

Charakterystyka techniczna



01	1	Proces produkcji	3
02	2	Laminat	4
03	3	Zalety produktu	4
		Cechy i korzyści	4
04	4	Zastosowanie	5
05	5	Normy eksploatacyjne	6
	5.1	ASTM	6
	5.2	AWWA	6
	5.3	Normy ISO i EN	6
	5.4	Badanie kontrolne surowców	6
	5.5	Gotowe rury	7
	5.6	Badanie kwalifikacyjne	7
06	6	Projektowanie podziemnych systemów rur	10
	6.1	Metody obliczeń statycznych dla podziemnych systemów rur	10
	6.1.1	Podsumowanie rozdziału odnośnie projektowania AWWA M-45	10
	6.1.2	Podsumowanie ATV-DVWK-A 127	12
	6.2	Wyporność	14
	6.3	Próba wodna	14
	6.4	Skok ciśnienia i uderzenia hydrauliczne	14
	6.5	Wartości udźwigu	15
	6.6	Prędkość przepływu	15
	6.7	Odporność na promieniowanie UV	15
	6.8	Współczynnik Poissona	15
	6.9	Temperatura	15
	6.10	Współczynnik cieplny	15
	6.11	Współczynniki przepływu	16
	6.12	Odporność na ścieranie	16
	6.13	Ciśnienie zewnętrzne powodujące zapadnięcie	16
	6.14	Hydraulika	16
	6.15	Przepływ cieczy	16
07	7	Asortyment produktów	18
	7.1	Klasy sztywności	18
	7.2	Ciśnienie	19
	7.3	Długości	19
08	8	Łączenia rur	19
		Inne systemy łączące	20
09	9	Dobór klasyfikacji rur	22
10	10	Instalacja ogólna	24
11	11	AMITOOLS	31
12	12	Dodatek A / Wytyczne dla rur odnośnie ochrony środowiska	32

1 Proces produkcji

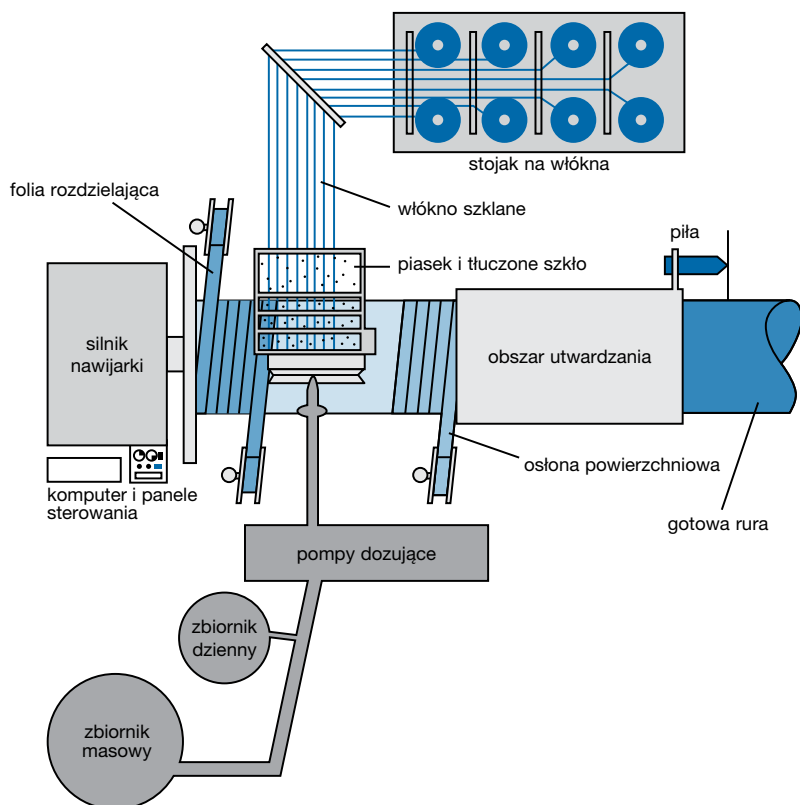
Rury FLOWTITE produkowane są metodą nawojową na stałym trzpieniu, która jest najnowocześniejszą techniką produkcji rur GRP. Proces ten pozwala na zastosowanie ciągłego zbrojenia włóknem szklanym w kierunku obwodowym. W przypadku rur ciśnieniowych lub podziemnych główne naprężenia mają właśnie charakter obwodowy, tym samym zastosowanie ciągłego wzmocnienia w takim kierunku umożliwia produkcję bardziej wytrzymałych rur przy niższych kosztach. Dzięki technologii opracowanej przez specjalistów produkt ma postać mocno sprasowanego laminatu, w którym maksymalnie wykorzystano właściwości wszystkich trzech jego podstawowych surowców. Zbrojenie w formie przędzy ciągłej i ciętej z włókna szklanego zapewnia wysoką wytrzymałość obwodową oraz osiową. Warstwa piaskowa zapewnia większą sztywność poprzez dodatkowe zwiększenie grubości rury w obszarze osi obojętnej przekroju. W przypadku dwużywicowego systemu FLOWTITE, produkty mają nanoszoną specjalną wewnętrzną powłokę żywiczną przeznaczoną dla środowisk korozyjnych. Natomiast w części strukturalnej oraz zewnętrznej laminatu stosowana jest standardowa żywica.

Stosowana metoda nawojowa umożliwia użycie innych materiałów (np. mata szklana lub poliestrowa) w celu zwiększenia odporności produktu na ścieranie, na działanie substancji chemicznych oraz w celu wykończenia rur. Aby zapewnić stałe wysokiego poziomu jakości produktu, ważna jest dokładna kontrola sposobu produkcji.

Nawijarka włókna ciągłego FLOWTITE działa w oparciu o najbardziej zaawansowaną technologię i stanowi czołową metodę stosowaną przy produkcji rur wzmocnianych włóknem szklanym. Urządzenie składa się z ciągłego rdzenia ze stalową opaską, wspartego na cylindrycznych wałkach.

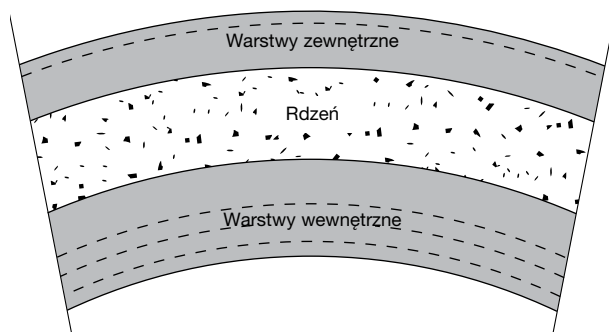
Podczas obracania się wałków, siła tarcia naciąga stalową opaskę na rdzeń a łożysko wałeczkowe umożliwia wzdłużne jej przemieszczenie, tak że cały rdzeń przesuwany jest ciągłym spiralnym ruchem w stronę zespołu wyjściowego. Podczas obracania się rdzenia wszystkie materiały kompozytu są precyzyjnie, bezpośrednio na niego dozowane. Czujniki elektroniczne zapewniają ciągłe informacje o parametrach produkcyjnych, dzięki czemu systemy dozujące podają właściwą ilość materiału, potrzebną w trakcie całego etapu produkcji do wytworzenia poszczególnych warstw. Najpierw nanoszona jest folia rozdzielająca, a następnie różne formy i desenie z włókna szklanego, które osadzone są w osnowie z żywicy poliestrowej. Warstwy strukturalne wykonane są jedynie z włókna szklanego i żywicy, natomiast warstwa rdzeniowa wykonana jest z czystej krzemionki. Rura formowana jest w ciągłym procesie nanoszenia powyższych materiałów na rdzeń.

Po uformowaniu rury na rdzeniu, jest ona utwardzana, a następnie cięta na odpowiednie długości. Końce odcinka rury są kalibrowane w celu dopasowania do złącza.



2 Laminat

Podstawowe surowce stosowane w produkcji rur to żywica, włókno szklane i piasek kwarcowy. W normalnych okolicznościach, używane są ortoftalowe żywice poliestrowe, ponieważ dają dobre wyniki dla większości zastosowań. Tylko zatwierdzone surowce FLOWTITE mogą być wykorzystane do produkcji rur FLOWTITE.



Powyżej przedstawiono typowy przekrój laminatu rury. Przekrój ten, a także sposób nakładania i wprowadzania różnych surowców, mogą różnić się w zależności od zastosowania rury.

Zasada ciągłej niekończącej się produkcji pozwala na produkcję rur o średnicach od DN 300 do DN 4000 mm. Rury o średnicach DN 100 - DN 250 są dostępne w standardowych długościach 6m.



3 Zalety produktu

FLOWTITE Technology dostarcza na rynek produkty, które mogą zapewnić niskokosztowe, długotrwałe rozwiązania rurowe dla klientów na całym świecie. Długa lista zalet i korzyści zapewnia optymalny sposób instalacji i koszty cyklu życia produktu.

Cechy i korzyści

Odporność na korozję

- Długa żywotność
- Nie potrzeba okładzin, powłok, ochrony katodowej, czy innych form dodatkowego zabezpieczenia przed korozją
- Niskie koszty konserwacji
- Zasadniczo stałe w czasie właściwości hydrauliczne

Mała masa

(1/4 masy DIP; 1/10 masy betonu)

- Niskie koszty transportu (układanie gniazdowe)
- Brak potrzeby korzystania z drogiej infrastruktury do obsługi rur

Duże długości standardowe

(6, 12 i 18 metrów)

- Mniej złączy skracają czas instalacji
- Więcej rur ładowanych na samochody dostawcze oznacza niższe koszty dostaw

Doskonałe właściwości hydrauliczne

- Niezwykle gładkie wnętrze
- Współczynnik przepływu Hazen-Williamsa ok. C=150
- Mniejsze tarcie oznacza mniejszą potrzebną energię pompowania i niższe koszty obsługi
- Współczynnik przepływu Manninga $n = 0,009$
- Minimalne gromadzenie szlamu oznacza niższe koszty czyszczenia
- Doskonała odporność na ścieranie

Precyzyjne złącze FLOWTITE z uszczelką elastomerową

- Szczelne, skuteczne złącza mające na celu wyeliminowanie infiltracji lub filtracji na zewnątrz
- Łatwość łączenia, krótszy czas instalacji
- Umożliwiają niewielkie zmiany kierunku lub różne posadowienia bez dodatkowych kształtek

Elastyczny proces produkcji

- Możliwość produkcji niestandardowych średnic dla zapewnienia maksymalnych objętości przepływu oraz łatwej instalacji w projektach wykorzystujących technologię slipliningu.
- Możliwość produkcji niestandardowych długości dla zapewnienia maksymalnej elastyczności i ułatwienia instalacji bezpośrednio pod ziemią lub w technologii slipliningu.

4 Zastosowanie

Zaawansowana technologia projektowania rur

- Wiele klas sztywności i ciśnienia, aby spełnić kryteria inżyniera projektanta
- Niższa szybkość fali niż dla innych materiałów rur może oznaczać niższe koszty dla projektów uwzględniających uderzenia ciśnienia i młot wodny
- Wysoka i jednolita jakość produktu na całym świecie, spełniająca rygorystyczne normy eksploatacyjne (ASTM, AWWA, DIN-EN...)

Rury GRP FLOWTITE znajdują wiele różnych zastosowań, w tym:

- Przesył i dystrybucja wody (pitna i procesowa)
- Instalacje i ujścia sanitarne i kanalizacyjne
- Odprowadzanie wód opadowych
- Linie przesyłowe dla elektrowni wodnych
- Pobór i odprowadzanie wody morskiej
- Obieg wody chłodzącej, rurociągi dla elektrowni
- Zastosowania przemysłowe
- Sliplining
- Nawadnianie / rolnictwo
- Instalacje odsalające
- Przemysł wydobywczy
- Systemy chłodzenia



5 Normy eksploatacyjne

Systemy rurowe z włókna szklanego FLOWTITE są certyfikowane według wielu norm krajowych i międzynarodowych. Normy opracowane przez ASTM, AWWA oraz najnowsze ISO i EN mają zastosowanie do różnych rur z włókna szklanego, w tym transportu ścieków sanitarnych, wody i odpadów przemysłowych. Cechą wspólną wszystkich norm produktowych jest to, iż są to dokumenty oparte na eksploatacji. Oznacza to, że określona jest wymagana wydajność i badania rur.

Kontrole i badania próbek pobranych z rur kanalizacyjnych użytkowanych przez prawie 24 lata wykazały, iż są one w stanie nienaruszonym. To oraz analiza czasu do awarii od kilku godzin do 28 lat i ich relacja do metody standaryzowanej oraz analiza regresji wykazują, że margines bezpieczeństwa jest wyższy niż oczekiwano oraz można uzyskać ekstrapolację nawet do 150 lat.

5.1 ASTM

Obecnie korzysta się z kilku norm produktowych ASTM używanych do różnych zastosowań rur z włókna szklanego. Wszystkie normy produktowe mają zastosowanie do rur o zakresie średnic od 200 mm do 3600 mm i wymagają złączy elastycznych pozwalających wytrzymać badania hydrostatyczne w konfiguracjach (wg ASTM D4161), które symulują warunki nadmiernego zużycia. Normy te obejmują wiele trudnych testów kwalifikacyjnych i kontroli jakości. Normy ASTM to:

- ASTM D3262 Kanalizacja grawitacyjna
- ASTM D3517 Rury ciśnieniowe
- ASTM D3754 Kanalizacja ciśnieniowa

5.2 AWWA

AWWA C950 to jedna z najbardziej wszechstronnych norm produktowych istniejących dla rur z włókna szklanego. Ta norma dla ciśnieniowych zastosowań wodnych stanowi szerokie wymagania dla rur i złączy, koncentrując się na kontroli jakości i badaniach kwalifikacyjnych prototypów. Podobnie jak normy ASTM, jest to norma dla eksploatacji produktu. AWWA wydał instrukcję, M-45, która zawiera kilka rozdziałów na temat projektowania rur GRP do instalacji podziemnych i naziemnych. Dokumenty opracowane przez AWWA to:

- AWWA C950 Rury ciśnieniowe z włókna szklanego
- AWWA M-45 Instrukcja projektowania rur z włókna szklanego

5.3 Normy ISO i EN

Obecnie w UE są stosowane normy opracowane przez BSI (BS 5480), DIN (DIN 16868) i AENOR (UNE 53323-EX). Wszystkie te normy zostaną zastąpione przez dokument opracowany w ramach organizacji europejskiej. Normy EN 1796 i EN 14364 to dokumenty dla systemów wodnych i kanalizacyjnych, które w krótkim czasie zastąpią normy obowiązujące w Europie.

Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (ISO) opublikowała dwie normy: ISO 10467 dla odwadniania i kanalizacji oraz ISO 10639 dla wody.

Przedstawiciele firmy AMIANTIT uczestniczą w opracowywaniu wszystkich powyższych norm, zapewniając w ten sposób wymogi dotyczące eksploatacji, dzięki którym powstają niezawodne produkty.

5.4 Badanie kontrolne surowców

Surowce są dostarczane z certyfikatem producenta potwierdzającym ich zgodność z wymaganiami jakościowymi FLOWTITE. Ponadto, wszystkie surowce przed użyciem przechodzą testy kwalifikacyjne i badania. Badania te zapewniają, że materiały używane do produkcji rur spełniają określone wymagania. Zgodnie z wymaganiami jakości FLOWTITE surowce powinny być wstępnie kwalifikowane w taki sposób, aby ich przydatność do stosowania w procesie produkcji i w końcowym produkcie zapewniała długi okres eksploatacji.

Surowce używane do produkcji rur to:

- Szkło
- Żywica
- Katalizator
- Piasek
- Przyspieszacz

Do produkcji rur FLOWTITE mogą być używane jedynie surowce zatwierdzone przez technologię FLOWTITE.

Szkło

Włókno szklane jest określone przez grubość przędzy tj. = masa w gramach/1000 metrów długości
Przędza obwodowa

Przędza ciągła w różnych grubościach używana do produkcji rur FLOWTITE.

Przędza cięta bezpośrednio w maszynie dla zapewnienia wytrzymałości w różnych kierunkach.

Żywica

Do procesu nawijania wykorzystywane są jedynie zatwierdzone żywice. Zazwyczaj są one dostarczane na bębnach lub luzem.

Żywica jest przygotowywana w zbiorniku dziennym przy nawijarce. Normalna temperatura zastosowania wynosi 25°C. Żywica dostarczana jest przez producenta i może być rozcieńczona styrenem przed zastosowaniem w nawijarce w celu uzyskania wymaganej i dopuszczalnej lepkości określonej przez „Technologię FLOWTITE”.

Katalizator

Odpowiednia ilość katalizatora jest mieszana z żywicą tuż przed zastosowaniem na trzpieniu. W procesie produkcji rur „FLOWTITE” używa się wyłącznie zatwierdzonych katalizatorów..

Piasek

Piasek dodawany jest do rdzenia rury oraz wewnętrznej warstwy złączy. Piasek o dużej zawartości krzemionki musi być zgodny ze specyfikacją FLOWTITE dla zatwierdzonych surowców.

Przyspieszacz

Przyspieszacz jest domieszany do żywicy przechowywanej w zbiorniku dziennym. Może być dostarczany przez producentów w różnych stężeniach oraz rozcieńczany styrenem w celu uzyskania stężenia odpowiedniego do produkcji rur FLOWTITE.

Własności fizyczne

Obciążalność obwodowa i osiowa wyprodukowanych rur weryfikowana jest w trakcie badań. Przeprowadzane są również badania sztywności i ugięcia. Wszystkie badania wykonywane są rutynowo zgodnie z instrukcją jakości FLOWTITE. Ponadto potwierdzana jest konstrukcja i skład rury.

5.5 Gotowe rury

Program kontroli jakości Flowtite obejmuje różne rodzaje testów. Rury mogą być kontrolowane za pomocą testów jak niżej:

- Kontrola wzrokowa
- Twardość Barcola
- Grubość ścianki
- Długość odcinka
- Średnica
- Hydrostatyczna próba szczelności
- Sztywność rur
- Ugięcie bez uszkodzenia lub uszkodzenia konstrukcji
- Osiowa i obwodowa wytrzymałość na rozciąganie
- Całościowy skład laminatu

5.6 Badanie kwalifikacyjne

Wspólnym elementem wszystkich norm jest konieczność wykazania przez producenta rur zgodności z minimalnymi wymaganiami eksploatacyjnymi. W przypadku rur GRP te minimalne wymagania dzielą się na wymagania krótko- oraz długoterminowe.

