

# Technický manuál

FV-Plast, a.s.



Tento materiál si klade za cíl poskytnout základní informace o výhodách použití plastových materiálů pro vnitřní rozvody vody, seznámit se zásadami práce s nimi a upozornit na odlišnosti systému FV-plast. Nenahrazuje proto příslušné odborné školení.

**Podrobné informace o uvedené problematice jsou součástí odborných kvalifikačních kurzů, které jsou předpokladem pro získání příslušného svářečského průkazu.**

Firma FV-plast spolupracuje s Českou svářečskou společností ANB, která zabezpečuje na území ČR funkci Autorizovaného národního orgánu přes problematiku svařování. Zkoušky svářečů plastů zabezpečuje akreditovaný certifikační orgán č. 3035 UNO Praha podle ČSN EN 45013.

1. ÚVOD	3
2. DOPORUČENÉ POUŽITÍ JEDNOTLIVÝCH TYPŮ MATERIÁLŮ	3
<i>Tab. 1: Hodnoty provozních podmínek a odpovídajících hodnot životnosti</i>	
<i>potrubních systémů z polypropylenů (typ 1, typ 3)</i>	3
3. REALIZACE POTRUBNÍCH TRAS	3
3 - 1. Způsoby uchycení potrubí	4
3 - 2. Průchod plastového potrubí zdí	5
3 - 3. Délková roztažnost a smrštění plastového potrubí	6
3 - 3 - 1. Klasický způsob kompenzace plastového potrubí	6
3 - 3 - 1 - 1. Výpočet kompenzace	6
3 - 3 - 1 - 2. Konstrukce kompenzátorů	7
3 - 3 - 2. Kompenzace plastového potrubí způsobem FV-plast	8
3 - 3 - 2 - 1. Ležaté potrubí	8
3 - 3 - 2 - 2. Stoupací potrubí	8
3 - 3 - 3. Kompenzace plastového potrubí pod omítkou	9
4. PŘIPOJOVACÍ POTRUBÍ	9
5. KOMBINACE MATERIÁLŮ	9
6. TEPLoty REALIZACE	9
7. OHÝBÁNÍ TRUBEK	9
8. MONTÁŽ PŘECHODEK S VNĚJŠÍMI NEBO VNITŘNÍMI ZÁVITY	9
8 - 1. Postup montáže	10
8 - 1 - 1. Přechodka s plastovým závitem vnějším	10
8 - 1 - 2. Přechodka se zastríknutým kovovým závitem vnějším nebo vnitřním	10
8 - 2. Rozebíratelné spoje	11
9. IZOLACE PLASTOVÉHO POTRUBÍ	11
9 - 1. Aplikace izolačních návlekových trubíc	12
9 - 2. Izolace rozvodů studené vody	12
9 - 3. Izolace rozvodů teplé užitkové vody	13
10. METODY SPOJOVÁNÍ PLASTOVÝCH POTRUBNÍCH MATERIÁLŮ	13
10 - 1. Spojování mechanickými spojkami	13
10 - 2. Svařování	13
10 - 2 - 1. Svařování polyfúzí	13
10 - 2 - 1 - 1. Potřebné nářadí	13
10 - 2 - 1 - 1 - 1. Polyfúzní svářečka a nástavce	13
10 - 2 - 1 - 1 - 2. Ořezávač trubek FV-STABI	14
10 - 2 - 1 - 2. Pracovní postup	14
10 - 2 - 1 - 2 - 1. Ukázky chybných svarů	16
10 - 2 - 2. Svařování na tupo	18
11. SKLADOVÁNÍ A DOPRAVA	18
12. NAVRHOVÁNÍ POTRUBÍ	18
12 - 1. Porovnání požadovaného vnitřního průřezu potrubí materiálů používaných pro vnitřní rozvody vody	19
12 - 2. Výpočet hydraulických ztrát	19
12 - 2 - 1. Klasický výpočet hydraulických ztrát	20
<i>Tab. 10: Hodnoty odporového součinitele <math>\zeta</math> pro některé tvarovky</i>	20
<i>Tab. 11 - 13: Hodnoty délkové tlakové ztráty R a rychlosti proudění v potrubí z PP</i>	
<i>tlakové řady PN 10</i>	21
<i>tlakové řady PN 16</i>	23
<i>tlakové řady PN 20</i>	24
12 - 2 - 2. Výpočet hydraulických ztrát a optimalizace potrubního rozvodu pomocí počítače	26
13. TLAKOVÁ ZKOUŠKA	26
14. CHYBY PŘI REALIZACI POTRUBNÍCH SYSTÉMŮ A JEJICH NÁSLEDKY	27

## 1. ÚVOD

Polypropylenové potrubní systémy jsou v současné době nejpoužívanějším materiálem pro rozvody pitné a teplé užitkové vody v české republice. Jejich největší výhodou je nízká cena, snadná montáž, ucelenost systému od 16 do 110 mm, dlouholetá životnost, zdravotní nezávadnost.

Další výhodou je i menší světlost potrubí ve srovnání s ostatními kovovými materiály při stejném průtoku. Polypropylenové potrubní systémy se mohou používat i pro rozvody ústředního vytápění a podlahového topení, kde je ovšem snížena trvalá maximální teplota topného média na 60 °C (ve špičce 80 °C), dále pak mají potrubí z PP široké využití v průmyslových rozvodech (nestlačitelných médií), kde se uplatňuje jejich přednost ve značné netečnosti vůči různým chemikáliím.

### UPOZORNĚNÍ

Dimenzování potrubí musí provádět odborný projektant a součástí projektu je i výpočet životnosti potrubí. Vzhledem k provozním podmínkám a použité tlakové řadě (různé tloušťky stěn trubek). Při výpočtu životnosti se vychází z ČSN EN 1778.

Montáž musí provádět osoba odborně způsobilá (se svářečským dokladem vydaným autorizovanou národní osobou, kterou je v české republice česká svářečská společnost ANB) v použití vhodného svařovacího zařízení a doporučeného nářadí.

Uložení potrubí ve stavebních konstrukcích i mimo ně musí odpovídat podmínkám, které jsou dále popsány v těchto montážních pravidlech.

Zkoušky svarových spojů se provádějí podle ČSN EN 12 814 d 1-8 a vizuální kontrola svarových spojů se provádí podle ČSN EN 13100. Povolené odchylky jsou uvedeny v těchto pravidlech.

Pro montáže domovních rozvodů nabízí FV-plast trubní materiál ze statického (random) kopolymeru polypropylenu (PP-typ 3, PPR) v šedé barvě v průměrech 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90 a 110 mm. Trubky z PP-typ 3 jsou vyráběny v tlakových řadách PN 20, 16 a 10. Trubky STABI (jedná se o mechanicky stabilizovanou trubku pomocí hliníkové fólie, která slučuje vlastnosti kovového a klasického celoplastového potrubí a výrazně tak, při zachování všech jeho nesporných výhod, zlepšuje mechanické vlastnosti plastového potrubí) jsou vyráběny v tlakové řadě PN 20 (s menší tloušťkou stěny odpovídající tlakové řadě PN 16 – důsledkem je vyšší světlost a průtočnost potrubí) a tvarovky v tlak. řadě PN 20.

## 2. DOPORUČENÉ POUŽITÍ MATERIÁLU PP-typ 3:

- tlak. řada PN 10
  - studená voda do 20 °C
  - podlahové vytápění do 45 °C
- tlak. řada PN 16
  - studená voda do 20 °C
  - teplá voda do 60 °C
- tlak. řada PN 20
  - teplá voda do 60 °C
  - ústřední vytápění až do 80 °C – každý projekt je nutno individuálně posoudit z hlediska životnosti v závislosti na napětí ve stěně trubky

Obecně platí, že hodnota tlakové řady (PN 10, PN 16, PN 20) vyjadřuje tímto tloušťku stěny trubky pro výpočet napětí ve stěně, tlakové odolnosti potrubí a životnosti potrubí při odlišných podmínkách (viz tab. 1). Důležité je připomenout, že max. provozní tlak v budovách na studené vodě (do 20 °C) je 10 bar a na teplé užitkové vodě 7,5 bar při max. teplotě 60 °C.

Potrubí je konstruováno na předpokládanou životnost 50 let s tím, že pro studenou vodu je vhodné použít minimálně tlakovou řadu PN 16 a pro teplou užitkovou vodu potrubí PN 20.

Při použití nižších tlakových řad nebo při jiných provozních podmínkách, či pro jiná média než je čistá voda, je nutné ověřit životnost potrubí výpočtem podle ČSN EN 1778.

**Proto je třeba vždy vzít v úvahu všechny skutečnosti, výsledek je pak kompromisem mezi těmito požadavky: požadovaná životnost, předpokládané tlakové a teplotní zatížení (tlaková řada), požadovaný průtok vody a pořizovací cena materiálu.**

Informativní hodnoty maximálních přípustných provozních tlaků v závislosti na teplotě dopravovaného média a předpokládané životnosti potrubí pro PP-typ 3 jsou uvedeny v tab. č. 1.

## 3. REALIZACE POTRUBNÍCH TRAS

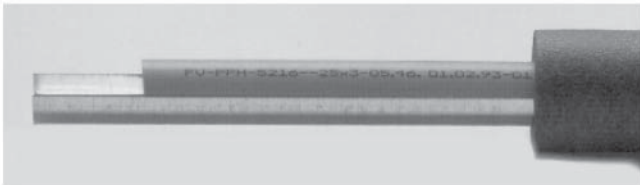
Při praktické realizaci plastových potrubních tras je nutné mít na zřeteli, že plasty mají ve srovnání s ocelovým potrubím výrazně odlišné hodnoty mechanicko-fyzikálních vlastností.

Těmito vlastnostem musí být přizpůsobeno provedení a uložení potrubí tak, aby byla vyloučena možnost poruchy či havárie trasy a tím i ohrožení zdraví či dokonce života lidí. Zejména se jedná o následující okruh technických řešení:

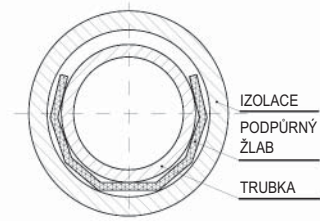
- vzdálenosti podpor a různé způsoby uchycení potrubí
- délková roztažnost a smršnění a jejich kompenzace
- přechody plast – kov
- vzájemná kombinace materiálů, apod.

Vzhledem k tomu, že plastové potrubí není samonosné, je třeba jej, oproti ocelovému potrubí, buď zpevnit nebo častěji podepřít.

**Firma FV-plast dodává ocelové pozinkované žlaby, které se nasouvají na potrubí pod jeho izolaci (viz obr. č. 1, 2). Celá tato stavba se zachycuje prostřednictvím kluzných nebo pevných objímek (viz kap. 3 – 1 „Způsoby uchycení potrubí“). Trubky jsou opticky rovné (nepropadají se). V místech vybočení potrubí je však nutno žlab zkrátit tak, aby nedošlo k poškození potrubí vlivem teplotní dilatace.**



Obr. 1. Příklad použití podpůrného žlabu v kombinaci s izolací z pěněného PE



Obr. 2. Řez sestavou uvedenou na obr. 1

Teplota (°C)	Provozní podmínky PP typu 3 dle ISO DIS 12162				Teplota (°C)	Provozní podmínky PP typu 3 dle ISO DIS 12162			
	provozní doba (roky)	PN 10	PN 16	PN 20		provozní doba (roky)	PN 10	PN 16	PN 20
10	připustný provozní přetlak (bar)				50	připustný provozní přetlak (bar)			
	1	21,1	33,2	41,4		1	11,0	17,3	21,6
	5	19,9	31,3	39,1		5	10,2	16,1	20,1
	10	19,4	30,5	38,1		10	9,9	15,6	19,5
	25	18,7	29,5	36,8		25	9,5	15,0	18,8
	50	18,3	28,7	35,9		50	9,3	14,6	18,2
20	100	17,9	28,3	35,5	60	1	9,3	14,6	18,2
	1	18	28,3	35,3		5	8,6	13,6	16,9
	5	16,9	26,6	33,2		10	8,3	13,1	16,4
	10	16,5	25,9	32,3		25	8,0	12,6	15,8
	25	15,9	25,0	31,2		50	7,8	12,2	15,3
	50	15,5	24,3	30,4	70	1	7,8	12,3	15,3
100	15,1	23,7	29,6	5		7,2	11,4	14,2	
30	1	15,3	24,1	30,1		10	7,0	11,0	13,8
	5	14,3	22,6	28,2		25	6,1	9,6	12,0
	10	14,0	22,0	27,4	30	5,2	8,1	10,1	
	25	13,5	21,2	26,4	80	1	6,5	10,3	12,8
	50	13,1	20,6	25,7		5	6,0	9,5	11,9
40	1	13	20,4	25,5		10	4,9	7,7	9,6
	5	12,1	19,1	23,9	25	3,9	6,2	7,7	
	10	11,8	18,6	23,2	95	1	4,6	7,3	9,1
	25	11,4	17,9	22,3		5	3,1	4,9	6,2
50	11,0	17,4	21,7	10	2,7	4,2	5,2		

tab. 1: Informativní hodnoty provozních podmínek a odpovídajících hodnot životnosti potrubních systémů z PP typ 3 vyráběných firmou FV-plast. Koeficient bezpečnosti  $k=1,25$

V případě, že nevyužijete tohoto výhodného řešení, je nutno plastové potrubí řádně podepřít. Vzdálenosti podpor potrubí z PP řeší tabulky č. 2 a 3. Uvedené vzdálenosti platí pro vodorovně uložené potrubí. Pro svislé vedení potrubí lze vzdálenosti prodloužit cca o 30 %.

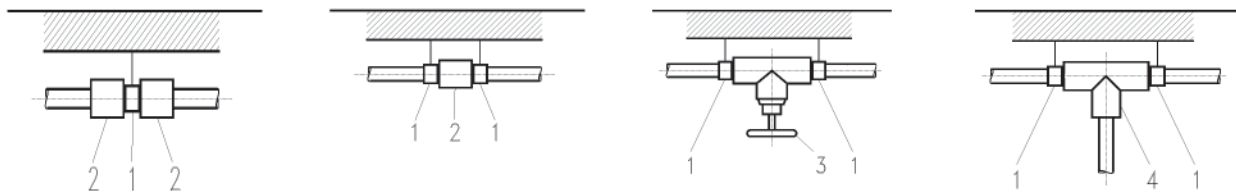
Ø potrubí (mm)	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110
Maximální vzdálenost podpor (cm)	110	120	140	145	150	155	165	170	190	205

tab. 2: Hodnoty vzdáleností podpor potrubí STABI

### 3 – 1. Způsoby uchycení potrubí

Z hlediska uchycení potrubí rozeznáváme 2 typy podpor:

- a) **pevný bod** (obr. 3) je takové uchycení, kde potrubí nemá možnost dilatovat, tzn. v místě podpory se pohybovat v ose potrubí (prokluzovat). Pevný bod může být realizován např. v ohybu potrubí nebo v místě osazení potrubní armatury či vodoměru, případně v místě odbočky. Nejjednodušší pevný bod lze vytvořit pomocí nátrubků (spojky) a objímek.



