

## **Měděné trubky a tvarovky v technických zařízeních budov**

- vytápění
- voda
- plyn
- topné oleje
- stlačený vzduch

**Montážní pokyny**



**HUNGARIAN COPPER  
PROMOTION CENTRE**

## 1. Úvod

Již Egypťané a později Římané používali ve starověku ve značné míře měděné vodovody. Mezi dvěma světovými válkami se také u nás používala měď v rozvodech pitné vody. V následujících desetiletích patřila měď v naší republice mezi strategické materiály, čímž její širší použití v otopných soustavách a soustavách zásobování vodou u nás nepřicházelo v úvahu. Po otevření trhu a po změně hospodářského klimatu, odborníci objevili výhody montáže měděných trubek nabízených na trhu, navázali na jejich tradici a měď se stala používaným materiálem. Používání měděných trubek při instalaci otopných soustav a soustav zásobování vodou je v západní Evropě zastoupeno v průměru 65 procenty. U nás, v České republice měď ovládla rozvody vytápění a významný je již i její podíl v rozvodech pitné vody a v domovních rozvodech plynu.

Měď je přírodním, recyklovatelným materiálem, je dokonale nepropustná vůči prolínání kyslíku, bakterií a virů a má velkou odolnost vůči stárnutí. Mechanické vlastnosti, malá tloušťka stěny a snadná montážní technologie vedly k jejímu širokému uplatnění. Spojování měděných trubek je jednoduché a spolehlivé. Rozvody z mědi jsou vhodné také při rekonstrukcích, jelikož mají příznivost stavební konstrukci

Odolnost mědi vůči korozi je výborná, neboť v elektrochemické řadě následuje za vzácnými kovy. Měď můžeme rovněž označit za tzv. baktericidní kov, což znamená že potlačuje rozvoj bakterií. Má to velký význam zejména v rozvodech teplé pitné vody, kde měď pomáhá řešet problémy s bakterií legionella.

Použití mědi je vhodné u rozvodů pitné vody studené i teplé, pro rozvody otopných soustav, solární zařízení, rozvody oleje, plynů a rovněž i v chladiřství. Z uvedených oblastí použití je patrna mnohostrannost využití mědi.

Dnes používané měděné trubky jsou vyráběny moderní technologií z fosforem dezoxidované, kyslíku prosté mědi. Na vnitřním povrchu trubky nejsou žádné zbytky uhlíku. Chemické složení a vlastnosti určuje norma ČSN EN 1057. Vnitřní povrch trubky je mimořádně hladký. Trubky jsou velmi pevné, vydrží vysoké provozní tlaky. Jsou odolné vůči vysokým provozním teplotám

Uvedli jsme, že výhodou měděných rozvodů je snadná montážní technologie, což se pak příznivě projevuje ve výsledné kalkulaci za provedení měděného rozvodu. Je ale zapotřebí, aby montážní pracovníci – instalatéři byli s touto moderní technologií dobře seznámeni. Jen tak je možno měděné rozvody provést bezchybně, k plné spokojenosti zákazníka. Naše publikace by Vám v tomto směru měla být užitečnou pomůckou. Snažili jsme se v ní uvést především ty oblasti, které se odlišují od práce s kdysi tradičním ocelovým materiálem. Přejeme Vám, aby se Vám práce s měděnými rozvody dařila k plné spokojenosti Vaší i Vašich zákazníků.

Ředitel HCPC  
Ing. Robert Pintér



## Obsah

<b>1.</b>	<b>Úvod</b> .....	<b>1</b>	<b>8.</b>	<b>Vyrovnaní tepelné roztažnosti trubek – dilatace</b> .....	<b>13</b>
<b>2.</b>	<b>Měděné trubky</b> .....	<b>5</b>	8.1	Vyrovnaní tepelné roztažnosti trubek – dilatace .....	13
2.1	Měděné trubky podle ČSN EN 1057 .....	5	8.1.1	Tepelná dilatace .....	13
2.2	Značka kvality .....	6	8.1.2	Vyrovnaní tepelné dilatace vhodným umístěním úchytek .....	14
<b>3.</b>	<b>Tvarovky</b> .....	<b>6</b>	8.1.3	Kompenzátory .....	15
3.1	Tvarovky ke kapilárnímu pájení .....	6	8.1.3.1	Kompenzátor U .....	15
3.2	Tvarovky pro lisované spoje .....	6	8.1.3.2	Axiální (osové) kompenzátory .....	15
3.3	Tvarovky pro svařované spoje .....	7	8.1.4	Zachycení dilatací trubek u podomítkových instalací .....	15
<b>4.</b>	<b>Nerozebíratelné spoje měděných trubek</b> .....	<b>7</b>	8.1.5	Uchycení trubek .....	15
4.1	Spoje kapilárně pájené .....	7	<b>9.</b>	<b>Kombinace mědi s jinými materiály</b> .....	<b>16</b>
4.1.1	Pájení naměkko .....	8	9.1	Kombinace mědi a oceli v instalacích pitné vody .....	16
4.1.2	Tvrdé pájení měděných trubek .....	9	9.2	Kombinace mědi a oceli v instalacích topení .....	17
4.1.3	Lisované spoje .....	10	<b>10.</b>	<b>Měděné rozvody uložené ve stavební konstrukci</b> .....	<b>17</b>
4.1.4	Zástrčné spojení .....	11	10.1	Měděné rozvody uložené v podlaze .....	17
<b>5.</b>	<b>Rozebíratelné spoje měděných trubek</b> .....	<b>11</b>	10.2	Rozvody uložené ve stěně .....	18
5.1	Spojení svěracím kroužkem .....	11	<b>11.</b>	<b>Izolace trubek</b> .....	<b>18</b>
5.2	Šroubení (pájené koncovky) .....	11	11.1	Opláštěné trubky .....	18
5.3	Přírubové spojení .....	12	11.2	Teplně izolované trubky .....	19
5.4	Trubkové spojky .....	12	11.3	Izolace provedených spojů .....	19
<b>6.</b>	<b>Řemeslně vyrobená hrdla a odbočky</b> .....	<b>12</b>	<b>12.</b>	<b>Technické informace</b> .....	<b>19</b>
6.1	Řemeslně vyrobená hrdla .....	12	12.1	Kvalifikace pracovníků k provádění rozvodů měděnými trubkami .....	19
6.2	Řemeslně vyrobené odbočky .....	13	12.2	Související literatura .....	19
<b>7.</b>	<b>Ohýbání měděných trubek</b> .....	<b>13</b>	12.3	Některé nové důležité normy .....	19

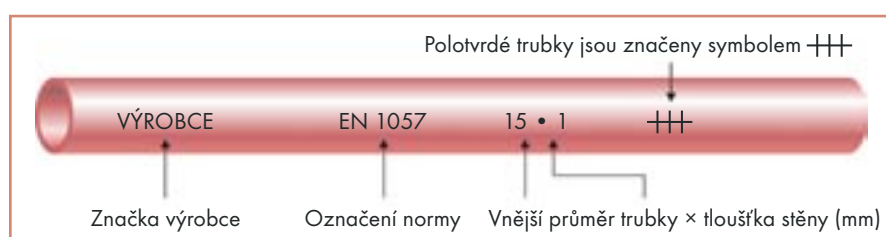


## 2. Měděné trubky

### 2.1 Měděné trubky podle ČSN EN 1057

V rozvodech technických zařízení budov se pro rozvody vody, vytápění, plynu, topných olejů a vzduchu mohou používat pouze měděné trubky, vyrobené podle normy ČSN EN 1057. Tyto trubky jsou pak vyrobeny z mědi (s přidávkou stříbra) o čistotě min. 99,90 % a obsah fosforu je  $0,015 \% \leq P \leq 0,040 \%$ .

Obr. č. 1 Značení trubek podle ČSN EN 1057



Tato třída mědi je označena Cu-DHP, nebo CW024A a vyznačuje se zvýšenou odolností proti korozi. Norma dále ukládá, že ve vzdálenostech nevětších jak 600 mm musí být na trubce neszmatelným způsobem uvedeno následující označení (viz obr. č. 1):

Platí to pro trubky, které mají průměr 10 mm až 54 mm. U trubek, které mají průměr menší než 10 mm anebo větší než 54 mm, musí být toto označení provedeno na jejich koncích.

Průměr měděné trubky se vždy udává přes její povrch. Trubky se dodávají ve třech jakostních (pevnostních) stupních a to jako:

- měkké R 220
- polotvrdé R 250 +++
- tvrdé R 290

Dodávají se jako holé, s izolací proti agresivním vlivům (opláštěné) anebo s izolací tepelnou. Dodávají se v rovných délkách (tyčích), anebo ve svitcích (viz tab. č. 1).

Tabulka č. 1 – Nabídka měděných trubek

Provedení	Vnější průměr v mm	Pevnost Rm MPa*	Dodací délka
Ve svitcích	6 až 22	R 220 (měkká)	25 m nebo 50 m
V rovných délkách	6 až 10	R 290 (tvrdá)	5 m
	12 až 28	R 250 (polotvrdá)	
	35 až 267	R 290 (tvrdá)	

\* 1 Mpa odpovídá 1 N/mm<sup>2</sup> \*\* vnější průměr svitku je 500 až 900 mm

Norma ČSN EN 1057 připouští pro určitou dimenzi více variant. Pro rozvody v TZB by se měla používat pouze základní řada (viz tab. č. 2). Pro rozvody pitné vody a plynu je

základní rozměrová řada (legislativně) závazná.

Upozornění:

1. K zachování dlouhé životnosti rozvodu vody měděnými trubkami je nutné, aby voda splňovala tyto parametry: Má mít stabilní pH v rozmezí 6,5 až 9,5 a nemá být jinak agresivní (má splňovat hodnotu kyselinové neutralizační kapacity  $KNK_{8,2} < 1,0$  mmol/l, a obsah  $CO_2 < 44$  mg/l). Tyto podmínky jsou u veřejných vodovodních sítí splněny (zaručeny). U lokálních

Tabulka č. 2 – Základní rozměrová řada měděných trubek

Trubky v rovných délkách (průměr × tloušťka stěny v mm)	Trubky ve svitcích (průměr × tloušťka stěny v mm)**	Jmenovitá světlost DN***	Hmotnost v kg/m	Obsah v l/m
6 × 1	6 × 1	4	0,140	0,013
8 × 1	8 × 1	6	0,196	0,028
10 × 1	10 × 1	8	0,252	0,050
12 × 1	12 × 1	10	0,308	0,079
15 × 1	15 × 1	12	0,391	0,133
18 × 1	18 × 1	15	0,475	0,201
22 × 1	22 × 1	20	0,587	0,314
28 × 1,5		25	1,110	0,491
35 × 1,5		32	1,410	0,804
42 × 1,5		40	1,700	1,195
54 × 2		50	2,910	1,963
64 × 2		-	3,467	2,827
76,1 × 2		65	4,144	4,083
88,9 × 2		80	4,859	5,661
108 × 2,5		100	7,374	8,332
133 × 3		125	10,904	12,668
159 × 3		150	13,085	18,385
219 × 3		200	18,118	35,633
267 × 3		250	22,144	53,502

Rozměry trubek pro pitnou vodu a pro plyn

\* Polotvrdé měděné trubky

\*\* Ve svitcích – pouze měkké trubky

\*\*\* Z hlediska průtoků (výpočty) anebo kvůli armaturám se uvádí jmenovitá světlost potrubí

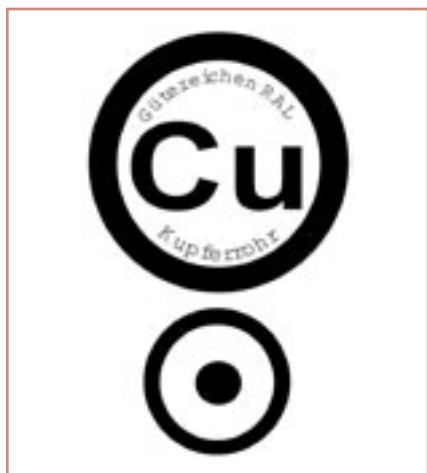
zdrojů (studny) je nutné, nechat si provést změření uvedených parametrů .

2. Měděnou trubkou se nesmí přenášet tyto látky: acetylén  $C_2H_2$ ; chlór  $Cl_2$ ; fosgen  $COCl_2$ ; sirovodík  $H_2S$ ; amoniak  $NH_3$ ; chlorovodík  $HCl$ ; oxid siřičitý  $SO_2$ .

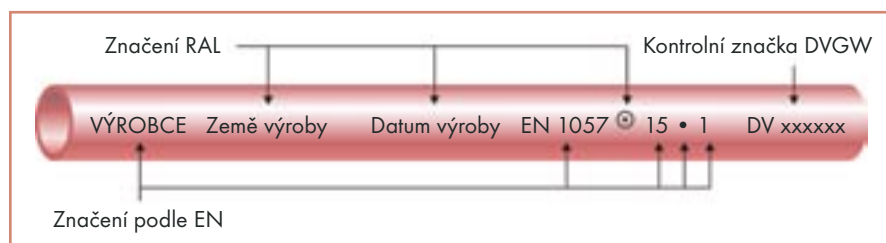
## 2.2 Značka kvality

Značka kvality na měděných trubkách a pájecích tvarovkách (viz. obr. č. 2; 3 a 4) znamená, že se výrobci podrobili zvláštním jakostním podmínkám a kontrolním mechanismům, podle kterých provádí (na objednávku spolku Gütegemeinschaft) nezávislé zkoušky RAL, což je německý institut pro zajištění jakosti. Dále můžeme na trubkách pro plynové a vodovodní instalace najít také kontrolní značku DVGW, což je německé plynárenské a vodárenské sdružení (viz obr. č. 3). Značku RAL najdeme také na kvalitních přídavných materiálech pro pájení, tj. na pájkách pro měkké a tvrdé pájení a na tavidlech.

Obr. č. 2 Značka kvality RAL (nahore úplná, dole zjednodušená)



Obr. č. 3 Značení trubek podle ČSN EN, RAL a DVGW

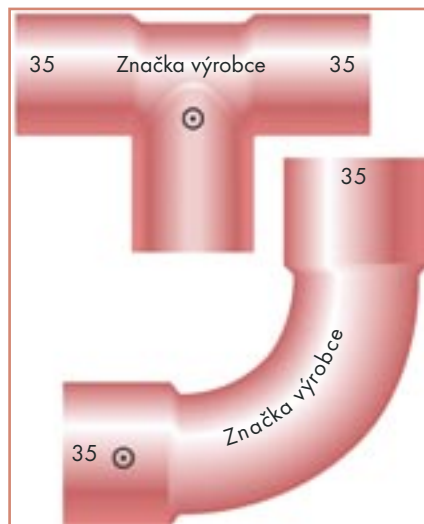


## 3. Tvarovky

### 3.1 Tvarovky ke kapilárnímu pájení

Vyrábějí se podle normy ČSN EN 1254-1. Pro spojování měděných trubek se vyrábějí z mědi (stejný materiál jako pro trubky). Pokud ale mají sloužit ke spojení trubky s armaturou nebo s trubkou z jiného kovu, pak se vyrábějí z přechodového kovu. Přechodovým kovem je červený bronz anebo mosaz. Na tvarovce (viz obr. č. 4) musí být vyznačen její průměr (a také značka výrobce a značka kvality).

Obr. č. 4 Značení kapilárních pájecích tvarovek



### 3.2 Tvarovky pro lisované spoje

Evropská norma pro tyto tvarovky je ve stadiu přípravy (prEN 1254-7). Podle konstrukce rozlišujeme dva systémy lisovaných tvarovek a to systém A a systém B (viz obr. č. 5). Těsnícího účinku je dosaženo pou-

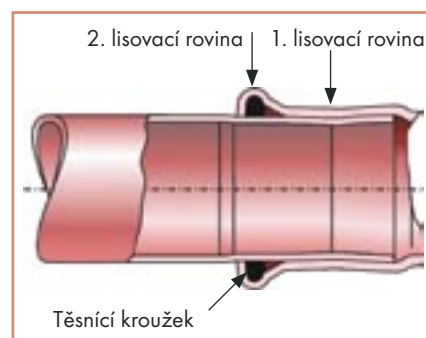
Obr. č. 5 Tvarovky pro lisované spoje



žitím těsnění z vhodného materiálu a zalisováním spoje (viz. obr. č.6) Těsnící kroužek má pro rozvody vody a teplovodní vytápění barvu černou, pro rozvody plynu musí mít barvu žlutou. Barvy kroužků pro rozvody ostatních médií nejsou dosud sjednoceny, řídíme se vždy pokyny výrobce tvarovek. Ten musí mít tvarovky pro daný účel certifikovány. Tvarovky pro rozvody plynu musí mít na sobě toto označení (viz obr. č. 7):

- druh provozního média - označení žlutou barvou, nebo nápis

Obr. č. 6 Řez lisovaným spojem, systém A





Obr. č. 7 Lisované tvarovky pro rozvod plynu



GAS, případně PLYN

- hodnota PN
- odolnost tvarovky proti vysokým teplotám GT. Např. GT/5 - odolnost proti teplotě do 5 barů

Poznámka:

Podle připravované prEN 1254-7 bude na tvarovkách pro plyn místo PN (číselná hodnota referenčního označení) uveden nejvyšší provozní tlak MOP (maximum operating pressure). Bude to např. MOP 5.

### 3.3 Tvarovky pro svařované spoje

Dodávají se oblouky ke svařování, objednávané je vždy podle trubky, se kterou mají být svařeny.

Minimální tloušťka stěny je 1,5 mm  
Odbočky a šikmé vývody se provádějí řemeslným provedením (rozšířením).

## 4. Nerozebíratelné spoje měděných trubek

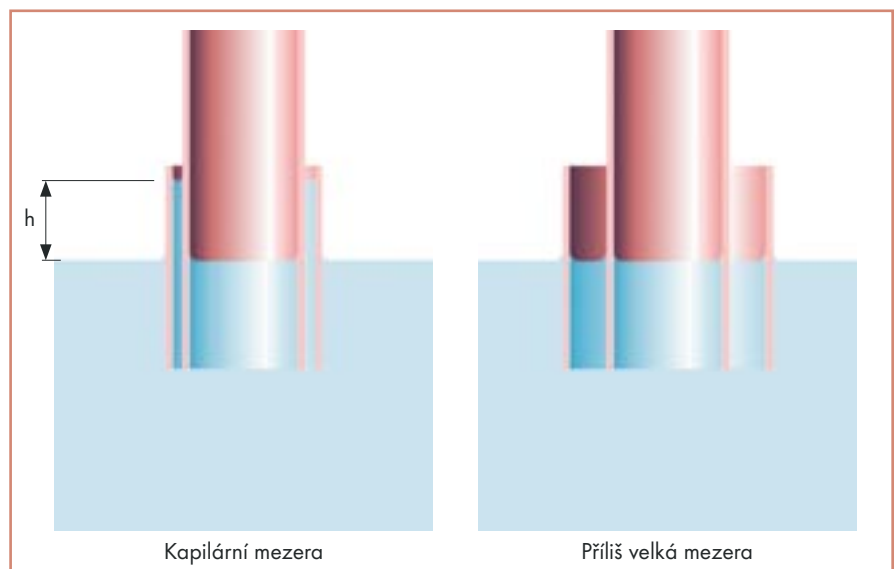
### 4.1. Spoje kapilárně pájené

Princip kapilarity při pájení spočívá v tom, že dva dokonale očištěné (a tím smáčivé) povrchy trubek mají mezi sebou velmi malou (kapilární) mezeru. Při ponoření do kapaliny (roztavené pájky) začne kapalina stoupat kapilární mezerou proti tíži

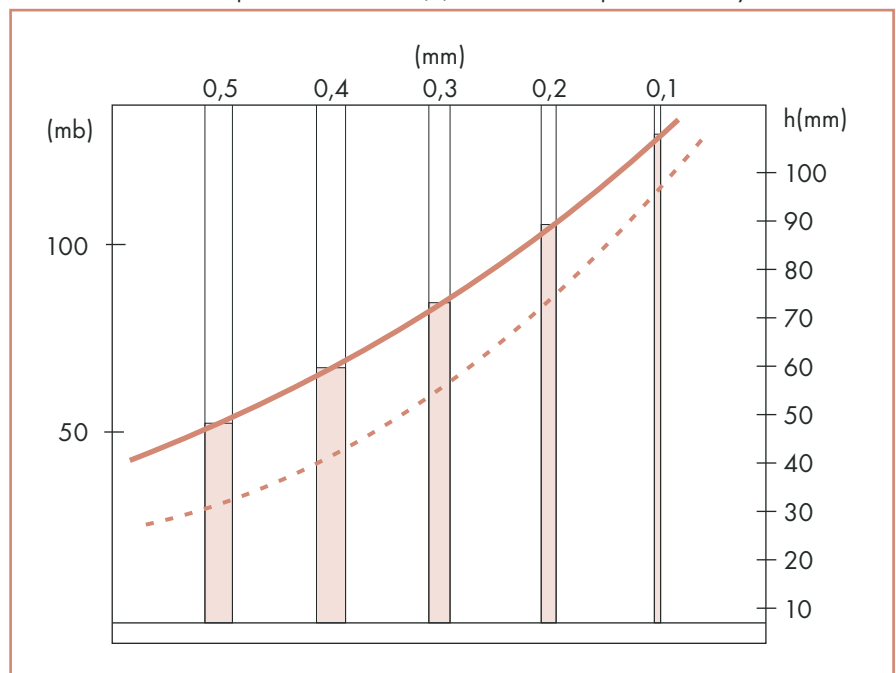
zemské (viz obr. č. 8). Výška ( $h$ ), do které je pájka schopna kapilární mezerou vystoupit, je závislá na velikosti kapilární mezery (viz graf č. 1). Je stanoveno, že pro kapilární pájení musí mít kapilární mezera (rozdíl mezi vnějším průměrem trubky a vnitřním průměrem tvarovky) v závislosti na průměru pájené trubky tuto hodnotu:

- až do průměru 54 mm (včetně) 0,02 mm až 0,30 mm
- nad 54 mm až do průměru 108 mm je to do 0,40 mm.

Obr. č. 8 Princip kapilarity

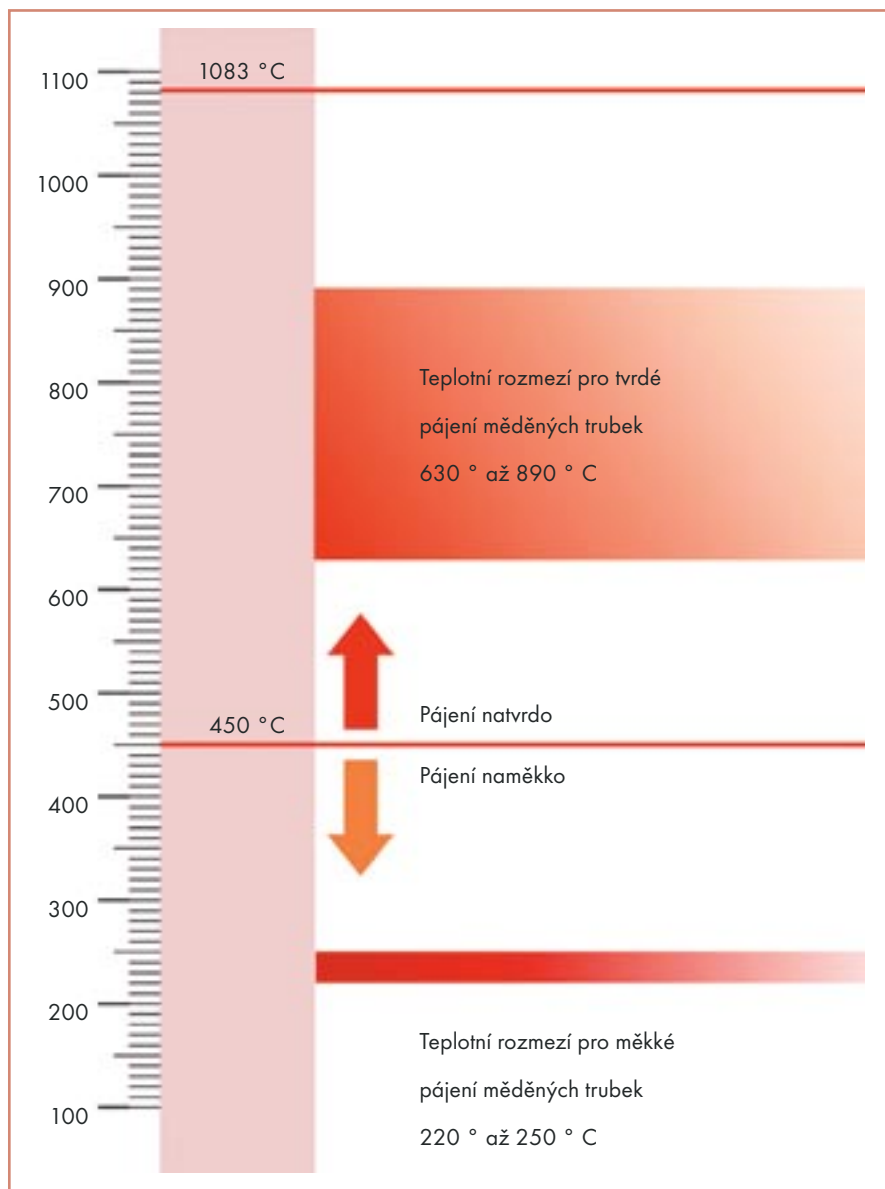


Graf. č. 1 Závislost kapilární vztlakovosti ( $h$ ) na velikosti kapilární mezery





Obr. č. 9 Pracovní teploty při měkkém a tvrdém pájení



Kapilární pájení se podle pracovní teploty dělí na měkké pájení (do 450 °C) a na tvrdé pájení (pracovní teplota nad 450 °C) – viz. obr. č. 9.

K dosažení lepší smáčivosti pájených ploch a také zamezení tvorby oxidů se používají tavidla (viz. tab. č. 4 a tab. č. 5).

Nanášíme je vždy pouze na konec trubky, nikdy je nevnanšíme do otvoru tvarovky.

K vyplnění kapilární mezery a k dosažení správného provedení spoje se používají pájky. Podle toho, při jaké teplotě se taví, dělíme je na pájky měkké a tvrdé (viz. tab. č. 3 a tab. č. 5).

Tabulka č. 3 – Měkké pájky pro pájení měděných trubek

Pájky podle ČSN EN 29453	S-Sn97Cu3	S-Sn97Ag3
Rozsah tavení (°C)	230 – 250	221 – 230
Cu*	2,5 – 3,5	-
Ag*	-	3,0 – 3,5
Sn*	zbytek	zbytek

\* údaje v hmotnostních procentech

#### 4.1.1 Pájení naměkko

Pájený spoj musí být správně připraven, tj. řez trubky musí být veden kolmo pilkou anebo kruhovou řezačkou. Pozor, měkké trubky řezeme pouze pilkou, kolečková řezačka vytváří silný vnitřní ořep. Hranu trubky zbavíme vnitřního a vnějšího ořepu odjehlovačkou. U měkkých měděných trubek provedeme kalibrování a to nejprve trnem, pak kroužkem. Povrch trubky mechanicky očistíme speciální tkaninou, nebo jemným smirkovým plátnem. Otvor tvarovky očistíme kruhovým kartáčem. Na konec trubky neneseme tavidlo, nebo pastu. Pootáčením nasuneme tvarovku až na doraz. Otržeme zbytek tavidla. Označíme hloubku zasunutí (pro kontrolu sestavy před pájením). Měkkým plamenem (víceotvorový hořák) nahřejeme pájené místo na pracovní teplotu pájky. Při odvráceném plameni přiložíme ke kapilární mezeře tyčinku (drát) pájky. Pájka se teplem spoje odtavuje až vyplní celou kapilární mezeru (kolem tvarovky se zaleskne stříbrný kroužek). Pájené místo po ochladnutí otržeme vlhkým hadrem (setřeme zbytky tavidla). Viz obr. č. 10.

Poznámka:

K ohřátí pájeného místa na pracovní teplotu můžeme při měkkém pájení použít i elektrický odporový přístroj. Je to výhodné tam, kde vadí použití otevřeného plamene.

Tabulka č. 4 – Tavidla pro měkké pájení

Tavidlo podle ČSN EN 29454	Interval působení (°C)
3.1.1	150 – 400
3.1.2	
2.1.2	

V označení tavidla první číslo označuje typ (např. 3 = anorganická, druhé číslo základ (např. 1 = vodorozpustná), třetí číslo aktivátor, který při zahřátí vyvolá chemickou reakci

Obr. č. 10 Technologický postup spoje, pájeného naměkko

g) Dělení trubky pilkou s jemnými zuby. Rez vedeme kolmo.



e) Mechanické čištění konce trubky čistící nekovovou tkaninou, nebo jemným smirkem.



i) Odstranění zbytků tavidla – mokrou utěrkou.



b) Dělení trubky kotoučovou řezačkou trubek (nehodné pro měkké trubky).



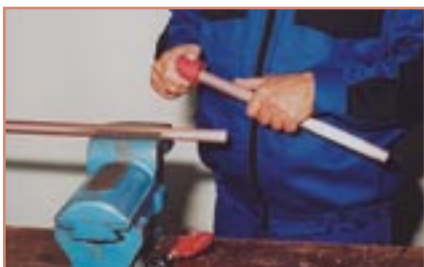
f) Mechanické čištění otvoru tvarovky kruhovým kartáčem na tvarovky.



j) Ohřátí pájeného místa soupravouna PB plyn s víceotvorovým hořákem (měkký plamen).



c) Vnější a vnitřní odjehlení (sražení hran) odjehlovačem, případně škrabkou, nebo pilníkem.



g) Nanášení tavidla, nebo pájecí pasty (pouze na konec trubky).



k) Vnášení pájky – pájka dotykově přiložena k počátku kapilární mezery při odvráceném hořáku.



d) Kalibrování konce trubky nejprve kalibračním trnem a pak kroužkem. Dřevěné, nebo plastové kladivo.



h) Složení připravovaného spoje, trubka musí na doraz do tvarovky.



l) Odstranění zbytků tavidla mokrým hadříkem.



Tabulka č. 5 – Pájky a tavidla k pájení natvrdo

Tvrdé pájky podle ČSN EN 1044	Interval tavení (°C)	Tavidlo ČSN EN 1045	Interval působení (°C)
CP 203 (L-CuP6)	710 – 890	FH 10	550 – 800
CP 105 (L-Ag2P)	645 – 825		
AG 106 (L-Ag34Sn)	630 – 730		
AG 104 (L-Ag45Sn)	640 – 680		
AG 203 (L-Ag44)	675 – 735		

Při použití pájky CP 203 a pájky CP 105, při pájení měď-měď není nutné tavidlo.

#### 4.1.2 Tvrdé pájení měděných trubek

Příprava trubky i tvarovky je stejná jako při pájení naměkko, tj. řezání, odjehlení, kalibrování, nanesení tavidla pouze na konec trubky, zasunutí trubky do tvarovky. Protože ale mají pájky k pájení natvrdo podstatně vyšší pracovní teploty (viz. obr.

č. 9), ohřev se musí provést soupravou kyslíko-acetylenovou (nebo jinou stejně výkonnou). Hořák i zde musí být víceotvorový, plamen se používá měkký, neutrální. Hlavní rozdíl při samotném pájení spočívá v tom, že do pájeného místa, které je ohřáté na pracovní teplotu přidáváme pájku, která se přímo odtavuje v rozptýleném plameni a přechází do kapilární mezery (viz obr. č. 11).

Obr. č. 11 Pájení natvrdo



Pozor - pájené místo nesmíme přehřát, tavítko by se přepálilo, na pájených plochách by se vytvořily oxidy a pájka by nevnikla do kapilární mezery.

Způsob pájení měděných trubek je závislý na typu média, které má měděným rozvodem proudit. Přehled způsobů pájení v závislosti na protékající tekutině uvádí tab. č. 6.

#### 4.1.3 Lisované spoje

Lisované spojení je možné použít na měkké, polotvrdé a tvrdé měděné trubky. Oblasti jejich použití v domovních rozvodech jsou:

- pitná voda (studená i teplá)
- vytápění
- provozní voda ze zařízení na zužitkování dešťové vody
- stlačený vzduch do 16 bar
- domovní rozvody plynu
- solární vytápění

Tabulka č. 6 - Přehled způsobu pájení v závislosti na platných předpisech

Oblast použití	Pájený spoj	
	Tvrký	Měkký
Zemní plyn	+	-
Tekutý plyn	+	-
Pitná voda $d_a \leq 28$ mm	-	+
Pitná voda $d_a > 28$ mm	+	+
Teplododní vytápění	+	+
Horkovodní vytápění nad 110 °C	+	-
Topný olej	+	-
Podlahové vytápění	+	-
Chladicí zařízení	+	-

Obr. č. 12 Technologický postup lisovaného spoje

a) Trubku zkrátit - kolečkový řezák nebo jemnozubá pilka.



e) Hloubku zasunutí označit.



b) Trubku vnitřně a vně odhrotovat (případně zkalibrovat).



f) Lisovací čelisti nařít na lis a fixační čep vsunout - zasmeknout.



c) Zkontrolovat správný dohled těsnícího kroužku. Žádné oleje ani tuky.



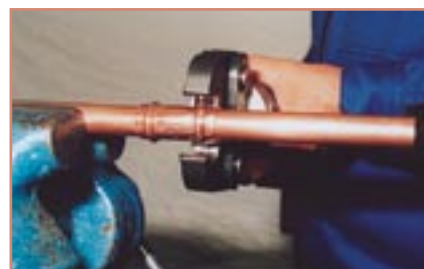
g) Provést lisování.



d) Lisovanou tvarovku lehkým otáčením posunout až na doraz.

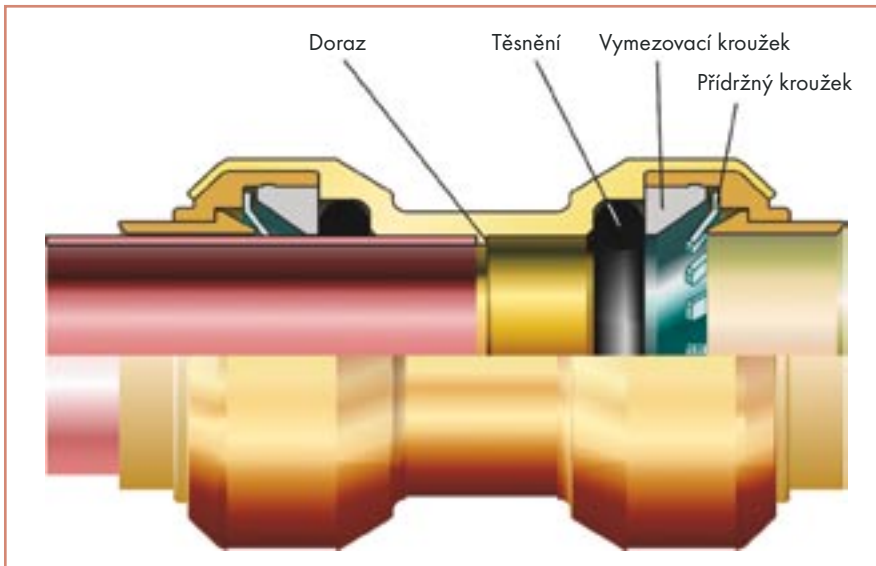


h) Otevřít čelisti po lisování.

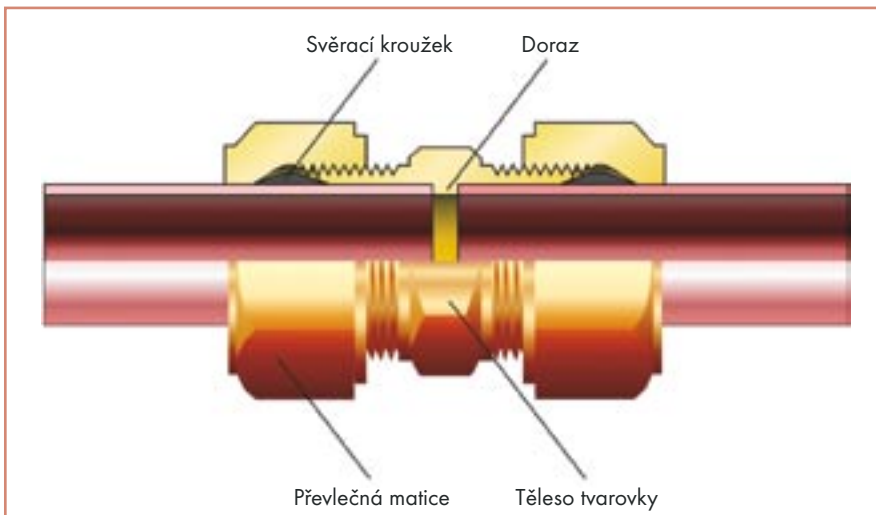




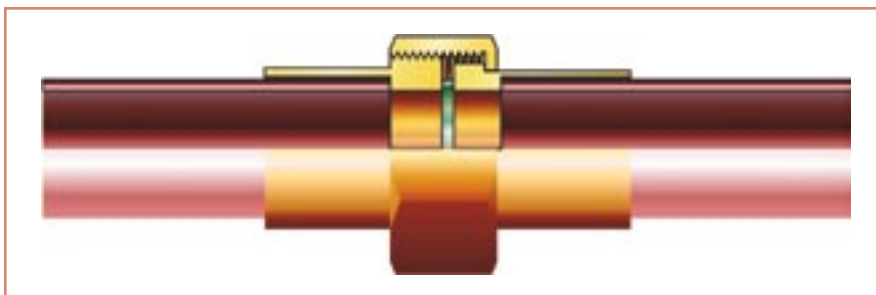
Obr. č. 13 Konstrukční uspořádání zástrčného spojení



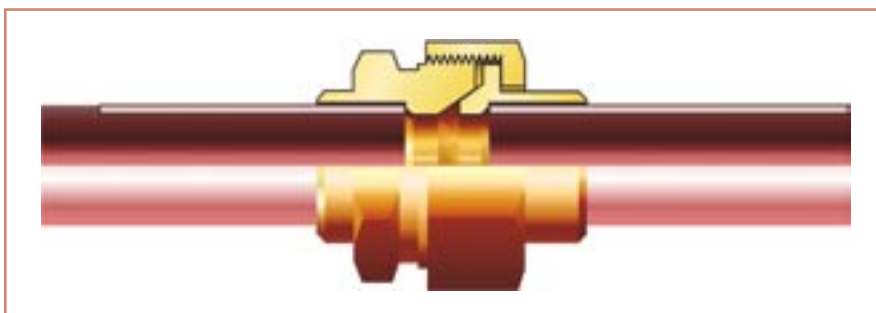
Obr. č. 14 Spojení svěracím kroužkem - řez



Obr. č. 15: Šroubení s plochým těsněním



Obr. č. 16: Šroubení s kuželovým těsněním



#### 4.1.4 Zástrčné spojení

Zástrčné spojení patří do skupiny nerozebíratelných spojů. Pomocí speciálních nástrojů je možné (podle údaje výrobce) několikrát je uvolnit a opět použít.

Objevily se různé systémy, které jsou ale založeny na stejném principu. Těsnost spojení je dosažena těsnícím prvkem. Přidržený kroužek z ušlechtilé oceli zajišťuje pevnostní spojení (viz. obr. č. 13)

### 5. Rozebíratelné spoje měděných trubek

Slouží buď jako spojky k vzájemnému rozebíratelnému spojení dvou trubek, anebo pro připojení trubek k armaturám. Musí být certifikovány pro deklarovaný účel (zejména pitná voda a plyn).

#### 5.1 Spojení svěracím kroužkem

Spoj je kovově těsnící, odolný proti vysokým teplotám (viz. obr.č. 14). Je znovu použitelný, ale svěrací kroužek nutno vždy vyměnit. U měkkých trubek je nutné použít opěrná pouzdra (vsunout je do trubky).

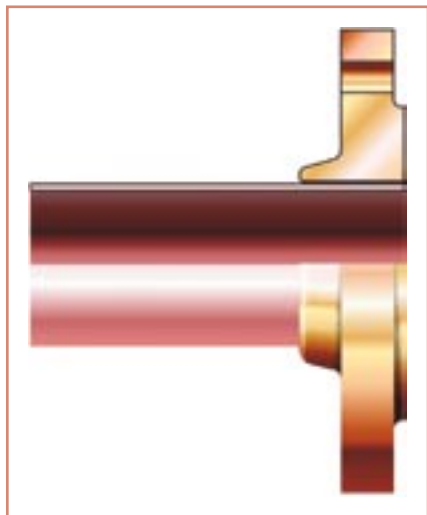
#### 5.2 Šroubení (pájené koncovky)

a) Šroubení s plochým těsněním (viz obr. č. 15). Těsnění musí vždy být dlouhodobě odolné vůči protékající tekutině a vůči provozním podmínkám (např. požadavek požární odolnosti atd.)

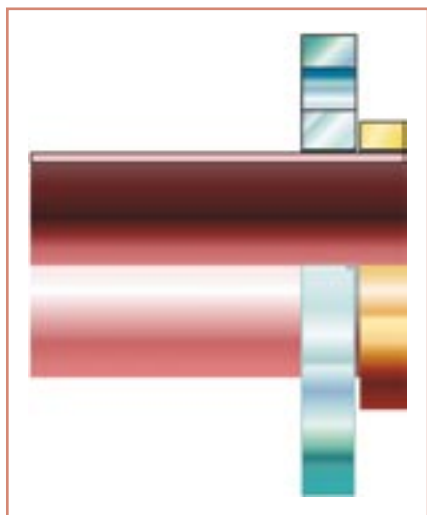
b) Šroubení s kuželovým (nebo kulovým) těsněním (viz obr. č. 16). Kovově těsnící spoj, odolný proti vysokým teplotám.

## 5.3 Přírubové spojení

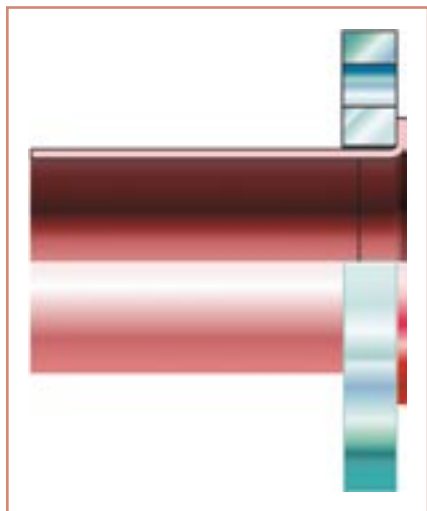
Obr. č. 17 Přírubový spoj s připájenou přírubou z červeného bronzu.



Obr. č. 18 Přírubový spoj s hladkým pájeným okrajem (nákrůžkem).



Obr. č. 19 Přírubový spoj s navařeným lem z mědi a s volnou přírubou (pro plyn možno použít pouze lem továrně vyrobený).



Používá se zejména u větších průměrů trubek a to v provedeních podle obr. č. 17, 18, 19.

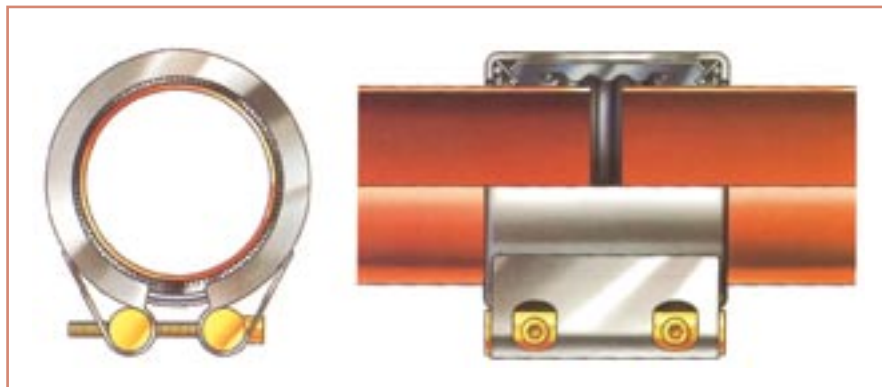
## 5.4 Trubkové spojky

Ke spojení dvou trubek stejného průměru lze použít také trubkovou

Pozor: Takto vyrobená hrdla se nesmí používat v rozvodech LPG. U pitné vody až do průměru 28 mm nesmíme žíhat.

Při pájení natvrdo je minimální hloubka zasunutí trubky do tvarovky trojnásobek tloušťky stěny trubky,

Obr. č. 20 Trubková spojka (pouze pro trubky stejného průměru)



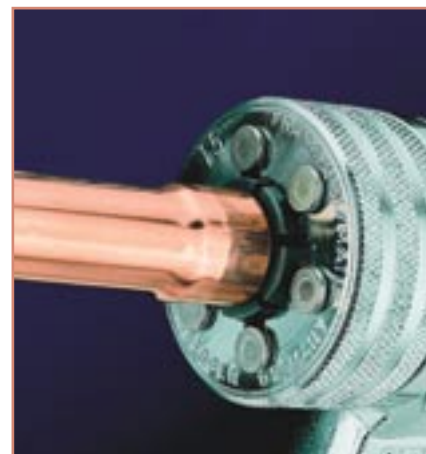
spojku dle obr. č. 20. Umožňuje rychlé spojení dvou trubek (vhodné pro havarijní opravy).

## 6. Řemeslně vyrobená hrdla a odbočky

### 6.1 Řemeslně vyrobená hrdla

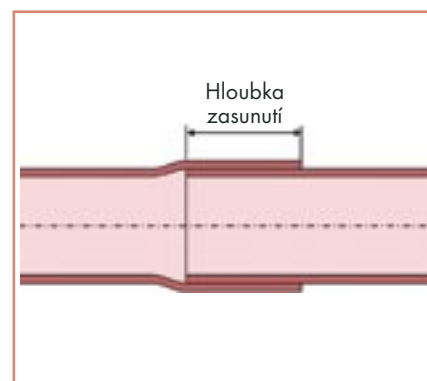
Pracovní postup při řemeslné výrobě hrdla spočívá v tom, že zarovnaný a odjehlený konec trubky nejprve (u polotvrdé a tvrdé trubky) vyžeháme naměkko, tj. ohřejeme na tmavočervenou barvu a ochladíme. U měkké trubky žíhání neprovádíme. Pak speciálním nástrojem (expandérem) vyrobíme hrdlo (viz obr. č. 21).

Obr. č. 21 Výroba hrdla expandérem. Podmínkou je, že u vyrobeného hrdla musí být dodržena stanovená hloubka zasunutí trubky do tvarovky, tj. expandér musí být před započítím pracovní operace (i při ní) zasunut do trubky na doraz.



Tabulka č. 7 - Pro pájení na měkko

Průměr	Hloubka zasunutí v mm
12	10
15	12
18	14
22	17
28	20
35	25
42	29
54	34



minimálně však 5 mm. (Optimálně až do průměru 42 mm je to 7 mm a nad tento průměr pak 10 mm). U rozvodů plynu je však minimální hloubka zasunutí trubky do tvarovky stanovena v TPG 700 01.

## 6.2 Řemeslně vyrobené odbočky

Řemeslnou výrobu odbočky můžeme provést pro odbočující trubku, která má průměr minimálně o jednu

dimenzi menší, než je dimenze hlavní trubky. K její výrobě používáme speciální nástroje (viz. obr. č. 22).

Upozornění:

Tato odbočka není povolena pro rozvod plynu, tekutého plynu a topných olejů.

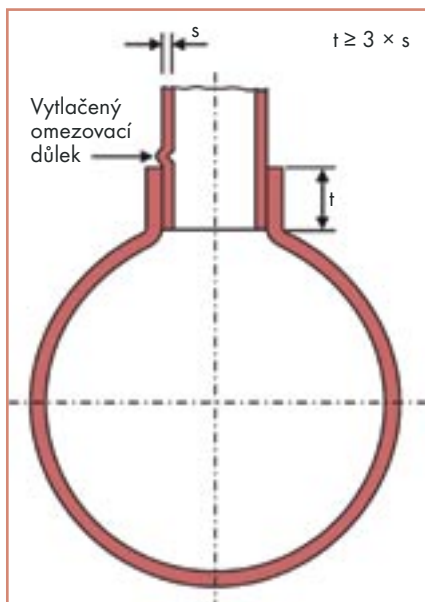
Pracovní postup:

- vyznačení středu otvoru pro odbočku
- seřízení seřizovatelného vrtáku a vyvrtání otvoru
- provedení (vytažení) lemu lemovákem
- vytlačení omezovacího důlku na odbočující trubce (viz obr. č. 23)
- očištění konce odbočující trubky a nanesení tavidla
- zasunutí trubky do připraveného otvoru (lemu)
- pájení – pouze natvrdo!

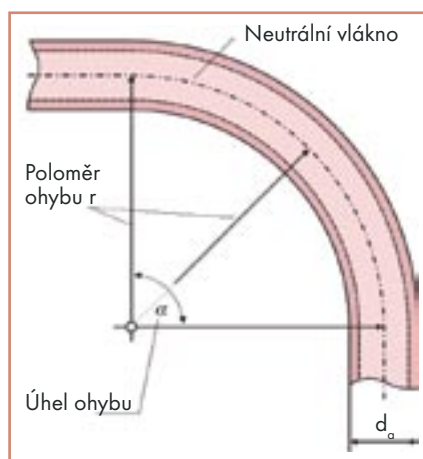
Obr. č. 22 Speciální seřizovatelný vrták, lemovák a řehtačkový klíč.



Obr. č. 23 Omezovací důlek zaručí správnou hloubku zasunutí odbočující trubky. Provedeme jej omezovacími kleštěmi.



Obr. č. 24 Poloměr ohybu. Při výpočtu potřebné délky trubky před ohybem provádíme výpočet na neutrálním vlákně.



## 7. Ohýbání měděných trubek

Měkké měděné trubky (R 220) můžeme zastudena ohýbat ručně, nebo pomocí ohýbačky. Polotvrdé a tvrdé měděné trubky (R 250 a R 290) ohýbáme zastudena pouze pomocí ohýbačky (viz tab. č. 8). Při ručním ohýbání je minimální poloměr ohybu  $r \geq 6 \times d_0$ . Při ohýbání pomocí ohýbačky pak je minimální poloměr ohybu  $r \geq 3 \times d_0$  (viz. obr. č. 24).

Upozornění:

Pro ohýbání polotvrdých a tvrdých měděných trubek zastudena musí být vždy zvolen vhodný typ nástroje.

## 8. Vyrovnání tepelné roztáznosti trubek

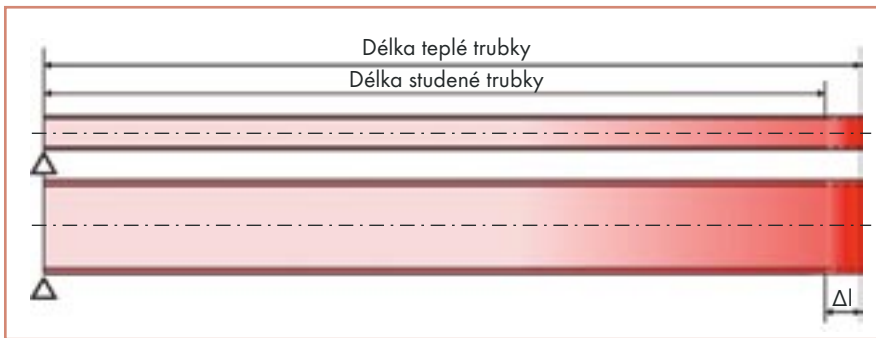
### 8.1 Tepelná dilatace

Také měděné trubky mění se změnou teploty svoji délku (viz obr. č. 25). Prodloužení  $\Delta l$  nezávisí na

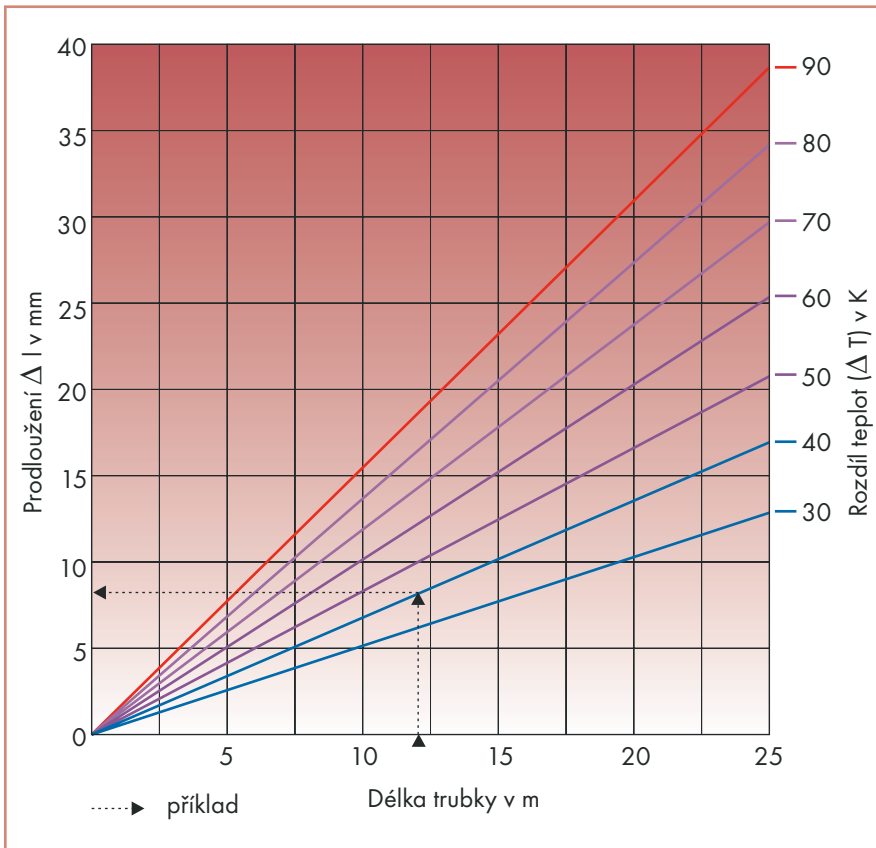
Tabulka č. 8 – Maximální možné průměry trubek při ohýbání zastudena

Ohýbání za studena	Ručně	S ohýbacím strojem
Měkké trubky (R 220)	do 22 mm	do 22 mm
Polotvrdé trubky (R 250)		do 28 mm
Tvrdé trubky (R 290)		do 18 mm

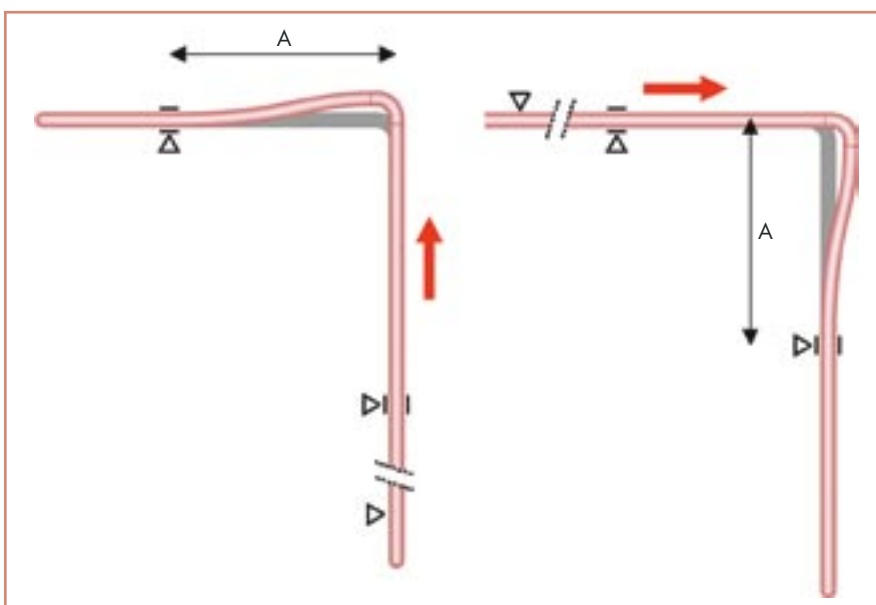
Obr. č. 25 Prodloužení  $\Delta l$  nezávisí na průměru trubky



Graf č. 2 Prodloužení trubky  $\Delta l$  po ohřátí o rozdíl teplot  $\Delta T$  v závislosti na její délce



Obr. č. 26 Dilatace trubky, vyrovnání jejího prodloužení deformací ramena A.



průměru trubky, závisí jen na její délce ( $l$ ) a na rozdíl teplot studené a teplé trubky ( $\Delta T$ ) tj.  $\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$ . Součinitel tepelné roztažnosti  $\alpha = 0,017 \text{ mm}/(\text{m} \cdot \text{K})$  a  $l_0$  je délka trubky před ohřátím.

Prodloužení trubky pro zjištěný rozdíl teplot studené a teplé trubky můžeme také odečíst v grafu č. 2.

## 8.2 Vyrovnání tepelné dilatace vhodným umístěním úchytek

V uchycení (upevnění) potrubí rozlišujeme pevné body (výtoky, armatury) a kluzná vedení (závěs, ve kterém se trubka může axiálně posouvat). Pevný bod neumožní trubce žádný posuv. Kluzné vedení umožňuje axiální pohyb trubky, ale pro síly, které působí kolmo na trubku se chová jako pevný bod. Proto musíme umísťovat tyto závěsy do správné montážní vzdálenosti  $A$  (viz obr. č. 26). Trubce to umožní deformací ramena  $A$  vykompenzovat svoje prodloužení  $\Delta l$ .

## 8.3 Kompenzátory

Pokud nelze dilatace vymezit montážní vzdáleností  $A$ , pak je možné použít kompenzátory  $U$ , anebo kompenzátory axiální (osové).

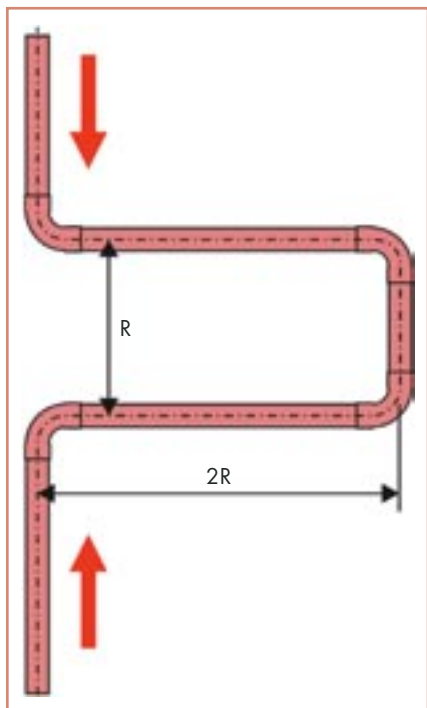
### 8.3.1 Kompenzátor $U$

Kompenzátor  $U$  lze objednat anebo snadno vyrobit a to ze čtyř tvarovek a tří dílů trubky (viz obr. č. 27).



Obr. č. 27 Kompenzátor U a tabulka pro jeho dimenzování

Charakteristický rozměr R kompenzátoru „U“ v závislosti na průměru trubky a prodloužení trubky  $\Delta l$ .



Vnější průměr trubky $d_o$ v mm	Vypočtené prodloužení trubky $\Delta l$ (mm)							
	12	25	38	50	75	100	125	150
	Charakteristický rozměr kompenzátoru R v mm							
12	195	281	347	398	488	562	627	691
15	218	315	387	445	548	649	709	772
18	240	350	430	495	600	700	785	850
22	263	382	468	540	660	764	850	930
28	299	431	522	609	746	869	960	1056
35	333	479	593	681	832	960	1072	1185
42	366	528	647	744	912	1055	1178	1287
54	414	599	736	845	1037	1194	1333	1463
64	450	650	801	919	1126	1300	1453	1592
76,1	491	709	874	1002	1228	1418	1585	1736
88,9	531	766	944	1083	1327	1532	1713	1877
108	585	844	1041	1194	1463	1689	1888	2068
133	649	937	1155	1325	1623	1874	2095	2295
159	710	1025	1263	1449	1775	2049	2291	2510
219	833	1202	1482	1700	2083	2405	2689	2945
267	920	1328	1637	1878	2300	2655	2969	3252

### 8.3.2 Axiální (osové) kompenzátory

Axiální kompenzátory jsou prostorně úsporné. Existují různé konstrukční tvary jako např. kompenzátory vlnocové (s kovovým měchem) viz obr. č. 28, nebo ucpávkové kompenzátory. Výrobce vždy udává, jaké prodloužení  $\Delta l$  může kompenzátor pojmout. Navíc je nutné respektovat montážní pokyny výrobce.

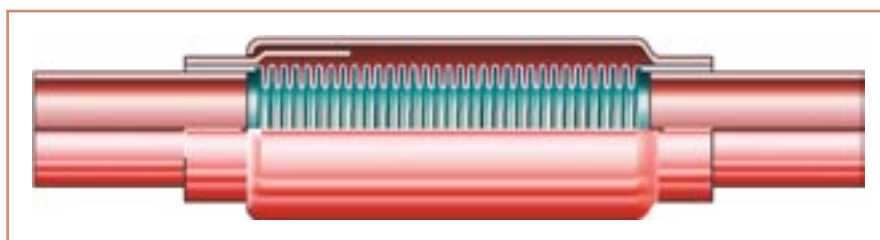
Upozornění:

Kompenzátory podléhají opotřebení, nelze je tedy zastavět.

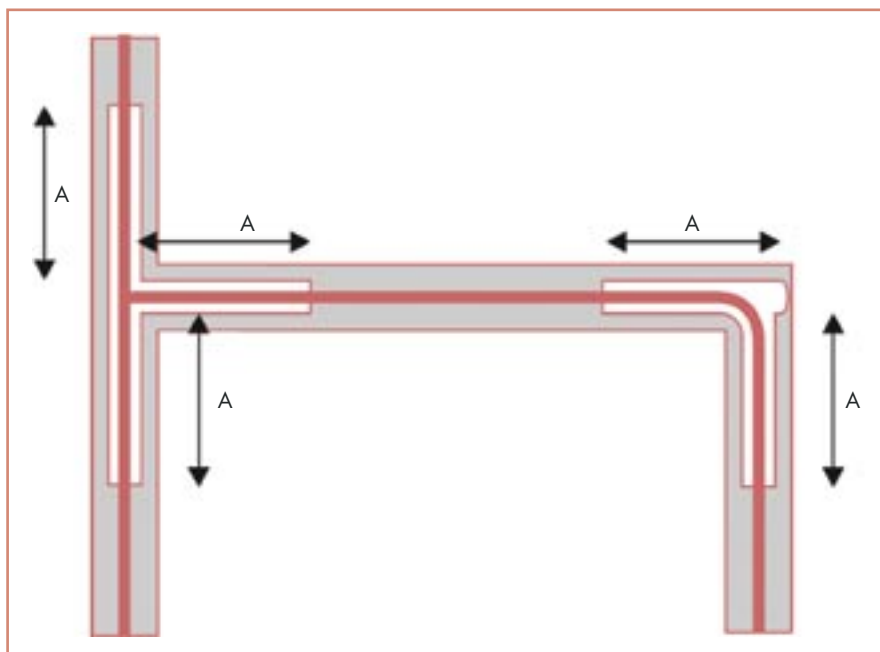
### 8.4 Zachycení dilatací trubek u podomítkových instalací

Délka vypolstrování A (viz obr. č. 29) se řídí podle prodloužení trubky, které má vypolstrování pojmout (viz tab. č. 9).

Obr. č. 28 Kompenzátor vlnocový (s kovovým měchem)



Obr. č. 29 Vypolstrování potrubí uložených pod omítkou



Tabulka č. 9 – Montážní vzdálenost A v závislosti na průměru trubky a jejím prodloužení

Vnější průměr trubky $d_o$ v mm	Prodloužení trubky $\Delta l$			
	5 mm	10 mm	15 mm	20 mm
	Minimální délka ramena A (mm)			
12	475	670	820	950
15	530	750	920	1060
18	580	820	1000	1160
22	640	910	1110	1280
28	725	1025	1250	1450
35	810	1145	1400	1620
42	890	1250	1540	1780
54	1010	1420	1740	2010
64	1095	1549	1879	2191
76,1	1195	1689	2069	2389
88,9	1291	1826	2236	2582
108	1423	2012	2465	2846
133	1579	2233	2735	3158
159	1727	2442	2991	3453
219	2026	2866	3510	4053
267	2237	3164	3875	4475

## 8.5 Uchycení trubek

Potrubí se připevňují úchytkami (třímeny) a závěsy. Používají se úchytky ze dvou různých materiálů (viz obr. č. 30).

- ocelové úchytky (třímeny) se zvukovou izolační vložkou
- plastové příchytky

Ocelové úchytky lze použít jak na holé, opláštěné, tak i tepelně izolované trubky. Do plastové příchytky lze trubku přímo upnout, ale použí-

Obr. č. 30 Úchytky trubek (vlevo ocelová s vložkou, vpravo plastová)



Tabulka č. 10 – Směrné hodnoty pro vzdálenosti připevnění (úchytek) měděných trubek vedoucích vodu

Vnější průměr v mm	Vzdálenost připevnění v m
12	1,25
15	1,25
18	1,50
22	2,0
28	2,25
35	2,75
42	3,0
54	3,50
64	4,0
76,1	4,25
88,9	4,75
108	5,0
133	5,0
159	5,0



vají se pouze tehdy, pokud nejsou kladeny žádné zvláštní požadavky na zvukovou izolaci.

Vzájemné vzdálenosti dalších uchytení trubky (těch, které již neřeší vyrovnání dilatace) jsou závislé na průměru trubky (a také se přihlíží k proudícímu médiu). Pro rozvody plynu jsou uvedeny v TPG 700 01, pro rozvody vody platí připevňovací vzdálenosti podle tab. č. 10.

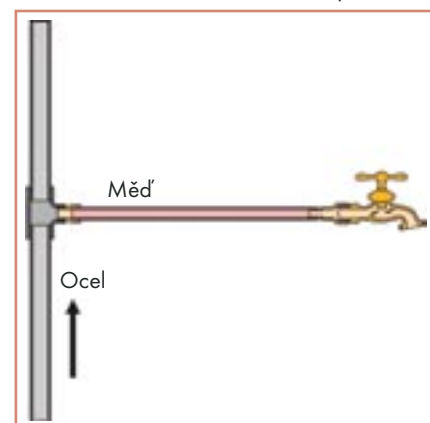
## 9. Kombinace mědi s jinými materiály

- Z hlediska vzájemného dotyku (možnost elektrochemické koroze) lze z měděného rozvodu přejít na jiný materiál (ocel, hliník) pouze tvarovkami z přechodového kovu. Přechodovým kovem pro tyto případy je červený bronz, anebo mosaz.
- Z hlediska protékající látky je u vody nutné respektovat tzv. „Pravidlo toku“.

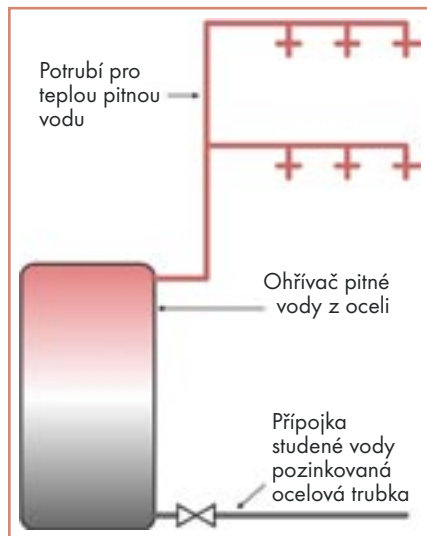
### 9.1 Kombinace mědi a oceli v instalacích s pitnou vodou

Někdy je zapotřebí (např. při renovaci) kombinovat měděné potrubí s potrubím pozinkovaným (viz obr. č.31), nebo s ohřívací pitné vody z oceli (viz obr. č.32 a č.33). V takových případech je nutné dodržet tzv. „Pravidlo toku“, aby se ocel nezničila.

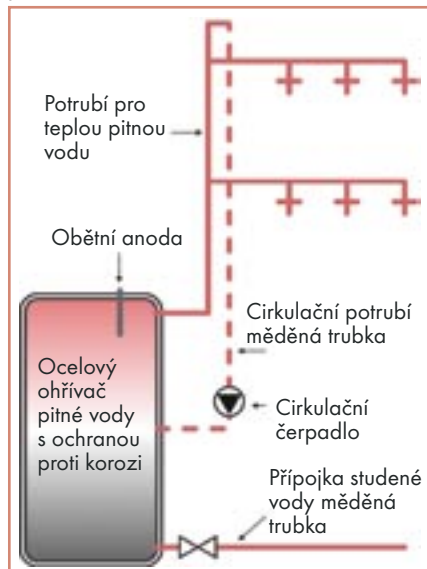
Obr. č. 31 Pitná voda: měď až po oceli.



Obr. č. 32 Napojení ohřivače pitné vody bez cirkulace. Ohřivač nemusí mít ochranu vnitřního povrchu.



Obr. č. 33 Napojení ohřivače pitné vody s cirkulací. Ohřivač musí mít povrchovou ochranu.



Pravidlo toku:

Měď ve směru proudění vody následuje až po oceli.

Pravidlo toku je nutné dodržovat proto, že v pitné vodě (studené i teplé) je mnoho kyslíku, který spolu s ionty mědi může způsobit bodovou korozi méně ušlechtilého materiálu (oceli, nebo pozinkované oceli). Kombinace mědi a ušlechtilé (nerezové) oceli je možná bez jakýchkoliv omezení.

Ohřivače a zásobníky pitné vody z oceli lze při dodržení určitých zásad kombinovat s rozvody mědě-

nými trubkami. Nutno rozlišovat:

- systémy bez cirkulačního potrubí
  - systémy s cirkulačním potrubím
- U systémů s cirkulačním potrubím nelze dodržet pravidlo toku. Ohřivač musí mít povrchovou ochranu. Může to být:
- smaltováním
  - povrstvením plastem
  - obětní anodou (např. hořčíkovou)

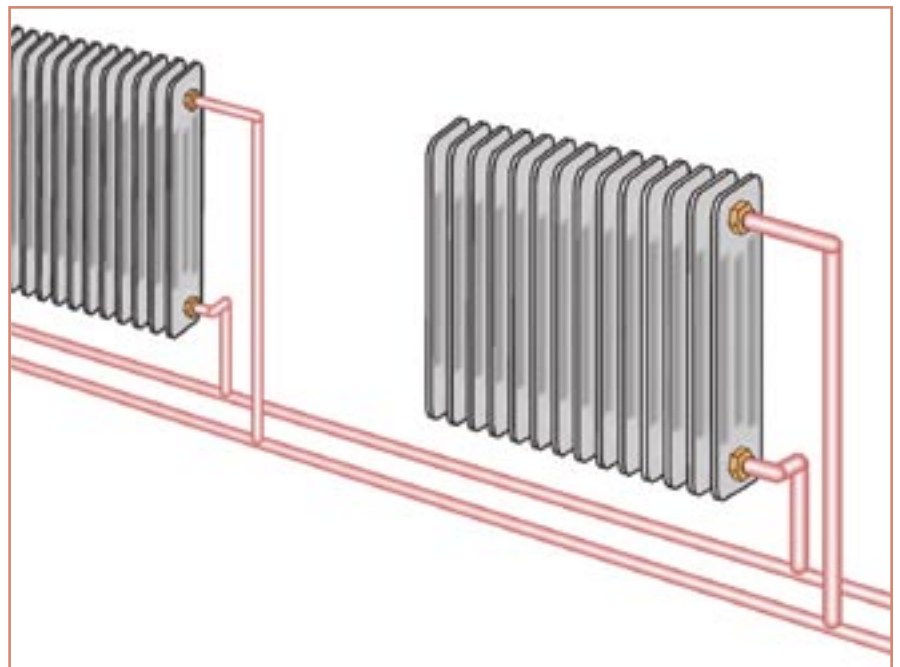
Obětní anody je nutno pravidelně vyměňovat.

## 9.2 Kombinace mědi a oceli v instalacích topení

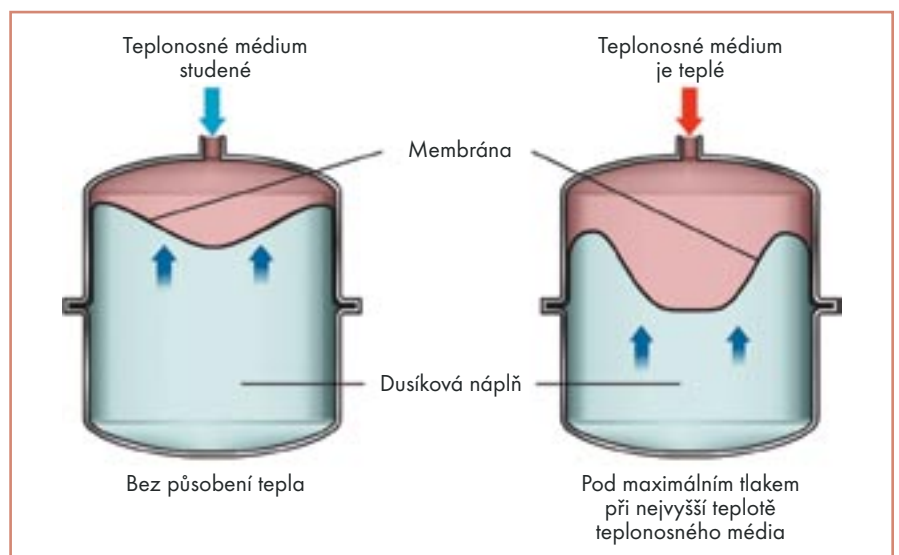
Tepl vodní otopné systémy se dnes konstruuji téměř výhradně jako uzavřené. Kombinace měděného potrubí a ocelových radiátorů (viz obr. č. 34) je možná proto, že vodě již není kyslík, který voda zpočátku obsahovala (ohřevem dojde k jeho vypuzení).

Je ale nutné, aby expanzní nádoba uzavřeného systému byla správně nadimenzována (viz obr. č. 35).

Obr. č. 34 Kombinace měděných trubek a ocelových radiátorů.



Obr. č. 35 Funkce membránové expanzní nádoby



U otevřeného systému pak je nutné, aby oběhové čerpadlo bylo správně nadimenzováno a nevytvářelo proudění v expanzní nádobě (docházelo by tak k okysličování vodní náplně).

## 10. Měděné rozvody uložené ve stavební konstrukci

### 10.1 Měděné rozvody uložené v podlaze

V podlahách budov se často vedou rozvody vytápění i vody. Nutno rozlišovat dva rozdílné způsoby:

- vedení v mazanině
- vedení v tepelné izolaci

Vedení v mazanině vyžaduje zásadní použití měděných trubek opláštěných. Plášť chrání trubku před agresivními vlivy a umožňuje jí také osový posuv vůči mazanině. Proto také až do délky 5 m není nutné řešit její dilatace, ale od délky 5 m je nutno na ohyby trubek nalepit výstelkovou (dilatační) pásku (viz obr. č. 36).

Obr. č. 36 Podlahové vytápění provedené opláštěnou měděnou trubkou před zakrytím mazaninou. Dilatace trubky jsou řešeny ohyby a výstelkovou páskou. Spoje trubek se provádějí pájením natvrdo, anebo lisováním.

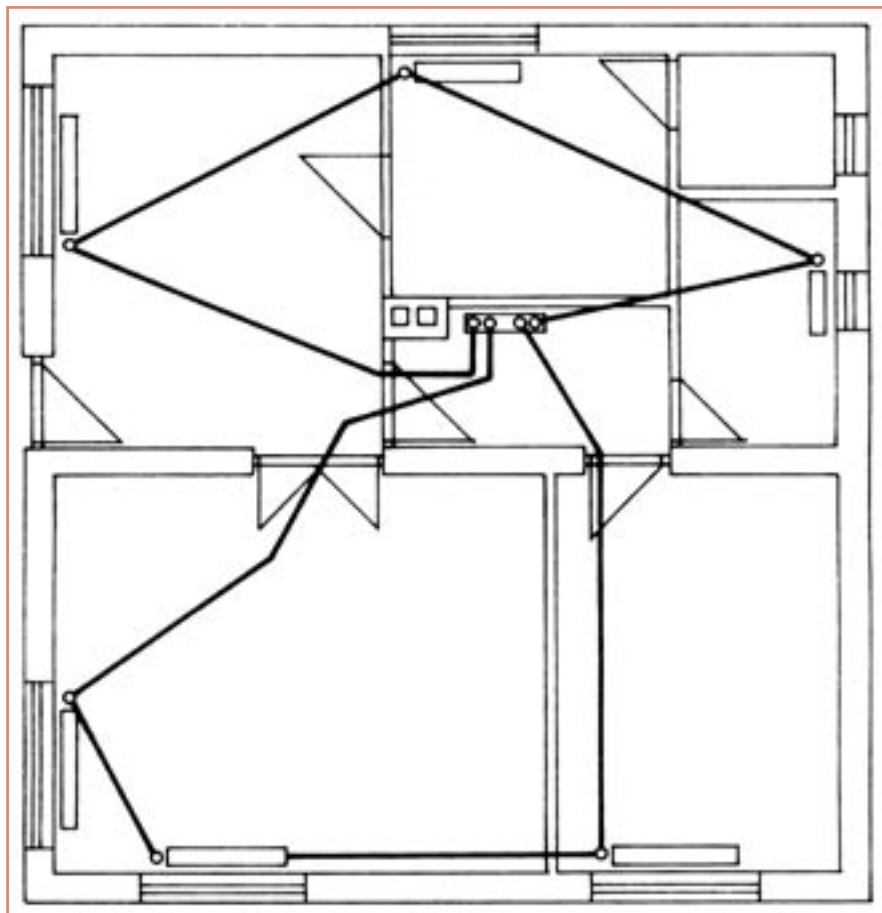


Uložení trubky do mazaniny (mokré uložení) se používá především u podlahového vytápění (možnost přenést vyšší tepelný výkon).

Uložení do tepelné izolace (suché uložení), se sice také využívá u systémů podlahového vytápění, ale

především se používá u rozvodů otopné vody radiátorového vytápění (případně i jiných médií), viz obr. č. 37.

Obr. č. 37 Rozvod otopné vody k radiátorům



Při uložení trubek do tepelné izolace se nesmí zapomínat na řešení dilatace trubky. Trubka musí mít volný pohyb a nesmí být instalována nevhodně vůči tepelné izolaci viz obr. č. 38 a obr. č. 39.

### 10.2 Rozvody uložené ve stěně

Měděné trubce nevdají prostá vápenná omítka a sádkokarton. Protože ale se často do omítek přidávají

různé další přísady (urychlovače, nebo zpomalovače tuhnutí), které mohou být agresivní, je vhodné vždy použít opláštěné trubky. Toto

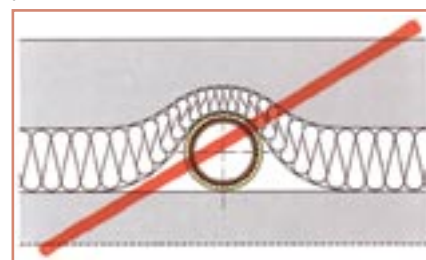
opláštění je schopno také tlumit přenášený hluk. V místech, kde by mohlo dojít k poškození trubky (zatloukání skob atd..) je vhodné použít podomítkovou chráničku, např. profil tvaru L nebo U.

Průchodky stěnou a stropem musejí vždy měděné trubce umožňovat dilataci. Nemá docházet k přímému styku ocelové průchodky (chráničky) a měděné trubky.

Obr. č. 38 Správně provedená podlahová instalace (suchá)

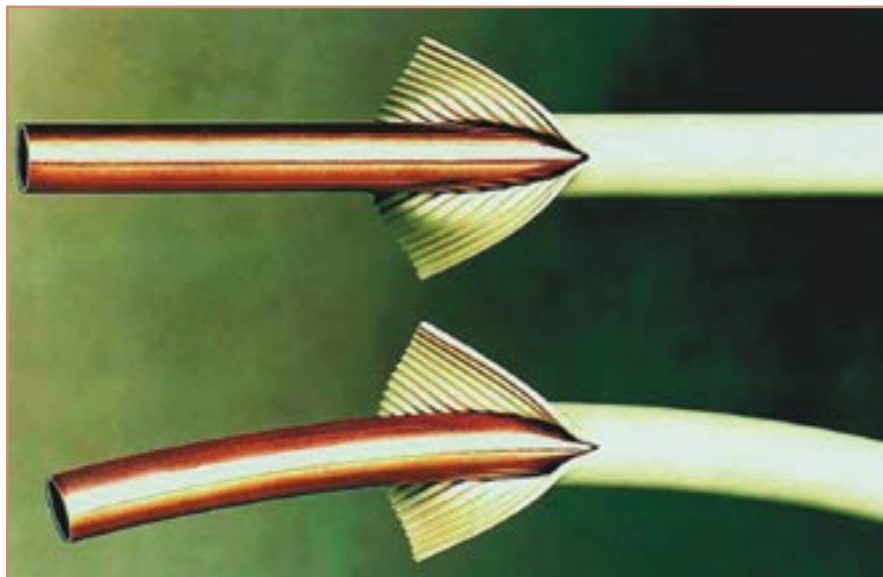


Obr. č. 39 Špatně provedená podlahová instalace





Obr. č. 40 Opláštěné měděné trubky



## 11. Izolace trubek

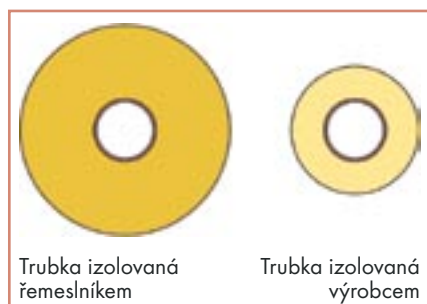
Provádí se izolace proti agresivním vlivům (opláštění trubky) a izolace tepelná. Vhodným typem izolace lze vyřešit tyto problémy:

### 11.1 Opláštěné trubky (viz obr. č. 40)

- ochrana povrchu trubky při jejím vedení po povrchu stěny v agresivním prostředí (opravna akumulátorů, chlávy atd)
- ochrana povrchu trubky při podomítkovém vedení, anebo vedení v podlaze, či v zemi
- ochrana před orosením trubky v rozvodech studené vody

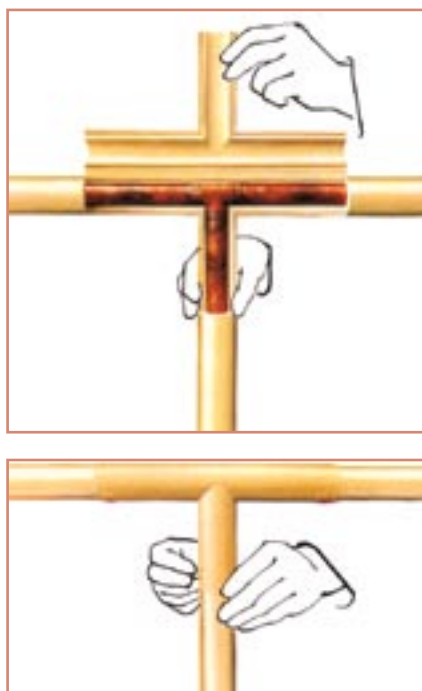
### 11.2 Tepelně izolované trubky (viz obr. č. 41)

Obr. č. 41 Tepelně izolované trubky



- ochrana před tepelnými ztrátami otopné vody
- ochrana před tepelnými ztrátami pitné teplé vody
- ochrana pitné studené vody před jejím ohřevem (nebezpečí množení bakterií – legionell)
- ochrana rozvodů před zamrznutím vody (rozvody vody a rozvody plynů – kondenzáty).

Obr. č. 42 Tepelná izolace pájeného spoje pomocí izolační tvarovky.



Izolace trubek je stanovena normou. Trubky izolované výrobcem mají při stejných izolačních hodnotách obvykle menší vnější průměr (přes izolaci), než trubky izolované dodatečně (řemeslně)

## 11.3 Izolace provedených spojů

K odbornému provedení spojů měděných trubek se prodávají izolační tvarovky. Jejich využití zajišťuje správné izolační vlastnosti i v místě provedeného spoje (viz obr. č. 42). Postupujeme tak, že podle izolační tvarovky upravíme (zařizneme) izolaci na trubkách. Po složení izolační tvarovky omotáme její konce izolační páskou.

## 12. Technické informace

### 12.1 Kvalifikace pracovníků k provádění rozvodů médií měděnými trubkami

- Výuční list z oboru instalace vody, vytápění (a plynu).
- Pájení rozvodů plynu: „Osvědčení o zkoušce páječe podle ČSN EN 13133“ Opravňuje páječe také k tvrdému pájení vody a vytápění. K prodloužení platnosti se musí dostavit jednou za 3 roky. Odbornou praxi musí mít na osvědčení potvrzeno každého půl roku. Pro plyn ještě „Osvědčení od ITI, které platí 5 let a firma musí vlastnit oprávnění k montáži a opravám plynových zařízení.
- Pájení rozvodů vody a vytápění: Základní kurz pájení (ZK 912 W 31), anebo jen zaškolení pro pájení naměkko (ZP 942-8 W 31) a natvrdo (ZP 912-9 W 31). Zkouška u zaškolení platí dva roky, pak přezkoušení. Platí pouze pro firmu, která pracovníka na zaškolení vyslala.
- Lisované spoje pro rozvody plynu: „Osvědčení“ podle TPG 700 01. Musí mít evidenční číslo

a datum školení. Součástí školení musí být i praktická zkouška. Toto osvědčení platí i pro rozvody vody a vytápění.

- Svařované spoje: Až od tloušťky stěny trubky (a tvarovky) 1,5 mm. Objednávku tvarovek dle trubek, s nimiž budou svařeny. Provádějí se svary tupé. Oprávnění svařeče: „Osvědčení o zkoušce podle ČSN EN ISO 9606-3 (podle ČSN 05 0705)

Svařovací metody:

- WIG; TIG (obloukové svařování wolframovou elektrodou v inertním plynu) (141)
- MIG (obloukové svařování tavicí se elektrodou v inertním plynu) (131)
- Svařování kyslíko-acetylenovým plamenem (311)

## 12.2 Související literatura:

- Podlahové vytápění měděnými

trubkami, systém cuprotherm® - Systém - Plánování - Montáž (HCPC)

- Příručka pro projektování systémů z měděných trubek v technických zařízeních budov I. Část (HCPC)
- Dimenzování rozvodů plynu z mědi v budovách (výpočtový program). (HCPC).
- Odborná instalace měděných trubek - vyučovací program pro střední odborné školy a střední odborná učiliště (HCPC). Tato publikace se zabývá velmi srozumitelně a podrobně celou instalací měděných trubek v technických zařízeních budov. Je vhodná nejen pro školy a učiliště, ale také i pro rekvalifikační kurzy dospělých pracovníků

## 12.3 Některé nové důležité normy

- TPG 700 01 Použití měděných materiálů pro rozvod plynu. Zna-

lost těchto pravidel je nezbytná při provádění domovních rozvodů plynu měděným potrubím.

- ČSN EN 1057 Měď a slitiny mědi - Trubky bezešvé kruhové z mědi pro vodu a plyn a pro sanitární instalace a vytápěcí zařízení
- ČSN EN 1254-1 Měď a měděné slitiny - tvarovky ke kapilárnímu pájení
- prEN 1254-7 Měď a měděné slitiny - lisované tvarovky
- ČSN EN 13133 Tvrdé pájení - Zkouška páječe
- ČSN EN 13 134 Tvrdé pájení - Zkouška postupu pájení
- ČSN EN 806-3 Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě - Část 3" Dimenzování potrubí - Zjednodušená metoda

Naši literaturu a další aktuální informace spolu s odbornými údaji o mědi najdete na našich webových stránkách [www.hcpcinfo.org](http://www.hcpcinfo.org), odkud si je můžete stáhnout.

### Vydavatel

Hungarian Copper Promotion Centre (HCPC)  
Středisko mědi  
1053 Budapest, Képiró u. 9., Maďarsko  
tel.: + 36 1 266 48 10  
fax: + 36 1 266 48 04  
mobile: + 36 30 9827 113  
e-mail: [hcpc@hcpcinfo.org](mailto:hcpc@hcpcinfo.org)  
[www.hcpcinfo.org](http://www.hcpcinfo.org)

### Kontakt v ČR

Ing. Mojmir Kelca, partner HCPC, autor této publikace  
Jírovcova 16  
623 00 Brno  
Tel./fax: 547 382 984  
E-mail: [mojmir.kelca@worldonline.cz](mailto:mojmir.kelca@worldonline.cz)

### 1. vydání, 2006

Všechna práva, i práva na přetisk výtisků a fotomechanickou nebo elektronickou úpravu, vyhrazena.  
Obrázky: Deutsches Kupferinstitut  
Děkujeme ICA (International Copper Association, New York) za podporu při vydání této publikace.

MĚŤ SPOJUJE



[www.hcpcinfo.org](http://www.hcpcinfo.org)



HUNGARIAN COPPER  
PROMOTION CENTRE

H-1053 Budapest, Képiró u. 9. Tel.: (+361) 266 48 10, Fax: (+361) 266 48 04, e-mail: [info@hcpcinfo.org](mailto:info@hcpcinfo.org)