Najważniejsze i ogólnie określone na tym samym poziomie eksploatacyjnym we wszystkich uprzednio wspomnianych normach, to kwalifikacja złączy, wstępne ugięcie obwodowe, długotrwałe skręcenie obwodowe, długotrwała wytrzymałość na ciśnienie i natężenia korozyjne. Systemy rur i złączy FLOWTITE zostały rygorystycznie przetestowane w celu potwierdzenia zgodności z powyższymi normami.

Badania długoterminowe

Normy dla rur z włókna szklanego opierają się założeniu, że gdy są one poddane naprężeniom, to zmianom podlegają własności mechaniczne materiału. Konstrukcja produktu zazwyczaj oparta jest na przewidywanych wartościach wytrzymałości materiału w okresie 50 lat. Aby określić długoterminowe własności rur, przygotowywanych jest co najmniej 18 próbek, poddawanych następnie testom. Do pozytywnej oceny wymagana jest awaryjność maksymalnie do 10.000 godzin, w akceptowalny sposób rozłożona w czasie. Uzyskane wyniki są analizowane przy użyciu linii logarytmicznej aż do uzyskania wartości 50 lat. Przez lata zebrano znaczącą liczbę wyników badań w oparciu o metodę badawczą ASTM. Ostatnio analizowanych jest ponad 600 punktów pomiarowych, z czasem do awarii od kilku godzin do 28 lat. Analiza danych wykazuje interesujące zachowanie dwulinowe, a nie regresję w prostej linii przewidywanej przez krótkoterminowe i mniejsze bazy danych. Wyniki sugerują, że znormalizowana metoda jest rzeczywiście dość konserwatywna oraz że przy zastosowaniu dodatkowych informacji marginesy bezpieczeństwa okazały się wyższe niż oczekiwano i można osiągnąć ekstrapolację nawet do 150 lat. Rury GRP FLOWTITE tym samym spełniają wymagania niektórych instytucji wymagających żywotności rur dłuższej niż 100 lat.

Badania odkształceń spowodowanych korozją

Wyjątkowym i ważnym wymogiem eksploatacyjnym dla rur grawitacyjnych GRP wykorzystywanych w instalacjach kanalizacyjnych jest badanie chemiczne rury w warunkach powodujących odkształcenia lub napięcia. Badanie to wymaga minimum 18 próbek pierścieni rury w celu odginania do różnych poziomów i utrzymania stałej. Te odkształcone pierścienie są następnie wystawione na działanie 1,0 N (5% 0 wagowych) kwasu siarkowego. Ma to symulować stan septyczny kanalizacji podziemnej.

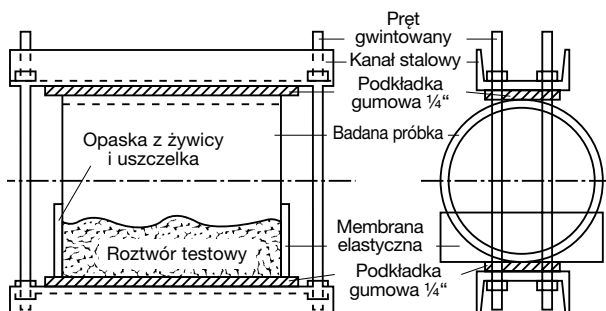
Okazało się to reprezentatywne dla najgorszych warunków kanalizacyjnych, w tym tych na Bliskim Wschodzie, gdzie z sukcesem zostało zainstalowanych wiele rur FLOWTITE.

Dla każdej badanej próbki mierzony jest czas do awarii (przecieku). Minimalna ekstrapolowana wytrzymałość na awarię w ciągu 50 lat, przy zastosowaniu regresji metodą najmniejszych kwadratów dla danych awarii, musi być równa wartościom podanym dla każdej klasy sztywności według normy. Osiągnięta wartość jest następnie powiązana z konstrukcją rury, aby przewidzieć ograniczenia dla bezpiecznego montażu dla rur GRP stosowanych w danego typu instalacji. Zazwyczaj jest to 5% długoterminowe ugięcie podziemne.

Na przykład, zgodnie z normami ASTM minimalna wartość odporności na korozję musi wynieść:

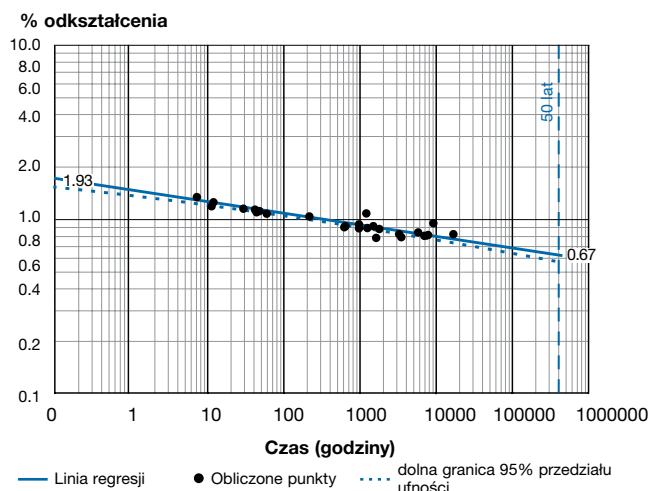
Klasa sztywności	odkształcenie S_{CV} , %
SN 2500	.49 (t/d)
SN 5000	.41 (t/d)
SN 10000	.34 (t/d)

Tabela 5-6-1 Minimalna wartość odkształcenia z powodu korozji



Rys. 5-6-1 Urządzenie do badania odporności na korozję

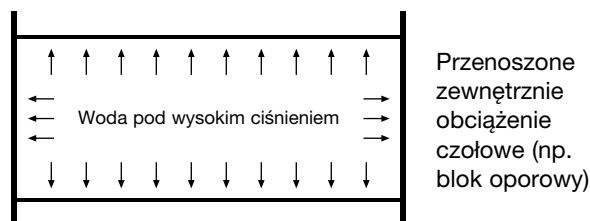
Przewidywana 50-letnia wartość odkształcenia korozyjnego opublikowana przez FLOWTITE wynosi 0,67%.



Rys. 5-6-2 Linia FLOWTITE odkształceń korozyjnych

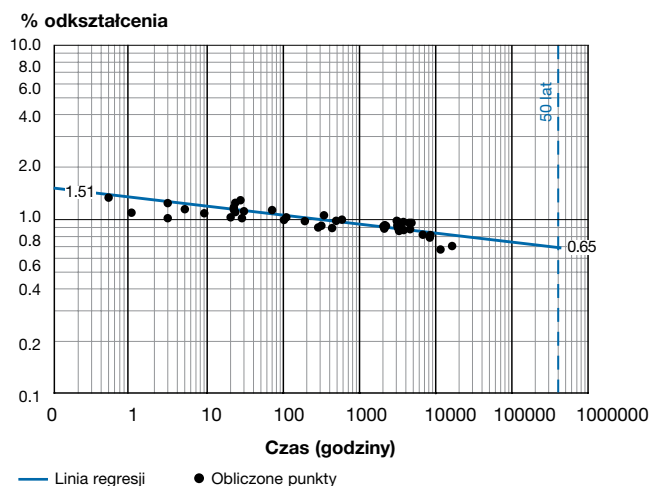
Hydrostatyczna podstawa projektowania - HDB

nnym ważnym testem kwalifikacyjnym jest ustalenie hydrostatycznej podstawy projektowania - HDB. Test ten wymaga przeprowadzenia badań ciśnieniem hydrostatycznym pod kątem awarii (wycieku) wielu próbek rur przy różnych bardzo wysokich stałych poziomach ciśnienia. Podobnie jak w poprzednio opisanym badaniu odkształceń z powodu korozji, uzyskane wyniki są oceniane w skali logarytmicznej pod względem zależności czasu do wystąpienia awarii od ciśnienia (lub obwodowego odkształcenia przy rozciąganiu), a następnie poddawane ekstrapolacji na okres 50 lat. Uzyskane metodą ekstrapolacji ciśnienie (odkształcenie) niszczące po 50 latach, określane jako hydrostatyczna podstawa projektowania (odkształcenie) lub HDB, musi być większe od klasy ciśnienia (odkształcenie przy ciśnieniu nominalnym) zgodnie ze współczynnikiem bezpieczeństwa (*patrz Rys. 5-6-2*). Ze względu na obciążenie łączne, czyli oddziaływanie między ciśnieniem wewnętrznym a obciążeniem zewnętrznym od gruntu, rzeczywisty długoterminowy współczynnik bezpieczeństwa dla awarii spowodowanej samym ciśnieniem jest wyższy od tego współczynnika bezpieczeństwa. Omówiony test kwalifikacyjny gwarantuje długi okres eksploatacji rur w warunkach ciśnieniowych.



Rys. 5-6-3 Wpływ długotrwałego ciśnienia na żywotność rury

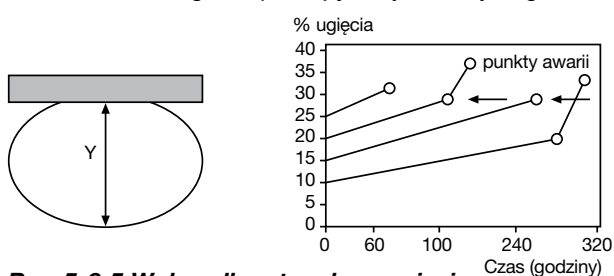
Przewidywana 50-letnia wartość odkształcenia HDB opublikowana przez FLOWTITE wynosi 0,65%.



Rys. 5-6-4 Linia FLOWTITE dla odkształceń przy długotrwałym ciśnieniu

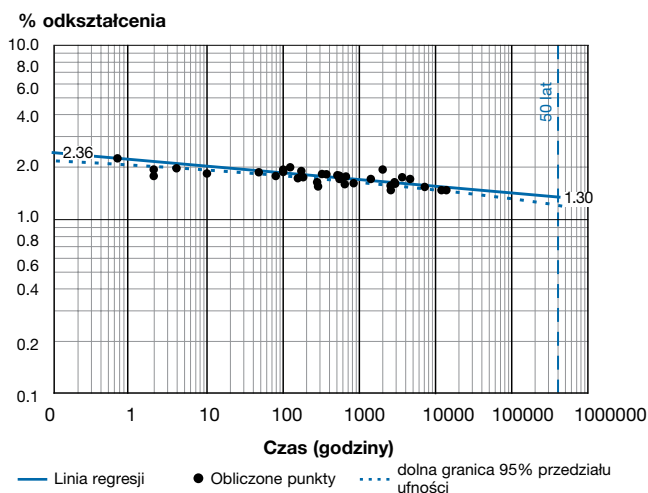
Długotrwałe zgięcie obwodowe

Możliwość długotrwałego (50 lat) ugięcia obwodowego lub zagięcia (odkształcenie), po wystawieniu na działanie środowiska wodnego i pod stałym obciążeniem, musi być zgodna z Poziomem A ugięcia określonym we wstępnym badaniu ugięcia obwodowego. Wymaganie to jest określone w normach ISO i EN. AWWA C950 wymaga przeprowadzenia badania z uwzględnieniem uzyskanego wyniku przewidywanej 50-letniej wartości do projektowania rur. Rury FLOWTITE są badane na podstawie wytycznych normy ASTM D5365 „Długotrwałe odkształcenie zginane obwodowe rury z włókna szklanego” i spełniają wszystkie wymagania.



Rys. 5-6-5 Wpływ długotrwałego ugięcia w wodzie dla żywotności rury

Przewidywana 50-letnia wartość ugięcia opublikowana przez FLOWTITE wynosi 1,3%.

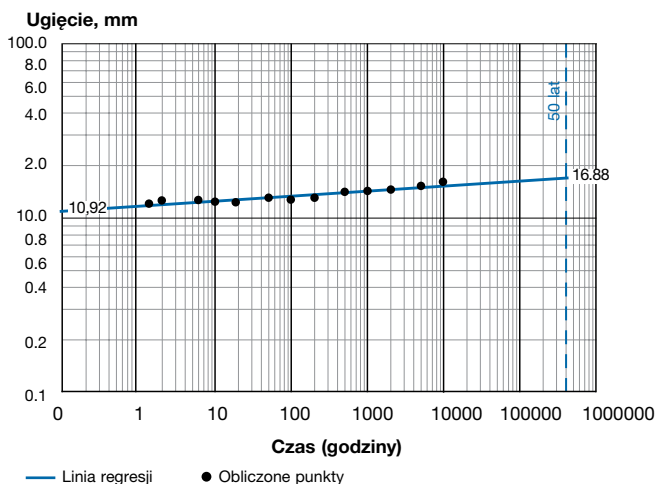


Rys. 5-6-6 Linia FLOWTITE długotrwałego ugięcia

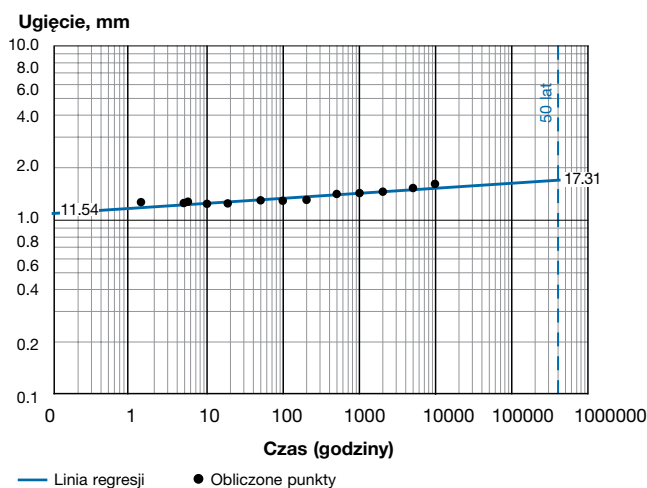
Długoterminowa sztywność - pełzanie materiału

Długoterminowa sztywność rur FLOWTITE została ustalona poprzez przeprowadzenie programu badań zgodnie z wytycznymi ISO 10468 i przeanalizowaniu zgodnie z ISO 10928, metoda B. Przetestowano dwie próbki rur o początkowej sztywności 5800 Pa i obliczono średni współczynnik pełzania oraz sztywność po 50 latach. Współczynnik pełzania to stosunek między określoną sztywnością obwodową po 50 latach a sztywnością początkową. Średni współczynnik pełzania wykryty w badaniach laboratoryjnych wyniósł 0,75. Wynika z tego, że długoterminowa sztywność rury SN5000

jest równa 3750 Pa i pozwala zastosować w obliczeniach statycznych współczynnik sztywności długotrwałej wyższy niż 60% wstępnej sztywności.



Rys. 5-6-7 Sztywność długotrwała SN 5000 PN 16



Rys. 5-6-8 Sztywność długotrwała SN 5000 PN 6

Badanie łączy

Ten istotny test kwalifikacyjny przeprowadza się na prototypach złączy uszczelnionych uszczelką elastomerną. Badanie przeprowadza się zgodnie z normami ASTM D4161, EN 1119 oraz ISO 8639. Związane jest to z najbardziej rygorystycznymi wymaganiami eksploatacyjnymi dla łączy w branży rurowej dla rur z jakiegokolwiek materiału w zakresie ciśnień i rozmiarów rur FLOWTITE. Normy powyższe wymagają, aby łączniki elastyczne wytrzymały badania hydrostatyczne w konfiguracjach, które symulują warunki n-krotnego użycia. Badania przeprowadzane są przy ciśnieniu dwukrotnie wyższym niż nominalne a 1 bar jest stosowany dla rur o przepływie grawitacyjnym. Konfiguracje złączy obejmują układ prosty, maksymalny obrót kątowny oraz obciążenie ścinaniem. Wykonywane są także częściowe testy próżniowe i cykliczne ciśnieniowe. Wyniki długotrwałych testów kwalifikacyjnych stosowane są do projektowania rur jak wskazano w normach międzynarodowych.

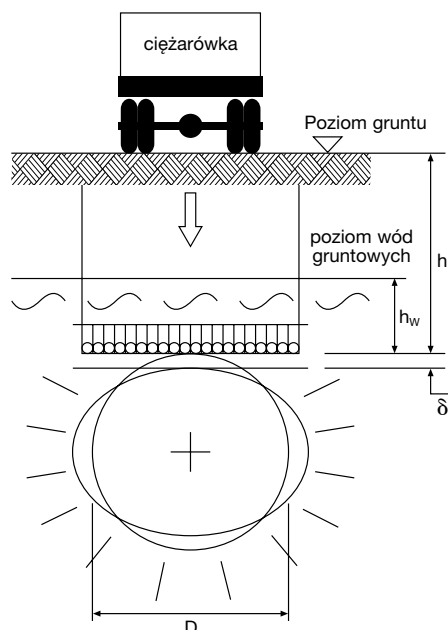
6 Projektowanie podziemnych systemów rur

Norma ANSI/AWWA C950-95 oraz Instrukcja AWWA M45 to podstawowe dokumenty do projektowania podziemnych systemów FLOWTITE. Nasze bezpłatne narzędzie elektroniczne AMISTAT pomaga klientom wykonywać obliczenia wg AWWA M45 i ATV 127.

Rury z włókna szklanego są elastyczne i mogą wytrzymać duże odkształcenia. Obciążenia pionowe (gleba, ruch kołowy i zwierciadło wody) określają ugięcie w zależności od zagęszczenia gruntu wokół rury i sztywności obwodowej przekroju rury.

Rury FLOWTITE są elastyczne w większości gleb. Należy zwrócić szczególną uwagę na kopanie, wypełnianie boczne i zasypkę wykopu. Zapewnia to niezbędne wsparcie rury. Zapobiega także zniekształceniom i ewentualnym uszkodzeniom przez glebę i/lub ruch kołowy. Odporność na ruch poziomy rury zależy od rodzaju gleby, jej gęstości i zawartości wilgoci. Im większa odporność gruntu, tym mniejsze deformacje lub przesunięcia rury.