1 – objímka 2 – nátrubek 3 – kohout 4 – T-kus

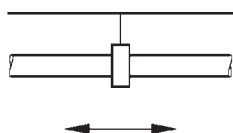
obr. 3: Příklad vytvoření pevných bodů pomocí tvarovek a objímek:

- b) **kluzné uložení** je způsob uchycení, kde je potrubí zabráněno vybočit z osy trasy, avšak není mu bráněno v osovém dilatačním pohybu (protahování, smršťování). Typickým příkladem je tzv. volná objímka (obr. 4).

Tlaková řada	Ø potrubí (mm)	Vzdálenost podpor 1 (cm) při teplotě dopravovaného média					
		20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	80 °C
PN 20	16	90	85	85	80	80	65
	20	95	90	85	85	80	70
	25	100	100	100	95	90	85
	32	120	115	115	110	100	90
	40	130	130	125	120	115	100
	50	150	150	140	130	125	110
	63	170	160	155	150	145	125
	75	185	180	175	160	155	140
	90	200	200	185	180	175	150
	110	220	215	210	195	190	165
PN 16	16	80	75	75	70	70	60
	20	90	80	80	80	70	65
	25	95	95	95	90	80	75
	32	110	105	105	100	95	80
	40	120	120	115	110	105	95
	50	135	130	125	120	115	100
	63	155	150	145	135	130	115
	75	170	165	160	150	145	125
	90	180	180	170	165	160	135
	110	200	195	190	180	175	155
PN 10	16	75	70	70	65	65	55
	20	80	75	70	70	65	60
	25	85	85	85	80	75	70
	32	100	95	95	90	85	75
	40	110	110	105	100	95	85
	50	125	120	115	110	105	90
	63	140	135	130	125	120	105
	75	155	150	145	135	130	115
	90	165	165	155	150	154	125
	110	185	180	175	165	160	140

tab. 3: Hodnoty vzdáleností podpor potrubí z PP typu 3 v závislosti na teplotě dopravovaného média

tab. 3: Hodnoty vzdáleností podpor potrubí z PP typu 3 v závislosti na teplotě dopravovaného média



Jako velice výhodné řešení se ukazuje využití žlabů FV-plast (viz obr. 1, 2).

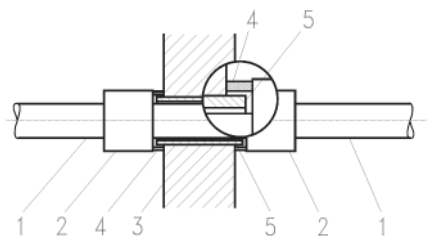
Dá se říci, že správné rozmístění pevných bodů a kluzných uložení je do značné míry věcí pochopení a citu pro chování plastových potrubí v jednotlivých částech trubního rozvodu. Zjednodušeně lze říci, že pevnými body by měly být fixovány všechny armatury (potrubní a výtokové), místa odbočení nižších průměrů (menší průměr o 2-3 dimenze), apod.

obr. 4: kluzné uložení – tzv. volná objímka

### 3 – 2. Průchod plastového potrubí zdí

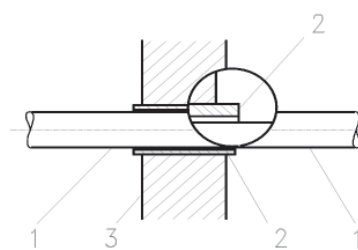
Plastové potrubí při průchodu zdí je nutno chránit před mechanickým poškozením. Z hlediska vedení potrubí zdí pak opět rozeznáváme 2 typy průchodů:

- a) **pevný bod** (obr. 5) je takový průchod zdí, kde potrubí nemá možnost dilatovat, tzn. v místě průchodu se pohybovat v ose potrubí (prokluzovat). Je realizován obdobně jako klasický pevný bod pomocí tvarovek (nátrubků), vymezevacích kroužků a „chráničky“ (obvykle trubka z PVC nebo rPE)



- 1 – trubka 2 - nátrubek 3 - zeď  
4 - vymezevací kroužek 5 - „chránička“

obr. 5: průchod zdí – pevný bod



- 1 - trubka 2 - „chránička“ 3 - zeď

obr. 6: průchod zdí – kluzné uložení

- b) **kluzné uložení** (obr. 6) je takový průchod zdí, kde potrubí má možnost dilatovat, tzn. v místě průchodu se pohybovat v ose potrubí (prokluzovat) a je přitom chráněno proti mechanickému poškození oděrem.

### 3 – 3. Délková roztažnost a smrštění plastového potrubí

Rozdíl teplot při montáži potrubí a potom při provozu, kdy je v potrubí dopravováno médium s odlišnou teplotou než byla teplota při montáži, způsobuje délkové změny – buď prodloužení nebo zkrácení – u všech materiálových variant. U plastů jsou tyto změny mnohonásobně větší než u klasického ocelového potrubí. Celkové **zkrácení** nebo **prodloužení** materiálu (potrubí)  $\Delta l$  závisí na koeficientu tepelné roztažnosti  $\alpha_t$  [ $\text{mm} \cdot \text{m}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ ] daného materiálu (koeficient tepelné roztažnosti oceli  $\alpha_t = 0,012$ ; PP  $\alpha_t = 0,15$ ; PP-STABI  $\alpha_t = 0,05$ ; PE  $\alpha_t = 0,2$  a PVC  $\alpha_t = 0,08$ ), výpočtové délce potrubí  $L$  [m] a rozdílu teplot  $\Delta t$  [ $^\circ\text{C}$ ] ( $\Delta l = \alpha_t \cdot L \cdot \Delta t$  [mm]). Prakticky to znamená, zahřejeme-li či ochladíme 1 m potrubí o  $10^\circ\text{C}$ , změní se jeho délka u oceli o 0,12 mm, u PP o 1,5 mm, u trubek FV-STABI o 0,5 mm, u PE o 2 mm a u PVC o 0,8 mm.

#### POZOR:

Upozorňujeme zejména na **zkrácení potrubí (viz PŘ. 2) vlivem napuštění studené vody do systému**. Toto zkrácení může způsobit destrukci celé trasy, pokud s ním není při provádění prací či přímo v projektu uvažováno. Zde je vhodné použití kompenzační smyčky nebo zvolnění potrubí při montáži.

Pro větší názornost uvádíme dva příklady:

**Př. 1:** prodloužení potrubí z PP-typu 3, délky (vzdálenosti 2 pevných bodů) 8 m, při rozdílu teplot  $46^\circ\text{C}$  (teplota studené vody  $14^\circ\text{C}$ , teplota TUV  $60^\circ\text{C}$ ).

Řešení:  $\Delta l = \alpha_t \cdot L \cdot \Delta t = 0,15 \cdot 8 \cdot (60 - 14) = 55,2$  mm (prodloužení)

**Př. 2:** zkrácení potrubí z PE délky 20 m při rozdílu teplot  $16^\circ\text{C}$  (teplota při montáži  $24^\circ\text{C}$ , teplota SV  $8^\circ\text{C}$ ).

Řešení:  $\Delta l = \alpha_t \cdot L \cdot \Delta t = 0,2 \cdot 20 \cdot (8 - 24) = -64$  mm (zkrácení)

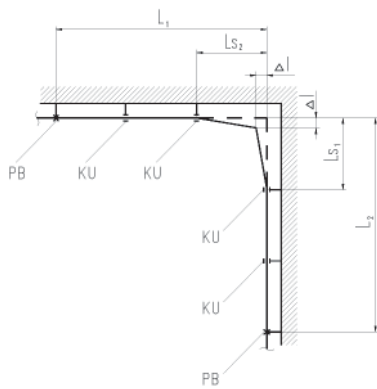
Jak vidíme, jedná se o značné hodnoty.

### 3 - 3 - 1. Klasický způsob kompenzace plastového potrubí

#### 3 – 3 - 1 - 1. Výpočet kompenzace

Pokud nejsou délkové změny na potrubí vhodným způsobem kompenzovány, tzn. pokud mu není umožněno prodloužovat se a smršťovat, koncentrují se ve stěnách trubek přídavná tahová a tlaková napětí, která výrazně zkracují životnost potrubí a mohou vést, při hrubém nerespektování této skutečnosti, především při zkracování potrubí, až k destrukci systému.

Vhodný způsob kompenzace je ten, při kterém se potrubí 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 tahová a tlaková napětí ve stěně trubky – viz obr. 7 a 8.

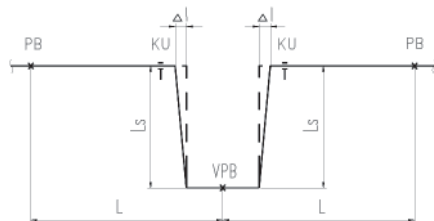


Kompenzační délka  $L_S$  závisí na poměrném prodloužení či zkrácení trasy  $\Delta l$ , materiálu a průměru potrubí. Určíme ji pomocí grafů takto (pro názornost použijeme hodnot z příkladu PŘ. 1 – viz kapitola 3 - 3):

Nejprve stanovíme poměrné prodloužení  $\Delta l$  [mm] v závislosti na délce potrubí  $L$  [m] (vzdálenost 2 pevných bodů) a rozdílu teplot  $\Delta t$  [ $^\circ\text{C}$ ] pomocí grafu č. 1.

PB – pevný bod  
KU – kluzné uložení  
 $L$  – výpočtová délka potrubí  
 $L_S$  – volná délka pro kompenzaci  
 $\Delta l$  – vypočtené prodloužení potrubí

obr. 7: kompenzace potrubí pro rozvod teplé vody v ohybu potrubní trasy

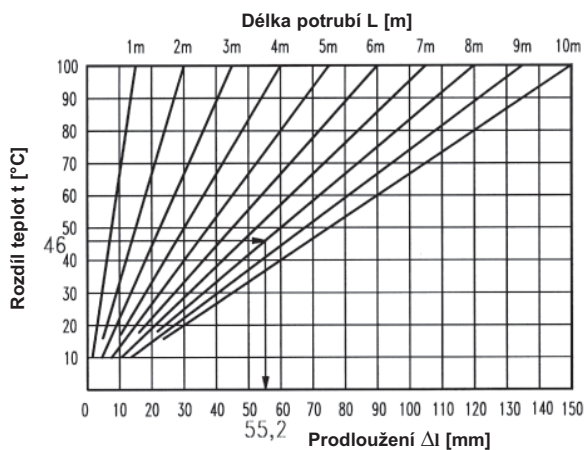


PB – pevný bod  
KU – kluzné uložení  
VPB – pevný bod vyložení  
 $L$  – výpočtová délka potrubí  
 $L_S$  – volná délka pro kompenzaci  
 $\Delta l$  – vypočtené prodloužení potrubí

obr. 8: vytvoření U-kompenzátoru pro rozvod teplé vody na rovném úseku potrubí

Takto získanou hodnotu použijeme ke konečnému stanovení volné délky pro kompenzaci  $L_S$  [mm], která dále závisí na materiálové konstantě  $k$  (pro polypropyleny  $k = 30$ ) a vnějším průměru potrubí  $d$  [mm] ( $L_S = k \cdot (d \cdot \Delta l)^{1/2}$ ) výpočtem nebo pomocí diagramu č. 2.

Volná délka pro kompenzaci  $L_S$  se rozumí bez jakýchkoliv podpor či závěsů uvnitř této délky a neměla by překročit maximální vzdálenosti podpor (viz tab. 3) v závislosti na materiálu a průměru potrubí.



graf č. 1: Prodloužení potrubí  $\Delta l$  z polypropylenu v závislosti na rozdílu teplot  $\Delta t$  dopravovaného média a délce potrubí  $L$ .

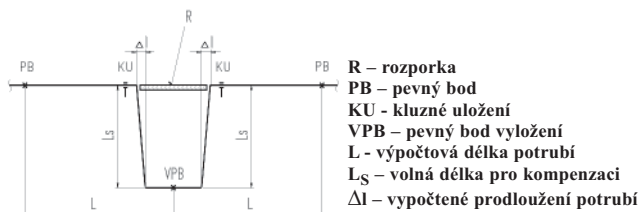
### 3 – 3 – 1 – 2. Konstrukce kompenzátorů

Při vytváření kompenzátorů je nutno vzít v úvahu, zda se bude potrubí při provozu prodlužovat (rozvody teplé užitkové vody nebo topení) nebo zkracovat (montáž rozvodů studené vody při vysoké okolní teplotě – viz Př. 2, kap. 3 - 3).

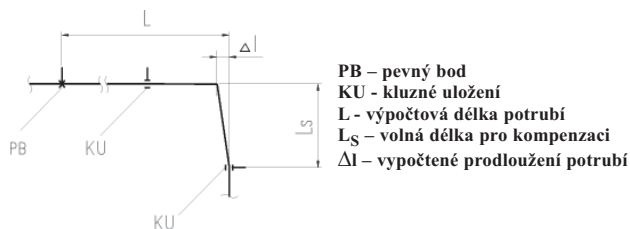
**Nebezpečnější proces je zkrácení potrubí**, protože při prodloužení má potrubí obvykle možnost se „vyvlnit“ (viz obr. 16), kdežto při zkrácení potrubí v něm vznikají nebezpečná, v úvodu zmíněná přídavná tahová napětí.

Pro případ **prodloužení potrubí**, musíme v potrubí vytvořit dostatečné předpětí. Mechanické vlastnosti plastového potrubí totiž umožňují stlačení kompenzátoru pouze v omezené míře (to se týká především smyčkových kompenzátorů). Proto je třeba docílit, aby kompenzátor prodlužující se potrubí napínal.

Nejsnáze toho dosáhneme napružením ramen U-kompenzátoru vhodně dimenzovanou rozporkou (viz obr. 9) před jeho zavařením do potrubí. Obdobně postupujeme při kompenzaci prodloužení potrubí napružením části potrubí v ohybu trasy (viz obr. 10).

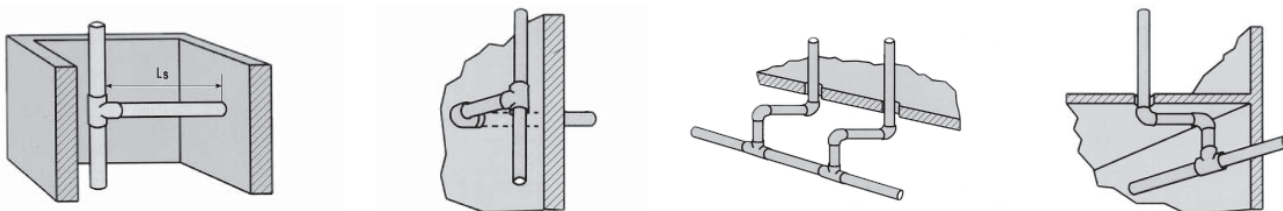


obr. 9: vytvoření předpětí v potrubí pro rozvod teplé vody pomocí U-kompenzátoru



obr. 10: vytvoření předpětí v potrubí pro rozvod teplé vody ohybu potrubní trasy

Při montáži plastového potrubí z hlediska kompenzace jeho délkové roztlačnosti platí obecně, čím více kolmých ohybů v trase, tím lépe (viz obr. 11).



obr. 11: Ukázky různých způsobů kompenzace délkové roztlačnosti plastového potrubí v praxi

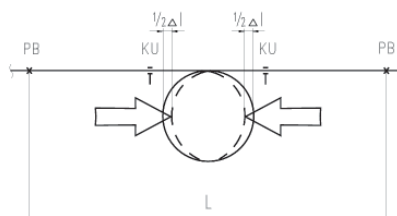
### POZNÁMKA

Ke kompenzaci potrubí do  $\varnothing 40$  mm se též používají **smyčkové kompenzátoru**. Firma FV-plast však jejich aplikaci, na základě vlastních praktických zkušeností, pro kompenzaci rozvodu TUV nedoporučuje. Přesto je má, vzhledem k poptávce, ve svém prodejním sortimentu. Maximální hodnoty  $L_S$ , které by měla přenést kompenzační smyčka udává následující tabulka. Přitom i zde je potřeba vytvořit pro rozvody teplé vody dostatečné předpětí v potrubí přiměřeným stlačením kompenzátoru před jeho zavařením do potrubí (viz obr. 12).



$\Delta l$ (mm)	$\varnothing$ (mm)
80	20
65-70	25
55	32
45	40

tab. 4: Maximální hodnoty  $\Delta l$ , které by měla přenést kompenzační smyčka



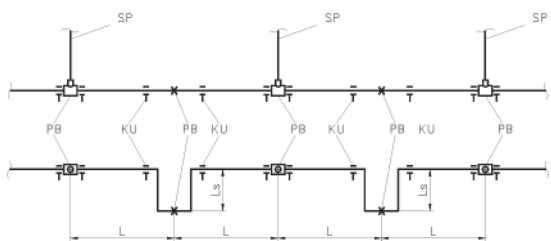
obr. 12: vytvoření předpětí v potrubí pro rozvod teplé vody pomocí kompenzační smyčky

### 3 – 3 – 2. Kompenzace plastového potrubí způsobem FV-plast

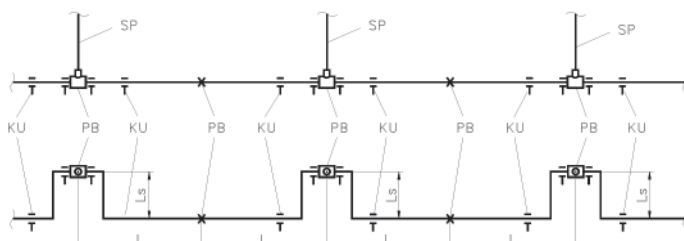
Firma FV-plast vyvinula na základě dlouhodobých praktických zkušeností vlastní jednoduchý způsob kompenzací, který vychází z výše uvedených obecných zásad a přitom respektuje specifické potřeby montáže vnitřních rozvodů, především ve výškových budovách.

#### 3 – 3 – 2 – 1. Ležaté potrubí

Při klasické montáži jsou kompenzace umístěny kolmo na směr trubní trasy mezi dvěma pevnými body, tzn. mezi odbočkami stoupacího potrubí. Toto řešení je, vzhledem k umístění kompenzačních smyček, prostorově náročné (viz obr. 13).



obr. 13: Klasický způsob kompenzace ležatého potrubí



obr. 14: Kompenzace ležatého potrubí způsobem FV-plast

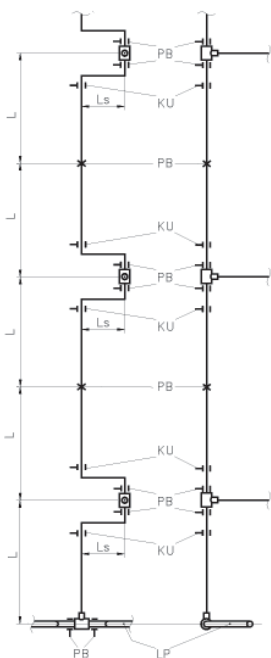
Způsob FV-plast vytváří kompenzace přímo u odboček stoupacích potrubí (viz obr. 14). Vedení potrubí je mezi těmito body přímé a vzhledem k obvyklým vzdálenostem stoupacích potrubí nevyžaduje, při použití ocelových pozinkovaných žlabů FV-plast, uchycení mezi jednotlivými odbočkami, tím vyhovuje nejen z prostorového, ale i z estetického hlediska.

#### 3 – 3 – 2 – 2. Stoupací potrubí

Způsob FV-plast lze s výhodou použít i při montáži stoupacího potrubí. Oproti ležatému potrubí je však nutné, aby bylo **mezi jednotlivými podlažími vždy pevně uchyceno nepohyblivým spojem (pevným bodem)**.

Pokud nepoužijeme ocelových pozinkovaných žlabů FV-plast, platí pro vzdálenosti uchycování stoupacích potrubí, že lze zvětšit maximální vzdálenosti podpor udané v tabulce č. 3 pro vodorovná potrubí koeficientem 1,3.

Kompenzace se vytváří přímo u odboček do jednotlivých bytů (viz obr. 15).

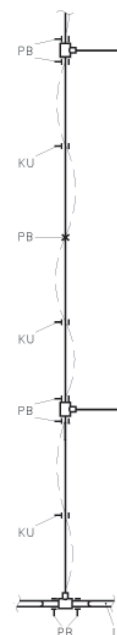


**Symbole:**  
 PB – pevný bod  
 KU - kluzné uložení  
 L<sub>S</sub> – volná délka pro kompenzaci

< obr. 15: Kompenzace stoupacího potrubí způsobem FV-plast

obr. 16: Ukázka nekompenzovaného stoupacího potrubí před a po zahřátí >

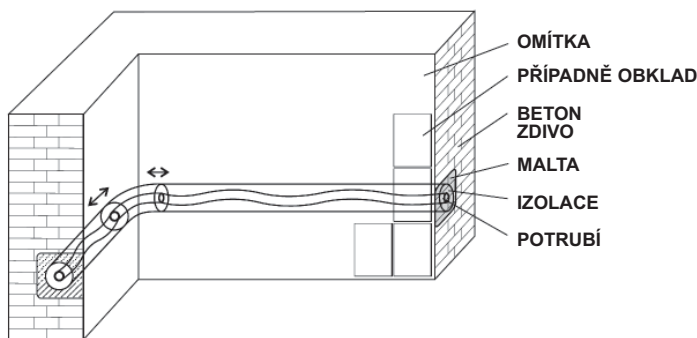
Při použití kompenzací způsobem FV-plast je u standardních staveb zajištěna dostatečná kompenzace bez složitých výpočtů, a protože není třeba vytvářet kompenzační smyčky, i minimální pracnost a nižší spotřeba materiálu (především kolínek).



### 3 – 3 – 3. Kompensace plastového potrubí pod omítkou

Při vedení plastového potrubí pod omítkou, se vychází ze stejných předpokladů, jako při vedení potrubí v kanále. Je třeba vytvořit dostatečný prostor pro pohyb potrubí a současně zabránit mechanickému poškození potrubí oděrem. Jako nejvhodnější se ukazuje použití izolace potrubí z pěnového PE nebo mikrokomůrkové pryže dostatečné tloušťky stěny.

Kompensace délkové roztažnosti potrubí pak probíhá v lomových bodech a zvlněním potrubí v přímé trase.



obr. 17: Kompensace plastového potrubí pod omítkou

#### POZOR

Izolaci je nutné opatřit i veškeré tvarovky a nikoli pouze trubky

#### ZÁVĚREČNÁ POZNÁMKA

Kompensace délkové roztažnosti plastového potrubí je **nezbytná v případě, kdy se očekává jeho zkracování** v průběhu provozu, tj. při montáži rozvodů studené vody při vysokých okolních teplotách (např. montáž v létě – viz Př. 2, kap. 3 – 3), kdy je vhodné použít např. smyčkový kompenzátor (viz tab. 4).

Kompensace délkové roztažnosti plastového potrubí v případě, kdy se očekává jeho prodloužení v průběhu

provozu a kdy má potrubí prostor na „vyvlnění“ (např. při jeho vedení v plastových žlabech), je nutná pouze z estetického hlediska (viz obr. 16). Pokud má být taková kompensace účinná, je třeba v potrubí vytvořit dostatečné předpětí tak, aby kompenzátor prodlužující se potrubí napínal (viz kap. 3 - 3 - 1 - 2).

## 4. PŘIPOJOVACÍ POTRUBÍ

Připojovací potrubí v bytech se obvykle provádí z trubek průměru 20 mm. Potrubí vedené v zazděné drážce ve stěně musí být důkladně izolováno. Tato izolace, kromě zamezení tepelných ztrát (rozvody teplé vody) a orosení potrubí (rozvody studené vody), ochraňuje potrubí před mechanickým poškozením a umožňuje dilataci potrubí.

**POZOR:** Rozhodně se nedoporučuje izolovat pouze jednou vrstvou plstěných pásů, které nemají dostatečnou stlačitelnost pro vymezení dilatace potrubí ve stavebních konstrukcích.

Před zazděním je nutno potrubí důkladně v drážce ukotvit! (přichytky, zasádování, připevnění nástěnky vruty apod.)

## 5. KOMBINACE MATERIÁLŮ

Kombinace spojování jednotlivých typů materiálů mechanickými spojkami nebo přechody plast-kov (tzv. „zástříky“ – viz obr. 18, 19 – nebo rozebíratelné spoje – viz obr. 22, 23, 24) je bez problémů, je však třeba důsledně dbát na vhodnost použitých materiálů k danému účelu.

**Při svařování je zakázáno svařovat PP typu 3 s materiály jiných skupin, např. PE, PB apod.**

**Svařitelnost různých plastových materiálů se posuzuje podle třídy svařitelnosti** a bez rizika lze vzájemně svařovat pouze plasty zařazené do stejné třídy svařitelnosti. Třída svařitelnosti materiálu se určuje podle indexu toku granulátu (ITT). Tuto hodnotu musí výrobci granulátu garantovat v dané toleranci, což dokládají materiálovými listy při každé dodávce a tuto hodnotu kontrolujeme i ve vlastní zkušebně. Z těchto důvodů vlastně není rozhodující výrobce granulátu, ale vlastnosti materiálu.

## 6. TEPLoty REALIZACE

Minimální teplota okolí při realizaci potrubních sítí nesmí poklesnout pod +5 °C. Zhotoviteli (dodavateli) stavby se doporučuje dát do smlouvy, že tuto podmínku zajistí objednavatel (odběratel). Minimální teplota +5 °C je dána jednak vlastnostmi plastů a jednak technologií svařování plastů, kdy za nižších teplot dochází k rychlému ochlazení svářecích aparátů.

## 7. OHÝBÁNÍ TRUBEK

Ohýbání trubek za studena se provádí při teplotách vyšších než 15 °C.

Pro ohyby trubek do průměru 32 mm obecně platí, že min. poloměr ohybu je:

$$r = 12 \cdot d \text{ (mm)}$$

## 8. MONTÁŽ PŘECHODEK S VNĚJŠÍMI NEBO VNITŘNÍMI ZÁVITY

Přechodky s vnitřními nebo vnějšími závity slouží k přechodu z plastu na kovový materiál, především k napojení na kovové armatury, výtokové baterie apod.

Firma FV-plast dodává na trh tři druhy těchto přechodků (viz katalog výrobků):

- **přechodky s plastovými vnějšími závity**
- **přechodky se zastříknutými kovovými vnitřními nebo vnějšími závity** (kovové zálsky, tzv. „zástříky“, jsou zhotoveny z poniklované mosazi a jsou opatřeny vnitřními nebo vnějšími válcovými závity).
- **rozebíratelné spoje** (základem je speciální plastová tvarovka, na kterou je nasunut převlečný díl, vyrobený z poniklované mosazi a opatřený vnitřním nebo vnějším válcovým závitem).

Firma FV-plast ručí v plném rozsahu, tj. 10 let, do výše škody 2 000 000 Kč a při deklarované životnosti 50 let, za uvedené druhy přechodků pouze v případě, že budou uplatněny následující zásady a postupy montáže:

## 8 - 1. Postup montáže

### 8 - 1 - 1. Přechodka s plastovým závitem vnějším

- 1) Ověříme si, zda vnitřní závit protikusu je delší než 2/3 plastového závitu přechodky. V opačném případě je nutno použít přechodku se zastříknutým kovovým závitem vnějším.
- 2) Závit tvarovky zdrsíme (např. pilkou na železo) tak, aby po následném obalení závitu konopím, toto na něm neproklouzlo – konopím nešetří, tak aby tvarovka těsnila v závitu předtím, než bude dotažena na celý závit.
- 3) Konopí je nutno namazat tukem (nikoli fermezí, která v podstatě znemožňuje případnou demontáž spoje) – nejlépe se osvědčila indulona.
- 4) Tvarovku našroubujeme do kovového závitu protikusu, přitom neustále sledujeme, zda se při dotahování konopí otáčí stejně se závitem.
- 5) Pokud se konopí přestane točit shodně se závitem, je nutné spoj demontovat a znovu zopakovat úkony bodů 3–5.

### UPOZORNĚNÍ

Přechodku s plastovým závitem vnějším nelze použít tam, kde délka vnitřního závitu protikusu je menší než 2/3 plastového závitu přechodky.

### 8 - 1 - 2. Přechodka se zastříknutým kovovým závitem vnitřním nebo vnějším

Tento typ tvarovky je kombinací kovového závitu s plastovým zakončením, které umožňuje spojení polyfúzním svarem s potrubím z téhož materiálu.

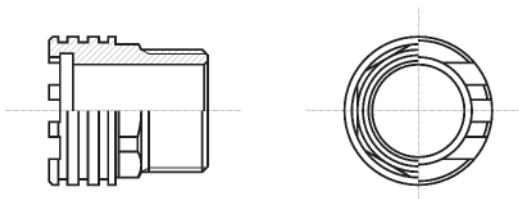
Pevné a těsnící spojení plastu s kovovým (obvykle poniklovaná mosaz) zálskem, tzv. „zástříkem“ (viz obr. 19, 20) je dosaženo jeho vhodným tvarem, tj. kombinací různých drážek, které u menších tvarovek přenášejí i kroutící moment při utahování tvarovky do protikusu.

### POZOR:

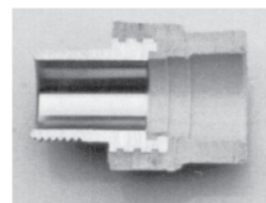
Přechody se zastříkanými kovovými závity se nesmějí používat pro média, která způsobují korozi kovové (niklovaná mosaz) části tvarovky (např. u filtračních systémů chorované vody bazénů ap.), zde firma doporučuje použití celoplastových závitových tvarovek.



obr. 18: Řez přechodkou s plastovým závitem vnějším a zastříknutým mosazným pouzdem



obr. 19: Kovový závit vnější, tzv. „zástřík“



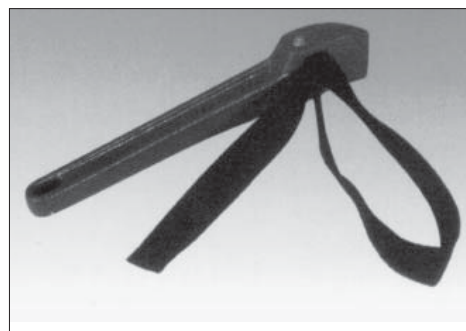
obr. 20: Řez přechodkou s kovovým závitem vnějším

Z uvedeného vyplývá, že i zde je důležitý způsob montáže.

- 1) Je-li použita tvarovka vyrobena jinou firmou než FV-plast (zjistíme podle označení), **ověříme si zda není kovová část (zástřík) zhotovena ze „železa“ – oceli (nejlépe pomocí magnetu). V případě, že přechodka obsahuje „železo“, okamžitě ji vyřadíme!!! Je-li kovová část (zástřík) zhotovena z mosazi, je nutno, z důvodu platnosti záruky FV-plast (10 let do škody 2 mil. Kč), vyžádat si písemný souhlas firmy FV-plast s použitím uvedené přechodky v systému FV-plast (viz bod 3 podmínek záruky FV-plast).**
- 2) Závit tvarovky opatříme těsněním. K těsnění vnějšího nebo vnitřního zastříknutého kovového závitu **použijeme pouze teflonovou pásku nebo těsnící tmel!**
- 3) **Přechodku utahujeme při šroubování do protikusu tak, aby nedošlo k odtržení její plastové části od kovového zálsku.** Doporučujeme, především u tvarovek menších rozměrů, používat k utahování speciální utahovací klíč s páskem (viz obr. 21), který oproti hasáku nebo „sikovkám“ obejmě tvarovku po celém obvodu, takže spojení kovu s plastem je méně namáháno. I tento klíč má firma FV-plast ve svém sortimentu.

K utahování přechodky do protikusu proto nepoužíváme hasák ani „sikovky“!

obr. 21: Utahovací klíč s páskem



**Pozor!**

Reklamacie na roztržení vnitřních zástříků, do kterých byl namontován protikus s kónickými kov. závity, eventuálně utěsněný jiným těsnícím materiálem než je teflonová páska nebo těsnící tmel (např. konopím), nebudou uznány. Stejně tak nebudou uznány reklamacie na netěsnící přechodky se zastříknutými kovovými závity se stopami utahování jinými nástroji, které odporují zásadě bodu 3) způsobu montáže.

**8 - 2. Rozebíratelné spoje**

Rozebíratelné spoje plně nahrazují doposud používané přechody s vnějším nebo vnitřním kovovým závitem (viz obr. 19, 20), oproti kterým navíc nabízejí možnost **opakované snadné nedestruktivní demontáže a zpětné montáže.**



obr. 22: Ukázka spojení PE a PPR pomocí rozebíratelného spoje



obr. 23: Možné kombinace plastové přechodky s převlečnou maticí plně nahrazující přechodky se zastříknutým kovovým závitem

Tuto vlastnost lze s výhodou využít pro umístění různých prvků s nižší životností než je životnost plastového potrubí (ventily, vodoměry apod.) do potrubní trasy (viz obr. 24). Další velkou výhodou rozebíratelných spojů je ta skutečnost, že **umožňují vytvořit celou škálu spojení různých kombinací rozměrů i materiálů** (PE, PP, PPR, ocel, mosaz) potrubí a vkládaných nebo připojovaných prvků (viz obr. 22, 23, 24).



obr. 24: Ukázka praktického použití rozebíratelných spojů – připojení rozvodu vody z polypropylenu typu 3 (vodoměr + ventil se zpětnou klapkou) rod. domku (bytu) k centrálnímu rozvodu vody z rPE.

**9. IZOLACE PLASTOVÉHO POTRUBÍ**

Přestože trubní materiály z plastů mají oproti ocelovým trubkám více než řádově nižší tepelnou vodivost, je zřejmé že i pro plastové trubky je kvalitní tepelná izolace nutností. Tab. č. 5 ukazuje teoretickou úsporu nákladů pro různé druhy izolace. Je z ní patrné, že se nevyplácí na izolaci potrubí šetřit, protože **investice do kvalitní izolace se vrátí již v průběhu první topné sezóny.**

druh izolace	úbytek energie (W.h/m)	úspora energie (W.h/m)	úspora provoz. nákladů (Kč/rok.m)	pořizovací cena izolace (Kč/m)
žádná	432	0	0	0
plst'	180	252	1184	4
pěnový polystyrén	113	319	1499	10
<b>pěněný PE</b>	<b>28</b>	<b>404</b>	<b>1898</b>	<b>37</b>

tab. 5: Porovnání úspory energie a provozních nákladů v závislosti na způsobu izolace stoupačích potrubí z PP typu 3 o Ø 40 mm PN 16 při běžném provozu (průtok 0,7 m<sup>3</sup>/hod, cena tepla 150 Kč/GJ), při teplotě vody 55 °C a teplotě okolí 18 °C.

Pro polypropylenové vodovodní potrubí je v současné době z hlediska kvality, jednoduchosti montáže i vlastní manipulace, nejvýhodnější použití izolačních návlekových trubíc z pěněného polyetylénu (viz obr. 25).

**POZOR:**

V případě, kde izolované potrubí je vedeno v mokřém prostředí je nutné použití izolačních materiálů s nenasákvavým povrchem (např. vnější ochrannou fólií), tak aby bylo zamezeno nasáknutí izolačního materiálu vnější vodou nebo vlhkostí.

Tento typ izolace, kromě výhodných izolačních vlastností, vytváří navíc, při použití pod omítkou, dostatečný prostor pro dilataci potrubí (viz obr. 17).

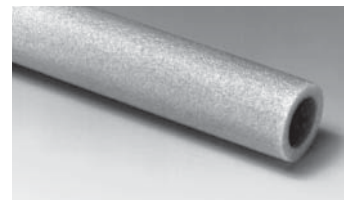
Firma FV-plast dodává izolaci z pěněného PE v rozměrové řadě pro profily trubek 16 - 110 mm při tloušťkách stěn od 6 do 20 mm.

Tepelná odolnost při trvalém působení teplot je od -65 °C do +95 °C, krátkodobě až od -75 °C do +105 °C.

Tepelná vodivost 0,04 W/m.°C

Měrná hmotnost 18–28 kg/m<sup>3</sup> (dle množství a druhu aditiv).

Minimální životnost je 50 let, pokud je chráněn před přímými účinky povětrnosti.



obr. 25: Izolace z pěněného polyetylénu

## 9 – 1. Aplikace izolačních návlékových trubíc

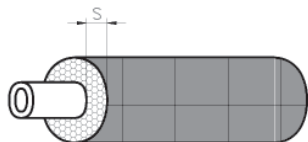
Jedná se o velice jednoduchou operaci. Trubice se navlékají přímo na trubku, přičemž se spojují lepením na tupo speciálním lepidlem na bázi chloroprénového kaučuku nebo polyakrylátu.

Pokud nelze z různých důvodů trubici na trubku navléci, je možno ji po podélném rozříznutí nasadit na potrubí a dodatečně slepit. **Použití různých mechanických spojek a spon není vhodné**, vzhledem k vyšší teplotní roztažnosti plastového potrubí, která způsobuje otevření izolační trubice v místě, kde není slepena, čímž dochází k teplotním ztrátám a izolace ztrácí smysl (trubky jsou vybočeny mimo izolaci).

Kromě samotných trubek je třeba izolovat v systému i tvarovky, a to takovým způsobem, aby ani v těchto místech nedocházelo k tepelným ztrátám (např. pomocí speciální samolepící izolační pásky ze stejného materiálu jako je izolace nebo pomocí izolační trubice většího průměru, kterou podélně rozřízneme, nasadíme ji na tvarovku a dodatečně ji slepíme).

## 9 – 2. Izolace rozvodů studené vody

**Rozvody studené vody** se izolují nejenom proti přestupu tepla mezi okolím a dopravovaným médiem, ale i proti rosení potrubí. Doporučené tloušťky izolace pro potrubí tlakové řady PN 20 udává následující sada tabulek, kde



$s$  = doporučená tloušťka izolace v mm  
(tepelná vodivost izolace 0,04 W/m °C)

$T_e$  = vnější teplota vzduchu ve °C

$T_i$  = vnitřní teplota dopravovaného média (vody) ve °C  
relativní vlhkost vzduchu 60 nebo 80 %

trubka Ø 20 x 3,4 mm										
$T_i \backslash T_e$	26	27	28	29	30	31	32	33	34	vlh-kost
5	3,7	3,9	4,1	4,3	4,6	4,8	5,0	5,3	5,5	60 %
7	3,0	3,3	3,5	3,8	4,0	4,2	4,5	4,7	5,0	
9	2,4	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	3,9	4,2	4,4	
5	10,5	10,9	11,3	11,7	12,1	12,4	12,8	13,2	13,6	80 %
7	9,5	9,9	10,3	10,7	11,1	11,5	11,9	12,3	12,7	
9	8,4	8,8	9,2	9,6	10,0	10,5	10,9	11,3	11,7	

trubka Ø 20 x 3,4 mm										
$T_i \backslash T_e$	26	27	28	29	30	31	32	33	34	vlh-kost
5	3,6	3,8	4,1	4,3	4,6	4,8	5,1	5,3	5,6	60 %
7	3,0	3,2	3,5	3,7	4,0	4,2	4,5	4,8	5,0	
9	2,3	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	3,9	4,2	4,4	
5	10,9	11,3	11,7	12,1	12,5	12,9	13,3	13,7	14,1	80 %
7	9,7	10,2	10,6	11,0	11,4	11,9	12,3	12,7	13,1	
9	8,6	9,0	9,5	9,9	10,3	10,8	11,2	11,7	12,1	

trubka Ø 32 x 5,4 mm										
$T_i \backslash T_e$	26	27	28	29	30	31	32	33	34	vlh-kost
5	3,5	3,8	4,0	4,3	4,5	4,8	5,0	5,3	5,5	60 %
7	2,9	3,1	3,4	3,6	3,9	4,2	4,4	4,7	5,0	
9	2,2	2,5	2,7	3,0	3,3	3,6	3,8	4,1	4,4	
5	11,1	11,6	12,0	12,4	12,9	13,3	13,7	14,1	14,6	80 %
7	10,0	10,4	10,9	11,3	11,8	12,2	12,7	13,1	13,5	
9	8,7	9,2	9,7	10,1	10,6	11,1	11,6	12,0	12,5	

trubka Ø 40 x 6,7 mm										
$T_i \backslash T_e$	26	27	28	29	30	31	32	33	34	vlh-kost
5	3,4	3,6	3,9	4,2	4,4	4,7	4,9	5,2	5,5	60 %
7	2,7	3,0	3,2	3,5	3,8	4,1	4,3	4,6	4,9	
9	2,0	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	
5	11,3	11,8	12,3	12,8	13,2	13,6	14,1	14,5	15,0	80 %
7	10,1	10,6	11,0	11,5	12,0	12,5	12,9	13,4	13,9	
9	8,8	9,3	9,8	10,3	10,8	11,3	11,8	12,3	12,8	

trubka Ø 50 x 8,4 mm										
$T_i \backslash T_e$	26	27	28	29	30	31	32	33	34	vlh-kost
5	3,1	3,4	3,7	4,0	4,2	4,5	4,8	5,0	5,3	60 %
7	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,8	4,1	4,4	4,7	
9	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	
5	11,5	11,9	12,4	12,9	13,4	13,8	14,3	14,8	15,3	80 %
7	10,1	10,6	11,1	11,6	12,1	12,6	13,1	13,6	14,1	
9	8,8	9,3	9,8	10,4	10,9	11,4	11,9	12,4	13,0	

trubka Ø 63 x 10,5 mm										
$T_i \backslash T_e$	26	27	28	29	30	31	32	33	34	vlh-kost
5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,2	4,5	4,8	5,1	60 %
7	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,8	4,1	4,4	
9	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	
5	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	80 %
7	10,1	10,6	11,2	11,7	12,2	12,7	13,2	13,8	14,3	
9	8,7	9,2	9,8	10,3	10,9	11,4	12,0	12,5	13,1	

trubka $\varnothing$ 75 x 12,5 mm										
$T_i$ \ $T_e$	26	27	28	29	30	31	32	33	34	vlh- kost
5	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	3,9	4,2	4,5	4,8	60 %
7	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,5	3,8	4,1	
9	1,0	1,3	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	
5	11,4	11,9	12,4	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,6	80 %
7	10,0	10,5	11,1	11,6	12,1	12,7	13,2	13,8	14,3	
9	8,5	9,1	9,7	10,2	10,8	11,3	11,9	12,5	13,0	

#### POZNÁMKA

Praktické zkušenosti ukazují, že špatně odizolované potrubí rozvodu studené vody dokáže ohrozit korozi ocelové nosné konstrukce tím, že je ochladí natolik, až se orosí kondenzovanou vzdušnou vlhkostí.

### 9. – 3. Izolace rozvodů teplé užitkové vody

Rozvody teplé užitkové vody je nutno izolovat proti tepelným ztrátám (viz tab. č. 5).

Doporučená tloušťka izolace z pěněného PE je min. 9 – 13 mm. Obecně však platí, čím větší tloušťka izolace, tím lépe.

## 10. METODY SPOJOVÁNÍ PLASTOVÝCH POTRUBNÍCH MATERIÁLŮ

Způsoby spojování trubek a tvarovek z plastových materiálů lze rozdělit do dvou základních skupin:

- spojování mechanickými spojkami
- svařování

### 10 – 1. Spojování mechanickými spojkami

Pro připojení polypropylenového potrubí z PP typu 3 u podlahového topení systému FV-plast lze použít rozebíratelné mosazné mechanické spojky.

### 10 – 2. Svařování

PP typu 3, ze kterého se vyrábí prvky systému FV-plast jsou vhodné pro spojování svařováním. Tento způsob spojování lze rozdělit do tří skupin:

- svařování polyfúzí
- svařování na tupo
- svařování elektrotvarovkami

**UPOZORNĚNÍ:** Při svařování je zakázáno svařovat PP typu 3 s materiály jiných skupin, např. PE, PB apod.

### 10 – 2 – 1. Svařování polyfúzí

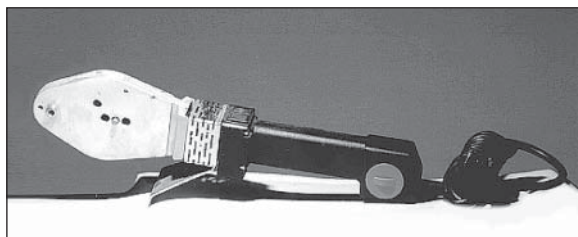
Trubky a tvarovky systému FV-plast se spojují především svařováním polyfúzí.

Polyfúzní svar je propojení nahřátého vnějšího povrchu konce trubky a vnitřního povrchu navařovací objímky tvarovky (viz obr. 38). Natavené povrchy se navzájem propojí a po zchladnutí vznikne homogenní spoj o velmi vysoké pevnosti. Polyfúzní svařování se řídí německými předpisy DVS 2207 d.

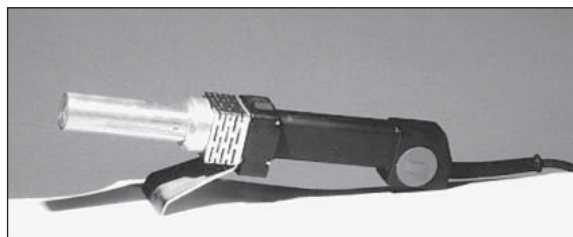
### 10 – 2 - 1 – 1. Potřebné nářadí

- 1) Polyfúzní svářečka.
- 2) Nástavce pro polyfúzní svařování.
- 3) Dotykový teploměr.
- 4) Speciální nůžky nebo odřezávací (tj. čelist s řezacím kolečkem), v případě nouze pilka na železo.
- 5) Ostrý kapesní nůž s krátkou čepelí.
- 6) Hadr z nesyntetického materiálu.
- 7) Tangit (čistič pro materiály PP a PE od firmy HENKEL), isopropyl alkohol nebo líh na odmaštění.
- 8) Metr, značkovač.
- 9) Při svařování profilů nad 50 mm škrabku nebo ořezávač potrubí a montážní přípravek pro svařování.
- 10) Ořezávač potrubí při spojování potrubí FV-STABI.

### 10 – 2 - 1 – 1 – 1. Polyfúzní svářečka a nástavce



obr. 26: polyfúzní svářečka plochá



obr. 27: polyfúzní svářečka trnová

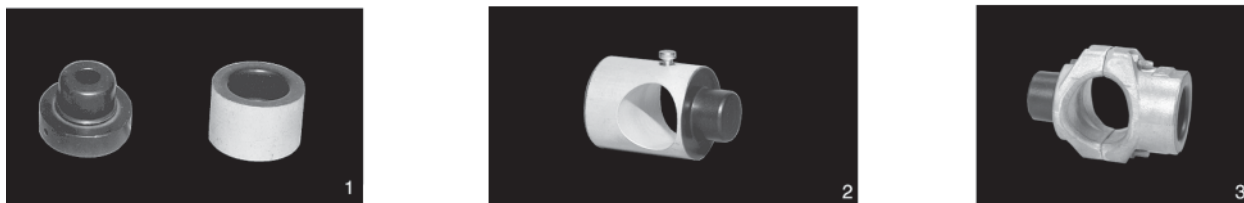
Pro svařování je určena **polyfúzní elektrická svářečka** (viz obr. 26, 27) s **polyfúzními nástavci** (viz obr. 28) pro jednotlivé profily trubek a tvarovek, včetně elektrického přívodu (šňůry).

**POZOR:**

Hrdlové tvarovky pro polyfúzní svařování jsou vyráběny v typu A podle DVS 2207 díl 11. (viz obr. 29). Před použitím svařovacích nástavců je nutné ověřit, zdali odpovídají tomuto typu konstrukce hrdel tvarovek.

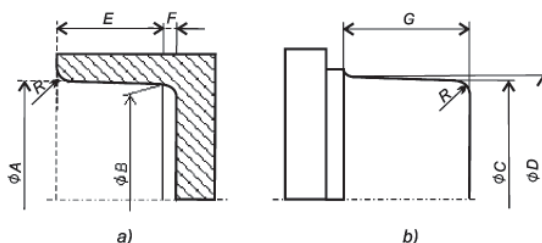
**POZNÁMKA:**

Na trhu v ČR jsou k dispozici svařovací nástavce pro jiné typy konstrukcí hrdel a často dochází k jejich záměně. Jsou to TYP B, zvláštní typ pro výrobky PLASTIKA-NITRA apod.



obr. 28: Polyfúzní nástavce 1) párové 2) na trn 3) na trn čelistový

Rozměry polyfúzních nástavců jsou určeny normami DIN.



obr. 29: Polyfúzní nástavce, typ A (rozměry viz tab. 6)

průměr trubky	A 1)	B 1)	C 1)	D 1)	E	G	R
20	20,15	19,94	19,40	19,65	12,0	14	2,5
25	25,15	24,92	24,37	24,65	13,0	15	2,5
32	32,15	31,90	31,34	31,65	14,5	16,5	3
40	40,15	39,88	39,31	39,65	16,0	18	3
50	50,20	49,84	49,27	49,65	18,0	20	3
63	63,20	62,78	62,22	62,70	24,0	24	4
75	75,25	74,57	73,67	74,98	26,0	26	4
90	90,30	89,54	88,61	90,05	29,0	29	4
110	110,30	109,45	108,48	110,10	32,5	32,5	4

1) platí při 260 ± °C

Tab. 6: Rozměry polyfúzních nástavců, typ A, rozměry v mm

Nahřívací plochy polyfúzních nástavců jsou opatřeny teflonovou vrstvou, která musí být před a při svařování zbavena všech nečistot. **Před prvním použitím nového polyfúzního nástavce je nutno teflonovou vrstvu vyleštit** (např. hadříkem z nesyntetického materiálu, nejlépe flanelovým).



**10 – 2 – 1 – 1 – 2. Ořezávač trubek FV-STABI**

K ořezání vrchních vrstev slouží speciální ořezávače FV-STABI trubek, které jsou ve standardní firemní nabídce a které umožňují odstranění povrchových vrstev při zachování předepsaných průměrů trubek pro kvalitní polyfúzní svar.

**POZNÁMKA:** Nůž v ořezávači je výměnný a nastavitelný. Před prvním svařováním je třeba nůž seřídít (nejlépe pomocí klasické plastové trubky odpovídajícího rozměru) a provést kontrolní oříznutí, po kterém se zkontroluje vnější průměr oříznuté plastové trubky připravené pro svařování. Vnější průměr musí odpovídat rozměru celoplastového potrubí odpovídajícího průměru.

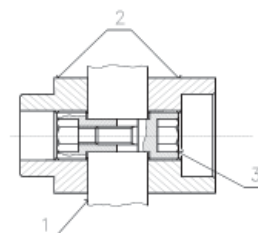
obr. 30: Ořezávač trubek FV-STABI

**10 – 2 – 1 – 2. Pracovní postup**

**Příprava nářadí**

1) Nahřívací nástavce svářečky pevně uchytíme pomocí šroubů (záleží na typu svářečky) na svářečku.

- 1 – těleso svářečky
- 2 – svařecí nástavce
- 3 – mosazná závitová rychlospojka



obr. 31: Připevnění párových svařecích nástavců pomocí mosazné závitové rychlospojky

- 2) Svářečku pomocí regulátoru „resp. přepínače“ nastavíme na teplotu svařování (240 – 260 °C ± 5 °C) a zapojíme do sítě. Doba nahřívání se řídí podmínkami okolního prostředí. Svářečku necháme opakovaně zapnout a vypnout tak, aby došlo i k dokonalému prohřátí nástavců.

#### POZNÁMKA

Požadované teploty je dosaženo teprve po několikerém vypnutí a zapnutí elektronické regulace teploty nebo termostatu svářečky.

Tab. 7 udává nahřívací doby materiálu trubky a tvarovky při teplotě nastavce 260 °C, dobu možné korekce a čas potřebný k ochlazení svaru, během kterého se nesmí svar namáhat.

vnější průměr trubky (mm)	nahřívací doba (s)	doba možné korekce (s)	doba chlazení (min)
16	5	4	2
20	5	4	2
25	7	4	3
32	8	4	4
40	12	4	4
50	18	4	5
63	24	4	6
75	30	5	7
90	40	8	8
110	50	10	9

tab. 7: Technologické doby polyfúzního svařování v závislosti na  $\varnothing$  svařované trubky a tvarovky při teplotě nastavců 260 °C.

- 3) Vyčistíme nahřívací nástavce svářečky pomocí hadříku z nesyntetického materiálu (nejlépe flanel).  
 4) Se svářečkou můžeme začít pracovat, až se pomocí LED-diody ujistíme, že je svářečka dostatečně nahřátá.  
 5) Pomocí kontaktního teploměru zkontrolujeme teplotu povrchu nástavců.

**POZNÁMKA:** Každý svářeč má být vybaven kontrolním dotykovým teploměrem k zjištění skutečné teploty svařovacích nástavců. Indikace teploty na svářečce je pouze informativní!

- 6) Jedním nebo dvěma kontrolními řezy zkušební trubky ověříme správnou funkci speciálních nůžek nebo řezacího kolečka.

Při kontrolním řezání **nesmí dojít ke zmáčknutí vnějšího průměru trubky**. Pokud k tomu dojde, musíme náradí upravit (nabrousit).

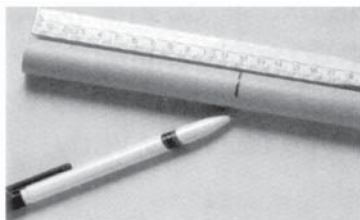
#### Příprava materiálu

Veškerý materiál důkladně prohlédneme ještě před započítím vlastní práce.

**Materiál, který má výrazné propadliny, vypukliny, bubliny, zalisovaná cizí tělíska apod. vyřadíme!!! Obdobně vyřadíme přechodky s ocelovými („železnými“) zastříknutými závitými!!!**

**Materiál důkladně očistíme od mastnoty a všech nečistot!!!** To se týká především vnitřku navařovacích objímek tvarovek a konců trubek určených ke svařování.

#### Vlastní postup při svařování



- obr. 32: Naměříme a označíme potřebnou délku trubky (nezapomeneme připočítat délku částí trubky, které zasuneme při svařování do tvarovky).

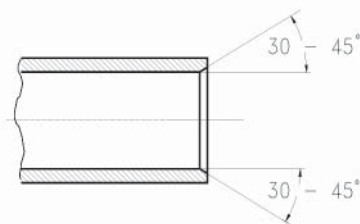
Na trubce doporučujeme označit délku zasunutí konce trubky do tvarovky. Přitom je třeba vzít v úvahu, že konec trubky nesmí být dotlačen až k dorazu v objímce tvarovky, ale musí být zachována volná mezera min. 2 mm (viz obr. 38).



- obr. 33: Trubku příslušně zkrátíme, nejlépe pomocí trubkových nůžek nebo trubkořezem.



- obr. 34: Odstraníme případné otřepy.



- obr. 35: Nožem nebo speciálním přípravkem srazíme vnitřní hranu konce trubky určené pro nahřátí pod úhlem 30–45°, a to především u větších průměrů, tj. od  $\varnothing$  40 mm včetně. Tím se zabrání hnutí materiálu při zasouvání konce trubky do tvarovky.





obr. 36: U trubek STABI odstraníme ořezávačem vrchní plastovou a hliníkovou vrstvu. Získáme tak plastovou trubku s hladkým povrchem a rozměrem odpovídajícím požadavkům pro polyfúzní svařování.

Než přistoupíme k vlastnímu nahřívání, je třeba oba svařované konce **důkladně odmastit**, např. speciálním přípravkem Tangit, isopropylalkoholem nebo lihem (benzin, tetrachlor etylén, líh, aceton a podobně jsou pro odmašťování povrchů nepřijatelné).

**POZOR!** Vpryky způsobené nesprávným skladováním a manipulací s materiálem mohou mít za následek vznik křehkého lomu!

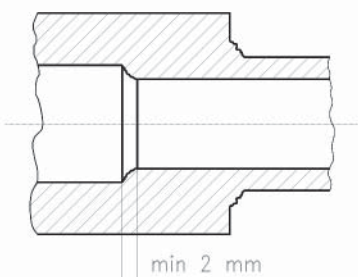
Po kontrole teploty nahřívacích nástavců kontaktním teploměrem můžeme přistoupit k vlastnímu nahřívání.



obr. 37: Vnitřní povrch tvarovky a vnější povrch trubky zahřejeme na svařecí teplotu tak, že na trn nasuneme tvarovku a do trnu vsuneme označený konec trubky. Při tom kontrolujeme, zda se nezasunují příliš volně.

Tvarovku, která se na trnu viklá, vyřadíme!!! Totéž platí pro trubku.

Doby nahřívání pro jednotlivé průměry trubek jsou uvedeny v tabulce č. 7.



obr. 38: Po uplynutí nahřívací doby vyjmeme z nástavců tvarovku i trubku a spojíme je tak, že trubku mírným pomalým stejnoměrným tlakem zasuneme osově bez pootočení do objímky tvarovky.

Po zasunutí zkontrolujeme souosost spojení tvarovky s trubkou.

čerstvý spoj je třeba po dobu 20-30 s fixovat, než dojde k částečnému zchladnutí spoje, který již nedovolí změnu polohy tvarovky vůči trubce.

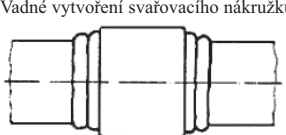
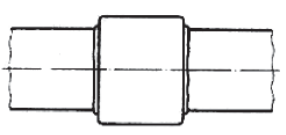
## UPOZORNĚNÍ

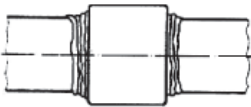
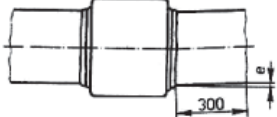
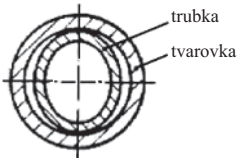
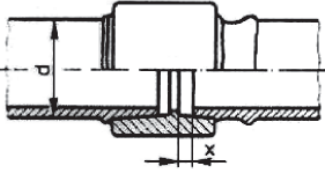
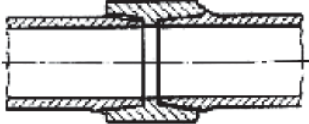
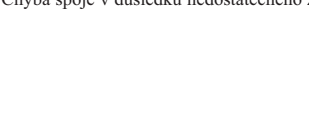
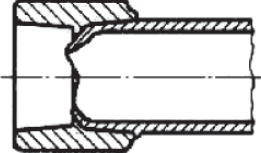
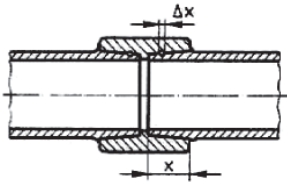
- Pro polyfúzní svařování trubek s tvarovkami je nutno použít **nástavce s rozměry typ A** (viz obr. 29, tab. 6). Při použití jiných nástavců nebudou uznány reklamace na netěsnící svary. Při zasouvání trubky do tvarovky a během chladnutí spoje je zakázáno svařovanými součástmi jakkoliv otáčet a kroutit!
- Během nahřívání se tvarovka ani trubka na svařečce neotáčí pokud se rozhodneme pro mírné pootáčení u starších trnů, aby se materiál nenapaloval, provádíme je pomalu.
- V čase chladnutí dle tab. 7 se nesmí chladnoucí spoj mechanicky namáhat. Úplné zchladnutí je skončeno asi po 30ti minutách, teprve potom se může spoj plně namáhat.
- Při práci se svařečkou je třeba zachovávat bezpečnostní předpisy pro práci s elektrickým ručním nářadím.
- Před započetím práce je třeba důkladně se seznámit s pokyny a návodem výrobce daného typu svařečky.

## Doporučení

Do průměru 40 mm je možno svařovat ručně. U větších průměrech, z důvodů zajištění potřebných tlaků a dodržování souososti svařence je nutné používat strojní svařečky, popř. svařecí přípravky.

## 10 – 2 – 1 – 2 – 1. Ukázky chybných svarů

1	Vlastnost	Popis	Skupina hodnocení	
			Pro vodu	Pro topení
	Vadné vytvoření svařovacího nákrůžku (prstýnku) 	Rozdílné vytvoření nákrůžku, nebo neexistující nákrůžek na jedné nebo na obou stranách (v části nebo po celé délce svaru) v důsledku: <ul style="list-style-type: none"> <li>– příliš vysoká teplota polyfúzních nástavců</li> <li>– příliš dlouhých polyfúzních nástavců</li> <li>– nepřipustných tolerancí</li> </ul>		
		Rozdílné vytvoření nákrůžku, nebo neexistující nákrůžek na jedné nebo na obou stranách (v části nebo po celé délce svaru) v důsledku: <ul style="list-style-type: none"> <li>– příliš krátké době ohřevu</li> <li>– příliš nízké teploty polyfúzních nástavců</li> <li>– nepřipustných tolerancí</li> </ul>		

I	Vlastnost	Popis	Skupina hodnocení	
			Pro vodu	Pro topení
		Rozdílné vytváření nákrůžku, nebo neexistující nákrůžek na jedné nebo na obou stranách (v části nebo po celé délce svaru) např. v důsledku: – neopracovaných spojovaných ploch – znečištěných spojovaných ploch – příliš vysoké teplotě polyfúzních nástavců		
	Úhlová odchylka (deformace) 	Jedno nebo oboustranně šikmo navařená trubka do tvarovky	Přípustné pokud $e \leq 1$ mm	Přípustné pokud $e \leq 2$ mm
	Chyba spoje v důsledku deformace 	Deformace nebo oválnost okrajů trubky nebo tvarovky s místně příliš úzkým svařovacím tlakem, např. v důsledku: – nesprávného uložení trubky a/nebo tvarovky – nevhodného upínacího zařízení	Přípustná odchylka od středního vnějšího průměru: 1,5 %, avšak maximálně 1,5 mm	Přípustná odchylka od středního vnějšího průměru: 2 %, avšak maximálně 2 mm
	Chyba spoje v důsledku neúplného zasunutí trubky 	Nedostatečná délka svaru v důsledku neúplného nebo pouze částečně natavených spojovaných ploch, např. v důsledku: – příliš krátké doby nahřívání – konce trubky nejsou pravouhlé – příliš nízká teplota topného článku – axiální pohyb během doby chladnutí – příliš dlouhá doba korelace (viz tab. 7)	Přípustné při nepatrném poklesu požadované délky svaru a u uceleného svařovaného nákrůžku bez záseku do $x \leq 0,05 \cdot d$  $x \leq 0,1$ hrdlo tvarovky	Přípustné do $x \leq 0,1 \cdot d$  $x \leq 0,5$ hrdlo tvarovky
	Chyba spoje v důsledku nedostatečného tvarového styku 	Vytváření místního, plošného nebo obvodového kanálu. Např. z důvodu – zářezu na povrchu trubky – překročené tolerance průměru trubky nebo tvarovky – špatného mechanického zpracování – trubka není sousá se spojnicí		
	Chyba spoje v důsledku nedostatečného zatavení 	Místně nebo plošně neúplný svar s oddělením v rovině frézování hran. Např. z důvodu: – termického poškození – znečištěných spojovaných ploch – chybné spojení materiálu – zbytků materiálu na polyfúzních nástavcích		
	Zúžený průřez trubky 	Přílišné zasunutí trubky při zahřívání nebo spojování, např. z důvodu: – příliš vysokého tlaku při spojování – svařování tenkostěnné trubky – příliš dlouhé doby zahřívání – příliš vysoké teploty svařování		
	Pórovitost v důsledku příměsí cizích látek 	Jednotlivé, četně roztroušené nebo místně nahromaděné póry, resp. příměsi, např. v důsledku – vzniku par během svařování (voda, rozpouštědlo) – znečištěné polyfúzní nástavce	Malé jednotlivé průduchy přípustné, pokud $\Delta x \leq 0,05 \cdot x$	Průduchy a shluky průduchů přípustné, pokud $\Delta x \leq 0,10 \cdot x$

## 10 – 2 – 2. Svařování na tupo

Tento způsob svařování je vhodný především pro potrubí větších průměrů. Na tupo lze svařovat trubky a tvarovky pro svařování na tupo z polypropylenů i polyetylenů všech typů.

Základní technické zásady pro svařování na tupo jsou uvedeny v DVS 2207 d. 11.

Svařovací zařízení pro svařování na tupo je složeno z upínací a přítlačné části s vedením, svařovacího zrcadla a kontrolních a regulačních zařízení. Pracovní plochy zrcadla musí být hladké, leštěné, nejlépe opatřené vrstvou teflonu. Teplota povrchu zrcadla musí být nastavitelná na předepsanou hodnotu ( $190 - 210 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ) a kontroluje se přesnými kontaktními teploměry.

### Příprava ke svařování:

- upnutí trubek a zarovnání čelních ploch (pro docílení kvalitního sváru je nutné svařované plochy mechanicky očistit od otěpů a nečistot).
- kontrola a zajištění sousostí (dovolené přesazení trubek je max. 10 % tloušťky stěny).

### Vlastní postup při svařování

Každý tupý svár se provádí ve 4 fázích:

- I. fáze **orovnání** – orovnání spojovaných ploch na nahřáté ploše svař. zrcadla za působení tlaku
- II. fáze **ohřev** – prohřívání materiálu do větší hloubky pod sníženým tlakem
- III. fáze **spojení** – tlakové spojení svař. ploch po odstranění svařovacího zrcadla
- IV. fáze **chladnutí** – chladnutí sváru pod tlakem

Svařovací parametry pro jednotlivé trubní materiály jsou dány výrobcem svařovacího zařízení.

Svařované díly musí být přítlačovány tlakem, jehož hodnota je dána výrobcem svařovacího zařízení. Při jeho překročení dojde k vytlačení nataveného materiálu, a tím ke vzniku studeného spoje.

**Při svařování nesmějí být svařovány dva díly o nestejně tloušťce stěny.**

## 10 – 2 – 3. Svařování elektrotvarovkami

Tento způsob je vhodný pro svařování na nedostupných nebo špatně přístupných místech pro svařečku s nástavci. Nevýhodou je vyšší cena tvarovek.

## 11. SKLADOVÁNÍ A DOPRAVA

### **Nejdůležitější zásady skladování a dopravy prvků systému FV-plast**

- výrobky je nutno chránit před mechanickým poškozením, působením tepla, slunečního záření, organických rozpouštědel apod.,
- sklady musí být tmavé (za předpokladu, že prvky nejsou skladovány v neprůsvitných obalech), bezprašné a suché,
- výrobky nesmí být vystaveny přímému sálavému teplu (vzdálenost od topných vedení a těles je min. 1 m),
- je nepřipustné trvalé jednostranné zatížení, přehyby a hromadění na sebe (tvarová deformace),
- skladovací místo musí být rovné a trubky musí být uloženy po celé délce,
- pokud jsou trubky skladovány v kotoučích, musí být skladovány v ležaté poloze a do max. výše vrstvy 1,2 m,
- po celou dobu skladování se musí všechny prvky uchovávat v čistotě,
- tahání nebo házení trub není přípustné,
- trubky i tvarovky se dopravují běžnými dopravními prostředky,
- při dopravě trub je třeba dbát na to, aby byly uloženy na ložné ploše po celé délce a aby nepřišly do styku s ostrými předměty, což by mohlo způsobit jejich poškození nebo deformaci,
- při manipulaci s výrobky, pokud teplota okolí poklesne pod  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ , je třeba dbát zvýšené opatrnosti.

### **POZOR!**

Vrpy způsobené nesprávným skladováním a manipulací s materiálem mohou mít za následek vznik křehkého lomu!

## 12. NAVRHOVÁNÍ POTRUBÍ

Při návrhu potrubí je třeba vycházet ze tří základních normativních předpisů:

- ČSN 73 66 60, která se zabývá vlastním návrhem a technickými podmínkami řešení rozvodu studené, TUV a cirkulace;
- ČSN 73 66 55, která uvádí postup výpočtu při dimenzování rozvodů vody;
- ČSN 06 03 20, která řeší postup při návrhu zařízení na ohřívání vody a určuje příkon tepla pro ohřívání vody.

## 12 – 1. Porovnání požadovaného vnitřního průřezu potrubí materiálů používaných pro vnitřní rozvody vody

Základní vztah pro výpočet průtoku vnitřním průřezem potrubí při známé rychlosti a vnitřním průměru potrubí je

$$Q = S \cdot v$$

kde  $Q$  je průtok ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )

$S$  je plocha průřezu ( $\text{m}^2$ )

Pro  $S$  platí

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

kde  $d$  je vnitřní  $\varnothing$  potrubí (m)

obecně tedy platí

$$Q = 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot v$$

kde  $d$  je vnitřní  $\varnothing$  potrubí (m)

$v$  je rychlost vody v potrubí ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )

Z uvedeného je patrné, že **průtok vody** potrubím je pro stejný  $\varnothing$  potrubí **přímo úměrný rychlosti protékající vody**. Povolené maximální rychlosti pro jednotlivé druhy materiálů jsou uvedeny v tabulce 9.

Druh materiálu	maximální povolená rychlost vody protékající potrubím $v$ ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )
měď	1,2 (při vyšší rychlosti nebezpečí důlkové koroze)
ocel	1,6 (při vyšší rychlosti vzrůstá hlučnost rozvodu)
plast	3,0

Tab. 8: Povolené maximální rychlosti vody protékající potrubím pro jednotlivé druhy materiálů.

Př. 3: *porovnání vnitřních průměrů potrubí z polypropylenu, mědi a oceli pro stejný dosažený průtok vody  $Q$ .*

Řešení: Označíme si příslušné průměry a rychlosti indexy (měď –  $d_m, v_m$ ; ocel –  $d_o, v_o$ ; plast –  $d_p, v_p$ ) a dosadíme do vzorce:

$$Q = 0,25 \cdot \pi \cdot d_p^2 \cdot v_p = 0,25 \cdot \pi \cdot d_m^2 \cdot v_m = 0,25 \cdot \pi \cdot d_o^2 \cdot v_o$$

$$d_p^2 \cdot 3 = d_m^2 \cdot 1,2 = d_o^2 \cdot 1,6$$

$$d_p = 0,63 \cdot d_m = 0,73 \cdot d_o$$

Pokud bychom tedy chtěli při dosažení stejného průtoku **nahradit** např. **plastové potrubí vnějšího  $\varnothing$  32 mm** v tlakové řadě PN 16 (vnitřní  $\varnothing$   $d_p = 23$ ) potrubím z jiného materiálu, muselo by mít **měděné potrubí vnitřní  $\varnothing$   $d_m = 36,5$  mm** a **ocelové „jen“  $d_o = 32,5$  mm**.

Uvážíme-li však, že při dimenzování ocelového potrubí je potřeba z hlediska životnosti, vzhledem k zarůstání potrubí, volit výsledný  $\varnothing$  alespoň o dimenzi větší, je výhodnost použití plastového potrubí z hlediska vnitřního  $\varnothing$  ještě patrnější.

## 12 – 2. Výpočet hydraulických ztrát

Při proudění vody potrubím dochází vlivem odporů k tlakové ztrátě. Tato ztráta je především závislá na rychlosti proudění vody  $v_d$  (viz kapitola 12 – 2 – 2), a to s druhou mocninou, tzn. např. **vzroste-li rychlost proudění  $v_d$  2x, zvýší se tlaková ztráta 4x, ale vzroste-li rychlost proudění  $v_d$  3x, zvýší se tlaková ztráta již 9x!!!**

V této kapitole se proto budeme zabývat problematikou výpočtu hydraulických ztrát v potrubním systému s ohledem na dimenzování použitého potrubí poněkud podrobněji. Chceme tak upozornit na složitost a pracnost takového výpočtu a zdůraznit **nezbytnost kvalitního projektu, zvláště u složitějších rozvodů**.

V praxi je totiž často, především menšími montážními firmami, tato problematika neprávem podceňována.

Přitom správný výpočet je důležitý nejenom z hlediska funkčnosti celého systému tak, aby i v nejdálčenějších bodech (nejvyšší patro, poslední vypouštěcí armatura) byly v každém okamžiku dodrženy předepsané hodnoty průtoku a tlaku vody, ale nezanedbatelný je i ekonomický dopad. Optimálně navržený systém není nutno předimenzovávat, čímž se mnohdy **výrazně snižují pořizovací náklady na materiál**.

V následujících podkapitolách se kromě klasického výpočtu hydraulických ztrát v potrubním systému seznámíme i s počítačovými programy nabízenými firmou **FV-plast**, které umožňují nejenom rychlý výpočet, ale především okamžitou optimalizaci všech důležitých parametrů navrhovaného systému.

## 12 – 2 – 1. Klasický výpočet hydraulických ztrát

Tento výpočet, vzhledem k jeho pracnosti a časové náročnosti může sloužit pouze k orientačnímu ověření dimenzace některé z větví navrhovaného rozvodu, především z hlediska jeho funkčnosti. Chceme-li jej využít k optimalizaci rozvodu z hlediska ekonomického, tj. vzhledem k minimálním dimenzím použitého potrubí, je jeho časová náročnost již neúnosná. K tomu slouží počítačové programy (viz kap. 12 – 2 – 2).

Při proudění vody potrubím dochází vlivem odporů k tlakové ztrátě  $p_z$ , kterou lze obecně vyjádřit








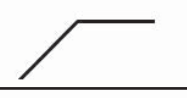

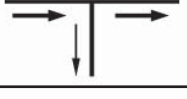

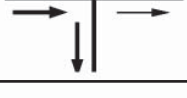






$$p_z = p_L + p_T \quad (\text{Pa})$$


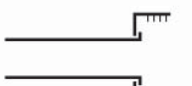




kde  $p_L$  je tlaková ztráta vzniklá tzv. laminárním prouděním, tj. třením částic vody o stěny potrubí (Pa);  
 $p_T$  je tlaková ztráta vzniklá vlivem vírů (turbulence) vody, např. v místech výtokových armatur, zařizovacích předmětů. Dále v místech nerovností vnitřního povrchu potrubí, při prudkých změnách vnitřního průřezu potrubí nebo směru proudění apod., ztn. především v místech spojů potrubí (Pa).

Velikost tlakové ztráty  $p_T$  je dána vztahem

$$p_T = \sum \xi \cdot \frac{v_d^2}{2}$$

kde  $\xi$  jsou odporové součinitele, které jsou závislé na tvaru změny vnitřního průřezu potrubí nebo směru proudění (viz tab. č. 10)  
 $v_d$  je rychlost proudění vody ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )  
 $(\text{Pa} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}^{-2})$

tvarovka	místní odpor	odporový součinitel $\xi$ ( $\text{Pa} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m}^{-2}$ )
		nátrubek (spojka) 0,2
		redukce o 2 dimenze redukce o 3 dimenze 0,6 0,9
		koleno 90° 2,0
		koleno 45° 0,6
		T – kus průchod – jednoznačný redukovaný 1,1
		T – kus odbočka – jednoznačný redukovaný 1,5 4,3
		přechodka 0,4
		přechodka s redukcí 0,9
		koleno 90° se závitem 2,2

tvárovka	místní odpor	odporový součinitel $\xi$ (Pa · s <sup>2</sup> · m <sup>-2</sup> )
		rozebíratelný spoj 1,5
		rozebíratelný spoj s redukcí 8,3
		křížení 0,8

Tab. 9: Hodnoty odporového součinitele  $\xi$  pro některé tvarovky.

Celkový odporový součinitel  $\sum \xi$  lze ovlivnit pouze v omezené míře, neboť trasa potrubí a počet výtokových armatur a zařizovacích předmětů je obvykle předem dán.

Rozhodující je proto velikost tlakové ztráty  $p_L$ , která je dána vztahem

$$P_L = \sum R \cdot L$$

kde  $L$  jsou délky potrubí příslušné dimenze (m)  
 $R$  jsou délkové tlakové ztráty třením pro potrubí příslušné dimenze a průtoku (kPa · m<sup>-1</sup>)

Q		16 x 2,0	20 x 2,0	25 x 2,3	32 x 3,0	40 x 3,7	50 x 4,6	63 x 5,8	75 x 6,9	90 x 8,2
0,01	R	0,019	0,005							
	v	0,09	0,05							
0,02	R	0,065	0,017	0,005						
	v	0,18	0,10	0,06						
0,03	R	0,133	0,034	0,011	0,003					
	v	0,27	0,19	0,09	0,06					
0,04	R	0,221	0,056	0,016	0,006					
	v	0,36	0,19	0,12	0,08					
0,05	R	0,327	0,083	0,026	0,008	0,003				
	v	0,44	0,24	0,15	0,09	0,06				
0,06	R	0,451	0,114	0,036	0,011	0,004				
	v	0,53	0,29	0,18	0,11	0,07				
0,07	R	0,592	0,150	0,047	0,015	0,005	0,002			
	v	0,62	0,34	0,21	0,13	0,08	0,05			
0,08	R	0,749	0,190	0,059	0,019	0,006	0,002			
	v	0,71	0,39	0,24	0,15	0,10	0,06			
0,09	R	0,923	0,233	0,073	0,023	0,008	0,003			
	v	0,80	0,44	0,28	0,17	0,11	0,07			
0,10	R	1,112	0,281	0,087	0,028	0,009	0,003			
	v	0,88	0,49	0,31	0,19	0,12	0,08			
0,12	R	1,537	0,387	0,121	0,038	0,013	0,004	0,001		
	v	1,06	0,58	0,37	0,23	0,14	0,09	0,06		
0,14	R	2,022	0,509	0,159	0,049	0,017	0,006	0,002	0,001	
	v	1,24	0,68	0,43	0,26	0,17	0,11	0,07	0,05	
0,16	R	2,566	0,644	0,202	0,062	0,022	0,007	0,002	0,001	0,001
	v	1,41	0,78	0,49	0,30	0,19	0,12	0,08	0,05	0,04
0,18	R	3,167	0,794	0,246	0,076	0,027	0,009	0,003	0,001	0,001
	v	1,59	0,87	0,55	0,34	0,22	0,14	0,09	0,06	0,04
0,20	R	3,824	0,957	0,299	0,094	0,032	0,011	0,004	0,002	0,001
	v	1,77	0,97	0,61	0,38	0,24	0,15	0,10	0,07	0,05
0,30	R	7,932	1,971	0,613	0,192	0,063	0,022	0,007	0,003	0,001
	v	2,65	1,46	0,92	0,57	0,36	0,23	0,14	0,10	0,07
0,40	R	13,37	3,300	1,022	0,319	0,108	0,037	0,012	0,005	0,002
	v	3,54	1,94	1,22	0,75	0,48	0,31	0,19	0,14	0,09
0,50	R		4,932	1,522	0,474	0,160	0,055	0,018	0,008	0,003
	v		2,43	1,53	0,94	0,60	0,38	0,24	0,17	0,12
0,60	R		6,861	2,110	0,655	0,221	0,076	0,025	0,011	0,004
	v		2,91	1,84	1,13	0,72	0,46	0,29	0,20	0,14
0,70	R		9,080	2,784	0,863	0,291	0,099	0,033	0,014	0,006
	v		3,40	2,14	1,32	0,84	0,54	0,34	0,24	0,16
0,80	R			3,542	1,095	0,369	0,126	0,042	0,017	0,007
	v			2,45	1,51	0,96	0,61	0,39	0,27	0,19
0,90	R			4,384	1,352	0,455	0,155	0,051	0,021	0,009
	v			2,75	1,7	1,08	0,69	0,43	0,31	0,21

Q		16 x 2,0	20 x 2,0	25 x 2,3	32 x 3,0	40 x 3,7	50 x 4,6	63 x 5,8	75 x 6,9	90 x 8,2
1,00	R v			5,306 3,06	1,634 1,88	0,549 1,20	0,187 0,76	0,062 0,48	0,026 0,34	0,011 0,24
1,20	R v				2,269 2,26	0,760 1,44	0,258 0,92	0,085 0,58	0,036 0,41	0,015 0,28
1,40	R v				2,998 2,64	1,001 1,68	0,340 1,07	0,112 0,67	0,047 0,48	0,019 0,33
1,60	R v				3,819 3,01	1,273 1,92	0,431 1,22	0,142 0,77	0,059 0,54	0,025 0,38
1,80	R v					1,574 2,16	0,532 1,38	0,175 0,87	0,073 0,61	0,030 0,42
2,00	R v					1,903 2,40	0,642 1,53	0,211 0,96	0,088 0,68	0,036 0,47
2,20	R v					2,262 2,64	0,762 1,68	0,250 1,06	0,104 0,75	0,043 0,52
2,40	R v					2,649 2,88	0,891 1,84	0,292 1,16	0,122 0,82	0,050 0,56
2,60	R v					3,064 3,11	1,029 1,99	0,337 1,25	0,140 0,88	0,058 0,61
2,80	R v						1,176 2,14	0,385 1,35	0,160 0,95	0,066 0,66
3,00	R v						1,332 2,29	0,436 1,45	0,181 1,02	0,075 0,71
3,20	R v						1,497 2,45	0,489 1,54	0,204 1,09	0,084 0,75
3,40	R v						1,671 2,60	0,545 1,64	0,227 1,16	0,093 0,80
3,60	R v						1,854 2,75	0,604 1,73	0,252 1,22	0,104 0,85
3,80	R v						2,045 2,91	0,666 1,83	0,277 1,29	0,114 0,89
4,00	R v						2,246 3,06	0,731 1,93	0,304 1,36	0,125 0,94
4,20	R v							0,798 2,02	0,332 1,43	0,136 0,99
4,40	R v							0,868 2,12	0,361 1,50	0,148 1,03
4,60	R v							0,940 2,22	0,391 1,56	0,161 1,08
4,80	R v							1,016 2,31	0,423 1,63	0,173 1,13
5,00	R v							1,093 2,41	0,455 1,70	0,187 1,18
5,20	R v							1,138 2,51	0,488 1,77	0,200 1,22
5,40	R v							1,219 2,60	0,523 1,84	0,214 1,27
5,60	R v							1,303 2,70	0,559 1,90	0,229 1,32
5,80	R v							1,389 2,80	0,595 1,97	0,244 1,36
6,00	R v							1,477 2,89	0,633 2,04	0,259 1,41
6,20	R v							1,569 2,99	0,672 2,11	0,275 1,46
6,40	R v							1,662 3,08	0,712 2,18	0,291 1,50
6,60	R v								0,753 2,24	0,308 1,55
6,80	R v								0,795 2,31	0,325 1,60
7,00	R v								0,838 2,38	0,343 1,65
7,50	R v								0,950 2,55	0,388 1,76
8,00	R v								1,069 2,72	0,437 1,88
9,00	R v								1,326 3,06	0,541 2,12
10,0	R v									0,655 2,35

Tab. 10: Hodnoty délkové tlakové ztráty R (kPa · m<sup>-1</sup>) a rychlosti proudění v (m · s<sup>-1</sup>) v potrubí z PP (hydraulická drsnost vnitřních stěn potrubí k = 0,01 mm) tlakové řady PN 10 v závislosti na průtoku vody Q (l · s<sup>-1</sup>) teplé 10 °C

Q		16 x 2,3	20 x 2,8	25 x 3,5	32 x 4,5	40 x 5,6	50 x 6,9	63 x 8,7		
0,01	R v	0,025 0,10	0,008 0,06							
0,02	R v	0,083 0,20	0,027 0,12	0,009 0,08						
0,03	R v	0,170 0,29	0,056 0,18	0,019 0,12	0,006 0,07					
0,04	R v	0,282 0,39	0,093 0,25	0,032 0,16	0,010 0,10	0,003 0,06				
0,05	R v	0,418 0,49	0,137 0,31	0,047 0,20	0,015 0,12	0,005 0,08				
0,06	R v	0,576 0,59	0,189 0,37	0,065 0,24	0,020 0,14	0,007 0,09	0,002 0,06			
0,07	R v	0,756 0,69	0,248 0,43	0,085 0,28	0,027 0,17	0,009 0,11	0,003 0,07			
0,08	R v	0,998 0,78	0,313 0,49	0,108 0,31	0,034 0,19	0,012 0,12	0,004 0,08			
0,09	R v	1,180 0,88	0,386 0,55	0,133 0,35	0,041 0,22	0,014 0,14	0,005 0,09	0,002 0,06		
0,10	R v	1,422 0,98	0,465 0,61	0,160 0,39	0,050 0,24	0,017 0,15	0,006 0,10	0,002 0,06		
0,12	R v	1,967 1,18	0,641 0,74	0,221 0,47	0,069 0,29	0,023 0,18	0,008 0,12	0,003 0,07		
0,14	R v	2,588 1,37	0,843 0,86	0,290 0,55	0,090 0,34	0,031 0,21	0,010 0,14	0,003 0,09		
0,16	R v	3,285 1,57	1,068 0,98	0,367 0,63	0,114 0,39	0,039 0,25	0,013 0,16	0,004 0,10		
0,18	R v	4,056 1,76	1,316 1,11	0,452 0,71	0,140 0,43	0,048 0,28	0,016 0,17	0,005 0,11		
0,20	R v	4,900 1,96	1,588 1,23	0,544 0,79	0,168 0,48	0,058 0,31	0,019 0,19	0,006 0,12		
0,30	R v	10,182 2,94	3,277 1,84	1,118 1,18	0,345 0,72	0,118 0,46	0,040 0,29	0,013 0,18		
0,40	R v		5,499 2,46	1,868 1,57	0,574 0,96	0,196 0,61	0,066 0,39	0,022 0,245		
0,50	R v		8,236 3,07	2,786 1,96	0,854 1,20	0,290 0,77	0,097 0,49	0,032 0,31		
0,60	R v			3,869 2,36	1,183 1,44	0,401 0,92	0,134 0,58	0,045 0,37		
0,70	R v			5,112 2,75	1,558 1,68	0,528 1,07	0,176 0,68	0,058 0,43		
0,80	R v			6,513 3,14	1,980 1,93	0,669 1,23	0,223 0,78	0,074 0,49		
0,90	R v				2,448 2,17	0,826 1,38	0,275 0,87	0,091 0,55		
1,00	R v				2,960 2,41	0,997 1,54	0,332 0,97	0,110 0,61		
1,20	R v				4,117 2,89	1,382 1,84	0,459 1,17	0,152 0,73		
1,40	R v				5,449 3,37	1,824 2,15	0,604 1,36	0,199 0,86		
1,60	R v					2,322 2,46	0,767 1,55	0,253 0,98		
1,80	R v					2,874 2,76	0,948 1,75	0,311 1,10		
2,00	R v					3,480 3,07	1,145 1,94	0,376 1,22		
2,20	R v						1,360 2,14	0,446 1,35		
2,40	R v						1,591 2,33	0,521 1,47		
2,60	R v						1,839 2,53	0,601 1,59		
2,80	R v						2,104 2,72	0,686 1,71		
3,00	R v						2,385 2,91	0,777 1,84		
3,20	R v						2,682 3,11	0,873 1,96		



Q		16 x 2,3	20 x 2,8	25 x 3,5	32 x 4,5	40 x 5,6	50 x 6,9	63 x 8,7		
3,40	R v							0,974 2,08		
3,60	R v							1,080 2,20		
3,80	R v							1,190 2,33		
4,00	R v							1,306 2,45		
4,20	R v							1,427 2,57		
4,40	R v							1,554 2,69		
4,60	R v							1,683 2,82		
4,80	R v							1,819 2,94		
5,00	R v							1,959 3,06		

Tab. 11: Hodnoty délkové tlakové ztráty  $R$  ( $\text{kPa} \cdot \text{m}^{-1}$ ) a rychlosti proudění  $v$  ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) v potrubí z PP (hydraulická drsnost vnitřních stěn potrubí  $k = 0,01 \text{ mm}$ ) tlakové řady PN 16 v závislosti na průtoku vody  $Q$  ( $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$ ) teplé  $10 \text{ }^\circ\text{C}$

Q		16 x 2,7	20 x 3,4	25 x 4,2	32 x 5,4	40 x 6,7	50 x 8,4	63 x 10,5	75 x 12,5	
0,01	R v	0,034 0,11	0,013 0,07							
0,02	R v	0,117 0,23	0,044 0,15	0,015 0,09	0,004 0,06					
0,03	R v	0,240 0,34	0,088 0,22	0,029 0,14	0,008 0,08	0,003 0,05				
0,04	R v	0,400 0,45	0,144 0,29	0,47 0,18	0,014 0,11	0,005 0,07				
0,05	R v	0,594 0,57	0,211 0,37	0,069 0,23	0,020 0,14	0,007 0,09	0,002 0,06			
0,06	R v	0,821 0,68	0,288 0,44	0,094 0,28	0,027 0,17	0,01 0,11	0,003 0,07			
0,07	R v	1,080 0,79	0,375 0,52	0,122 0,323	0,035 0,20	0,013 0,12	0,004 0,08	0,002 0,05		
0,08	R v	1,368 0,91	0,472 0,58	0,153 0,37	0,044 0,23	0,016 0,14	0,05 0,09	0,002 0,06		
0,09	R v	1,686 1,02	0,576,8 0,66	0,188 0,42	0,054 0,25	0,020 0,16	0,006 0,10	0,003 0,06		
0,10	R v	2,032 1,13	0,691 0,73	0,224 0,46	0,065 0,28	0,024 0,18	0,007 0,12	0,003 0,07		
0,12	R v	2,808 1,36	0,943 0,88	0,306 0,55	0,89 0,34	0,033 0,22	0,010 0,14	0,004 0,09		
0,14	R v	3,690 1,59	1,228 1,02	0,398 0,65	0,115 0,40	0,042 0,25	0,013 0,16	0,005 0,1		
0,16	R v	4,676 1,81	1,543 1,17	0,499 0,74	0,144 0,45	0,053 0,29	0,016 0,18	0,007 0,12		
0,18	R v	5,762 2,04	1,888 1,32	0,609 0,83	0,176 0,51	0,065 0,32	0,020 0,21	0,008 0,13		
0,20	R v	6,954 2,27	2,260 1,46	0,728 0,92	0,211 0,57	0,078 0,36	0,024 0,23	0,010 0,14		
0,30	R v	14,254 3,40	4,523 2,19	1,451 1,39	0,420 0,85	0,154 0,54	0,049 0,35	0,019 0,22		
0,40	R v		7,398 2,92	2,366 1,85	0,685 1,13	0,252 0,72	0,080 0,46	0,031 0,29	0,013 0,20	
0,50	R v		10,836 3,65	3,457 2,31	1,001 1,42	0,368 0,90	0,116 0,58	0,044 0,36	0,019 0,25	
0,60	R v			4,712 2,77	1,365 1,70	0,501 1,08	0,159 0,69	0,060 0,43	0,024 0,31	
0,70	R v			6,123 3,23	1,774 1,98	0,652 1,26	0,207 0,81	0,077 0,51	0,030 0,36	
0,80	R v				2,226 2,27	0,818 1,44	0,260 0,92	0,096 0,58	0,039 0,41	

Q		16 x 2,7	20 x 3,4	25 x 4,2	32 x 5,4	40 x 6,7	50 x 8,4	63 x 10,5	75 x 12,5	
0,90	R v				2,719 2,55	0,999 1,62	0,318 1,04	0,117 0,65	0,048 0,46	
1,00	R v				3,253 2,83	0,381 1,80	0,381 1,16	0,139 0,72	0,059 0,51	
1,20	R v				4,435 3,40	1,629 2,16	0,520 1,39	0,188 0,87	0,070 0,61	
1,40	R v					2,117 2,52	0,676 1,62	0,243 1,01	0,088 0,71	
1,60	R v					2,657 2,88	0,850 1,85	0,303 1,15	0,112 0,81	
1,80	R v					3,246 3,24	1,040 2,08	0,367 1,30	0,138 0,92	
2,00	R v						1,244 2,31	0,437 1,44	0,186 1,02	
2,20	R v						1,465 2,54	0,512 1,59	0,193 1,12	
2,40	R v						1,700 2,77	0,591 1,73	0,225 1,22	
2,60	R v						1,949 3,00	0,674 1,88	0,268 1,32	
2,80	R v							0,762 2,02	0,300 1,43	
3,00	R v							0,854 2,17	0,343 1,53	
3,20	R v							0,950 2,31	0,390 1,63	
3,40	R v							1,050 2,45	0,423 1,73	
3,60	R v							1,154 2,60	0,476 1,83	
3,80	R v							1,262 2,74	0,514 1,94	
4,00	R v							1,373 2,89	0,536 2,04	
4,20	R v							1,488 3,03	0,566 2,14	
4,40	R v								0,609 2,24	
4,60	R v								0,655 2,34	
4,80	R v								0,705 2,44	
5,00	R v								0,765 2,55	
5,20	R v								0,816 2,65	
5,40	R v								0,847 2,75	
5,60	R v								0,904 2,85	
5,80	R v								0,951 2,95	
6,00	R v								1,030 3,06	

Tab. 12: Hodnoty délkové tlakové ztráty  $R$  ( $\text{kPa} \cdot \text{m}^{-1}$ ) a rychlosti proudění  $v$  ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ) v potrubí z PP (hydraulická drsnost vnitřních stěn potrubí  $k = 0,01 \text{ mm}$ ) tlakové řady PN 20 v závislosti na průtoku vody  $Q$  ( $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$ ) teple  $10 \text{ }^\circ\text{C}$

#### POZNÁMKA

Tabulky hodnot délkové ztráty  $R$  uvádíme pouze pro studenou vodu. Hodnoty  $R$  pro teplou vodu jsou nepatrně nižší (viz poznámka č. 2), takže při výpočtu potrubí pro studenou vodu se pohybujeme v oblasti bezpečnosti. V literatuře se můžeme setkat s tabulkami s odlišnými hodnotami. Je to dáno tím, že hodnoty  $R$  lze vypočítat na základě různých empirických vzorců (viz poznámka č. 2), takže se tyto hodnoty mohou i pro stejný průtok  $Q$  lišit podle použitého vzorce.

## POZNÁMKA č. 2

Pro zajímavost uvádíme postup výpočtu hodnot délkové tlakové ztráty třením

$$R = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{v_d^2}{2}$$

kde  $d$  je vnitřní  $\varnothing$  potrubí (m)  
 $v_d$  je rychlost proudění (m . s<sup>-1</sup>)  
 $\lambda$  je součinitel tlaku třením

Pro výpočet  $\lambda$  existuje několik empirických vzorců, my si pro informaci uvedeme jeden z nich:

$$\lambda = \left[ \frac{1}{\left(1,13874 - 2 \log \frac{k}{d}\right)^8} + \frac{0,01}{Re} \right]^{0,25}$$

kde  $Re$  je Reynoldsovo číslo ( $re = v_d \cdot d \cdot \nu^{-1}$ )  
 $d$  je vnitřní  $\varnothing$  potrubí (m)  
 $k$  je hydraulická drsnost vnitřních stěn potrubí (pro PP  $k = 0,01$  mm)  
 $v_d$  je rychlost proudění (m . s<sup>-1</sup>)  
 $\nu$  je kinematická viskozita (m<sup>2</sup> . s<sup>-1</sup>)

Kinematická viskozita  $\nu$  je závislá na teplotě vody (např. pro teplotu 10 °C je rovna  $1,306 \cdot 10^{-6}$  m<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup> a pro teplotu 50 °C je rovna  $0,556 \cdot 10^{-6}$  m<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>). Její dopad na hodnotu délkové ztráty třením je však malý (např. pro potrubí  $\varnothing$  25 mm, tlakové řady PN 16, při průtoku  $Q = 0,5$  l . s<sup>-1</sup>, pro vodu teplou 10 °C je  $R_{10} = 2,786$  Pa . m<sup>-1</sup> a pro vodu teplou 50 °C je  $R_{50} = 2,376$  Pa . m<sup>-1</sup>).

### 12 – 2 - 2. Výpočet hydraulických ztrát a optimalizace trubního rozvodu pomocí počítače

V předchozí kapitole jsme si ukázali pracnost a časovou náročnost klasického výpočtu hydraulických ztrát v plastovém potrubí.

V současné době je na trhu řada programů pro PC, které umožňují rychlý výpočet a okamžitou optimalizaci všech důležitých parametrů navrhovaného systému, a to pro vodu, kanalizaci i plyn.

## 13. TLAKOVÁ ZKOUŠKA

Po montáži každého potrubního rozvodu je povinností dodavatele stavby provést tlakovou zkoušku dle ČSN 73 66 60 a příp. ČSN 73 66 11.

Napuštění systému vodou pro stabilizaci potrubního systému se provádí po uplynutí minimálně 2 hodin od posledního sváru. Po dobu dalších 12ti hodin musí být rozvody stabilizovány tlakem z vodárenské sítě, a teprve potom je možno zahájit vlastní tlakovou zkoušku.

### UPOZORNĚNÍ

Vzhledem k tomu, že obě citované normy předpokládají používání ocelových rozvodů, předepisuje se provádět tlakovou zkoušku plastových rozvodů z PP za následujících podmínek.

- zkušební tlak: 1,5 MPa
- začátek zkoušky: min. 1 hod. po odvzdušnění a dotlakování systému
- trvání zkoušky: 60 min. zatížit předepsaným zkušebním tlakem
- max. pokles: 0,02 MPa
- vizuální kontrola: veškeré i minimální úniky vody musí být odstraněny

O průběhu tlakové zkoušky musí být proveden zápis dle přiloženého zkušebního protokolu:

### Zkušební protokol

#### Popis instalace

Místo:

Objekt:

délka potrubí (m)			
$\varnothing$ 16 mm		$\varnothing$ 50 mm	
$\varnothing$ 20 mm		$\varnothing$ 63 mm	
$\varnothing$ 25 mm		$\varnothing$ 75 mm	
$\varnothing$ 32 mm		$\varnothing$ 90 mm	
$\varnothing$ 40 mm		$\varnothing$ 110 mm	

Nejvyšší výtokové místo:      m nad tlakoměrem

#### Tlaková zkouška

provozní tlak:	bar
tlak po 1 hodině:	bar (zač. zkouš.)
úbytek tlaku:	bar (max. 0,2 bar)

#### Výsledky zkoušky

Začátek zkoušky	Konec zkoušky	Doba trvání zkoušky

Objednavatel:

Dodavatel:

Místo:

Datum:

Podpis:

### 14. CHYBY PŘI REALIZACI POTRUBNÍCH SYSTÉMŮ A JEJICH NÁSLEDKY:

- 1) 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.
- 2) Nesprávné vzdálenosti podpor potrubní trasy. Při zvětšení vzdálenosti mezi podporami dochází k prověšování potrubí a důsledky jsou podobné jako u předcházejícího odstavce.
- 3) Zabetonování trubek v prostupech – trubkám musí být umožněn pohyb z hlediska dilatace, tzn. trubky musí být i v prostupech opatřeny izolací nebo tzv. „chráničkami“, a pak teprve zabetonovány.
- 4) Neizolování potrubí SV proti rosení a oteplování a TUV proti tepelným ztrátám.
- 5) Nedodržování podmínek při svařování (čistota, teplota, doby nahřívání a ochlazování atd.) způsobuje výrazné snížení kvality svárů, a tím vzniká předpoklad ke vzniku možných i pozdějších netěsností ve spojích.
- 6) 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**)
- 7) Nevhodný způsob utahování přechodky se zastříknutým kovovým závitem do protikusu (např. hasákem nebo „sikovkami“), takže dojde k odtržení její plastové části od kovového zástříku.
- 8) Nedostatečné provádění tlakových zkoušek může mít za následek, že nedojde k včasnému odhalení nekvalitních spojů a eventuálních netěsností systému.
- 9) Nevhodné podmínky při skladování a při dopravě.
- 10) Nezajištění dostatečné tlakové a teplotní regulace z hlediska přehřátí a přetlakování vody v systému TUV vede k překročení maximálních přípustných parametrů plastového materiálu, a tím k jeho degradaci a následné havárii systému.

červen 2005

