



TECHNICKÝ MANUÁL



FV AQUA



OBSAH

1.	Výhody použití systému FV AQUA PPR	3
2.	Základní vlastnosti materiálu PP-R a PP-RCT	3
3.	Základní technické normy a předpisy	3
4.	Oblasti použití systému FV AQUA PPR.....	3
5.	Sortiment	3
5.1.	Přehled značení prvků systému FV AQUA PPR, vhodnost použití.....	3
5.2.	Rozměrové řady potrubí a jejich značení	4
5.3.	Třídy použití	5
5.4.	Klasifikace tříd použití	5
6.	Základní parametry pro systémy naplněné vodou	6
6.1.	Parametry vody pro sanitární účely	6
6.2.	Provozní parametry - VODOVODY	6
6.3.	Provozní parametry - VYTÁPĚNÍ.....	6
6.4.	Požární vodovody	7
6.5.	Zamrzání vody v potrubí.....	7
7.	Chemická odolnost pro jiné náplně.....	7
8.	Pevnostní izotermy	7
9.	Tabulky provozních parametrů potrubí systému FV AQUA PPR.....	8
9.1.	Provozní parametry dle normy EN ISO 15874	8
9.2.	Provozní parametry dle normy DIN 8077	9
9.2.1.	VODOVODY - Provozní parametry dle normy DIN 8077	9
9.2.2.	VYTÁPĚNÍ - Provozní parametry návazně na normu DIN 8077	10
10.	Základní informace k návrhu potrubní trasy	10
10.1.	Stanovení délkových změn.....	10
10.2.	Kompenzace délkových změn	11
10.3.	Vzdálenosti uchycení (podpor) potrubí.....	12
10.4.	Izolace potrubí.....	13
11.	Přeprava, manipulace a skladování	14
12.	Garance, podmínky garance	14
13.	Základní zásady montáže	14
14.	Proces svařování	15
14.1.	Svařování polyfúzní (objimkové)	15
14.1.1.	Svařování velkých průměrů.....	16
14.1.2.	Svařování trubek STABIOXY.....	16
14.2.	Svařování pomocí elektrotvarovek.....	17
14.3.	Svařování natupo (stykové)	17
14.4.	Oprava převrtaného potrubí pomocí opravných trnů.....	18
15.	Vedení potrubí v podlaze, ve stěně a v šachtě.....	18
15.1.	Vedení potrubí obecně.....	20
15.2.	Vedení ležatého potrubí	20
15.3.	Vedení stoupacího potrubí	20
15.4.	Rozdělení potrubí na dilatační úseky	20
16.	Tlaková zkouška potrubí / Protokol o tlakové zkoušce potrubí	21
17.	Chyby při realizaci potrubních systémů a jejich následky	21
18.	Tlakové ztráty třením	21
19.	Místní odpory ve tvarovkách	23
20.	Chemická odolnost materiálů PPR a PP-RCT.....	23
21.	Certifikáty	24

Dokument podléhá změnovému řízení. Prosím ujistěte se, že používáte aktuální platnou verzi. Aktuální verzi naleznete na našich webových stránkách.

TECHNICKÝ MANUÁL

1. Výhody použití systému FV AQUA PPR

Základní materiál

Trubky a tvarovky FV Plast jsou vyráběny ze statistického kopolymeru polypropylenu (také označovaného jako random kopolymer nebo polypropylen typu 3). Tento materiál je charakteristický svými výbornými vlastnostmi, jako je elasticita, těsnost, tuhost, speciální odolnost vůči vysokým teplotám, apod. Pro označení materiálu se používají zkratky: PPR, PP-R.

Novou, vylepšenou, variantou základního statistického kopolymeru je tzv. nukleovaný random kopolymer polypropylenu. Tento materiál se vyznačuje jemnější a pevnější krystalickou strukturou, což má za následek vyšší odolnost proti vysokým tlakům a teplotám oproti „klasickému“ PP-R. Používá se zvláště na výrobu trubek a je plně kompatibilní s klasickým PP-R. Pro označení materiálu se používá zkratka PP-RCT (C = crystalinity, T = temperature).

Hlavní výhody systému FV AQUA PPR

- Hygienická nezávadnost
- Nekoroduje, nezarůstá
- Snadná, rychlá a čistá montáž
- Malá hlučnost, nízké tlakové ztráty třením
- Při správné instalaci a dodržování provozních podmínek životnost více než 50 let.
- Ekologicky šetrný výrobek (možnost recyklace nebo nezávadné spalování)

2. Základní vlastnosti materiálu PP-R a PP-RCT

TAB 1

Vlastnost	PP-R	PP-RCT	
Měrná hmotnost	0,905	0,905	g/cm ³
Index toku taveniny MFI 230°C/2,16 kg	0,25	0,25	g/10 min
Mez kluzu v tahu	25	25	MPa
Prodloužení na mez kluzu	13,5	10	%
E modul pružnosti v ohybu	900	900	N/mm ²
Vrubová houževnatost Charpy:			
23 °C	20	40	kJ/m ²
0 °C	3,5	4	kJ/m ²
Součinitel teplotní délkové roztažnosti	0,15	0,15	mm/m °C
Součinitel tepelné vodivosti	0,24	0,24	W/m °C

3. Základní technické normy a předpisy

Základní rámec pro výrobu, zkoušení a použití systému FV AQUA PPR je určen evropskými normami EN, mezinárodními normami ISO a německými normami DIN. Svařování jednotlivých prvků do systému se řídí německými předpisy DVS.

Nejdůležitější normy a standardy: ČSN EN ISO 15874, EN ISO 21003, DIN 8077, DIN 8078, DIN 16962, DVS 2207, DVS 2208, ISO 10508.

Nejdůležitější testy a zkoušky:

- Změření indexu toku materiálu před i po výrobě
- Změření rozměrů hotového výrobku
- Kontrola dlouhodobé životnosti
- Stabilita po zahřátí a zchlazení
- Rázová odolnost a kontrola vnějšího (případně i vnitřního) povrchu

4. Oblasti použití systému FV AQUA PPR

Systém FV AQUA PPR je ideální pro použití na rozvody vody a dalších kapalin a to zejména v následujících oblastech:

- Sanitární technika a klimatizace
- Doprava pitné vody a jiných potravinářských tekutin
- Systémy vytápění
- Doprava vody, vzduchu a případně i dalších chemikálií v průmyslových podnicích

TAB 2

POUŽITÍ ● vhodné ● použitelné - nevhodné	Pitná voda	Studená voda	Teplá voda	Podlahové vytápění	Nízkoteplotní vytápění	Vysokoteplotní vytápění	Chlazení	Stlačený vzduch
Trubky z PP-R								
CLASSIC PN 10	●	●	-	●	-	-	●	●
CLASSIC PN 16	●	●	●	●	-	-	●	●
CLASSIC PN 20	●	●	●	-	●	●	●	●
FASER PN 20	●	●	●	-	●	●	●	●
Trubky z PP-RCT								
UNI S3,2 / S4 / S5	●	●	●	●	●	-	●	●
HOT S3,2	●	●	●	●	●	●	●	●
FASER COOL S5 / S8	●	●	●	-	●	-	●	●
FASER HOT S3,2 / S4 / S5	●	●	●	-	●	●	●	●
STABIOXY S3,2 / S4	●	●	●	-	●	●	●	●

5. Sortiment

5.1. Přehled značení prvků systému FV AQUA PPR, vhodnost použití

Trubky a tvarovky se vyrábějí ve jmenovitých rozměrových řadách **16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 160, 200 a 250 mm**.

TRUBKY

se dělí podle tloušťky stěny (tlakové řady) a podle předpokládaného použití se dělí na:

- **FV PPR CLASSIC S5 SDR11 (PN10)** - pro studenou vodu a podlahové vytápění
- **FV PPR CLASSIC S3,2 SDR7,4 (PN16)** - pro studenou a teplou vodu
- **FV PPR CLASSIC S2,5 SDR6 (PN20)** - pro teplou vodu a ústřední vytápění
- **FV PPR FASER S3,2 SDR7,4 (PN16)**
- pro pitnou, studenou a teplou vodu a rozvody stlačeného vzduchu
- **FV PPR FASER S2,5 SDR6 (PN20)** - pro pitnou, studenou a teplou vodu, vytápění do a rozvody stlačeného vzduchu
- **FV PP-RCT UNI SDR7,4 (Ø 16 mm), SDR9 (Ø 20-25 mm), SDR11 (Ø 32-250 mm)** - pro pitnou, studenou a teplou vodu
- **FV PP-RCT HOT S3,2 SDR7,4**
- pro pitnou, studenou a teplou vodu a vytápění
- **FV PP-RCT FASER COOL SDR11 (Ø 40-125 mm), SDR17 (Ø 160-250 mm)** - pro studenou vodu a rozvody stlačeného vzduchu
- **FV PP-RCT FASER HOT SDR 7,4 (Ø 20-25mm), SDR 9 (Ø 32-125mm), SDR 11 (Ø 160-250mm)** - pro rozvody teplé vody
- **FV PP-RCT STABIOXY SDR 7,4 (Ø 20mm), SDR 9 (Ø 25-110mm)**
- pro teplou vodu a vytápění

Poznámka: Dovolené provozní tlaky v jednotlivých třídách - viz kapitola 9.

PP-R

Trubky CLASSIC jsou jednovrstvé trubky:

Trubky jsou vyrobené z klasického random kopolymery polypropylenu, navzájem se liší pouze tloušťkou stěny trubky. Trubku lze označit jako PP-R.

Trubky FASER jsou třívrstvé trubky:

Vnitřní a vnější vrstvu tvoří polypropylen PP-R, střední vrstvu tvoří polypropylen PP-R armovaný skelným vláknem (GF). Díky armování skleněnými vlákny získá trubka vyšší tuhost a nižší tepelnou roztažnost (jako trubka CLASSIC). Trubku lze označit jako PP-R/PP-R+GF/PP-R.

PP-RCT

Trubky UNI a HOT jsou jednovrstvé trubky:

Trubky jsou vyrobeny z nového typu polypropylenu PP-RCT s vyšší tlakovou a teplotní odolností, navzájem se liší pouze tloušťkou stěny trubky. Trubky lze označit jako PP-RCT.

Trubky FASER COOL a FASER HOT jsou třívrstvé trubky:

Vnitřní a vnější vrstvu tvoří nukleovaný polypropylen PP-RCT, střední vrstvu tvoří nukleovaný polypropylen PP-RCT armovaný skelným vláknem (GF). Díky armování skleněnými vlákny získá trubka vyšší tuhost a nižší tepelnou roztažnost (jako trubky UNI a HOT). Trubku lze označit jako PP-RCT/PP-RCT+GF/PP-RCT.

Trubky STABIOXY jsou třívrstvé trubky:

Vnitřní polypropylenová trubka z materiálu PP-RCT je ve výrobě pevně po obvodu spojena s hliníkovou fólií a následně překryta vnější polypropylenovou vrstvou. Díky hliníkové fólii trubka získá nejen stejnou tlakovou a teplotní odolnost jako trubka UNI a HOT, ale i kyslíkovou bariéru, vyšší tuhost a nižší tepelnou roztažnost. Z důvodu mechanické ochrany hliníkové fólie je trubka opatřena vnější polypropylenovou vrstvou, kterou je potřeba před svařováním odstranit v délce hloubky svařovacího nástavce. Trubku lze označit jako PP-RCT/Al/PP-R.

V ojedinělých případech může dojít k vysrážení zbytkové vlhkosti z výroby vnitřní polypropylenové trubky ve formě bublinek a puchýřků pod tuto vnější vrstvu. Vzhledem k tomu, že tato vrstva neovlivňuje mechanické vlastnosti trubky, jedná se pouze o estetickou záležitost.

Poznámka: Trubky PP-RCT jsou plně kompatibilní a dají se běžně svařovat s trubkami a tvarovkami PP-R, stejně jako s trubkami STABIOXY po ořezání hliníkové vrstvy.

TVAROVKY

Vyrábí se z materiálu PP-R v rozměrech, které zaručují minimálně stejnou odolnost jako všechny trubky v nejvyšší tlakové řadě a dělí se na:

- **Tvarovky celoplastové** (kolena, T-kusy, nátrubky, redukce, záslepký ...)
- **Tvarovky kombinované s mosaznými poniklovanými závitovými spoji** (přechodky, kolena, T-kusy, nástěnná kolena ...)
- **Armatury** (přímé ventily, kulové kohouty ...)
- **Ostatní** (křížení, kompenzační smyčky ...)

DOPLŇKOVÉ PRODUKTY

Upevňovací prvky, nářadí (příruby, svářečky, nástavce, nůžky ...).

ZNAČENÍ PRVKŮ:

TRUBKY

Značení musí dle ČSN EN ISO 15 874 obsahovat minimálně: číslo normy, jméno výrobce a/nebo obchodní název (kód, zkratka), vnější průměr a tloušťku stěny, rozměrovou třídu trubky, identifikaci materiálu (zkratka), třídu použití spolu s výpočtovým tlakem (viz kapitola 9), další informace u výrobce.

Příklad označení na trubce „CLASSIC SDR 6“:

FV PLAST PP-R 20x3,4 SDR 6 (S 2.5) EN ISO 15874 (Class 1/10bar, 2/8bar, 4/10bar, 5/6bar) - čas - datum - číslo linky - Made in EU (Czech Republic)

TVAROVKY

Značení přímo na tvarovce musí (dle ČSN EN ISO 15 874) obsahovat minimálně: jméno výrobce a/nebo obchodní název (kód, zkratka), jmenovitý vnější průměr rozměrové řady, identifikaci materiálu (zkratka), další informace výrobce. Všechny ostatní údaje, jako např. číslo třída použití, datum výroby, mohou být uvedeny na visače nebo balícím štítku.

Příklad označení tvarovky FV PPR ventil přímý plastový 20:

Označení na tvarovce:

FV Ø 20 PP-R datumka (měsíc a rok výroby)

Označení na štítku:

název tvarovky - kód - průměr - datum balení - množství v krabicí - logo - PP-R (type 3) - CLASS 1/10, 2/8, 4/10, 5/6 - according to CSN EN ISO 15874 - MADE in EU (CZ)

5.2. Rozměrové řady potrubí a jejich značení

Plastové potrubní systémy jsou obecně vyráběny a označovány v metrické soustavě, konkrétně v milimetrech. Tyto rozměry (milimetry) udávají vnější průměr trubky a současně - pro spojování polyfúzním (objímkovým) svařováním - i vnitřní průměr příslušné tvarovky, jak znázorňuje obrázek OBR 2 .

Nejčastěji používaná potrubí z polypropylenu jsou v těchto rozměrových řadách: **16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110 mm**. Porovnání rozměrových řad s oceľovým potrubím uvádí tabulky TAB 3 a TAB 4.

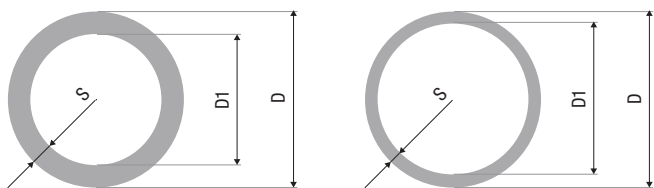
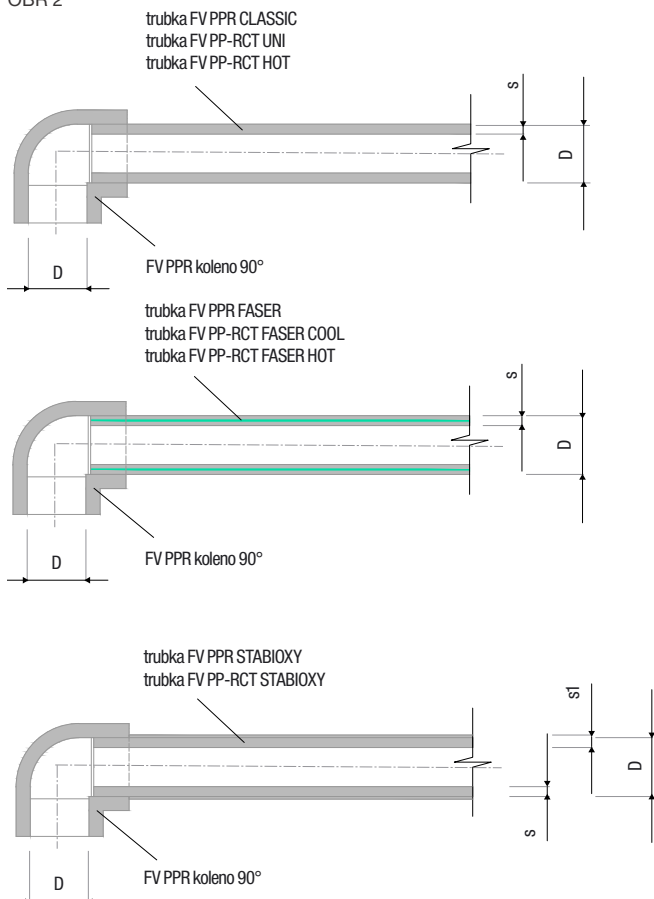
Plastové trubky se dále rozdělují podle tloušťky stěny (při stejném vnějším průměru trubky) do několika řad. Tyto řady se podle mezinárodních norem ISO a evropských norem EN označují zkratkou S (Série). V německých normách DIN se můžeme setkat i s označením SDR (Standard Dimension Ratio).

Podle platné normy ČSN EN ISO 15874 Plastové potrubní systémy pro rozvod horké a studené vody – Polypropylen (PP) jsou pro trubky definovány potrubní řady S. Označení PN se v této normě již nevyskytuje. U trubek jsme ponechali i označení (PN), které uvádíme v závorce, kvůli rozšířenému povědomí našich zákazníků.

$$S = (SDR-1)/2, SDR \approx D/s$$

D – vnější průměr trubky [mm]

s – tloušťka stěny trubky [mm]

OBR 1

OBR 2


Informace, o vhodnosti použití trubek je uvedena v popisu na trubce ve tvaru: **Název trubky, rozměr, potrubní řada podle normy, třída použití/provozní tlak.**

Pro domovní a průmyslové rozvody vody se nejvíce používají řady SDR 11, SDR 7,4 a SDR 6.

TAB 3 - Vztahy mezi S, SDR a PN pro trubky z PP-R

SDR	17	11	7,4	6
S	8	5	3,2	2,5
dříve PN	6	10	16	20

TAB 4 - Vztahy mezi S, SDR a PN pro trubky z PP-RCT

SDR	17	11	9	7,4	6
S	8	5	4	3,2	2,5
dříve PN	Nepoužívalo se				

**) Poznámka: Dříve se trubky PP-R označovaly i zkratkou PN, která v podstatě udávala maximální možný provozní tlak (bar) studené vody při dlouhodobém provozu. Zlepšení vlastností základních materiálů za poslední roky umožňuje zvýšení provozních tlaků a / nebo zvýšení provozních teplot, a proto označování trubek zkratkou PN v podstatě ztrácí praktický význam. V katalogu je označení (PN) uváděno v závorce, pouze pro přetrvávající, mezi veřejností zaužívané označení.*

5.3. Třídy použití

Dle normy ISO 10508 jsou definované typické oblasti - třídy použití:

- **třída 1** (dodávka horké vody 60°C, životnost 50 let)
- **třída 2** (dodávka horké vody 70°C, životnost 50 let)
- **třída 4** (podlahové vytápění, nízkoteplotní radiátory, životnost 50 let, přičemž se předpokládá (v součtu za celou dobu životnosti) 20 let při provozní teplotě 40°C, 25 let při provozní teplotě 60°C, 2,5 roku při provozní teplotě 70°C)
- **třída 5** (vysokoteplotní radiátory, životnost 50 let, přičemž z toho je (v součtu za dobu životnosti) 14 let při provozní teplotě 20°C, 25 let při provozní teplotě 60°C, 10 let při provozní teplotě 80°C, 1 rok při provozní teplotě 90°C)

Pro každý materiál a potrubní řadu S je výpočtem stanoven maximální provozní tlak (4, 6, 8, 10 barů) k dané třídě použití.

TAB 5 - Rozměry trubek pro třídy použití podle EN 15874

Třída použití	Provozní tlak 8 bar		Provozní tlak 10 bar	
	PP-R	PP-RCT	PP-R	PP-RCT
Třída použití 1 60°C Dodávka horké vody	S3,2 SDR7,4	S2,5 SDR6	S2,5 SDR6	S3,2 SDR7,4
Třída použití 2 70°C Dodávka horké vody	S2,5 SDR6	S4 SDR9	S2 SDR5	S3,2 SDR7,4
Třída použití 4 Podlahové vytápění a nízkoteplotní radiátory	S3,2 SDR7,4	S4 SDR9	S3,2 SDR7,4	S3,2 SDR7,4
Třída použití 5 Vysokoteplotní radiátory	S2 SDR5	S3,2 SDR7,4	-	S2,5 SDR6

5.4. Klasifikace tříd použití

Dle normy ISO 10508 jsou klasifikované provozní podmínky pro jednotlivé třídy použití.

TAB 6 - Klasifikace provozních podmínek podle ISO 10508:2006 E

Třída použití	T_D		T_{max}		T_{mat}		Typická oblast použití
	°C	Čas ^a roky	°C	Čas roky	°C	Čas hod	
1 ^b	60	49	80	1	95	100	60°C Dodávka horké vody
2 ^b	70	49	80	1	95	100	70°C Dodávka horké vody
3 ^c	20	0,5	50	4,5	65	100	Nízkoteplotní podlahové vytápění
	30	20					
	40	25					
4	20	2,5	70	2,5	100	100	Podlahové vytápění a nízkoteplotní radiátory
	40	20					
	60	25					
5	20	14	90	1	100	100	Vysokoteplotní radiátory
	60	25					
	80	10					

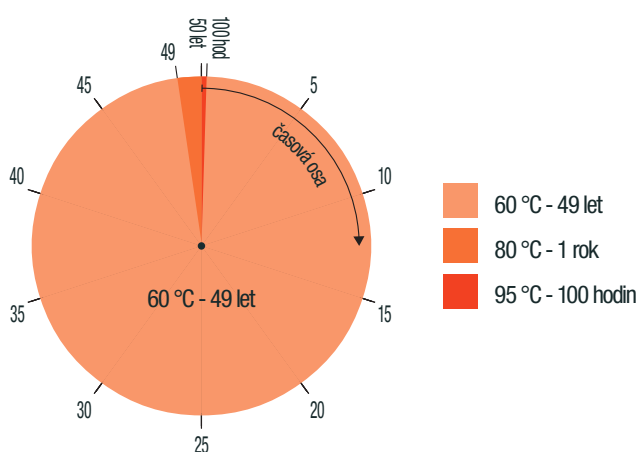
Poznámka: Tato mezinárodní norma je použitelná pouze pro uzavřené systémy, které nemají hodnoty T_D , T_{max} a T_{mat} přesahující hodnoty stanovené pro třídu 5.

a) Teplotní rozsah pro jakoukoli třídu, by měl být složen z časových úseků (např. rozsah provozních teplot po dobu 50 let pro třídu 5 je: 20 °C po dobu 14 let, následuje 60 °C po dobu 25 let, 80 °C po dobu 10 let, 90 °C po dobu 1 roku a 100 °C po dobu 100 h).

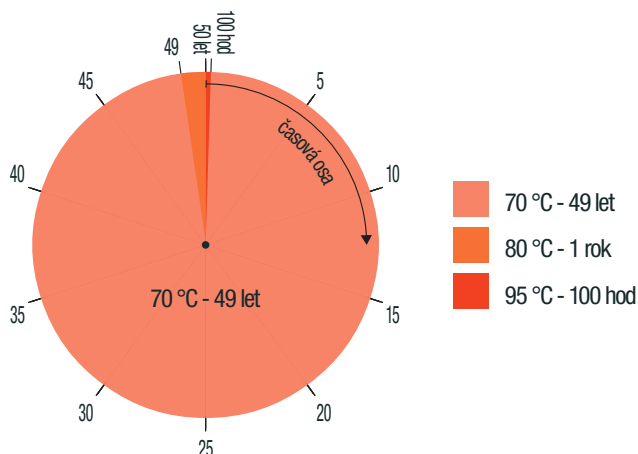
b) V závislosti na mezinárodních, národních, místních předpisech.

c) Povoleno pouze když teplota při havárii nestoupne na 65°C.

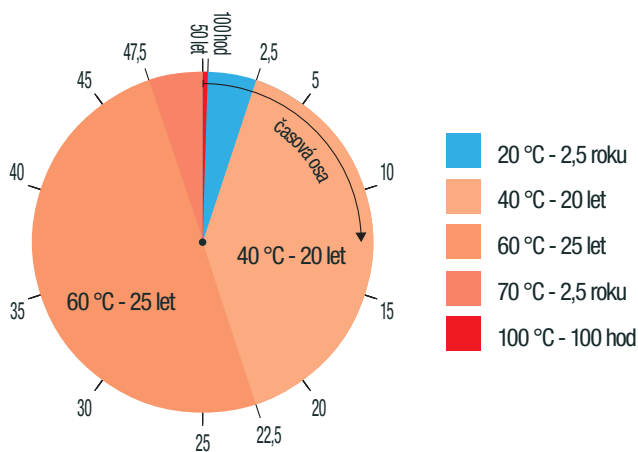
GRAF 1 - Graf životnosti trubek 50 let za současného působení teploty a času pro **třidu použití 1** podle ISO 10508:2006 (E)



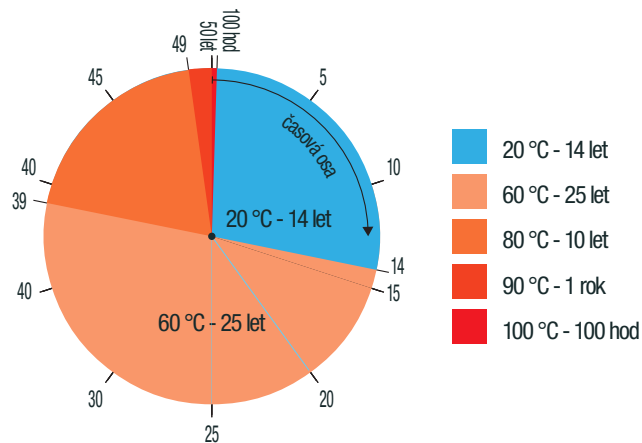
GRAF 2 - Graf životnosti trubek 50 let za současného působení teploty a času pro **třidu použití 2** podle ISO 10508:2006 (E)



GRAF 3 - Graf životnosti trubek 50 let za současného působení teploty a času pro **třidu použití 4** podle ISO 10508:2006 (E)



GRAF 4 - Graf životnosti trubek 50 let za současného působení teploty a času pro **třidu použití 5** podle ISO 10508:2006 (E)



6. Základní parametry pro systémy naplněné vodou

6.1. Parametry vody pro sanitární účely

TAB 7 - Základní parametry vody v rozvodech sanitárních soustav (tlak, teplota)

Médium	Pracovní tlak [bar]	Max. pracovní teplota [°C]
Pitná	0 - 10	do 20*
Studená voda	0 - 10	do 20
Teplá voda	0 - 10	do 60 (70)**

*) Pitná voda může mít z hygienických důvodů maximální teplotu 20 °C.

**) V rozvodech teplé vody se předpokládá maximální běžná provozní teplota do 60°C, z důvodů likvidace patogenních mykobakterií a bakterií Legionella pneumophila je přípustné krátkodobé přehřívání teplé vody na teplotu 70°C. Tato tzv. termická dezinfekce je účinná pouze v případě, pokud se voda o zvýšené teplotě odpustí ze všech výtokových armatur. Je třeba dát pozor na opaření vodou.

6.2. Provozní parametry - VODOVODY

Provozní parametry se rozumí (maximální) provozní tlak a teplota a jejich vzájemný poměr s ohledem na životnost potrubí. Provozní parametry pro vodovody jsou uvedeny v tabulkách TAB 11 a TAB 12, kde je zároveň vyznačeno použití tlakových řad pro rozvody studené a teplé vody. V tabulce TAB 12 (dle DIN 8077) byl k výpočtu použit bezpečnostní koeficient 1,25.

Trubky CLASSIK S3,2 SDR7,4 lze použít jen pro ty rozvody teplé vody, kde je zajištěna kvalitní regulace ohřevu a nedojde k překročení maximální teploty teplé vody.

6.3. Provozní parametry - VYTÁPĚNÍ

Provozní parametry se rozumí (maximální) provozní tlak a teplota a jejich vzájemný poměr s ohledem na životnost potrubí. Vhodný výběr trubek pro systém vytápění určí projektant. Provozní parametry jsou uvedeny v tabulkách TAB 11 a TAB 13, kde je zároveň vyznačeno použití tlakových řad pro rozvody vytápění. V tabulce TAB 13 (dle DIN 8077) byl k výpočtu použit bezpečnostní koeficient 1,5. Trubky CLASSIC a FASER v tlakové řadě SDR 6 a trubky STABIOXY jsou vhodné pro použití do systému centrálního vytápění s teplotou vody do 80°C. Trubky HOT, FASER HOT a STABIOXY jsou vhodné pro použití do systému centrálního vytápění s teplotou vody do 90°C. Nutno však uvažovat s celkovou dobou životnosti a průběhem teploty v tomto období dle grafu 4, případně vzít v úvahu tabulku 13 - Provozní parametry vytápění. Použití trubek musí souhlasit s podmínkami v technických listech pro jednotlivé druhy trubek.

Princip výpočtu otopné soustavy zůstává stejný jako u kovového tradičního potrubí. Při porovnání kovového a plastového potrubí je základní rozdíl z hlediska návrhu v tom, že plastové potrubí není vhodné vést volně, výjimkou jsou technická podlaží a podobné instalační prostory.

Při havárii staršího typu kotle nebo bojleru (přehřátí) hrozí plastovému potrubí poškození. Proto doporučujeme za kotel či bojler instalovat 2-3 m kovového potrubí a teprve potom napojit potrubí plastové.

6.4. Požární vodovody

Potrubí z polypropylenu PP-R a/nebo PP-RCT lze použít k rozvodu požárního vodovodu, ale pouze pro trvale zavodněný systém požárního vodovodu za splnění dalších podmínek:

Potrubí lze vést volně v prostorech, ve kterých se potrubí při požáru nevystaví vyšší teplotě než 150°C. V ostatních případech musí být potrubí umístěno v instalační šachtě nebo kanálku s požární odolností dle národních předpisů. Potrubí z polypropylenu se řadí do třídy reakce na oheň E až F (dle ČSN EN 13 501).

6.5. Zamrzání vody v potrubí

Vodovodní potrubí musí být chráněno před zamrznutím. Pokud se nedá vyhnout záporným teplotám a hrozilo by zamrznutí média, musí být potrubí vypuštěno. Vlivem rozptání vody při změně skupenství na led a zároveň změnám vlastností potrubí vlivem nízkých teplot by mohlo dojít ke snížení životnosti potrubí. Potrubí, které je vystaveno záporným teplotám musí být zároveň ochráněno před mechanickým poškozením.

7. Chemická odolnost pro jiné náplně

Vhodnost použití potrubních systémů na dopravu různých chemických sloučenin, tekutých i sypkých, nelze jednoznačně určit na obecné úrovni bez detailního posouzení každého konkrétního záměru. V každém konkrétním případě je nutné přesně znát koncentraci chemického roztoku, provozní teplotu, maximální teplotu, provozní tlak a požadovanou dobu životnosti. Toto posouzení provádějí specializované projekční kanceláře. Pro základní orientaci může být použita německá norma DIN 8078, kde v příloze Bb1 jsou uvedeny základní chemické odolnosti polypropylenu. Také je možné konzultovat použití v chemickém průmyslu u výrobce systému. Chemickou odolnost pro nejběžnější typy chemikálií naleznete v odstavci 20. Chemická odolnost materiálu PP-R a PP-RCT.

8. Pevnostní izotermie

Křivky zvané pevnostní izotermie ukazují životnost potrubí, vyrobeného z daného materiálu, jako vzájemnou závislost napětí ve stěně trubky (vyvolaného tlakem v potrubí) a teploty média. Pro různé materiály mají pevnostní izotermie různý průběh a ukazují různou životnost trubek stejných rozměrů. Napětí ve stěně trubky je vyvozeno tlakem uvnitř potrubí a vypočítává se podle tzv. „trubkového vzorce“:

$$\sigma_V = \frac{p \cdot (D - s)}{2 \cdot s}$$

σ_V – obvodové napětí [MPa]

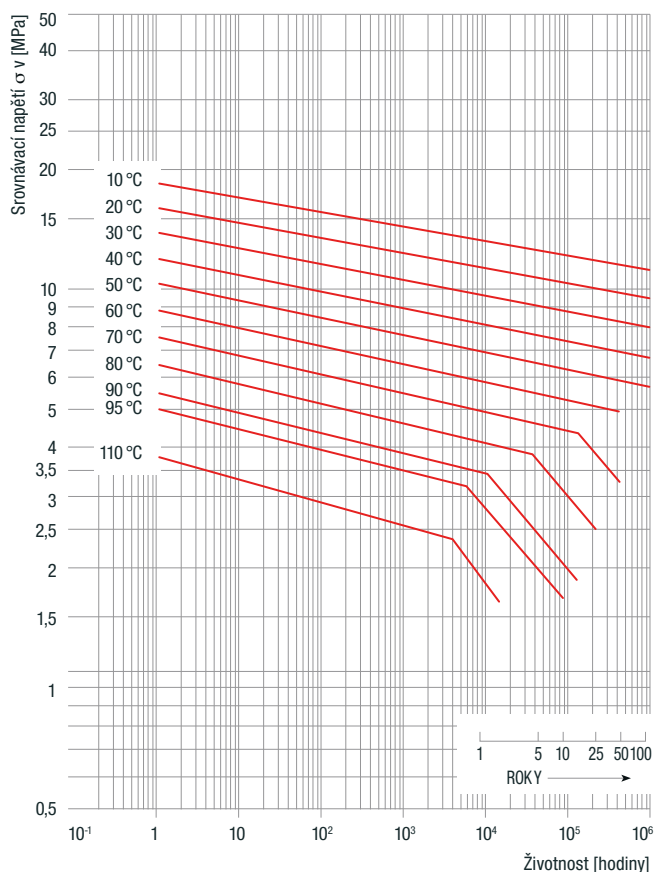
D – vnější průměr potrubí [mm]

s – tloušťka stěny potrubí [mm]

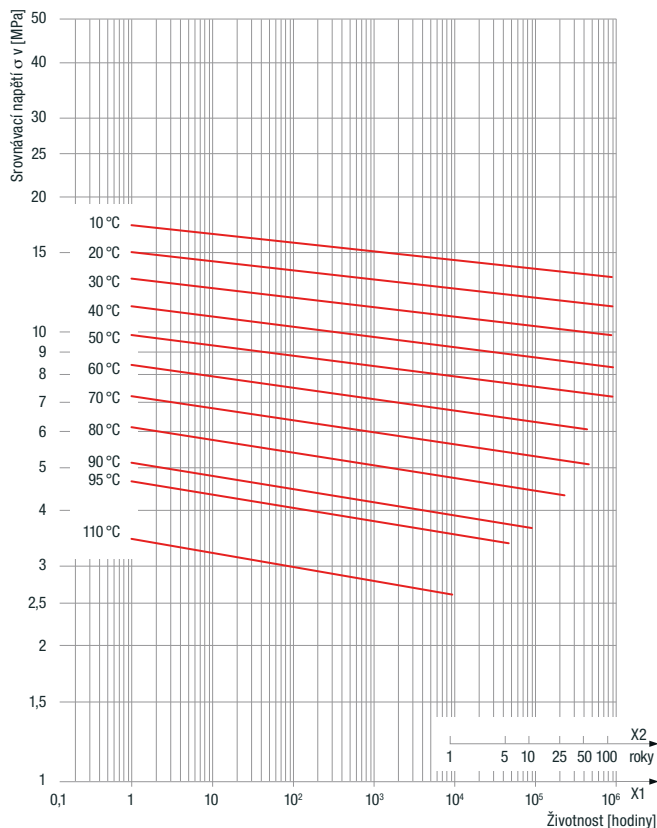
p – maximální tlak [MPa]

V grafech č. 5 a 6 se pak životnost potrubí stanoví na průsečíku vypočteného napětí s křivkou příslušné teploty, kterou bude potrubí dlouhodobě zatíženo. V praxi se stanoví maximální provozní tlak v potrubí dle izotermie daného materiálu v příslušné technické normě s použitím bezpečnostního koeficientu „k“. V případě systému FV AQUA PPR se používá pro výpočet vodovodů koeficient =1,25 a pro vytápění koeficient = 1,5.

GRAF 5 - Pevnostní izotermie materiálů PP-R



GRAF 6 - Pevnostní izotermie materiálů PP-RCT



Porovnání krystalické struktury materiálů PP-R a PP-RCT

Obvyklé **materiály PP-R** krystalizují v tzv. α -strukturu, monoklinické. Krystaly jsou větších rozměrů v menším množství.

Materiál PP-RCT krystalizuje v tzv. β -strukturu, hexagonální. Krystaly jsou menších rozměrů ve větším množství. Mezimolekulární vazby jsou díky této β -strukturu silnější než v případě α -struktury, což umožňuje v trubkách zvýšit provozní teploty a/nebo tlaky.

Poznámka: Tvarovky mají obvykle ve stejné průměrové řadě větší tloušťku stěny než trubky, proto se vyrábí z materiálu PP-R a mohou být zatíženy stejným provozním tlakem a/nebo teplotou jako trubky z materiálu PP-RCT.

9. Tabulky provozních parametrů potrubí systému FV AQUA PPR

V tabulkách provozních parametrů jsou stanoveny konkrétní hodnoty dovolených maximálních provozních tlaků při konkrétních teplotách vody v potrubí s ohledem na požadovanou životnost systému. Tyto hodnoty jsou stanoveny na základě pevnostních křivek (izoterm) uvedených v předchozí kapitole.

V současné době se pro vodovody a vytápěcí systémy v objektech pro bydlení uplatňují dva základní principy pro posouzení provozních parametrů:

Dle EN ISO 15874 - základním předpokladem je celková životnost systému 50 let, uvažovány jsou změny teploty dopravované vody v době životnosti.

Dle DIN 8077 - základním předpokladem je konstantní teplota dopravované vody za konstantního tlaku, a z toho vypočtená životnost systému.

9.1. Provozní parametry dle normy EN ISO 15874

Ve standardu EN ISO 15874 jsou pro dopravu vody v potrubních systémech sanitárních a vytápěcích uvažovány 4 provozní třídy, a to třídy 1, 2, 4, 5. V každé třídě je dovolen maximální provozní tlak 4 nebo 6 nebo 8 nebo 10 bar v závislosti na rozměrových charakteristikách a materiálu potrubí.

Rozměrová charakteristika S_{calc} je stanovena dle rovnic pro SDR a S uvedených v kapitole 5.2. s použitím nejnižších tolerancí rozměrů dle EN ISO 15874 pro danou trubku, případně pro nejnižší rozměrové tolerance udávané výrobcem pro jeho vlastní výroby dle firemního standardu. Standard EN ISO 15874 také určuje maximální hodnotu S_{calc} jako hodnotu $S_{calc,max}$ pro různé typy materiálu. Pro materiály PP-R a PP-RCT jsou hodnoty $S_{calc,max}$ uvedeny v tabulkách TAB 9 a TAB 10. V tabulce TAB 8 jsou uvedeny hodnoty S_{calc} pro konkrétní rozměrové řady systému FV AQUA PPR. Vzájemným porovnáním hodnot S_{calc} z tabulky TAB 8 a hodnot $S_{calc,max}$ v tabulkách TAB 9 a TAB 10 (platí, že $S_{calc} \leq S_{calc,max}$) lze zjistit maximální povolený tlak v jednotlivých provozních třídách dle tabulky TAB 11.

**) Pro dopravu pitné a/nebo studené vody v sanitárních soustavách je maximální dovolený provozní tlak 10 bar ve všech uvedených typech potrubí.*

TAB 8 - Hodnoty S_{calc} pro systémovou skupinu FV PPR AQUA

název trubky		Ø16	Ø20	Ø25	Ø32	Ø40	Ø50	Ø63	Ø75	Ø90	Ø110	Ø125	Ø160	Ø200	Ø250
FV PPR CLASSIC S5 SDR11 (PN10)	[mm]		20x2,0	25x2,3	32x2,9	40x3,7	50x4,6	63x5,8	75x6,8	90x8,2	110x10				
	Scalc		4,5	4,9	5,0	4,9	4,9	4,9	5,0	5,0	5,0				
FV PPR CLASSIC S3,2 SDR7,4 (PN16)	[mm]	16x2,2	20x2,8	25x3,5	32x4,4	40x5,5	50x6,9	63x8,6	75x10,3	90x12,3	110x15,1				
	Scalc	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1				
FV PPR CLASSIC S2,5 SDR6 (PN20)	[mm]	16x2,7	20x3,4	25x4,2	32x5,4	40x6,7	50x8,3	63x10,5	75x12,5	90 x 15	110x18,3				
	Scalc	2,5	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5				
FV PPR FASER S3,2 SDR7,4 (PN16)	[mm]		20x2,8	25x3,5	32x4,4	40x5,5	50x6,9	63x8,6	75x10,3	90x12,3	110x15,1				
	Scalc		3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,2	3,1	3,2	3,1				
FV PPR FASER S2,5 SDR6 (PN20)	[mm]		20x3,4	25x4,2	32x5,4	40x6,7	50x8,3	63x10,5	75x12,5	90x15	110x18,3				
	Scalc		2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5				
FV PP-RCT UNI S3,2 SDR7,4 (Ø 16 mm), S4 SDR9 (Ø 20-25 mm), S5 SDR11 (Ø 32-250 mm)	[mm]	16x2,2	20x2,3	25x2,8	32x2,9	40x3,7	50x4,6	63x5,8	75x6,8	90x8,2	110x10	125x11,4	160x14,6	200x18,2	250x22,7
	Scalc	3,1	3,8	4,0	5,0	4,9	4,9	4,9	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
FV PP-RCT HOT S3,2 SDR7,4	[mm]		20x2,8	25x3,5	32x4,4	40x5,5	50x6,9	63x8,6	75x10,3	90x12,3	110x15,1	125x17,1			
	Scalc		3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,2	3,1	3,2	3,1	3,2			
FV PP-RCT FASER COOL S5 SDR11 (Ø 40-125 mm), S8 SDR17 (Ø160-250 mm)	[mm]					40x3,7	50x4,6	63x5,8	75x6,8	90x8,2	110x10,0	125x11,4	160x9,5	200x11,9	250x14,8
	Scalc					4,9	4,9	4,9	5,0	5,0	5,0	5,0	7,9	7,9	7,9
FV PP-RCT FASER HOT S3,2 SDR7,4 (Ø 20-25 mm), S4 SDR9 (Ø32-125 mm), S5 SDR11 (Ø160-250 mm)	[mm]		20x2,8	25x2,8	32x3,6	40x4,5	50x5,6	63x7,1	75x8,4	90x10,1	110x12,3	125x14,0	160x14,6	200x8,2	200x8,2
	Scalc		3,1	3,1	3,9	3,9	4,0	3,9	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0
FV PP-RCT STABIOXY S3,2 SDR7,4 (Ø 20 mm), S4 SDR9 (Ø25-110 mm)	[mm]		20x2,8	25x2,8	32x3,6	40x4,5	50x5,6	63x7,1	75x8,4	90x10,1	110x12,3				
	Scalc		3,1	4,0	3,9	3,9	4,0	3,9	4,0	4,0	4,0				

TAB 9 - Hodnoty $S_{calc,max}$ pro materiál PP-R

Výpočtový tlak PD [bar]	Použití			
	Třída 1	Třída 2	Třída 4	Třída 5
	[hodnoty $S_{calc,max}$]			
4	6,9	5,3	6,9	4,7
6	5,0	3,5	5,5	3,2
8	3,8	2,6	4,1	2,4
10	3,0	2,1	3,3	1,9

 TAB 10 - Hodnoty $S_{calc,max}$ pro materiál PP-RCT

Výpočtový tlak PD [bar]	Použití			
	Třída 1	Třída 2	Třída 4	Třída 5
	[hodnoty $S_{calc,max}$]			
4	8,2	8,2	8,2	7,3
6	6,1	5,7	6,1	4,9
8	4,5	4,3	4,6	3,7
10	3,6	3,4	3,7	2,9

Příklad: Trubka PP-R CLASSIC SDR 6 má hodnotu $S_{calc} = 2,5$. Z tabulky TAB 11 lze odečíst, že tato trubka může být ve třídě 1 trvale zatížena tlakem 10 bar, ve třídě 2 tlakem 8 bar, ve třídě 4 tlakem 10 bar a ve třídě 5 tlakem 6 bar.

Informace o provozních parametrech je na trubkách zaznamenána ve tvaru: **class 1/10 bar, 2/8 bar, 4/10 bar, 5/6 bar.**

TAB 11 - Provozní parametry PP-R a PP-RCT

Třída	Životnost (roky)	Provozní doba (roky/hod)	Provozní teplota (°C)	Použití	PP-R	PP-R	PP-RCT	PP-RCT	PP-RCT
					SDR 7,4 / S 3,2	SDR 6 / S 2,5	SDR 11 / S 5	SDR 9 / S 4	SDR 7,4 / S 3,2
					max. provozní tlak (bar)				
1	50	49 let	60	teplá voda 60°C	8	10	6	8	10
		1 rok	80						
		100 h	95						
2	50	49 let	70	teplá voda 70°C	6	8	6	8	10
		1 rok	80						
		100 h	95						
4	50	2,5 roku	20	podlahové a nízkoteplotní vytápění	10	10	6	8	10
		20 let	40						
		25 let	60						
		2,5 roku	70						
		100 h	100						
5	50	14 let	20	vysokoteplotní vytápění	-	6	-	6	8
		25 let	60						
		10 let	80						
		1 rok	90						
		100 h	100						

9.2. Provozní parametry dle normy DIN 8077

Tabulky provozních parametrů udávají konkrétní hodnoty dovolených maximálních provozních tlaků při konkrétních trvalých teplotách vody v potrubí s ohledem na požadovanou životnost systému. Tyto hodnoty jsou stanoveny na základě pevnostních izoterem uvedených v kapitole 8. V tabulce TAB 12 (kapitola 9.2.1.) je zapracován bezpečnostní koeficient 1,25. V tabulce TAB 13 (kapitola 9.2.2.) je zapracován bezpečnostní koeficient 1,5.

9.2.1. VODOVODY - Provozní parametry dle normy DIN 8077

TAB 12 - Provozní parametry vodovodů

VODOVODY - bezpečnostní koeficient 1,25							
Teplota [°C]	Provozní doba [roky]	Maximální přípustný provozní tlak [bar]					
		PP-R CLASSIC	PP-R CLASSIC PP-R FASER	PP-R CLASSIC PP-R FASER	PP-RCT UNI PP-RCT FASER COOL	PP-RCT UNI PP-RCT FASER HOT PP-RCT STABIOXY	PP-RCT HOT PP-RCT FASER HOT PP-RCT STABIOXY
		SDR 11	SDR 7,4	SDR 6	SDR 11	SDR 9	SDR 7,4
10	1	21,1	33,4	42,1	22,8	28,8	36,2
	5	19,8	31,5	39,7	22,1	27,9	35,1
	10	19,3	30,7	38,6	21,9	27,5	34,7
	25	18,7	29,7	37,4	21,5	27,1	34,1
	50	18,2	28,9	36,4	21,2	26,7	33,6
20	1	18,0	28,5	35,9	19,9	25,0	31,5
	5	16,9	26,8	33,7	19,3	24,2	30,5
	10	16,4	26,1	32,8	19,0	23,9	30,1
	25	15,9	25,2	31,7	18,6	23,5	29,6
	50	15,4	24,5	30,9	18,4	23,1	29,2
30	1	15,3	24,2	30,5	17,2	21,7	27,3
	5	14,3	22,7	28,6	16,6	20,9	26,4
	10	13,9	22,1	27,8	16,4	20,6	26,0
	25	13,4	21,3	26,8	16,1	20,2	25,5
	50	13,0	20,7	26,1	15,8	19,9	25,1
40	1	13,0	20,6	25,9	14,8	18,6	23,5
	5	12,1	19,2	24,2	14,3	18,0	22,6
	10	11,8	18,7	23,5	14,1	17,7	22,3
	25	11,3	18,0	22,6	13,8	17,3	21,8
	50	11,0	17,4	22,0	13,6	17,1	21,5
50	1	11,0	17,4	21,9	12,6	15,9	20,1
	5	10,2	16,2	20,4	12,2	15,3	19,3
	10	9,9	15,7	19,8	12,0	15,1	19,0
	25	9,5	15,1	19,0	11,7	14,7	18,6
	50	9,2	14,7	18,5	11,5	14,5	18,3
60	1	9,2	14,7	18,5	10,7	13,5	17,0
	5	8,6	13,6	17,2	10,3	13,0	16,3
	10	8,3	13,2	16,6	10,1	12,7	16,0
	25	8,0	12,7	16,0	9,9	12,4	15,7
	50	7,7	12,3	15,5	9,7	12,2	15,4
70	1	7,8	12,3	15,5	9,0	11,3	14,3
	5	7,2	11,4	14,4	8,6	10,9	13,7
	10	7,0	11,1	13,9	8,5	10,7	13,5
	25	6,0	9,6	12,1	8,3	10,4	13,1
	50	5,1	8,1	10,2	8,1	10,2	12,9

9.2.2. VYTÁPĚNÍ - Provozní parametry návazně na normu DIN 8077

TAB 13 - Provozní parametry vytápění

VYTÁPĚNÍ - bezpečnostní koeficient 1,5							
Teplota [°C]	Provozní doba [roky]	Maximální přípustný provozní tlak [bar]					
		PP-R CLASSIC	PP-R CLASSIC PP-R FASER	PP-R CLASSIC PP-R FASER	PP-RCT UNI PP-RCT FASER COOL PP-RCT	PP-RCT UNI PP-RCT FASER HOT PP-RCT STABILOXY	PP-RCT HOT PP-RCT FASER HOT PP-RCT STABILOXY
		SDR 11	SDR 7,4	SDR 6	SDR 11	SDR 9	SDR 7,4
30	1	12,7	20,2	25,4	14,3	18,1	22,7
	5	11,9	18,9	23,8	13,9	17,4	22,0
	10	11,6	18,4	23,2	13,6	17,2	21,7
	25	11,2	17,7	22,3	13,4	16,9	21,2
	50	10,9	17,2	21,7	13,2	16,6	20,9
40	1	10,8	17,1	21,6	12,3	15,5	19,6
	5	10,1	16,0	20,2	11,9	15,0	18,9
	10	9,8	15,5	19,6	11,7	14,7	18,6
	25	9,4	15,0	18,8	11,5	14,4	18,2
	50	9,2	14,5	18,3	11,3	14,2	17,9
50	1	9,1	14,5	18,2	10,5	13,3	16,7
	5	8,5	13,5	17,0	10,1	12,8	16,1
	10	8,2	13,1	16,5	10,0	12,6	15,8
	25	7,9	12,6	15,9	9,7	12,3	15,5
	50	7,7	12,2	15,4	9,6	12,1	15,2
60	1	7,7	12,2	15,4	8,9	11,2	14,2
	5	7,1	11,3	14,3	8,6	10,8	13,6
	10	6,9	11,0	13,9	8,4	10,6	13,4
	25	6,6	10,5	13,3	8,2	10,4	13,1
	50	6,4	10,2	12,9	8,1	10,2	12,8
70	1	6,5	10,3	12,9	7,5	9,4	11,9
	5	6,0	9,5	12,0	7,2	9,1	11,4
	10	5,8	9,2	11,6	7,0	8,9	11,2
	25	5,0	8,0	10,0	6,9	8,7	10,9
	50	4,2	6,7	8,5	6,8	8,5	10,7
80	1	5,4	8,6	10,8	6,2	7,9	9,9
	5	4,8	7,6	9,6	6,0	7,5	9,5
	10	4	6,4	8,1	5,9	7,4	9,3
	25	3,2	5,1	6,5	5,7	7,2	9,1
95	1	3,8	6,1	7,6	4,7	5,9	7,4
	5	2,6	4,1	5,2	4,4	5,6	7,1

10. Základní informace k návrhu potrubní trasy

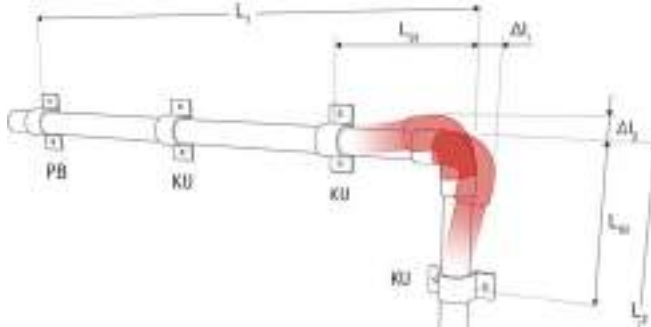
10.1. Stanovení délkových změn

Rozdíly teplot při montáži a později při vlastním provozu potrubí způsobují délkové změny přímých úseků potrubí - prodloužení nebo zkrácení (Δl). Při návrhu trasy vnitřních rozvodů vodovodu i vytápění je nutné vzít do úvahy materiál rozvodů, délkovou teplotní roztažnost materiálu, nutnost realizace kompenzací, dané provozní podmínky (kombinace tlaku a teploty) a zvolený způsob svařování.

Pevný bod (PB) je takový způsob připevnění, kde potrubí nemá možnost pohybovat se ve své vlastní ose (potrubí není umožněna dilatace).

Kluzné uložení (KU) je takový způsob připevnění, kde se potrubí může smršťovat nebo protahovat po délce, ale nemá možnost vybočit ze své osy.

OBR 3 „L” - kompenzátor



$$\Delta l = \alpha \cdot L \cdot t \text{ [mm]}$$

Δl délková změna [mm]

α součinitel teplotní délkové roztažnosti [mm/m °C],

- pro jednovrstvé trubky z PP-R a PP-RCT $\alpha=0,15$

- pro vícevrstvé trubky z PP-R a PP-RCT $\alpha=0,05$

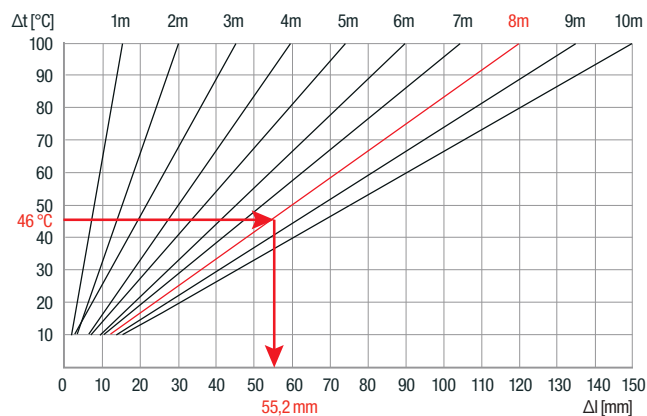
L výpočtová délka (vzdál. 2 sousedních pevných bodů v přímce) [m]

t rozdíl teplot při montáži a při provozu [°C]

Délkové prodloužení: pro jednovrstvé trubky z PP-R, PP-RCT

Příklad: $L = 8\text{m}$, $\Delta t = 46\text{ °C}$

GRAF 7



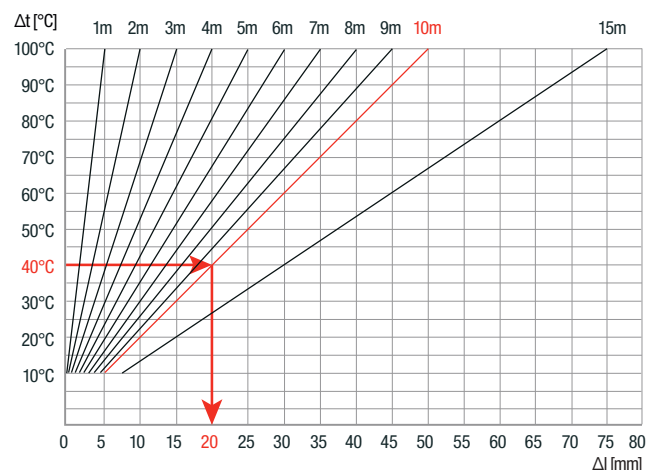
TAB 14

Délka potrubí [m]	Rozdíl teplot Δt							
	10 °C	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C
	Délková změna Δl [mm]							
1	1,5	3	5	6	8	9	11	12
2	3	6	9	12	15	18	21	24
3	5	9	14	18	23	27	32	36
4	5	9	14	18	23	27	32	36
5	8	15	23	30	38	45	53	60
6	9	18	27	36	45	54	63	72
7	11	21	32	42	53	63	74	84
8	12	24	36	48	60	72	84	96
9	14	27	41	54	68	81	95	108
10	15	30	45	60	75	90	105	120
15	23	45	68	90	113	135	158	150

Délkové prodloužení: pro vícevrstvé trubky z PP-R, PP-RCT

Příklad: $L = 10\text{ m}$, $\Delta t = 40\text{ °C}$

GRAF 8



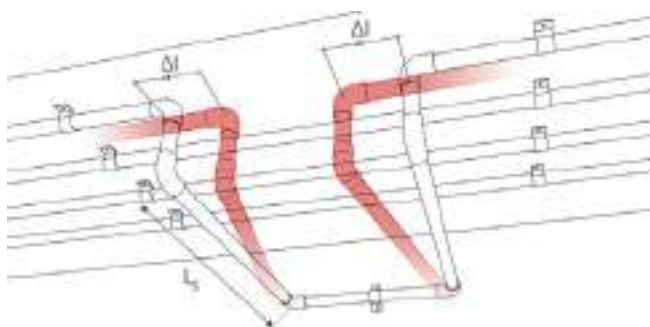
TAB 15

Délka potrubí [m]	Rozdíl teplot Δt							
	10 °C	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C
	Délková změna Δl [mm]							
1	1	1	2	2	3	3	4	4
2	1	2	3	4	5	6	7	8
3	2	3	5	6	8	9	11	12
4	2	4	6	8	10	12	14	16
5	3	5	8	10	13	15	18	20
6	3	6	9	12	15	18	21	24
7	4	7	11	14	18	21	25	28
8	4	8	12	16	20	24	28	32
9	5	9	14	18	23	27	32	36
10	5	10	15	20	25	30	35	40
15	8	15	23	30	38	45	53	60

10.2. Kompenzace délkových změn

Délkové změny potrubí (dle předcházející kapitoly 10.1.) je třeba kompenzovat tak, aby se potrubí nekroutilo a nevznikala v něm přídavná napětí, která by mohla zkrátit jeho životnost. Základní způsoby kompenzace jsou uvedeny na obrázcích OBR 3, OBR 4 a OBR 5.

OBR 4 Kompenzace plastového potrubí změnou trasy potrubí.



Výpočet délky vyložení ramena L_s u U kompenzátoru

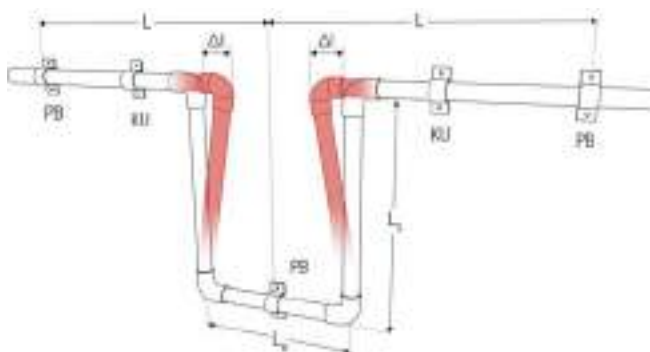
$$L_s = k \cdot \sqrt{(D \cdot \Delta l)} \text{ [mm]}$$

- L_s volná kompenzační délka
- k materiálová konstanta, pro PPR $k = 20$
- D vnější průměr potrubí [mm]
- Δl délková změna [mm] vypočtená z předchozího vzorce

„U“ kompenzátor

Vypočtenou volnou délkou ramena kompenzátoru (kompenzační délka) L_s se rozumí délka bez jakýchkoliv pevných podpor či závěsů, které by bránily dilataci. Volná délka L_s by neměla překročit max. vzdálenost podpor v závislosti na průměru potrubí a teplotě média, viz odstavec 10.3.

OBR 5 „U“ - kompenzátor



- PB pevný bod
- L výpočtová délka potrubí
- Δl délková změna
- KU kluzné uložení
- L_s kompenzační délka
- L_k šířka kompenzátoru

Výpočet šířky L_k u U kompenzátoru

$$L_k = 2 \cdot \Delta l + 150 \text{ [mm]} \text{ a zároveň } L_k \geq 10 \cdot D$$

- L_k šířka kompenzátoru
- Δl délková změna [mm]
- D vnější průměr potrubí

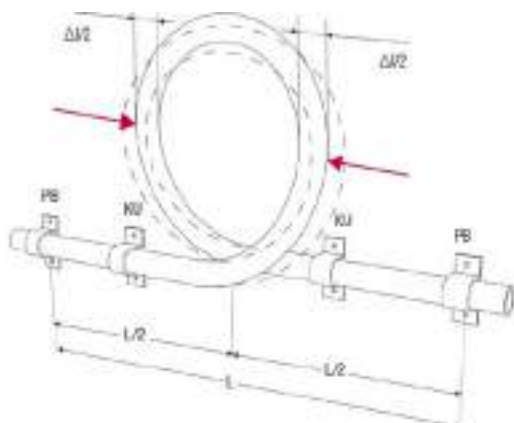
Vhodný způsob kompenzace: potrubí se odkloní ve směru kolmém na původní trasu a na této kolmici se ponechá volná kompenzační délka (označení L_s), která zajistí, že při dilatování přímé trasy nevzniknou podstatná přídavná tlaková a tahová napětí ve stěně trubky. Kompenzační délka L_s závisí na vypočteném prodloužení (zkrácení) trasy, materiálu a průměru potrubí.

Pro kompenzaci délkových změn se u propylenu využívá ohebnosti materiálu. Kromě kompenzace v ohybu potrubní trasy - „L“ kompenzátorů se využívá ohybových „U“ kompenzátorů, „Z“ kompenzátorů a kompenzačních smyček.

Hodnotu délkové změny Δl lze též odečíst z grafů GRAF 7 a GRAF 8 a tabulek TAB 14 a TAB 15.

FV PPR kompenzační smyčka

OBR 6 FV PPR kompenzační smyčka



- PB** pevný bod
- KU** kluzné uložení
- L** výpočtová délka potrubí

TAB 16- Tabulka pro instalaci FV PPR kompenzační smyčky

Průměr potrubí [mm]	Vzdálenost pevných bodů L [m]	
	FASER, STABI, STABIOXY	PP-R a PP-RCT
16	24	8
20	27	9
25	30	10
32	36	12
40	42	14

10.3. Vzdálenosti uchycení (podpor) potrubí

Tabulky TAB 18a až TAB 18e udávají maximální vzdálenosti uchycení při vodorovném uložení potrubí. Pro svislé potrubí se maximální vzdálenosti uchycení násobí koeficientem 1,3. Jednotlivé typy uchycení a podpor jsou uvedeny v kapitole 15.

TAB 18a - Maximální vzdálenost podpor jednovrstvých trubek PPR S 5 (PN 10) a PP-RCT UNI pro vodorovné potrubí

Průměr potrubí [mm]	Vzdálenost podpor [cm] při teplotě vody		
	20 °C	30 °C	40 °C
16	75	70	70
20	80	75	70
25	85	85	85
32	100	95	95
40	110	110	105
50	125	120	115
63	140	135	130
75	155	150	145
90	165	165	155
110	185	180	175
125	200	195	185
160	205	195	190
200	230	220	210
250	250	240	230

Stanovení kompenzační délky potrubí L_s

TAB 17 - Kompenzační délka potrubí L_s

Ø potrubí [mm]	Délková změna Δl [mm]														
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90
	Kompenzační délka L_s [m]														
16	0,25	0,31	0,36	0,40	0,44	0,47	0,51	0,54	0,57	0,59	0,62	0,64	0,67	0,72	0,76
20	0,28	0,35	0,40	0,45	0,49	0,53	0,57	0,60	0,63	0,66	0,69	0,72	0,75	0,80	0,85
25	0,32	0,39	0,45	0,50	0,55	0,59	0,63	0,67	0,71	0,74	0,77	0,81	0,84	0,89	0,95
32	0,36	0,44	0,51	0,57	0,62	0,67	0,72	0,76	0,80	0,84	0,88	0,91	0,95	1,01	1,07
40	0,40	0,49	0,57	0,63	0,69	0,75	0,80	0,85	0,89	0,94	0,98	1,02	1,06	1,13	1,20
50	0,45	0,55	0,63	0,71	0,77	0,84	0,89	0,95	1,00	1,05	1,10	1,14	1,18	1,26	1,34
63	0,50	0,61	0,71	0,79	0,87	0,94	1,00	1,06	1,12	1,18	1,23	1,28	1,33	1,42	1,50
75	0,55	0,67	0,77	0,87	0,95	1,02	1,10	1,16	1,22	1,28	1,34	1,40	1,45	1,55	1,64
90	0,60	0,73	0,85	0,95	1,04	1,12	1,20	1,27	1,34	1,41	1,47	1,53	1,59	1,70	1,80
110	0,66	0,81	0,94	1,05	1,15	1,24	1,33	1,41	1,48	1,56	1,62	1,69	1,75	1,88	1,99
125	0,71	0,87	1,00	1,12	1,22	1,32	1,41	1,50	1,58	1,66	1,73	1,80	1,87	2,00	2,12
160	0,80	0,98	1,13	1,26	1,39	1,50	1,60	1,70	1,79	1,88	1,96	2,04	2,12	2,26	2,40
200	0,89	1,10	1,26	1,41	1,55	1,67	1,79	1,90	2,00	2,10	2,19	2,28	2,37	2,53	2,68
250	1,00	1,22	1,41	1,58	1,73	1,87	2,00	2,12	2,24	2,35	2,45	2,55	2,65	2,83	3,00

TAB 18b - Maximální vzdálenost podpor trubek FV PPR S 3,2 (PN 16) pro vodorovné potrubí

Průměr potrubí [mm]	Vzdálenost podpor [cm] při teplotě vody						
	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C
16	80	75	75	70	70	65	60
20	90	80	80	80	70	70	65
25	95	95	95	90	80	80	75
32	110	105	105	100	95	85	80
40	120	120	115	105	100	100	95
50	135	130	125	120	115	110	100
63	155	150	145	135	130	120	115
75	170	165	160	150	145	135	125
90	180	180	170	165	160	145	135
110	200	195	190	180	175	165	155
125	220	215	200	195	190	175	165
160	220	210	205	195	185	175	165
200	245	235	230	220	210	200	190
250	275	265	255	245	235	255	210

TAB 18c - Maximální vzdálenost podpor trubek FV PPR S 2,5 (PN 20) a FV PP-RCT HOT pro vodorovné potrubí

Průměr potrubí [mm]	Vzdálenost podpor [cm] při teplotě vody						
	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C
16	90	85	85	80	80	70	65
20	95	90	85	85	80	75	70
25	100	100	100	95	90	90	85
32	120	115	115	110	100	95	90
40	130	130	125	120	115	110	100
50	150	150	140	130	125	120	110
63	170	160	155	150	145	135	125
75	185	180	175	160	155	145	140
90	200	200	185	180	175	160	150
110	220	210	205	195	185	175	165
125	220	215	210	195	190	175	165
160	235	230	225	210	200	185	170
200	245	235	230	220	210	200	190
250	275	265	255	245	235	225	210

TAB 18d - Maximální vzdálenost podpor vícevrstevných trubek FV PPR FASER (PN16), FV PP-RCT FASER COOL

Průměr potrubí [mm]	Vzdálenost podpor (cm) při teplotě vody						
	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C
20	80	80	75	75	70	60	55
25	95	90	85	80	75	70	65
32	110	105	100	95	90	85	80
40	120	115	110	95	100	95	90
50	140	135	130	105	120	115	110
63	150	145	140	125	130	125	120
75	165	160	155	135	145	140	130
90	175	170	165	150	155	150	135
110	185	180	175	160	160	155	145
125	205	195	190	165	170	160	150
160	205	195	190	180	170	160	150
200	230	220	210	200	190	180	170
250	250	240	230	220	210	200	185

Pro svislá potrubí se maximální vzdálenosti podpor násobí koeficientem 1,3.

TAB 18e - Maximální vzdálenost podpor vícevrstevných trubek FV PP-RCT STABIOXY, FV PPR FASER (PN20) a FV PP-RCT FASER HOT

Průměr potrubí [mm]	Vzdálenost podpor (cm) při teplotě vody						
	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C
20	100	90	85	85	80	70	65
25	105	100	95	90	85	80	75
32	110	115	110	105	100	95	90
40	120	125	120	115	110	105	100
50	140	145	140	135	130	125	120
63	150	155	150	145	140	135	130
75	165	175	170	165	160	155	145
90	175	185	180	175	170	165	150
110	185	195	190	180	175	170	160
125	205	210	205	195	185	175	165
160	205	210	205	195	185	175	165
200	245	235	230	220	210	200	190
250	275	265	255	245	235	225	210

Pro svislá potrubí se maximální vzdálenosti podpor násobí koeficientem 1,3.

10.4. Izolace potrubí

Je důležité mít na paměti, že potrubí by se mělo izolovat po celé jeho délce, tzn. včetně tvarovek. Jako nejběžnější typ tepelné izolace se používá zpěněný polyetylen. Po celé délce potrubí by měla být zajištěna alespoň minimální navržená tloušťka tepelné izolace.

V místech křížení nebo souběžného vedení teplé a studené vody (v instalačním kanálu) se doporučuje tloušťky všech izolací zvětšit o 30 %.

Potrubí na rozvody studené vody je potřeba izolovat proti tepelným ziskům a proti kondenzování vody na potrubí.

Potrubí na rozvody teplé vody je potřeba izolovat proti tepelným ztrátám.

Tloušťka izolace se vždy stanoví výpočtem dle národních předpisů s ohledem na tepelný odpor (λ) izolace, kterou je uvažována k použití. Tabulky TAB 19 a TAB 20 uvádějí pouze nejběžnější případy.

TAB 19 - STUDENÁ VODA: příklad tloušťky izolace při $\lambda = 0,035$ W/mK

Způsob vedení potrubí	Tloušťka izolace [mm]
Volně vedené v nevytápěné místnosti	4
Volně vedené ve vytápěné místnosti	9
V instalačním kanálu vedené nesouběžně s teplým potrubím	4
V instalačním kanálu vedené souběžně s teplým potrubím	13
V drážce pod omítkou vedené samostatně	4
V drážce pod omítkou vedené souběžně s teplým potrubím	13
Zalité v betonu	4

TAB 20 - TEPLÁ VODA: příklady tloušťky izolace

Průměr potrubí [mm]	Tloušťka izolace [mm]	
	$\lambda = 0,030$	$\lambda = 0,035$
20	6	10
25	6	10
32	10	13
40	10	13
50	10	13
60	13	20
75	20	20
90	20	25
110	25	32

11. Přeprava, manipulace a skladování

Se všemi produkty systému FV AQUA PPR je nutné zacházet opatrně při jejich manipulaci a přepravě. Výrobky musí být chráněny před UV zářením, nepříznivými vlivy počasí a znečištěním. Výrobky je třeba skladovat vždy odděleně od prostor, kde se nachází rozpouštědla, lepidla, barvy či jiné chemické látky. Trubky je nutné skladovat tak, aby se předešlo jejich zprohýbání. Při skladování volně uložených trubek na sobě je maximální výška 1 m.

DŮLEŽITÉ: S trubkami FV PPR FASER, FV PP-RCT FASER COOL a FV PP-RCT FASER HOT je potřeba zacházet velmi opatrně zejména v zimním období, kdy teploty se pohybují níže jak +5 °C. Trubky jsou vzhledem k naplnění skelnými vlákny velmi křehké.

12. Garance, podmínky garance

Záruka 15 let je poskytována na trubky a tvarovky FV AQUA.

Podmínkou uplatnění garance je dodržení ustanovení tohoto Technického manuálu a příslušných obecně platných technických norem a ostatních legislativních předpisů.

Na ostatní výrobky a nářadí (objímky, úchytky, svářečky...) je poskytována záruka 2 roky.

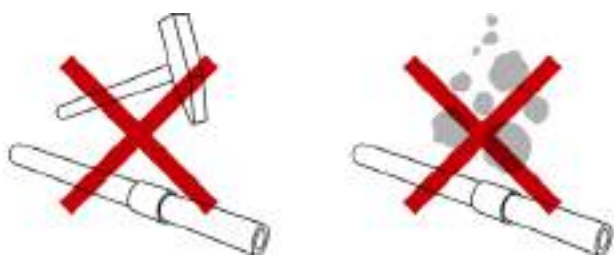
13. Základní zásady montáže

Před montáží trubek a tvarovek do systému je potřeba zkontrolovat, zda prvky nebyly znečištěny či poškozeny (při dopravě, dlouhodobým nevhodným skladováním, a pod.).

U uzavíracích armatur (například kulové kohouty) je nezbytné zkontrolovat jejich správnou funkci před vlastním namontováním.

Plastová potrubí se na rozdíl od kovových potrubí vlivem teploty mnohem více roztahují a smršťují. Proto je nezbytné tyto délkové změny kompenzovat podle zásad uvedených v kapitole 10.1. a 10.2.

Minimální teplota pro montáž plastových rozvodů je s ohledem na svařování +5°C. Při nižších teplotách se obtížně zajišťují podmínky pro vytvoření kvalitních spojů.



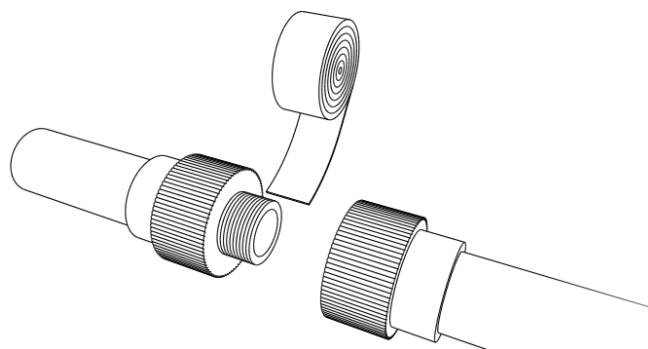
Po celou dobu montáže a dopravy se musí prvky plastového systému chránit před nárazy, údery, padajícím materiálem a před ostatními způsoby mechanického poškození.



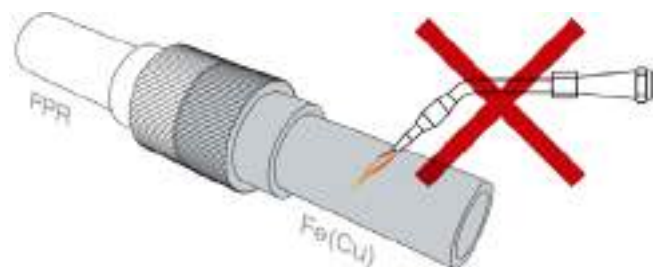
Ohýbání potrubí se provádí bez nahřívání při teplotě minimálně +15°C. Pro trubky průměru 16 – 32 mm platí, že minimální poloměr ohybu je 8x průměr potrubí (D).

Je nepřijatelné ohýbat potrubí za pomoci ohřívání otevřeným plamenem nebo horkým vzduchem.

Křížení potrubí se provádí speciální tvarovkou určenou pro tento účel.

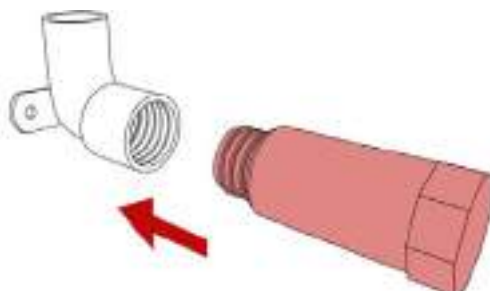


Pro trvalé závitové spoje je třeba použít tvarovky s kovovým závitem. Řezání závitů na plastové prvky je zakázáno. Závitů se těsní teflonovou páskou, těsnicí nití nebo speciálními těsnícími tmely.



Pokud za kombinovanou tvarovkou následuje kovové potrubí, nelze jej v blízkosti tvarovky s ohledem na možný přenos tepla do tvarovky spojovat pájením nebo svařováním.

Pro dočasné nebo krátkodobé uzavření nástěnných kolen, kolen UNI, případně nástěnných kompletů před montáží výtokových armatur, doporučujeme použít plastové zátky (plastové zátky jsou určeny pouze pro dočasné použití – např. tlaková zkouška). Pro dlouhodobé uzavření musí být použity zátky s kovovým závitem.



14. Proces svařování

Trubky se s tvarovkami spojují svařováním (nahřátím a vzájemným spojením) za pomoci topných těles a nahřívacích nástavců. V zásadě jsou možné 3 typy svařování:

1. svařování polyfúzní (objímkové)
2. svařování pomocí elektrotvarovek
3. svařování natupo (stykové)

Základním a nejpoužívanějším způsobem svařování je svařování polyfúzní. Proces svařování se řídí zejména německými pravidly DVS 2207 a DVS 2208. Pracovní teplota nahřívacích nástavců na svářečce je 260 ± 10 °C. Většina svářeček pro polyfúzní svařování má světelnou indikaci správné teploty. Základní postup svařování je schematicky znázorněn na stranách 17 - 19. Pro svařování trubek a tvarovek do průměru 40 mm se doporučují svářečky trnové s čelistovými nástavci. Pro svařování od průměru 50 mm výše se doporučují svářečky ploché s párovými nástavci. Současně se doporučuje ke svařování používat strojní svářečky a přípravky pro svařování vzhledem k dosažení potřebných tlaků a dodržení sousostí potrubí.

OBR 7 Svářečka trnová 650 W pro čelistové nástavce



14.1. Svařování polyfúzní (objímkové)

1. Naměřit potřebnou délku trubky.
2. Trubku ustříhnout, odstranit ořehy, případně srazit okraje.



3. Svařované plochy očistit a odmastit pomocí lihu nebo speciálního přípravku Tangit. Použít hadřík z nesyntetického materiálu.

4. Na zahřátý nástavec na 260 ± 10 °C nasunout nejprve tvarovku, pak trubku. Obě části nahřívát - viz tabulka TAB 21.



5. Po uplynutí nahřívací doby vyjmout ze svařovacího nástavce trubku i tvarovku **současně**.



6. Mírným rovnoměrným tlakem zasunout trubku do tvarovky. Kontrola spoje, jsou-li tvarovka s trubkou v ose. Doba chlazení - viz tabulka TAB 21.



TAB 21 - Pracovní časy při svařování

	Ø potrubí [mm]										
	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110	125
Doba nahřívání [s]	5	5	7	8	12	18	24	30	40	50	60
Čas pro přestavení [s]	4	4	4	6	6	6	8	8	8	10	10
Doba chlazení [min]	2	2	2	4	4	4	6	6	6	8	8

Svařování trubek FV PPR FASER, FV PP-RCT FASER COOL a FV PP-RCT FASER HOT je stejné jako svařování jednovrstvých trubek PP-R.

Při svařování platí stejná pravidla, která jsou uvedena v tomto Technickém manuálu pro systém FV AQUA PPR. Trubky nemusí být pro svařování nijak speciálně upraveny.

14.1.1. Svařování velkých průměrů

1. Před vlastním svařováním oškrábat z povrchu trubky zoxidovanou vrstvu.



2. Svařované plochy očistit a odmastit pomocí lihu nebo speciálního přípravku Tangit.
3. Přenosný svařovací přípravek.



4. Trubku a tvarovku upnout do přípravku a vycentrovat.



5. Nahřívat potřebnou dobu - viz tabulka TAB 21. Po uplynutí nahřívací doby nasunout tvarovku na trubku.



6. Hotový svar odepnout a nechat vychladnout v přípravku - viz tabulka TAB 21.



14.1.2. Svařování trubek STABIOXY

1. U trubek STABIOXY je nutné nejprve odstranit hliníkovou fólii. Potřebnou vrstvu hliníkové fólie lze odstranit pomocí ořezávače trubek STABIOXY.



2. Takto oříznutou trubku STABIOXY očistit a odmastit, poté svařovat.



14.2. Svařování pomocí elektrotvarovek

1. Svařování trubek pomocí elektrosvářečky (návod k obsluze přístroje uvádí výrobce).
2. Na předem očištěné a odmaštěné trubce označit hloubku zasunutí do elektrotvarovky.
3. Zasunutí trubky do tvarovky.
4. Při ohřevu dochází k zvětšování objemu materiálu. Správný průběh svařování dokazuje vytlačený plast v kontrolních bodech elektrotvarovky.

OBR 8 FV PPR elektrospojka



14.3. Svařování natupo (stykové)

Princip svařování

Svařování natupo představuje způsob spojování důkladně opracovaných a roztavených konců trubek a tvarovek stlačením, za dodržení předepsaných hodnot tlaku, teploty, času a všech obecných podmínek svařování. Princip svařování natupo se využívá hlavně pro velké průměry trubek rozměr 160 – 250 mm.

Svařování natupo se provádí vždy za pomoci svařovacího přípravku - svařovací stroj s hydraulickým přitlakem z důvodu vyvinutí dostatečného svařovacího tlaku při zachování osově rovinatosti určeného k svařování velkých průměrů a pouze osobou oprávněnou s platným svářečským průkazem.

Způsobem natupo lze svařovat pouze trubky a tvarovky se stejnými rozměry – stejný průměr trubky a stejná tloušťka stěny a stejnou hodnotou MFI (INDEX TOKU TAVENINY). Směrné parametry pro polypropylen - svařování natupo s topným prvkem řeší **DVS 2207, část 11**.

Potřebný tlak pro svařování se skládá z hodnoty tlaku v příslušných svařovacích tabulkách a z pasivního odporu tj. tlaku, který je potřeba k překonání odporu daného vnější vlivy jako je např. tření mechanismu nebo odpor svařované trubky. Zjištění hodnoty pasivního odporu na konkrétním svařovacím přípravku udává výrobce zařízení.

Upozornění: Při nastavování předepsaného tlaku pro svařování je potřeba vždy připočítat k hodnotě požadovaného tlaku z TAB 22 pro svařování tlak pasivního odporu!!!

Upozornění: Tlak pasivního odporu je pro každý svařovací proces jiný! Závisí na mnoha faktorech, zejména na průměru a délce svařované trubky.

Tip: Pro správnou funkci a zejména při svařování delšího potrubí je třeba pro dosažení minimálního pasivního odporu instalovat válečkové podpěry.

Základní postup svařování natupo.

Příprava před svařováním

Podmínkou vytvoření kvalitního spoje při svařování natupo je dodržení všech obvyklých podmínek svařování.

Teplota okolí nesmí klesnout pod 5°C. Okolí nesmí být prašné a větrné. Proti nevhovujícím klimatickým podmínkám (děšť, přímé sluneční záření, vítr) je nutné zajistit montážní stan, případně svařovat na místech, které nejsou vystaveny nepříznivým klimatickým vlivům.

Před svařováním je nutné zkontrolovat technický stav svářečky a celého přípravku (čistotu povrchu zrcadla, teplotu zrcadla, souosost pevných i pohyblivých částí, funkčnost a ostrost hoblíku).

Před svařováním je nutné ověřit vzájemnou svařitelnost materiálů. Je potřebné zajistit stejné teploty svařovaných materiálů, umístěním materiálů do prostor

se stejnou okolní teplotou, na dostatečně dlouhou dobu. Potrubí a tvarovky pro svařování natupo musí mít stejnou tloušťku stěny.

Příprava materiálu

Po umístění a upnutí svařované trubky do čelistí svařovacího zařízení a zjištění hodnoty pasivního odporu se oba konce trubky seříznou kolmo k ose trubky. Pro řezání se nesmí použít řetězová pila s olejovým mazáním řetězu.

Konce trubek je důležité důkladně očistit od otřepků, pilin a důkladně odmastit. Konce trubek se pak orovňají pomocí hoblíku, který je součástí svařovacího zařízení. Po opracování čel trubek je nutné přesvědčit se, že čela k sobě těsně přiléhají.

Příprava svařovacího zrcadla

Po kontrole a předehřátí zrcadla na požadovanou teplotu se svařovací zrcadlo založí do zařízení a pod stanoveným tlakem se trubka zahřívá. Proces svařování je rozdělen do jednotlivých technologických fází, které mají specifikovanou teplotu, tlak, délku trvání. Viz TAB 22.

Technologické fáze procesu svařování natupo

1. Fáze procesu tvorba nákrůžku

Čelní plochy připravené pro svařování tlačte na rozehráté zrcadlo (směrná hodnota nahřátí pro polypropylen dle DVS 2207 – díl 11 je 200 – 220 °C 210 +/- 10 °C) tak dlouho, až se obě svařované plochy vyrovnají. Svařovací teplota představuje teplotu pracovní plochy nástroje.

Tlak pro vytvoření nákrůžku je 0,10 N/mm². Doba tvorby nákrůžku je závislá podle tloušťky stěny trubky a výškou nákrůžku na horkém tělese. Hodnoty výšky minimálního nákrůžku jsou uvedeny v tabulce TAB 22.

2. Fáze procesu nahřívání

Po objevení se dostatečného nákrůžku snižte přitlak a dál svařované plochy ohřevte pouze s minimálním přitlakem (viz TAB 22). Fáze nahřívání trvá do doby dosažení plastifikace svařovací zóny. Doba nahřívání specifikují svařovací tabulky a její délka je závislá na tloušťce stěny.

3. Fáze procesu přestavování

Po uplynutí doby ohřevu odsuňte čela svařovaných ploch od zrcadla a zrcadlo vyjměte. Čela co nejrychleji přisuňte zpět, až se dotknou. Doporučená doba pro přestavení je v sekundách a její délka je uvedena v TAB 22.

4. Fáze procesu spojení

Po dotyku svařovaných ploch plynule zvyšujte přitlak do dosažení plného svařovacího tlaku. Svařovací tlak pro spojování je $p = 0,10 \text{ N/mm}^2 \pm 0,01 \text{ N/mm}^2$. Doba nárstu spojovacího tlaku je uvedena v TAB 22. Svařovací tlak musí působit až do doby, kdy teplota uvnitř svaru klesne pod 100 °C (pro PE a PVC, pro PP může být vyšší).

5. Fáze procesu chlazení

Během fáze chlazení udržte konstantní tlak, za kontroly svářeče, až do vypršení času určeného pro chlazení. Po dokončení svaru proveďte jeho vizuální kontrolu, dle požadavku zadavatele. Min. hodnota doby ochlazování pod spojovacím tlakem je uvedena v TAB 22.

TAB 22 - Technologické časy pro svařování natupo

FÁZE PROCESU SVAŘOVÁNÍ NATUPO					
1	2	3	4	5	
	Tvorba nákrůžku	Nahřívání	Přestavování	Spojení	
Jmenovitá tloušťka stěny trubky	Teplota horkého tělesa 210 +/- 10°C		Přestavovací doba (max. doba)	Doba nárustu spojovacího tlaku	Ochlazovací doba pod spojovacím tlakem (min. hodnoty) $p = 0,10 \text{ N/mm}^2 \pm 0,01$
	Výška nákrůžku na horkém tělese na konci doby tvorby nákrůžku (min. hodnoty)	Snižování nahřívacího tlaku na hodnotu $p \leq 0,01 \text{ N/mm}^2$			
	Tlak pro tvorbu nákrůžku $p = 0,10 \text{ N/mm}^2$				
(mm)	(mm)	(s)	(s)	(s)	(min)
do 4,5	0,5	do 135	5	6	6
4,5 - 7	0,5	135 - 175	5 - 6	6 - 7	6 - 12
7 - 12	1,0	175 - 245	6 - 7	7 - 11	12 - 20
12 - 19	1,0	245 - 330	7 - 9	11 - 17	20 - 30
19 - 26	1,5	330 - 400	9 - 11	17 - 22	30 - 40
26 - 37	2,0	400 - 485	11 - 14	22 - 32	40 - 55
37 - 50	2,0	485 - 560	14 - 17	32 - 43	55 - 70

14.4. Oprava převrtaného potrubí pomocí opravných trnů

1. Omylem provrtanou trubku nejprve upravit vrtákem na průměr otvoru 10 mm a očistit a odmastit otvor i opravný trn.



2. Na opraveném trnu označit délku rovnající se tloušťce stěny opravované trubky. Na svařovacím nástavci nahřát opravný trn a trubku po dobu cca 5 vteřin. Při dosažení správné teploty indikátor svítí.



3. Nahřátý opravný trn pomalu zasunout do nahřátého otvoru v trubce.



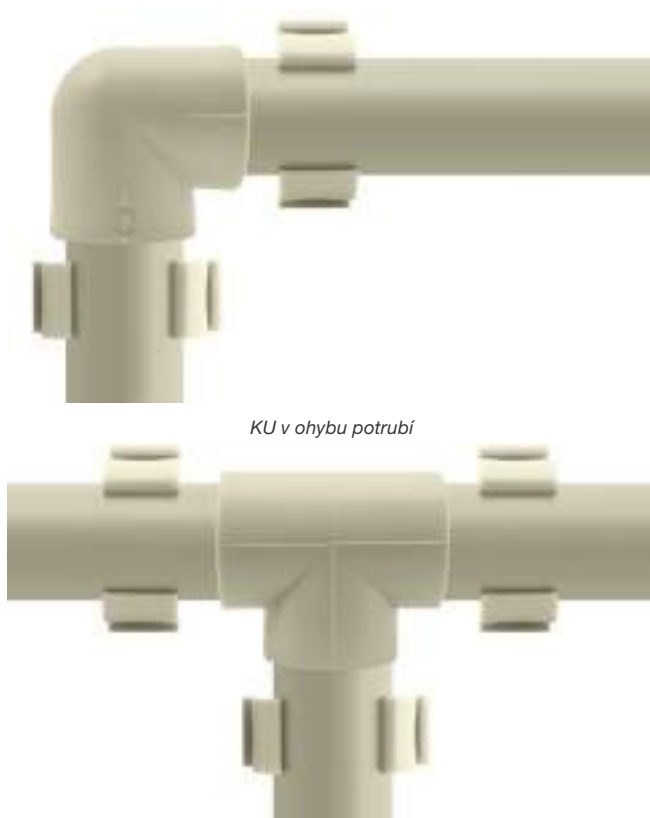
4. Po úplném vychladnutí odstříhnout zbývající část opravného trnu.



15. Vedení potrubí v podlaze, ve stěně a v šachtě

Při návrhu trasy vnitřních rozvodů vodovodu i vytápění je nutné vzít do úvahy materiál rozvodů, délkovou teplotní roztažnost materiálu, nutnost realizace kompenzací, dané provozní podmínky (kombinace tlaku a teploty) a zvolený způsob svařování.

Potrubí je nutné uchytit v pravidelných vzdálenostech viz. TAB 18a až 18e pomocí **pevných bodů (PB)** a **kluzných uložení (KU)** pro předpokládanou délkovou změnu potrubí.

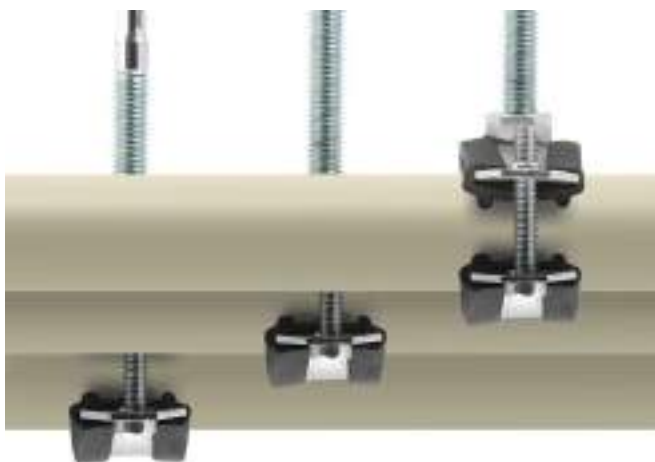


KU v ohybu potrubí

KU v místě odbočky



KU v místě osazení armatury na potrubí



PB pomocí pevně stažených objímek (pouze u horizontálního potrubí)



PB uchycením u tvarovky



KU volnou objímkou

Použití plastových objímek na studené vodě



Vhodné pro rozvod studené vody

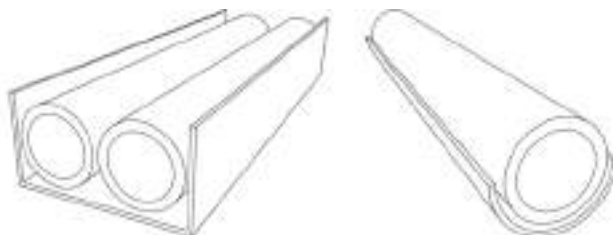
Použití objímek na teplé vodě



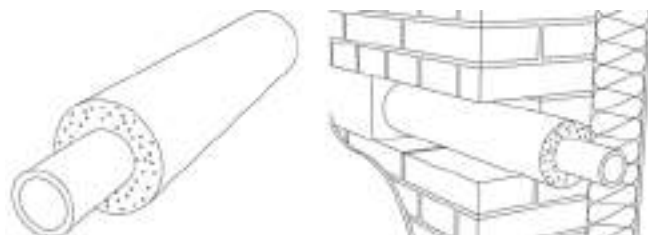
U teplé vody se objímka instaluje přes izolaci o dimenzi větší

Další způsoby uložení plastového potrubí

OBR 9 Položením potrubí do volného žlabu



OBR 10 Vedením potrubí v izolaci pod omítkou



15.1. Vedení potrubí obecně

Potrubí je potřeba montovat se spádem minimálně 0,5% k nejnižším místům, kde je umožněno jeho vypouštění samostatným vypouštěním nebo uzavíracími ventily s odvodněním.

Potrubí musí být rozděleno na samostatně uzavíratelné části. Pro uzavírání se používají přímé ventily nebo plastové kohouty, pro instalaci pod omítkou se používají podomítkové ventily nebo kohouty. Před namontováním prvku je nutné prověřit schopnost uzavírání.

Pro ukončení potrubí pod omítkou v místě montáže mísíci výtokové armatury se doporučuje použít FV PPR nástěnný komplet (dvojnástěnka), kde je rozteč závitů posunuta tak, aby případným vychýlením z horizontální osy mohl být rozvod vyrovnán pomocí etážek. Pro montáž pod sádkokarton jsou určeny FV PPR nástěnné kolena pro sádkokarton.

Při vedení vodovodního potrubí v instalačních přičkách je nutné zajistit polohu potrubí vhodným uchycením, např. systémem kovových objímek s podpůrnými prvky. Potrubí musí být vedeno s možností dilatace a zaizolováno v celé délce i v tvarovkách.

15.2. Vedení ležatého potrubí

Při vedení vodovodního potrubí v podlahových nebo stropních konstrukcích se používají na potrubí ohebné plastové chráničky (z polyetylénu), které zajistí mechanickou ochranu potrubí a zároveň vzduchová mezera mezi potrubím a chráničkou vytváří tepelnou izolaci. Volně vedené plastové potrubí je třeba opatřit kvalitní izolací (pokud bude například potrubí studené vody vedeno volně po stěně ve vytápěné místnosti, je velké nebezpečí kondenzace vlhkosti na stěně potrubí). Potrubí může být vedeno volně po stěně jen v prostorách, kde není nebezpečí mechanického poškození potrubí provozem.

15.3. Vedení stoupačích potrubí

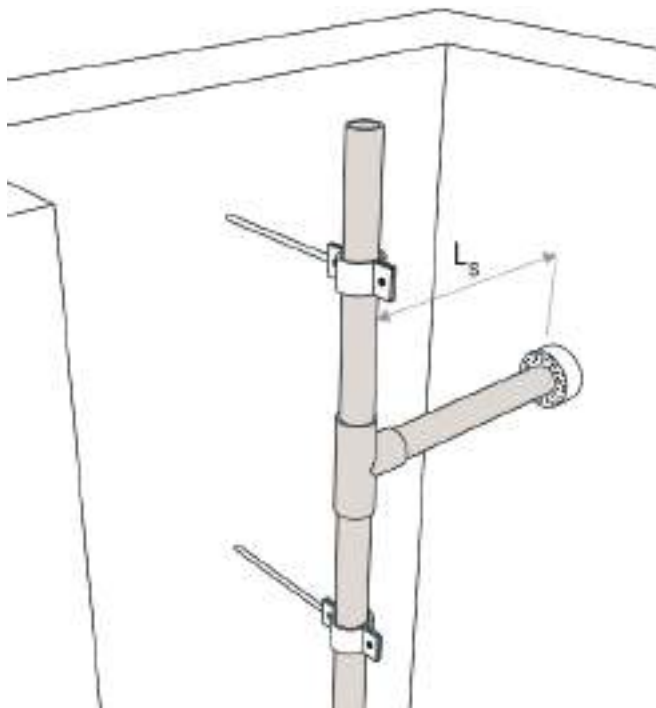
Na stoupačím potrubí je třeba pečlivě dbát na rozmístění pevných bodů (PB), kluzných uložení (KU) a na vytvoření vhodného způsobu kompenzace. Mezi dva sousední pevné body (PB) umístěny na jedné ose musí být vložena kompenzační smyčka, nebo vytvořen kompenzátor za použití kolien. Kompenzace se na stoupačích potrubích zajišťuje buď kluzným uložením na patě stoupačky nebo použitím kompenzační smyčky, nebo vytvořeným U-kompenzátořem.

15.4. Rozdělení potrubí na dilatační úseky

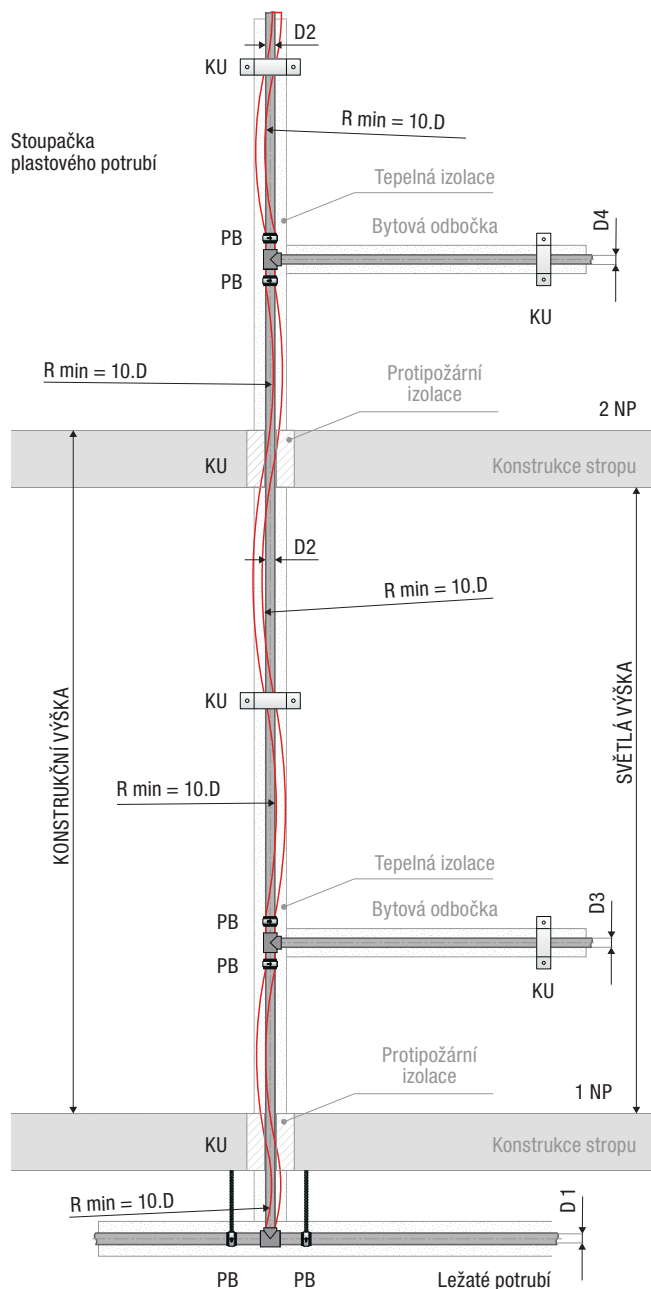
Pokud je třeba rozdělit stoupačku na více dilatačních úseků, provede se toto rozmístěním pevných bodů. Pevný bod na stoupačím potrubí se instaluje pod a nad T-kusem u odbočky nebo u nátrubku v místě spojení potrubí, čímž se zároveň zabrání padání stoupačky. Mezi pevnými body musí být pak umožněna dilatace potrubí.

Při odbočování připojovacího potrubí je třeba zohlednit dilataci stoupačky:

OBR 11 Dostatečnou vzdáleností stoupačky od prostupu stěnou



OBR 12 Způsob tuhé montáže potrubí



VYSVĚTLIVKY:

- Potrubí před zahřátím
- Potrubí po zahřátí
- PB** Pevný bod
- KU** Kluzné uložení
- D** Vnější průměr potrubí
- R min** Minimální poloměr ohybu

Trubky FV PPR FASER, FV PP-RCT FASER COOL, FV PP-RCT FASER HOT a FV PP-RCT STABIOXY mají **3x menší roztažnost a větší tuhost než celoplastové trubky**. Trubky lze proto namontovat stejným, výše popsaným principem jako potrubí celoplastové, tedy s klasickým postupem řešení kompenzací, kdy bude využito možné větší vzdálenosti podpor a dilatační a kompenzační délky budou výrazně menší. Při vedení v drážce lze také využít tzv. tuhé montáže - na potrubí se montují pevné body tak, že se tepelná roztažnost převádí do materiálu potrubí a neprojeví se. Viz OBR 12. Předpokladem této montáže jsou objímky, které budou schopny potrubí skutečně udržet a budou dostatečně pevně ukotveny.

16. Tlaková zkouška potrubí / Protokol o tlakové zkoušce potrubí

Tlaková zkouška potrubí se provádí po prohlídce vnitřního vodovodu. Délka jednoho úseku smontovaného zkoušeného potrubí je maximálně 100 m. Veškeré zjištěné závady při této prohlídce musí být odstraněny. Tlaková zkouška plastového vodovodního potrubí se provádí pitnou vodou s velikostí částic <150µm (toho lze zajistit použitím mechanických filtrů). Zkouší se nezakryté potrubí, před montáží příslušenství, zařizovacích předmětů, přístrojů a zařízení (výtokových a pojistných armatur, čerpadel, ohřivačů apod.). Trubky smí být opatřeny nálevkovou izolací a/nebo uloženy v ochranných trubkách.

Před tlakovou zkouškou

Před tlakovou zkouškou se musí všechny úseky vnitřního vodovodu propláchnout vodou. Při proplachování musí být vypouštěcí armatury určené pro odkalení otevřeny. Před samotným zahájením tlakové zkoušky musí být všechny průchozí uzavěry a regulační armatury ve zkoušeném úseku otevřeny, zkoušené potrubí odvzdušněno, napuštěno vodou o nejvyšším provozním přetlaku (MOP) po dobu nejméně 12 hodin (nejvíce 7 dnů) a všechny vývody uzavřeny tlakovými zátkami, víčky nebo slepými přírubami. Napuštění potrubí vodou se může provést minimálně 2 hodiny od provedení poslední svařky.

Vlastní tlaková zkouška

Tlaková zkouška je popsána v ČSN 75 5409 a ČSN EN 806-4 v závislosti na typu a průměru potrubí. Firma FV-Plast v rámci záruky a zjednodušeného postupu akceptuje i níže popsanou tlakovou zkoušku, která je zařazena mezi odbornou veřejností.

Postup tlakové zkoušky:

- Před začátkem tlakové zkoušky musí být zajištěno odvzdušnění zkoušeného potrubí.
- Potrubí se naplní vodou, ověří se, že je odvzdušněno a všechny odvzdušňovací a výtokové armatury se těsně uzavřou.
- Pomocí dočerpání vody se vytvoří stanovený přetlak. Obecně lze říci, že hodnota tohoto přetlaku je 1,5 násobek maximálního provozního přetlaku (MOP). Hodnota maximálního provozního přetlaku uvedená v normě pro částí vnitřního vodovodu při běžném provozu je 1000 kPa (10 bar) pro teplou i studenou vodu. Z toho vychází zkušební přetlak 15 bar.
- Zkušební přetlak se nechá působit pod dobu 60-ti minut.
- Po uplynutí 60-ti minut se zaznamená stávající přetlak na manometru a spočítá se úbytek tlaku.
- Potrubí lze považovat za těsné, jestliže maximální povolená hodnota poklesu přetlaku v průběhu zkoušky je 0,2 bar.
- V případě většího poklesu tlaku je nutné najít netěsnosti, zjednat nápravu a zkoušku opakovat.
- O průběhu tlakové zkoušky se zhotoví záznam (Protokol o tlakové zkoušce vnitřního vodovodu), který je přílohou tohoto technického manuálu na straně 22.

Pro tlakovou zkoušku smontovaného potrubí v systému FV AQUA PPR platí podmínky v následující tabulce TAB 23.

TAB 23 - Podmínky tlakové zkoušky potrubí*

1	Napuštění systému vodou	nejdříve 1 hodinu od posledního svařky
2	Natlakování systému vodou	na maximální provozní přetlak (MOP)
3	Ponechání natlakovaného systému v klidu	min. 12 hodin, max. 7 dní
4	Odvzdušnění systému a opětovné dotlakování	min. 15 bar (1,5 MPa)
5	Začátek zkoušky	záznam tlaku na tlakoměru
6	Trvání zkoušky a měření poklesu tlaku	60 minut
7	Ukončení zkoušky po 1 hodině	záznam tlaku na tlakoměru
8	Max. přípustný pokles tlaku na začátku a na konci zkoušky	0,2 bar (0,02 MPa)

Při případných reklamaciích je potřeba reklamované trubky zajistit ze stavby a předložit výrobci tak, aby vždy obsahovaly popis trubky.

Dále je potřebné předložit vyplněný protokol o tlakové zkoušce potrubí.

* Pro dodržení podmínek záruky, akceptujeme i postup tlakové zkoušky dle platné ČSN EN 806-4.

17. Chyby při realizaci potrubních systémů a jejich následky

- Nerespektování tepelné roztažnosti plastů a neprovedení příslušných kompenzací vyvolává enormní vzrůst tahových a tlakových napětí ve stěně trubky a tím, v souvislosti s nepříznivým vzrůstem celkového povrchového napětí, výrazné zkrácení životnosti trubního systému.
- Nesprávné vzdálenosti podpor potrubní trasy. Při zvětšení vzdálenosti mezi podporami dochází k prověšování potrubí a důsledky jsou podobné jako při předcházejícího odstavce.
- Zabetonování trubek v prostupech – trubkám musí být umožněn pohyb z hlediska dilatace, tzn. trubky musí být v prostupech opatřeny izolací nebo tzv. „chráničkami“, a pak teprve zabetonovány.
- Neizolování potrubí SV proti rosení a oteplování a TV a cirkulace proti tepelným ztrátám.
- Nedodržování podmínek při svařování (čistota, klimatické podmínky, teplota, doby nahřívání a ochlazování atd.) způsobuje výrazné snížení kvality svárů, a tím vzniká předpoklad ke vzniku možných i pozdějších netěsností ve spojích.
- Použití přechodky s plastovým závitem vnějším tam, kde délka vnitřního závitu protikusu byla menší než 2/3 délky plastového závitu, možnost vzniku netěsnosti.
- Používání nevhodných těsnících materiálů (konopí lze použít jen pro plastové závity, k těsnění vnějšího nebo vnitřního zastříknutého kovového závitu použijeme pouze teflonovou pásku nebo těsnící tmel).
- Nevhodný způsob utahování přechodky se zastříknutým kovovým závitem do protikusu (např. hasákem nebo „sikovkami“), takže dojde k odtržení její plastové části od kovového zástříku.
- Nedostatečné provádění tlakových zkoušek může mít za následek, že nedojde k včasnému odhalení nekvalitních spojů a eventuálních netěsností systému).
- Nevhodné podmínky při skladování a dopravě.
- Nezajištění dostatečné tlakové a teplotní regulace z hlediska přehřátí a přetlakování vody v systému TV vede k překročení maximálních přípustných parametrů plastového materiálu, a tím k jeho degradaci a následně havárii systému.

18. Tlakové ztráty třením

Tabulky tlakových ztrát třením v potrubí v kPa/m, podle ČSN 75 5455 jsou v samostatném dokumentu Tlakové ztráty v potrubí.



... víc než trubky

PROTOKOL

o tlakové zkoušce potrubí vnitřního rozvodu

1. Identifikační údaje:

Stavba / objekt:

Místo stavby:

Označení zkoušené části vodovodu:

Popis instalace:

Stavebník / objednatel:

Zhotovitel /dodavatel:

Odpovědný pracovník zhotovitele:

2. Informace o prohlídce potrubí

Před tlakovou zkouškou potrubí proběhla prohlídka potrubí a veškeré zjištěné závady byly odstraněny. Při prohlídce musí být potrubí a armatury nezakryté (např. v instalačních šachtách nebo drážkách). Potrubí smí být při prohlídce uloženo v ochranných trubkách. Při prohlídce musí být potrubí bez izolace, kromě návlekové izolace trubek.

3. Informace o průběhu tlakové zkoušky:

Datum tlakové zkoušky potrubí	
Tlakoměr - typ, výrobní číslo použitého tlakoměru	
Zkušební látka	Pitná voda
Nejvyšší provozní přetlak (MOP)	MPa
Zkušební přetlak	MPa
Datum a čas napuštění potrubí vodou před zkouškou	
Datum a čas začátku zkoušky	
Přetlak na začátku zkoušky (zkušební přetlak)	kPa
Přetlak na konci zkoušky	kPa
Celková doba trvání zkoušky	min

Výsledek tlakové zkoušky potrubí:

VYHOVUJE - NEVYHOVUJE*





































Tento protokol byl přečten, odsouhlasen a podepsán. Místo a datum:

Investor: Podpis:.....

Realizační firma: Podpis:.....

19. Místní odpory ve tvarovkách

TAB 24 - Hodnoty součinitele místního odporu

Tvarovka	Místní odpor	Hodnota součinitele místních ztrát ξ [Pa · s ² · m ²]
		nátrubek (spojka) 0.2
		redukce o 2 dimenze 0,6 redukce o 3 dimenze 0,9
		koleno 90° 1.5
		koleno 90° s kovovým závitem 1.6
		koleno 45° 0.6
		oblouk 90° 1.5
		oblouk 90° 4.7
		T - kus průchod - jednoznačný 1.5
		T - kus - jednoznačný 1.15
		T - kus odbočka - redukovaný 4.8
		T - kus odbočka - redukovaný 3.7
		přechodka plast - kov 0.6
		přechodka s redukcí vnější 0.9
		přechodka s redukcí vnitřní 0.6
		koleno 90° s vnitřním závitem redukované 2.2
		rozebíratelný spoj 1.5
		přechodka redukovaná s převlečenou maticí 8.3
		křížení 0.8

20. Chemická odolnost materiálu PPR a PP-RCT

Pro ověření chemické odolnosti materiálu vůči různým kapalinám, kontaktujte prosím, technické oddělení FV-Plast.

21. Certifikáty*





* Certifikáty jsou ke stažení na našich webových stránkách: www.fv-plast.cz/ ke stažení



FV - Plast, a.s.

Kozovazská 1049/3	T: +420 326 706 711
250 88 Čelákovice	F: +420 326 706 721
Česká Republika	@: fv-plast@fv-plast.cz

WWW.FV-PLAST.CZ