Poniższy rysunek przedstawia rozkład obciążeń i reakcję gruntu spowodowane kompresją gruntu w interakcji z elastycznością i deformacją rury.



Rys. 6-1 Zachowanie rury pod obciążeniem ruchem kołowym

Ponieważ projekt oparty jest na normie AWWA M-45, dołączamy podsumowanie rozdziału 5 wspomnianej normy. Rury GRP ze względu na swoją elastyczność będą się odginać, a przez to przenosić obciążenie gruntem na mocniejszy materiał bocznego wypełnienia. Konsekwencje tego są następujące:

- Materiał wypełniający z boku musi przejąć obciążenie zasypką, ruchem kołowym itp.
- Mniejsze obciążenie działające na rurę.
- Rury służą do tego, do czego jest przeznaczona tj. szczelnego transportu cieczy.

Rury sztywne są zawsze mocniejsze i sztywniejsze, niż grunt, tym samym obciążenie koncentruje się na rurze. Rura musi wytrzymać te obciążenia nawet w długim okresie czasu. Przy późniejszych ruchach gruntu obciążenie to może ulec zwiększeniu.

Rury elastyczne będą reagować dynamicznie, odginać się i przenosić obciążenia na wypełnienie boczne.

Grunt osiadzie i będzie przenosić obciążenie.

Badania w instalacjach kanalizacyjnych i ciśnieniowych pokazują, że odsetek awarii w rurach sztywnych jest większy niż w elastycznych. Na życzenie dostępne są obliczenia oparte na metodzie Proctara Ashlanda.

6.1 Metody obliczeń statycznych dla podziemnych systemów rur

6.1.1 Podsumowanie rozdziału odnośnie projektowania AWWA M-45

Norma AWWA C-950-86 została zweryfikowana i podzielona na 2 części:

- C950 – obecnie norma eksploatacyjna jak ASTM
- AWWA M-45 –obecnie instrukcja projektowania. Rozdział 5 opisuje metodę projektowania dla podziemnych rur z włókna szklanego.

Obliczenia projektowe

- Obliczanie klasy ciśnienia

$$P_c \leq \frac{HDB \cdot 2 \cdot t \cdot E_h}{FS \cdot D}$$

E_h = moduł rozciągania warstwy strukturalnej

t = grubość wzmocnionej rury

Ciśnienie projektowe powinno być mniejsze niż P_c :

$$P_w \leq P_c$$

P_w = Ciśnienie robocze lub ciśnienie obliczeniowe

- Ciśnienie uderzeń wodnych

Ciśnienie uderzeń wodnych wynosi 40% P_w więc

$$P_c \geq \frac{P_w + P_s}{1.4}$$

Ugięcie obwodowe

$$\varepsilon_b = D_f (Dy/D) (t_f/D) \leq (S_b/FS)$$

D_f współczynnik opóźnienia ugięcia

Dy/D dopuszczalne ugięcie długookresowe

S_b długoterminowy nacisk zginający na rurę

FS współczynnik bezpieczeństwa = 1,5

ε_b = maksymalne naprężenie zginające z powodu ugięcia

Ugięcie oblicza się następująco:

$$Dy/D = \frac{(D_L \cdot W_c + W_L) \cdot K_x}{(149 \cdot PS + 6100 \cdot M_s)}$$

W_c : obciążenie pionowe gruntu $N/m^2 = \gamma_s \cdot H$; gdzie γ_s jest masą jednostkową gruntu a H to głębokość wykopu

W_L : obciążenie ruchome rury

M_s = moduł ograniczony gruntu kompozytowego

Sztynność rury PS zamiast STIS

D_L = współczynnik opóźnienia ugięcia, zazwyczaj 1,5

K_x = współczynnik podsypki, zazwyczaj 0,1

Aby określić wartość M_s , należy oddzielnie określić wartości M_{sn} dla gruntu rodzimego i M_{sb} dla zasypki, a następnie je połączyć.

$M_s = S_c \cdot M_{sb}$

S_c = podparcie gruntu

M_{sb} = moduł ograniczony strefy osadzenia rury

M_{sn} = moduł ograniczony gruntu rodzimego

Obciążenie łączne

Obciążenie łączne występuje, gdy połączymy zginanie i naprężenie. Zginanie pochodzi od ugięcia, a napięcie od ciśnienia.

$$\varepsilon_{pr}/HDB \leq \{1 - (\varepsilon_b \cdot r_c/S_b)\} / FS_{pr}$$

oraz

$$\varepsilon_b \cdot r_c/(S_b) \leq \{1 - (\varepsilon_{pr}/HDB)/FS_b\}$$

przy $FS_{pr} = 1,8$ i $FS_b = 1,5$

$\varepsilon_{pr} = P_w \cdot D/(2 \cdot t \cdot E_h)$ oraz $\varepsilon_b = D_f(\delta d/D)(t_f/D)$

przy $r_c = 1 - P_w/3000$ gdzie $P_w \leq 3000$ kPa

$\delta d/D$ = maksymalne dopuszczalne ugięcie i nie ugięcie obliczone

Wyboczenie

Dopuszczalne ciśnienie wyboczenia q_a jest określane przy pomocy następującego równania

$$q_a = \frac{(1,2 \cdot C_n)(EI)^{0,33}(\phi_s \cdot 10^6 \cdot M_s \cdot k_\eta)^{0,667} \cdot R_h}{(FS)r}$$

gdzie:

q_a = dopuszczalne ciśnienie wyboczenia w kPa

FS = współczynnik projektowy = 2,5

C_n = skalarny współczynnik kalibracji w celu uwzględnienia niektórych wpływów nieliniowych = 0,55

ϕ_s = współczynnik w celu uwzględnienia zmienności sztywności w zbitym gruncie; sugerowany jako 0,9

k_η = współczynnik korekcji modułu dla współczynnika Poissona, η gruntu = $(1 + \eta)(1 - 2\eta)/(1 - \eta)$
W razie braku konkretnych informacji, zazwyczaj zakłada się $\eta = 0,3$ wtedy $k_\eta = 0,74$

R_h = współczynnik korekcji dla głębokości wypełnienia = $11,4/(11 + D/1000 \cdot h)$

gdzie h = wysokość powierzchni gruntu nad górną powierzchnią rury

Zamienne dla powyższego równania jest

$$q_a = \frac{1}{FS} [1,2 C_n (0,149 PS)^{0,33}] (\phi_s 10^6 M_s k_\eta)^{0,67}$$

Spełnienie wymogu dla wyboczenia jest zapewnione dla typowych instalacji rurowych za pomocą następującego równania::

$$[\gamma_w h_w + R_w (W_c)] \cdot 10^{-3} + P_v \leq q_a$$

gdzie:

γ_w = ciężar właściwy wody = 9800 N/m^3

P_v = wewnętrzne podciśnienie (tj. ciśnienie atmosferyczne minus bezwzględne ciśnienie wewnątrz rury) w kPa

R_w = współczynnik wyporu wody = $1 - 0,33(h_w/h)$ ($0 \leq h_w \leq h$)

h_w = wysokość powierzchni wody powyżej górnej granicy rury, m

Jeżeli rozważane jest obciążenie zmienne, to spełnienie wymogu dla wyboczenia jest zapewnione poprzez:

$$[\gamma_w h_w + R_w (W_c) + W_L] \cdot 10^{-3} \leq q_a$$

Zazwyczaj obciążenia zmiennego i wewnętrznego podciśnienia nie bierze się równocześnie pod uwagę.

Dokument zawiera różne projekty rur, zaleca się, aby przykłady były wykonywane ręcznie, tak aby osoba szkolona mogła zapoznać się z normą. Obliczenia AWWA są oparte na gęstości Proctora. Na życzenie dostępna jest kalkulator Ashland.

6.1.2 Podsumowanie ATV-DVWK-A 127

Obliczenie statyki rury (projektowe) według ATV-A 127 można ogólnie podzielić na dwa etapy:

- obliczenie rozkładu obciążeń wokół rury
- wykonanie odpowiednich weryfikacji: deformacji, stabilności i wydłużenia.

Rozkład obciążeń wokół rury

$$q_v = \lambda_{PG} * p_E + p_v$$

gdzie:

q_v = pionowy nacisk gruntu na rurę

λ_{PG} = współczynnik stężenia powyżej rury;
rozważenie elastycznej ($\lambda_{RG} < 1$) lub sztywnej ($\lambda_{RG} > 1$) reakcji układu rura-grunt

p_E = naprężenia gruntu z powodu obciążenia ziemią

$p_E = \lambda * \gamma_s * h$ przy

κ = współczynnik redukcji dla obciążeń wykopu według teorii silosu

Teoria silosu: siły tarcia na istniejących ścianach wykopu mogą prowadzić do zmniejszenia naprężenia podłoża.

γ_s = ciężar jednostkowy gruntu

h = wysokość pokrywy nad rurą

p_v = naprężenia gruntu z powodu obciążenia ruchem kołowym

$p_v = \varphi * p$ gdzie

φ = współczynnik wpływu dla obciążeń ruchem kołowym

p = naprężenia gruntu z powodu obciążenia ruchem kołowym

$$q_h = K_2 * (\lambda_s * p_E + \gamma_s * \frac{d_e}{2})$$

gdzie:

q_h = poziomy nacisk gruntu na rurę

K_2 = stosunek ciśnienia podłoża w strefach gruntu

d_e = średnica zewnętrzna rury

λ_s = współczynnik stężenia w gruncie przylegającym do rury

$$q_h^* = \frac{c_{n,qv} * q_v + c_{n,qh} * q_h}{V_{RB} - c_{n,qh}}$$

* Wskazanie dla liczb równania według ATV-DVWK-A 127

gdzie:

q_h^* = poziome ciśnienie reakcji podsypki

$c_{(i)}$ = współczynniki deformacji uzależnione od kąta podsypki

V_{RB} = sztywność układu, jeśli $V_{RB} < 1$, układ rura-grunt jest elastyczny

$V_{RB} = \frac{8 * S_0}{S_{Bh}}$ gdzie

S_0 = sztywność rury

S_{Bh} = pozioma sztywność podsypki

Weryfikacja odkształcenia

Według ATV-A 127 maks. długoterminowe

odkształcenie to dopuszczalna wartość $\delta V = 6\%$.

Należy skonsultować się z dostawcą odnośnie obliczeń dla małych średnic $DN \leq 250$ i w przypadku ugięcia średnicy $> 5\%$ deflection of diameter. Rzeczywiste odkształcenia można obliczyć za pomocą następującego równania:

$$\delta_v = \frac{\Delta d_v}{d_m} * 100\% <_{nec} \delta_v$$

gdzie:

d_m = średnia średnica rury

Δd_v = pionowa zmiana średnicy rury w wyniku obciążeń zewnętrznych

$$\Delta d_v = \frac{2 * r_m}{8 * S_0} * (c_{v,qv} * q_v + c_{v,qh} * q_h + c_{v,qh} * q_h)$$

gdzie $c_{(i)}, q_{(i)}$: patrz wyżej

Weryfikacja stabilności

Weryfikacja stabilności – gleba i ruch kołowy

$$\gamma_{qv} = \frac{crit q_v}{q_v} >_{nec} \gamma$$

gdzie:

$nec \gamma$ = niezbędny współczynnik bezpieczeństwa

q_v = pionowy nacisk gruntu na rurę, patrz wyżej

$crit q_v$ = krytyczne pionowe obciążenie łączne

$$V_{RB} \leq 0,1: crit q_v = 2 * \kappa_{v2} * \sqrt{8 * S_0 * S_{Bh}}$$

$$V_{RB} > 0,1: crit q_v = \kappa_{v2} * (3 + \frac{1}{3 * V_{RB}}) * 8 * S_0$$

S_0, S_{Bh}, V_{RB} : patrz wyżej

κ_{v2} = współczynnik redukcji krytycznego obciążenia wybożenia

Weryfikacja stabilności – zewnętrzne ciśnienie wody

$$\gamma_{qe} = \frac{crit p_e}{p_e} >_{nec} \gamma$$

gdzie:

$nec \gamma$ = niezbędny współczynnik bezpieczeństwa

p_e = zewnętrzne ciśnienie wody

$p_e = \gamma_w * h_w$ gdzie

γ_w = masa jednostkowa wody

h_w = wysokość poziomu wody powyżej korony rury

crit p_e = krytyczne zewnętrzne ciśnienie wody
crit $p_e = \kappa_e \cdot \alpha_D \cdot 8 \cdot S_0$ gdzie:
 κ_e = współczynnik redukcji krytycznego obciążenia wybożenia
 α_D = współczynnik zerwania
 S_0 = sztywność rury, patrz wyżej

Weryfikacja stabilności – łączne obciążenie pionowe i zewnętrzne ciśnienie wody (jednoczesny wpływ)

$$\gamma = \frac{1}{\frac{q_{v,A}}{\text{crit } q_v} + \frac{p_e}{\text{crit } p_e}} < \text{nec } \gamma$$

gdzie:

nec γ = niezbędny współczynnik bezpieczeństwa
 $q_{v,A}$ = q_v przy maks. wysokości poziomu wody nad rurą, (należy uwzględnić wyporność)
crit q_v , p_e , crit p_e : patrz wyżej

Weryfikacja wydłużenia

Weryfikację wydłużenia należy obliczyć oddzielnie dla części korony, skosu i odwrócenia oraz dla wnętrza i na zewnątrz rury.
Razem należy przeprowadzić sześć weryfikacji.
Jeśli w rurze jest wyższe ciśnienie wewnętrzne to trzeba wykonać (nie przedstawiono tutaj) do 18 różnych weryfikacji wydłużenia (z uwzględnieniem przypadków obciążenia).

$$\gamma = \frac{\varepsilon_p}{\varepsilon} > \text{erf } \gamma$$

Przy następujących wartościach wydłużenia:

ε zmierzony zestaw kompresji warstwy odkształcenia
 $\varepsilon = \frac{s}{2 \cdot r_m} \cdot \frac{N}{8 \cdot S_0} \cdot \left(\frac{s \cdot N}{6} \pm M \cdot \alpha_C \right)$

gdzie:

N = podsumowanie sił normalnych
 M = podsumowanie momentów zginania
 S_0 = sztywność rury, patrz wyżej
 s = sztywność ścianki, rura
 α_C = współczynnik korekcji dla krzywizny
 r_m = promień centralnej osi ścianki rury

Informacja: Siły i momenty należy obliczyć osobno dla części korony, skosu i odwrócenia.

ε_p obliczona wartość zewnętrznych naprężeń włókna
 $\varepsilon_p = \pm 4,28 \cdot \frac{s}{d_m} \cdot \left(\frac{\Delta d_{\text{trac}}}{d_m} \right)$

gdzie:

s = grubość ścianki, rura
 d_m = średnia średnica rury
 $\frac{\Delta d_{\text{trac}}}{d_m}$ = obliczona wartość względnego odkształcenia złamania

Nominalna sztywność obwodowa N/m²	$\Delta d_{\text{trac}} / d_m$ w %	
	krótkoterminowo	długoterminowo
SN 2500	25	15
SN 5000	20	12
SN 10000	15	9

Tabela 6-1-1 Odcięcie

ε_p = obliczona wartość ważona zewnętrznych naprężeń włókna

$$\varepsilon_p = \frac{p_E \cdot \varepsilon_{pL} + p_V \cdot \varepsilon_{pK}}{p_E + p_V}$$

gdzie:

ε_{pL} = obliczona długoterminowa wartość zewnętrznych naprężeń włókna
 ε_{pK} = obliczona krótkoterminowa wartość zewnętrznych naprężeń włókna
 p_E = naprężenia gruntu z powodu obciążeń ziemią, patrz wyżej
 p_V = naprężenia gruntu z powodu obciążeń ruchem kołowym, patrz wyżej

Współczynnik bezpieczeństwa

Niezbędny globalny współczynnik bezpieczeństwa klasy bezpieczeństwa A (zasada) nec γ dla weryfikacji wydłużenia rur wzmocnionych włóknem szklanym zgodnie z ATV-DVWK-A 127 wynosi nec $\gamma = 2,0$.
Jeśli uwzględniane jest wstępne odkształcenia ze współczynnikiem redukcji krytycznego wybożenia (κ_{v2} i κ_e) to niezbędny globalny współczynnik bezpieczeństwa stabilności zgodnie z ATV-DVWK-A 127 także wynosi nec $\gamma = 2,0$.

6.2 Wyporność

Jeśli zwierciadło (lub poziom) wody jest na poziomie gruntu to wymagane jest sprawdzenie efektu wyporności. Łączne obciążenie, F_{down} , (N/m) ze względu na sumę obciążeń, ciężar gleby, W_s , (N/m) plus ciężar rury, W_p , (N/m) i jej zawartość, W_l , (N/m) muszą być większe niż siła wyporności w górę, F_{up} , t.j.

$$W_s + W_p + W_l = F_{down}$$

gdzie:

$$W_s = OD \cdot \gamma_s \cdot \left(1 - \frac{h_w}{3h}\right)$$

$$\text{oraz } F_{down} \geq F_{up}$$

gdzie:

$$F_{up} = \frac{\pi}{4} \cdot OD^2 \cdot \gamma_w$$

Powyżej,

h_w = wysokość wody powyżej górnej krawędzi rury (m)

h = wysokość gleby powyżej górnej krawędzi rury (m)

γ_w = gęstość wody (kg/m³)

6.3 Próba wodna

Maksymalne fabryczne ciśnienie testowe 2,0 x PN (klasa ciśnienia).

Maksymalne dopuszczalne ciśnienie testowe w terenie dla rur wynosi 1,5 x PN (klasa ciśnienia).

Górny limit ciśnienia i średnicy są funkcjami wydajności próby wodnej w instalacjach. Praktyka w terenie zgodnie z normami definiuje ciśnienie testowe w terenie jako

$$N \times \text{ciśnienie robocze}$$

Przy „N” od 1,2 do 1,5 zgodnie z normami.

6.4 Skok ciśnienia i uderzenie hydrauliczne

Uderzenie hydrauliczne lub skok ciśnieniowy to nagły wzrost lub spadek ciśnienia spowodowany gwałtowną zmianą prędkości przepływu cieczy w rurociągu. Najczęstszą przyczyną tego rodzaju zmian jest szybkie zamykanie lub otwieranie zaworów albo nagłe uruchomienie lub zatrzymanie pomp, np. w zawiązku z awarią zasilania. Do najważniejszych czynników wpływających na ciśnienie uderzenia wodnego w rurociągu należą zmiana prędkości przepływu cieczy, tempo zmiany prędkości (czas zamykania zaworu), ściśliwość cieczy, sztywność rury w kierunku obwodowym oraz fizyczny układ rurociągu.

Ciśnienie uderzenia wodnego przewidywane dla systemów rurowych FLOWTITE jest równe około 50% ciśnienia, jakie występuje w przypadku rur ze stali i żeliwa sferoidalnego w podobnych warunkach. Nasze rury GRP posiadają rezerwę na udary ciśnieniowe równą 40% ciśnienia nominalnego. Przybliżony wskaźnik maksymalnej zmiany ciśnienia w określonym punkcie prostego rurociągu przy pomijalnych stratach spowodowanych przez tarcie można obliczyć z poniższego wzoru:

$$\Delta H = (w \Delta v) / g$$

gdzie:

ΔH = zmiana ciśnienia (m)

w = prędkość rozchodzenia się fali ciśnienia (m/s)

Δv = zmiana prędkości przepływu cieczy (m/s)

g = przyspieszenie wywołane siłą ciężkości (m/s²)

DN	300-400	450-800	900-2500	2800-3000
SN 2500				
PN 6	365	350	340	330
PN 10	435	420	405	390
PN 16	500	490	480	470
SN 5000				
PN 6	405	380	370	360
PN 10	435	420	410	
PN 16	505	495	480	
PN 25	575	570	560	
SN 10000				
PN 6	420	415	410	400
PN 10	435	425	415	
PN 16	500	495	485	
PN 25	580	570	560	
PN 32	620	615	615	

Tabela 6-4-1 Szybkość fali uderzeniowej dla rur FLOWTITE (m/sek.)

DN	100	125	150	200	250
SN 10000					
PN 6	580	560	540	520	500
PN 10	590	570	560	540	520
PN 16	640	620	610	600	590

Tabela 6-4-2 Szybkość fali uderzeniowej dla rur o małej średnicy

! Uwaga: Niektóre liczby zostały zaokrąglone, w granicach 2%. Uzyskanie dokładnych wartości wymaga analizy stanów przejściowych. Należy skontaktować się z lokalnym dostawcą produktów FLOWTITE.

6.5 Wartości udźwigu

Dla celów projektowych można zastosować poniższe wartości dla naprężeń obwodowych i nośności osiowej.

DN	PN1	PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	PN32
300	60	360	600	960	1200	1500	1920
350	70	420	700	1120	1400	1750	2240
400	80	480	800	1280	1600	2000	2560
450	90	540	900	1440	1800	2250	2880
500	100	600	1000	1600	2000	2500	3200
600	120	720	1200	1920	2400	3000	3840
700	140	840	1400	2240	2800	3500	4480
800	160	960	1600	2560	3200	4000	5120
900	180	1080	1800	2880	3600	4500	5760
1000	200	1200	2000	3200	4000	5000	6400
1100	220	1320	2200	3520	4400	5500	7040
1200	240	1440	2400	3840	4800	6000	7680
1400	280	1680	2800	4480	5600	7000	8960
1600	320	1920	3200	5120	6400	8000	10240
1800	360	2160	3600	5760	7200	9000	11520
2000	400	2400	4000	6400	8000	10000	–
2200	440	2640	4400	7040	8800	11000	–
2400	480	2880	4800	7680	9600	12000	–
2600	520	3120	5200	8320	10400	–	–
2800	560	3360	5600	8960	11200	–	–
3000	600	3600	6000	9600	12000	–	–

Tabela 6-5-1 Nośność obwodowa

Minimalne początkowe obciążenie obwodowe, N na mm długości.

DN	PN1	PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	PN32
300	95	115	140	150	170	190	220
350	100	125	150	165	190	215	255
400	105	130	160	185	210	240	285
450	110	140	175	205	235	265	315
500	115	150	190	220	250	290	345
600	125	165	220	255	295	345	415
700	135	180	250	290	340	395	475
800	150	200	280	325	380	450	545
900	165	215	310	355	420	505	620
1000	185	230	340	390	465	560	685
1100	195	245	360	420	505	600	715
1200	205	260	380	460	560	660	785
1400	225	290	420	530	630	760	1015
1600	250	320	460	600	820	918	1108
1800	275	350	500	670	912	1023	1237
2000	300	380	540	740	1003	1126	–
2200	325	410	595	883	1095	1229	–
2400	350	440	620	1063	1186	1332	–
2600	375	470	956	1144	1276	–	–
2800	410	510	1022	1225	1376	–	–
3000	455	545	1090	1306	1458	–	–

Tabela 6-5-2 Nośność obwodowa

Minimalne początkowe obciążenie osiowe, N na mm obwodu.

6.6 Prędkość przepływu

Zalecana prędkość przepływu dla rur GRP wynosi 3,0m/sek. W zależności od transportowanej w rurze cieczy, możliwe i dopuszczalne są większe prędkości przepływu.

6.7 Odporność na promieniowanie UV

Degradacja pod wpływem promieniowania ultrafioletowego nie jest czynnikiem wpływającym na długoterminową trwałość eksploatacyjną rur FLOWTITE. Jedynie sama powierzchnia może wykazywać odbarwienie. Na życzenie klienta firma wykonująca instalację może pomalować zewnętrzną powierzchnię rur FLOWTITE, jednak będzie to element wymagający konserwacji w przyszłości. Na podstawie długiego i bogatego doświadczenia zdobytego na Bliskim Wschodzie w wilgotnych i pustynnych warunkach oraz w Skandynawii z jej ciemnymi i mroźnymi zimami, gdzie rury nadziemne są instalowane od ponad 30 lat, można stwierdzić, że rury FLOWTITE nie wykazują żadnych śladów wpływu tego promieniowania na ich strukturę.

6.8 Współczynnik Poissona

Na współczynnik Poissona ma wpływ konstrukcja rury. Dla rur FLOWTITE, współczynnik naprężenia obwodowego oraz odkształcenia osiowego wynosi od 0,22 do 0,29. Dla naprężenia osiowego oraz odkształcenia obwodowego współczynnik Poissona wynosić będzie nieco mniej.

6.9 Temperatura

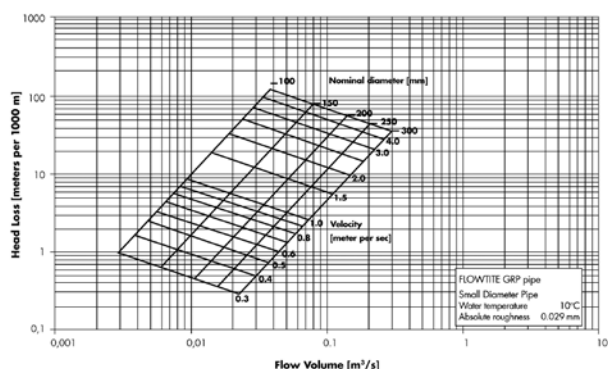
W zależności od temperatury roboczej i rodzaju żywicy użytej do produkcji rur i kształtek, wysokie temperatury mogą mieć wpływ na klasę ciśnienia. Odnośnie szczegółów należy skontaktować się z lokalnym producentem. Na życzenie dostępne są specjalne, indywidualnie projektowane rozwiązania przeznaczone dla zastosowań o wysokich temperaturach.

6.10 Współczynnik cieplny

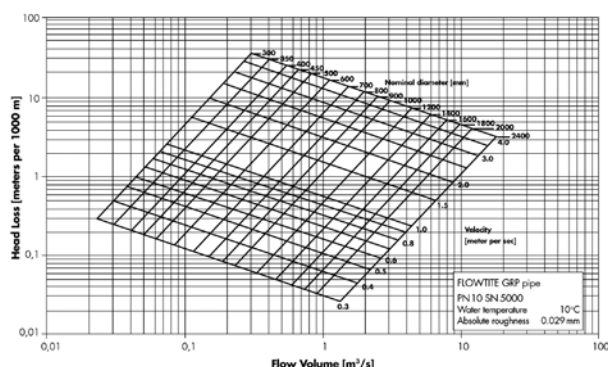
Współczynnik termiczny wydłużenia i skrócenia osiowego dla rur FLOWTITE wynosi od 24 do 30 x 10⁻⁶ cm/cm/°C.

6.11 Współczynniki przepływu

Na podstawie testów przeprowadzonych na rurach FLOWTITE w istniejących instalacjach można przyjąć, że współczynnik Colebrooka-White'a wynosi 0,029mm. Odpowiada to współczynnikowi przepływu Hazena-Williamsa wynoszącemu około $C = 150$. Współczynnik Manninga wynosi $n = 0,009$. Poniższe rysunki mają za zadanie pomóc projektantowi przy oszacowaniu straty ciśnienia podczas użytkowania rur FLOWTITE.



Rys. 6-11-1 Strata ciśnienia – małe średnice



Rys. 6-11-2 Strata ciśnienia – duże średnice

6.12 Odporność na ścieranie

Odporność na ścieranie jest związana z wpływem, jaki piasek lub podobny materiał może mieć na wewnętrzną powierzchnię rury. Ponieważ nie ma powszechnej, standardowej procedury badań ani metody rankingu, rury FLOWTITE badano metodą Darmstadt Rocker. Na wyniki bardzo duży wpływ ma rodzaj materiału ściernego w użytego w badaniu. Przy użyciu żwiru, który został pobrany z tego samego źródła, jak żwir używany przez Uniwersytet w Darmstadt, średnia strata z powodu starcia dla rury FLOWTITE wynosi 0,34 mm na 100,000 cykli.

6.13 Ciśnienie zewnętrzne powodujące zapadnięcie

W miejscach, gdzie rury mogą być narażone na zewnętrzne ciśnienie, np. w zbiornikach, systemach wyporowych, pod powierzchnią morza itp., ważna może stać się odporność na zapadnięcie.

Minimalne ostateczne ciśnienie powodujące zapadnięcie, w barach

$$P_B = 2,5 \cdot \frac{E_H}{1 - \mu_{XY} \cdot \mu_{YX}} = \left(\frac{T_E}{r_m} \right)^3$$

Dla ciśnienia wybożenia stosuje się wzór dla rur o cienkich ścianach ($r/t > 10$). Zależy także od proporcji średnica/odstęp między usztywnieniami.

! Uwaga: Zastosowanie 75% minimalnego ostatecznego ciśnienia powodującego zapadnięcie jako znamionowego ciśnienia zewnętrznego jest ogólnie dopuszczalne do zastosowań przemysłowych.

Dla rur używanych w środowisku morskim, np. w zbiornikach na dnie morza, należy zastosować 30% wartości minimalnego ciśnienia powodującego zapadnięcie.

6.14 Hydraulika

Rury FLOWTITE posiadają wiele cech hydraulicznych, dzięki którym zredukowany jest spadek ciśnienia, zminimalizowana energia pompowania oraz zwiększony przepływ przez rurociąg.

Charakterystyka przepływu rur FLOWTITE jest na wiele sposobów porównywalna do stali.

6.15 Przepływ cieczy

Rury FLOWTITE mają następującą przewagę nad rurami metalicznymi i niemetalicznymi:

- gładka powierzchnia wewnętrzna, w wyniku czego następuje mniejszy spadek ciśnienia lub wymagane jest niższe ciśnienie pompowania. Pozwala to osiągnąć znaczące oszczędności,
- powierzchnia wewnętrzna pozostaje gładka przez cały okres eksploatacji rurociągu, prowadzi do stałego spadku ciśnienia,
- większa średnica wewnętrzna rur FLOWTITE niż rur stalowych lub termoplastycznych pozwala osiągnąć wyższą wydajność przepływu, niższą prędkość przepływu i mniejszy spadek ciśnienia.

6.15.1 Redukcja ciśnienia

Dzięki gładkiemu wnętrzu rury FLOWTITE mają przewagę nad rurami stalowymi pod względem mniejszego spadku ciśnienia.

Od wielu lat inżynierowie zajmujący się instalacjami wodnymi stosują współczynnik Hazen-Williamsa do określania gładkości i dobrej wydajności rur.

Współczynnik Hazen-Williamsa dla rur FLOWTITE = 150

Inną zaletą rur FLOWTITE jest to, iż gładkość ich wewnętrznej powierzchni nie zmienia się z upływem czasu. Chropowatość powierzchni stalowych lub żeliwnych z upływem czasu zwiększa się z powodu korozji i działania chemikaliów, co nie ma miejsca w przypadku rur FLOWTITE.

6.15.2 Obliczanie spadku/utraty ciśnienia

Wszystkie metody i wzory używane dla rur metalowych można także zastosować dla rur FLOWTITE, biorąc pod uwagę właściwości takie jak gładka powierzchnia wewnętrzna, wymiary i własności materiału.

Równanie Hazena-Williamsa.

Zastosowanie dla rur wodnych w warunkach pełnego przepływu turbulentnego.

$$h_f = 240 \cdot 10^6 (100/C)^{1.85} (Q^{1.85}/d^{4.87})$$

gdzie: h_f = współczynnik tarcia m wody/100 m
 Q = prędkość przepływu w l/sek
 ID = wewnętrzna średnica rury, metry
 C = współczynnik chropowatości Hazena-Williamsa = 150 (typowa wartość dla rur z włókna szklanego)
 L = długość liniowa rury, m

Strata ciśnienia dla dowolnej cieczy

$$P = (h_f)(SG)/0.102$$

gdzie: P = strata ciśnienia, kPa
 SG = ciężar właściwy cieczy

6.15.3 Równanie Manninga

Równanie Manninga stosuje się dla rur z przepływem częściowym. Zazwyczaj w przypadku przepływu grawitacyjnego, rurociągów odprowadzających i zastosowań kanalizacyjnych, gdzie rurociąg jest wyłącznie pod wpływem ciśnienia podniesionego.

$$Q_m = (1000/n) (S)^{0.5} (A) R^{0.667}$$

gdzie: Q_m = prędkość przepływu w l/sek
 S = Hydrauliczny gradient nachylenia = $(H_1 - H_2)/L$
 H_1 = wzniesienie przed rurą, m
 H_2 = wzniesienie za rurą, m
 L = długość rurociągu, m
 A = powierzchnia przekroju rur, m^2
 R = promień hydrauliczny, $m = A/W_p$
 W_p = zanurzony obwód rury, m
 n = współczynnik chropowatości Manninga
= 0,009 dla typowej rury z włókna szklanego.

6.15.4 Równania dla rur z cieczą

Ogólne równanie Darcy'ego-Weisbacha ma zastosowanie dla wszystkich cieczy w rurach z pełnym przepływem.

$$H_f = fL (v^2)/2(ID) g$$

gdzie: H_f = spadek ciśnienia, Pa (N/m^2)
 g = stała grawitacyjna = $9,81 m/s^2$
 f = współczynnik tarcia
 L = długość rurociągu, m
 v = prędkość cieczy, m/s
 ID = wewnętrzna średnica rury, m

6.15.5 Wzory na współczynnik tarcia

Współczynnik tarcia to funkcja następujących wartości:

Gęstość cieczy

Wewnętrzna średnica rury

Prędkość cieczy

Lepkość dynamiczna cieczy

Te cztery charakterystyki w sumie dają liczbę Reynoldsa (R_e)

$$R_e = \frac{vID}{\mu}$$

gdzie: v = prędkość cieczy, m/s
 ID = wewnętrzna średnica rury, m
 μ = dynamiczna lepkość cieczy, Ns/m^2 ($Pa \cdot s$)

Jeśli $R_e < 2000$ przepływ jest laminarny, to

$$f = \frac{64}{R_e}$$

7 Asortyment produktów

Jeśli $R_e > 4000$ przepływ jest turbulentny, to

$$1/f_t^{0,5} = -2\log((e/ID)/3,7) + 2,51/(R_e)(f_t^{0,5})$$

gdzie: f = współczynnik tarcia
 K = bezwzględna chropowatość powierzchni wewnętrznej, m
 ID = wewnętrzna średnica rury, m
 R_e = liczba Reynoldsa

Równanie to wymaga prób i błędów. Uproszczenie wzoru z dokładnością do 1% to:

$$f_t = (1,8 \log(R_e/7))^{-2}$$

6.15.6 Spadek ciśnienia w kształtkach

Łączny spadek ciśnienia w kształtkach można obliczyć przy pomocy poniższego wzoru:

$$= \text{Sum } K \cdot (v^2/2g)$$

gdzie: k = współczynnik oporu dla poszczególnych typów i konfiguracji kształtek
 V = prędkość przepływu w rurociągu, m/s

6.15.7 Równanie Darciego dla „mniejszych strat”

Aby obliczyć straty w systemach rur z uwzględnieniem współczynnika tarcia rury i mniejszych strat należy zastosować:

$$(\text{Sum } K + f_t (L/ID)) (v^2/2g)$$

gdzie: $\Sigma(k)$ = suma współczynników tarcia „k” dla kształtek na rurze
 V = prędkość przepływu
 g = stała grawitacyjna

Opis	Współczynniki K
90 standardowe kolanko	0,400*
0-30 pojedynczy ukos	0,150*
45-60 podwójny ukos	0,240*
Trójnik, przepływ prosty	0,400*
Trójnik, przepływ do rozgałęzienia	1,400*
Trójnik, przepływ od rozgałęzienia	1,700*
Reduktor, redukcja pojedynczego wymiaru	0,075*
Reduktor, redukcja podwójnego wymiaru	0,075**

Tabela 6-15-1 Współczynnik tarcia dla kształtek segmentowych

* oszacowanie ** AWWA

Systemy rur FLOWTITE dostępne są z nominalnymi średnicami w zakresie od DN100 do DN4000 mm. Na życzenie dostępne są również średnice większe i pośrednie.

Zakres średnic standardowych w mm jest następujący:

100 · 150 · 200 · 250 · 300 · 350 · 400 · 450 · 500 · 600 · 700 · 800 · 900 · 1000
1100 · 1200 · 1400 · 1600 · 1800 · 2000 · 2200 · 2400 · 2600 · 2800 · 3000

Zakres średnic standardowych produkowanych lokalnie jest różny w zależności od zakładu produkcyjnego. Szczegółowych informacji udzielają lokalni przedstawiciele firmy. Średnice większe niż DN 3000, aż do DN 4000, oraz inne dostępne są na życzenie.

7.1 Klasy sztywności

Sztywność rury wskazuje jej zdolność do wytrzymania obciążeń zewnętrznych i podciśnienia. Jest to wskazanie wytrzymałości rury.

Dokonuje się pomiaru odporności próbki pierścieniowej na ugięcie zgodnie z normami międzynarodowymi. Jest to wartość uzyskana przez podział siły potrzebnej do ugięcia próbki przez 3% (norma ISO) na długość jednostkową próbki. Normy CEN i ISO definiują sztywność następująco:

$$S = \frac{EI}{d_m^3}$$

gdzie:

S = sztywność rury określona w badaniu

E = względny moduł sprężystości

I = drugi moment bezwładności, jest to moment bezwładności powierzchni na jednostkę długości przekroju ścianki rury w m^4 na metr

$$I = \frac{t^3}{12}$$

gdzie: t = grubość rury

Według norm amerykańskich ASTM₁ sztywność jest mierzona przy 5% i wyrażona jako $\frac{F}{\Delta_y}$ w psi. Jest to sztywność rury, a nie wspomniana wcześniej specyficzna sztywność styczna początkowa „S” gdzie F = obciążenie na długość jednostkową w funtach na cal. Δ_y to pionowe ugięcie w calach.

Systemy rur FLOWTITE wykazują następującą specyficzną sztywność początkową (EI/D^3) wyrażoną w N/m^2 .

8 Łączenia rur

Klasa sztywności SN	Sztywność (N/m ²)	Sztywność (ASTM) (psi)
2500	2500	18
5000	5000	36
10000	10000	72

Tabela 7-1-1 Standardowe klasy sztywności

Inne klasy sztywności dostępne są na zapytanie. Dostarczamy również zaprojektowane indywidualnie systemy rur o sztywności dobranej do potrzeb danego projektu.

7.2 Ciśnienie

Rury FLOWTITE dostępne są w następujących klasach ciśnienia:

Klasa ciśnienia PN	Ciśnienie znamionowe Bar	Górny limit średnicy
1 (grawitacyjne)	1	3000
6	6	3000
10	10	3000
16	16	3000
20	20	3000
25	25	2400
32	32	1800

Tabela 7-2-1 Standardowe klasy ciśnienia

Nie wszystkie klasy ciśnienia są dostępne lokalnie we wszystkich średnicach i klasach sztywności. Szczegółowych informacji można zasięgnąć u lokalnego producenta FLOWTITE lub w Grupie AMIANTIT. Dostępne są również rury projektowane indywidualnie, przystosowane do potrzeb konkretnego projektu.

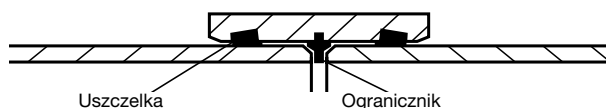
Wartości nominalne ciśnienia rur zostały ustalone zgodnie z podejściem projektowym określonym w normach międzynarodowych. Ciśnienie znamionowe rur określone jest przy pełnym ciśnieniu roboczym, nawet po zakopaniu na maksymalną zalecaną głębokość oraz biorąc pod uwagę łączne obciążenie określone w tych normach.

7.3 Długości

Standardowo długość rur FLOWTITE wynosi 6 lub 12 m. Na życzenie dostępne są również indywidualnie dobrane długości do 24 m. Rury o średnicach mniejszych niż 300 mm są dostępne jedynie w długościach standardowych 6 m.

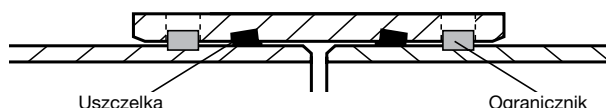
Systemy rur FLOWTITE mogą być również na specjalne zamówienie dostarczane w innych długościach.

Odcinki rur FLOWTITE zazwyczaj są łączone przy pomocy złączy FLOWTITE GRP. Wszystkie rozwiązania wykorzystujące rury FLOWTITE GRP posiadają sprawdzony system łączenia, który gwarantuje właściwe działanie instalacji przez cały przewidywany okres eksploatacji. System oferuje również rozwiązania dla przejść na inne materiały, na przykład przy łączeniu z zaworami i innymi akcesoriami. Rury są typowo łączone za pomocą łączników GRP FLOWTITE opartych na systemie REKA. Rury i łączniki mogą być dostarczane oddzielnie lub z łącznikiem zamontowanym na jednym z końców rury. Łączniki są wyposażone w elastomerową uszczelkę (system REKA) osadzoną w rowku wykonanym metodą precyzyjnej obróbki skrawaniem. Łączniki posiadają również umieszczony pośrodku ogranicznik. System uszczelnień REKA sprawdza się w eksploatacji od ponad 75 lat.



Rys. 8-1 Standardowy łącznik GRP

Systemy rur ciśnieniowych, w których występują nierównoważone siły i parcie osiowe wymagają podparcia poprzez wykonanie bloków oporowych lub zastosowanie zabezpieczonych przed przemieszczeniem systemów łączenia. W przypadku rurociągów standardowych bloki oporowe są wykorzystywane do przenoszenia sił na grunt. Inna metoda polega na zastosowaniu rur dwuosiowych i/lub systemów połączeń blokowanych klinowo, które w niezawodny sposób redukują siły osiowe. Rozwiązanie to zastępuje często instalację bloków betonowych i sprawia, że realizacja inwestycji jest mniej czasochłonna i tańsza.



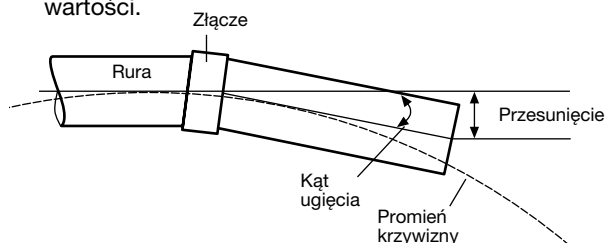
Rys. 8-2 Standardowe złącze blokowane klinowo

Ugięcie kątowe łącznika

Łączniki są intensywnie testowane i kwalifikowane zgodnie z ASTM D4161, ISO DIS8639 oraz EN 1119.

Maksymalne ugięcie kątowe poszczególnych złączy, mierzone jako zmiana w liniach środkowych przyległej rury, nie może przekraczać wartości podanych w tabeli poniżej.

Uwaga: Ugięcie kątowe jest określane jako ugięcie całkowite włącznie z ugięciem z powodu osadzenia. Przy wstępnej instalacji należy zastosować 50-70% wartości.



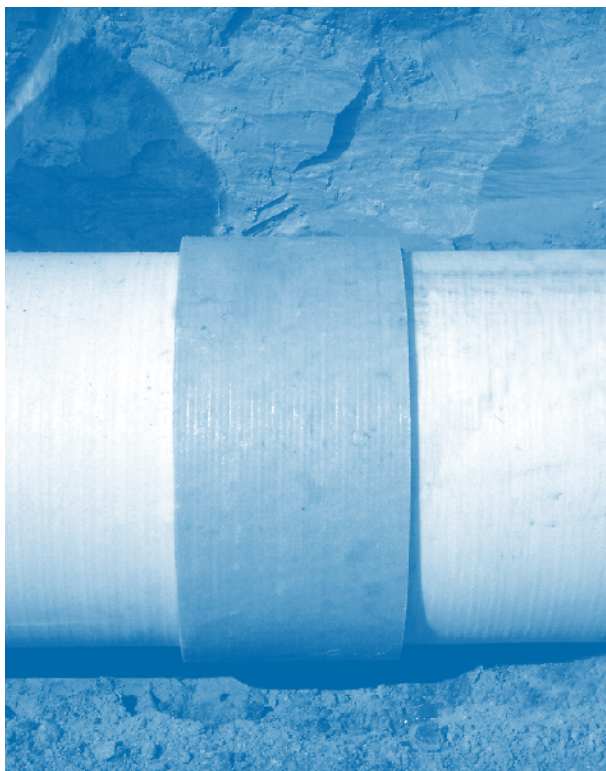
Rys. 8-3 Przesunięcie i promień krzywizny

Nom. Średnica Rury (mm)	Ciśnienie (PN) w barach			
	Do 16	20	25	32
	Maks. kąt ugięcia (st.)			
DN ≤ 500	3,0	2,5	2,0	1,5
500 < DN ≤ 800	2,0	1,5	1,3	1,0
900 < DN ≤ 1800	1,0	0,8	0,5	0,5
DN > 1800	0,5	NA	NA	NA

Tabela 8-1 Maks. ugięcie kątowe w miękkiej glebie przy podwójnym złączu

Kąt ugięcia (stopnie)	Maksymalne przesunięcie (mm) Długość rury			Promień krzywizny (m) Długość rury		
	3 m	6 m	12 m	3 m	6 m	12 m
3,0	157	314	628	57	115	229
2,5	136	261	523	69	137	275
2,0	105	209	419	86	172	344
1,5	78	157	313	114	228	456
1,3	65	120	240	132	265	529
1,0	52	105	209	172	344	688
0,8	39	78	156	215	430	860
0,5	26	52	104	344	688	1376

Tabela 8-2 Przesunięcie i promień krzywizny

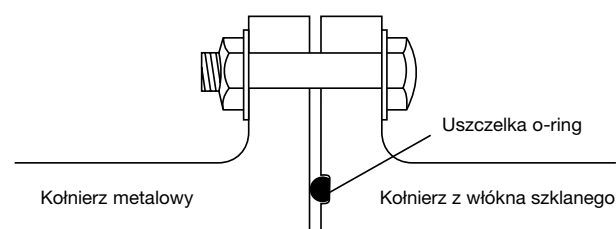


8.1 Inne systemy łączące

Kołnierze GRP

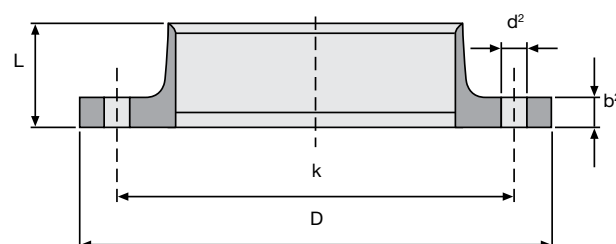
Standardowy model z wkrętem, według którego produkowane są nasze kołnierze, jest zgodny z ISO2084. Istnieje także możliwość dostawy innych systemów wymiarów wkrętów jak AWWA, ANSI, DIN i JIS. Dla wszystkich klas ciśnienia dostępne są kołnierze luźne i stałe.

Odlewane złącza kołnierzowe



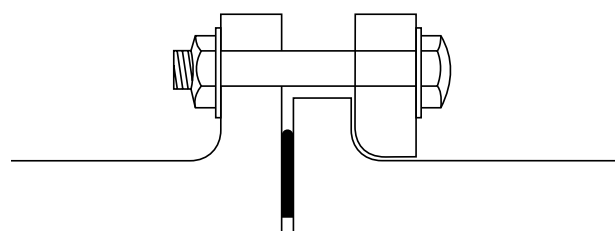
Rys. 8-1-1 Łącznik kołnierzowy

Złącza kołnierzowe stałe



Rys. 8-1-2 Złącze kołnierzowe stałe

Luźne złącza kołnierzowe

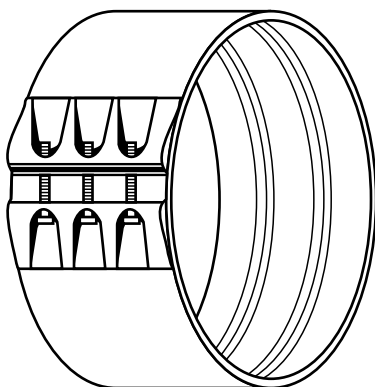


Rys. 8-1-3 Luźny pierścień z płaską uszczelką wraz ze wspornikiem stalowym

Mechaniczne łączniki stalowe

W przypadku łączenia rur FLOWTITE z rurami wykonanymi z innych materiałów i posiadającymi inną średnicę zewnętrzną, jedną z preferowanych metod łączenia jest stosowanie elastycznych łączników stalowych. Łączniki te składają się ze stalowego płaszcza i umieszczonego w nim gumowego elementu uszczelniającego. Łączników tych można również używać do łączenia ze sobą odcinków rur FLOWTITE, na przykład w celu wykonania naprawy. Powszechnie dostępne są trzy klasy:

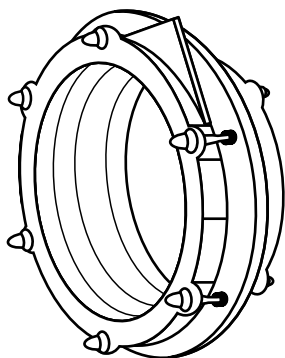
- Płaszcz pokrywany stalą
- Płaszcz ze stali nierdzewnej
- Płaszcz ze stali galwanizowanej na gorąco



Rys. 8-1-4 Elastyczny łącznik mechaniczny

Łączniki mechaniczne stosuje się z powodzeniem do łączenia rur z różnych materiałów oraz o różnych średnicach. Wśród łączników tych występuje duże zróżnicowanie konstrukcji, obejmujące wielkość śrub, liczbę śrub oraz budowę uszczelek, co uniemożliwia zapewnienie standardowych zaleceń. Jeśli łącznik mechaniczny używany jest do połączenia rury FLOWTITE z rurą z innego materiału, to niezależny system podwójnych wkrętów pozwala na niezależne dokręcenie po stronie rury FLOWTITE, co zazwyczaj wymaga niższego momentu obrotowego niż zaleca producent złącza.

Jeśli zastosowana ma być specyficzna konstrukcja (marka i model) złącza mechanicznego, należy skonsultować się przed zakupem z lokalnym dostawcą rur FLOWTITE. Dostawca doradzi pod jakimi warunkami, jeśli takie istnieją, konstrukcja taka może być używana dla rur FLOWTITE.

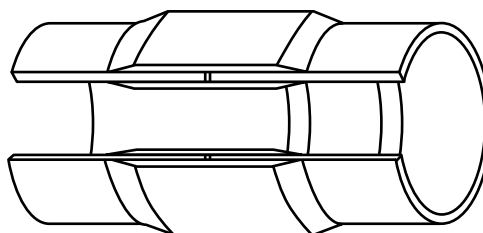


Rys. 8-1-5 Łącznik mechaniczny dwustronnie skręcany

Złącza laminowane (styk czołowy)

Złącza laminowane są zazwyczaj używane tam, gdzie wymagane jest przeniesienie sił osiowych z ciśnienia wewnętrznego, lub jako metoda naprawcza. Długość i grubość warstwy nakładanej zależy od średnicy i ciśnienia.

Szczegółowych informacji odnośnie dostępności złączy i systemów połączeń udzielają lokalni dostawcy.

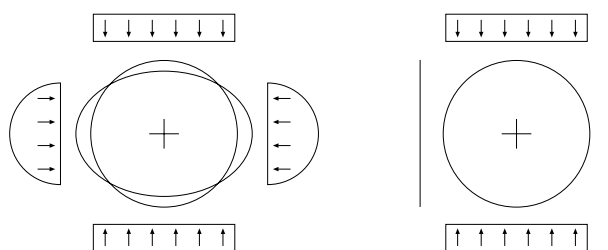


Rys. 8-1-6 Złącze laminowane

9 Dobór klasyfikacji rur

Dobór rur FLOWTITE zależy od wymagań klas sztywności i ciśnienia. GRP to elastyczny materiał. Konstrukcja zależy od interakcji między rurą a gruntem. Inaczej niż w przypadku betonu i innych sztywnych materiałów, konstrukcja rury bierze pod uwagę grunt rodzimy i zasypkę. Elastyczność rury, w połączeniu z naturalnym strukturalnym zachowaniem gruntu, zapewnia idealną kombinację do przenoszenia obciążeń pionowych. W odróżnieniu od sztywnych rur, które złamałyby się pod wpływem nadmiernego obciążenia pionowego, elastyczność rury w połączeniu z jej dużą wytrzymałością pozwala na jej odgięcie i redystrybucję obciążenia na otaczający grunt.

Przewody sztywne a elastyczne



Rys. 9-1 Przewód elastyczny

Przewód sztywny

Sztywność

Sztywność rury FLOWTITE wybierana jest spośród trzech klas sztywności wymienionych poniżej. Klasa sztywności odpowiada minimalnej początkowej sztywności specyficznej (EI/D^3) w N/m^2 .

SN	N/mm^2
2500	2500
5000	5000
10000	10000

Tabela 9-1 Klasy sztywności

Sztywność dobiera się według dwóch parametrów. Są to: (1) warunki umieszczenia w ziemi obejmujące grunt rodzimy, typ zasypki i głębokość umieszczenia rury w ziemi oraz (2) podciśnienie, jeśli istnieje.

Cechy gruntu rodzimego określone są według normy ASTM D1586 dotyczącej badań penetracyjnych. Niektóre typowe wartości odnoszące się do typów i gęstości gruntu podano w **Tabeli 9-2**.

Szeroki zakres typów gleb zasypowych podano w **Tabeli 9-3**, co pozwala na indywidualny dobór do danej instalacji. W wielu przypadkach jako zasypki można użyć gruntu rodzimego wydobytego z wykopu.

Zakładając standardową konstrukcję rowu, dopuszczalne długoterminowe ugięcie 5% dla rur o średnicach 300 mm i większych oraz 4% dla mniejszych średnic, to maksymalną głębokość umieszczenia rury, biorąc pod uwagę obciążenia ruchem kołowym, dla trzech różnych klasy sztywności w sześciu grupach gleb naturalnych podano w „Instrukcji FLOWTITE dla rur podziemnych”.

Korelację między klasyfikacją gleb zasypowych, grupami gruntów rodzimych, sztywnością rury i głębokością umieszczenia rury podano w „Przewodniku FLOWTITE dla rur podziemnych”. Drugim parametrem potrzebnym do doboru klasy sztywności rury jest podciśnienie, jeśli istnieje. **Tabela 9-4** podaje, jaką sztywność należy dobrać do poszczególnych wartości podciśnienia i umieszczenia pod ziemią.

Poniższe informacje stanowią jedynie część procedur instalacyjnych, nie mają one na celu zastąpić instrukcji instalacji, których należy przestrzegać przy każdym projekcie. Więcej szczegółów znajduje się w naszej instrukcji podziemnej/nadziemnej instalacji FLOWTITE. Nasze oddziały są zawsze do Państwa dyspozycji.

Grupa gruntu	Ziarnistość		Spoistość		Moduł
	Liczba uderzeń ¹	Opis	q_u kPa	Opis	M_{sn}
1	> 15	Zwarte	> 200	Bardzo sztywne	34,50
2	8 - 15	Lekko zwarte	100 - 200	Sztywne	20,70
3	4 - 8	Luźne	50 - 100	Średnie	10,30
4	2 - 4		25 - 50	Miękkie	4,80
5	1 - 2	Bardzo luźne	13 - 25	Bardzo, miękkie	1,40
6	0 - 1	Bardzo, bardzo luźne	0 - 13	Bardzo, bardzo miękkie	0,34

¹ Standardowe badanie penetracyjne wg ASTM D1586

Tabela 9-2 Grupy sztywności gruntów rodzimych. Wartości modułu ograniczonego, M_{sn}

Kategoria sztywności gleby zasypowej	Opis gleb zasypowych
SC1	Kruszona skała z < 15% piasku, maksymalnie 25% przechodzi przez sito 9,5 mm i maksymalna zawartość drobin 5% ²⁾ .
SC2	Czyste, gruboziarniste gleby: SW, SP ¹⁾ , GW, GP lub dowolna gleba zaczynająca się od jednego z tych symboli z zawartością 12% lub mniej drobin ²⁾ .
SC3	Czyste, gruboziarniste gleby z drobinami: GM, GC, SM, SC lub dowolna gleba zaczynająca się od jednego z tych symboli z zawartością 12% lub więcej drobin ²⁾ . Piaszczyste lub żwirowe drobnoziarniste gleby: CL, ML (lub CL-ML, CL/ML, ML/CL) z 30% lub więcej cząstek zatrzymanych na sicie nr 200.
SC4	Gleby drobnoziarniste: CL, ML (lub CL-ML, CL/ML, ML/CL) z 30% lub mniej cząstek zatrzymanych na sicie nr 200.
Uwaga: Symbole w tabeli są zgodne z Jednolitym Oznakowaniem Klasyfikacji Gleb, ASTM D2487 ¹⁾ Jednolity drobny piasek, SP, z ponad 50% ziaren przechodzących przez sito nr 100 (0,15 mm) jest bardzo wrażliwy na wilgoć i nie jest zalecany jako zasypka. ²⁾ % drobin to procent wagowy cząsteczek gleby, które przechodzą przez sito nr 200 z otworami 0,076 mm.	

Tabela 9-3 Klasyfikacja typów gleby zasypowej

DN mm	SN 2500			SN 5000			SN 10000		
	3 m	6 m	12 m	3 m	6 m	12 m	3 m	6 m	12 m
100	-	-	-	-	-	-	1,00	1,00	-
150	-	-	-	-	-	-	1,00	1,00	-
200	-	-	-	-	-	-	1,00	1,00	-
250	-	-	-	-	-	-	1,00	1,00	-
300	0,28	0,25	0,25	0,53	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00
350	0,30	0,25	0,25	0,55	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00
400	0,32	0,25	0,25	0,58	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00
450	0,32	0,26	0,25	0,61	0,51	0,50	1,00	1,00	1,00
500	0,39	0,26	0,25	0,66	0,51	0,50	1,00	1,00	1,00
600	0,48	0,27	0,25	0,78	0,52	0,50	1,00	1,00	1,00
700	0,66	0,28	0,25	1,00	0,54	0,50	1,00	1,00	1,00
800	0,74	0,30	0,25	1,00	0,56	0,50	1,00	1,00	1,00
900	0,77	0,32	0,25	1,00	0,59	0,50	1,00	1,00	1,00
1000	0,82	0,36	0,26	1,00	0,64	0,51	1,00	1,00	1,00
1100	0,88	0,39	0,26	1,00	0,66	0,51	1,00	1,00	1,00
1200	0,95	0,46	0,26	1,00	0,77	0,52	1,00	1,00	1,00
1300	0,97	0,53	0,27	1,00	0,85	0,52	1,00	1,00	1,00
1400	1,00	0,62	0,28	1,00	0,98	0,53	1,00	1,00	1,00
1600	1,00	0,73	0,29	1,00	1,00	0,56	1,00	1,00	1,00
1800	1,00	0,77	0,32	1,00	1,00	0,59	1,00	1,00	1,00
2000	1,00	0,81	0,35	1,00	1,00	0,63	1,00	1,00	1,00
2200	1,00	0,87	0,40	1,00	1,00	0,69	1,00	1,00	1,00
2400	1,00	0,94	0,45	1,00	1,00	0,76	1,00	1,00	1,00
2600	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	0,84	1,00	1,00	1,00
2800	1,00	1,00	0,55	1,00	1,00	0,92	1,00	1,00	1,00
3000	1,00	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

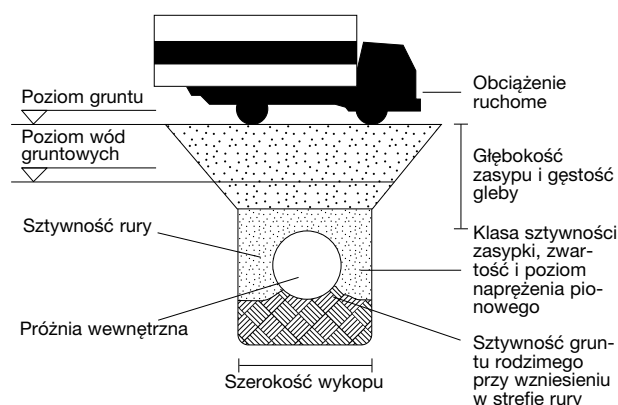
Tabela 9-4 Maksymalne dopuszczalne podciśnienie (w barach) dla odcinków - długość rury pomiędzy ograniczeniami 3 m / 6 m / 12 m

10 Instalacja ogólna

Długą żywotność i dobre charakterystyki eksploatacyjne rur FLOWTITE można osiągnąć jedynie poprzez właściwą obsługę i instalację rur. Istotne jest, aby inwestor, inżynier i wykonawca mieli świadomość, iż dla rur z tworzywa wzmocnianych włóknem szklanym (GRP) należy zastosować podłoże i zasypkę w strefie rury wynikającej z zalecanych procedur instalacyjnych. Z doświadczenia inżynierskiego wynika, że do zasypywania rur GRP idealnie nadają się zwarte materiały granulowane. Łączenie, rura i materiał podłoża, tworzą wysokowydajny „system rura-gleba”. Szczegółowe instrukcje instalacyjne znajdują się w „Instrukcji FLOWTITE dla rur podziemnych”.

Poniższe informacje stanowią jedynie część procedur instalacyjnych, nie mają one na celu zastąpić instrukcji instalacji, których należy przestrzegać przy każdym projekcie.

Parametry projektu instalacji



Rys. 10-1 Parametry konstrukcyjne instalacji

Podsypka

Podłoże rowu z odpowiedniego materiału powinno zapewnić jednolite i niezmiennie podparcie dla rury

Kontrola zainstalowanej rury

Po zainstalowaniu każdej rury należy sprawdzić maksymalne pionowe ugięcie średnicy. Dla rur FLOWTITE procedura ta jest szybka i łatwa.

Ugięcie średnicy zainstalowanej rury

Maksymalne dopuszczalne początkowe ugięcie średnicowe (zazwyczaj pionowe) jest następujące:
Maksymalne ugięcie początkowe:

> DN 300	≤ DN 250
3 %	2,5 %

Tabela 10-1 Klasa sztywności

Maksymalne dopuszczalne długoterminowe ugięcie wynosi 5% dla rur o średnicach 300 mm i większych oraz 4% dla mniejszych średnic. Wartości te mają zastosowanie dla wszystkich klas sztywności.

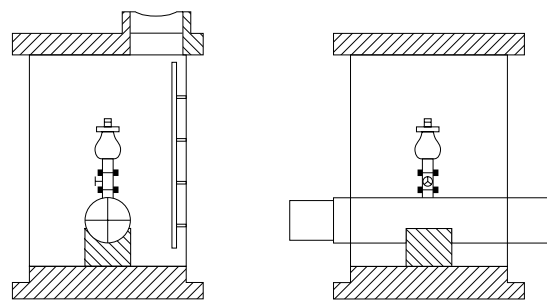
Wybrzuszenia, spłaszczenia lub inne nagłe zmiany w krzywiźnie ścianki rury są niedopuszczalne. Należy unikać wszelkich obciążeń punktowych. Nieprzestrzeganie powyższych ograniczeń podczas instalacji może spowodować nieprawidłową eksploatację rur.

Należy zapoznać się ze szczegółami w „Przewodniku instalacji FLOWTITE dla rur podziemnych” oraz „Instrukcji instalacji FLOWTITE dla rur nadziemnych”.

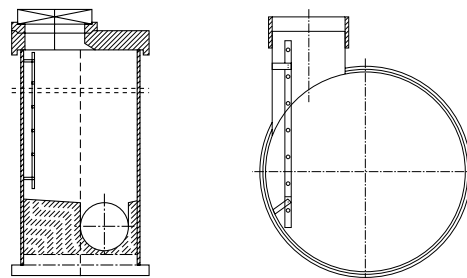
Studzienki/komory zaworowe

Do układania kanalizacji i zamkniętych ciśnieniowych systemów rurowych, jak również do montażu kształtek i armatury preferuje się stosowanie standardowo wykończonych studzienek i komór zaworowych jak również styczne. Standardowe studzienki mają wał z włókna szklanego połączony z dnem studzienki i produkowane są zgodnie z lokalnie obowiązującymi przepisami. Nasz asortyment studzienek jest dobrze znany ze swojej lekkości i bezpiecznej siły wyporu.

Konfigurację, lokalizację i wymiary rur wlotowych i wylotowych wraz z kanałem wewnętrznym można dobrać odpowiednio do warunków na miejscu instalacji. Złącza rur są szczelne i mogą być wykonane tak, aby dopasować je do dowolnych używanych rur kanalizacyjnych. Zarówno nachylenie jak i kąty odpływów oraz wlotów można ustawić według wymagań projektowych.



Rys. 10-2 Komory zaworowe



Rys. 10-3 Studzienka standardowa i styczna

Armatura

Firma FLOWTITE Technology stworzyła standardową linię kształtek GRP odlewanych lub produkowanych z takiego samego materiału, jaki jest używany do wyrobu rur FLOWTITE. Jedną z zalet rur FLOWTITE jest możliwość wyprodukowania szerokiego asortymentu kształtek, zarówno standardowych jak i niestandardowych.

Kształtki FLOWTITE mogą być dostarczane w poniższych klasach ciśnienia:

Klasa ciśnienia PN	Ciśnienie znamionowe (bar)	Górny limit średnicy
1 (grawitacyjna)	1	3000
6	6	3000
10	10	3000
16	16	3000
20	20	3000
25	25	2400
32	32	1800

Tabela 10-2 Asortyment produktów

Wymagania odnośnie bloków oporowych

Informacje odnośnie armatury zawarte w niniejszej instrukcji mają zastosowanie do standardowych podziemnych rur FLOWTITE. Konstrukcje armatury oparte są na kształtkach zainstalowanych zgodnie z Instrukcją obsługi i instalacji podziemnych rur FLOWTITE. Instrukcje te dotyczą sił osiowych przenoszonych przez łączniki oporowe. Poniżej znajduje się streszczenie wytycznych. Szczegółowe informacje znajdują się w Instrukcji instalacji FLOWTITE.

Łączniki oporowe

W rurociągach ciśnieniowych na łukach, kształtkach redukcyjnych, trójnikach, odgałęzieniach, zamknięciach i innych zmianach kierunku rurociągu występują nierównoważone siły parcia. Aby nie dopuścić do rozłączenia rur, siły te muszą być w jakiś sposób przeniesione. Jeśli nie mogą być one przeniesione poprzez otaczający grunt, należy zastosować bloki oporowe. Za określenie potrzeby i konstrukcji przeniesienia sił parcia odpowiedzialny jest inżynier inwestora uwzględniając poniższe ograniczenia.

Bloki oporowe

Bloki oporowe muszą ograniczać przemieszczanie się kształtki względem rury tak, aby zachować szczelność łącznika FLOWTITE. W rezultacie odchylenie kątowe powinno być mniejsze wskazane wartości.

Blok musi całkowicie otaczać kształtkę na całej jej długości i obwodzie oraz powinien być umieszczony albo w nienaruszonym gruncie albo zasypany materiałem ze strefy rury odpowiednio dla charakterystyki gruntu rodzimego.

Bloki oporowe są odpowiednie dla:

- 1 Wszystkie łuków, zwężeń, grodzi i zaślepek kołnierзовych
 - 2 Trójników*, gdy rura odgałęzienia jest współśrodkowa z linią środkową przewodu głównego.
- ! Uwaga*:** Nie jest konieczne betonowanie króćców.

Króćce to odgałęzienia trójników spełniające wszystkie poniższe kryteria:

- 1 Średnica króćca wylotowego < 300 mm.
- 2 Średnica przewodu głównego > 3-krotnej średnicy króćca wylotowego
- 3 Jeśli króciec nie jest koncentryczny i/lub prostopadły do osi rury głównej, za średnicę króćca uważa się najdłuższą odległość cięciwy na ścianie rury głównej na przecięciu króćca/rury.

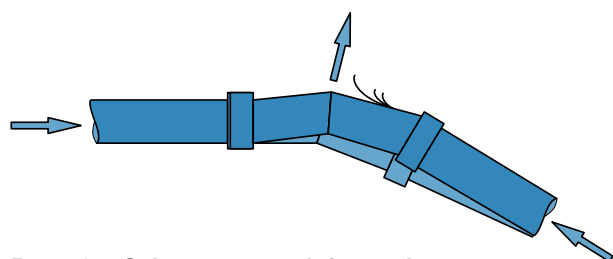
Blok musi całkowicie otaczać kształtkę na całej jej długości i obwodzie oraz powinien być umieszczony albo w nienaruszonym gruncie albo zasypany materiałem ze strefy rury odpowiednio dla charakterystyki gruntu rodzimego. Bloki te wymagane są dla następujących kształtek, jeśli ciśnienie liniowe przekracza 100 kPa (1 bar):

- 1 Rozgałęzienia.
- 2 Kształtki specjalne według specjalnych instrukcji.

Instrukcje ogólne

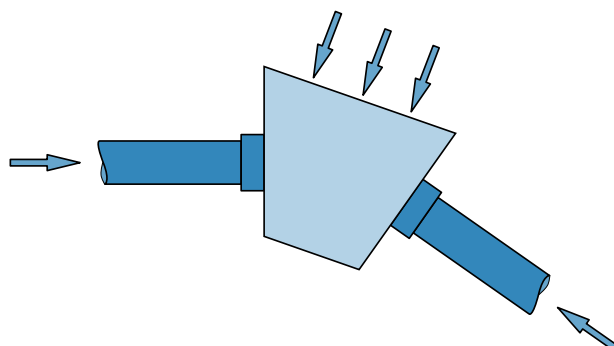
Standardowe rury i kształtki FLOWTITE są łączone podwójnymi złączami dzwonowymi i mogą opierać się jedynie ograniczonym osiowym siłom parcia.

Jedną z najpopularniejszych metod zapewnienia oporu dla sił parcia jest zastosowanie bloków oporowych. Opór zapewniany jest poprzez przeniesienie siły parcia na grunt poprzez większą powierzchnię nośną bloku, tak aby wynikłe ciśnienie na grunt nie przekroczyło poziomej siły nośnej gruntu. Projektowanie bloków oporowych obejmuje określenie odpowiedniej powierzchni nośnej bloku dla konkretnego zestawu warunków. Parametrybrane pod uwagę w projekcie to wymiar rury, ciśnienie projektowe, kąt zagięcia (lub układ danej kształtki) oraz pozioma wytrzymałość nośna gruntu. W dalszej części znajdują się ogólne kryteria dla projektowania bloku oporowego.

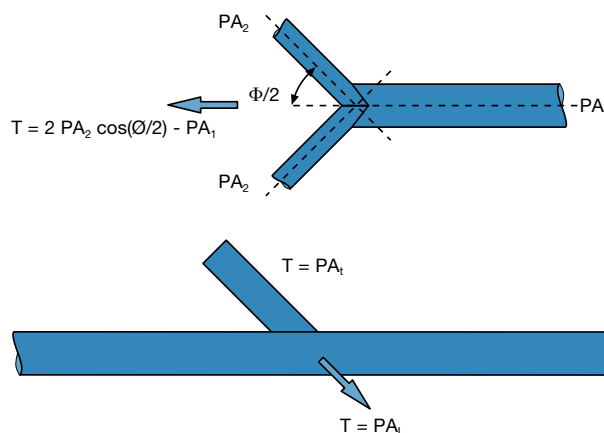
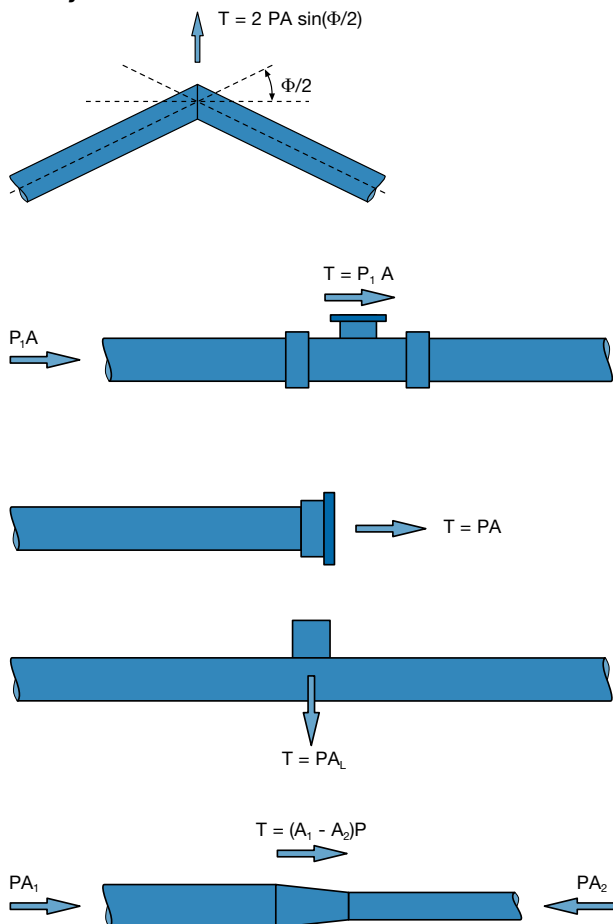


Rys. 10-4 Schematyczna deformacja kształtek z powodu sił parcia

Aby nie dopuścić do rozłączenia rur lub nieszczelności, siły parcia są zazwyczaj przenoszone przez betonowe bloki oporowe na otaczający grunt:



Rys. 10-5 Schematyczne przedstawienie reakcji betonu

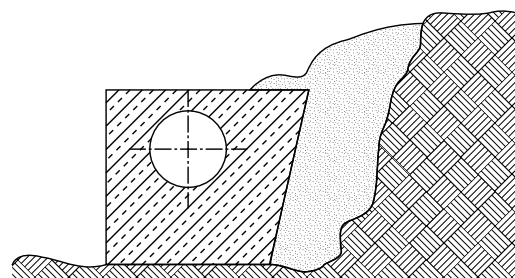


Rys. 10-6 Siły parcia

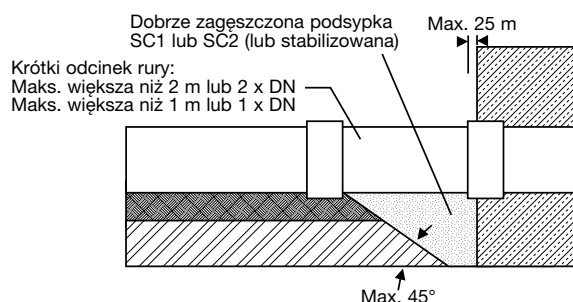
Konstrukcja kształtek FLOWTITE oparta jest na następujących założeniach:

- Kształtka musi być całkowicie obetonowana wzdłuż całej swojej długości i obwodu. Nasze kształtki nie są przeznaczone do częściowego obudowywania.
- Ruchy bloku oporowego muszą być ograniczone, tak, aby mógł on przejść maksymalną deformację przyległych łączników.
- Podziemne bloki oporowe przenoszą siły parcia na grunt poprzez bezpośrednie obciążenie.
- Częściowy opór jest także zapewniany przez tarcie gruntu.
- Powierzchnia nośna powinna być, jeśli to możliwe, umieszczona w nienaruszonym gruncie. Jeśli nie jest to możliwe, wypełnienie między powierzchnią nośną a nienaruszonym gruntem musi być zagęszczone co najmniej do 90% standardowej gęstości Proctora.
- Wielkość nośna bloku oporowego zależy od sił parcia i nośności gruntu:
 - $A_T = h \times b = T \times SF / \sigma$
 - gdzie h to wysokość bloku, b to szerokość bloku, T siła parcia, SF współczynnik bezpieczeństwa ($\approx 1,5$) a σ to nośność gruntu.
- Siła parcia powinna być oparta na ciśnieniu testowym rurociągu, zazwyczaj $1,5 \times PN$.

Powierzchnia nośna powinna być umieszczona względem nienaruszonego gruntu prostopadłe i wycentrowana w stosunku do kierunku linii działania sił parcia. Oprogramowanie do obliczania bloków oporowych dostępne jest na www.flowtite.com



Rys. 10-7 Punkt styku bloku oporowego i nienaruszonego gruntu



Rys. 10-8 Rozmieszczenie łączników przy blokach oporowych

Głębokość wkopania aż do góry bloku oporowego powinna być co najmniej równa jego wysokości, aby uniknąć załamania gruntu. Szerokość bloku oporowego powinna wynosić 1 do 2 x wysokość, aby zapewnić równe rozłożenie obciążenia. Tam, gdzie to możliwe złącze powinno być obetonowane na powierzchni styku. Jeśli nie jest to możliwe, to wokół rury w miejscach, gdzie wchodzi ona w obudowę z betonu, należy założyć gumowe podkłady. Należy zapewnić dobre zagęszczenie pod rurą, aby uniknąć różnic w osiadaniu oraz zapewnić odporność na pęknięcia. Rurociągu nie należy poddawać badaniu ciśnieniowemu przed upływem co najmniej 7 dni przeznaczonych na utwardzanie betonu.

W poniższej tabeli przedstawiono siły parcia obliczone dla 1 bara i testowane dla 1,5 x ciśnienie. Więcej szczegółów znajduje się w naszej instrukcji instalowa-

nia rurociągów podziemnych / nadziemnych FLOWTITE. Nasze oddziały są zawsze do Państwa dyspozycji.

Wytrzymałość gruntu

Nośność pozioma gruntu jest bardzo zmienna i zależy od spójności i kąta tarcia gleby. Można to określić przy pomocy praktycznej mechaniki gleby.

W tabeli poniżej podano nośność kilku rodzajów gleb. Inżynier wykonujący projekt musi dobrać właściwą nośność dla danej gleby. Więcej szczegółów znajduje się w naszej instrukcji instalowania rurociągów podziemnych / nadziemnych FLOWTITE. Nasze oddziały są zawsze do Państwa dyspozycji.

Gleba	Nośność σ
	kN/m ²
Murszowa	0
Miękka glina	50
Muł	75
Muł piaszczysty	150
Piasek	200
Gлина piaszczysta	300
Gлина twarda	450

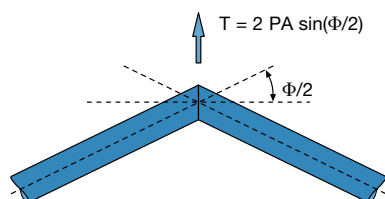
Tabela 10-4 Wartości nośności

DN	Siły parcia przy ciśnieniu 1 bara (obliczeń dokonano na podstawie badania ciśnieniem 1,5* PN)						
mm	90	60	45	30	22,5	15	Trójnik z odgałęzieniem = ND
100	1,67	1,18	0,90	0,61	0,46	0,31	1,18
150	3,75	2,65	2,03	1,37	1,03	0,69	2,65
200	6,66	4,71	3,61	2,44	1,84	1,23	4,71
300	14,99	10,60	8,12	5,49	4,14	2,77	10,60
350	20,41	14,43	11,05	7,47	5,63	3,77	14,43
400	26,66	18,85	14,43	9,76	7,35	4,92	18,85
450	33,74	23,86	18,26	12,35	9,31	6,23	23,86
500	41,65	29,45	22,54	15,24	11,49	7,69	29,45
600	59,98	42,41	32,46	21,95	16,55	11,07	42,41
700	81,64	57,73	44,18	29,88	22,52	15,07	57,73
800	106,63	75,40	57,71	39,03	29,42	19,68	75,40
900	134,95	95,43	73,04	49,40	37,23	24,91	95,43
1000	166,61	117,81	90,17	60,98	45,97	30,75	117,81
1200	239,92	169,65	129,84	87,82	66,19	44,29	169,65
1400	326,55	230,91	176,73	119,53	90,10	60,28	230,91
1600	426,52	301,59	230,83	156,12	117,68	78,73	301,59
1800	539,81	381,70	292,14	197,58	148,93	99,64	381,70
2000	666,43	471,24	360,67	243,93	183,87	123,02	471,24
2200	806,38	570,20	436,41	295,16	222,48	148,85	570,20
2400	959,66	678,58	519,37	351,26	264,77	177,15	678,58
2600	1126,27	796,39	609,53	412,24	310,74	207,90	796,39
2800	1306,21	923,63	706,91	478,11	360,38	241,12	923,63
3000	1499,47	1060,29	811,51	548,85	413,70	276,79	1060,29

Tabela 10-3 Siły parcia przy ciśnieniu 1 bar

Przykład konstrukcji:

DN 600 PN 10 i zagięcie 30° w piaszczystej glinie.
Siła parcia wynosi: $T = 2 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 280000 \sin(30/2)$
 $= 217 \text{ kN}$

**Rys. 10-9 Siła parcia**

Nośność wynosi $\sigma = 300 \text{ kN/m}^2$.

$$A_T = hxb = T FS/\sigma = 217 \cdot 1,5/300 = 1,1 \text{ m}^2.$$

Można założyć, że współczynnik reakcji dla piaszczystej gliny wynosi 70 kN/m^2 .

Można w ten sposób obliczyć ruch:

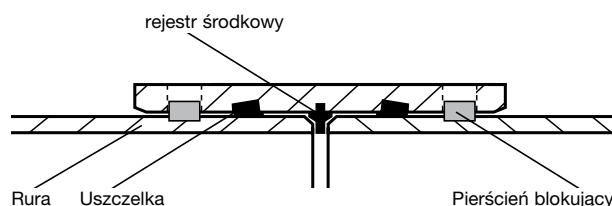
$$D = 217/(1,1 \cdot 70) = 3 \text{ mm}$$

Instalacje i systemy specjalne**Dwuosiowy system rur****Łączenie systemów dwuosiowych**

W systemach dwuosiowych z ograniczonymi łącznikami nie ma potrzeby stosowania bloków oporowych. Dzięki temu z instalacyjnego punktu widzenia rozwiązania takie są prostsze i tańsze. System łączy dobrą szczelność połączeń z systemem blokady, aby przenosić osiowe siły parcia na rury przyległe.

Rury z włókna szklanego wyprodukowane zgodnie ze „Specyfikacją produkcji i procesu FLOWTITE Technology” to elastyczne przewody kompozytowe wykonane ze wzmocnieniem z włókna szklanego, odpowiednio dobranych wypełniaczy i termoutwardzalnej, odpornej chemicznie żywicy poliestrowej.

System rur dwuosiowych FLOWTITE ma za zadanie wytrzymać pełne osiowe siły parcia oprócz obciążeń obwodowych. Wymaganą wytrzymałość osiową uzyskuje się poprzez użycie włókien ciętych o odpowiednich właściwościach. Obciążenia osiowe są przenoszone z jednego odcinka rury na drugi poprzez łączniki ograniczające siły parcia (dwuosiowe) – system rowka blokującego lub laminaty doczołowe. Przy łączniku blokującym zwiększana jest grubość na czopie rury w celu umieszczenia w tym miejscu rowka blokującego. Poza obszarem czopa oraz w przypadku łączeń laminowanych rura ma standardową średnicę zewnętrzną (odpowiednią dla standardowych łączników). Dodatkowa grubość powstaje w wyniku nakładania ręcznego laminatu lub bezpośrednio w nawijarkę FLOWTITE.



Rury produkowane są na należących do FLOWTITE Technology urządzeniach do ciągłego nawijania włókien CW3000 ze sterowanym odmierzaniem materiałów dla zapewnienia jednolitych własności rur we wszystkich odcinkach.

Zastosowanie

Rury przeznaczone są do przenoszenia wody pod ciśnieniem lub grawitacyjnie w instalacjach podziemnych.

Przykłady:

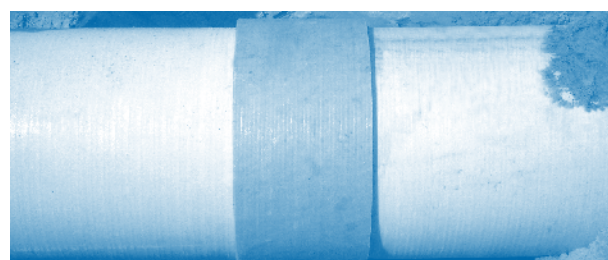
- wody opadowe
- woda pitna
- woda surowa
- nawadnianie
- przesył wody morskiej
- instalacja przeciwpożarowa
- chłodzenie
- rurociągi zasilające itp.

Systemy łączone

Niezerównoważonym siłom parcia na kształtki i zmiany kierunku rur można przeciwdziałać przy użyciu wspomnianych wcześniej łączników unieruchamiających. Rury są powiązane razem, aby zwiększyć opór tarcia połączonych rur i przeciwdziałać siłom parcia na kształtki. Siły parcia stopniowo zmniejszą swą wartość do zera w odległości L zwanej długością unieruchomienia. Za długością unieruchomienia L na rurze nie będą występować siły parcia, dlatego można stosować standardowe łączniki.

W rozdziale 7. normy AWWA M-45 znajdują się równania pozwalające obliczyć długość unieruchomienia. Dla zgięcia poziomego:

$$L_{\text{bend}} = \frac{PA \sin(\Delta/2)}{f(2W_e + W_p + W_w)}$$



gdzie: f = opór tarcia N/m
 W_e = masa pokrywy ziemnej N/m
 W_p = masa rury N/m
 W_w = masa cieczy w rurze N/m

Dla grodzi lub trójnika

$$L_{\text{bulk}} = \frac{PA}{f(2W_e + W_p + W_w)}$$

L to długość unieruchomienia dla poszczególnych rozmiarów kształtek.

Instalacje bezwykopowe

Rozrastające się obecnie obszary miejskie mogą sprawić, że wykonywanie otwartych wykopów i zakłócenie warunków powierzchniowych w celu zainstalowania, wymiany lub renowacji podziemnych sieci rur będzie niepraktyczne. „Technologie bezwykopowe” obejmują wyściółkę istniejących rur (tzw. sliplining), gdzie nowa rura jest montowana wewnątrz uszkodzonej istniejącej rury. Technologie te mogą również obejmować mikrotunelowy proces wiercenia otworu i wciskanie nowej rury do utworzonego wykopu. FLOWTITE Technology oferuje produkty/technologie zaspokajające potrzebę stosowania powyższych nowych sposobów montażu.

Przydatność dla technologii „sliplining”

Proces produkcji FLOWTITE jest unikalny, ponieważ pozwala na łatwe wytwarzanie indywidualnych produktów mających spełnić specyficzne wymagania danego projektu. Dzięki możliwości wykonania dowolnych średnic FLOWTITE może wyprodukować rurę w optymalnym rozmiarze, tak aby pasowała do wewnętrznej średnicy istniejącej rury. Zapewnia to maksymalne parametry przepływu przy zachowaniu łatwości instalacji.

Standardowa rura FLOWTITE może być zmontowana poza rurą wymagającą naprawy a następnie wciśnięta w odpowiednie miejsce. Można tego dokonać nawet przy niskich przepływach (poniżej 1/3 pełnego przepływu).

W celu przepychania na długich dystansach na bosych końcach rur mogą być zamontowane pierścienie oporowe, co pozwala na przenoszenie do 40 ton na metr obwodu przez łącznik bez wpływu na szczelność. Jest to szczególnie ważne przy renowacji rur ciśnieniowych. Przy bardzo dużych średnicach (ponad 1600 mm) rura może być łatwo przenoszona przy pomocy lekkiego wózka i zamontowana na miejscu przeznaczenia.

Możliwość wyprodukowania różnych długości (długość standardowa 6, 12 lub 18 metrów) pozwala skrócić czas montażu. Krótszy czas montażu oznacza niższe koszty instalacyjne oraz krótszy czas „przestoju” rurociągu poddawanego renowacji.

Cechy i zalety

Indywidualnie dobierana średnica

- Minimalizuje straty wewnętrznego wymiaru istniejącej rury i maksymalizuje możliwości przepływu.

Indywidualnie dobierane długości

- Łatwiejszy, szybszy montaż, krótszy czas wyłączenia rurociągu z eksploatacji.

Dostępna jest również technologia sliplining z gładkimi łącznikami, które pozwalają na ściśle dopasowanie zewnętrznej średnicy rury wypełniającej do średnicy wewnętrznej istniejącej rury. Technologia sliplining z gładkimi łącznikami dostępna jest w klasie SN 5000 i SN 10000 o średnicach w zakresie od 600 do 1900 mm.

Przydatność dla mikrotunelingu/przecisków

Dla mikrotunelingu i przecisków przeznaczone są rury FLOWTITE z kompozytu GRP i betonu, łączące zalety obydwu materiałów. Część rury z GRP zapewnia odporność na korozję oraz klasę ciśnienia znamionowego, podczas gdy zewnętrzna warstwa betonowa pozwala wytrzymać bardzo duże siły konieczne do przeciskania rur. Ponieważ rury przeciskowe FLOWTITE posiadają oznaczoną klasę ciśnienia, to obecnie możliwe jest instalowanie wodnych i kanalizacyjnych systemów ciśnieniowych w technologii bezwykopowej.

Cechy i zalety

Odporność na korozję

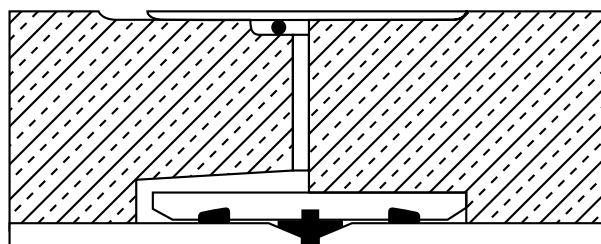
- Wszystkie zalety materiału standardowych rur FLOWTITE.

Złącza FLOWTITE

- Klasy ciśnienia znamionowego takie same jak w standardowej technologii rur FLOWTITE

Zewnętrzna betonowa warstwa

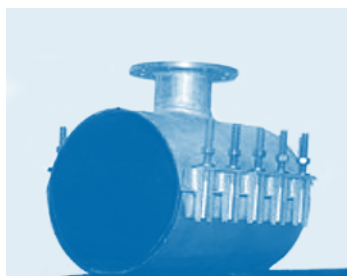
- Pozwala na przeciągnięcie rury w taki sam sposób jak rury wykonane z innych materiałów niż GRP.



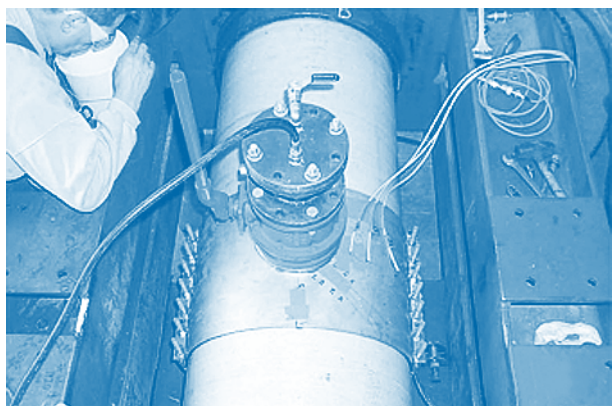
Rys. 10-10 System przeciskowy FLOWTITE

Wcinka na magistralach wodnych

Wcinka to proces podłączania rozgałęzienia do istniejącego rurociągu. Należy zachować ostrożność, aby zapewnić wykonanie dobrego uszczelnienia rurociągu oraz nie uszkodzić rury lub rękawa. Najlepiej dopasowane do rur FLOWTITE GRP okazały się elastyczne rękawy ze stali nierdzewnej. Miejsce wcinki musi być w stanie wytrzymać ciśnienie $2 \times PN$ bez wycieku lub uszkodzenia rury. Istotne jest, aby moment dokręcenia wkrętu był wystarczająco wysoki, aby zapewnić szczelność, ale nie za wysoki, tak aby nie uszkodzić rury. Należy zauważyć, że wartości momentów obrotowych zalecane przez producenta rękawów mogą być za wysokie dla rur GRP. Rękawy żeliwne o dużej sztywności powodują za duże naprężenia w rurach GRP i należy ich unikać. Urządzenia do wykonania wcinki mogą być ręczne lub zasilane oraz muszą być w stanie oprzeć się ciśnieniu wewnętrznemu rury, jeśli ma być wykonana wcinka na gorąco. Przesuw do przodu nie powinien przekraczać 0,5 mm na obrót, aby zapobiec uszkodzeniu rury. Część tnąca może być stalowa lub diamentowa i powinna mieć małe, blisko rozstawione ząbki. Należy skonsultować się z dostawcą rur FLOWTITE odnośnie szczegółowych instrukcji oraz zalecanych marek rękawów. Więcej szczegółów znajduje się w instrukcji konserwacji FLOWTITE.



Rys. 10-11 Zalecane rękawy do wykonywania wcinki na rurach GRP



Rys. 10-12 Badanie ciśnieniowe zespołu rękawa i zaworów

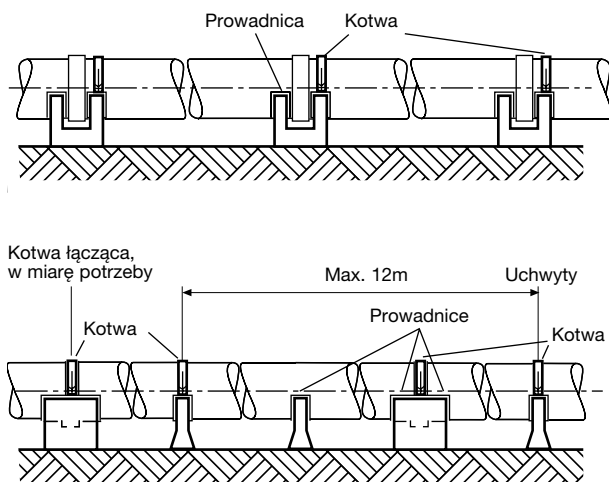
Instalacje podwodne

Rury GRP są często instalowane pod wodą, szczególnie w liniach ujęć lub ujść. Wygodne jest połączenie rur a następnie odholowanie ich na miejsce instalacji. Procedury instalacyjne mogą być różne. Dla poszczególnych projektów FLOWTITE zapewnia szczegółowe instrukcje instalacji. Zdjęcia poniżej przedstawiają kilka aktualnych instalacji. Więcej szczegółów znajduje się w katalogu produktowym FLOWTITE odnośnie instalacji podwodnych.

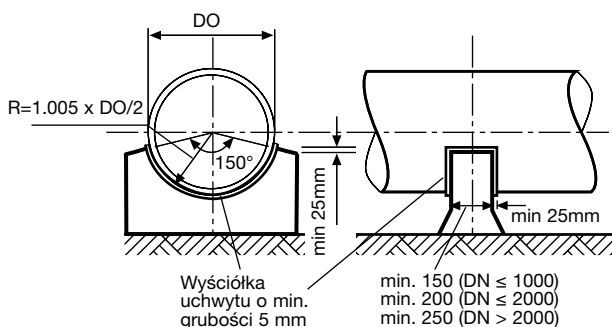


Instalacje nadziemne

Standardowe rury FLOWTITE można montować nad ziemią. Rury mogą być podwieszane lub układane na wspornikach. Dostępna jest kompletna instrukcja instalacji FLOWTITE w celu wykonania prawidłowego montażu systemów nadziemnych. Przy rurach używanych w takim zastosowaniu należy wziąć pod uwagę nierównoważone siły działające na kształtki. Ze względu na niski współczynnik rozszerzalności liniowej różnica temperatur, mimo że jest większa niż w systemach podziemnych, nie stanowi większego problemu. Wpływ jest niwelowany przez system łączników i rodzaj podpór. Więcej informacji znajduje się w instrukcji instalacji nadziemnej FLOWTITE.



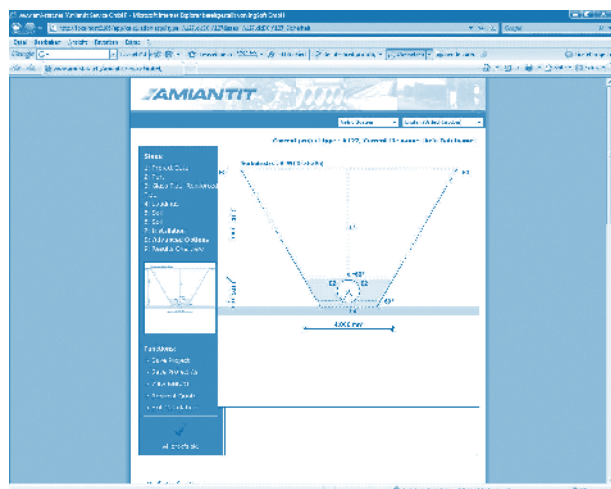
Rys. 10-13 Typowy układ podparcia



Rys. 10-14 Konstrukcja uchwytu

AMITOOLS to serwis internetowy firmy AMIANTIT oferujący narzędzia do obliczeń statycznych dla rur podziemnych oraz obliczeń hydraulicznych. Oprogramowanie to, stworzone specjalnie dla systemów rur GRP firmy AMIANTIT, oferuje następujące główne funkcje:

- Jest bezpłatne.
- Nie jest wymagana instalacja oprogramowania na komputerze użytkownika.
- Dostępne w wielu różnych wersjach językowych.
- Pozwala używać jednostek metrycznych lub imperialnych.
- Obliczenia dla systemów rur w zakresie średnic standardowych.
- Obliczenia statyczne zgodnie z normami niemieckimi (ATV), amerykańskimi (AWWA) oraz Fascicule70.
- Warunki układania rur dostępne są jako schemat w skali.
- Wyniki dostarczane są w wersji skróconej lub jako pełny raport.
- Istnieje możliwość elektronicznego przesłania niektórych obliczeń do biura handlowego AMIANTIT celem przygotowania oferty.



Rys. 11-1 Oprogramowanie AMITOOLS

Zarejestruj się niezwłocznie!
Wniosek o udzielenie licencji można złożyć na www.ami-tools.net!

12 Dodatek A / Wytyczne dla rur odnośnie ochrony środowiska

Na poniższe wytyczne składają się informacje odnośnie odporności na korozję uzyskane od producentów żywic. Przy doborze produktu należy wziąć pod uwagę indywidualne wymagania i specyfikacje projektu. Przy temperaturach roboczych wyższych niż 35°C może być wymagane ponowne określenie ciśnienia rury. Odnośnie dalszych informacji należy skontaktować się z lokalnym przedstawicielem handlowym FLOWTITE.

	Standardowa żywica lub ester winylowy	Tylko ester winylowy	Nie zalecane
Kwas octowy <20%**		•	
Kwas adypinowy**		•	
Alun (siarczan potasu aluminium) (45°C)	•		
Chlorek glinu, wodny (40°C)	•		
Amoniak, wodny <20%		•	
Chlorek amonu, wodny (40°C)	•		
Fluorek amonu			•
Azotan amonu, wodny (40°C)	•		
Fosforan amonu jednozasadowy, wodny (40°C)	•		
Siarczan amonu, wodny (40°C)	•		
Chlorowodorek aniliny		•	
Trójklorek antymonu (40°C) **	•		
Węglan baru **		•	
Chlorek baru (40°C)	•		
Siarczan baru (40°C)	•		
Sok z buraka cukrowego		•	
Kwas benzenosulfonowy (10%) *		•	
Kwas benzoowy *		•	
Ług czarny (Papier)		•	
Wybielacz			•
Boraks (40°C)	•		
Kwas borowy		•	
Brom, wodny 5% *		•	
Kwas masłowy, <25% (40°C) **		•	
Wodorosiarczyn wapniowy*		•	
Węglan wapnia		•	
Chloran wapnia, wodny (40°C) **	•		
Chlorek wapnia (nasycony) 40°C	•		
Wodorotlenek wapnia, 100%		•	
Podchloryn wapnia		•	
Azotan wapnia (40°C)	•		
Siarczan wapnia NL AOC (40°C)	•		
Alkohole z trzciny cukrowej		•	
Dwutlenku węgla, wodny (40°C)	•		
Czterochlorek węgla			•
Kazeina	•		
Soda kaustyczna (KOH) (40°C)		•	
Chlor, suchy gaz *		•	
Chlor, woda*		•	
Chlor, mokry gaz **		•	
Kwas chlorooctowy			•

Maksymalna temperatura wynosi 50°C, o ile nie określono inaczej. Odnośnie zaleceń dla temperatur powyżej 50°C należy skontaktować się z lokalnym przedstawicielem handlowym FLOWTITE. Z lokalnym przedstawicielem należy się również skontaktować w przypadku chemikaliów nie wymienionych poniżej.

	Standardowa żywica lub ester winylowy	Tylko ester winylowy	Nie zalecane
Kwas cytrynowy, wodny		•	
Octan miedzi, wodny (40°C)	•		
Chlorek miedzi, wodny (40°C)	•		
Cyjanek miedzi (30°C)		•	
Azotan miedzi, wodny (40°C)	•		
Siarczan miedzi, wodny (40°C)	•		
Ropa naftowa (kwaśna) (30°C) *	•		
Ropa naftowa (słodka) (30°C) *	•		
Ropa naft., słona woda (25°C) *		•	
Cykloheksan (40°C) *		•	
Cykloheksanol (30°C) *		•	
Sebacynian dibutyli (25°C)	•		
Ftalan dibutyli (25°)	•		
Olej napędowy (25°) *	•		
Ftalan dioktyli (40°C) **	•		
Glikol etylenowy (40°C)	•		
Chlorek żelazowy, wodny 40°C	•		
Azotan żelazowy, wodny 30°C	•		
Siarczan żelazowy, wodny 40°C	•		
Chlorek żelaza (30°C)	•		
Azotan żelaza, wodny (30°C) **	•		
Siarczan żelaza, wodny (40°C)	•		
Formaldehid			•
Olej opałowy (25°C) *	•		
Gaz, ziemny, metan			•
Benzyna, etylowa *		•	
Gliceryna		•	
Ług zielony, papier		•	
Heksan (30°C) *	•		
Kwas bromowodorowy			•
Kwas solny do 15% (25°C)	•		
Kwas fluorowodorowy			•
Siarkowodor, suchy		•	
Nafta *		•	
Kwas mlekowy, 10% (30°C)	•		
Kwas mlekowy, 80% (25°C)	•		
Kwas laurynowy (40°C)	•		
Chlorek lauroilu **	•		
Laurylosiarczan **	•		
Octan ołowiu, wodny (25°C)	•		
Azotan ołowiu, wodny (25°C)	•		
Siarczan ołowiu **	•		

! Uwaga: Poniższy przewodnik służy jedynie jako podstawowa wskazówka odnośnie rur FLOWTITE. Klient odpowiada za ostateczne określenie przydatności konkretnego systemu żywic dla danego środowiska. Poniższy wykaz oparty jest na informacjach dostarczonych przez producentów żywic dostarczających materiały producentowi systemu FLOWTITE.

	Standardowa żywica lub ester winylowy	Tylko ester winylowy	Nie zalecane
Olej lniany *	●		
Bromek litu, wodny 40°C **	●		
Chlorek litu, wodny 40°C **	●		
Wodorowęglan magnezu, wodny (30°C) **	●		
Węglan magnezu (40°C) **		●	
Chlorek magnezu, wodny (40°C)	●		
Azotan magnezu, wodny (40°C)	●		
Siarczan magnezu (40°C)	●		
Chlorek manganu, wodny 40°C **	●		
Siarczan manganu, wodny 40°C **	●		
Chlorek rtęciowy, wodny (40°C)	●		
Chlorek rtęci, wodny (40°C) **	●		
Oleje mineralne *	●		
n-heptan (25°C) *	●		
Naftalen (30°C) *	●		
Benzyna *		●	
Chlorek niklu, wodny (40°C)	●		
Azotanu niklu, wodny (40°C)	●		
Siarczan niklu, wodny (40°C)	●		
Kwas azotowy			●
Kwas oleinowy (40°C)	●		
Kwas szczawiowy, wodny		●	
Ozon, gaz			●
Parafina (30°C) *	●		
Pentan (30°C) *	●		
Kwas nadchlorowy (25°C)		●	
Ropa naft., rafinoz. i kwaśna*		●	
Kwas fosforowy		●	
Kwas fosforowy (30°C)	●		
Kwas ftalowy (30°C)		●	
Nadmanganian potasu, 25% **		●	
Wodorowęglan potasu **		●	
Bromek potasu, wodny 40°C **	●		
Chlorek potasu, wodny (40°C)	●		
Dwuchromian potasu, wodny (40°C)	●		
Żelazocyjanek potasu (40°C) **	●		
Żelazocyjanek potasu, wodny (40°C) **	●		
Azotan potasu, wodny (40°C)	●		
Siarczan potasu (40°C)	●		

Dlatego niniejszy przewodnik zapewnia jedynie ogólne informacje i nie stanowi zatwierdzenia dla jakiegokolwiek zastosowania, ponieważ FLOWTITE Technology nie kontroluje warunków użycia ani nie ma żadnych środków do określenia środowisk, na których działanie rura może być przypadkowo wystawiona.

	Standardowa żywica lub ester winylowy	Tylko ester winylowy	Nie zalecane
Glikol propylenowy (30°C)	●		
Woda morska (40°C)	●		
Ścieki (50°C)	●		
Olej silikonowy (40°C)	●		
Azotan srebra, wodny 40°C	●		
Bromek sodu, wodny (40°C) **	●		
Chlorek sodu, wodny (40°C)	●		
Dwuchromian sodu (25°C)	●		
Dwuwodorofosforan sodu 40°C	●		
Heksacyjanożelazian sodu (40°C) **	●		
Wodorotlenek sodu 10%		●	
Mono-fosforan sodu		●	
Azotan sodu, wodny (40°C)	●		
Azotyn sodu, wodny (40°C) **	●		
Krzemian sodu		●	
Siarczan sodu, wodny (40°C)	●		
Siarczek sodu		●	
Tetraboran sodu (30°C) **	●		
Chlorek cynowy, wodny 40°C *	●		
Chlorku cynawy, wodny (40°C)	●		
Kwas stearynowy (40°C) **	●		
Siarka			●
Kwas siarkowy, <25% (25°C) *	●		
Kwas garbnikowy, wodny (35°C)	●		
Kwas winowy (30°C)	●		
Kwas toluenosulfonowy **		●	
Fosforan trójbutylu (40°C)		●	
Trietanolamina (40°C)		●	
Trietyloamina (40°C) *		●	
Turpentyna*		●	
Mocznik, wodny (30°C) **	●		
Ocet (25°C)	●		
Woda destylowana (40°C)	●		
Woda, morska (40°C)	●		
Woda, wodociągowa (40°C)	●		
Chlorek cynku, wodny (40°C)	●		
Azotan cynku, wodny (40°C) **	●		
Siarczan cynku, wodny (40°C)	●		
Siarczyny cynku, wodny (40°C) **	●		

* Nie można stosować uszczelnień z EPDM. Skonsultuj się z lokalnym przedstawicielem handlowym FLOWTITE odnośnie szczegółowych informacji i zaleceń.

** Brak rekomendacji FLOWTITE Technology, skonsultuj się z lokalnym dostawcą uszczelnień odnośnie zgodności.

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

Niniejszy podręcznik zawiera jedynie wytyczne. Wszystkie wartości wymienione w specyfikacji produktu są nominalne.

Niezadowalające wyniki eksploatacji produktów mogą wystąpić ze względu na wahania środowiskowe, zmiany w procedurach operacyjnych lub interpolację danych. Zalecamy, aby cały personel wykorzystujący te dane posiadał specjalistyczne przeszkolenie i doświadczenie w zakresie stosowania określonych produktów oraz ich montażu i warunków działania.

Należy zawsze skonsultować się z kadrą inżynierską, zanim którykolwiek z tych produktów zostanie zainstalowany, aby potwierdzić przydatność produktów zgodnie z ich przeznaczeniem i zastosowaniem.

Niniejszym oświadczamy, że nie ponosimy i nie będziemy ponosić odpowiedzialności za jakiegokolwiek straty lub szkody, które mogą wynikać z instalacji lub wykorzystania produktów wymienionych w niniejszym podręczniku, ponieważ nie określiliśmy stopnia staranności wymaganej dla instalacji lub obsługi produktu. Zastrzegamy sobie prawo do zmiany tych danych, w razie potrzeby, bez uprzedzenia. Będziemy wdzięczni za zgłaszanie wszelkich uwag dotyczących niniejszego podręcznika.

Technologia Flowtite jest własnością Amiblu i jest licencjonowana przez Amiblu na całym świecie. Więcej informacji i dane kontaktowe na stronie www.amiblu.com.

Amiblu®

Amiblu Technology AS

Østre Kullerød 3
3202 Sandefjord
Norway
T: + 47 971 00 300
info.technology@amiblu.com
www.amiblu.com

Dystrybutor: