



Potravné systémy FLOWTITE

Technické charakteristiky



01	1 Výrobný proces	3
02	2 Laminovanie rúr	4
03	3 Prednosti výrobkov	4
	Vlastnosti a výhody	4
04	4 Aplikácie	5
05	5 Výkonové normy	6
	5.1 ASTM	6
	5.2 AWWA	6
	5.3 ISO a EN normy	6
	5.4 Kontrolné skúšanie surovín	6
	5.5 Hotová rúra	7
	5.6 Skúšanie kvalifikácie	7
06	6 Konštrukcia podzemného rúrového systému	10
	6.1 Zhrnutie konštrukcie AWWA - Kapitola AWWA M-45	10
	6.2 Vztlak	12
	6.3 Hydroskúšanie	12
	6.4 Ráz a hydraulický ráz	12
	6.5 Hodnoty zaťaženia	13
	6.6 Rýchlosť toku	13
	6.7 Odolnosť voči UV žiareniu	13
	6.8 Poissonov pomer	13
	6.9 Teplota	13
	6.10 Tepelný koeficient	13
	6.11 Tokové koeficienty	14
	6.12 Odolnosť voči oderu	14
	6.13 Kritický vonkajší tlak	14
	6.14 Hydraulika	14
	6.15 Tok kvapaliny	14
07	7 Sortiment výrobkov	16
	7.1 Triedy tuhosti	16
	7.2 Tlak	17
	7.3 Dĺžky	17
08	8 Spájanie rúr	17
	8.1 Iné systémy spájania	18
09	9 Výber klasifikácie rúry	20
10	10 Inštalácia všeobecne	22
11	11 Príloha A/Environmentálny sprievodca pre rúry	30

1 Výrobný proces

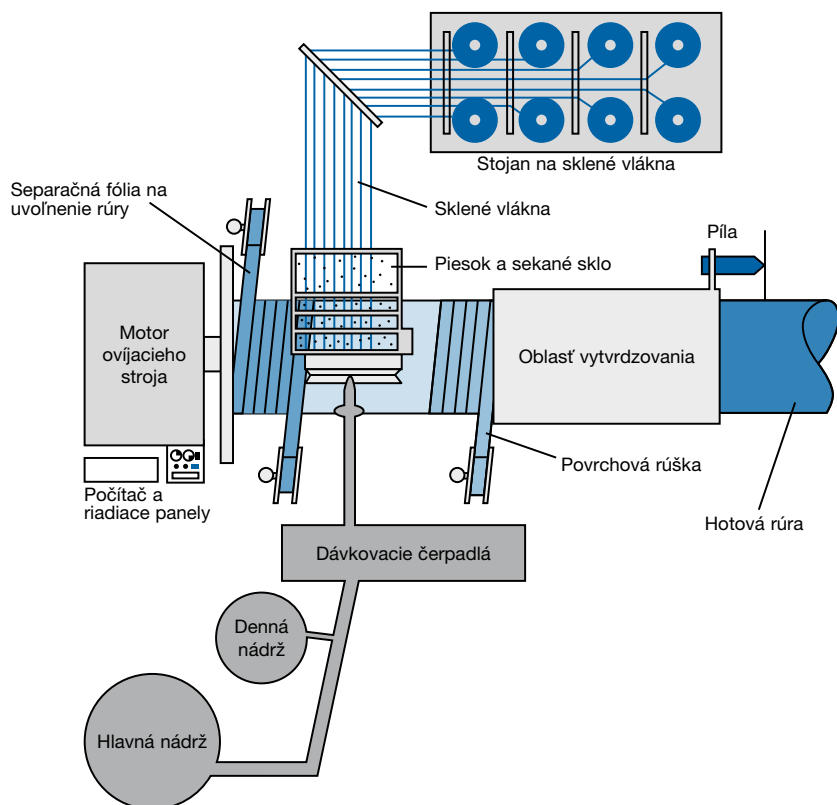
Rúry FLOWTITE sa vyrábajú pomocou metódy kontinuálneho navíjania, ktorá je najmodernejšou metódou vo výrobe GRP rúr. Tento proces umožňuje použitie kontinuálneho vystuženia sklenými vláknami po obvode. Pri tlakových rúrach alebo zasypávanom potrubnom vedení je hlavné napätie na obvode. Zabudovanie kontinuálnych výstuh v tomto smere znamená vyšší výkon výrobku pri nižších nákladoch. Pomocou technológie, ktorú vyvinuli špecialisti na materiál, vznikol veľmi hustý laminát, ktorý maximalizuje prínos týchto troch základných surovín. Kvôli obvodovej pevnosti a osovému vystuženiu sa navíjajú nekonečné sklené vlákna a súčasne sa pridávajú krátke neorientované sklené vlákna. Na zabezpečenie lepšej tuhosti sa používa pieskový spevňovač, vďaka ktorému sa v okolí neutrálnej osi v jadre zvýši hrúbka. Pri duálnom systéme nanosenia živice FLOWTITE má zariadenie schopnosť aplikovať zvláštnu vnútornú živicovú výstelku pri aplikáciách, kde dochádza k silnej korózii a zároveň použiť lacnejšiu živicu pre konštrukčnú a vonkajšiu časť laminátu.

Ak sa využije proces ovíjania, možno použiť iné materiály, ako je rúška zo sklených vlákien alebo polyesterová rúška, aby sa vylepšila odolnosť voči oteru a povrchová úprava rúry. Na zabezpečenie konzistentne vysokej úrovne kvality výrobku je nevyhnutné, aby sa presne reguloval spôsob výroby.

Stroj na navíjanie vlákien FLOWTITE predstavuje najmodernejšiu používanú technológiu a je najlepšou metódou výroby tohto druhu rúr. Toto výrobné zariadenie pozostáva z trňa s kontinuálnou oceľovou páskou, ktorý sa opiera o nosníky valcovitého tvaru.

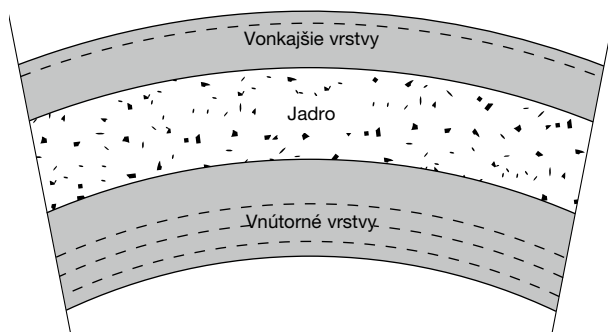
Ako sa nosníky otáčajú, trenie ťahá oceľovú pásku a valčekové ložiská umožňujú, aby sa páska pohybovala pozdĺžne tak, že sa celý trň posúva kontinuálne špirálovito smerom k výstupnej montážnej zostave. Tak, ako trň rotuje, všetky kompozitné materiály sa na ňom dávajú v presných množstvách. Elektrické snímače poskytujú nepretržitú spätnú väzbu o výrobných parametroch, takže rôzne systémy prísunu dávajú správne množstvo materiálu. To zabezpečuje, že množstvo materiálu, ktoré je potrebné na nanosenie jednotlivých vrstiev, sa aplikuje v rovnakom množstve v celej výrobnej fáze. Najskôr liaty uvoľňovací povlak, za ktorým nasledujú rôzne formy sklených vlákien tesne obaleného polyesterovou živicom. Konštrukčné vrstvy sú vyrobené iba zo skla a živice, pričom jadrová vrstva obsahuje čistý kremičitý piesok. Rúru tvorí vlastne nepretržitá aplikácia týchto materiálov na trň.

Potom, čo sa takto vyformuje rúra na trni, vytvrdí sa a neskôr sa reže na požadovanú dĺžku. Konce častí rúr sú kalibrované tak, aby sa hodili na spojky.



2 Laminovanie rúr

Základné suroviny, ktoré sa používajú vo výrobe rúr, sú živica, sklené vlákna a kremičitý piesok. Za normálnych okolností sa používajú nenasýtené polyesterové živice, pretože poskytujú dobrý výkon pri väčšine aplikácií. Pre výrobu rúr FLOWTITE možno použiť iba suroviny schválené vo FLOWTITE.



Obrázok vyššie znázorňuje typický prierez laminátovej rúry. Táto časť, ako aj spôsob aplikácie a umiestnenia jednotlivých surovín, sa môže líšiť v závislosti od použitia rúr.

Princíp kontinuálnej nekonečnej výroby umožňuje, aby sa rúry vyrábali v priemeroch DN 300 až DN 4000 mm. Priemery DN 100 – DN 250 sú k dispozícii v štandardných dĺžkach 6 m.



3 Prednosti výrobkov

FLOWTITE technológia bola schopná priniesť na trh produkt, ktorý môže poskytnúť nízko nákladové a dlhodobé riešenie v oblasti rúr zákazníkom na celom svete. Dlhý zoznam vlastností a výhod narastá, a tým sa zabezpečuje optimálne inštalovaný systém s optimálnymi nákladmi počas jeho životnosti.

Vlastnosti a výhody

Odolnosť voči korózii

- Dlhá a efektívna doba životnosti
- Nie sú potrebné žiadne vložky, povlaky, katódová ochrana, oviny alebo iné formy ochrany proti korózii
- Nízke náklady na údržbu
- Hydraulické charakteristiky sú v čase v podstate konštantné

Nízka hmotnosť

(1/4 hmotnosti DIP; 1/10 hmotnosti betónu)

- Nízke dopravné náklady (možnosť zakladania rúr do seba)
- Eliminuje sa potreba drahého zariadenia na manipuláciu s rúrami

Veľké štandardné dĺžky

(6, 12 a 18 metrov)

- Menej spojov skracuje čas inštalácie
- Viac rúr na jednom dopravnom prostriedku znamená nižšie náklady na dopravu

Vynikajúce hydraulické charakteristiky

- Extrémne hladký vnútorný povrch
- Koefficient toku podľa Hazen Williamsa je približne $C = 150$
- Nízke trenie znamená nižšiu potrebu čerpacej energie a nižšie prevádzkové náklady
- Koefficient toku podľa Manninga $n = 0,009$
- Minimálne usádzanie slizu znamená nižšie náklady na čistenie
- Vynikajúca odolnosť voči oteru

„REKA“ systém s presnými FLOWTITE spojkami s elastomernými tesneniami

- Tesné a účinné spoje navrhnuté na spájanie, aby sa eliminovala infiltrácia a presakovanie
- Ľahké spájanie, čím sa skracuje čas inštalácie
- Dokáže sa vyrovnáť s malými zmenami v smere potrubia bez spojovacích prvkov alebo nerovnomerného usádzania

Pružný výrobný proces

- Priemery podľa želania zákazníka možno vyrábať v procese tak, aby sa zabezpečili maximálne prietokové objemy s ľahkou inštaláciou pri projektoch sliplining
- Na zabezpečenie maximálnej pružnosti pre ľahkú inštaláciu priamo zasypávaných alebo sliplining inštaláciách možno vyrobiť dĺžky podľa želania zákazníka

4 Aplikácie

Pokroková technológia konštrukcie rúr

- Viacero tried tlaku a tried tuhosti kvôli splneniu kritérií projektantov
- Nižšia prestupná rýchlosť vln než pri ostatných potrubných materiáloch môže znamenať nižšie náklady pri projektovaní rázových tlakov a hydraulických úderov
- Vysoká a konzistentná kvalita výrobku na celom svete, ktorá vyhovuje prísnyim výkonomým normám (AWWA, ASTM, DIN, EN, atď...)

GRP rúry FLOWTITE možno používať v mnohých aplikáciách:

- Prenos a distribúcia vody (pitnej a priemyselnej vody)
- Hygienické systémy kanalizačného zberu a odtoku
- Dažďové kanalizácie
- Vedenia hydroelektrických priepustí
- Vtoky a odtoky morskej vody
- Vedenia na cirkulujúcu vodu, upravovacie a zhášacie vedenia pre elektrárne
- Priemyselné aplikácie
- Slip-lining



5 Výkonové normy

Sklolaminátové potrubné systémy FLOWTITE sú certifikované podľa mnohých národných a medzinárodných noriem. Normy vyvinuté v ASTM, AWWA a najnovšie ISO a EN normy sa používajú v rôznych aplikáciách so sklolaminátovými rúrami vrátane dopravy sanitárnych odpadových vôd, vody a priemyselného odpadu. Spoločným prvkom všetkých výrobných noriem je to, že sú to všetky dokumenty založené na výkone. To znamená, že je špecifikovaný požadovaný výkon a skúšanie rúr.

Kontrola a skúšanie vzoriek odobraných z kanalizačných rúr, ktoré slúžili temer 24 rokov, potvrdilo, že tieto rúry boli v bezchybnom stave. Toto zistenie a analýza údajov súvislosti času a poruchy od niekoľkých hodín po 28 rokov dokázala v spojení so štandardizovanou metódou a regresnou analýzou, že by bolo možné dosiahnuť vyššie bezpečnostné tolerance, než sa predpokladalo a extrapoláciu dokonca až do 150 rokov.

5.1 ASTM

V súčasnosti existuje niekoľko výrobných noriem ASTM, ktoré sa používajú a uplatňujú v širokej palete aplikácií sklolaminátových rúr. Všetky výrobné normy sa uplatňujú na rúry s rozpätím priemerov od 200 mm do 3600 mm a vyžadujú si, aby pružné spoje vydržali hydrostatické skúšanie v konfiguráciách (podľa ASTM D4161), ktoré simulujú prísnejšie podmienky používania. Tieto normy obsahujú mnoho prísnych kvalifikačných testov a testov kontroly kvality.

ASTM normy sú:

- ASTM D3262 Gravitačná kanalizácia
- ASTM D3517 Tlakové rúry
- ASTM D3754 Tlaková kanalizácia

5.2 AWWA

AWWA C950 je jednou z najkomplexnejších výrobných noriem, ktoré pre sklolaminátové rúry existujú. Táto norma pre tlakové vodné aplikácie má rozsiahle požiadavky na rúry a spoje, sústreďujúc sa na kontrolu kvality a kvalifikačné skúšanie prototypov. Tak ako ASTM normy, je to norma o výkone výrobku. AWWA je vydaná ako manuál M-45, ktorý obsahuje niekoľko kapitol o konštrukcii GRP rúr pre zasypávané a nadzemné inštalácie. K dokumentom, ktoré vypracovala AWWA, patria:

- AWWA C950 Sklolaminátová tlaková rúra so sklenými vláknami
- AWWA M-45 Konštrukčný manuál pre sklolaminátové rúry

5.3 ISO a EN normy

V EÚ sa v súčasnosti používa niekoľko noriem, napríklad tie, ktoré vypracovalo BSI (BS5480), DIN (DIN16868) a AENOR (UNE 53323-EX). Všetky tieto normy budú nahradené prácou, ktorá sa vykoná na základe európskej organizácie.

EN 1796 a EN 14632 sú dokumenty pre vodné a kanalizačné aplikácie, ktoré v krátkej dobe nahradia normy používané v Európe.

Medzinárodná organizácia pre normy (International Standards Organization – ISO) vydala dve normy; ISO 10467 pre odvodnenie a kanalizáciu a ISO 10639 pre vodu.

Amiantit sa zúčastňuje na vypracovávaní všetkých týchto noriem prostredníctvom svojich zástupcov z celého sveta, čím sa zabezpečujú také požiadavky na výkon, ktorých výsledkom budú spoľahlivé výrobky.

5.4 Kontrolné skúšanie surovín

Suroviny sa dodávajú s potvrdením dodávateľa, ktoré dokazuje ich súlad s požiadavkami FLOWTITE na kvalitu. Okrem toho sa zo surovín odoberajú vzorky a pred ich použitím sa tieto vzorky vyskúšajú. Tieto skúšky zabezpečujú, že rúrové materiály vyhovujú špecifikáciám tak, ako sú uvedené. Suroviny by mali byť podľa požiadaviek FLOWTITE na kvalitu vopred kvalifikované tak, že sa preukáže ich vhodnosť použitia v danom procese a v konečných výrobkoch prostredníctvom ich dlhodobého výkonu.

Suroviny, ktoré sa používajú pri výrobe rúr:

- Sklo
- Živica
- Katalyzátor
- Piesok
- Urýchľovač

Pri výrobe FLOWTITE rúr možno použiť iba suroviny schválené FLOWTITE.

Sklo

Sklo je špecifikované hodnotou tex, ktorá = hmotnosť v gramoch/1000 metrov dĺžky.

Obvodové sklené vlákna

Nekonečné sklené vlákna používané v jednotlivých vrstvách na výrobu rúr FLOWTITE.

Krátke neorientované sklené vlákna sa sekajú priamo na stroji kvôli zabezpečeniu pevnosti v jednotlivých smeroch.

Živica

Používa sa iba živica kvalifikovaná pre proces navíjania. Obvykle sa dodáva v bubnoch alebo voľne uložená. Živica sa pripravuje v denných nádržiach na navíjacom zariadení. Bežná aplikačná teplota je 25°C. Živica sa dodáva od výrobcu a možno ju rozpustiť pred použitím styénom, aby sa dosiahla požadovaná a akceptovateľná viskozita tak, ako to definuje FLOWTITE Technology.

Katalyzátor

Do živice sa kvôli tuhnutiu zmesi pred jej aplikáciou na trň pridáva správne množstvo katalyzátora. Vo výrobnom procese rúr FLOWTITE sa používajú iba schválené katalyzátory.

Piesok

Piesok sa pridáva do jadra rúry a vnútornej vrstvy spojok. Vysoko kremičitý piesok musí vyhovovať špecifikácií FLOWTITE na surovinu.

Urýchľovač

Urýchľovač sa zmiešava so živcou uloženou v denných nádržiach. Možno ho dostať od výrobcov v rôznych koncentráciách a rozpustiť v styrene, aby sa dosiahla požadovaná koncentrácia potrebná na výrobu rúr FLOWTITE.

Fyzikálne vlastnosti

Obvodové a osovú zaťaženia vyrobenej rúry sa overujú skúšaním. Tiež sa vykonáva skúška tuhosti a vychýlenia rúry. Všetky tieto skúšky sa vykonávajú rutinne podľa manuálu FLOWTITE pre kvalitu. Okrem toho sa potvrdzuje konštrukcia a zloženie rúry.

5.5 Hotová rúra

Program kontroly kvality potrubia Flowtite zostáva z radu testov. Kontrolu potrubia je možné vykonať pomocou testov, ktoré sú nižšie uvedené:

- Vizuálna kontrola
- Tvrdosť podľa Barcola
- Hrúbka steny
- Dĺžka časti
- Priemer
- Hydrostatický test vodotesnosti
- Tuhosť rúry
- Ohnutie bez poškodenia alebo konštrukčnej poruchy
- Osové alebo obvodové zaťaženie v ťahu
- Celkové zloženie laminátu

5.6 Skúšanie kvalifikácie

Spoločným prvkom všetkých noriem je potreba, aby výrobca rúr dokázal súlad s minimálnymi požiadavkami na výkon v normách. V prípade GRP rúr, do týchto minimálnych požiadaviek na výkon možno zaradiť krátkodobé aj dlhodobé požiadavky.

Najdôležitejšími a všeobecne špecifikovanými požiadavkami na rovnakej výkonnostnej úrovni vo všetkých predtým definovaných normách je kvalifikácia spoja, počiatkové vychýlenie prstenca, dlhodobé ohnutie prstenca, dlhodobý tlak a deformačná korózia. Rúry FLOWTITE a systémy spojok boli dôkladne testované, aby sa overil ich súlad s týmito normami.

Dlhodobé skúšanie

Normy pre sklaminátové rúry sú založené na predpoklade, že keď sú vystavené napätiam, materiál bude vystavený zmenám v mechanických vlastnostiach. Konštrukcia výrobku je obvykle založená na projektovaných hodnotách pevnosti materiálu na 50 rokov. Aby sa stanovili dlhodobé vlastnosti rúry, pripraví sa a skúškami prejde minimálne 18 vzoriek. Na vyhodnotenie je potrebné, aby k zlyhaniu došlo až po 10 000 hodinách pri prijateľnom rozložení v časovom rozpätí. Získané výsledky sa vyhodnocujú pomocou logaritmických stupníc, projektovaných na získanie hodnôt za 50 rokov. Počas rokov sa zhromaždilo obrovské množstvo skúšobných výsledkov na báze ASTM skúšobnej metódy. Nedávno sa analyzovalo viac ako 600 údajov pri časových rozpätiach po dobu poruchy, ktorá bola od niekoľkých hodín až po 28 rokov. Skôr ako priamu regresiu predpokladanú kratšou a menšou databázou, analýza údajov dokazuje zaujímavé bilinéarne správanie. Výsledky naznačujú, že štandardizovaná metóda je vskutku celkom konzervatívna a že na základe týchto dodatočných informácií sa ukázalo, že bezpečnostné tolerancie sú vyššie, ako sa predpokladalo a že je možné dosiahnuť extrapoláciu až do 150 rokov. Týmto teda GRP rúry FLOWTITE splnili požiadavky niektorých inštitúcií, ktoré požadujú, aby životnosť rúr bola viac ako 100 rokov.

Skúšanie deformačnej korózie

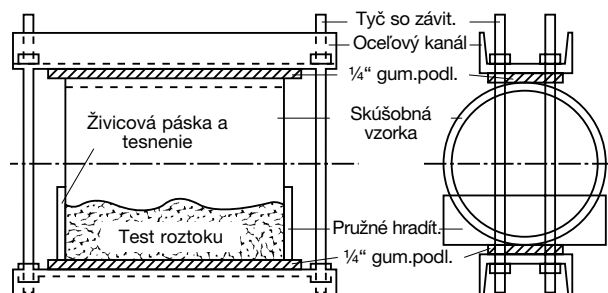
Jedinečnou a dôležitou požiadavkou na výkon GRP gravitačných rúr používaných v kanalizačných aplikáciách je chemické skúšanie rúry vo vychýlenom alebo deformovanom stave. Táto skúška deformačnej korózie si vyžaduje, aby sa minimálne 18 prstencových vzoriek vychýlilo v rôznych úrovniach a zostalo konštantných. Tieto deformované prstence sa potom vystavujú na inverznej strane vnútorného povrchu kyseline sírovej o

koncentracii 1,0 N (5% hmotnosti). Je to kvôli simulácii stavu v zasypanej septickej kanalizácii, čo predstavuje najhorší možný stav v kanalizácii vrátane podmienok, ktoré sa zistili na Strednom východe, kde sa úspešne inštalovalo mnoho rúr FLOWTITE.

Pri každej skúšobnej vzorke sa meria čas po výskyt zlyhania (priesaku). Minimálna extrapolovaná deformácia pri zlyhaní pri hodnote 50 rokov, s použitím regresnej analýzy s metódou najmenších štvorcov v prípade údajov o zlyhaní, sa musí rovnať hodnotám, ktoré sú uvedené pre každú triedu tuhosti podľa normy. Dosiahnutá hodnota potom zodpovedá konštrukcii rúry, aby sa tak umožnilo predpovedanie bežných inštalačných obmedzení pre rúry GRP používané pre tento typ použitia. Zvyčajne ide o 5%-né dlhodobé vychýlenie v zemi. Napríklad podľa noriem ASTM musí byť minimálna hodnota deformačnej korózie:

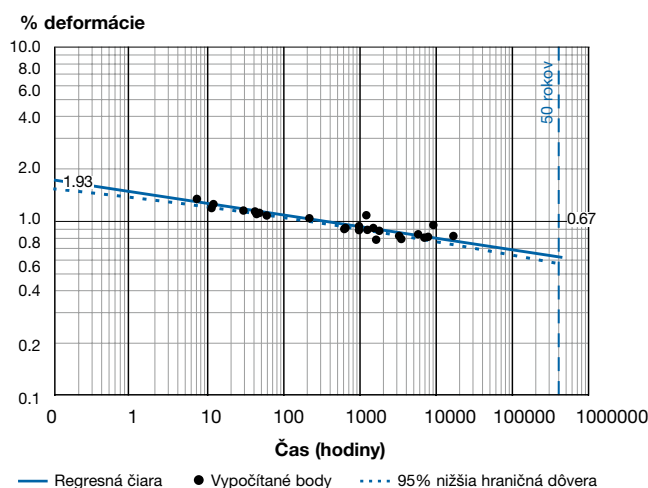
Trieda tuhosti	S _{CV} -deformácia, %
SN 2500	.49 (t/d)
SN 5000	.41 (t/d)
SN 10000	.34 (t/d)

Table 5-1 Minimálna hodnota deformačnej korózie



Obr. 5-1 Zariadenie na skúšku deformačnej korózie

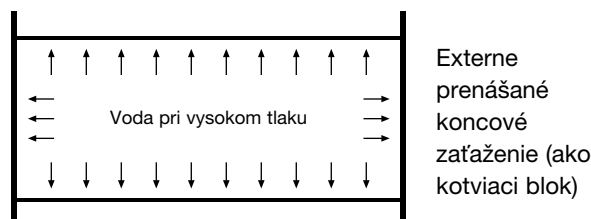
Hodnota predpovede deformačnej korózie na 50 rokov tak, ako ju publikovalo FLOWTITE, je 0,67%.



Obr. 5-2 Čiara FLOWTITE pre deformačnú koróziu

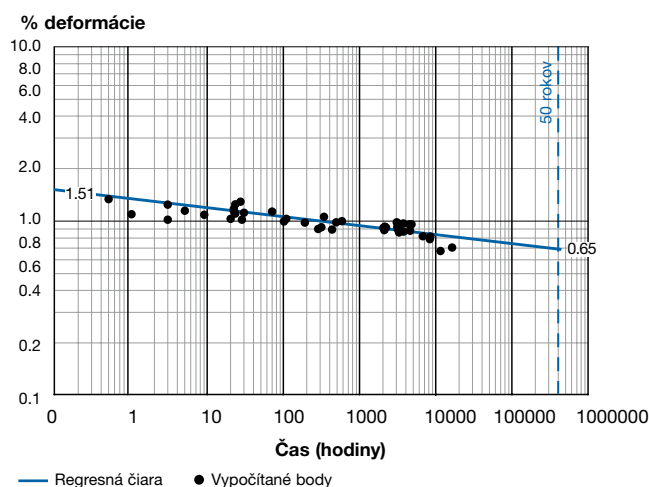
Základy pre hydrostatický projekt – HDB (Hydrostatic Design Basis)

Ďalšou dôležitou kvalifikačnou skúškou je stanovenie základov pre hydrostatický projekt - HDB. Táto skúška si vyžaduje skúšanie hydrostatického tlaku až po zlyhanie (presakovanie) mnohých vzoriek rúr v rôznych veľmi vysokých konštantných tlakových hladinách. Tak ako sme to už uviedli pri skúške deformačnej korózie, výsledné údaje tlaku (alebo deformácie obruče v ťahu) sa vyhodnocujú na báze log-log vo vzťahu k času po zlyhanie a potom sa extrapolujú na 50 rokov. Extrapolovaný tlak (deformácia) pri zlyhaní pri hodnote 50 rokov, čo je vlastne základ pre hydrostatický projekt (deformáciu) alebo HDB, musí byť väčší ako tlaková trieda (deformácia pri menovitom tlaku) podľa bezpečnostného faktora (Obr. 2). Kvôli úvahe o kombinovanom zaťažení, t. j. interakcii vnútorného tlaku a externých zaťažení pôdy je skutočný dlhodobý faktor bezpečnosti oproti tlakovému zlyhaniu samotnému väčší než tento bezpečnostný faktor. Tento kvalifikačný test pomáha zabezpečiť dlhodobý výkon rúry pri pôsobení tlaku počas jej používania.



Obr. 5-3 Účinok dlhodobého tlaku na životnosť rúry

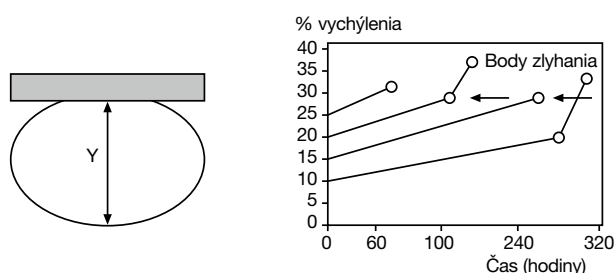
50-ročná hodnota HDB deformácie tak, ako ju publikovalo FLOWTITE, je 0,65%.



Obr. 5-4 Čiara FLOWTITE pre dlhodobú tlakovú deformáciu

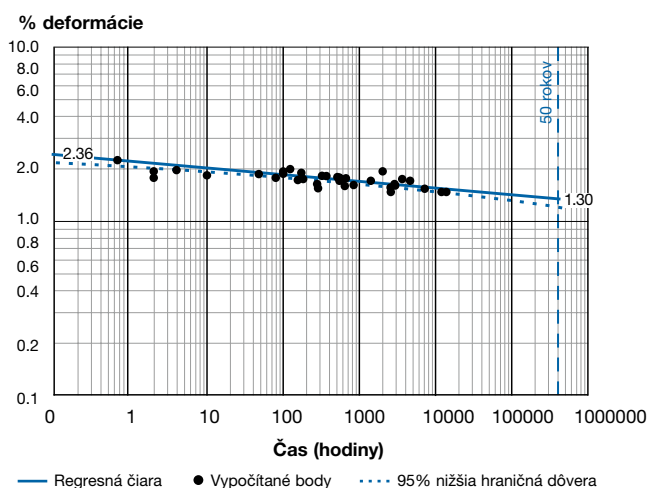
Dlhodobé ohnutie prstenca

Dlhodobé (50-ročné) vychýlenie prstenca alebo ohnutie prstenca (deformácia) GRP rúry pri vystavení vodnému prostrediu a pri konštantnom zaťažení musí spĺňať úroveň vychýlenia A špecifikovanú v skúške počiatočného vychýlenia prstenca. Táto požiadavka je definovaná v ISO a EN normách. AWWA C950 vyžaduje, aby sa vykonala skúška, pričom výsledná hodnota predpovedaná pre 50 rokov sa použije pri konštrukcii rúry. FLOWTITE rúra sa skúša podľa návodu uvedeného v ASTM D5365 Dlhodobá deformácia ohnutím prstenca rúry so sklenými vláknami a spĺňa všetky požiadavky.



Obr. 5-5 Účinok dlhodobého ohnutia vo vode na životnosť rúry

50-ročné predpovedané dlhodobé ohnutie tak, ako ho publikovalo FLOWTITE, je 1,3%.



Obr. 5-6 FLOWTITE čiara pre dlhodobé ohnutie

Počiatočné vychýlenie prstenca

Všetky rúry musia spĺňať hladiny počiatočného vychýlenia prstenca bez toho, aby boli viditeľné stopy prasknutia alebo tvorby trhlín (Úroveň A) alebo konštrukčného poškodenia steny rúry (Úroveň B), keď sa vertikálne vychýli medzi dvoma paralelnými plochými doskami alebo tyčami.

Trieda tuhosti pri vychýlení

Úroveň	SN		
	2500	5000	10000
A	15%	12%	9%
B	25%	20%	15%

Skúšanie spoja

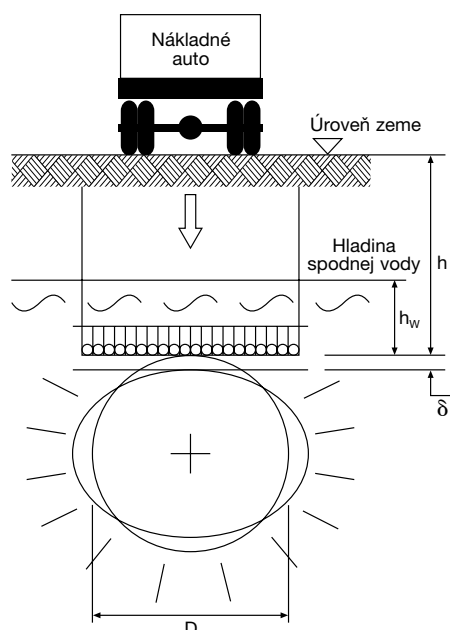
Táto dôležitá kvalifikačná skúška sa vykonáva na prototypoch spojov so spojkami tesnenými elastomernými tesneniami. Táto skúška sa vykonáva v súlade s ASTM D4161, EN 1119 a ISO 8639. Zahŕňa niektoré z najprísnejších požiadaviek na výkon spojov rúr pri ich výrobe z akéhokoľvek materiálu v rámci tlakových a veľkostných rozsahov rúr FLOWTITE. Tieto normy vyžadujú, aby pružné spoje vydržali hydrostatické skúšanie v konfiguráciách, ktoré simulujú podmienky n-použitia. Skúšky sa vykonávajú pri tlakoch, ktoré sú dvojnásobkom nominálnych a 1 bar sa používa pre gravitačné rúry. Ku konfiguráciám spojov patrí priame usporiadanie, maximálna uhlová rotácia a diferenciálne strihové zaťaženie. Taktiež tu patrí parciálna vákuová skúška a cyklické tlakové skúšky.

6 Konštrukcia podzemného potrubného systému

Norma C950-95 ANSI/AWWA a Manuál M 45 AWWA sú základnými informáciami pre postup navrhovania podzemných potrubných systémov FLOWTITE. Sklolaminátové rúry sú pružné a vydržia veľkú deformáciu. Zvislé zaťaženia (pôda, doprava a vodná hladina) determinujú vychýlenie v závislosti od stlačenia pôdy okolo rúry a od tuhosti prstenca prierezu rúry.

Rúry FLOWTITE sú pružné vo väčšine pôd. Zvláštna pozornosť sa musí venovať hĺbeniu výkopov, vyplneniu bočných strán a zaspávaniu výkopu. To poskytuje nevyhnutnú oporu výkopu. Zabraňuje to tiež skriveniu a možnému poškodeniu pôdou a/alebo dopravou. Odolnosť voči vodorovnému pohybu rúr závisí na type pôdy, jej hustote a obsahu vlhkosti. Čím je väčšia odolnosť pôdy, tým menej sa rúra deformuje alebo posúva.

Nasledujúci obrázok znázorňuje rozloženie zaťaženia a pohyb reakcie pôdy, ktorá bola spôsobená stlačením pôdy v interakcii s pružnosťou a deformáciou rúry.



Obr. 6-1 Správanie rúry pri zaťažení dopravou

Pretože konštrukcia je založená na AWWA M-45, teraz prikkladáme zhrnutie kapitoly 5 uvedenej normy. GRP rúry, pretože sú to pružné rúry, sa budú ohýbať a tým rozkladať zaťaženie pôdou na silnejší materiál vyplnenia bočných strán. Dôsledky sú nasledovné:

- Materiál vyplnenia bočných strán musí zniesť zaťaženie zásypom, dopravou atď.
- Rúra je vystavená menšej záťaži.
- Rúra môže slúžiť svojmu účelu - bezpresakovej doprave kvapalín.

Tuhé rúry sú vždy silnejšie a pevnejšie než pôdy, preto sa zaťaženie sústreďuje na rúru. Rúra musí zniesť toto zaťaženie, a to dokonca aj dlhší čas. Pri následných pohyboch pôdy sa toto zaťaženie môže ďalej zvyšovať.

Pružné rúry budú reagovať dynamicky, ohnú sa a prenású zaťaženia na bočné strany.

Pri prenášaní zaťaženia bude zemina sadať.

Štúdie v kanalizačných a tlakových rúrach ukazujú, že miera zlyhania v tuhých rúrach je väčšia ako v pružných rúrach.

6.1 Zhrnutie konštrukcie AWWA - Kapitola AWWA M-45

AWWA C-950-86 bola revidovaná a rozdelila sa do dvoch častí:

- C950 je teraz výkonovou normou ako ASTM
- AWWA M-45 je teraz konštrukčným manuálom. Kapitola 5 uvádza metódu konštrukcie pre podzemné sklolaminátové rúry.

Konštrukčné výpočty

- Výpočet tlakovej triedy

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

E_n = ťahový modul konštrukčnej vrstvy

t = vystužená hrúbka rúry

Projektovaný tlak by mal byť menší ako P_c ; $P_w \leq P_c$

P_w = pracovný tlak alebo navrhovaný tlak

- Rázový tlak

Rázový tlak je 40% P_w takže

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

- Ohnutie prstenca

$$\epsilon_b = D_f (D_y/D) \cdot (t_f/D) \leq (S_b/FS)$$

D_f faktor oneskorenia vychýlenia

D_y/D prípustné dlhodobé vychýlenie

S_b dlhodobá deformácia rúry ohybom

FS faktor bezpečnosti = 1.5

ϵ_b = maximálna deformácia prstenca ohybom spôsobená vychýlením

• Výpočet vychýlenia:

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

W_c : zvislé zaťaženie pôdy $N/m^2 = \gamma_s \cdot H$; kde γ_s je jednotková hmotnosť pôdy a H je hĺbka zasypania
 W_L : dynamické zaťaženie rúry

M_s = kompozitný pôdou obmedzený modul

PS tuhosť pôdy a nie STIS

D_L = faktor oneskorenia vychýlenia zvyčajne 1,5

K_x = koeficient uloženia, obvykle 0,1

Pre stanovenie hodnoty M_s , by sa mali stanoviť zvláštne hodnoty M_{sn} pre prírodnú pôdu a M_{sb} pre výplňovú pôdu a tieto by sa potom mali spojiť.

$$M_s = S_c \cdot M_{sb}$$

S_c = podpora pôdou

M_{sb} = modul obmedzenia vsadenia rúrovej zóny

M_{sn} = modul obmedzenia prírodnej pôdy

• Kombinované zaťaženie

Kombinované zaťaženie vznikne, ak skombinujeme ohnutie a ťah. Ohnutie je spôsobené vychýlením a ťah je spôsobený tlakom.

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

a

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

kde $FS_{pr} = 1.8$ a $FS_b = 1.5$

$$\varepsilon_{pr} = P_w \cdot D / (2 \cdot t \cdot E_r) \text{ a } \varepsilon_b = D_r (\delta d / D) (t_r / D)$$

kde $r_c = 1 - P_w / 3000$ kde $P_w \leq 3000$ kPa

$\delta d / D$ = maximálne povolené vychýlenie, a nie vypočítané vychýlenie

• Vzpernosť

Prípustný vzperný tlak je determinovaný q_a podľa nasledovnej rovnice:

$$q_a = \frac{(1.2 \cdot C_n)(E)(\phi_s \cdot 10^6 \cdot M_s \cdot k_\eta)^{0.667} \cdot R_h}{(FS)r}$$

kde

q_a = prípustný vzperný tlak v kPa

FS = konštrukčný faktor = 2,5

C_n = skalárny kalibračný faktor, s ktorým je potrebné počítať kvôli niektorým nelineárnym efektom = 0,55

ϕ_s = faktor, s ktorým je potrebné počítať kvôli variabilite v tuhosti zhutnenej pôdy; navrhuje sa 0,9

k_η = korekčný faktor modulu pre pomer podľa Poissona, η pôdy = $(1 + \eta)(1 - 2\eta) / (1 - \eta)$
 Ak chýbajú špecifické informácie, je obvyklé predpokladať $\eta = 0.3$ a potom $k_\eta = 0.74$

R_h = korekčný faktor pre hĺbku zasypania

$$= 11.4 / (11 + D / 1000 \cdot h)$$

kde h = výška povrchu zeme nad hornou časťou rúry

Alternatíva predchádzajúcej rovnice

$$q_a = \left(\frac{1}{FS}\right) [1.2 C_n (0.149 PS)^{0.33}] (\phi_s 10^6 M_s k_\eta)^{0.67}$$

Uspokojenie požiadavky týkajúcej sa vydutia sa zabezpečuje pri typických rúrových inštaláciách pomocou nasledujúcej rovnice:

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

kde:

γ_w = špecifická hmotnosť vody = 9800 N/m³

P_v = interný vákuový tlak (t.j. atmosferický tlak mínus absolútny tlak vo vnútri rúry) v kPa

R_w = faktor vztľaku vody = $1 - 0.33(h_w/h)$ ($0 \leq h_w \leq h$)

h_w = výška hladiny vody nad vrchnou časťou rúry, m

Ak sa posudzujú dynamické zaťaženia, uspokojenie požiadavky týkajúcej sa vydutia sa zabezpečí prostredníctvom:

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

Obvykle dynamické zaťaženie a interné vákuum sa neberú do úvahy zároveň.

Dokument obsahuje rôzne konštrukcie rúr, odporúča sa, aby sa príklady vypracovali manuálne tak, aby poslucháč pochopil túto normu.

6.2 Vztlak

Ak je hladina spodnej vody na úrovni terénu, potom je potrebné preveriť účinky vztlaku. Kombinované zaťaženie F_{down} , (N/m) spôsobené súčtom záťaží, hmotnosťou pôdy, W_s , (N/m) plus hmotnosťou rúry, W_p , (N/m) a jej obsahom, W_i , (N/m) musí byť väčšie ako nahor smerujúca vztlaková sila, F_{up} , t.j.

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

kde

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

$$a \ F_{down} \geq F_{UP}$$

kde

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

a vo vyššie uvedenom vzťahu je,

h_w = výška vody nad hornou časťou rúry (m)

h = výška pôdy nad hornou časťou rúry (m)

γ_w = merná hustota vody (kg/m³)

6.3 Hydroskúšanie

Maximálny skúšobný tlak vo výrobe je 2,0 x PN (tlaková trieda).

Maximálny skúšobný tlak v teréne je 1,5 x PN (tlaková trieda).

Tlak a horná hranica priemeru sú funkcie kapacity hydroskúšky v závodoch.

6.4 Ráz a hydraulický ráz

Hydraulický ráz alebo tlakový ráz je náhly vzostup alebo pokles tlaku spôsobený neočakávanou zmenou v rýchlosti kvapaliny v rámci potrubného systému. Zvyčajnou príčinou týchto zmien tokov je rýchle zatvorenie alebo otvorenie ventilov alebo náhle spustenie alebo zastavenie čerpadiel, ako napríklad počas výpadku energie. Najdôležitejšími faktormi, ktoré ovplyvňujú tlak hydraulického rázu v potrubnom systéme, sú zmena rýchlosti kvapaliny, miera zmeny rýchlosti (čas zatvorenia ventilu), kompresia kvapaliny, tuhosť rúry v obvodovom „tangenciálnom“ smere a fyzické usporiadanie potrubného systému.

Tlak hydraulického rázu, ktorý sa predpokladá pri rúrach FLOWTITE, je približne 50% tlaku hydraulického rázu, ktorý majú oceľové rúry a rúry z kujaného železa za podobných podmienok. Rúra FLOWTITE má toleranciu rázového tlaku 40% menovitého tlaku. Približný vzťah pre maximálnu tlakovú odchýlku v danom bode v rovnom potrubí so zanedbateľnou stratou trením možno vypočítať pomocou vzorca:

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

kde:

ΔH = zmena tlaku (metre)

w = prestupná rýchlosť rázovej vlny (metre/sekunda)

Δv = zmena v rýchlosti kvapaliny (metre/sekunda)

g = zrýchlenie vďaka gravitácii (metre/sekunda²)

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	

Tab. 6-1 Prestupná rýchlosť rázovej vlny pre rúry FLOWTITE (metre/sekunda)

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

Tab. 6-2 Prestupná rýchlosť rázovej vlny pre rúry s malým priemerom

! Upozornenie: Vyššie uvedené hodnoty sú zaokrúhlené v rámci 2%. Ak chcete presnejšie hodnoty kvôli prechodovej analýze, kontaktujte svojho dodávateľa FLOWTITE.

6.5 Hodnoty zaťaženia

Pre konštrukčné účely možno nasledovné hodnoty použiť pre tangenciálne zaťaženie v ťahu a osovú zaťaženie v ťahu.

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	NA	NA	NA
1800	360	2160	3600	5760	NA	NA	NA
2000	400	2400	4000	6400	NA	NA	NA
2200	440	2640	4400	NA	NA	NA	NA
2400	480	2880	4800	NA	NA	NA	NA
2600	520	3120	NA	NA	NA	NA	NA
2800	560	3360	NA	NA	NA	NA	NA
3000	600	3600	NA	NA	NA	NA	NA

Tab. 6-3 Tangenciálne zaťaženie v ťahu

Minimálne počiatočné tangenciálne (obvodové) zaťaženie, N na mm dĺžky.

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	NA	NA	NA
1800	275	350	500	670	NA	NA	NA
2000	300	380	540	740	NA	NA	NA
2200	325	410	595	NA	NA	NA	NA
2400	350	440	620	NA	NA	NA	NA
2600	375	470	NA	NA	NA	NA	NA
2800	410	510	NA	NA	NA	NA	NA
3000	455	545	NA	NA	NA	NA	NA

Tab. 6-4 Osovú zaťaženie v ťahu

Minimálne počiatočné osovú (pozdlžne) zaťaženie, N na mm obvodu.

6.6 Rýchlosť toku

Maximálna odporúčaná rýchlosť toku je 3,0 m/sek. Možno použiť aj rýchlosti až do 4,0 m/sek, ak je voda čistá a neobsahuje žiaden abrazívny materiál. Referenčný zoznam projektov, v ktorých boli rýchlosti vyššie ako 4m/s, je k dispozícii.

