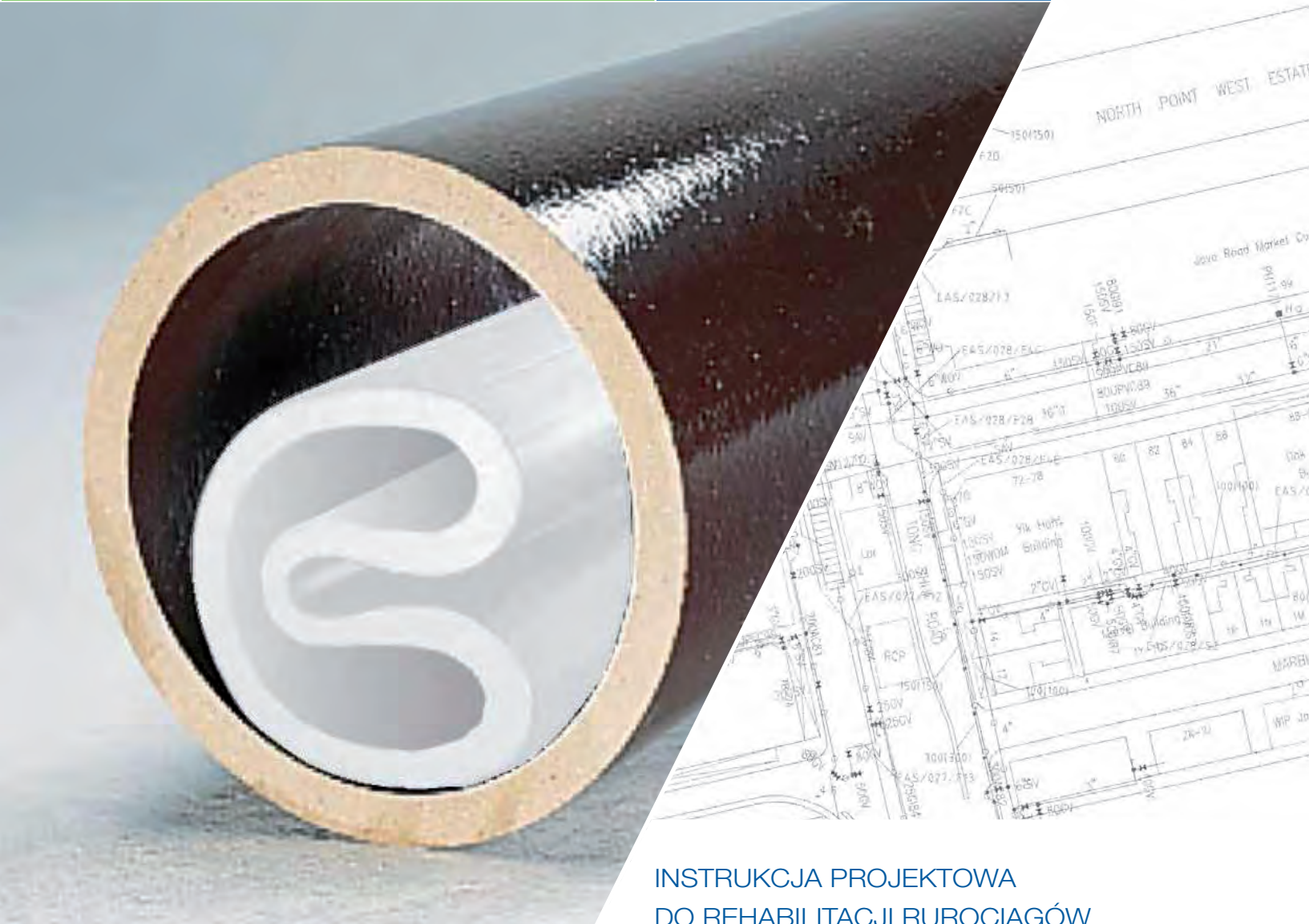


Wavin Compact Pipe

Instrukcja projektowa



INSTRUKCJA PROJEKTOWA
DO REHABILITACJI RUROCIĄGÓW
BEZCIŚNIENIOWYCH

Wprowadzenie

Firma Wavin jest wiodącym europejskim dostawcą kompletnych systemów instalacyjnych z tworzyw sztucznych, instalowanych zarówno wewnątrz budynków jak i służących do transportu mediów na zewnątrz obiektów budowlanych. Grupa Wavin jest obecna w 27 krajach poprzez sieć ponad 50 zakładów produkcyjnych, lokalnych dystrybutorów i sprzedawców oraz licencjonowanych partnerów biznesowych.

W roku 2010 Wavin obchodził 55 rocznicę utworzenia firmy, której historia rozpoczęła się od wprowadzenia na rynek pierwszych na świecie tworzywowych rur dużych średnic do wody. Moment ten zapoczątkował budowanie marki Wavina jako bezkonkurencyjnego dostawcy w zakresie geograficznego zasięgu działania, jakości produktów i usług, szerokości oferty nieustannie wzbogacanej o nowe produkty oraz innowacyjności rozwiązań dostosowanych do indywidualnych potrzeb Klienta.

Doskonałym odzwierciedleniem eksperckiego podejścia firmy Wavin do rozwiązywania problemów Klienta jest obszar związany z zagospodarowaniem wody. Wavin oferuje kompleksowe rozwiązania w postaci nowo instalowanych systemów do odprowadzania ścieków, drenażu wody deszczowej i burzowej, dystrybucji wody pitnej i rozprowadzania ciepłej i zimnej wody wewnątrz budynków. Oferta Wavina obejmuje również systemy do renowacji istniejących rurociągów.

Wśród systemów drenarskich obecnych w portfolio Wavina znajdują się zarówno systemy do odwadniania dachów i odprowadzania wody z powierzchni szczelnych, jak i systemy kanalizacyjne instalowane w gruncie. Innowacyjny system kanalizacji grawitacyjnej Wavin X-Stream i najwyższej jakości studzienki inspekcyjne Tegra reprezentują najpełniej ogromny postęp w dziedzinie projektowania i rozwoju nowoczesnych technologii.

Jako ekspert w oferowaniu kompleksowych rozwiązań firma Wavin nie ogranicza się do wytwarzania i dostarczania produktów. Specjaliści współpracujący z Wavinem mogą liczyć na profesjonalną pomoc na każdym etapie prowadzenia projektu, od momentu wyboru koncepcji rozwiązania problemu i wprowadzenia systemu do projektu, poprzez proces instalacji i konserwację zainstalowanych urządzeń.

Wavin Overseas oferuje doradztwo techniczne i pomoc projektantom i instalatorom w zakresie wszystkich systemów dostępnych w portfolio firmy. Najlepszym przykładem kompleksowej współpracy z projektantami jest poradnik projektowy Compact Pipe dla aplikacji bezciśnieniowych*).

**) Na życzenie Klienta Wavin udostępni podobny dokument dla aplikacji ciśnieniowych.*

Spis treści

1. Wstęp	4
2. Główne zasady dotyczące projektowania wykładzin rurociągów grawitacyjnych	5
2.1 Ocena funkcjonowania istniejącego rurociągu	5
2.2 Wymagania odnośnie parametrów pracy odnowionego rurociągu	6
2.2.1 Wymagania dotyczące wydajności hydraulicznej	6
2.2.2. Wymagania dotyczące funkcjonalności strukturalnej	7
2.3 Wstępna selekcja techniki renowacji rurociągu	10
2.3.1 Techniki luźno-pasowane	10
2.3.2 Techniki ciasnopasowane	11
3. System Compact Pipe	12
3.1 Charakterystyka systemu	12
3.2 Materiał	13
3.3 Asortyment i charakterystyka parametrów rury	13
3.4 Obszar zastosowań	14
3.5 System zapewnienia jakości	15
3.6 Instalacja systemu Compact Pipe	16
3.6.1 Specjalistyczny sprzęt	16
3.6.2 Instalacja rury	16
3.7 Techniki łączenia	18
3.7.1 Wykonywanie punktów stałych w studniach pośrednich	18
3.7.2 Odtwarzanie bezpośrednich włączy przykanalików do kanału	19
4. Aspekty projektowe	20
4.1 Aspekty hydrauliczne	20
4.2 Aspekty konstrukcyjne	22
5. Przygotowanie procesu instalacyjnego	24
5.1 Dostęp do rurociągu poddawane renowacji	24
5.2 Czyszczenie i inspekcja TV istniejącego rurociągu	24
6. Najczęściej zadawane pytania	25
7. Literatura	26
7.1 Normy, wymagania normatywne, przepisy i specyfikacje techniczne	26
7.2 Pozostałe publikacje	26
8. Opis metody renowacyjnej dla potrzeb dokumentów przetargowych	27
9. Załączniki	31

1. Wstęp

Systemy grawitacyjne służą do odbioru i transportu ścieków

W przypadku gdy dochodzi do zakłóceń w działaniu istniejącego rurociągu konieczne jest podjęcie decyzji odnośnie rehabilitacji sieci.

Wybór optymalnej metody rehabilitacji rurociągów grawitacyjnych 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 grawitacyjnych (przewodów kanalizacji sanitarnej, deszczowej i ogólnospławnej) oraz rurociągów przemysłowych). Metody rehabilitacji studni wjazdowych nie zostały w instrukcji uwzględnione.

Ogólne zagadnienia projektowe wraz ze schematem decyzyjnym, które mogą 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 grawitacyjnych.

Rozdział 6 zawiera opis czynności przygotowawczych procesu instalacyjnego.

Odpowiedzi na najczęściej zadawane pytania znalazły się w rozdziale 7.

W przypadku dodatkowych pytań należy zwrócić się do przedstawicieli firmy Wavin.

2. Główne zasady dotyczące projektowania wykładzin rurociągów grawitacyjnych

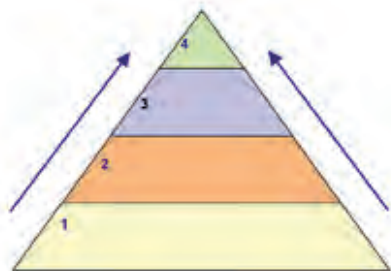
Systemy grawitacyjne przeznaczone są przede wszystkim do odbioru i transportu ścieków.

Dla rurociągów bezciśnieniowych najważniejszymi wymaganiami projektowymi istotnymi z punktu widzenia ich wydajności funkcjonalnej są:

- bezpieczeństwo użytkownika sieci
- ochrona środowiska
- względy ekonomiczne i ekorozwój

Wymagania te formułowane są dla całego okresu funkcjonowania rurociągu i stanowią część przepisów związanych z procedurą utrzymania sieci kanalizacyjnej (1). Procedura ta zakłada regularne kontrole i przeglądy sieci. W przypadku stwierdzenia nieprawidłowości w działaniu rurociągu podejmowane są decyzje dotyczące przywrócenia sprawności istniejącej sieci grawitacyjnej w oparciu o ściśle określony schemat działania. Niniejsza Instrukcja Projektowa opisuje schemat postępowania w przypadku rehabilitacji sieci za pomocą wykładzin tworzywowych.

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 obok (kolejno od podstawy trójkąta do jego wierzchołka). Obejmuje on 4 etapy:



Rysunek 1 Zagadnienia projektowe – 4 kroki

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

Poszczególne etapy zostały omówione szczegółowo w punktach niniejszego rozdziału.

2.1 Ocena funkcjonowania istniejącego rurociągu

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)
- rodzaju studzienek inspekcyjnych

- średnic rur i studzienek
- długości odnawianych odcinków
- przyłączy; lokalizacji, średnic
- spadków
- właściwości transportowanego medium

Większość tego rodzaju informacji można pozyskać z istniejącej dokumentacji i planów, ale zalecana jest ich weryfikacja w terenie.

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 włączeniach bocznych
- infiltracji i eksfiltracji
- uszkodzeniach strukturalnych rurociągu, np. pęknięcia i korozja

Stan istniejącego rurociągu można ocenić za pomocą inspekcji TV (CCTV). Używane obecnie nowoczesne cyfrowe systemy inspekcji TV pozwalają na trójwymiarowy przekaz z dowolnego miejsca przewodu kanalizacyjnego.



Rysunek 2a, b, c, d Sprzęt do inspekcji TV i przykłady problemów pojawiających się w istniejących rurociągach

Dostępny system zapisu stanu przewodów kanalizacyjnych i drenażu podlega międzynarodowej standaryzacji (2).

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

Należy jeszcze raz podkreślić potrzebę weryfikacji w terenie informacji pochodzących z dokumentacji i planów. W polskich warunkach dość często stwierdza się występowanie rozbieżności.

2.2 Wymagania odnośnie parametrów pracy odnowionego rurociągu

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

Wymagania te można podzielić na dwie grupy:

- Wymagania dotyczące wydajności hydraulicznej
- Wymagania konstrukcyjne

2.2.1 Wymagania dotyczące wydajności hydraulicznej

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

Należy przy tym pamiętać, że w czasach, kiedy projektowano istniejący rurociąg przyjmowane były inne wartości wskaźników i w związku z tym wynik obliczeń dla dzisiejszych warunków może dać inną wartość niż w przeszłości.

Przy projektowaniu nowych wykładzin dla istniejących sieci kanalizacyjnych, konieczne jest ponowne przeanalizowanie oryginalnego projektu, zwłaszcza gdy planowane są zakrojone na dużą skalę prace instalacyjne.

W ostatnich latach projektanci w większym stopniu koncentrują się na rozwiązywaniu problemów związanych z powodziami i transportem agresywnych mediów oraz opracowywaniu nowoczesnych metod serwisowania rurociągów. Znacząco więcej uwagi poświęca się w projektach zagospodarowaniu wód opadowych. W przeszłości wody opadowe gromadzone w zbiornikach odprowadzano bezpośrednio do kanalizacji. Obecnie, w systemach zagospodarowania wód powierzchniowych projektuje się zbiorniki retencyjne i rozsączające, co pozwala na redukcję średnic rur stosowanych w tych systemach. *)

**) w celu uzyskania dalszych informacji na temat nowoczesnych systemów zagospodarowania wody deszczowej należy skontaktować się z firmą Wavin.*

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 zapewniają przez wykładzinę winny być brane pod uwagę podczas projektowania.

Prawidłowo zainstalowana wykładzina oznacza 100% szczelność odnowionego odcinka i tym samym wyeliminowanie infiltracji wód i eksfiltracji ścieków.

Odporność chemiczna wykładziny, jakkolwiek nie jest zaliczana do parametrów hydraulicznych, musi być także uwzględniana w powyższych założeniach projektowych. Duża odporność chemiczna polietylenu oznacza mniejsze prawdopodobieństwo powstawania inkrustacji, łatwość czyszczenia rurociągu i usuwania osadów.

Obliczanie charakterystyki przepływu

Ogólne wzory do obliczania charakterystyki przepływu przy całkowitym napełnieniu kanału:

Równanie ciągłości strugi:

$$Q = v \cdot \pi/4 \cdot Dj^2 \tag{1}$$

gdzie:

Q = natężenie przepływu [m³/s]

v = prędkość przepływu (m/s)

Dj = średnica wewnętrzna rury [m]

Liczba Reynoldsa:

$$Re = v \cdot Dj / \mu \tag{2}$$

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):

$$i = \lambda \cdot v^2 / (2g \cdot Dj) \tag{3}$$

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:

$$1/\sqrt{\lambda} = -2 \log [(2.51 / Re \sqrt{\lambda}) + ((k / Dj) / 3.71)] \tag{4}$$

gdzie:

k = chropowatość ścianki rury (m)

k / Dj = względna chropowatość (-)

Wartość współczynnika k zależy od zastosowanego materiału rury i rodzaju aplikacji. W przypadku aplikacji ciśnieniowych wartość ta waha się od 0.01 mm dla rur termoplastycznych do 0.5 mm dla silnie korodujących rur stalowych (12).

Dla aplikacji bezciśnieniowych można przyjąć takie same wartości współczynnika k, aczkolwiek w przypadku rurociągów grawitacyjnych przy obliczeniach charakterystyki przepływu należy brać pod uwagę dodatkowe czynniki takie jak sedymentacja, przemieszczenia rur, połączenia ze studzienkami inspekcyjnymi w kanałach i głęboko wpuszczone przykanaliki. Możliwe jest wykonywanie osobnych obliczeń uwzględniających te czynniki, aczkolwiek zazwyczaj wykorzystuje się tak zwaną „chropowatość roboczą” współczynnika (nazwa wprowadzona po raz pierwszy przez niemiecki instytut badawczy ATV – Abwasser Technische Vereinigung). Ostatnia wersja przepisów ATV, oficjalnie przyjęta w Niemczech zakłada następujące wartości współczynnika kb (8).

Rodzaj i stan rurociągu kanalizacyjnego	kb [mm]
proste odcinki/brak studni – wykładzina	0.25
rurociąg transportujący ścieki + studnie	0.50
kolektory ściekowe + studnie	0.75
kolektory o zwężonym przepływie + studnie	1.50

Tabela 1. Chropowatość „robocza” ścianki rury według ATV A110

Powyższy wzór i wartości czynników tarcia umożliwiają obliczenie charakterystyki przepływu dla rury poddanej renowacji wykładziną

W wielu przypadkach gładkość ścianek rury wykładzinowej rekompensuje redukcję średnicy wewnętrznej istniejącej rury.

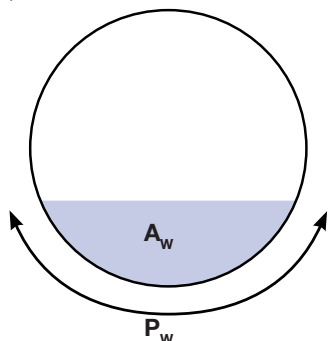
Do określenia wielkości natężenia oraz prędkości przepływu przy częściowym napełnieniu kanału o profilu kołowym można posłużyć się wzorem Brettinga:

$$Q_p/Q = 0,46 - (\cos \pi f) / 2 + (\cos \pi f) / 25 \quad (5)$$

gdzie:

Q_p/Q = względne natężenie przepływu

f = wskaźnik napełnienia



Rysunek 3 Kanał częściowo napełniony

Uwaga 1: argumenty funkcji cosinus zostały określone w radianach. Dla zamiany tych wartości na stopnie należy wartość π zastąpić 180°.

Uwaga 2: Wzór uwzględnia opór powietrza nad lustrem wody przy prawie napełnionym kanale

Wpływ mniejszego natężenia przepływu na prędkość przepływu można obliczyć z równania (1):

$$Q_p = v \cdot \pi/4 \cdot DH^2 \quad (1a)$$

gdzie:

DH = średnica hydrauliczna definiowana jako:

$$DH = 4 \cdot A_w/P_w \quad (6)$$

A_w = pole powierzchni zwilżonej (m²)

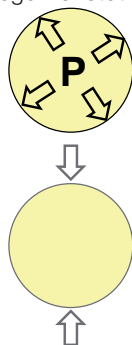
P_w = długość profilu zwilżonego (m)

2.2.2. Wymagania dotyczące funkcjonalności strukturalnej

Rurociąg grawitacyjny poddany rehabilitacji powinien wytrzymać wszelkie obciążenia zewnętrzne.

W przypadku rehabilitacji rur ciśnieniowych szczególnie istotne jest zrozumienie wzajemnych oddziaływań pomiędzy elastyczną wykładziną, a relatywnie sztywną rurą odnawianego rurociągu w aspekcie **przenoszenia naprężeń obwodowych pochodzących od ciśnienia wewnętrznego**.

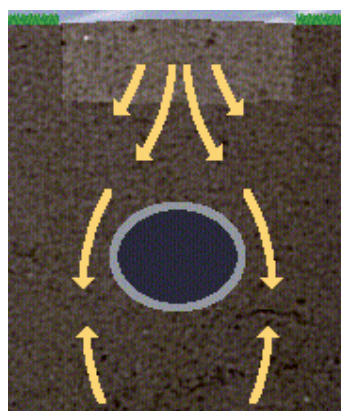
W aplikacjach grawitacyjnych głównym kryterium projektowym jest określenie zdolności wykładziny do samodzielnego przenoszenia obciążeń zewnętrznych, czyli wymaganej **sztywności** rury.



W związku z tym, rury wykorzystywane do renowacji rurociągów grawitacyjnych muszą być projektowane jako wykładziny posiadające odpowiednią sztywność obwodową tak, aby samodzielnie przenieść wszystkie obciążenia zewnętrzne, których działaniu mogą być poddane.

Po zainstalowaniu wykładzina nie wymaga w zasadzie wsparcia ze strony istniejącego rurociągu, stając się nowym w pełni funkcjonalnym rurociągiem.

Rury tworzywowe instalowane w wykopie otwartym wchodzi w interakcję z otaczającym gruntem, zwłaszcza w przypadku aplikacji bezciśnieniowych. Elastyczność materiału rur plastikowych i ich relatywnie niska (w porównaniu z otaczającym gruntem) sztywność powoduje, że rury ulegają odkształceniom akomodując siły działające w otaczającym je gruncie.



Rysunek 4 Obciążenia zewnętrzne działające na rury plastikowe w gruncie

Zakres odkształceń zależy od wielu czynników, takich jak: rodzaj gruntu, grubość warstwy ziemi przykrywającej rurociąg, poziom wody gruntowej, sztywność rur, obciążenia od ruchu kołowego, itp. Istnieje wiele publikacji opisujących zachowanie się rur plastikowych instalowanych w gruncie (5, 13, 22). Jednakże problem funkcjonalności strukturalnej i związane z tym aspekty projektowe dotyczące rur plastikowych stosowanych jako wykładziny stanowi zupełnie odmienne zagadnienie! (4).

Przy projektowaniu wykładzin nie można odwoływać się wprost do kalkulacji projektowych odnoszących się do rur instalowanych w wykopie otwartym. Obciążenia jakim poddawana jest rura umieszczona we wnętrzu starego rurociągu są inne od tych jakie oddziałują na rurę układaną w gruncie metodą tradycyjną.

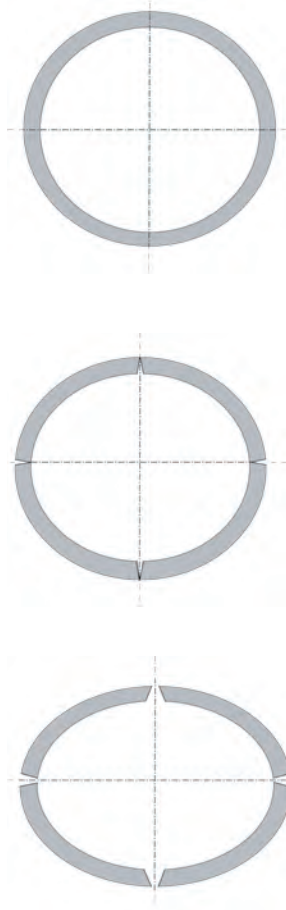
Wyróżnia się dwa główne rodzaje obciążeń działających na wykładzinę:

- obciążenia związane z kondycją strukturalną starego rurociągu (włączając w to lokalne uszkodzenia)
- obciążenia zewnętrzne

Kondycja strukturalna starego rurociągu

Rurociąg przeznaczony do renowacji może być rurociągiem w pełni konstrukcyjnie nośnym, jego konstrukcja może też być całkowicie zniszczona.

Niemiecka specyfikacja techniczna ATV-M127.2 (10, 21) opisuje trzy możliwe rodzaje kondycji strukturalnej istniejącego rurociągu:



Kondycja strukturalna starego rurociągu I
Rurociąg w pełni konstrukcyjnie nośny

- nieuszczelnność
- brak pęknięć

Kondycja strukturalna starego rurociągu II
Rurociąg otoczony stabilnym skonsolidowanym gruntem

- pęknięcia wzdłużne
- niewielkie odkształcenia
- dobra nośność otaczającego gruntu

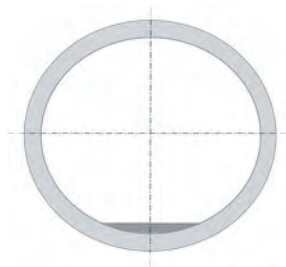
Kondycja strukturalna starego rurociągu III
Układ rura-grunt niestabilny

- wyraźne odkształcenia i pęknięcia
- dynamiczne obciążenia od gruntu i ruchu kołowego

Rysunek 5 a,b,c - Kondycja istniejącego rurociągu

Wszelkie uszkodzenia występujące lokalnie w starym rurociągu są również ważne z punktu widzenia analizy jego stanu.

Niemieckie wytyczne projektowe ATV-M127.2 (10, 18) opisują też rodzaje lokalnych uszkodzeń, które powinny być uwzględniane podczas projektowania wykładzin. Poszczególne rodzaje uszkodzeń są związane z rodzajami stanów strukturalnych starego rurociągu wyszczególnionymi powyżej.



- Kondycja strukturalna starego rurociągu I należy rozpatrywać tylko lokalnie występujące uszkodzenia (przemieszczenia rur, sedimentacje), obejmujące przynajmniej 2% średnicy rury.

Rysunek 6 Przykład lokalnie występującego uszkodzenia

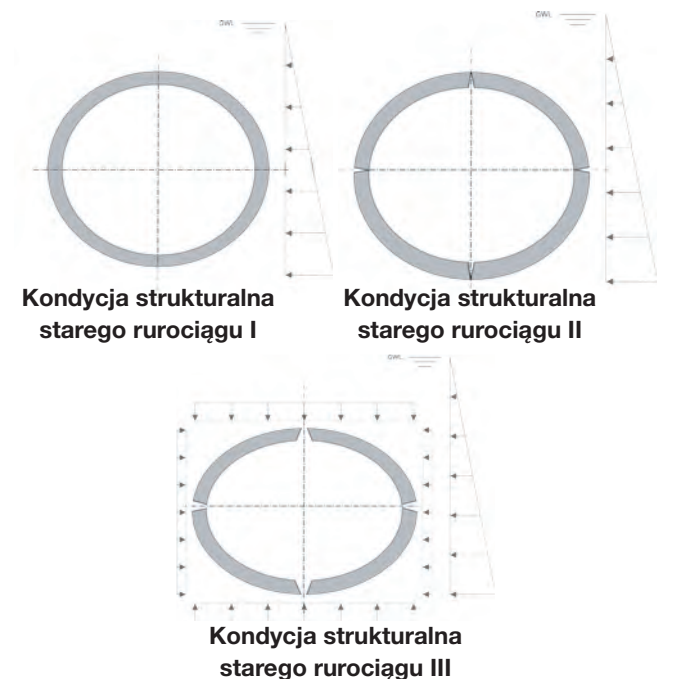
Uwaga: większy zakres uszkodzeń stwierdzony podczas inspekcji telewizyjnej rurociągu należy oczywiście uwzględnić w obliczeniach.

- Kondycja strukturalna starego rurociągu II należy brać pod uwagę uszkodzenia będące następstwem kondycji strukturalnej starego rurociągu, tj. uszkodzenia związane z deformacjami i pęknięciami wzdłużnymi starej rury.
- Kondycja strukturalna starego rurociągu III należy rozpatrywać konsekwencje związane ze znacznymi deformacjami i pęknięciami starej rury.

Obciążenia zewnętrzne działające na stary rurociąg

W przypadku I i II siły oddziałujące na wykładzinę ograniczają się do ciśnienia wywołwanego wysokim poziomem wód gruntowych.

W przypadku warunków III w jakich znajduje się stary rurociąg należy dodatkowo brać pod uwagę obciążenia od gruntu i ruchu kołowego.



Kondycja strukturalna starego rurociągu I **Kondycja strukturalna starego rurociągu II**

Kondycja strukturalna starego rurociągu III

Rysunek 7a, b,c Obciążenia zewnętrzne w różnych stanach kondycyjnych starego rurociągu (ATV-M127.2)

Kolejne rozróżnienie obciążeń zewnętrznych obejmuje więc:

- obciążenia związane z naporem wód gruntowych
 - obciążenia od gruntu i ruchu kołowego
- 1): w przypadku wykładzin luźno pasowanych (wykładzina nie przylega ściśle do wnętrza starej rury, szczeliny obwodowe wypełniane są cementem) należy uwzględnić w obliczeniach obciążenia zewnętrzne pochodzące od wypełnienia szczelin).
- 2): należy brać pod uwagę zmienność warunków gruntowych i zmieniających się obciążeń od ruchu kołowego (np. nasyp drogowy, dodatkowe pasy ruchu).

Obciążenia zewnętrzne działające na wykładzinę

Z wymienionych powyżej rodzajów obciążeń zewnętrznych dla funkcjonowania wykładziny istotne znaczeniem mają:

- napór wód gruntowych 1)
- obciążenia do gruntu i ruchu kołowego 2)



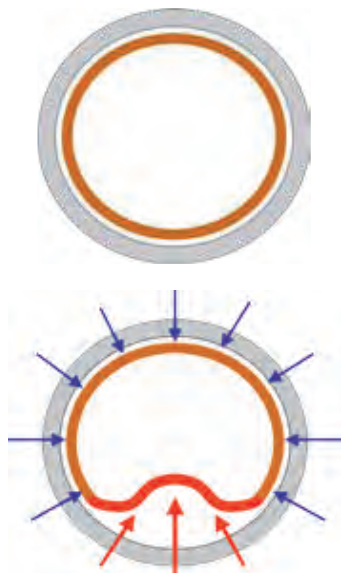
Rysunek 8 Wykładzina we wnętrzu starego rurociągu

Wykładzina zamknięta we wnętrzu starego rurociągu musi wytrzymać obciążenia pochodzące od wody gruntowej otaczającej stary rurociąg. Obciążenie wywołane przez obecność wód gruntowych wzrasta wraz ze wzrostem poziomu wód.

W przypadku wykładzin luźno pasowanych z wypełnieniem cementowym szczelin obwodowych (renowacja rurą ciągłą i spiralnie zwiniętą) zainstalowana wykładzina musi wytrzymać naprężenia powstające podczas wypełniania szczelin cementem. Umieszczenie wykładziny we wnętrzu starego rurociągu zapewnia rurze wykładzinowej wsparcie ze strony istniejącej rury. Oczywiście, im ciasniej pasowana wykładzina tym większe jest wsparcie ze strony starego rurociągu. W przypadku rury Compact Pipe zakładana szczelina obwodowa wynosi zaledwie 1%.

W krytycznym przypadku obciążenia naporem wód gruntowych może jednak dojść do wyboczenia wykładziny.

Obciążenie krytyczne: wyboczenie hydrostatyczne na skutek naporu wód gruntowych



Rysunek 9a, b Wyboczenie wykładziny w następstwie nadmiernego oddziaływania obciążeń zewnętrznych

Wykładzina zdolna do wytrzymania obciążeń związanych z naporem wód gruntowych powinna charakteryzować się odpowiednią minimalną grubością ścianki.

Do obliczeń stateczności rury ułożonej w gruncie wykorzystuje się wzór Tymoszenko (22) (wartość krytyczna naporu zewnętrznego grożąca wyboczeniem rury)

$$P_{kryt} = 24 \cdot E \cdot I / \{ (SDR)^3 \cdot (1 - \nu^2) \}$$

lub po uwzględnieniu współczynnika bezpieczeństwa:

$$P_{kryt} = 2 \cdot E (SDR)^{-3} / \{ c_b (1 - \nu^2) \} \quad (7a)$$

W przypadku rury wykładzinowej otoczonej starym rurociągiem zakres wsparcia ze strony istniejącego rurociągu zależy od

- a. zakresu ścisłego pasowania
- b. stopnia owalizacji rury
- c. obecności lokalnych uszkodzeń

Jeżeli warunki b i c nie występują powyższe równanie 7a można przeformułować uwzględniając efekt ścisłego pasowania:

$$P_{kryt} = K \cdot E (SDR)m / \{ c_b (1 - \nu^2) \}$$

P_{kryt} - wartość krytyczna naporu zewnętrznego grożąca wyboczeniem rury [MPa],

K, m - bezwymiarowe współczynniki zależne od klasy pasowania wykładziny (kpw) we wnętrzu starego rurociągu; $kpw = (\varnothing \text{ wewn. rurociągu} - \varnothing \text{ zewn. wykładziny}) / \varnothing \text{ zewn. wykładziny}$,

E - moduł elastyczności materiału rury – wartość długotrwałą; dla PE 100 należy przyjąć wartość 200 MPa,

SDR - standard dimension ratio (-)

c_b - współczynnik bezpieczeństwa dla wyboczenia; zazwyczaj przyjmuje się wartość 1,5 [-],

ν - współczynnik Poisson'a (dla PE $\nu = 0,48$) [-]

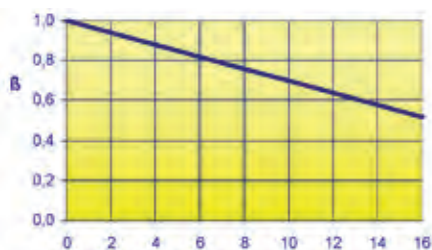
Wartości współczynników K, m podano w tabeli 7.

Klasa pasowania wykładziny (kpw)		
g [%]	K	m
0,0	1,00	-2,20
1,0	5,17	-2,74
1,5	5,23	-2,77
2,0	5,27	-2,80
2,5	5,36	-2,83
3,0	5,42	-2,86
3,5	5,49	-2,88
4,0	5,55	-2,91
4,5	5,62	-2,94
5,0	5,69	-2,97

Tabela 2. Wartości współczynników K oraz m

W przypadku gdy czynnik owalizacji jest istotnym czynnikiem w obliczeniach należy uwzględnić wpływ współczynnika redukcji owalizacji β na P_{kryt} .

Wartości współczynnika redukcji owalizacji w zależności od stopnia owalizacji rury przedstawiono na rysunku 10 (5).



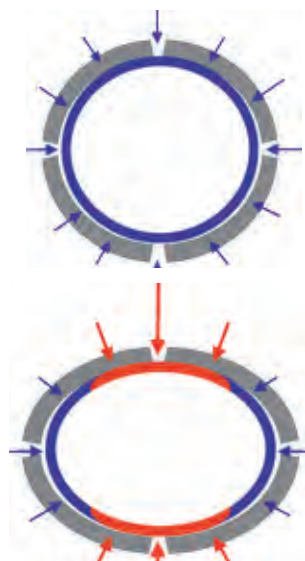
Rysunek 10 Współczynnik redukcji owalizacji β

Napór gruntu i obciążenia od ruchu kołowego

Po zainstalowaniu wykładzina poddawana jest dodatkowo obciążeniom zewnętrznym pochodzącym od naporu gruntu i ruchu kołowego. Obciążenia te mogą prowadzić do odkształceń.

Obciążenie krytyczne: pęknięcie materiału rury.

Rura wykładzinowa musi wytrzymać nadmierne obciążenia, ścianka wykładziny nie może być zbyt cienka.



Rysunek 11 a, b Lokalnie występujące naprężenia związane z nadmiernym odkształceniem rury

Uwaga: W porównaniu z innymi materiałami stosowanymi jako wykładziny rury z PE są bardzo wytrzymałe na obciążenia (5, 22):

PE	5%
PVC	2½%
GRP	½%

Ze względu na wsparcie ze strony istniejącego rurociągu wymagania odnośnie sztywności obwodowej dla rur wykładzinowych są często niższe niż dla rur instalowanych w wykopie.

Zgodnie z zapisami obecnie obowiązującej normy EN 13566-1 (3) sztywność obwodowa rur wykładzinowych poddawanych krótkotrwałym obciążeniom nie powinna być mniejsza niż 1 kPa.

Uwaga: Późniejsza norma ISO 11296-1 zawiera zapis mówiący o tym, że w przypadku rur wykładzinowych lepszym wskaźnikiem wytrzymałości rury na obciążenia zewnętrzne jest sztywność obwodowa rur poddawanych długotrwałym obciążeniom. Sztywność obwodowa w warunkach krótkotrwałych obciążeń jest wskaźnikiem trwałości materiału. Wymagane wartości do-

tyczące sztywności obwodowej mogą być w takim przypadku niższe dla materiałów termoutwardzalnych niż dla materiałów termoplastycznych. Jest to powód dla którego w normie ISO 11296-4 dla rur utwardzanych na miejscu (CIPP) wymagana początkowa wartość sztywności obwodowej została obniżona do 0,25 kN/m² (bardzo niska wartość!) podczas gdy norma ISO 11296-3 podaje dla wykładzin ciasno-pasowanych wartość sztywności obwodowej na poziomie 1 kN/m².

Szczegółowe obliczenia należy wykonywać zgodnie z odpowiednią metodą, np. opisaną w niemieckich wytycznych ATV 127 i M 127 (10).

Generalnie jednak, można przyjąć, że głównym kryterium projektowym dla wykładzin rur grawitacyjnych są obciążenia związane z wysokim poziomem wód gruntowych. Obciążenia związane z naporem gruntu i pochodzące od ruchu kołowego mogą wpływać na funkcjonowanie wykładziny tylko w przypadku bardzo złej kondycji starego rurociągu.

Ze względów bezpieczeństwa nie należy dobierać rury o najmniejszej dopuszczalnej grubości ścianki, aby w konsekwencji stwierdzić, że wykładzina nie jest w stanie wytrzymać długotrwałych obciążeń związanych z nadmiernie wysokim poziomem wód gruntowych.

Na etapie formułowania wymagań dotyczących parametrów pracy odnowionego rurociągu wszystkie powyższe aspekty hydrauliczne i konstrukcyjne powinny być rozpatrywane. Kolejnym krokiem przy projektowaniu wykładzin jest sprawdzenie możliwości zastosowania danej techniki renowacyjnej.

2.3 Wstępna selekcja techniki renowacji rurociągu

Po ustaleniu wymagań dotyczących wydajności hydraulicznej i funkcjonalności strukturalnej odnowionego rurociągu należy podjąć decyzję odnośnie wyboru techniki renowacyjnej optymalnej z punktu widzenia rozwiązania problemów pojawiających się w istniejącym rurociągu.

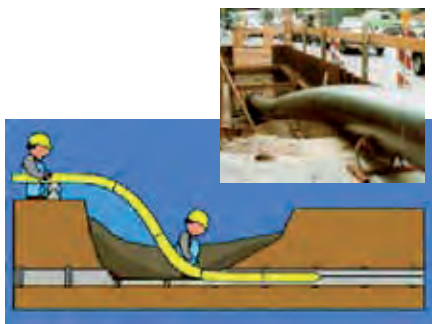
Korzystne jest w tym przypadku rozróżnienie pomiędzy wykładzinami luźno pasowanymi a wykładzinami ciasno pasowanymi. Poszczególne rodziny technik renowacyjnych zostały opisane w normie ISO 11295 (4).

2.3.1 Techniki luźno-pasowane

W warunkach gdzie to jest możliwe wykorzystywane są dwie rodziny technik luźno pasowanych

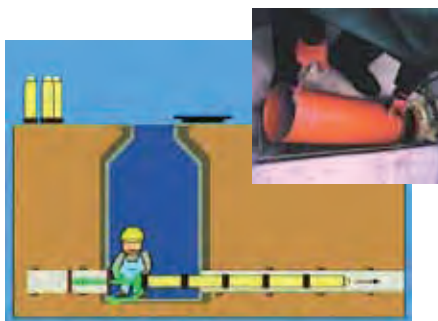
Renowacja rurą ciągłą

Metoda zwana również metodą sliplining-u zyskała na popularności ponad 40 lat temu w zakresie rehabilitacji rurociągów ciśnieniowych. Redukcja średnicy odnowionego rurociągu kompensowana jest wzrostem ciśnienia roboczego. Technika rzadziej stosowana w renowacji rurociągów grawitacyjnych, ze względu na ograniczenia związane z procesem instalacyjnym (konieczność wykonywania dużych wykopów).



Rysunek 12 a, b Renowacja rurą ciągłą

Renowacja za pomocą modułów rurowych



Rysunek 13 a, b Renowacja za pomocą modułów rurowych

Technika pozwalająca na prowadzenie prac w ciągu ulic całkowicie bezywkopowo. Renowacja polega na sukcesywnym dołączaniu kolejnych krótkich odcinków rur we wnętrzu studni kanalizacyjnej. Stosowana w miejscach występowania „ponadwymiarowych” kanałów i dużych studni włazowych.

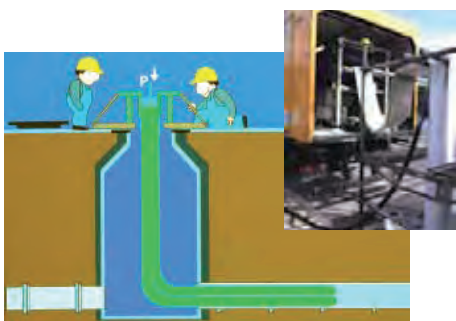
2.3.2 Techniki ciasnopasowane

Ograniczenia związane z redukcją natężenia przepływu w odnowionym rurociągu doprowadziły do opracowania pierwszych technik renowacji rurą ciasno przylegającą do wnętrza starego rurociągu.

Ścisłe pasowanie definiowane jest w międzynarodowych normach jako:

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 (4).

Renowacja rurą utwardzaną na miejscu (CIPP)



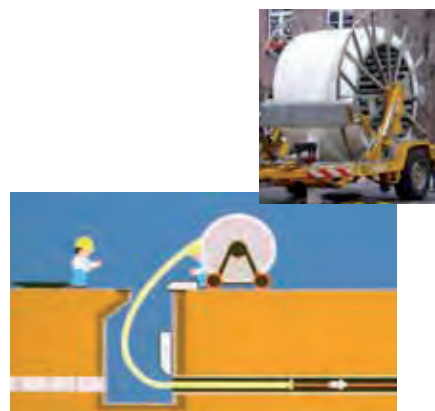
Rysunek 14 a, b Renowacja rurą utwardzaną na miejscu

Renowacja rurą utwardzaną na miejscu polega na wprowadzeniu do wnętrza rurociągu elastycznego przewodu nasączonego żywicą termoutwardzalną, z którego po utwardzeniu powstaje nowa rura. Wykładzina może być wprowadzana do odnawianego rurociągu poprzez wywracanie (inwersję). Inwersja wymuszana jest wodą pod ciśnieniem. Technika wykorzystywana często do renowacji kanałów, szczególnie większych średnic.

Renowacja rura ciasno-pasowaną

Rura ciasno-pasowana jest definiowana w międzynarodowych normach (3, 7) jako:

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



Rysunek 15 a, b Renowacja rura ciasno-pasowaną

Technika stosowana pierwotnie do renowacji rurociągów ciśnieniowych. Rury PE zgrzewano doczołowo tworząc długie odcinki, których przekrój zredukowano na placu budowy, a następnie wciągano do wnętrza odnawianego rurociągu i poddawano rewersji.

W procesie renowacji rur kanalizacyjnych można wykorzystywać istniejące studnie. Rury PE deformowane są fabrycznie, a nie na placu budowy. Rura odzyskuje swój kołowy kształt dzięki „pamięci kształtu” polietylenu podczas procesu parowania pod wpływem wysokiej temperatury. Techniki wykładania wykładziną deformowaną fabrycznie stosuje się głównie do renowacji rur kanalizacyjnych mniejszych i średnich średnicach.

Na tym etapie projektant dokonuje wstępnej selekcji techniki renowacyjnej optymalnej z punktu widzenia problemów pojawiających się w istniejącym rurociągu. Kluczowymi aspektami dla wyboru metody renowacji pozostają oczywiście wymagania dotyczące parametrów hydraulicznych i konstrukcyjnych odnowionego rurociągu. Diagram decyzyjny przedstawiony na rysunku 16 pomaga znaleźć właściwe rozwiązanie.

Biorąc pod uwagę powyższe wymagania projektant powinien rozważyć następujące kwestie:

- jakie mogą być ewentualne negatywne skutki zainstalowania takiej wykładziny?
- jaka jest trwałość użytkowa odnowionego rurociągu?

Po dokonaniu wyboru metody konieczne jest przygotowanie specyfikacji przetargowej i dostarczenie ich firmie wykonawczej. Dokumentacja przetargowa powinna zawierać jasno określony zakres wymagań odnośnie funkcjonowania odnowionego rurociągu.

Przykłady formularzy związanych ze specyfikacją przetargową dla zastosowania techniki ciasno pasowanej przedstawiono w Załączniku nr 1.



Rysunek 16 Diagram decyzyjny może służyć jako pomoc w wyborze najbardziej odpowiedniej metody rehabilitacji rurociągu grawitacyjnego

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.



Rysunek 17 Compact Pipe



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 umieszczanych 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).

Rury Compact Pipe do aplikacji ciśnieniowych są zazwyczaj produkowane z polietylenu klasy PE100, którego MRS jest nie mniejszy niż 10 N/mm². Rury Compact Pipe do aplikacji grawitacyjnych, w których ważniejsza jest sztywność obwodowa niż wytrzymałość na ciśnienie wewnętrzne mogą być produkowane również z polietylenu klasy PE80.

3.3 Asortyment i charakterystyka parametrów rury

Średnice Compact Pipe po zainstalowaniu są następujące:

Średnice fabryczne DN Średnica nominalna	Materiał	SDR	Kolor	Zastosowanie	Średnice nominalne		Zakres średnic wykładziny (zależy od średnicy starego rurociągu)	Standardowa długość rury w bębnie**
					Średnica zewn.	Min. grubość ścianki*		
100	PE 100	17	niebieski	woda	100	5,9	97-102	600
	PE 100	17,6	pomarańczowy	gaz	100	5,7	97-102	600
125	PE 100	17	niebieski	woda	125	7,4	121-127	600
150	PE 100	17	niebieski	woda	150	8,8	145-152	600
	PE100	26	niebieski	woda	150	5,8	145-152	600
	PE 100	17,6	pomarańczowy	gaz	150	8,5	145-152	600
	PE 80	17,6	biały	kanalizacja	150	8,5	145-155	600
	PE 80	26	biały	kanalizacja	150	5,8	145-155	600
175	PE 100	17	niebieski	woda	175	10,3	170-179	600
200	PE 100	17	niebieski	woda	200	11,8	194-204	400
	PE 100	26	niebieski	woda	200	7,7	194-204	440
	PE 100	17,6	pomarańczowy	gaz	200	11,4	194-204	400
	PE 80	17,6	biały	kanalizacja	200	11,4	194-208	400
	PE 80	26	biały	kanalizacja	200	7,7	194-208	440
	PE 80	32	biały	kanalizacja	200	6,3	194-208	440
225	PE 100	17	niebieski	woda	225	13,2	194-204	330
	PE 100	17,6	pomarańczowy	gaz	225	12,8	194-204	330
	PE 80	17,6	biały	kanalizacja	225	12,8	194-208	400
	PE 80	26	biały	kanalizacja	225	8,7	194-208	440
	PE 80	32	biały	kanalizacja	225	7,0	194-208	440
250	PE 100	17	niebieski	woda	250	14,7	241-253	330
	PE 100	26	niebieski	woda	250	9,6	241-253	370
	PE 100	17,6	pomarańczowy	gaz	250	14,2	241-253	330
	PE 80	17,6	biały	kanalizacja	250	14,2	241-258	330
	PE 80	26	biały	kanalizacja	250	9,6	241-258	370
	PE 80	32	biały	kanalizacja	250	7,8	241-258	370
280	PE 100	17	niebieski	woda	280	16,5	280-294	250
300	PE 100	17	niebieski	woda	300	17,6	289-303	190
	PE 100	26	niebieski	woda	300	11,5	289-303	210
	PE 100	17,6	pomarańczowy	gaz	300	17,0	289-303	190
	PE 80	17,6	biały	kanalizacja	300	17,0	289-309	190
	PE 80	26	biały	kanalizacja	300	11,5	289-309	210
	PE 80	32	biały	kanalizacja	300	9,4	289-309	210
350	PE 100	17	niebieski	woda	350	20,6	340-357	150
	PE 100	26	niebieski	woda	350	13,5	340-357	160
	PE 100	17,6	pomarańczowy	gaz	350	19,9	340-357	150
	PE 80	17,6	biały	kanalizacja	350	19,9	340-364	150
	PE 80	26	biały	kanalizacja	350	13,5	341-364	160
	PE 80	32	biały	kanalizacja	350	10,9	340-364	160
400	PE 100	17	niebieski	woda	400	23,5	385-404	93
	PE 100	26	niebieski	woda	400	15,4	385-404	135
	PE 100	17,6	pomarańczowy	gaz	400	22,7	385-404	93
	PE 80	17,6	biały	kanalizacja	400	22,7	385-412	93
	PE 80	26	biały	kanalizacja	400	15,4	385-412	135
	PE 80	32	biały	kanalizacja	400	12,5	385-412	135
450	PE 100	26	nieb., pom.	woda	450	17,3	436-458	100
	PE 100	26	pomarańczowy	gaz	450	17,3	436-458	100
	PE 80	26	biały	kanalizacja	450	17,3	436-467	100
	PE 80	32	biały	kanalizacja	450	14,1	436-467	100
500	PE 100	26	nieb., pom.	woda	500	19,2	485-509	100
	PE 100	26	pomarańczowy	gaz	500	19,2	485-509	100
	PE 80	26	biały	kanalizacja	500	19,2	485-509	100
	PE 80	32	biały	kanalizacja	500	15,6	485-509	100

Tabela 3 Zakres średnic CP w fazie produkcji i po zainstalowaniu

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.

Uwaga 2. Inne średnice dostępne na zamówienie

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

$$SDR = d_n / e_n$$

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 17,6
200	7.7	11.4
400	15.4	22.8

Tabela 4 Przykłady wpływu różnych wartości SDR na grubości ścianek przy tej samej średnic

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 jest szczególnie interesującą metodą w trudnych warunkach instalacyjnych takich jak centra miast.

Uwaga: Wskazówki dotyczące projektowania i stosowania Compact Pipe w aplikacjach ciśnieniowych znajdują się w stosownej Instrukcji Projektowej (11).

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.

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.

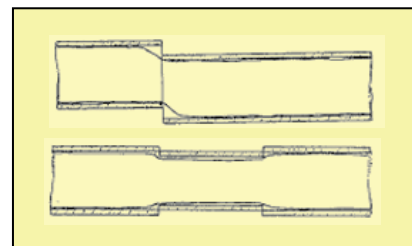
SDR	Szytywność SN (kN/m ²)	
	w krótkim okresie czasu	w długim okresie czasu
32	>2	>0.5
26	>4	>1
17,6	>16	>4

Tabela 5 Wpływ różnych wartości SDR na sztywność rur

Compact Pipe jest instalowany w ciągłych odcinkach. Poza łączeniami sekcji nie ma łączy. 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.

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.



Rysunek 18 Przesunięcia rurociągu

W miejscach renowacji długich odcinków podczas jednej operacji wciągania zmiany kierunku w odnawianym rurociągu mogą być pokonywane przez Compact Pipe w następujących przypadkach:

Łuki ≤ 22,5° bez ograniczeń

Postępowanie podczas instalacji wykładziny w przypadku łuków o większym kącie zależy od średnicy rur i studni. Niekiedy konieczne jest usunięcie istniejącej studni (dotyczy to np. sytuacji, w których renowacji poddawany jest długi odcinek rurociągu z utrudnionym dostępem lub sytuacji występowania łuków w rurociągu grawitacyjnym pomiędzy studniami dostępowymi).



Rysunek 19 Pokonywanie łuków

3.5 System zapewnienia jakości

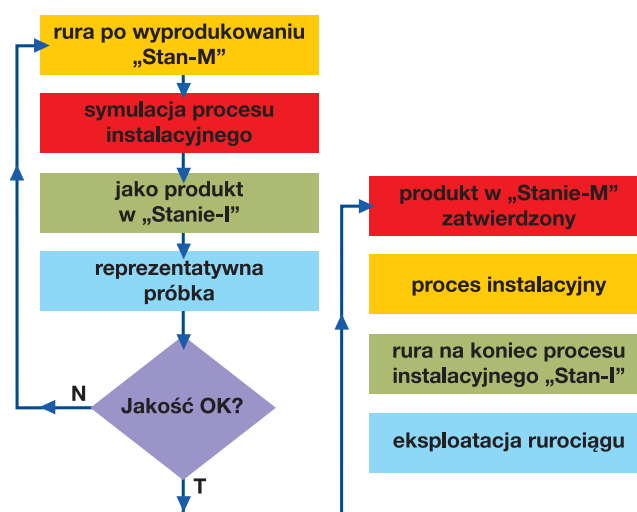
Od ponad 40 lat rury PE są powszechnie stosowane w różnego rodzaju aplikacjach ciśnieniowych jako rozwiązanie bezpieczne i najbardziej odpowiednie.

Wysoką jakość systemu Compact Pipe potwierdzają najnowsze normy międzynarodowe. W przypadku aplikacji ciśnieniowych są to europejskie normy EN 11295, w przypadku aplikacji bezciśnieniowych EN 13566 i ISO 11296 (3, 4, 7, 19).

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, związanych 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.



Rysunek 20 Procedura badania jakości rur Compact Pipe

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.

System zachowania jakości podczas instalacji rury Compact Pipe polega na:

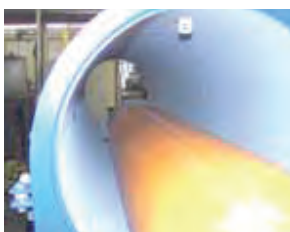
- zastosowaniu odpowiednich produktów
- wykorzystaniu właściwego sprzętu do instalacji dedykowanemu systemowi
- udziałowi w instalacji wyszkolonego personelu
- przestrzeganiu procedur instalacyjnych
- rejestrowaniu parametrów procesu instalacji



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



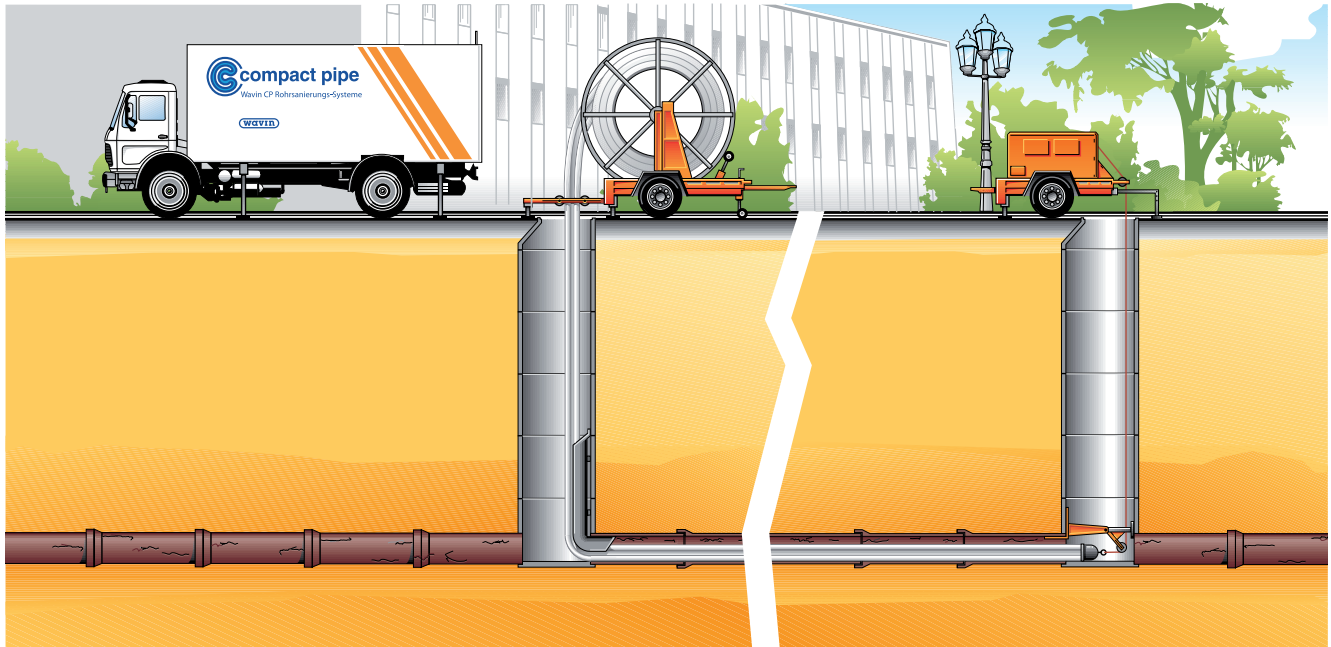
Symulacja procesu instalacyjnego: „Stan-M”->”Stan-I”



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

Rysunek 21 a, b, c, d Przykłady badań próbek rur Compact Pipe

3.6 Instalacja systemu Compact Pipe



Rysunek 22 Schemat instalacji

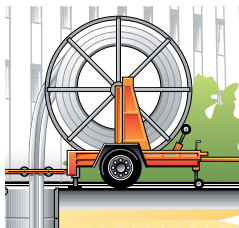
Metoda Compact Pipe jest metodą zaawansowaną technicznie, dla jej stosowania niezbędne są:

- specjalistyczny sprzęt montażowy
- standardowe narzędzia
- odpowiednio przeszkolony personel firmy wykonawczej

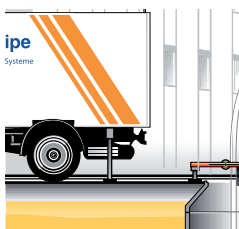
3.6.1 Specjalistyczny sprzęt

Wymagane jest stosowanie następującego specjalistycznego sprzętu montażowego:

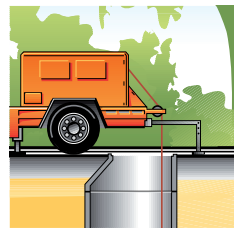
- wózek bębnowy
- jednostka centralna ze zintegrowanym system sterowania i rejestracji danych



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 studni wejściowej. Zalecane jest również stosowanie wózka bębnowego do transportu bębnow na placu budowy.



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.



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

Dodatkowo przy instalacji Compact Pipe wymagane są specjalistyczne narzędzia i urządzenia takie jak kompresor i sprzęt CCTV.

3.6.2 Instalacja rury

Przy renowacji sieci kanalizacyjnych metodą Compact Pipe rury wciągane są do wnętrza kanałów poprzez istniejące studnie kanalizacyjne. Nie można jednak wykluczyć sytuacji, kiedy konieczne będzie wykonanie małego wykopu technologicznego. Wymagana powierzchnia robocza takiego wykopu jest stosunkowo mała i w związku z tym zakłócenia w ruchu kołowym są niewielkie.

Plac budowy powinien być przygotowany w taki sposób, aby studnia/wykop startowy umiejscowiony był w najwyższym punkcie odnawianego odcinka rurociągu.

System Compact Pipe nie stawia wysokich wymagań wobec odnawianego rurociągu. Zanieczyszczone rurociągi mogą być czyszczone metodą hydrodynamiczną, osady i inkrustacje mogą być usuwane przy pomocy skrobaków i czyszczaków lub skrobaków łańcuchowych. W niektórych przypadkach (np. wpuszczona do wnętrza kanału rura przykanalika) konieczne może być użycie robota z końcówką frezującą. Następnie jeden długi odcinek wykładziny o przekroju przypominającym literę C wciągany jest do wnętrza odnawianego rurociągu. Możliwe jest instalowanie w pojedynczym procesie technologicznym odcinka o długości dochodzącej nawet do 600 m.

Wavin Compact Pipe

Instrukcja projektowa do rehabilitacji rurociągów bezciśnieniowych

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:

- Przygotowanie studni / wykonanie wykopu
- Czyszczenie
- Inspekcja TV
- Sprawdzenie minimalnej średnicy rurociągu za pomocą sprawdzianu wymiarowego
- Wciąganie rury
- Parowanie
- Ekspansja
- Chłodzenie
- Łączenie końców rur
- Inspekcja
- Odbudowa kinety studni
- Ponowne włączenie przykanalików lub przyłączy domowych

Ad a) Przygotowanie studni/wykonanie wykopu

Przy renowacji rurociągów grawitacyjnych wykorzystuje się jako studnie dostępne studnie inspekcyjne/włazowe o średnicy 1000mm. W przypadku rurociągów o średnicy nominalnej ≤ 200 mm minimalna średnica studni kanalizacyjnej wynosi 800mm.

Uwaga: W przypadku dwóch największych średnic rur CP tj. DN450 i DN500 należy uwzględnić konieczność zdjęcia płyty wierzchniej studni.

Jeżeli zachodzi konieczność wykonania wykopów, to ich długość zależy będzie w zasadzie od wielkości przestrzeni potrzebnej do późniejszego włączenia rury Compact Pipe do istniejącej sieci chyba, że jest to wykop technologiczny (wykop pośredni). Jego rozmiary powinny być takie aby możliwe było wykonanie zaplanowanych prac.

Ad b) Czyszczenie

Istniejący rurociąg należy oczyścić w celu uzyskania optymalnych właściwości przepływu.

Czyszczenie rurociągów najczęściej odbywa się przy użyciu metody hydrodynamicznej.

Ad c) Inspekcja TV

Jakość wykonanych prac instalacyjnych sprawdzana jest za pomocą kamery przemysłowej CCTV.

Lokalizowane są miejsca późniejszych włączeń przykanalików i większych przesunięć połączeń rurociągu.

Ad d) Sprawdzenie minimalnej średnicy rurociągu za pomocą sprawdzianu wymiarowego

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



Rysunek 23 Umiejscowienie bębna nad studnią

Ad e) Wciąganie rury

wózek bębnowy z rurą nawiniętą na bęben ustawiany jest i zabezpieczany przy studni startowej. Wciągarka ustawiana jest nad studnią końcową. Maksymalne wartości siły ciągu nie powinny być przekraczane. Ze względu na system zapewnienia jakości siła ciągu winna być rejestrowana automatycznie.

Ad f) Parowanie

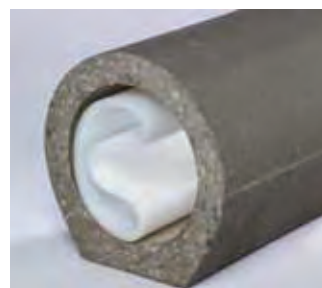
w celu nagrzania rury Compact Pipe do wnętrza rury dostarczana jest nasycona para wodna. Temperatura pary wodnej wynosi 125°C. Pod wpływem nagrzewania rura Compact Pipe, która „pamięta” swój pierwotny, okrągły kształt, powraca do niego (efekt „pamięci kształtu”).

Podczas nagrzewania odległy koniec rury pozostaje otwarty w celu zapewnienia właściwego przepływu pary wodnej we wnętrzu rury.

Po odpowiednim podgrzaniu rury para wodna jest zastępowana sprężonym powietrzem.

Ad g) Ekspansja

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.



Rysunek 24 Rura Compact Pipe przed i po rewersji

Ad h) Chłodzenie

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 i) Łączenie końców rur

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.

Etapy włączenia odnowionego odcinka do sieci i ponownego włączania przyłączy są omówione w następnym rozdziale niniejszego opracowania.

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, za pomocą kształtek kielichowych, ekstruzyjne 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.

Uwaga: licencjonowany instalator powinien zostać dokładnie przeszkolony w zakresie technik łączenia rur Compact Pipe.

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.

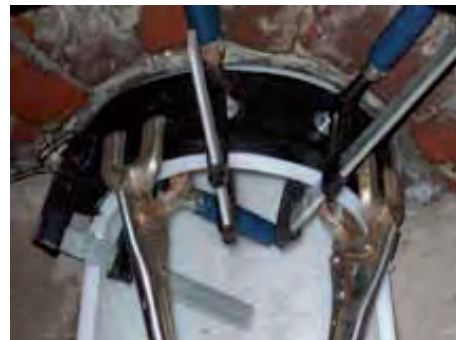
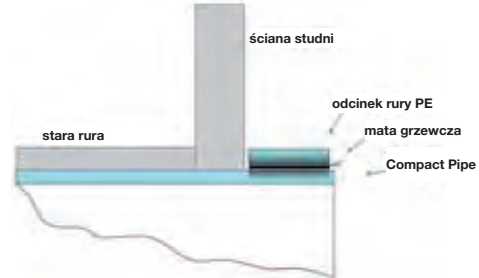
Oprócz technik wymienionych powyżej w aplikacjach bezciśnieniowych stosuje się inne metody łączenia rur (np. za pomocą śrub, kołków, wypełnienia cementowego).

3.7.1 Wykonywanie punktów stałych w studniach pośrednich

Technologia renowacji przewodów grawitacyjnych metodą Compact Pipe przewiduje konieczność wykonywania punktów stałych na obu końcach instalowanego odcinka wykładziny oraz w studniach pośrednich czyli tych, przez które przechodzi wykładzina.

Wykonanie punktu stałego polega na dogrzeniu do górnej zewnętrznej powierzchni rury Compact Pipe odpowiedniego odcinka pierścienia rury PE. Element ten powinien mieć grubość

co najmniej 20mm i być przygrzany do rury Compact Pipe na co najmniej połowie jej obwodu. Firma Wavin oferuje specjalne maty grzewcze pozwalające na wykonanie połączenia techniką elektrooporową. Zgrzewanie należy przeprowadzać stosownie do odpowiednich instrukcji.



Rysunek 25 a, b, c Wykonywanie punktów stałych na rurze Compact Pipe w studni pośredniej

Po wykonaniu renowacji metodą Compact Pipe w kinecie studni powstaje stopień o wysokości odpowiadającej grubości ścianki rury Compact Pipe. Aby zapobiec niepożądanemu osadzeniu się zanieczyszczeń należy przeprowadzić prace adaptacyjne. W tym celu na dnie kinety należy umieścić odpowiednią łupinę przygotowaną z połówki rury PE i przytwierdzić ją do dna studni przy pomocy kołków ustalających. Szczeliny pomiędzy łupiną a rurą Compact Pipe należy zaspawać ekstruderem (zgrzewanie ekstruzyjne).

Kineta może być na nowo wyprofilowana także przy użyciu specjalnej zaprawy cementowej.

W przypadku występowania wysokiego poziomu wód gruntowych, kiedy potrzebne są szczelne połączenia pomiędzy rurą Compact Pipe a ścianami studni, w miejscach tych, przed rozpoczęciem procesu rewersji należy zamontować dodatkowe uszczelnienia (np. z gumy „puchnącej” pod wpływem wody).

W studniach pośrednich (studnia pomiędzy dwoma odcinkami wykładziny wciąganyymi w jednej operacji) punkty stałe insta-

lowane są na wykładzinie Compact Pipe, na każdym wlocie i wylocie studni. Przy pomocy wkrętów z kołkami rozporowymi przytwierdzić rurę Compact Pipe do kinety w górnej jej części (tuż poniżej płyty spocznika). Dodatkowo, spocznik można wyłożyć płytami polietylenowymi, które po pospawaniu ekstruzyjnym z rurą Compact Pipe zapewnią całkowitą szczelność dna studzienki.



Rysunek 26 Studnia pośrednia z wyciętym oknem

Jeżeli rura Compact Pipe przebiega przez jedną lub więcej studni pośrednich, to wykorzystując studnie inspekcyjne mniejszych średnic renowacji można poddać również te studnie.

Dno studni (kinetę) należy rozkuć. Przed rozpoczęciem procesu rewर्सji rury Compact Pipe na dnie studni należy ustawić i unieruchomić w pozycji docelowej nową studzienkę inspekcyjną z PE. Po zakończeniu procesu rewर्सji rura Compact Pipe jest ciasno osadzona także we wnętrzu studzienki inspekcyjnej, a szczelność połączenia zapewniają uszczelki fabrycznie osadzone w kielichach kinety studzienki. W rurze Compact Pipe należy wyciąć okno dostępu odpowiadające kształtowi studzienki inspekcyjnej. Okno wycinane jest w rurze Compact Pipe wewnątrz studzienki PE. Przestrzeń pomiędzy starą studnią i studzienką polietylenową należy wypełnić piaskiem lub chudym betonem.

3.7.2 Odtwarzanie bezpośrednich włączeń przykanalików do kanału

Istniejące przykanaliki lub wpusty deszczowe podłączone bezpośrednio do kanału (między studzienkami kanalizacyjnymi) mogą być ponownie włączone do odnowionego rurociągu:

- z zewnątrz (metodą punktowego wykopu otwartego)
- od wewnątrz przy pomocy zdalnie sterowanego robota.

Metoda punktowego wykopu otwartego

Zalecane jest użycie kształtki elektrooporowej, trójnika siedłowego zgrzewanego od góry.

W obrębie połączenia kolektora z przykanalikiem należy wykonać wykop punktowy. W rurze starego kolektora wyciąć odpowiednio duże okno (wysokość połowy średnicy rury) lub usunąć cały fragment rury. Po przygrzaniu trójnika do wykładziny można utworzyć w rurze otwór wlotowy przykanalika.

Do wykonywania połączeń przykanalików w wykopie otwartym wykorzystuje się kielichowe kształtki elektrooporowe (umożliwiają podłączenie do odcinka rury PE lub do kształtki PE) lub z uszczelką gumową do bezpośrednich połączeń np. z przykanalikiem z PVC.



Rysunek 27 a, b Kształtka przyłączeniowa (siedłowa) zgrzewana od góry

Włączanie przykanalików metodą bezwykopową

Zastosowanie tej procedury wymaga określenia położenia przykanalika przed rozpoczęciem renowacji. Po odcięciu końcówki rury Compact Pipe w studzience kanalizacyjnej, w miejscu położenia przykanalika wycinany jest niewielki otwór za pomocą zdalnie sterowanego robota wyposażonego w końcówkę frezującą co zapobiega spiętrzeniu się ścieków w przykanaliku.

Dalsze prace można kontynuować najwcześniej dopiero następnego dnia. Po całkowitym otwarciu światła przykanalika przy pomocy robota do wnętrza wyfrezowanego otworu wkładana jest kształtka kapeluszowa z PE której „rondo” mocowane jest metodą elektrooporową do rury Compact Pipe.



Rysunek 28 a, b Otwarcie światła przykanalika, kształtka kapeluszowa przygotowana do zainstalowania

Szczelność połączenia zapewnia gumowa uszczelka osadzona w rondzie kształtki. Dolaminowany do kształtki kapeluszowej rękaw nasączony żywicą jest wpychany w głąb przykanalika i dociskany do jego powierzchni wewnętrznej gumowym balonem napelnianym sprężonym powietrzem. Podczas procesu trwającego 30 minut rękaw jest utwardzany.

4. Aspekty projektowe

4.1 Aspekty hydrauliczne

Z punktu widzenia zasad hydrauliki rura Compact Pipe może być porównywana ze standardową rurą PE o doskonałej charakterystyce przepływu (gładze ścianki wewnętrzne). Do obliczania charakterystyki przepływu wykorzystuje się wzory zaprezentowane w rozdziale 2.2.1.

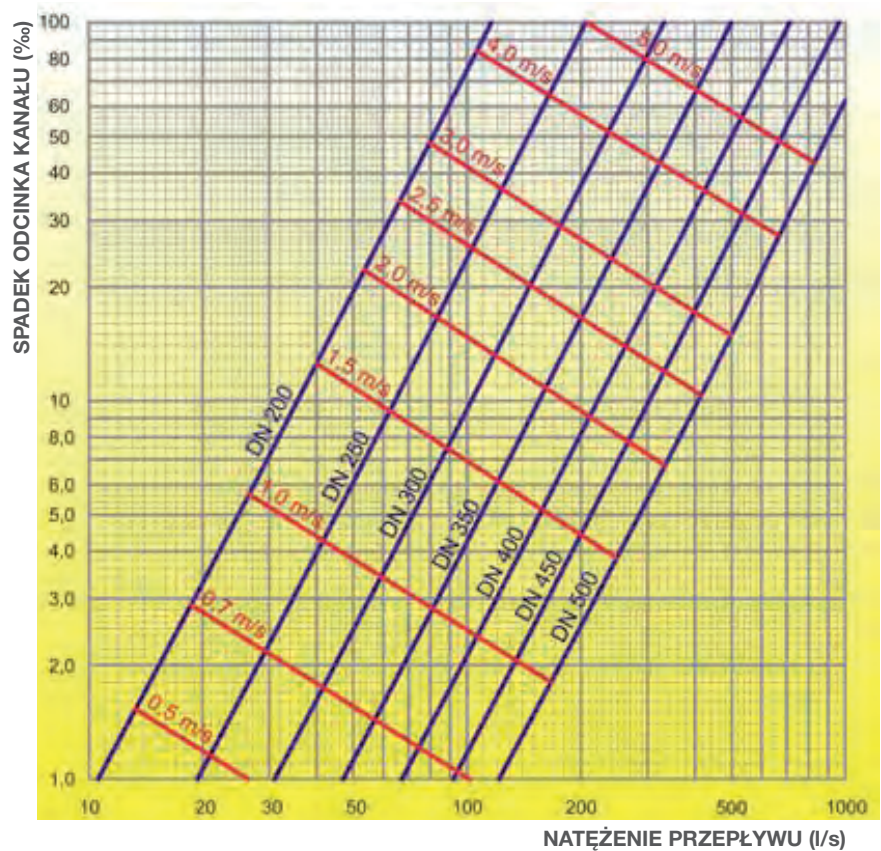
Wartość natężenia przepływu oraz prędkość przepływu przy odpowiednim spadku kanału dla całkowicie napełnionych rur Compact Pipe można odczytać z odpowiednich nomogramów (patrz rysunki 29, 30, 31 prezentujące nomogramy dla najczęściej stosowanych średnic rur Compact Pipe).

Ze względu na brak połączeń na całej długości odcinka rury Compact Pipe oraz „wygładzenie” wszelkich nieciągłości i uskoków przyjęta wartość współczynnika chropowatości k_b wynosi 0,15mm. Przyjęto wartość współczynnika chropowatości $k = 0,15\text{mm}$ ze względu na brak połączeń na całej długości odcinka rury Compact Pipe oraz „wygładzenie” wszelkich nieciągłości i uskoków.

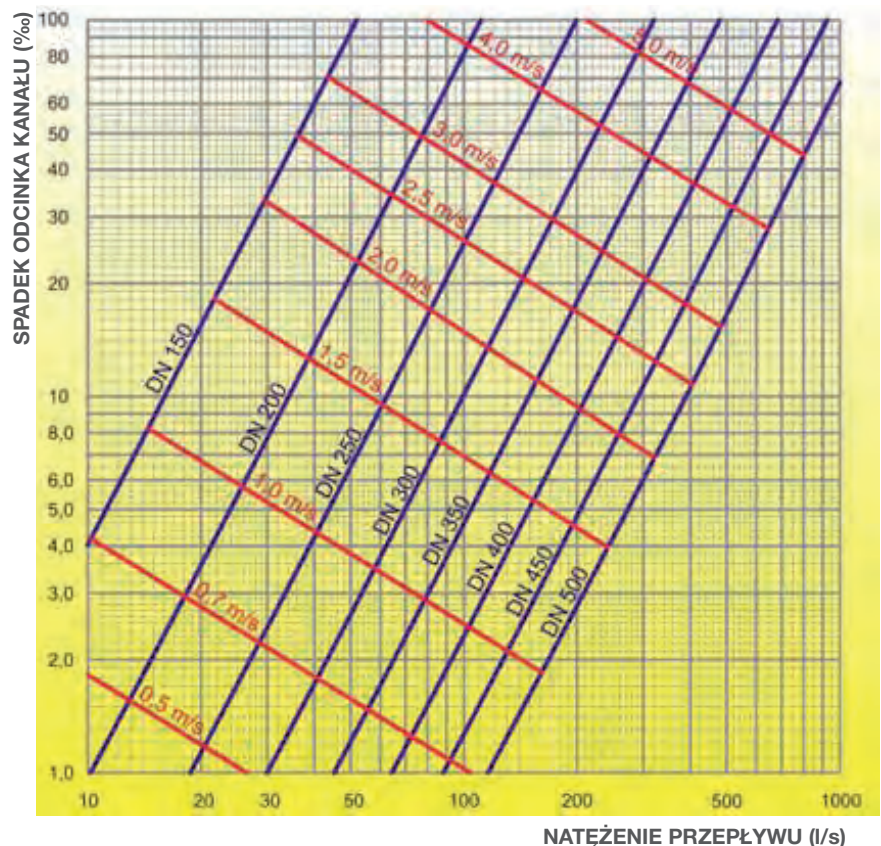
Linie na nomogramie oznaczone są średnicami nominalnymi, ale odpowiadają wynikom obliczeń dla ich średnic wewnętrznych. Dzięki temu możliwe jest **bezpośrednie odczytanie parametrów przepływu** bezpośrednio z wykresu bez konieczności interpolowania wartości.

Przyjęta do obliczeń średnica rury Compact Pipe uwzględnia skurcz wykładziny na poziomie 2% w stosunku do średnicy nominalnej starego kanału. Jest to bardzo bezpieczne założenie, ponieważ luz pomiędzy Compact Pipe i odnawianą rurą wynosi zwykle nie więcej niż 1%.

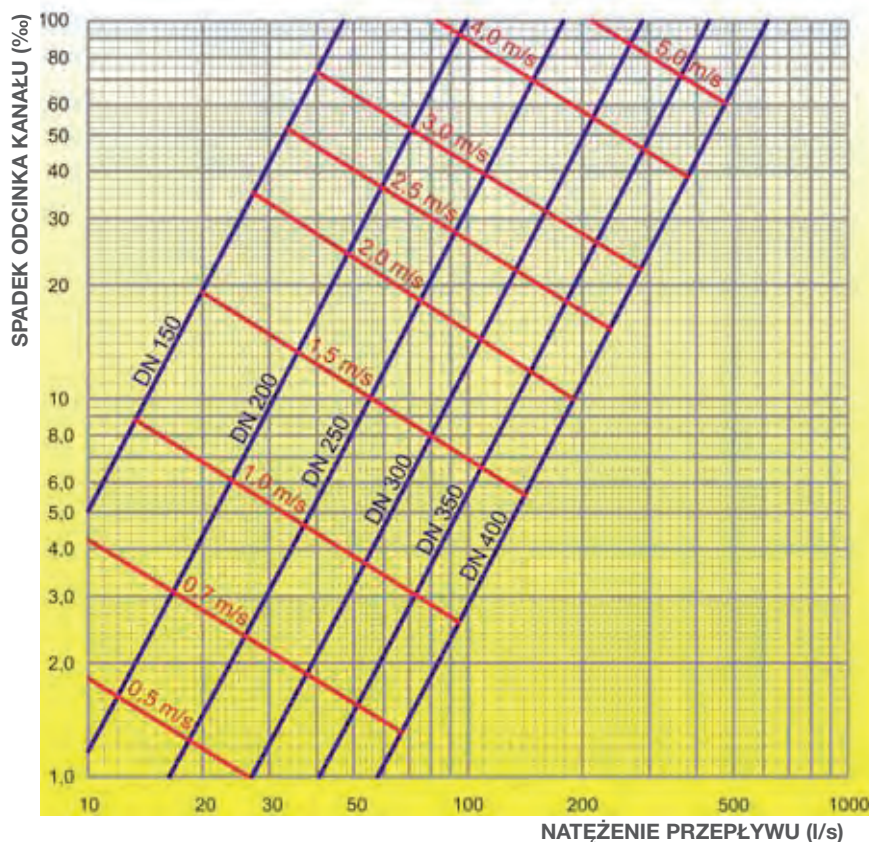
Z Rysunku 32 można odczytać wartość względną prędkości przepływu dla **częściowo napełnionego kanału** (na podstawie krzywej względnego natężenia przepływu Q_p/Q). Na podstawie tych wartości można wnioskować o zdolności odnowionego kanału do samooczyszczania się.



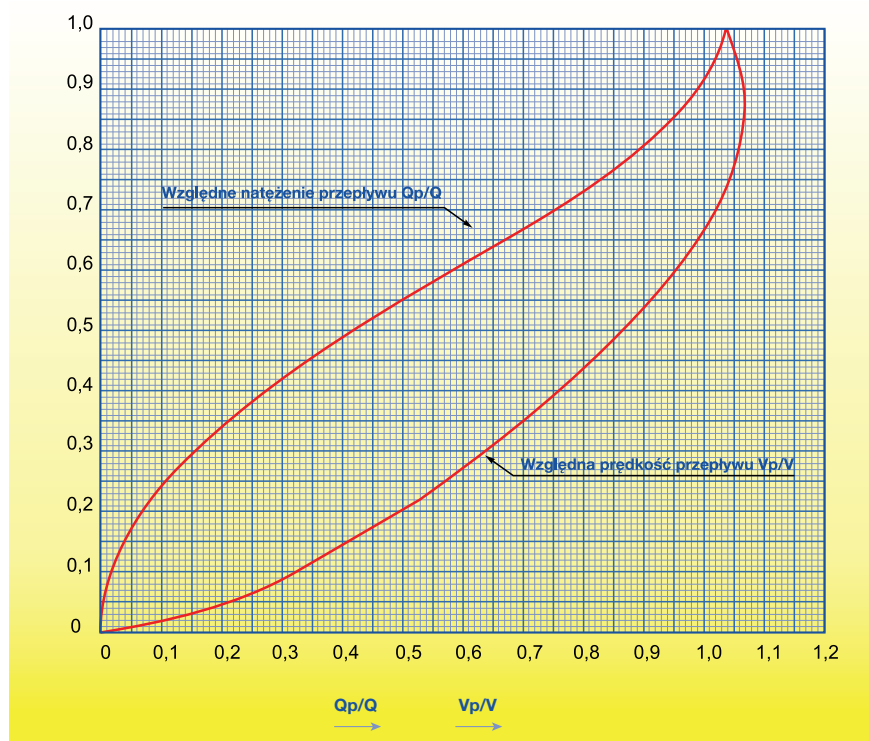
Rysunek 29 Nomogram dla rury Compact Pipe SDR 32 (k_b 0.15mm, luz 2%)



Rysunek 30 Nomogram dla rury Compact Pipe SDR 26 (k_b 0.15mm, luz 2%)



Rysunek 31 Nomogram dla rury Compact Pipe SDR 17.6 (k_b 0.15mm, luz 2%)



Rysunek 32 Krzywe dla częściowo wypełnionego kanału o przekroju kołowym wg. wzoru Bettinga, gdzie: Q_p/Q = względne natężenie przepływu i v_p/v = względna prędkość przepływu (wartość względnej wartości przepływu dla częściowo napełnionego kanału)

Przykład obliczeń

Renowacji rurą Compact Pipe SDR26 ma być poddany kanał DN 250. Średni spadek analizowanego odcinka kanału wynosi 7‰, natężenie przepływu 21 l/s.

Dla powyższych danych charakterystyka kanału po jego renowacji będzie przedstawiała się następująco (odczyty z nomogramu na Rysunku 30):

$$Q = 52 \text{ l/s}$$

$$v = 1.3 \text{ m/s}$$

Przy założonym natężeniu przepływu $Q_p = 21 \text{ l/s}$ z Rysunku 32 można odczytać względne natężenie przepływu $Q_p/Q = 0.49$, współczynnik napełnienia kanału wynosi $f = 0.49$, a współczynnik prędkości przepływu $v_p/v = 0.85$, co daje prędkość przepływu przy częściowym napełnieniu kanału $v_p = 0.85 \times 1.3 \text{ m/s} \approx 1.1 \text{ m/s}$. Otrzymaną wartość przepływu dla częściowo napełnionego kanału można wykorzystać do sprawdzenia zdolności kanału do samooczyszczania się.

Ciasne osadzenie wykładziny Compact Pipe we wnętrzu istniejącego rurociągu tylko w niewielkim stopniu zmniejsza jego przekrój poprzeczny. W przypadku przewodów gravitacyjnych zmniejszenie przekroju poprzecznego jest kompensowane częściowo zmniejszeniem współczynnika chropowatości i „wygładzeniem” dna kanału. Duża odporność chemiczna polietylenu i mniejsza chropowatość sprawiają, że ścieki płyną z większą energią i jest mniejsze prawdopodobieństwo odkładania się osadów.

W przypadku kanałów odnowionych metodą Compact Pipe można też oczekiwać efektów w postaci niższych kosztów eksploatacyjnych przez kolejnych 80 – 100 lat.

4.2 Aspekty konstrukcyjne

Pod względem funkcjonalności strukturalnej rura wykładzino-wa Compact Pipe nie może być porównywana z rurą PE zainstalowaną w gruncie.

Jak wspomniano w rozdziale 2.2.2 głównym kryterium projektowym dla rur stosowanych w rehabilitacji rurociągów grawitacyjnych jest ich zdolność do przeniesienia obciążeń zewnętrznych od naporu wód gruntowych.

Wytrzymałość wykładziny na obciążenia krytyczne grożące wy-boczeniem rury obliczana jest ze wzoru:

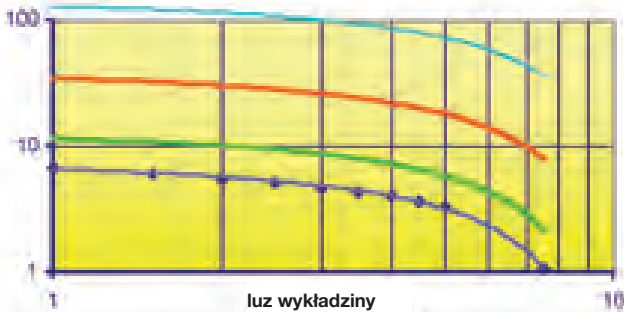
$$P_{crit} = 5.17 \cdot 200 \cdot (SDR)^{-2.74} / \{1.5 (1 - 0.482)\} \quad (7)$$

Przykład

Renowacji rurą Compact Pipe ma być poddany kanał sanitarny DN 300 ułożony na głębokości maks. 5,0 m. Poziom wód gruntowych sięga maks. 2,5 m powyżej osi rurociągu. Maksymalna wartość naporu wód gruntowych wynosi 0,025 MPa. Maksymalną wartość naporu zewnętrznego, jaką rura może bezpiecznie wytrzymać bez wyboczenia (przyjmujemy wartość współczynnika bezpieczeństwa na poziomie 1,5 i zakładamy, że wykładzina będzie wpasowana z 1% luzem) obliczamy wg powyższego wzoru na pokryt:

Jak widać, wykładzina SDR 26 ma w tym przypadku wystarczającą odporność na wyboczenie.

Krytyczne wartości naporu ze strony wód gruntowych mogą być przedstawione graficznie za pomocą wykresu:



Rysunek 33 Krytyczne naprężenia w stosunku do występującego luzu wykładziny dla różnych wartości SDR

W projektowaniu wykładzin w przypadku zmiennych warunków gruntowych i dynamicznych obciążeń od ruchu kołowego, które zostały opisane w rozdziale 2.2.2 w odniesieniu do kondycji strukturalnej III starego rurociągu należy oczywiście brać pod uwagę działanie tych sił wewnętrznych w obliczeniach projektowych.

Obliczenia wymaganej grubości ścianki rury wykładzinowej mogą być wykonane za pomocą różnych metod, np. metody opisanej w niemieckich wytycznych ATV-M127.2 (rozdział 2.2.2). W specyficznych przypadkach projektowych Wavin pomaga w doborze metod obliczeniowych dedykowanych danym projektom. Zastosowana metoda powinna uwzględniać występowanie różnych rodzajów obciążeń, jak np. napór gruntu i obciążenia od ruchu kołowego, napór wód gruntowych, wsparcie zapewniane przez istniejący rurociąg.

Generalnie można stosować następujące zasady praktyczne:

- Kiedy istniejący rurociąg otoczony jest stabilnym, skonsolidowanym gruntem, wysokość przykrycia nie przekracza 5 metrów, a poziom wód gruntowych nie przekracza 3,5 metra powyżej rury (kondycja strukturalna I i II), to optymalnym (> 50 lat) rozwiązaniem jest zastosowanie rury SDR 26.
- W przypadku warunków opisywanych jako „III” konieczne jest zastosowanie wykładziny o grubszej ściance: SDR 17. Ten rodzaj rury charakteryzuje się bardzo dużą sztywnością obwodową więc jest w stanie przenosić duże obciążenia, np. wytrzymać napór wód gruntowych sięgających nawet 10 metrów powyżej osi rury.

Jak podano w Tabeli 5 minimalne wartości sztywności obwodowej dla rur Compact Pipe w krótkim okresie czasu wynoszą:

Dla rur SDR 26 = 4 kN/m²

Dla rur SDR 17.6 = 16 kN/m²

W przypadku przesyłania bardziej zwartych mediów należy przy projektowaniu uwzględnić czynniki związane ze ścieralnością materiału rury. Dla rur Compact Pipe nie jest to jednak istotny parametr projektowy. Badania wykazały, że rury z tworzyw sztucznych, a w szczególności rury z PE, wykazują znacznie lepszą odporność na ścieranie w porównaniu z rurami wykonanymi z materiałów tradycyjnych.

Tabela 6 zawierająca średnie wyniki z wielu różnych badań (22) 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	1.75	10 x
Żeliwo	2.09	12 x
Kamionka	4.31	23 x
Beton	15.90	94 x
Cement	17.28	102 x

Tabela 6 Ścieralność w zależności od materiału rury

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 oraz na terenach zagrożonych trzęsieniami ziemi (wschodnie wybrzeże Japonii).

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 3.6.2).

Nie można jednak całkowicie wykluczyć ewentualności wystąpienia nacisków punktowych, zwłaszcza w warunków kondycyjnych „III” starego rurociągu. Warto podkreślić, że rury PE wykazują znacznie większą odporność na działanie nacisków punktowych niż rury wykonane z innych materiałów. W przypadku rur Compact Pipe, poddawanych ich działaniu wysokich temperatur podczas procesu rewersji odporność ta jest jeszcze większa.

5. Przygotowanie procesu instalacyjnego

5.1 Dostęp do rurociągu poddawanego renowacji

W przypadku renowacji rurociągów grawitacyjnych rura Compact Pipe może być instalowana poprzez istniejące studnie kanalizacyjne. Dzięki temu, w większości przypadków, można uniknąć wykonywania wykopów, a stosowana technologia staje się prawdziwie bezwykopowa.

Studnia/wykop początkowy, o ile to możliwe, powinien być umiejscowiony w najwyższym punkcie odnawianego odcinka rurociągu. W punkcie tym rura jest wciągana, z tego punktu również podawana jest para w późniejszym etapie instalacji.

Studnia/wykop końcowy winien być umiejscowiony w najniższym punkcie odnawianego rurociągu.



Rysunek 34 Ustawienie sprzętu i organizacja powierzchni instalacyjnej

W nielicznych przypadkach może jednak okazać się konieczne zastosowanie wykopów punktowych (np. w sytuacji, w której studnia musi być wymieniona).

Długość wykopów zależy będzie w zasadzie od wielkości przestrzeni potrzebnej do późniejszego włączenia rury Compact Pipe do istniejącej sieci. Przyjmuje się, że długość wykopu dostępowego wynosi 10 x średnica rury.

Standardowo, podczas instalacji na przestrzeń roboczą należy przeznaczyć:

1. Podczas wciągania rury:

- przy studni początkowej, na wózek bębnowy: 5m X 3m
- przy studni końcowej, na wciągarkę: 4m x 2m

2. Podczas rewersji

- przy studni początkowej, na jednostkę centralną: 8m x 3m
- przy studni końcowej, na separator skroplin: 2m x 1m

5.2 Czyszczenie i inspekcja TV istniejącego rurociągu

Zanieczyszczenia i przeszkody występujące w starych przewodach kanalizacyjnych usuwane są zazwyczaj przy użyciu metody czyszczenia hydrodynamicznego (wysokociśnieniowego). Wszystkie elementy wystające do wnętrza rurociągu (np. rury przykanalików) należy usunąć.

Aby upewnić się, że poddawany renowacji rurociąg został odpowiednio wyczyszczony i rura Compact Pipe podczas wciągania nie będzie niszczona, należy przeprowadzić inspekcję telewizyjną rurociągu. Aby określić czy przekrój poprzeczny rurociągu jest dostatecznie duży, należy przez odnawiany odcinek przeciągnąć sprawdzian wymiarowy o średnicy odpowiadającej dolnemu zakresowi ekspansji instalowanej rury Compact Pipe.



Rysunek 35 Metoda czyszczenia hydrodynamicznego

Uwaga: wystające do wnętrza rurociągu włączenia przykanalików, których obecność wykazała

6. Najczęściej zadawane pytania

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

Maksymalna długość odcinków rurociągów grawitacyjnych poddawanych renowacji rurą Compact Pipe zależy od średnicy rurociągu (patrz rozdział 3.3 tabela 3). Dla przykładu maksymalna długość odcinka rurociągu o średnicy DN 300, poddawanego renowacji metodą Compact Pipe wynosi 210m (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 210m DN 300 może trwać 8-9 godzin: 1 godzina na wciąganie, 1-2 godzin na przygotowanie do procesu rewersji 3 godzina na parowanie i 3 godziny na chłodzenie rury.

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
- 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. 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. Szczegóły dotyczące montażu kształtki podano w rozdziale 3.7.2.

7. Literatura

7.1 Normy, wymagania normatywne, przepisy i specyfikacje techniczne

1. EN 752, „Drain and Sewer systems outside buildings”, 2008
2. EN 13508-1, -2, “Conditions of drain and sewer systems outside building –Part1: “General requirements”, Part 2: “Visual inspection coding system”, 2003
3. EN 13566-1, -3 “Plastic piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks – Part 1: General, Part 3: Lining with close fit pipes”, 2002
4. EN ISO 11295, “Techniques for rehabilitation of pipeline systems by the use of plastics pipes and fittings”, 2010
5. CEN/TS 15223, “Plastics piping systems – Validated design parameters of buried thermoplastics piping systems”, 2008
6. ISO/TR 10358, “Plastics pipes and Fittings – Combined chemical resistance classification table”, 1993
7. ISO 11296-1, -3, “Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks – Part 1: General, Part 3: Lining with close-fit pipes”, 2009
8. ATV–A110, “Richtlinien für die hydarulische Dimensionierung und den Leistungsnachweis von Abwasserkanälen und –leitungen”, 1986
9. ATV – A127, “Statische Berechnung von Abwasserkanälen”, 1982
10. ATV – M127-2, “Statische Berechnung zur Sanierung von Abwasserkanälen und –leitungen mit Lining- und Montageverfahren”, 2000
11. Wavin, Wavinorm 302, “Compact Pipe for non-pressure applications” 2004
12. Wavin, “Compact Pipe Design Manual for Pressure pipe applications”, 2007

7.2 Pozostałe publikacje

13. Alferink, F., „Soil-pipe interaction: a next step in understanding and suggestions for improvements for design methods” Plastik Pipes XI, Munich, 2001
14. Alferink, F., “Buried plastics chambers performance” Plastic Pipes XIII, Washington, 2006
15. Elzink, W.J., “Compact Pipe and Neofit – Quality in pipeline rehabilitation”, International Conference on Tunnelling & Trenchless Technology, Kuala Lumpur, 2006
16. Elzink, W.J., “Thermoplastic pipes and their use in Trenchless Technologies”, Trenchless middle East Conference, Dubai, 2007
17. Elzink, W.J., “renovation of pressure pipelines –Quality assurance with ISO standards”, Conference on Trenchless Technologies in Asia Pacific, Hong Kong, 2009
18. Elzink, W.J., “Compact Pipe”, International NO-DIG Conference, Singapore, 2010
19. Elzink, W.J./Alferink, F., “Quality Assurance of Close-fit Liners”, NASTT/ISTT international No-Dig Show, Toronto, 2009
20. Gumbel, J./ Elzink, W.J./Heavens, J. “The rehabilitation of pressure pipelines: Key issues in the design and selection of renovation technologies”, International NO-DIG Conference, Hamburg, 2004
21. Hoch, A./Lipskoch, F., “Close-fit Liner aus PE: Statische Berechnung für die Kanalsanierung”, BBR, 06, 2007
22. Janson, L. “Plastic pipes for water supply & sewage disposal”, Stockholm, 1999
23. Lo, H./ Elzink, W.J., “Compact Pipe experience in Hong Kong”, Conference on Trenchless Technologies in Asia Pacific, Hong Kong, 2009
24. Wróblewska, A./Drzewiecki, St./Kwietniewski, M. „Plastik pipes play a major role in rehabilitating the water and Sewer system in Bydgoszcz, Poland”, Plast. Pipes XIII, Washington 2006
25. Wróblewska, A., “Increasing demand for pipeline rehabilitation in Central Eastern European countries”

8. Opis metody renowacyjnej dla potrzeb dokumentów przetargowych

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:

EN 752, „Drain and Sewer systems outside buildings”, 2008

EN 13508-1, -2, “Conditions of drain and sewer systems outside building –Part1: “General requirements”, Part 2: “Visual inspection coding system”, 2003

EN 13566-1, -3 “Plastic piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks – Part 1: General, Part 3: Lining with close fit pipes”, 2002.

EN ISO 11295, “Techniques for rehabilitation of pipeline systems by the use of plastics pipes and fittings”, 2010.

ISO/TR 10358, “Plastics pipes and Fittings – Combined chemical resistance classification table”, 1993

ISO 11296-1, -3, “Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks – Part 1: General, Part 3: Lining with close-fit pipes”, 2009.

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 równolegle 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 lekkiego 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, ukształtowanej fabrycznie w literę C. Polietylen, z którego wykonana jest rura zachowuje „pamięć kształtu” rury. 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 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 „regularnych” 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 długość instalacyjną w stosunku do średnicy rury
- wyniki badań typu pokazujące, że rura po zakończeniu procesu instalacji spełnia wymagania jakościowe (charakterystyka produktu końcowego)

3. Materiał

Rury do renowacji produkowane są z polietylenu zgodnie z aprobatami technicznymi różnych krajów. (e.g.: Gütegemeinschaft Kunststoffrohre e. V., melt flow index group 005, with RAL-quality-mark of the Gütegemeinschaft Kunststoffrohre e. V.)

Do produkcji opisywanych rur używany jest wyłącznie materiał przebadany laboratoryjnie, poddany testom sprawdzającym właściwości geometryczne, mechaniczne i fizyczne produktu finalnego, w 100% podlegający utylizacji. Rury do aplikacji wodociągowych produkowane są w kolorze niebieskim i rury do aplikacji gazowych - pomarańczowym/żółtym.

4. Wymagania jakościowe

4.1 Jakość wykładziny

Rury do renowacji rurociągów ciśnieniowych mogą być projektowane jako wykładziny strukturalnie "niezależne" w sposób umożliwiający samodzielne przenoszenie naprężeń obwodowych pochodzących od ciśnienia wewnętrznego. W specjalnych przypadkach wykładzina może pozostawać w kontakcie z powierzchnią rehabilitowanego rurociągu jako wykładzina "interaktywna".

Producent rury powinien ocenić stan odnawianego rurociągu i zdecydować o wyborze wykładziny uwzględniając wartości ciśnienia roboczego.

Zakładana trwałość we wszystkich przypadkach powinna być zgodna z lokalnymi normami, takimi jak np. niemiecka norma LAWA (80 – 100 lat).

Jakość dostarczanych rur powinna być potwierdzona wynikami testów (jakość rur w bębnie). Raport z prób winien obejmować zgodność z normami i specyfikacją (EN 13566/ISO 11296). Ważnym wskaźnikiem jakości jest między innymi wynik testu wytrzymałości hydrostatycznej.

Załącznik numer 1 zawiera wymaganą treść raportu z prób Rura wykładzinowa nawijana jest na specjalny bęben stalowy (średnica do 50DN) i w taki sposób dostarczana na plac budowy. Dane produkcyjne typu numer załadunku, data powinny być zawarte w numerze bębna.

Tolerancja średnicy dla rury wykładzinowej powinna wynosić do 5% (odchylenie w stosunku do istniejącego rurociągu).

4.2 Jakość procesu instalacyjnego

Metoda czyszczenia odnawianego rurociągu powinna być opisana w instrukcji dotyczącej procesu instalacyjnego.

Rezultaty czyszczenia rury należy sprawdzić i zapisać za pomocą kamery TV. Podczas czyszczenia rurociągu należy przestrzegać wszystkich przepisów bezpieczeństwa pracy, przepisów dotyczących ochrony środowiska i składowania odpadów.

Pracownicy firmy wykonawczej powinni wykazać się posiadaniem niezbędnych kwalifikacji zdobytych podczas szkoleń certyfikacyjnych organizowanych przez producenta systemu.

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

Odlączenie istniejącego rurociągu i decyzja o włączeniach bocznych winny być podejmowane zgodnie z regulacjami zawartymi w EN 805. Producent powinien zdecydować czy konieczne jest zastosowanie rurociągu obejściowego (tzw. bypass). Tu również znajdują zastosowanie przepisy obowiązujące w poszczególnych krajach jak np. wskazówki zawarte w DVGW W 394.

W zależności od średnicy rury przy wykonywaniu połączenia z pozostałymi odcinkami sieci wykorzystuje się albo standardowe rury PE, albo mufy/kształtki przejściowe i następnie ponownie rury standardowe z PE.

Testy ciśnieniowe rur powinny być przeprowadzane zgodnie obowiązującymi w danym kraju normami i/lub przepisami (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
- sposób znakowania rur
- raporty dzienne z montażu, raporty z procesów zgrzewania i testów ciśnieniowych

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 producentowi.

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

9. Załączniki

Załącznik 1 : Raport z badań

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 do procesu instalacji

Raport nr: _____		data: _____	
Firma: _____			
Projekt ulica: _____ adres: _____ miasto: _____		Instalator odpowiedzialny nazwisko: _____	
Odcinek poddawany renowacji oznaczenie: _____ od: _____ do: _____ długość odcinka: _____ m DN _____ Materiał: _____		Nr maszyny: z wyciągarki: _____	
Średnica rury min. _____ mm maks. _____ mm		Wykładzina: materiał: _____ długość w bębnie: _____	
Temperatura powietrza: _____ °C gleby: _____ °C Warunki pogodowe: sucho / deszczowo *		średnica nominalna: _____ mm grubość ścianki: _____ mm	
Przygotowania do instalacji			
Prace przy włączeniach (data) od: _____ do: _____		Liczba włączeń (obejść): _____ obejście (by-pass): _____ tak / nie * rodzaj obejścia: _____	
Czyszczenie odnawianej rury (data) od: _____ do: _____		stopień _____ normalne / silne * utrudnienia specjalne (jakie): _____ konieczność dod. czyszczenia?: _____ tak / nie *	
Inspekcja TV (data) data: _____		przeszkody: _____ / brak * metody usuwania: _____ rezultat czyszczenia: _____	
Proces wciągania rury (godzina, data) od: _____ do: _____		d.d.: _____	
Podłączenie przykanalików (godzina, data) od: _____ do: _____			
Uwagi: _____ _____			
_____ 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 (zbyt głęboko wpuszczone przykanaliki, przerosty korzeni), które ingerują w światło rurociągu powinny być usunięte za pomocą robotów kanalizacyjnych lub skrobaków. Wszystkie ostre zakończenia wewnątrz rurociągu powinny być wygładzone.			
2.5	Kalkulacja _____ ryczałt			
2.6	Prace ziemne: Usunięcie zwiercienia studni wejściowej _____ szt. (kanały \geq DN450) Wykonanie, zabezpieczenie i wypełnienie wraz z pogłębieniem i odbudowaniem powierzchni zgodnie z obowiązującymi przepisami. Prace związane z zabezpieczeniem nawierzchni:			
2.7	Prace ziemne: (wykopy pośrednie do włączania przyłączy), _____ szt. Wykonanie, zabezpieczenie i wypełnienie wraz z pogłębieniem i odbudowaniem powierzchni zgodnie z obowiązującymi przepisami. Prace związane z zabezpieczeniem nawierzchni:			
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 bezciśnieniowych

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 pc. Podłączenie odnawianych odcinków przy pomocy kształtek (wszystkie rodzaje) (zgodnie z instrukcją dostarczoną przez producenta)			
4.3	Test ciśnieniowy pc. Test ciśnieniowy rury wykładzinowej			
		Całość:		
		+ % VAT:		
		Całkowita kwota:		

Wavin Compact Pipe

Instrukcja projektowa do rehabilitacji rurociągów bezciśnieniowych

Wavin Compact Pipe

Instrukcja projektowa



Wady 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 jwdnej 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