tool welding of pipes, fittings and panels made of PE-HD / Machines and equipment

1.2 Warunki organizacji placu budowy – dodatkowe przepisy

Oznakowanie miejsca montażu instalacji powinno być zgodne z obowiązującymi lokalnie rozwiązaniami zawartymi w „Ogólne warunki kontraktów przy wykonywaniu robot budowlanych”, tak jak to opisano w normie DIN 1961 § 3 oraz DIN 18 300, punkt 4.101. Wykonawca przyjmuje na siebie odpowiedzialność za prace prowadzone równoległe z montażem zgodnie z regulacjami zawartymi w „Ogólnych Przepisach Technicznych”.

Producent systemu sporządza i udostępnia wykonawcy plany instalacji, jak również (o ile to konieczne) plany ukształtowania terenu na podstawie których wykonywane jest oznakowanie miejsca montażu. Wykonawca zobowiązany jest do regularnego sprawdzania poprawności oznakowania.

Podczas montażu należy przestrzegać przepisów BHP i przepisów o ruchu drogowym.

1.3 Zabezpieczenie wykopu

1.3.1 Wybieranie gruntu

Zabezpieczenie wykopu musi być stabilne. Koszty związane z dodatkowymi pracami spowodowanymi zawaleniem się ścian wykopu lub koniecznością dodatkowego wybierania gruntu nie będą zwracane. Wykop zbyt mocno pogłębiony, powinien zostać podwyższony do odpowiedniej wysokości przy użyciu litego materiału podtrzymującego ścianki nośne wykopu; dodatkowe koszty (materiał i koszt robocizny) z tym związane nie podlegają zwrotowi.

1.3.2 Wody gruntowe

Wykonawca powinien upewnić się, że wody gruntowe zbierające się w wykopie nie wyrządzą szkody w konstrukcji wykopu. W porozumieniu z producentem systemu wykonawca wykonuje specjalne pomiary wewnątrz wykopu.

1.4 Warunki organizacji placu budowy – dostęp do rurociągu

Przed rozpoczęciem prac należy w obecności właściciela/zarządcy dokonać inspekcji wszystkich dróg publicznych, placów i terenów prywatnych, które znajdują się w obszarze oddziaływania prac montażowych. Wszystkie uwagi i ustalenia z wizytacji powinny zostać spisane. Koszty związane z inspekcją nie podlegają zwrotowi.

Warunki procesu instalacji muszą być zdefiniowane, opisane i zatwierdzone podpisami obydwu stron. Właściciel otrzymuje kopię tego dokumentu. Drogi i tereny prywatne pozostające poza strefą oddziaływania prac montażowych, ale mogące się w niej znaleźć, powinny zostać uwzględnione w tej dokumentacji. Przed rozpoczęciem prac tereny te są wizytowane przez właściciela (lub przedstawicieli właściciela/dzierżawców), niezależnego kosztorysanta, wykonawcę i producenta w celu oszacowania kosztów ewentualnych szkód mogących wystąpić podczas montażu.

Szkody powstałe podczas prac na placu budowy powinny być opisane w oddzielnej dokumentacji do wyjaśnienia przez wykonawcę.

2. Opis procesu instalacyjnego

Proces „ciasnego pasowania” przeprowadzany jest z użyciem rury z polietylenu, której w warunkach fabrycznych zmieniono kształt przekroju poprzecznego z kołowego na kształt zbliżony do litery C. Zmiana kształtu powoduje redukcję pola przekroju poprzecznego o ok. 35%. Pomimo deformacji rury struktura polietylenu zostaje zachowana (tzw. „pamięć kształtu”). Mniejszy przekrój poprzeczny tej rury (wykładziny) ułatwia jej wciągnięcie do istniejącego rurociągu. Po wciągnięciu rura jest podgrzewana za pomocą pary wodnej i dzięki „pamięci kształtu” polietylenu odzyskuje swój pierwotny okrągły przekrój. Proces podgrzewania rury nie wpływa na zmianę właściwości materiału. Następnym etapem instalacji polega na zastosowaniu sprężonego powietrza, które rozszerza wykładzinę aż do uzyskania kontaktu jej zewnętrznej powierzchni z wewnętrzną powierzchnią istniejącego rurociągu. Rury wykładzinowe mogą różnić się parametrami geometrycznymi od standardowych rur polietylenowych. Ma to umożliwić ciasne pasowanie wykładziny wewnątrz odnawianego rurociągu.

Szczegółowy opis metody ciasnego pasowania powinien zostać dołączony do dokumentów przetargowych. Opis ten powinien zawierać przynajmniej:

- zakres średnic i maksymalną możliwą do instalacji długość w zależności od średnicy,
- wyniki badań typu pokazujące, że rura po zakończeniu procesu instalacji spełnia wymagania jakościowe (charakterystyka produktu końcowego).

3. Materiał

Rury do renowacji wykonane są z polietylenu wyprodukowanego zgodnie z wytycznymi jakościowymi odpowiednich jednostek certyfikujących (np.: Gütegemeinschaft Kunststoffrohre e. V., melt flow index group 005). W Polsce nie jest produkowany surowiec polietylenowy używany do produkcji rur do renowacji i nie istnieją krajowe wytyczne jakościowe w tym zakresie. W związku z tym uznawane są regulacje obowiązujące w kraju producenta surowca. Dla rur wykorzystywanych do renowacji wodociągów wymagany jest atest higieniczny PZH.

Do produkcji opisywanych rur używany jest wyłącznie materiał przebadany laboratoryjnie, który posiada pozytywne wyniki badań typu (właściwości geometryczne, mechaniczne i fizyczne produktu finalnego), w 100% podlegający recyklingowi. Rury do aplikacji wodociągowych produkowane są w kolorze niebieskim i rury do aplikacji gazowych – pomarańczowym lub żółtym.

4. Wymagania jakościowe

4.1 Jakość wykładziny

Zazwyczaj rury do renowacji rurociągów ciśnieniowych winny być projektowane jako wykładziny niezależne, które umożliwiają samodzielne przenoszenie naprężeń obwodowych pochodzących od ciśnienia wewnętrznego. W szczególnych przypadkach wykładzina może być zaprojektowana jako wykładzina interaktywna, która pozostając w kontakcie z powierzchnią wewnętrzną rurociągu poddawanego renowacji razem z nim przenosi wszystkie występujące obciążenia wewnętrzne. Właściciel sieci powinien określić, czy rurociąg poddawany renowacji wykładziną interaktywną będzie miał wystarczającą wytrzymałość do przenoszenia obciążeń od ciśnienia roboczego przez zakładany okres trwałości.

Przyjmowany okres trwałości renowacji dla wszystkich przypadków powinien być zgodny z aktualnie obowiązującymi normami (w Polsce, zgodnie z normą PN-EN 805 przyjmuje się, że okres trwałości może być krótszy niż 50 lat, w Niemczech zgodnie z zaleceniami LAWA przyjmuje się 80-100 lat).

Jakość dostarczonej rury wykładzinowej powinna być potwierdzona raportem kontroli jakości dla każdego bębna. Raport z prób winien obejmować zgodność z normami i specyfikacją (PN-EN 14409 lub PN-EN 14408). Ważnym wskaźnikiem jakości jest między innymi wynik testu wytrzymałości hydrostatycznej.

Załącznik numer 1 zawiera wymaganą treść raportu z prób.

Rury wykładzinowe o średnicy do DN 500 nawijane są na specjalne bębny stalowe i w taki sposób dostarczane na plac budowy. Dane produkcyjne (numer załadunku, data) są identyfikowane po numerze bębna. Zakres ekspansji rury musi pokrywać się z polem tolerancji dla średnicy istniejącego rurociągu z uwzględnieniem występujących w nim nieregularności.

4.2 Jakość procesu instalacyjnego

Metoda czyszczenia odnawianego rurociągu powinna być opisana w instrukcji eksploatacyjnej.

Rezultaty czyszczenia rurociągu należy sprawdzić metodą inspekcji CCTV rejestrując jej przebieg na odpowiednim nośniku. Podczas czyszczenia rurociągu należy przestrzegać wszystkich przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, przepisów dotyczących ochrony środowiska i utylizacji odpadów.

Pracownicy firmy wykonawczej powinni wykazać się posiadaniem niezbędnych kwalifikacji zdobytych podczas szkoleń technicznych organizowanych przez licencjodawcę.

Proces instalacyjny powinien przebiegać zgodnie z ze wskazówkami zawartymi w odpowiednich instrukcjach montażowych podawanych przez licencjodawcę.

Odłączenie istniejącego rurociągu i decyzja o włączeniach bocznych winny być podejmowane zgodnie z normą PN-EN 805. Właściciel sieci powinien zdecydować czy konieczne jest zastosowanie rurociągu obejściowego (tzw. by-pass).

W zależności od średnicy rury przy wykonywaniu połączenia z pozostałymi odcinkami sieci wykorzystuje się albo standardowe rury PE, albo mufy/kształtki redukcyjne wraz ze standardowymi rurami z PE.

Próba ciśnienia powinna być przeprowadzona zgodnie z normą PN-EN 805.

4.3 Dokumentacja

Dokumentacja powinna obejmować przynajmniej następujące dane:

- zapis video z inspekcji TV aktualnego stanu rurociągu wraz z osobnym raportem uszkodzeń
- opis miejsca montażu zawierający dane:
- firma instalująca, data, dokładny adres budowy, długość rurociągu, DN, nazwisko kierownika budowy
- dane zawarte w oznaczeniu na rurze
- raporty dzienne z montażu, raporty z procesów zgrzewania i prób ciśnienia

Załącznik numer 2 zawiera wymagany format i treść raportu z instalacji.

Podczas wciągania rury siła ciągu nie powinna przekraczać maksymalnej wartości tej siły określonej przez producenta systemu. Siły ciągu powinny być rejestrowane.

Z przyczyn bezpieczeństwa wciąganie rury z bębna powinno odbywać się przy użyciu specjalnie skonstruowanego wózka bębnowego i wciągarki zapewniających kontrolę siły ciągu.

Parametry procesu rewersji powinny być mierzone w sposób automatyczny za pomocą odczytu z pulpitu operatora jednostki centralnej i rejestrowane w raporcie z instalacji. Wszystkie etapy procesu instalacji powinny być dokumentowane, a następnie przekazywane inwestorowi.

Załącznik numer 3 zawiera schemat raportu z instalacji.

4.4 Oferowany system (wypełnia wykonawca):

Nazwa systemu:	
Producent rury:	
Rodzaj PE:	
Zakres średnic (od - do):	(nominalne)
SDR (od - do):	
Kolor:	
Sztywność (SN)	

W następnej kolejności uwzględnione zostają rozwiązania prawne obowiązujące w poszczególnych krajach i dotyczące:

- Terminów zakończenia prac
- Płatności
- Zobowiązań i systemu ubezpieczeń
- Gwarancji i przepisów odszkodowawczych
- Odbioru technicznego instalacji

10. Załączniki

Załącznik 1 : Wymagany format i zawartość raportu z badań rur

Producent rur:

Certyfikat zgodności z normą EN 10204 – 3.1

Adres do fakturowania	Adres dostawy

Wasze zamówienie nr:		data:
Nasze zamówienie nr:		data:
Dokument dostawy nr:		
Dane do kontaktu:		
Produkt:		
Materiał:		
Normy / Przepisy:		

Ilość	Jednostka	Opis produktu	Nr bębna	Data produkcji

Wniosek

pokontrolny:

Niniejszym potwierdzamy, że materiał opisany powyżej i spełnia warunki zamówienia

Date:

Osoba nadzorująca:

Producent rur:
Certyfikat zgodności z EN 10204 – 3.1
Wyniki badań (kontrola jakości) partii rur
Dane ogólne

Średnica nominalna	DN	SDR
Wyprodukowane średnice	OD = mm	e = mm
Surowiec	PE ...	typ
Kolor		
Data produkcji		
Nr maszyny		

Badanie składników

	Próbka nr 1	Próbka nr 2	Wartości wymagane
Numer partii:			
Gęstość:			
Masowy wskaźnik szybkości płynięcia			
Zawartość substancji lotnych			
Czas indukcji utleniania			

Badanie rur

	Wynik	Wartości wymagane
Wygląd:		
Odchylenia od masowego wskaźnika szybkości płynięcia		
Pamięć kształtu		
Maksymalna osiągnięta ekspansja		
Stosunek nominalnej średnicy zewnętrznej do nominalnej grubości ścianki		≥ DIN /SDR
Wytrzymałość hydrostatyczna		80°C σ time ≥ 165 h

Załącznik 2 : Raport z przygotowania procesu instalacji

Raport nr:	data:
Firma:	
<p>Projekt</p> <p>ulica: _____</p> <p>adres: _____</p> <p>miasto: _____</p> <p>Odcinek poddawany renowacji</p> <p>oznaczenie: _____</p> <p>od: _____</p> <p>do: _____</p> <p>długość odcinka: _____ m</p> <p>DN _____ Materiał: _____</p> <p>Średnica rury</p> <p>min. _____ mm</p> <p>maks. _____ mm</p> <p>Temperatura</p> <p>powietrza: _____ °C gleby: _____ °C</p> <p>Warunki pogodowe: sucho / deszczowo *</p>	<p>Instalator odpowiedzialny</p> <p>nazwisko: _____</p> <p>Nr maszyny:</p> <p>z wyciągarki: _____</p> <p>Wykładzina:</p> <p>materiał: _____</p> <p>długość w bębnie: _____</p> <p>średnica nominalna: _____ mm</p> <p>grubość ścianki: _____ mm</p>
<p>Przygotowania do instalacji</p> <p>Prace przy włączeniach (data) Liczba włączeń (obejść): _____</p> <p>od: _____ do: _____ obejście (by-pass): _____ tak / nie *</p> <p>rodzaj obejścia: _____</p> <p>Czyszczenie odnawianej rury (data) stopień _____ normalne / silne *</p> <p>od: _____ do: _____ utrudnienia specjalne (jakie): _____</p> <p>konieczność dod. czyszczenia?: _____ tak / nie *</p> <p>Inspekcja TV (data) przeszkody: _____ / brak *</p> <p>data: _____ metody usuwania: _____</p> <p>rezultat czyszczenia: _____</p> <p>Proces wciągania rury (godzina, data)</p> <p>od: _____ do: _____ d.d.:</p> <p>Podłączenie przykanalików (godzina, data)</p> <p>od: _____ do: _____</p> <p>Uwagi: _____</p> <p>_____</p>	
Autor raportu	Instalator odpowiedzialny

* zakreślić właściwą odpowiedź

Załącznik 3 : Raport z instalacji

Projekt	
Miejsce:	Osoba odpowiedzialna (instalator):

Opis istniejącego rurociągu:	Opis rury wykładzinowej:
medium:	data produkcji:
materiał:	rodzaj materiału:
średnica wewnętrzna:	stosunek SDR (Do/e):
średnica zewnętrzna:	średnica nominalna:
całkowita długość odnawianego odcinka:	nr dostawy i nr bębna:

Opis procesu wciągania rury:

miejsce instalacji: _____ (data)

wykop startowy nr _____ do wykopu końcowego nr: _____

maks. siła ciągu: _____ (t) temp. powietrza: _____ (°C)

rodzaj głowicy, _____ tak / nie * lub "własnej konstrukcji" _____ tak / nie *

Wavin

Opis procesu rewersji:

ciśnienie pary wodnej: _____ bar

początek : _____ godz

koniec: _____ godz

uwagi: _____

Autor raportu

Osoba odpowiedzialna

* zakreślić właściwą odpowiedź

Załącznik 4 : Przykład oferty cenowej

Pos.	Opis	Ilość	Cena jednostkowa EURO	Cena końcowa EURO
1.	Organizacja placu budowy			
1.1	Organizacja placu budowy (jednorazowa) opłata Czynności takie jak: transport do/z placu budowy, podłączenie sprzętu i maszyn, dostarczenie pojemników na odpady z placu budowy			
1.2	Organizacja objazdów opłata Zabezpieczenie płynności ruchu drogowego w bezpośrednim sąsiedztwie placu budowy			
2.0	Prace przygotowawcze			
2.1	Czyszczenie istniejącego rurociągu opłata za m Transport i praca urządzenia do czyszczenia hydrodynamicznego. Czyszczenie mechaniczne za pomocą skrobaka szczotkowego lub zgrubnego do momentu osiągnięcia zadowalającego stanu rury W razie konieczności usunięcie zanieczyszczeń. Specjalne zanieczyszczenia usuwa wykonawca.			
2.2	Inspekcja telewizyjna istniejącego rurociągu opłata za m Inspekcja TV za pomocą kamery przemysłowej – zapis video stanu rurociągu dla producenta.			
2.3	Kalibracja opłata za m Przejęcie przez rehabilitowany odcinek za pomocą urządzenia do pomiaru średnicy wewnętrznej i sprawdzenie możliwości rewersji wykładziny. Średnica zewnętrzna urządzenia kalibrującego powinna być zgodna z zapisaną w instrukcji. Średnica wewnętrzna odnawianej rury _____ mm Średnica zewnętrzna urządzenia do kalibracji _____ mm			
		usunięta ilość:		

Pos.	Opis	Ilość	Cena j ednostkowa EURO	Cena końcowa EURO
		usunięta ilość:		
2.4	Usuwanie przeszkód _____ godz. Przeszkody (łączenia odcinków, osady), które ingerują w światło rurociągu powinny być usunięte za pomocą robotów kanalizacyjnych lub skrobaków Wszystkie ostre zakończenia wewnątrz rurociągu powinny być wygładzone.			
2.5	Obliczenia projektowe związane _____ opłata wydajnością strukturalną			
2.6	Prace ziemne: _____ szt. Wykonanie wykopu startowego i końcowego Szt. Głębokość: _____ Szerokość: _____ Wysokość: _____ Wykonanie, zabezpieczenie i wypełnienie wraz z pogłębieniem i odbudowaniem powierzchni zgodnie z obowiązującymi przepisami. Prace związane z zabezpieczeniem nawierzchni _____			
2.7	Prace ziemne: _____ szt. (wykopy pośrednie do włączania przyłączy), Głębokość: _____ Szerokość: _____ Wysokość: _____ Wykonanie, zabezpieczenie i wypełnienie wraz z pogłębieniem i odbudowaniem powierzchni _____			
2.8	Odlączenie istniejącego rurociągu DN _____ szt.			
2.9	Odsunięcie istniejącego rurociągu DN _____ cena za m			
		usunięta ilość:		

Wavin Compact Pipe

Instrukcja projektowa do rehabilitacji rurociągów ciśnieniowych

Pos.	Opis	Ilość	Cena jednostkowa EURO	Cena końcowa EURO
		usunięta ilość:		
3.0	<p>Metoda ciasnego pasowania</p> <p>Rura polietylenowa fabrycznie ukształtowana w literę C.</p> <p>Rury PE w kształcie litery C nawinięte na bębny stalowe, wciągnięcie do istniejącego rurociągu, rewersja przy użyciu pary i sprężonego powietrza, zgodnie z instrukcją, otrzymujemy strukturalnie niezależną, nową rurę wewnątrz istniejącego rurociągu (ciasno pasowana).</p>			
3.1 a	DN 150 P E ____ SDR ____ cena/m ____			
3.1 b	DN 175 P E ____ SDR ____ cena/m ____			
3.1 c	DN 200 P E ____ SDR ____ cena/m ____			
3.1 d	DN 225 P E ____ SDR ____ cena/m ____			
3.1 e	DN 250 P E ____ SDR ____ cena/m ____			
3.1 f	DN 275 P E ____ SDR ____ cena/m ____			
3.1 g	DN 300 P E ____ SDR ____ cena/m ____			
3.1 h	DN 350 P E ____ SDR ____ cena/m ____			
3.1 i	DN 400 P E ____ SDR ____ cena/m ____			
3.1 j	DN 450 P E ____ SDR ____ cena/m ____			
3.1 k	DN 500 P E ____ SDR ____ cena/m ____			
		usunięta ilość:		

Pos.	Opis	Ilość	Cena jednostkowa EURO	Cena całkowita EURO
		usunięta ilość:		
4.0	Prace wykończeniowe			
4.1	Podłączenie do istniejącego rurociągu Połączenie ist. rurociągu o średnicy DN ____ z rurą wykładzinową przy użyciu kształtek, wykorzystanie wszystkich materiałów (zgodnie z instrukcją producenta)			
4.2	Podłączenie rury wykładzinowej szt. Podłączenie odnawianych odcinków przy pomocy kształtek (wszystkie rodzaje) (zgodnie z instrukcją dostarczoną przez producenta)			
4.3	Test ciśnieniowy szt. Test ciśnieniowy rury wykładzinowej			
4.4	Inspekcja TV/zatwierdzenie wykładziny			
		Całość:		
		+ % VAT:		
		Całkowita kwota:		

Wavin Compact Pipe

Instrukcja projektowa do rehabilitacji rurociągów ciśnieniowych

Wavin Compact Pipe

Instrukcja projektowa



Wzady Compact Pipe

1. Jakość i trwałość taka jak nowej instalacji.
2. Oszczędność czasu i redukcja kosztów instalacji.
3. Prace ziemne ograniczone do wykopu startowego i końcowego.
4. Renowacja długich odcinków w jwonej operacji.
5. Uniwersalne zastosowanie.
6. Optymalne właściwości przepływu dzięki minimalnej redukcji przekroju poprzecznego i gładziej powierzchni wewnętrznej.
7. Ograniczona do minimum ingerencja w środowisko naturalne, życie mieszkańców i ruch uliczny oraz w infrastrukturę komunalną.
8. Technologia przyjazna dla środowiska, możliwość recyklingu, brak emisji szkodliwych substancji.
9. Prace renowacyjne prowadzone są przez licencjonowane firmy wykonawcze.



Wavin Metalplast-Buk ciągle rozwija i doskonali swoje produkty, stąd rezerwuje sobie prawo do modyfikacji lub zmiany specyfikacji swoich wyrobów bez powiadamiania. Wszystkie informacje zawarte w tej publikacji przygotowane zostały w dobrej wierze i w przeświadczeniu, że na dzień przekazania materiałów do druku są one aktualne i nie budzą zastrzeżeń. Niniejszy katalog nie stanowi oferty w rozumieniu przepisów Kodeksu Cywilnego, lecz informację o produktach Wavin Metalplast-Buk.

Wavin Metalplast-Buk Sp. z o.o.
ul. Dobieżyńska 43, 64-320 Buk
tel.: 61 891 10 00, fax: 61 891 10 11
infolinia: 800 161 555
e-mail: kontakt_pl@wavin.pl

Wavin dostarcza skuteczne rozwiązania pozwalające zaspokajać kluczowe potrzeby życia codziennego: bezpieczną dystrybucję wody pitnej, przyjazne środowisku zagospodarowanie wody deszczowej i ścieków, energooszczędne ogrzewanie i chłodzenie budynków.

Pozycja lidera w Europie, jak i obecność na rynkach lokalnych, zobowiązanie do innowacyjności oraz wsparcie techniczne – wszystko to daje wymierne korzyści naszym klientom. Nieustannie spełniamy najwyższe standardy zrównoważonego rozwoju oraz gwarantujemy niezawodną logistykę, aby wspierać naszych klientów w osiągnięciu ich celów.