6.7 Odolnosť voči UV žiareniu

Neexistuje žiaden dôkaz, že ultrafialové žiarenie je faktor, ktorý ovplyvňuje dlhodobú životnosť rúr FLOWTITE. Postihnutá bude len vrchná vrstva rúry a možno tiež pozorovať stratu farby povrchu. Na požiadanie zákazníka môže inštalujúci dodávateľ natrieť vonkajší povrch rúry FLOWTITE. Treba však rátať s tým, že tento náter si bude vyžadovať v budúcnosti údržbu. FLOWTITE nemá žiaden dôkaz účinku žiarenia na konštrukciu rúr, berúc do úvahy dlhodobú a rozsiahle skúsenosti na Strednom východe vo vlhkých aj púštnych podmienkach a v Škandinávii s tmavými a studenými zimami s používaním nadzemných rúr po viac ako 30 rokov.

6.8 Poissonov pomer

Poissonov pomer je ovplyvnený konštrukciou rúr. Pri rúre FLOWTITE sa pomer pre tangenciálne (obvodové) zaťaženia a osovú účinnosť pohybuje od 0,22 do 0,29. Pri osovom zaťažení a obvodovej účinnosti bude Poissonov pomer o trochu menší.

6.9 Teplota

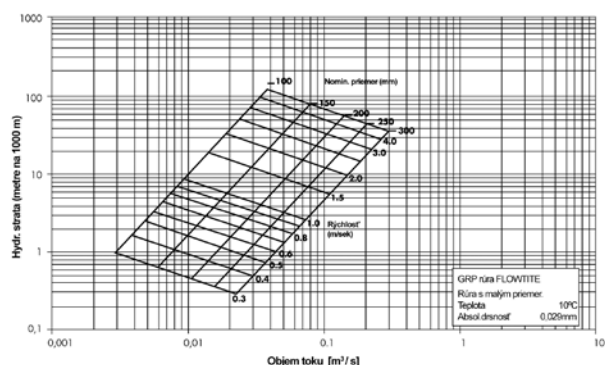
V závislosti od prevádzkovej teploty a typu živice, ktoré sa používajú pri výrobe rúr a spojovacích častí, môže byť tlaková trieda ovplyvnená pri vysokých teplotách. Detaily vám poskytne váš miestny výrobca. Osobitné a na mieru realizované riešenia pre vysokoteplotné aplikácie sú k dispozícii na požiadanie zákazníka.

6.10 Tepelný koeficient

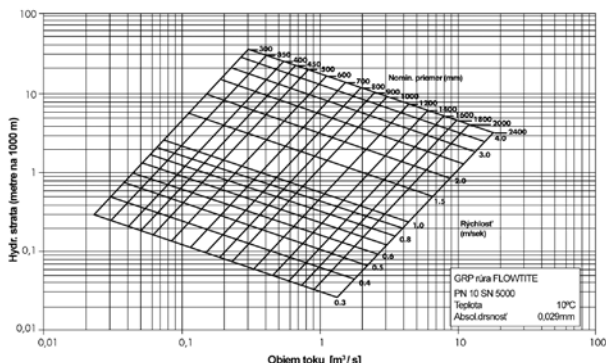
Tepelný koeficient osovej expanzie a kontrakcie pre rúru FLOWTITE je 24 až 30 x 10⁻⁶ cm/cm/°C.

6.11 Tokové koeficienty

Na základe testov, ktoré sa vykonávajú v existujúcich inštaláciách na rúrach FLOWTITE, možno počítať s Colebrook-White-ovým koeficientom 0,029 mm. To zodpovedá tokovému koeficientu podľa Hazen-Williamsa, približne $C = 150$. Koeficient podľa Manninga $n = 0,009$. Ako pomoc pre projektantov pri odhadovaní tlakovej straty, ktorá je spojená s používaním rúry FLOWTITE, sú k dispozícii nasledujúce obrázky.



Obr. 6-2 Tlaková strata - malé priemery



Obr. 6-3 Tlaková strata - veľké priemery

6.12 Odolnosť voči oderu

Odolnosť voči oderu možno spojiť s účinkami, ktoré môže mať piesok alebo iný podobný materiál, na vnútorný povrch rúry. Pretože neexistuje široko štandardizovaný skúšobný postup alebo metóda hodnotenia, rúry FLOWTITE sa hodnotili pomocou metódy Darmstadt Rocker. Výsledky sú značne ovplyvnené typom abrazívneho materiálu, ktorý sa pri skúške použil. Keď sa použil štrk, ktorý sa získal z toho istého zdroja ako ten, ktorý sa používa na univerzite v Darmstadte, priemerná strata oderom rúry FLOWTITE je 0,34 mm pri 100 000 cykloch.

6.13 Kritický vonkajší tlak

Tam, kde rúry môžu byť vystavené vonkajšiemu tlaku, ako napríklad v nádržiach, vztakových systémoch, pod morom atď. môže byť dôležitá odolnosť voči vonkajšiemu tlaku.

Minimálny konečný kritický vonkajší tlak v baroch

$$P_B = 2.5 \cdot \frac{E_H}{1 - \mu_{XY}} \cdot \frac{1}{\mu_{YX}} = \left(\frac{T_E}{r_m} \right)^3$$

Vzperný tlak využíva vzorec pre tenkostenné rúry ($r/t > 10$). To tiež závisí na priemer/intervale pomeru výstuh.

! Upozornenie: Pri priemyselnom využití sa vo všeobecnosti akceptuje 75%-ný minimálny konečný kritický vonkajší tlak ako hodnota vonkajšieho tlaku.

Pri rúr, ktoré sa používajú v morskom prostredí, ako napríklad na dnách plavidiel plaviacich sa po mori, používajte 30%-ný minimálny konečný kritický vonkajší tlak.

6.14 Hydraulika

Rúry FLOWTITE majú mnoho hydraulických vlastností, ktoré v konečnom dôsledku vedú k nižšiemu poklesu tlaku, minimalizujú čerpaciu energiu a tiež podporujú tok v potrubí.

Tokové charakteristiky FLOWTITE možno porovnať s oceľovými rúrami rôznymi spôsobmi.

6.15 Tok kvapaliny

Rúry FLOWTITE poskytujú niekoľko výhod oproti kovovým a nekovovým rúram, ku ktorým patria:

- Hladký vnútorný povrch, čo znamená menší pokles tlaku alebo menej potrebného čerpaceho tlaku. To vedie k významným úsporám nákladov.
- Vnútorný povrch zostáva hladký aj počas životnosti potrubia, vedie ku konštantnému poklesu tlaku.
- Vnútorný priemer FLOWTITE je väčší ako pri oceľových alebo termoplastických rúrach, čo vedie k vyššej kapacite toku, nižšej rýchlosti toku a nižšiemu poklesu tlaku.

6.15.1 Zníženie tlaku

Hladký povrch rúr FLOWTITE v porovnaní s oceľovými rúrami je veľkou výhodou pri znižovaní poklesu tlaku.

Po mnoho rokov používali technici Hazen Williamsov faktor ako indikáciu hladkosti a dobrého výkonu rúr.

Hazen Williamsov faktor FLOWTITE rúr = 150

FLOWTITE rúry majú ďalšiu výhodu v tom, že drsnosť vnútorného povrchu sa časom nemení. Drsnosť oceľového povrchu alebo povrchu z ťažného kovu sa po čase zvyšuje kvôli vnútornej korózii a chemickému napadnutiu, čo však nie je prípad rúr FLOWTITE.

6.15.2 Výpočet poklesu tlaku/tlakovej straty

Všetky metódy a vzorce, ktoré sa používajú pre kovové rúry, možno tiež použiť pre FLOWTITE, berúc do úvahy charakteristiky, ako je hladký vnútorný povrch, rozmery a materiálové vlastnosti.

Hazen-Williamsova rovnica.

Možno ju použiť pre vodné potrubia za podmienok plného turbulentného toku.

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

kde h_f = faktor trenia m vody/100 m
 Q = rýchlosť toku v l/sec
 ID = vnútorný priemer rúry, meter
 C = koeficient drsnosti podľa Hazen-Williamsa = 150 (typická hodnota pre rúry so sklenenými vláknami)
 L = dĺžka potrubného vedenia, m

Tlaková strata pre akúkoľvek kvapalinu

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

kde P = tlaková strata, kPa
 SG = špecifická gravitácia kvapaliny

6.15.3 Manningova rovnica

Manningova rovnica sa používa pre vodné potrubia s čiastočným tokom. Toto je za bežných okolností prípad pri gravitačnom toku, drenážnych linkách a kanalizačných aplikáciách, kde je potrubie iba pod vplyvom výtlačnej výšky vody.

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

kde Q_m = prietok, l/sec
 S = hydraulický gradient sklonu = $(H_1 - H_2)/L$
 H_1 = elevácia smerom nahor po prúde, m
 H_2 = elevácia smerom nadol proti prúde, m

L = dĺžka potrubia, m
 A = prierezová plocha rúry, m^2
 R = hydraulický polomer, m = A/W_p
 W_p = zvlhčený periméter rúry, m
 n = Manningov faktor drsnosti = 0.009 pre typickú rúru so skleneným vláknom.

6.15.4 Rovnice pre rúry na kvapaliny

Všeobecná Darcy-Wesibachova rovnica

Darcy-Wesibachova rovnica sa aplikuje na všetky kvapaliny pri rúrach s plným tokom.

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

kde H_f = pokles tlaku, Pa (N/m^2)
 g = gravitačná konštanta = $9.81 m/sec^2$
 f = trecí faktor
 L = dĺžka potrubia, m
 v = rýchlosť kvapaliny, m/s
 ID = vnútorný priemer rúry, m

6.15.5 Vzorce pre faktor trenia

Faktor trenia je funkciou:

Hustoty kvapaliny

Vnútorného priemeru rúry

Rýchlosti kvapaliny

Dynamickej viskozity kvapaliny

Tieto štyri charakteristiky spolu predstavujú R_e (Reynoldsovo číslo).

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

kde v = rýchlosť kvapaliny, m/s
 ID = vnútorný priemer rúry, m
 μ = dynamická viskozita kvapaliny, Ns/m^2 (Pa s)

Ak $R_e < 2000$ Tok je laminárny, potom

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

$R_e > 4000$ Tok je turbulentný, potom

$$1/f_t^{0.5} = -2 \log((e/ID)/3.7 + 2.51/(R_e)(f_t^{0.5}))$$

kde f = faktor trenia
 K = absolútna drsnosť vnútorného povrchu, m
 ID = vnútorný priemer rúry, m
 R_e = Reynoldsovo číslo

Táto rovnica si vyžaduje riešenie pomocou pokusov a omylov. Jedno zjednodušenie tohto vzorca s presnosťou na 1% je nasledovné:

$$f_i = (1.8 \log(R_e/7))^{-2}$$

6.15.6 Pokles tlaku v spojovacích častiach

Celkovú tlakovú stratu v spojovacích častiach možno vypočítať pomocou nasledujúcej rovnice:

$$\Delta p = \sum K \cdot (\rho V^2 / 2g)$$

kde K = koeficient odolnosti pre každý typ a konfiguráciu spojky
 V = rýchlosť toku v potrubí, m/s

6.15.7 Darcyho rovnica pre „menšie straty“

Pre výpočet strát v potrubných systémoch, kde sa vyskytuje aj trenie aj menšie straty, sa používa nasledujúci vzťah:

$$\Delta p = (\sum K + f_i (L/ID)) (\rho V^2 / 2g)$$

kde $\sum(K)$ = súčet faktorov trenia „ K “ pre spojovacie časti v rúre
 V = rýchlosť toku
 g = gravitačná konštanta

Opis	K-faktory
90 stupňov, štand.koleno	0.400
0-30 stupňov, jeden ohyb	0.150
45-60 stupňov, dvojitý ohyb	0.240
T-kus, priamy tok	0.400
T-kus, tok do odbočky	1.400
T-kus, tok z odbočky	1.700
Redukcia, red. s jedn. rozm.	0.075
Redukcia, dvojnásobná red.	0.075

Tab. 6-5 Faktor trenia pre spojovacie časti

7 Sortiment výrobkov

Potrubné systémy FLOWTITE sa dodávajú v menovitých priemeroch od DN 80 po DN 4000 mm. Väčšie a medziľahlé priemery sú k dispozícii na požiadanie.

Rozsah štandardných priemerov v mm je definovaný tak, ako je to uvedené nižšie:

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

Lokálne vyrábaný rozsah štandardných priemerov sa mení podľa výrobného zariadenia. Podrobné informácie získate u vašej kontaktnej osoby na stavenisku. Priemery väčšie ako DN 3000 až do DN 4000 mm a iné priemery sú k dispozícii na požiadanie.

7.1 Triedy tuhosti

Tuhosť rúry indikuje schopnosť rúry odolať vonkajšiemu zaťaženiu a negatívnym tlakom. Je to indikácia jej tuhosti.

Je to odolnosť vychýlenia vzorky prstenca meraná skúšaním v súlade s medzinárodnými normami. Je to hodnota, ktorá sa získava delením sily, ktorá je potrebná na vychýlenie vzorky o 3% (ISO norma) na jednotku dĺžky vzorky. CEN a ISO normy definujú tuhosť takto:

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

kde S = tuhosť rúry tak, ako ju stanoví skúšanie
 E = zdanlivý modul pružnosti
 I = druhý moment zotrvačnosti je druhý moment plochy na jednotku dĺžky časti steny rúry v m⁴ per m

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

kde t = hrúbka rúry.

Podľa americkej normy ASTM sa tuhosť meria na hodnote 5% a vyjadrená ako $\frac{F}{\Delta_y}$ v jednotkách psi, je to tuhosť rúry a nie špecifická tangenciálna počiatková tuhosť „ S “ spomenutá skôr, kde F = zaťaženie na jednotku dĺžky v librách na palec Δ_y je zvislé vychýlenie v palcoch.

Potrubné systémy FLOWTITE vykazujú nasledovnú špecifickú počiatkovú tuhosť (EI/D^3) vyjadrenú v N/m².

8 Spájanie rúr

Trieda tuhosti SN	Tuhosť (N/m²)	Tuhosť (ASTM) (psi)
2500	2500	18
5000	5000	36
10000	10000	72

Tab. 7-1 Triedy štandardnej tuhosti

Ostatné triedy tuhosti sú k dispozícii na požiadanie. Dodávame tiež potrubné systémy navrhnuté podľa požiadaviek zákazníka s tuhosťou, ktorá je prispôbená potrebám projektu.

7.2 Tlak

Naše rúry FLOWTITE možno dodať v tlakových triedach, ktoré sú uvedené nižšie:

Trieda tlaku PN	Vypočítaný tlak v baroch	Horná hranica priemeru
1 (gravitácia)	1	3000
6	6	3000
10	10	2400
16	16	2000
20	20	1400
25	25	1400
32	32	1400

Tab. 7-2 Triedy štandardného tlaku

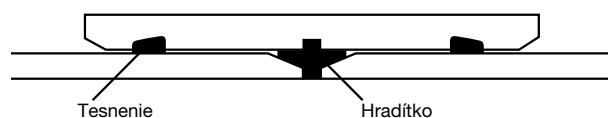
Nie všetky tlakové triedy sú k dispozícii vo všetkých priemeroch a tuhosti. Podrobnejšie informácie získate u svojho lokálneho výrobcu rúr FLOWTITE alebo v Amiantit Group. K dispozícii sú tiež rúry, ktoré sú prispôbené požiadavkám zákazníka s tlakom prispôbeným potrebám projektu.

Vypočítaný tlak rúr sa stanovil v súlade s konštrukčným prístupom, ktorý bol uvedený v medzinárodných normách. Rúry sú tlakovo klasifikované pri plnom prevádzkovom tlaku, aj keď sú zasypané v maximálnej odporúčanej hĺbke a berú sa do úvahy prístupy s kombinovaným zaťažením uvedené v týchto normách.

7.3 Dĺžky

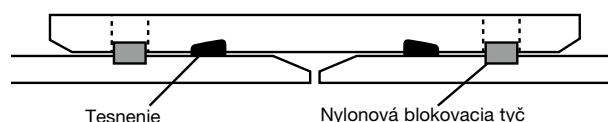
Štandardná dĺžka FLOWTITE je 6 alebo 12 m. Na požiadanie sú tiež k dispozícii jednotlivito prispôbené dĺžky až do 24 m. Priemery menšie ako 300 mm sú k dispozícii iba v 6m štandardných dĺžkach. Potrubné systémy FLOWTITE možno tiež dodať v iných dĺžkach na zvláštne objednávky.

Rúrové časti FLOWTITE sa zvyčajne spájajú pomocou GRP spojok FLOWTITE. Všetky rúrové riešenia FLOWTITE GRP majú overený spojovací systém, ktorý zabezpečuje, že systémy pracujú počas celej svojej predpokladanej životnosti. Systém tiež ponúka riešenia pre prechody na iné materiály, ako napojenie na ventily alebo iné príslušenstvo. Rúry sa obvykle spájajú pomocou GRP spojok FLOWTITE na báze REKA systému. Rúry a spojky možno dodávať zvlášť alebo vopred namontované na jednom z voľných koncov rúry. Spojky majú elastomerný tesniaci profil (REKA systém) na báze presne vypracovanej drážky. Tiež majú zarážku v strede spojky. REKA tesniaci systém sa úspešne používa už viac ako 75 rokov.



Obr. 8-1 Štandardná GRP spojka

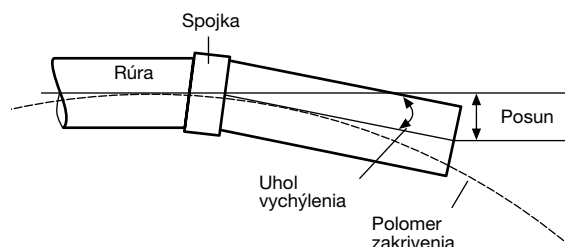
Tlakové potrubné systémy s nevyváženými a osovými prítlakovými silami potrebujú oporné bloky alebo oporu, ktorú poskytuje používanie vsadených spojovacích systémov. Pri štandardných potrubných systémoch sa potrubné bloky používajú na prenos síl do pôdy. Ďalšia metóda zahŕňa používanie biaxiálnych rúr a/alebo drážkových spojovacích systémov, ktoré spoľahlivo absorbujú osovú silu. Toto často nahrádza inštaláciu betónových blokov a časovo a nákladovo zefektívňuje investíciu.



Obr. 8-2 Štandardný blokovací spoj

Uhlové vychýlenie spojov

Spoj sa rozsiahle preskúšava a kvalifikuje v súlade s ASTM D4161, ISO DIS8639 a EN 1119. Maximálne uhlové vychýlenie (otočenie) v každom spoji spojkou sa meria ako zmena v osiach priliehajúcich rúr a nesmie presahovať hodnotu uvedenú v tabuľke nižšie.



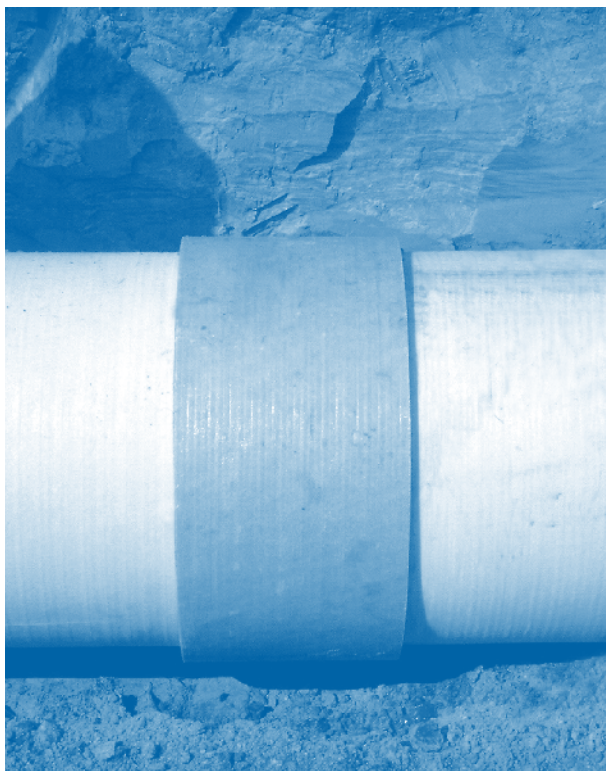
Obr. 8-3 Posun a polomer zakrivenia

Menovitý priemer rúry (mm)	Tlak (PN) v baroch			
	Up to 16	20	25	32
		Max. uhol vychýlenia (stup)		
DN ≤ 500	3.0	2.5	2.0	1.5
15 < 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

Tab. 8-1 Uholové vychýlenie pri dvojitom spoji spojku

Uhol vychýlenia (stupne)	Maxim. posun (mm) Dĺžka rúry			Polomer zakrivenia (m) Dĺžka rúry		
	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

Tab. 8-2 Posun a polomer zakrivenia

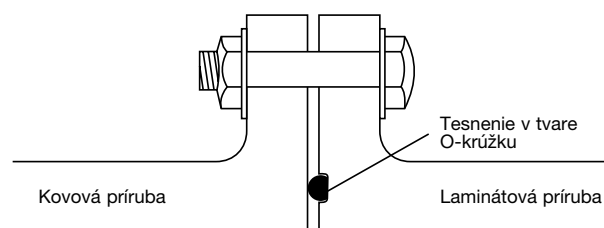


8.1 Iné systémy spájania

GRP príruby

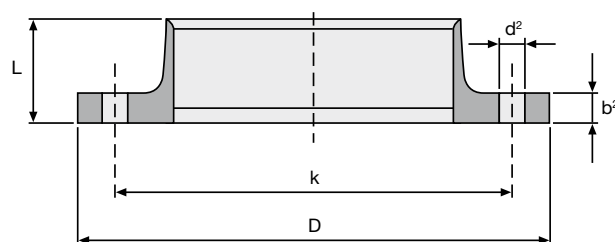
Štandardný model skrutky, podľa ktorého sa naše príruby vyrábajú, je v súlade s ISO2084. Možno tiež dodať iné rozmerové systémy skrutkovania, ako napr. AWWA, ANSI, DIN a JIS. Voľné a pevné príruby sú k dispozícii pre všetky tlakové triedy.

Kontaktné lisované prírubové spoje:



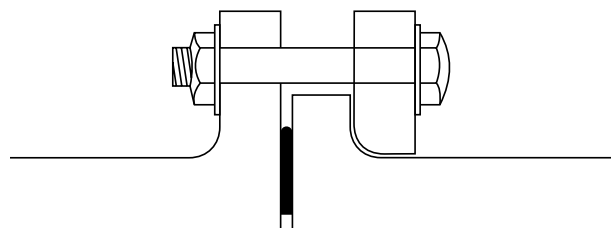
Obr. 8-4 Prírubový spoj

Pevné prírubové spoje:



Obr. 8-5 Pevný prírubový spoj

Voľná prstencová príruha:

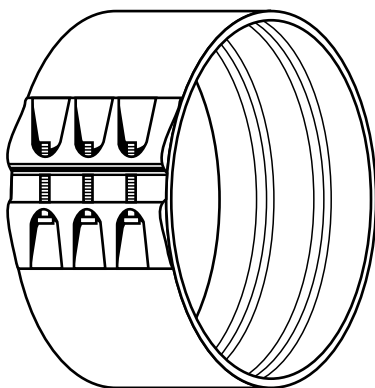


Obr. 8-6 Voľná príruha s plochým tesnením vrátane ocelevej podpory

Mechanické oceľové spojky

Keď napájate rúru FLOWTITE na iné rúrové materiály s odlišnými vonkajšími priermi, pružné oceľové spojky sú jednou z preferovaných metód spájania. Tieto spojky pozostávajú z oceľového plášťa s vnútorným gumeným tesniacim puzdrom. Možno ich tiež použiť pre napojenie častí rúr FLOWTITE, napríklad v prípade opravy alebo uzavretia. Vo všeobecnosti sú k dispozícii tri druhy:

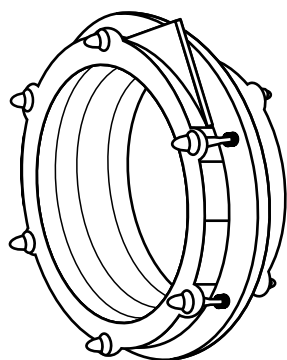
- Potiahnutý oceľový plášť
- Plášť z nehrdzavejúcej ocele
- Plášť z ocele galvanizovanej ponorom



Obr. 8-7 Pružná oceľová spojka

Mechanické spojky sa používajú na spájanie rúr z odlišných materiálov a odlišných priemerov a na úpravu pre prírubové výstupy. FLOWTITE Technology poskytuje širokú výrobnú paletu týchto spojok vrátane veľkosti skrutiek, počtu skrutiek a konštrukcie tesnenia mimo štandardizovaných odporúčaní. Ak sa používa pre napojenie FLOWTITE na iný materiál mechanický spoj, potom duálny nezávislý skrutkový systém umožňuje nezávisle utiahnutie FLOWTITE strany, ktorá si zvyčajne vyžaduje menej točivého momentu, ako odporúča výrobca spojky.

Ak inštalujúci plánuje použiť špecifický dizajn (značku a model) mechanickej spojky, odporúča sa, aby svoju kúpu vopred konzultoval s miestnym dodávateľom rúr FLOWTITE. Dodávateľ rúr mu môže poradiť, za akých špecifických podmienok, ak vôbec existujú, môže byť tento dizajn vhodný pri FLOWTITE

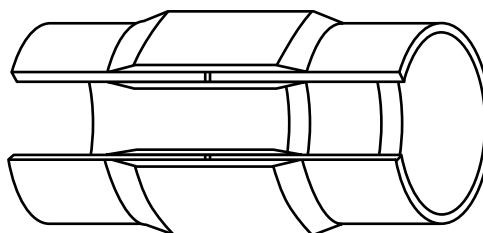


Obr. 8-8 Duálna skrutková mechanická spojka

Laminované spoje (prekrývajúca objímka)

Laminované spoje sú typické tam, kde je potrebný prenos osových síl z vnútorného tlaku alebo ako spôsob opravy. Dĺžka a hrúbka vrstvy závisí od priemeru a tlaku.

Podrobné informácie o miestnej dostupnosti spojov a spojovacích systémov si možno vyžiadať od miestneho dodávateľa.

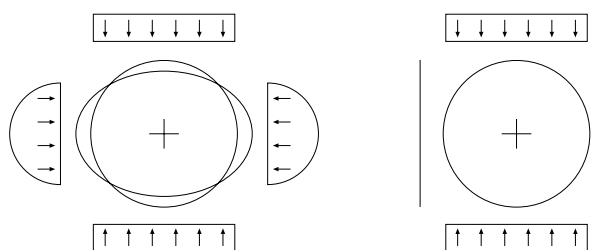


Obr. 8-9 Laminovaný spoj

9 Výber klasifikácie rúry

Výber rúry FLOWTITE je založený na požiadavkách na triedu tuhosti a tlaku. GRP je pružný materiál. Konštrukcia rúr vychádza z interakcie rúry a pôdnej podpery. Na rozdiel od betónu a iných tuhých materiálov, konštrukcia rúry berie do úvahy prírodnú pôdu a zásyp. Pružnosť rúry, v spojení s prirodzeným konštrukčným správaním pôd, poskytuje ideálnu kombináciu na prenos zvislého zaťaženia. Na rozdiel od tuhých rúr, ktoré by sa zlomili pri nadmernom zvislom zaťažení, pružnosť rúr v spojení s ich veľkou dĺžkou umožňuje, aby sa ohli a rozložili zaťaženie na okolitú pôdu.

Pevné verzus pružné vedenia



Obr. 9-1 Pružné vedenie

Pevné vedenie

Tuhosť

Tuhosť rúry FLOWTITE sa vyberá z jednej z troch tried tuhosti uvedenej nižšie. Trieda tuhosti predstavuje minimálnu počiatočnú špecifickú tuhosť rúry (EI/D^3) v N/m^2 .

SN	N/mm ²
2500	2500
5000	5000
10000	10000

Tab. 9-1 Trieda tuhosti

Tuhosť sa vyberá podľa dvoch parametrov. Sú to: (1) podmienky zasypovania, do ktorých patrí prírodná pôda, typ zásypu a hĺbka pokrytia a (2) negatívny tlak, ak existuje.

Charakteristiky prírodnej pôdy sa klasifikujú podľa štandardnej Penetračnej skúšky normy ASTM D1586. Niektoré typické hodnoty počtu rázov pôdy v súvislosti s typmi pôdy a hustotou sú uvedené v **Tab. 9-2**.

Široký rozsah typov pôdnych zásypov je uvedený v **Tab. 9-3**, aby bolo možné každú inštaláciu prispôbiť požiadavkám a zároveň aby táto inštalácia zostala ekonomickou. V mnohých prípadoch možno použiť ako zásyp oblasti rúry prírodné pôdy vyťažené z výkopov.

Za predpokladu, že ide o štandardný výkop a prípustné dlhodobé vychýlenie je 5% pri rúrach s priemerom 300 mm a viac a 4% pri malých priemeroch, maximálne prípustné hĺbky pokrytia, ak sa uvažuje so zaťažieniami dopravou, pre tri jednotlivé triedy tuhosti v šiestich skupinách prírodných pôd, sú uvedené v inštalacom sprievodcovi FLOWTITE pre zasypávané rúry.

Korelácia medzi klasifikáciou pôdneho zásypu, skupinami prírodných pôd, tuhosťou rúr a hĺbkou zasypovania je uvedená v inštalacom sprievodcovi FLOWTITE pre zasypávané rúry. Druhým parametrom pre výber triedy tuhosti je negatívny tlak, ak existuje. **Tab. 9-4** znázorňuje, ktorú tuhosť zvoliť pre jednotlivé objemy negatívneho tlaku a zasypovania.

Nasledujúce informácie sú čiastočným prehľadom inštalčných postupov; ich účelom nie je nahradiť inštalčné pokyny, ktoré sa musia dodržať pri každom projekte.

Pôdna skupina	Zrnitá		Súdržná		Modul
	Počet rázov ¹	Popis	q_u kPa	Popis	M_{sn}
1	> 15	Kompaktná	> 200	Veľmi tuhá	34.50
2	8 - 15	Mierne kompaktná	100 - 200	Tuhá	20.70
3	4 - 8	Voľná	50 - 100	Stredne	10.30
4	2 - 4		25 - 50	Mäkká	4.80
5	1 - 2	Veľmi voľná	13 - 25	Veľmi mäkká	1.40
6	0 - 1	Veľmi, veľmi voľná	0 - 13	Veľmi, veľmi mäkká	0.34

¹ Štandardná penetračná skúška podľa ASTM D1586

Tab. 9-2 Skupiny tuhosti prírodnej pôdy. Hodnoty viazaného modulu M_{sn}

Kategória tuhosti zásypanej pôdy	Opis zásypaných pôd
SC1	Drvené skaly s < 15% piesku, maximálne 25% prechádza cez 9,5 mm sito a maximálne 5% jemných častíc ²⁾ .
SC2	Čisté, hrubozrnné pôdy: SW, SP1), GW, GP alebo akákoľvek pôda začínajúca jedným z týchto symbolov s najviac 12% jemných častíc ²⁾ .
SC3	Čisté, hrubozrnné pôdy s jemnými časticami GM, GC, SM, SC alebo akákoľvek pôda začínajúca jedným z týchto symbolov s najviac 12% jemných častíc ²⁾ . Pieskové alebo štrkové jemnozrnné pôdy CL, ML (alebo CL-ML, CL/ML, ML/CL) s najmenej 30% zachyteným na site s č. 200.
SC4	Jemnozrnné pôdy: CL, ML (alebo CL-ML, CL/ML, ML/CL) s najviac 30% zachytenými na site č. 200.
Upozornenie: Symboly v tabuľke sú podľa Jednotného označenia klasifikácie pôdy ASTM D2487. ¹⁾ Jednotný jemný piesok, SP, s najmenej 50% prechádzajúcimi cez sito č. 100 (0,15 mm) je veľmi citlivý na vlhkosť a neodporúča sa ako zásep. ²⁾ % jemných častíc je hmotnostné percento pôdnych častíc, ktoré prejdú sitom č. 200 s otvormi 0,076 mm.	

Tab. 9-3 Klasifikácia typov zásypanej pôdy

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

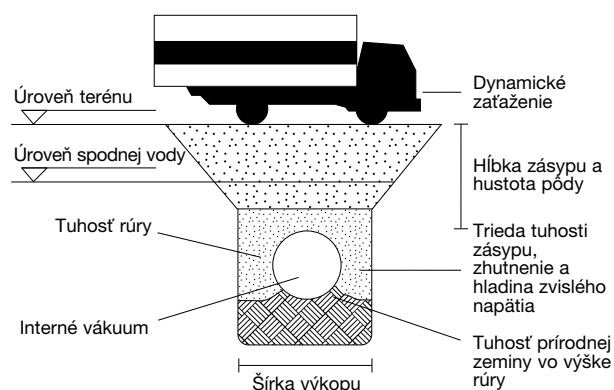
Tab. 9-4 Maximálne prípustný negatívny tlak (v baroch) pre nezasypávané časti – dĺžky rúr medzi obmedzeniami 3 m/6 m/12 m

10 Inštalácia všeobecne

Charakteristiky dlhej životnosti a dobrého výkonu rúry FLOWTITE možno dosiahnuť iba správnu manipuláciou s potrubím a správnu inštaláciou. Je dôležité, aby vlastník, technik a zmluvný dodávateľ pochopil, že plastová rúra vystužená sklolaminátom (GRP) je navrhnutá tak, aby sa využila podpora uloženia a zásypu rúrovej zóny, ktoré vyplývajú z odporúčaných postupov inštalácie. Na základe rozsiahlych skúseností technici zistili, že správne zhutnené zrnité materiály sú ideálne pre zasypávanie GRP rúr. Rúra a materiál pre vsadenie tvoria spolu vysoko výkonný systém „rúra a pôdy“. Kompletne inštalčné pokyny nájdete v pokynoch FLOWTITE pre zasypávané rúry.

Nasledujúce informácie sú čiastočným prehľadom inštalčných postupov; nie sú náhradou inštalčných pokynov, ktoré sa musia dodržať pri každom projekte.

Parametre návrhu inštalácie



Obr. 10-1 Parametre návrhu inštalácie

Uloženie

Výkopové lôžko z vhodného materiálu by malo poskytovať rovnomernú a nepretržitú oporu pre rúru.

Kontrola inštalovanej rúry

Po inštalácii každej rúry sa musí skontrolovať maximálne zvislé vychýlenie priemeru. Pri rúrach FLOWTITE je tento postup rýchly a jednoduchý.

Inštalované vychýlenie v priemere

Maximálne prípustné počiatočné vychýlenie v priemere (obvykle zvislé) musí byť nasledovné:

Maximálne počiatočné vychýlenie

> DN 300	≤ DN 250
3 %	2.5 %

Tab. 10-1 Trieda tuhosti

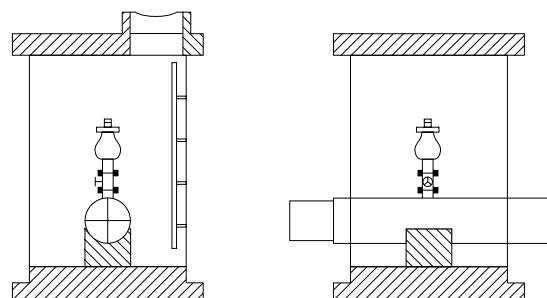
Maximálne prípustné dlhodobé vychýlenie v priemere je 5% pre priemery 300 mm a vyššie a 4% pre menšie priemery. Tieto hodnoty sa vzťahujú na všetky triedy tuhosti.

Vydutiny, sploštené miesta alebo iné náhle zmeny zakrivenia stien rúry nie sú povolené. Je potrebné vyhnúť sa všetkým bodovým záťažiam. Rúra, ktorá sa inštaluje mimo obmedzení, nemusí poskytovať predpokladaný výkon.

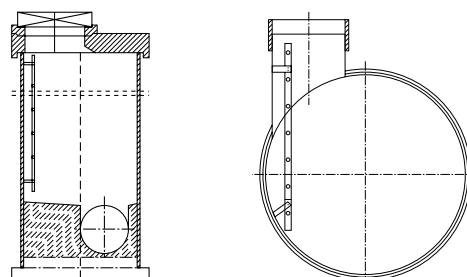
Podrobnosti nájdete v inštaláčnom sprievodcovi FLOWTITE pre zasypávané rúry a inštaláčnom sprievodcovi pre nadzemné rúry FLOWTITE.

Prielezy/Ventilové komory

Pri ukladaní kanalizačných a uzatvorených tlakových potrubných systémov, ako aj pri inštalácii spojovacích častí a armatúr, sa prednostne používajú prielezy a ventilové komory so štandardnou povrchovou úpravou FLOWTITE. Amiantit ponúka štandardné prielezy, ako aj tangenciálne prielezy. Štandardné prielezy majú laminátovú šachtu spojenú s dnom prielezu a sú vyrobené v súlade s miestnymi predpismi. Náš sortiment prielezov je dobre známy vďaka svojej nízkej hmotnosti a vysokej vztlakovej bezpečnosti. Konfigurácia, miesto a veľkosti vstupných a výstupných rúr, ako aj vnútorný kanál, možno vyrobiť tak, aby sa hodil na konkrétne podmienky staveniska. Napojenia rúr sú odolné voči presakovaniu a možno ich vyrobiť tak, aby sa hodili na akékoľvek používané kanalizačné rúry. Aj sklony, aj uhly drenáží a vstupných miest možno nastaviť podľa potreby tak, aby vyhoveli požiadavkám projektu.



Obr. 10-2 Ventilové komory



Obr. 10-3 Štandardný a tangenciálny prielez

Armatúry

FLOWTITE Technology vytvorila štandardizovaný rad GRP armatúr, ktoré sú tvarované alebo vyrobené s použitím tých istých materiálov, aké sa používajú pri výrobe rúr FLOWTITE. Jednou z výhod tohto potrubného systému je schopnosť vyrobiť široký sortiment armatúr, štandardných aj neštandardných.

Naše armatúry FLOWTITE možno dodať v tlakových triedach uvedených nižšie:

Tlaková trieda PN	Vypočítaný tlak v baroch	Horná hranica priemeru
1 (gravitácia)	1	3000
6	6	3000
10	10	2400
16	16	2000
20	20	1400
25	25	1400
32	32	1400

Tab. 10-2 Sortiment výrobkov

Požiadavky na oporné bloky

Informácie o armatúrach, ktoré tento manuál obsahuje, sú orientované na štandardne zasypávané rúry FLOWTITE. Konštrukcie armatúr sú založené na tom, že armatúry budú inštalované podľa pokynov pre manipuláciu s rúrami FLOWTITE a zasypávanou inštaláciou. Tieto pokyny predpokladajú, že osovú silu budú zachytené tlakovými zábranami. V ďalšom texte je uvedený súhrn návodov. Pokyny k inštalácii FLOWTITE je potrebné si preštudovať, aby ste sa dozvedeli o všetkých podrobnostiach.

Tlakové zábrany

Keď sa potrubie natlakuje, na ohyboch, redukciách, v T-kusoch a Y-kusoch, uzáveroch a iných zmenách smeru potrubia dôjde k nesúmerným prítlakovým silám. Tieto sily sa musia nejakým spôsobom obmedziť, aby sa predišlo rozdeleniu spojov. Keď toto obmedzenie nemôže poskytnúť okolitá pôda, musia sa použiť oporné alebo napäťové/oporné bloky. Stanovenie potreby a návrh týchto obmedzení je zodpovednosťou technika vlastníka. Ide o nasledovné obmedzenia.

Oporné bloky

Oporné bloky musia limitovať posun armatúry vzhľadom k príľahlej rúre, aby sa ochránila hermetickosť

FLOWTITE spoja spojkou. Výsledné uhlové vychýlenie bude menšie ako indikované hodnoty. Blok musí úplne obklopiť armatúru po celej jeho dĺžke a obvode a mal by sa umiestniť buď oproti neporušenej zemine, alebo zasypať spolu s materiálom pre oblasť rúry podľa toho, čo je vhodné z hľadiska charakteristík prírodnej pôdy.

Tieto bloky možno uplatniť pre:

- 1 Všetky kolená, redukcie, uzávery a slepé príruby.
- 2 Spojovacie časti T-kusy*, keď je odbočovacia rúra sústredná voči osi zbernej rúry.

! Upozornenie*: Nie je nevyhnutné uzavrieť napojenie trysky do betónu.

Trysky sú odbočky v tvare T, ktoré spĺňajú nasledovné kritériá:

- 1 Priemer trysky < 300 mm.
- 2 Priemer zbernej rúry > 3 násobok priemeru trysky
- 3 Ak tryska nie je koncentrická a/alebo nie je kolmá na os zbernej rúry, za priemer trysky sa považuje vzdialenosť najdlhšej tetivy na stene zbernej rúry na priesečníku trysky/rúry.

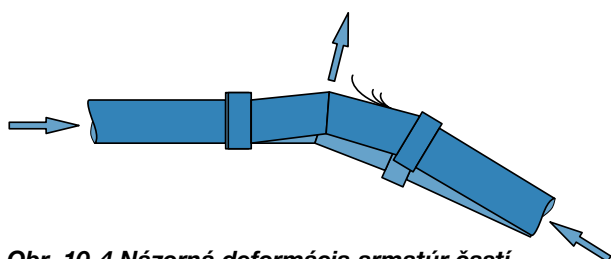
Blok musí úplne obklopiť armatúru po celej jeho dĺžke a obvode a mal by sa umiestniť buď oproti neporušenej zemine, alebo zasypať spolu s materiálom pre oblasť rúry podľa toho, čo je vhodné z hľadiska charakteristík prírodnej pôdy. Tieto bloky sú potrebné pre nasledujúce armatúry, keď tlak vo vedení presahuje 100 kPa (1 bar):

- 1 Rozvetvenia.
- 2 Armatúry podľa požiadaviek zákazníka tak, ako je to uvedené v osobitných pokynoch.

Všeobecné pokyny

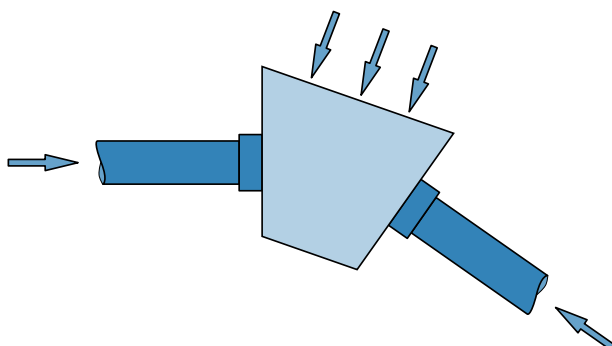
Štandardné rúry FLOWTITE a štandardné armatúry FLOWTITE sa spájajú dvojhrdlavými spojkami, ktoré jedine môžu odolať limitovanému osovému tlaku.

Jednou z obvyklých metód, ako zabezpečiť odolnosť voči prítlakovým silám, je používanie oporných blokov. Odolnosť je zabezpečená prenosom prítlakovej sily na pôdu prostredníctvom väčšej nosnej plochy bloku, takže výsledný tlak na pôdu nepresahuje horizontálnu únosnosť pôdy. Projektovanie oporných blokov pozostáva zo stanovenia primeranej nosnej plochy bloku pre určitú sústavu podmienok. K parametrom, ktoré sú súčasťou projektovania, patrí veľkosť rúry, projektovaný tlak, uhol ohybu (alebo konfigurácia včlenenej armatúry) a horizontálna únosnosť pôdy. V ďalšom texte sú uvedené všeobecné kritériá pre projektovanie nosného bloku.

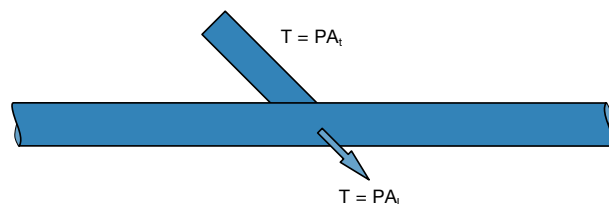
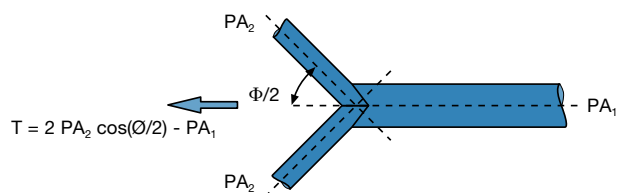
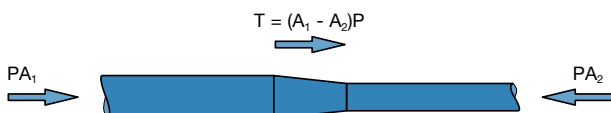
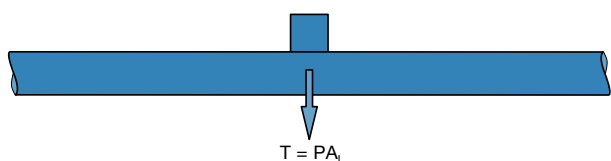
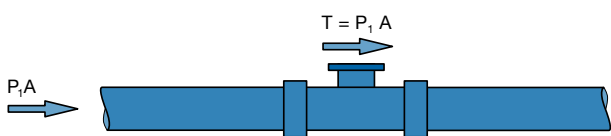
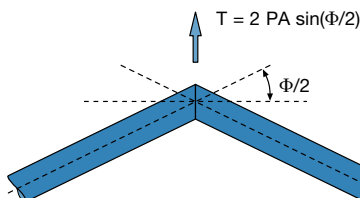


Obr. 10-4 Názorná deformácia armatúr častí spôsobená prítlačovými silami

Aby sa vyhlo oddeleniu spojov alebo presakovaniu, prítlačové sily obvykle znášajú betónové oporné bloky, ktoré prenášajú zaťaženie do okolitej pôdy:



Obr. 10-5 Názorný pohľad na reakciu betónu

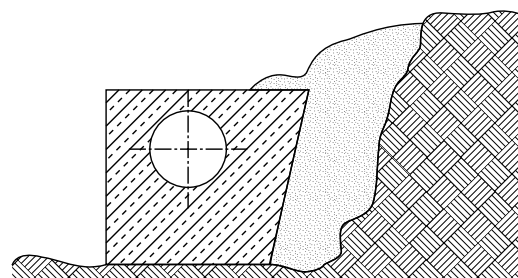


Obr. 10-6 Prítlačové sily

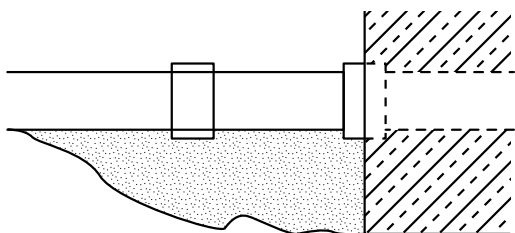
Konštrukcia zhotovených armatúr FLOWTITE je založená na nasledovných atribútoch:

- Armatúra by mala byť v plnom rozsahu zapustená do betónu po celej svojej dĺžke a obvode. Naše armatúry nie sú navrhnuté na čiastočné zapustenie.
- Pohyb oporného bloku musí byť obmedzený tak, aby zniesol maximálnu deformáciu príľahlých spojov.
- Zasypávané oporné bloky prenášajú prítlak do pôdy priamou nosnou plochou.
- Čiastočnú odolnosť tiež pridáva pôdne trenie.
- Nosná plocha by sa tam, kde je to možné, mala umiestniť oproti neporušenej zemi. Tam, kde to nie je možné, by sa výplň medzi nosnou plochou a neporušenou zeminou mala zhutniť na najmenej 90 % štandardnej Proctorovej hustoty.
- Veľkosť nosnej plochy oporného bloku závisí na prítlačovej sile a pevnosti pôdy:
 - $A_T = h \times b = T \times SF / \sigma$
 - Tam, kde je h výška bloku, b je šírka bloku, T je prítlačová sila, SF je bezpečnostný faktor ($\approx 1,5$) a σ je pevnosť pôdy v tlaku.
- Prítlačová sila by mala byť založená na skúšobnom tlaku potrubia, zvyčajne 1,5 x PN.

Nosná plocha by sa mala umiestniť oproti neporušenej pôde kolmo na smer čiar záberu prítľaku a so stredom na ňom.



Obr. 10-7 Bod rozhrania medzi oporným blokom a neporušenou zeminou



Obr. 10-8 Poloha spojov na oporných blokoch

Hĺbka zasypania po vrchnú časť oporného bloku by mala byť minimálne rovná jeho výške, aby sa vyhlo porušeniu pôdy šmykom. Šírka oporného bloku by mala byť 1- až 2-násobkom výšky, aby sa zabezpečilo rovnomerné rozloženie zaťaženia. Tam, kde je to možné, spoj so spojkou by mal byť zaliaty do betónu na rozhraní.

Ak to nie je možné, okolo rúry sa musia umiestniť gumené podložky tam, kde rúra vstupuje do betónového zapuzdrenia. Dobré zhutnenie pod rúrou je potrebné, aby sa predišlo diferenciálnemu usadzovaniu a oceľové vystuženie s odolnosťou voči praskaniu. Potrubie by sa nemalo skúšať tlakom, kým betón nestuhne, teda minimálne 7 dní.

Nasledujúca tabuľka uvádza vypočítaný prítlak pri 1 bare a skúšaný na 1,5* tlaku.

DN	Prítlak spôsobený iba 1 barom (výpočty sú vykonané na základe skúšobného tlaku 1,5* PN)						
mm	90	60	45	30	22.5	15	T-kus s odbočkou = 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

Tab. 10-3 Prítlak pri tlaku 1 bar

Pevnosť pôdy

Horizontálna nosná sila pôdy je veľmi premenlivá a závisí na súdržnosti a uhle trenia pôdy. Toto možno stanoviť pomocou postupu pôdnej mechaniky.

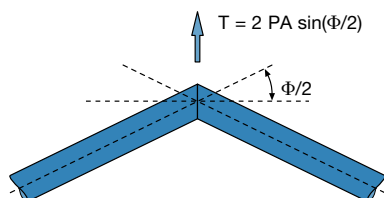
Nasledujúca tabuľka je odhadom nosnej sily pôd v tlaku. Projektant musí vybrať správnu nosnú silu pre danú pôdu.

Pôda	Nosná sila σ
	kN/m ²
Blato (černozem)	0
Jemný íl	50
Naplavenina	75
Piesková naplavenina	150
Piesok	200
Pieskovitý íl	300
Tvrdý íl	450

Tab. 10-4 Hodnoty nosnej sily

Príklad návrhu:

DN 600 PN 10 a 30°ohyb v piesčitom íle.
 Prítlaková sila je: $T = 2 \cdot 1.5 \cdot 1 \cdot 280000 \sin(30/2)$
 $= 217 \text{ kN}$

**Obr. 10-9 Prítlaková sila**

Nosná sila je $\sigma = 300 \text{ kN/m}^2$.

$A_T = hxb = T \text{ FS} / \sigma = 217 \cdot 1.5 / 300 = 1.1 \text{ m}^2$.

Možno predpokladať modul reakcie podložia pre piesčitý íl 70 kN/m^2 .

Pohyb potom možno vypočítať takto:

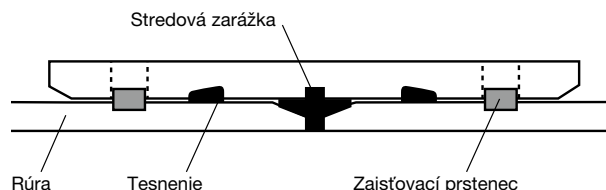
$D = 217 / (1.1 \cdot 70) = 3 \text{ mm}$

Špeciálna inštalácia a systémy**Dvojosový potrubný systém****Spájanie dvojosových systémov**

Ak sa použijú dvojosové systémy so vsadenými spojmi, nie sú potrebné oporné bloky, čo bude znamenať nákladovo efektívnejšie a jednoduchšie riešenie z pohľadu inštalácie. Systém spája vysoký tesniaci výkon spoja so systémom zaistovacieho výstupku pre prenos osového tlaku na príľahlé rúry.

Rúry so sklenými vláknami vyrábané podľa tejto špecifikácie výroby a procesu FLOWTITE Technology sú pružné kompozitné vedenia, ktoré sú vyrobené z výstuže zo sklenených vlákien, vybraných výplní a tepelne vytvrdenej, chemicky odolnej polyesterovej živice.

Dvojosový potrubný systém FLOWTITE je projektovaný tak, aby zniesol plné osové zaťaženie okrem obručového zaťaženia. Potrebná pevnosť v osi sa získava prostredníctvom krátkych vlákien. Osové zaťaženie sa prenáša z jednej časti rúry na druhú pomocou tlakových vsadených (dvojosových) spojov – systém tyče a drážky alebo laminátov stykového špirálového ovíjania. V prípade drážky sa na voľný koniec rúry pridá na hrúbke, aby sa tam dala umiestniť. Mimo voľného konca a v prípade páskou obalovaných spojov na hladkú špáru má rúra štandardný vonkajší priemer (vhodný pre štandardné spojky). Hrúbka navyše sa vytvorí buď ručne laminátom, alebo priamo na navíjačke FLOWTITE.



Rúry sa vyrábajú na zariadení FLOWTITE CW3000 Filament Winding pre kontinuálne navíjanie s regulovaným dávkovaním materiálov, aby sa zabezpečili rovnaké vlastnosti rúr na jednotlivých častiach.

Aplikácia

Rúry sú navrhnuté na prepravu vody pod tlakom alebo na gravitačné toky v zasypávaných aplikáciách.

Príklady:

- Zrážková voda
- Pitná voda
- Neupravená voda
- Zavlažovanie
- Preprava morskej vody
- Protipožiarna ochrana
- Chladiaca voda
- Vodné priepuste atď.

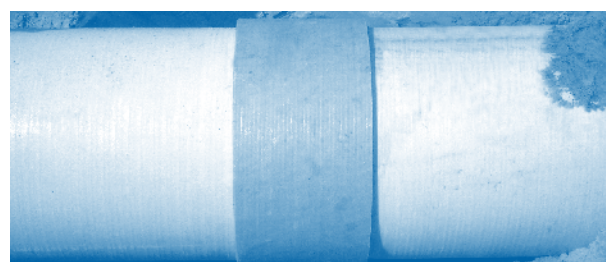
Kombinované systémy

Je možné odolať nesúmerným prítláčnym silám na armatúrach a zmenám smeru pomocou priečne vsadených obmedzovacích spojov, ktoré sú spomenuté vyššie. Tieto rúry sa spájajú, aby sa zvýšil trecí odpor spájaných rúr a aby odolávali prítlaku armatúr. Tento prítlak sa bude postupne znižovať na nulovú hodnotu vo vzdialenosti L, ktorá sa nazýva regulovaná dĺžka. Za regulovanou dĺžkou L už v rúre nie je žiaden prítlak, a preto možno použiť štandardný spoj.

AWWA M-45, kapitola 7 uvádza rovnice pre výpočet regulovanej dĺžky.

Pre horizontálne ohnutie

$$L_{\text{bend}} = \frac{P A \sin(\Delta/2)}{f (2W_s + W_p + W_u)}$$



kde: f = odolnosť voči treniu, N/m
 W_e = hmotnosť pokrývkovej zeminy N/m
 W_p = hmotnosť rúry N/m
 W_w = hmotnosť kvapaliny v rúre N/m

Pre prepážku alebo T-kus platí:

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

L je regulovaná dĺžka pri každej veľkosti amatúry.

Bezvýkopová inštalácia

Pri súčasnom rozvoji obývaných oblastí sa hľbenie otvorených výkopov a porušovanie povrchových podmienok pre inštaláciu, výmenu alebo renovovanie podzemných potrubných systémov, stáva nepraktickým. „Bezvýkopová technológia“ zahŕňa vystielanie existujúcich rúr nazývané „slip-lining“, pri ktorom sa nová rúra inštaluje do vnútra existujúcej poškodenej alebo opotrebovanej rúry. Jej súčasťou môže tiež byť mikrotunelovací proces vŕtania otvoru a vtlačania alebo „predpínania“ novej rúry do vytvoreného otvoru. FLOWTITE Technology má výroby/technológiu, ktoré spĺňajú tieto nové aplikačné potreby.

Slip-lining

Výrobný proces FLOWTITE je unikátny v tom, že umožňuje výrobu výrobkov podľa potrieb zákazníka tak, aby spĺňal špecifické požiadavky projektu. Tým, že spoločnosť FLOWTITE je schopná vyrobiť priemery podľa potrieb zákazníka, môže vytvoriť aj optimálnu veľkosť rúry tak, aby sa hodila na vnútorný priemer existujúceho potrubia. To zabezpečí maximálne tokové možnosti, pričom stále umožňuje aj jednoduchú inštaláciu. Štandardnú rúru FLOWTITE možno zmontovať mimo poškodenej rúry a potom ju vtlačiť na miesto. Toto možno vykonať aj pri malých tokoch (menej ako 1/3 plného toku). Pri tlačení na dlhé vzdialenosti možno na hladké konce rúr nasadiť prítlačné krúžky, čím sa umožní prenos až 40 ton na meter obvodu cez spoj bez toho, aby bola negatívne ovplyvnená tesniaca schopnosť. To je obzvlášť dôležité pri modernizácii a renovácii tlakových vedení. Pri veľmi veľkých priemeroch (viac ako 1600 mm) možno rúru ľahko preniesť pomocou káry a namontovať do jej finálnej polohy. Možnosť vyrobiť rôzne dĺžky (štandardná dĺžka 6, 12 alebo 18 metrov) môže ešte napomôcť skrátiť čas inštalácie. Skrátený čas inštalácie znamená nižšie náklady na inštaláciu a kratší „prestoje“ potrubia, ktoré sa modernizuje.

Vlastnosti a výhody

Priemer podľa potrieb zákazníka

- Minimalizuje stratu vnútorného rozmeru existujúcej rúry a maximalizuje tokové charakteristiky.

Dĺžky podľa potrieb zákazníka

- Ľahšia a rýchlejšia inštalácia, kratšie servisné prestoje potrubia.

K dispozícii je tiež slip-lining s hladkými spojmi, ktoré umožňuje presný súlad s vnútorným priemerom existujúcej rúry a externého priemeru hladkého konca slip-liningu. Slip-lining s hladkými spojmi je k dispozícii v SN 5000 a SN 10000 s priermi v rozsahu od 600 do 1900 mm.

Mikrotunelovanie/predpínanie

Rúra FLOWTITE navrhnutá pre mikrotunelovanie a predpínanie je kompozitom GRP a betónu, ktorý využíva výhody oboch materiálov. GRP časť rúry poskytuje rúre odolnosť voči korózii, ktorá je tlakovo klasifikovaná a betónová vonkajšia vrstva kompozitu znesie veľmi vysoké sily potrebné na „predpínanie“ rúry. Pretože FLOWTITE predpínacia rúra je tlakovo klasifikovaná, je teraz možné inštalovať tlakové vodné a kanalizačné systémy pomocou bezvýkbovej technológie.

Vlastnosti a výhody

Odolnosť voči korózii

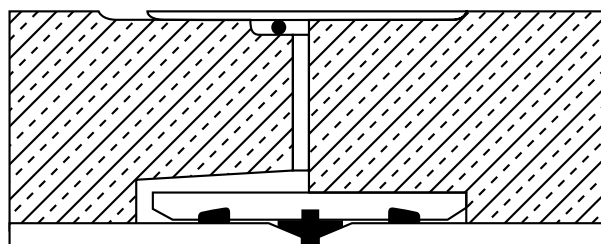
- Všetky výhody štandardného rúrového materiálu FLOWTITE.

Spojky FLOWTITE

- Tlakové klasifikácie sú rovnaké ako v prípade štandardnej rúrovej technológie FLOWTITE.

Betónová vonkajšia vrstva

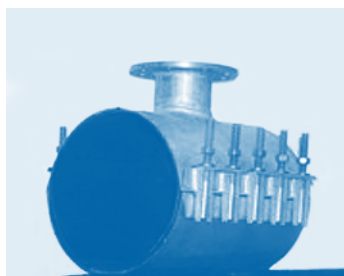
- Umožňuje, aby sa rúra „predpínala“ rovnako ako rúry, ktoré nie sú GRP rúrami.



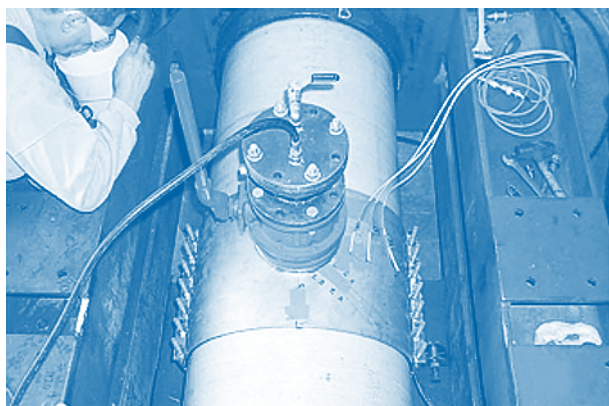
Obr. 10-10 Systém predpínania FLOWTITE

Vetvenie vodných rozvodov

Vetvenie je proces napájania odbočky na existujúce potrubie. Pozornosť sa musí venovať tomu, aby sa zabezpečilo dobré tesnenie na potrubí a aby nedošlo k poškodeniu rúry alebo objímky vetvenia. Ako najvhodnejšie pre GRP rúry FLOWTITE sú pružné nerezové odbočovacie objímky. Vetvená montážna zostava musí byť schopná odolať tlaku $2 \times PN$ bez toho, aby presakovala, alebo aby sa poškodila rúra. Je nevyhnutné, aby bol točivý moment skrutky dostatočne vysoký na zabránenie presakovaniu, ale nie príliš vysoký, aby sa nepoškodila rúra. Je potrebné vedieť, že výrobca odbočovacej objímky odporúča hodnoty točivého momentu, ktoré môžu byť príliš vysoké pre GRP rúru. Zistilo sa, že vysoká pevnosť liatinových odbočovacích objímok spôsobuje príliš vysoké napätia v GRP rúre, a preto by ste ich používaniu mali vyhnúť. Vetviace stroje môžu byť manuálne alebo poháňané energiou a musia byť schopné odolať vnútornému tlaku v rúre, ak sa má realizovať navrtávanie potrubia pod tlakom. Posun smerom vpred by nemal presiahnuť 0,5 mm na jednu otáčku, aby sa vyhlo poškodeniu rúry. Fréza by mala byť oceľová alebo diamantová a mala by mať malé a v malých rozstupoch umiestnené zuby. Podrobné pokyny a odporúčané značky odbočovacích objímok konzultujte s dodávateľmi rúr FLOWTITE.



Obr. 10-11 Odporúčané odbočovacie objímky pre GRP rúry



Obr. 10-12 Tlakové skúšanie montážnej zostavy objímky a ventilu

Inštalácie pod vodou

GRP rúry sa často inštalujú pod vodou, zvlášť v prípade sacích a odpadových vedení. Je často výhodné, že sa rúry spájajú dohromady a ťahajú sa na miesto, kde sa majú inštalovať. Inštalčný postup sa môže líšiť.

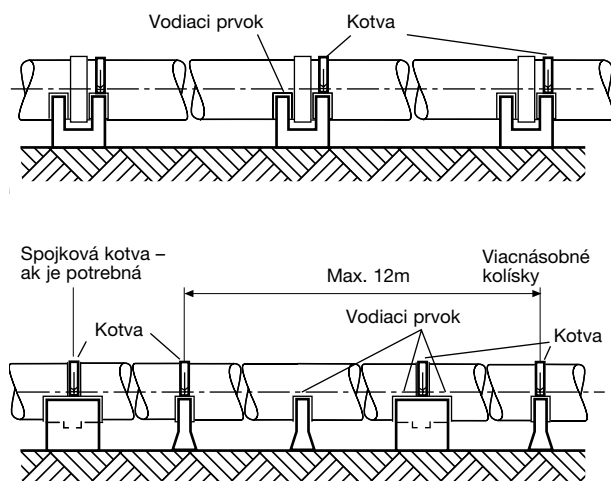
FLOWTITE poskytne špecifické inštalčné pokyny pre akýkoľvek jednotlivý projekt.

Nasledujúce obrázky ukazujú niektoré aktuálne inštalácie.

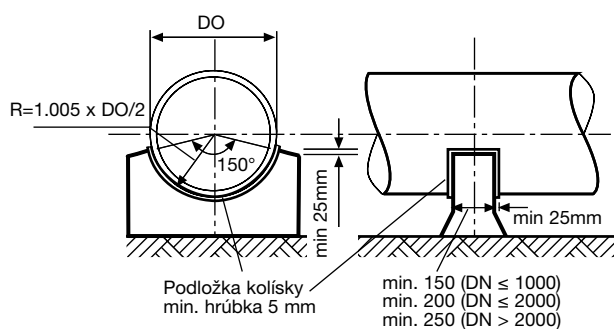


Nadzemná inštalácia

Štandardné FLOWTITE rúry možno inštalovať nad zemou. Rúry možno buď zavesiť, alebo uložiť na podpery. Pre správnu inštaláciu nadzemných systémov má FLOWTITE k dispozícii kompletný inštalačný manuál. Pri rúrach, ktoré sa používajú v takejto aplikácii, by sa malo zaistiť, aby sa počítalo s nesúmerňými silami na armatúrach. Kvôli nízkej hodnote koeficientov dĺžkovej rozťažnosti nemá teplotný rozdiel, aj keď je oveľa vyšší ako pri podzemnom systéme, žiaden veľký význam. S účinkom sa vyrovná spojovací systém a typ podpier.



Obr. 10-13 Typické usporiadanie podpier



Obr. 10-14 Usporiadanie kolískovej podpory

11 Príloha A / Environmentálny sprievodca pre rúry

Nasledujúci sprievodca bol zostavený z informácií o odolnosti voči korózii, získaných od výrobcov živice. Pri výbere výrobku by sa mali zväžiť špecifikácie a požiadavky jednotlivých projektov. Maximálna teplota je 50°C, ak to nie je uvedené inak. V prípade chemikálií, ktoré tu nie sú uvedené, konzultujte so zástupcom FLOWTITE.

! Upozornenie: Tento sprievodca má slúžiť ako základný sprievodca pri posudzovaní rúr FLOWTITE. Finálne stanovenie vhodnosti daného živcového systému pre dané prostredie je zodpovednosťou zákazníka. Tento zoznam je založený na informáciách dodaných výrobcami živice, ktorý poskytli výrobcovi FLOWTITE.

	Živica alebo vinylový ester pre štandardné rúry	Iba vinylový ester	Neodporúčajú sa
Kyselina octová < 20%		•	
Kyselina adipová		•	
Kamenec (Aluminium Potassium Sulfate)	•		
Chlorid hlinitý, vodný roztok	•		
Čpavok, vodný roztok < 20%		•	
Chlorid amónny, vodný roztok (40°C)	•		
Fluorid amónny			•
Dusičnan amónny, vodný roztok (40°C)	•		
Fosforečnan amónny – monobázický, vodný roztok	•		
Síran amónny, vodný roztok	•		
Anilíniumchlorid		•	
Chlorid antimonitý			•
Uhlíčan bárnatý		•	
Chlorid bárnatý		•	
Síran bárnatý		•	
Destilát z cukrovej repy		•	
Kyselina benzénsulfónová (10%)*		•	
Kyselina benzoová*		•	
Čierna kvapalina (papier)		•	
Bielidlo			•
Borax		•	
Kyselina boritá		•	
Bróm, vodný roztok 5%*		•	
Kyselina maslová <25% (40°C)**		•	
Síran vápenatý**	•		
Uhlíčan vápenatý	•		
Chlorečnan vápenatý, vodný roztok (40°C)	•		
Chlorid vápenatý (surovaný)	•		
Hydroxid vápenatý, 100%		•	
Chlórnan vápenatý*		•	
Dusičnan vápenatý (40°C)	•		
Síran vápenatý NL AOC	•		
Destilát z trstinového cukru		•	
Oxid uhlíčitý, vodný roztok	•		
Chlorid uhlíčitý			•
Kazeín	•		
Hydroxid draselný (KOH)			•
Chlór, suchý plyn*		•	
Chlór, vodný roztok*		•	
Chlór, vlhký plyn**		•	
Chlórová voda			•

	Živica alebo vinylový ester pre štandardné rúry	Iba vinylový ester	Neodporúčajú sa
Kyselina citrónová, vodný roztok (40°C)			•
Octan meďnatý, vodný roztok (40°C)	•		
Chlorid meďnatý, vodný roztok	•		
Kyanid meďný (30°C)	•		
Dusičnan meďnatý, vodný roztok (40°C)	•		
Síran meďnatý, vodný roztok (40°C)	•		
Surová ropa (Kyslá)*		•	
Surová nafta (Sladká)*		•	
Surová nafta, slaná voda (25°C)		•	
Cyklohexán			•
Cyklohexanol			•
Dibutylsebakát**	•		
Dibutylftalát**	•		
Motorová nafta*	•		
Dioktylftalát**	•		
Etylénglykol	•		
Chlorid železitý, vodný roztok	•		
Dusičnan železitý, vodný roztok	•		
Síran železitý, vodný roztok	•		
Chlorid železnatý	•		
Dusičnan železnatý, vodný roztok**	•		
Síran železnatý, vodný roztok	•		
Formaldehyd			•
Vykurovací olej*	•		
Plyn, zemný, metán			•
Benzín, etyl*		•	
Glycerín		•	
Zelený lúh, papier			•
Hexán*		•	
Kyselina bromovodíková			•
Kyselina chlorovodíková, až do 15%	•		
Kyselina fluorovodíková			•
Kyselina sírovodíková, plyn		•	
Kerosín (ľahký petrolej)*		•	
Kyselina mliečna, 10%	•		
Kyselina mliečna, 80% (25°C)	•		
Kyselina laurová	•		
Laurylchlorid		•	
Laurylsulfát**	•		
Octan olovnatý, vodný roztok	•		
Dusičnan olovnatý, vodný (30°C)	•		
Síran olovnatý	•		

Teda tento sprievodca poskytuje iba všeobecné informácie a neznamená schválenie akejkoľvek aplikácie, pretože FLOWTITE Technology nekontroluje podmienky použitia, ani nemá žiadne prostriedky na identifikovanie podmienok, ktorým môže byť rúra neúmyselne vystavená.

	Živica alebo vinylový ester pre štandardné rúry	Iba vinylový ester	Neodporúča sa
Lanový olej*	•		
Bromid lítový, vodný roztok (40°C)**	•		
Chlorid lítový, vodný roztok (40°C)**	•		
Hydrogénuhlíkatý horečnatý, vodný roztok (40°C)**	•		
Uhlíkatý horečnatý (40°C)*	•		
Chlorid horečnatý, vodný roztok (25°C)	•		
Dusičnan horečnatý, vodný roztok (40°C)	•		
Síran horečnatý	•		
Chlorid manganatý, vodný roztok (40°C)**	•		
Síran manganatý, vodný roztok (40°C)**	•		
Chlorid ortuťnatý, vodný roztok**	•		
Chlorid ortuťný, vodný roztok	•		
Mínérálne oleje*	•		
n-heptán*		•	
Naftalén*		•	
Nafta*		•	
Chlorid nikelnatý, vodný (25°C)	•		
Dusičnan nikelnatý, vodný (40°C)	•		
Síran nikelnatý, vodný (40°C)	•		
Kyselina dusičná			•
Kyselina olejová	•		
Kyselina oxálová, vodný roztok	•		
Ozón, plyn			•
Parafín*	•		
Pentán			•
Kyselina chloristá		•	
Ropa, čistená a kyslá*		•	
Kyselina fosforečná		•	
Kyselina fosforečná (40°C)	•		
Kyselina ftálová (25°C)**		•	
Manganistan draselný, 25%		•	
Hydrouhlíkatý draselný**	•		
Bromid draselný, vodný roztok (40°C)	•		
Chlorid draselný, vodný roztok	•		
Dichróm draselný, vodný roztok	•		
Ferokyanid draselný (30°C)**	•		
Ferokyanid draselný, vodný roztok (30°C)**	•		
Dusičnan draselný, vodný roztok	•		
Síran draselný (40°C)	•		

	Živica alebo vinylový ester pre štandardné rúry	Iba vinylový ester	Neodporúča sa
Propylenglykol (25°C)	•		
Morská voda	•		
Odpadová voda (50°C)	•		
Silikónový olej	•		
Dusičnan strieborný, vodný roztok	•		
Bromid sodný, vodný roztok	•		
Chlorid sodný, vodný roztok	•		
Dichróm sodný		•	
Dihydrofosforečnan sodný roztok**	•		
Ferokyanid sodný	•		
Hydroxid sodný 10%		•	
Monofosfát sodný**	•		
Dusičnan sodný, vodný roztok	•		
Dusičnan sodný, vodný roztok**	•		
Kremitan sodný		•	
Síran sodný, vodný roztok	•		
Sírník sodný		•	
Tetraboritan sodný		•	
Chlorid cínčitý, vodný roztok*	•		
Chlorid cínatý, vodný roztok	•		
Kyselina stearová (oktadekanová)*	•		
Síra			•
Kyselina sírová, < 25% (40°C)*		•	
Kyselina trieslová, vodný roztok	•		
Kyselina vínna		•	
Kyselina toluénsulfónová**		•	
Tributylfosfát			•
Trietanolamín			•
Trietylamin			•
Terpentín			•
Urea (močovina) (vodný roztok)**		•	
Ocot (vínny)		•	
Voda, destilovaná		•	
Voda, morská	•		
Voda z vodovodu	•		
Chlorid zinočnatý, vodný roztok	•		
Dusičnan zinočnatý, vodný roztok**	•		
Síran zinočnatý, vodný roztok	•		
Siričitan zinočnatý, vodný roztok (40°C)**	•		

* Nemožno používať EPDM typ tesnenia. Odporúča sa použiť tesnenie typu FPM alebo sa poraďte s vaším miestnym dodávateľom tesnení.

** Žiadne odporúčanie FLOWTITE Technology, poraďte sa s vaším miestnym dodávateľom tesnení ohľadne kompatibility.

Táto príručka je iba návodom. Všetky hodnoty uvedené v špecifikáciách výrobkov sú nominálne. Neuspokojivé výsledky výrobkov môžu byť spôsobené environmentálnymi výkyvmi, odchýlkami v prevádzkových postupoch alebo interpoláciou údajov. Rozhodne odporúčame, aby personál, ktorý bude používať túto príručku, absolvoval aj špecializované školenie a mal skúsenosti v inštalácii týchto výrobkov v ich bežných inštalačných a prevádzkových podmienkach. V každom prípade by sa malo vždy konzultovať s odborným personálom predtým, ako sa začne s inštaláciou týchto produktov, aby sa zabezpečila ich vhodnosť vzhľadom na ich účel a použitie. Týmto vyhlasujeme, že nepreberáme žiadnu zodpovednosť za akékoľvek straty alebo poškodenie, ktoré môže byť spôsobené inštaláciou alebo používaním akýchkoľvek výrobkov uvedených v tejto príručke, keďže sme nestanovili stupeň potrebnej starostlivosti pre inštaláciu výrobku alebo služby. Vyhradujeme si právo revidovať uvedené údaje tak, ako je potrebné a bez upozorňovania. Víťame všetky komentáre ohľadne tejto príručky.

Technológia Flowtite je celosvetovo vlastnená a licencovaná spoločnosťou Amiblu. Viac informácií a kontaktné údaje nájdete na www.amiblu.com.

Amiblu®

Amiblu Technology AS

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

Distribuuje: