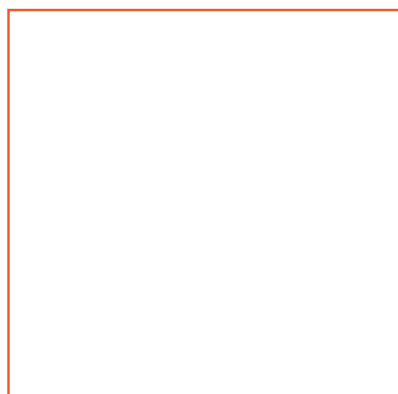




# MĚDĚNÉ TRUBKY V CHLADÍRENSKÉ A KLIMATIZAČNÍ TECHNICE, PRO TECHNICKÉ A MEDICINÁLNÍ PLYNY





MĚDĚNÉ  
ROZVODY



Evropský Institut  
Mědi  
Copper Alliance

**Vydavatel:**

Evropský institut mědi  
ERI European Copper Institute Ltd.  
1053 Budapest, Képiró u. 9., Maďarsko  
tel.: + 36 1 266 48 10  
Robert Pintér mobil: + 36 30 9827 113  
e-mail: robert.pinter@copperalliance.hu  
[www.medenerozvody.cz](http://www.medenerozvody.cz)

Překlad z německého originálu, Kupferrohre in der Kälte- Klimatechnik,  
für technische und medizinische Gase, vydáno Deutsches Kupferinstitut,  
09/2017

Všechna práva vyhrazena, včetně těch, která se týkají opakovaného  
tisku a mechanické nebo elektronické reprodukce fotografií.  
Vydání 01/2018



## OBSAH

---

1.	Úvod .....	4
2.	Měď jako materiál .....	4
3.	Chladírenská a klimatizační technika .....	5
	3.1 Konstrukční díly pro chladírenskou a klimatizační techniku	
	3.2 Spojovací technika	
	3.3 Projektování a instalace	
	3.4 Otevřené vodní a chladicí oběhy	
4.	Medicínální plyny a vakuum.....	7
	4.1 Konstrukční díly pro medicínální plyny a vakuum	
	4.2 Spojovací technika	
	4.3 Projektování a instalace	
	4.4 Podtlakové potrubí	
5.	Stlačený vzduch .....	9
	5.1 Konstrukční díly v zařízeních pro stlačený vzduch	
	5.2 Spojovací technika	
	5.3 Projektování a instalace	
6.	Průmyslové a laboratorní plyny .....	11
	6.1 Používané konstrukční díly	
	6.2 Čisté a laboratorní plyny	
	6.3 Spojovací technika	
	6.4 Projektování a instalace	
7.	Všeobecné informace .....	13
	7.1 Odolnost konstrukčních dílů vůči tlaku	
	7.2 Směrnice pro tlaková zařízení	
	7.3 Atesty	
8.	Tabulky a diagramy .....	14
9.	Normy, předpisy a literatura .....	24
10.	Publikační program .....	26

## 1. ÚVOD

Jako materiál, užívaný pro výrobu potrubí, zastává měď významné místo pro svou odolnost vůči nízkým teplotám, výbornou tepelnou vodivost a použitelnost v oblasti chladírenské a klimatizační techniky. Tyto a další vlastnosti vedly k tomu, že měděné potrubí získalo významné postavení v oblasti technických a medicínských plynů.

Díky tomuto návodu by měl projektant i profesionální instalatér získat přehled o možnosti použití měděných trubek a vhodných tvarovek, o zvláštích při používání, ale i o pravidlech, která je třeba dodržovat.

Vzhledem k tomu, že tento návod nemůže obsáhnout všechny speciální nebo specifické zvláštnosti zařízení, bylo také zavedeno bezplatné poradenství různých institucí.

## 2. MĚĎ JAKO MATERIÁL

Měď je všudypřítomná v našem běžném, každodenním životě. Zde bychom rádi vyjmenovali některé příklady, jako třeba dráty elektrického vedení, trubky v technických zařízeních budov nebo měděný plech pro pokrývání střech a pro vytváření zajímavých fasád budov. Ze slitiny mědi jsou vyrobeny i natolik všední věci jako je např. vodovodní baterie nebo drobné mince.

Mimo to je měď životně nezbytný stopový prvek pro rostliny, zvířata a lidi a je stopově obsažena ve většině přírodních potravin. V lidském těle je mimo jiné nezbytná zejména pro tvorbu krve.

Měď a většina jejích slitin na rozdíl od ostatních druhů kovů, nepodléhá snižování pevnosti stárnutím. Její tvrdost a pevnost se naopak s průběhem času zvyšuje

Snížení tvrdosti lze vrátit na výchozí úroveň použitím odpovídajícího

tepelného zpracování (tzv. rekrytalizačního žhání), čím lze dosáhnout zlepšení tvárnosti a takřka neomezeného počtu přeměnných procesů.

Ve všech odvětvích instalační techniky, i v následujících uvedených speciálních oblastech užití, se používá výhradně bezkyslíkatá měď dezoxidovaná fosforem „Cu - DHP“ (číslo materiálu CW024A).

Vyznačuje se především velmi dobrou reakcí na pájení a svařování při zachování dobrých vlastností potřebných pro tváření zatepla, anebo za studena. Ve srovnání s druhy kyslíkaté mědi, používanými v elektrotechnice, je elektrická vodivost Cu - DHP mírně nižší.

Slitiny, které se používají v instalační technice, jsou zpravidla měď - zinek (mosaz) a měď - cín - zinek (červený bronz) stejně jako nízkolegovaná měď - železo.



Obr. č. 1 Měděná trubka. (DKI)

## 3. CHLADÍRENSKÁ A KLIMATIZAČNÍ TECHNIKA

Díky svým rozsáhlým vynikajícím vlastnostem byla měď v podstatě předurčena pro odvětví chladírenských a klimatizačních technologií a její využití je zde už po deseti letech pevně zakotveno. Nutno podotknout, že mohou být použity jen ty trubky, které odpovídají pravidlům pro chladírenskou a klimatizační techniku (viz. tabulka, kapitola 8), aby mohly být uplatněny technické a právní požadavky na odpovědnost za vady. Měď je materiál, vyloženě vhodný pro chladicí zařízení, protože na klesající teplotu reaguje měď vzrůstající pevností. Právě díky tomu je měď tak zásadně odlišná od ostatních technických materiálů; s jevem jako je křehnutí kvůli nízké teplotě se u mědi nesetkáme.

Materiál Cu - DHP je při dodržení příslušných pravidel možno použít při teplotě v rozmezí - 269°C až +250°C. Naproti tomu je odolná vůči běžně používaným chladivům a odpovídajícím směsím. To se týká především všech bezpečnostních chladiv, oxidu uhličitého a hořlavých uhlovodíkových chladiv, stejně tak jako jejich směsí (srov. tabulka 8.8.)

Pro následující chladiva je měď použitelná za omezujících podmínek:

- R - 717 čpavek - jeho použití je technicky možné, avšak v současné době zakázané.
- R - 764 oxid siřičitý - použitelný pouze v suchém stavu

Pro normovaná vodou zředěná amonná chladiva pro malá chladírenská zařízení jsou potvrzené možnosti využití měděných materiálů a jsou tudíž předmětem vědeckého a technického výzkumu (viz. Seznam

literatury kapitola 9). K odpovídajícím změnám v příslušných normách ale zatím nedošlo.

Provoz zařízení s CO<sub>2</sub> chladivou vyžaduje použití konstrukčních částí s vyšší tlakovou odolností.

Pro tuto oblast použití se osvědčily i díly ze slitin mědi, které budou popsány v následující kapitole.

### 3.1 Konstrukční části pro chladírenskou a klimatizační techniku

#### 3.1.1 Trubky

Při montáži chladicího okruhu na místě musí instalované trubky odpovídat ČSN EN 12735 - 1 (Měď a slitiny mědi - Trubky bezešvé kruhové pro klimatizaci a chlazení - Část 1: Trubky pro potrubní systémy) Tato norma popisuje jak trubky z čisté mědi, tak trubky z nízkolegované mědi CuFe2P např. pro vysokotlaké použití.

Požadavky na kvalitu trubek se týkají především:

- Kvality vnitřního povrchu
- uzavřených konců trubek
- označení trubních vedení
- atestů
- odolnosti vůči tlaku

Další specifikace jsou uvedeny v kapitole 8. Pro některé rozměry jsou k dostání opláštěné měděné trubky. To se týká jak masivních obalů např. pro zemní tepelný kolektor, tak i pro tepelně izolující pěnové obaly. Způsobnost a informace pro použití pro chladicí a klimatizační techniku jsou dostupné u daného výrobce.



Obr. č. 2 Vysokotlaká lisovací tvarovka k použití v chladírenské technice. (IBP)

#### 3.1.2 Spojovací díly

Pro spojování trubek v chladírenském rozvodu je dnes běžně používanou technikou pájení pomocí kapilární pájecí tvarovky. Podle ČSN EN 378-2 je povoleno svařování a specifické, mechanické, dostatečně pevné spojení. Pro spojování pájením natvrdo jsou používány kapilární pájecí tvarovky dle ČSN EN 1254-1 (až do jmenovitého průměru 108 mm), a pro svařování tupým svařem tvarovky podle DIN 2607.

Od nedávna jsou k dispozici nové lisovací tvarovky pro potrubí vedoucí chladiva. Vzhledem k jejich speciálnímu provedení se dodávají hermeticky uzavřeny (podle ČSN EN 16084 nebo EN ISO 14903) a použité těsnicí kroužky jsou odolné vůči běžným chladivům a olejům. S lisovacími tvarovkami pro chladírenskou techniku lze zpravidla použít stejně vysoké provozní teploty a provozní tlak jako s kapilárními tvarovkami (viz. obr. č. 2). Tuto schopnost musí ale výrobce doložit příslušným certifikátem.

Výše uvedené tvarovky jsou dodávány z výroby s povrchovou úpravou, která splňuje požadavky okruhového chladiva. Že je tato povrchová úprava zachována platí obecně jen v tom případě, že jsou tvarovky uchovány v původním obalu.

Po otevření originálního balení přebírá zodpovědnost za požadovanou čistotu vnitřních povrchů zpracovatel.

### 3.2 Spojovací technika

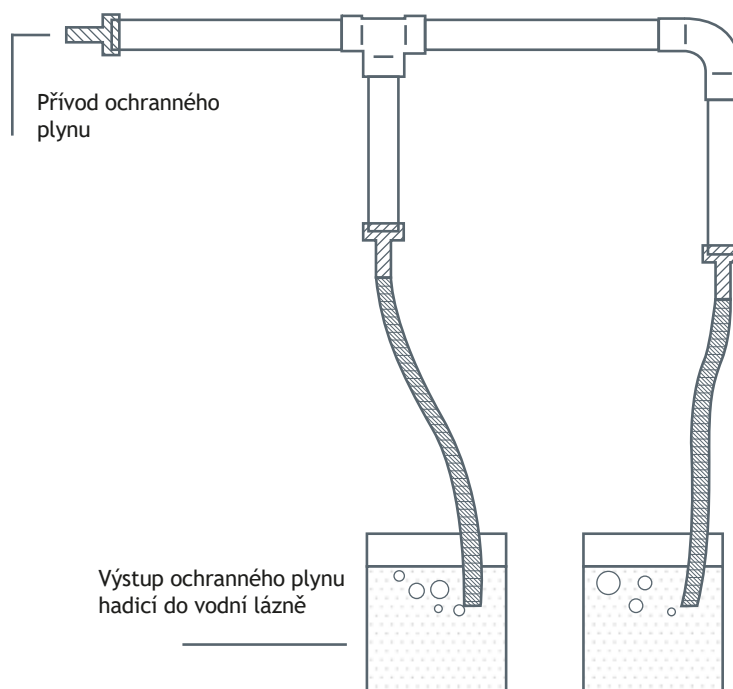
Všeobecně je nutno podotknout, že trubkový rozvod chladiva může z hlediska právní normy sestavit pouze odborný personál, vyškolený pro instalace chladírenských zařízení. Pouze tak lze zaručit správnou montáž a také dodržet správné zacházení s chladivem.

Tvrdé pájení, jako doporučená spojovací technika, se uskutečňuje podle ČSN EN ISO 17672. Eventuelně jsou tavidla použitelná podle ČSN EN 1045. Před a během spojovacího procesu musí být trubkové rozvody chráněny suchou ochrannou atmosférou, aby nedošlo k vytvoření okují na vnitřních površích (viz. obr. č. 4). Ochrannou atmosférou jsou např. inertní plyny (ušlechtilé plyny, dusík a jeho sloučeniny) nebo technické plyny jako běžné prodejné ochranné směsi (např. dusík-vodík, dusík-argon, atd.) Podíl vodíku nesmí z bezpečnostních důvodů překročit maximální hodnotu 4 obj. %.

Při použití lisovací techniky tento problém odpadá, neboť při této studené spojovací technice nedochází k opalu.

Další informace jsou dostupné v kapitole 8.

Moderní chladiva vedou zpravidla k vyšším provozním teplotám a/nebo k vyššímu provoznímu tlaku než dříve užívaná. Při použití tvarovky jakéhokoli typu je nutné se informovat u výrobce na možné oblasti užití, obzvláště na maximální povolený provozní tlak.



Obr.č.3 Pájení v ochranné atmosféře (DKI 6027).

### 3.3 Projektování a instalace

Měděné rozvody v chladírenských a klimatizačních zařízeních se musí chránit před působením tepelných zdrojů. Zároveň se musí připravit odborně provedená tepelná izolace měděného vedení. Musí být respektovány protipožární požadavky a ochrana před kondenzací. Volně položené měděné potrubí nevyžaduje zpravidla žádnou dodatečnou ochranu před korozí (viz TPG 700 01). Ve speciálních případech mohou být požadována ochranná opatření. V případě potřeby kontaktujte instituce a výrobce uvedené v kapitole 10.

Rovněž musí být samozřejmě při plánování a pokládce rozvodů zohledněny teplotně podmíněné změny délky. Další informace k odborně provedení položení rozvodů chladiv jsou dostupné ČSN EN 378-2. Například jsou podle této normy spojovány tvarovkami trubky s rozdílným průměrem.

Podle této normy je nezbytné zohlednit i možné chvění trubek.

### 3.4 Otevřené vodní a chladicí oběhy

Při ne tak častých případech použití „otevřeného oběhu s kyslíkatými vodami“ (např. studniční voda) je nutno použít z koroznětechnických důvodů v těchto systémech měděné instalační rozvody podle ČSN EN 1057 v DVGW - pracovní list GW 392. Trubka tohoto typu vykazuje pro tuto oblast užití vhodné vnitřní povrchy, které se liší od trubek pro rozvody chladiv podle ČSN EN 12735-1.

V tomto případě jsou používány konstrukční díly a spojovací technika běžně užívané v rozvodech pitné vody.

Další informace na [www.medenerozvody.cz](http://www.medenerozvody.cz)



## 4. MEDICINÁLNÍ PLYNY A VAKUUM

Použití měděných rozvodů v centrálním medicínském a technickém zařízení pro dodávku plynu v nemocnicích nebo na klinikách patří ke standardům. Měď splňuje vysoké požadavky, které jsou na materiály v tomto odvětví kladeny. Antimikrobiální vlastnosti mědi ve spojení se správnou a prokázanou technikou instalace jsou důvody, proč je její použití upřednostňováno. Požadavky na potrubní rozvody pro medicínální plyny jsou popsány v ČSN EN ISO 7396 - (Potrubní rozvody medicínálních plynů - Část 1: Potrubní rozvody pro stlačené medicínální plyny a podtlak). Použití měděných trubek v medicínském odvětví je důrazně doporučeno v ČSN EN ISO 9170-2:2009-9 (Terminální jednotky pro potrubní rozvody medicínálních plynů - Část 2: Terminální jednotky pro systémy odvodu anestetického plynu) a ČSN EN ISO 11197 (Zdravotnické napájecí jednotky).

### 4.1 Konstrukční díly pro medicínální plyny a podtlaková zařízení

V zařízení k rozdělení plynů pro medicínské účely, k rozdělení stlačeného vzduchu pro pohánění chirurgických nástrojů a pro vedení vakua jsou měděné trubky ustanoveny podle ČSN EN 13348. Provozní tlak se pohybuje v rozmezí až do 2 MPa (20 bar). V těchto zařízeních se používají kapilární pájecí tvarovky podle ČSN EN 1254-1,-4 a -5. Tvarovky podléhající této normě jsou z výroby dodávány se speciálním složením vnitřních povrchů trubek, které odpovídají požadavkům medicínského zařízení pro dodávku plynu. To platí samozřejmě pouze v tom případě, že tvarovky zůstávají v originálním balení. Po otevření originálního obalu má zodpovědnost za nezbyt-

nou čistotu vnitřních povrchů zpracovatel.

### 4.2 Spojovací technika

Pro měděné rozvody v sanitárním zařízení pro dodávku plynu a pro vedení vakua v medicínských zařízeních jsou podle ČSN EN ISO 7396-1 jako spojovací techniky uvedeny jen tvrdé pájení nebo sváření v ochranné atmosféře.

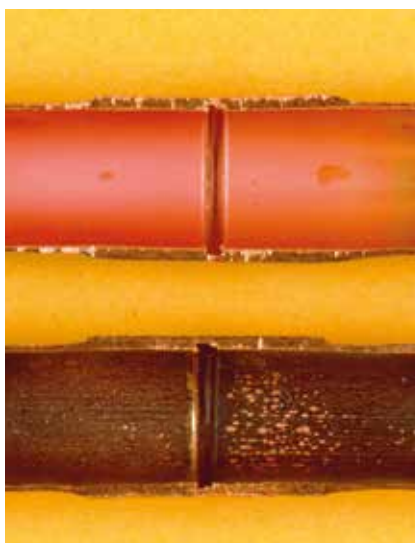
Spojováním v ochranné atmosféře se předchází možnému vytvoření okují na vnitřním povrchu trubky. Také volný průchod přehřátého vzduchu při obyčejném pájení by mohl poškodit uzavřené armatury a zařízení.

Běžně jsou používány fosforečné pájky CuP 279 (staré označení: CP 105, L-Ag 2P) nebo CuP 179 (staré označení: CP203, L-CuP6) podle ČSN EN ISO 17672, určené k tvrdému pájení bez tavidel. Pokud je použito tavidel nevyhnutelné - např.

pokud jsou pájeny tvarovky z mosazi nebo z červeného bronzu nebo pokud se pracuje s pájkou obsahující stříbro, je třeba ohlídat, aby se tavidlo nedostalo dovnitř trubek. Pro předem naplánované nezbytné použití jsou podle ČSN EN 1045 ustanovena tavidla typu FH10.

### 4.3 Projektování a instalace

Při instalaci potrubí se je třeba zajistit, že nedojde ke vniknutí nečistot. Před instalací odvětví ventilů musí být potrubí profouknuto medicínálním plynem (definováno v ISO 7396). Stejně tak je vhodný dusík z tlakové lahve. Profouknutí se doporučuje spojit s nutnou revizí. Touto kontrolou je zjišťováno, jestli plyn vystupuje v požadované čistotě. Touto zkouškou je zajištěno, že na každém odběrném místě vystupuje požadovaný plyn, což vylučuje špatné napojení trubek.



Obr. č. 4 Srovnání vnitřního povrchu trubek po tvrdém pájení. Nahoře: v ochranné atmosféře. Dole: tvrdé pájení bez ochranné atmosféry. (DKI 4983)

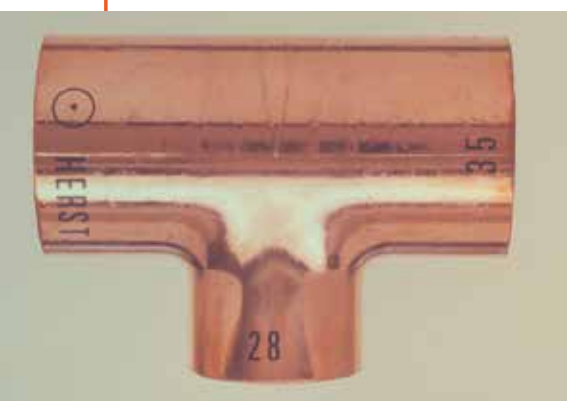


Obr. č.5 Nemocniční panel pro medicínální plyny. (ECI)

Při správné pokládce a spojení měděných trubek v ochranné atmosféře není čištění hotového potrubí tekutinou doporučeno ani požadováno. Čistící kapaliny zanechávají zbytky, což pak může opět zpochybnit čistotu vnitřních povrchů trubek.

Postup následného odmašťování měděných trubek není na staveništi možný v souladu s příslušnými předpisy o prevenci úrazů (používání chemických látek!). Spíše má smysl informovat se o dostupných druzích od výrobců trubek a tvarovek. Zkušenosti opakovaně dokazují, že nekontrolovaný výběr, vycházející ze stávajících návyků a nepřesností, lze napravit jen s velkým úsilím. Proces objednávání tedy v takových případech hraje ústřední roli. V ideálním případě je již při objednávání uvedeno zamýšlené použití (trubky pro medicínální plyny). Kromě toho se používají pouze ty kapilární pájecí tvarovky, u kterých je trvale aplikována značka kvality RAL skupiny kvality měděné trubky e.V (viz obrázek).

Existují různé požadavky na čistotu plynu opouštějící odběrné vzorkovací místo. V této souvislosti hovoříme o ČSN EN ISO 7396 (Potrubní roz-



Obr. č. 6 Kapilární pájecí tvarovka se zjednodušenou značkou kvality RAL- (kruh se středem) (DKI 3502).

vody medicínálních plynů - Část 1: Potrubní rozvody pro stlačené medicínální plyny a podtlak) a zákonu o léčivech. Kyslík a oxid dusný jsou registrovány jako léčivé přípravky, a proto podléhají ve České Republice zvláštním požadavkům. V souladu s normou ČSN EN ISO 7396 je v každém místě vzorkování nutná zkouška, zda s proudem plynu také neunikají viditelné částice. Kovové potrubí na dodávku musí být po instalaci v systémech dodávky lékařského plynu trvale označeno názvem typu plynu a / nebo příslušným symbolem. Označení musí být trvanlivé, formou kovových štítků nebo samolepek nebo může být vyraženo, další možnost je označení razítkem.

Další podrobnosti o označování jsou k dispozici dle ČSN EN ISO 7396.

Nadzemní potrubí by mělo být umístěno na snadno přístupných místech. U paralelního vedení a křížení musí být vzdálenost mezi trubkami zvolena tak, aby bylo možné provádět opravy a údržbu bez ohrožení potrubí. Všechna vedení musí být umístěna patrovitě.

Plynovod musí být umístěn nad vodovodem, trubky pro lehčí plyny by měly být umístěny nad těmi pro těžké plyny.

Dle ČSN EN ISO musí být umístěny v bezpečné vzdálenosti od elektrických kabelů s minimálně 50 mm odstupem a nesmí být použity k uzemnění elektrických zařízení.

Samozřejmě musí být potrubí integrováno do ochranného vyrovnávacího potenciálu podle elektrotechnických předpisů.

V závislosti na průměru potrubí je v normě ČSN EN ISO 7396 stanovena vzdálenost uchycení trubek pro specifikované systémy dodávky medicínálního plynu (viz tabulka v kapitole 8).

#### 4.4 Vakuové potrubí

Vakuové potrubí může být položeno bez uzávěr, ale vždy se spádem k vakuové pumpě. K udržení nízkých tlakových ztrát by měl být celý vakuový rozvod co nejmenší. Spojování a kolena s tvarovkami podléhají normě ČSN EN 1254-1, -4 nebo -5.



Obr. č. 7 Lékařský systém dodávky plynu se značením potrubí (Drägerwerke).



## 5. STLAČENÝ VZDUCH

Měď se osvědčila jako materiál rozvodů technického stlačeného vzduchu v průmyslné a technické oblasti - např. pohon strojů a zařízení, ale i vedení tlakové větve v měřicí technice.

Dobrá odolnost vůči korozi, trvalé nepropustné spojovací techniky a nákladově výhodný provoz (tvarovky výhodného proudění) umožňují výhodné instalace zařízení na stlačený vzduch.

Existují však rozdíly v požadavcích na stlačený vzduch a s tím související požadavky na jejich konstrukční součásti:

- Parametry pro tzv. „provozní stlačený vzduch“, mohou být vymezeny, např. pro vozidla poháněná stlačeným vzduchem, může například dosáhnout určitého tlaku, rosného bodu nebo musí splňovat předepsaný maximální obsah oleje. Mimo to obvykle nejsou na provozní stlačený vzduch žádné další požadavky. Kvůli vysokým tlakovým ztrátám by filtry měly být používány ve vhodném provedení, s ohledem na požadavky na stlačený vzduch..
- Na rozdíl od provozního stlačeného vzduchu jsou u regulačních nebo procesních vzduchových vedení a v potravinářském sektoru v závislosti na aplikaci nutné další podmínky, např. filtr pevných částic, filtr s aktivním uhlím, adsorbér z aktivního uhlí nebo sterilní filtr, používané k zajištění požadované kvality stlačeného vzduchu.

Pro tyto oblasti použití mohou být definovány určité třídy čistoty podle ISO 8573-1 (stlačený vzduch; část 1: Nečistoty a třídy jakosti; 2001-02 / třídy 1 až 7)



Obr. č. 8 Rozvodná stanice (Drägerwerke)

Takové kvality stlačeného vzduchu lze dosáhnout pouze kombinací filtrů a sušiček. Také pokud jde o připojovací technologii a součásti, které se mají používat, musí být požadavkům na čistotu stlačeného vzduchu věnována zvláštní pozornost.

V závislosti na zamýšleném použití se proto může rozlišovat běžný provozní stlačený vzduch a stlačený vzduch se zvláštními požadavky na čistotu.

### 5.1 Komponenty v zařízeních na stlačený vzduch

V zařízeních pro distribuci provozního stlačeného vzduchu se používají zejména měděné instalační trubky podle ČSN EN 1057 v kombinaci s kapilárními tvarovkami podle ČSN EN 1254-1, -4 a -5. Dále jsou pro spoje použity tvarovky pro spoje sevřením podle ČSN EN 1254-2 a lisovací tvarovky podle ČSN 2459 a pracovních listů DVGW W 534 nebo G 5614, jakož i podle speciálních specifikací výrobce.

Kromě tvarovek s pájenými spoji je třeba vyžádat souhlas výrobce s ohledem na vhodnost nebo trvanlivost těsnicího prvku pro příslušnou strukturu stlačeného vzduchu

V systémech pro distribuci stlačeného vzduchu se zvláštními požadavky na čistotu podle ISO 8573-1 (třídy 1 až 7), se obecně používají měděné trubky podle ČSN EN 12735-1 nebo ČSN EN 13348.

Při spojení pomocí pájení musí být zvaženy zvláštní vlastnosti (viz také kapitola 3.2). Pokud jde o použití tvarovek pro spoje sevřením a lisovacích tvarovek, platí ohledně stlačeného vzduchu prohlášení výrobce (certifikát pro toto použití)

V oblasti lékařského stlačeného vzduchu, např. pro pohon chirurgických nástrojů se používají pouze měděné trubky podle ČSN EN 13348. Pokud jde o technologii spojování pájkou, je třeba vzít v úvahu také zvláštní vlastnosti (viz bod 3.2). U jiných spojovacích technik, jako jsou tvarovky pro spoje sevřením a lisovací tvarovky, je třeba dodržet pokyny výrobce.

### 5.2 Spojovací technologie

V systémech se stlačeným vzduchem se obecně těžko eliminují vibrace, generované vzduchem, stlačovaným kompresory.

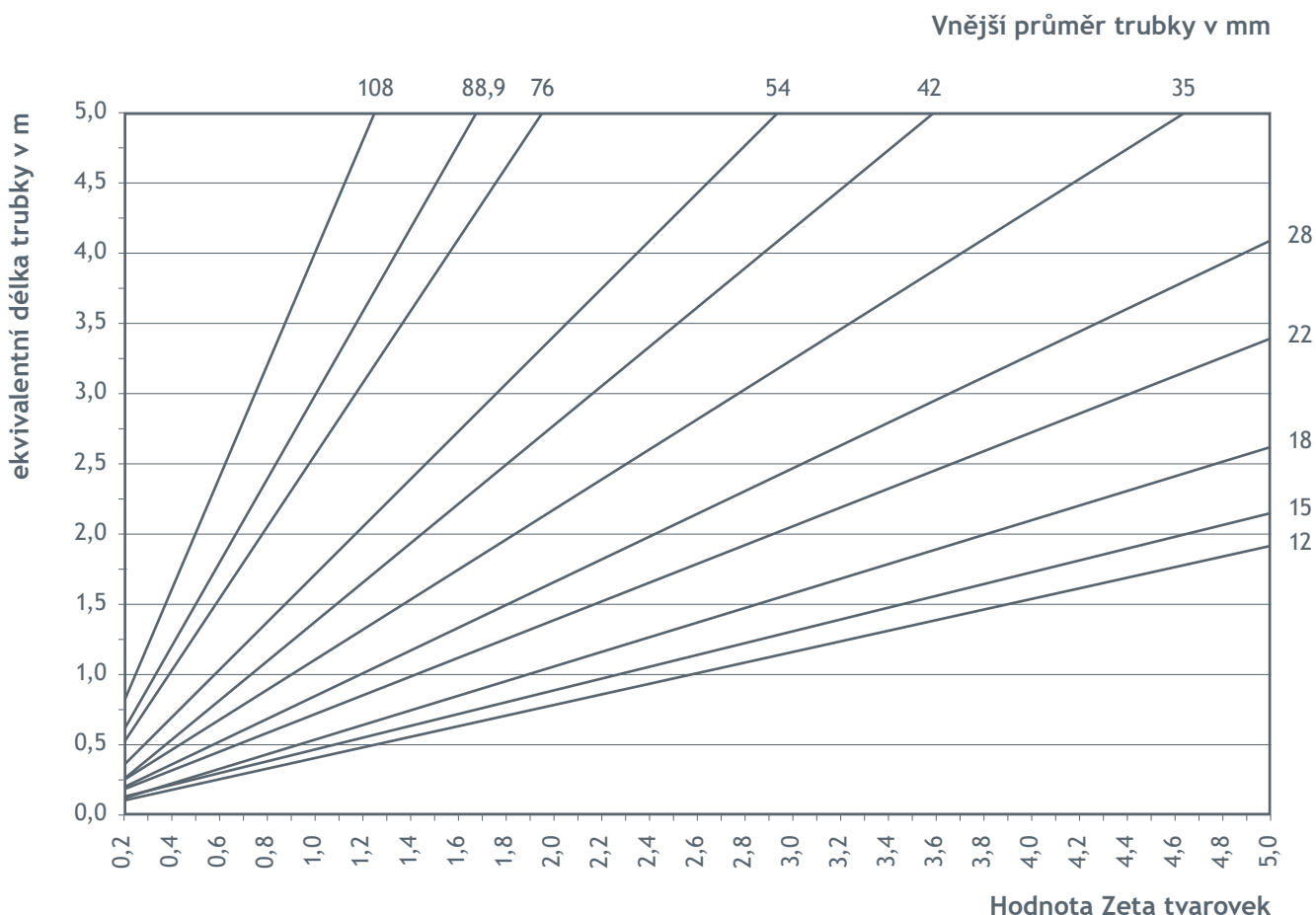


Diagram 1: ekvivalentní délky trubky tvarovek, suchý stlačený vzduch 8 bar (DKI 6054).

Není možné vyloučit přenos do potrubních rozvodů po proudu, ale použitím kompenzátorů lze obvykle dosáhnout útlumu. Vzhledem k vyšší odolnosti proti vibracím jsou spojovací techniky lisování a tvrdého pájení v systémech stlačeného vzduchu výhodnější než měkké pájení. Pro provozní stlačený vzduch může být spojování prováděno obvyklým způsobem. Pro stlačený vzduch se specifickými požadavky na čistotu a pro medicínský stlačený vzduch je při tvrdém pájení třeba předejít možné tvorbě okujů. To znamená, že tvrdé pájení v některých případech probíhá v ochranné atmosféře. To stejné platí pro svaření (viz. 3.2).

### 5.3 Projektování a instalace

Obecně je třeba poznamenat, že instalace stlačeného vzduchu bývají velkoryse dimenzovány.

Výkonové rezervy ve výši 50% a více jsou pravidlem ve společnostech, kde lze očekávat pozdější rozšíření sítě stlačeného vzduchu. Výroba stlačeného vzduchu může být energeticky náročná a tedy nákladná. Pro průmyslový podnik je tedy použití úsporných součástí rozumné a nezbytné (viz také ZVSHK speciální informace „Přívody stlačeného vzduchu“). Ve vztahu k potrubí to znamená, že spoje by měly být provedeny pokud možno bez zúžení průřezu. Při použití měděných lisovacích a pájecích tvarovek je to splněno, neboť těsnicí plocha leží mimo průřez trubky (Spojovací prvky „Vnější těsnění“). Z technického hlediska se to odráží ve velmi nízkých odporových koeficientech (hodnota zeta), takže rozměry trubek měděných rozvodů mohou být nižší, než u systémů se spoji zužujícími průřez.

Významný dopad provedení spojů, nezužujících průřez, lze vidět na diagramu 1.

Na základě tabelárních hodnot zeta pro tvarovky lze odečíst vnitřní průměr potrubí. U potrubí s jiným vnitřním průměrem musí být mezilehlé hodnoty odpovídajícím způsobem interpolovány. Na základě vysoké odolnosti mědi proti většině olejů, odolnosti proti tlakovým nárazům a na základě nákladově výhodného provozu (výhodné tvarovky nezužující průřez) lze měděné trubky použít pro výhodné instalace stlačeného vzduchu. Případné rozšíření lze později velmi snadno provést např. hrdlovým napojením na stávající vedení.

## 6. PRŮMYSLOVÉ A LABORATORNÍ PLYNY

Potrubí pro technické plyny, o kterých zde pojednáváme, může být pouze z kovových materiálů. Současně existuje mnoho různých požadavků, pokud jde o druhy plynu, jejich použití nebo čistotu. Pokud neexistuje pro příslušný rozvod průmyslových nebo laboratorních plynů samostatná norma, pak při objednávce se používají standardy souvisejících oblastí použití. Tento postup se osvědčuje již po desetiletí.

Pokud budou v provozu použity laboratorní plyny, např. jako transportní prostředky pro parní a plynové zkoušky v nejvyšší přesných analýzách měřících přístrojů, musí být zvlášť potvrzena způsobilost použitých trubek samotným výrobcem. Taková situace nastává jen v ojedinělých případech.

### 6.1 Použité konstrukční díly

V zařízeních k přenosu a distribuce průmyslových a laboratorních ply-

nů se užívají rovněž měděné trubky pro chladírenskou techniku podle ČSN EN 12735-1, alternativně jsou vhodné měděné trubky pro medicínské plyny a vakuum podle ČSN EN 13348. Jako spoje trubek jsou užívány nejčastěji kapilární tvarovky podle ČSN EN 1254-1-4-5. Dále mohou být užívány svěrné tvarovky dle ČSN EN 1254-2. Nasazení lisovací tvarovky je potom povoleno, když je potvrzena způsobilost, popř. odolnost těsnících elementů vůči použitému druhu plynu. Úplný popis je k dispozici u daného výrobce nebo v technické dokumentaci k příslušným tvarovkám (certifikát), kterou je třeba dodržovat.

### 6.2 Čistý plyn a laboratorní plyn

U čistých a laboratorních plynů je důležitým údajem čistota proudícího plynu. Čistota látky je vyjádřena číselnou hodnotou, přičemž první číslice označuje počet „devítek“, druhá poslední reálnou číslici vpravo.

příklady:

- ‘kyslík 6.0’  
čistota 99,99990 obj. %
- ‘kyslík 3.5’  
čistota 99,95 obj. %

S ohledem na vysokou čistotu procházejících plynů jsou požadovány „trubky a spojovací prvky pro ultra čisté plyny a/nebo speciální laboratorní užití.“ Normované konstrukční díly specifické pro tento účel použití nejsou vždy bezprostředně k dispozici. Kromě nízké poptávky po těchto speciálních součástech je to způsobené především tím, že požadavky na tyto komponenty jsou velmi odlišné a vždy vyžadují individuální šetření. Toto je proto bezpodmínečně nutné objasnit již ve fázi projektování. Pouze tak lze v těchto zvláštních případech vhodně realizovat projekt zařízení pro čisté plyny.

### 6.3 Spojovací technika

Měděné trubky pro průmyslové nebo laboratorní plyny se obvykle spojují pájením nebo svařováním. Pokud výrobce schválí příslušné využití, lze alternativně použít lisovací tvarovky. Při zvláštních požadavcích na čistotu plynu je využito pájení v ochranné atmosféře (viz. předchozí kapitoly) Zde se opět používají pájky obsahující fosfor CuP 279 (staré označení: CP105, L-Ag 2P) nebo CuP 179 (staré označení: CP203, L-CuP6) podle ČSN EN ISO, bez tavidel. Pokud je použití tavidla pro proces pájení nevyhnutelné - např. když jsou pájeny mosazné tvarovky nebo tvarovky z červeného bronzu, nebo pokud jsou zpracovávány pájky s vysokým obsahem stříbra - musí být zajištěno, že se žádné tavidlo nedostane do potrubí.



Obr. č.9 Systém distribuce technických plynů, realizace s lisovanými tvarovkami (DKI 6025).



Pro nezbytnou aplikaci popsanou výše musí být použito tavidlo podle ČSN EN 1045 typu FH10.

#### 6.4 Projektování a instalace

Nadzemní potrubí by mělo být umístěno na snadno přístupných místech. Při paralelním vedení a křížení musí být vzdálenost mezi trubkami taková, aby mohly být opravy a údržba prováděny bez ohrožení potrubí. Rozvody musí být chráněny před otřesy a možným vzájemným ovlivněním. Řazení trubek je následující: trubka vedoucí plyn musí být nad trubkou vedoucí vodu, trubky pro lehké plyny musí být nad těmi pro těžké plyny.

Dále jsou uvedeny některé stručné informace o nejčastěji používaných plynech v této oblasti. Další informace naleznete v kapitole 8.

#### Kyslík

Všechny části, které přijdou s kyslíkem do kontaktu musí být z důvodu nebezpečí exploze očištěny od oleje, tuku, glycerinu a jiných uhličíkových maziv.

Jako materiál pro vedení kyslíku je měď díky svým specifickým vlastnostem zvláště vhodná.

#### Vzácné plyny (helium, argon, krypton, xenon, radon) a dusík

Vzácné plyny, dusík a jejich směsi jsou nehořlavé, bezbarvé, bez zápachu a chemicky s okolím nereagují nebo jen velmi málo, tzn. chovají se inertně („inertní plyny“). Také zde jsou měděné trubky již dlouho osvědčeným standardem.

#### Vodík

Vodík je hořlavý plyn bez barvy a bez zápachu. Stejně jako pro ostatní hořlavé plyny lze i pro vedení vodíku bez problému použít měděné trubky z deoxidované mědi, např. Cu-DHP. Vzhledem k nízké hustotě vodíku musí být tlaková zkouška na vodíkových vedeních provedena samotným vodíkem nebo héliem.

#### Zkapalněné plyny, zemní plyny

Ke zkapalněným ropným plynům a zemním plynům se mimo jiné počítá i propan butan a jeho směsi. Při používání těchto plynů věnujte zvláštní pozornost účelu použití:

Pokud bude plyn použitý jako palivový (např. jako palivový plyn pro domácnost), pak je třeba dodržet odpovídající normy a TPG 700 01. Jako komponenty budou v tomto případě

použity trubky dle ČSN EN 1057. Další informace naleznete v příslušných předpisech a v tiskové zprávě „i.158 - Profesionální instalace měděných trubek“ Institutu mědi. Pokud budou naopak plyny použity jako chladiva, pak je třeba trubky zvolit podle ČSN EN 12735-1.

Tento rozdíl je způsoben různými právními a technickými požadavky každé aplikace.

#### Oxid uhličitý

Oxid uhličitý je nehořlavý plyn bez barvy a bez zápachu. Jako suchý plyn nereaguje s materiály používanými pro potrubí. Musí však být zajištěno, že je přítomen technicky suchý oxid uhličitý a je zabráněno vnikání vlhkosti do potrubního systému. Jako potrubí se používají zejména materiály odolné proti chladu, jako je měď a CuFe2P

#### Acetylen

U trubek pro acetylen je použití mědi zakázáno! Při reakci acetylenu s mědí se může vytvořit vysoce výbušný karbid měďný. Armatury z měděné slitiny lze použít pouze tehdy, pokud materiál obsahuje nejvýše 70% mědi.



Obr. č. 10: Potrubí pro laboratorní plyny, tvrdé pájení (.Drägerwerke)



## 7. VŠEOBECNÉ INFORMACE

### 7.1 Odolnost konstrukčních dílů vůči tlaku

Hodnoty max. přípustného provozního tlaku měděných trubek udávají výrobci trubek. Tabulky v kapitole 8 zobrazují přehled. Výpočet se provádí podle standardizovaných vzorců. Stupeň pevnosti trubek (měkké / polotvrdé / tvrdé) nemá žádný vliv na max. přípustnou tlakovou zatížitelnost, jelikož z bezpečnostních důvodů musí být všechny výpočty vztaženy k podmínkám měkkých materiálů. Předpokládané snížení pevnosti tepelným zpracováním (pájení, svařování) je proto předem zohledněno a je neutrální z hlediska výsledků. Maximální povolený provozní tlak tvarovek je k dispozici v tabulkách v kapitole č. 8. Použití tvarovek při vyšších tlacích a teplotách vyžaduje vždy souhlas jejich výrobce.

### 7.2 Směrnice pro tlaková zařízení

Směrnice o tlakových zařízeních definuje požadavky na stav tlakového zařízení a jeho konstrukčních součástí. Pro provoz a uvádění tlakových zařízení na trh jsou k dispozici další předpisy. Musí být dodržena například nařízení o tlakovém zařízení a nařízení o bezpečnosti provozu. Nejsou žádné požadavky na povinnost CE značení zde zmíněných konstrukčních dílů, jako jsou měděné tvarovky a/nebo instalační trubky pro tlakové plyny nebo pro chladiva - naopak, směrnice pro tlaková zařízení výslovně zakazuje označení CE pro jednotlivé komponenty.

Rozhodnutí o instalaci značky CE na předem instalovaných potrubních systémech musí být provedeno ve fázi projektování nebo nejpozději při přípravě schválení systému. Existuje však výslovný požadavek

na sledovatelnost a identifikaci součástí používaných v potrubním systému, jako jsou potrubí a tvarovky. V souladu s tím jsou tyto komponenty opatřeny značkou výrobce. Měděné trubky a tvarovky příslušných výrobců nesou trvalou značku výrobce. Neoznačené produkty vyžadují výrazně větší úsilí pro zajištění sledovatelnosti. Další informace na téma směrnice o tlakových zařízeních lze najít na internetových stránkách Evropské komise.

### 7.3 Atesty

U jednotlivých součástí potrubí může být požadováno, aby dodavatel poskytl důkaz o vlastnostech materiálu. Tyto charakteristické hodnoty jsou zdokumentovány a a uvedeny na certifikátech výrobcem pro přijímací zkoušky. Inspekční certifikáty typu 2.2 podle ČSN EN 10204 jsou poskytovány výrobcem většinou bez úhrady nákladů zákazníkem.

Pro použití v oblasti chladírenské techniky a průmyslových a laboratorních plynů je tento typ osvědčení o atestu zcela postačující.

Dokonce i v aplikacích v oblasti medicínálních plynů a vakua se tento typ zkušební certifikátu stále častěji používá kvůli snadné dostupnosti. V souladu s běžnou praxí však vznikají při vydání certifikátu přijímací zkoušky

3.1 dodatečné náklady. Poskytnutí zkušební certifikátu 3.1 je možné pouze tehdy, pokud tak bylo dohodnuto v době objednávky pro výrobu dílů. Důvodem je skutečnost, že v případě zkušební certifikátu 3.1 jsou materiálové vlastnosti zaznamenávány i ve vztahu k rozměrům a s přímým přidělením do výrobní dávky určené zákazníkovi.

Nutnost předložení certifikátu typu 3.1 zůstává však do značné míry omezena.

### 7.4 Rozměry potrubí mimo normu

Rozměry trubek uvedené ve výše uvedených normách jsou doporučeními ve smyslu dimenzionální standardizace. Kromě těchto rozměrů platí požadavky dosud uvedené i na potrubí u všech ostatních dimenzí, které zde nejsou uvedeny. Zdroje dodávek pro takové trubky lze získat od Institutu mědi (viz také kapitola 10). Do textu objednávky je třeba zadat rozměry a přidružené standardní specifikace (např. „podle ČSN EN 12735-1“)

Pojmy jako běžně používaná fráze „založená na EN ...“ jsou nedostačující.





## 8. TABULKY A DIAGRAMY

### 8.1 Fyzikální vlastnosti mědi „Cu -DHP“

Bod tání	1083 °C
Hustota	8,9 kg/dm <sup>3</sup>
Tepelná vodivost při 20 °C	> 330 W/mK
Tepelná roztažnost při 100 °C	1,7 mm/m

### 8.2 Měděné trubky podle ČSN EN 1057 a DVGW-pracovní list GW 392 se značkou kvality RAL

*Dodávané ve svitcích, délka 25 nebo 50 m*

Rozměr mm	Nominální hmotnost kg/m	Max. tlak bar	Provedení Rm (MPa)
12 x 1	0,31	89	měkké (R220)
15 x 1	0,39	70	měkké (R220)
18 x 1	0,48	57	měkké (R220)
22 x 1	0,59	46	měkké (R220)

*Rovné, dodávaná délka 5 m*

Rozměr mm	Nominální hmotnost kg/m	Max. tlak bar	Provedení Rm (MPa)
12 x 1	0,31	89	polotvrdé (R250)
15 x 1	0,39	70	polotvrdé (R250)
18 x 1	0,48	57	polotvrdé (R250)
22 x 1	0,59	46	polotvrdé (R250)
28 x 1	0,75	36	polotvrdé (R250)
35 x 1,2	1,13	34	tvrdé (R290)
42 x 1,2	1,37	28	tvrdé (R290)
54 x 1,5	2,20	28	tvrdé (R290)
64 x 2	3,47	31	tvrdé (R290)
76,1 x 2	4,14	26	tvrdé (R290)
88,9 x 2	4,86	22	tvrdé (R290)
108 x 2	7,37	23	tvrdé (R290)
133 x 2,5	10,90	22	tvrdé (R290)
159 x 3	13,09	19	tvrdé (R290)
219 x 3	18,12	13	tvrdé (R290)
267 x 3	22,14	11	tvrdé (R290)

*Hodnota maximálního provozního tlaku se vztahuje vždy na provedení materiálu R200 (vyžiháný), toto měření počítá podle oběžníku AD2000 B0/B1 se součinitelem bezpečnosti 3,5. Hodnoty platí do provozní teploty 100 °C. Při provozní teplotě > 100 °C do 250 °C musí být povolený provozní tlak závisející na teplotě přepočítán.*

### 8.3a Měděné trubky pro chladicí techniku podle ČSN EN 12735-1

*Dodávané ve svitcích, délka 25 nebo 35 m*

Rozměr mm	Nominální hmotnost kg/m	Max. tlak bar	Provedení Rm (MPa)
4 x 1	0,08	318	měkké (R220)
6 x 1	0,14	194	měkké (R220)
8 x 1	0,20	139	měkké (R220)
10 x 1	0,25	109	měkké (R220)
12 x 1	0,31	89	měkké (R220)
15 x 1	0,39	70	měkké (R220)
16 x 1	0,42	66	měkké (R220)
18 x 1	0,48	57	měkké (R220)
22 x 1	0,59	46	měkké (R220)

*Další rozměry na vyžádání u výrobce nebo obchodníka*

*Hodnota maximálního provozního tlaku se vztahuje vždy na provedení materiálu R200 (vyžiháný), toto měření počítá podle oběžníku AD2000 B0/B1 se součinitelem bezpečnosti 3,5. Hodnoty platí do provozní teploty 100°C. Při provozní teplotě > 100°C do 250°C musí být povolený provozní tlak závisející na teplotě přepočítán.*

*Rovné, dodávaná délka 5 m*

Rozměry mm	Nominální hmotnost kg/m	Max. tlak bar	Provedení Rm (MPa)
6 x 1	0,14	194	tvrdé (R290)
8 x 1	0,20	139	tvrdé (R290)
10 x 1	0,25	109	tvrdé (R290)
12 x 1	0,31	89	tvrdé (R290)
15 x 1	0,39	70	tvrdé (R290)
16 x 1	0,42	66	tvrdé (R290)
18 x 1	0,48	57	tvrdé (R290)
22 x 1	0,59	46	tvrdé (R290)
28 x 1	0,75	36	tvrdé (R290)
28 x 1,5	1,11	55	tvrdé (R290)
35 x 1,5	1,40	43	tvrdé (R290)
42 x 1,5	1,70	36	tvrdé (R290)
54 x 1,5	2,20	28	tvrdé (R290)
64 x 2	3,47	31	tvrdé (R290)
76,1 x 2	4,14	26	tvrdé (R290)
88,9 x 2	4,86	22	tvrdé (R290)
108 x 2,5	7,37	23	tvrdé (R290)
133 x 3	10,90	22	tvrdé (R290)

*Další rozměry na vyžádání u výrobce nebo obchodníka*

*Hodnota maximálního provozního tlaku se vztahuje vždy na provedení materiálu R200 (vyžiháný), toto měření počítá podle oběžníku AD2000 B0/B1 se součinitelem bezpečnosti 3,5. Hodnoty platí do provozní teploty 100°C. Při provozní teplotě > 100°C do 250°C musí být povolený provozní tlak závisející na teplotě přepočítán.*



**8.3b Měděné trubky z CuFe2P vysokotlaká zařízení podle ČSN EN 12735-1**

*Rovné, dodávaná délka 5 m*

Rozměry palce	Rozměry mm	Max. tlak bar	Provedení Rm (MPa)
3/8"	9,52	Přípustný provozní tlak je závislý na provozní teplotě. Musí být v souladu s pokyny výrobce. Pro dopravu CO <sub>2</sub> se předpokládá běžně 150 °C jako mezní (ale ještě přijatelná) teplota.	tvrdé (R420)
1/2"	12,70		tvrdé (R420)
5/8"	15,87		měkké (R300)
3/4"	19,05		měkké (R300)
7/8"	22,23		měkké (R300)
1 1/8"	28,57		měkké (R300)
1 3/8"	34,92		měkké (R300)
1 5/8"	41,27		měkké (R300)
2 1/8"	53,97		měkké (R300)

*Další rozměry na vyžádání u výrobce nebo obchodníka*

*Hodnota přípustného provozního tlaku se vztahuje podle technických předpisů vždy na provedení materiálu R300 (měkké žhání) a stávající rozměry propočítané podle předpisu AD2000 B0/B1 Také podléhá údajům a specifickým povolením výrobce.*

**8.4 Měděné trubky pro medicínální plyny a vakuum podle ČSN EN 13348**

*Rovné, dodávaná délka 5 m*

Rozměry mm	Nominální hmotnost kg/m	Max. tlak bar	Provedení Rm (MPa)
6 x 1	0,14	194	tvrdé (R290)
8 x 1	0,20	139	tvrdé (R290)
10 x 1	0,25	109	tvrdé (R290))
12 x 1	0,31	89	tvrdé (R290)
15 x 1	0,39	70	tvrdé (R290)
16 x 1	0,42	66	tvrdé (R290)
18 x 1	0,48	57	tvrdé (R290)
22 x 1	0,59	46	tvrdé (R290)
28 x 1	0,75	36	tvrdé (R290)
28 x 1,5	1,11	55	tvrdé (R290)
35 x 1,5	1,40	43	tvrdé (R290)
42 x 1,5	1,70	36	tvrdé (R290)
54 x 2	2,91	37	tvrdé (R290)
64 x 2	3,47	31	tvrdé (R290)
76,1 x 2	4,14	26	tvrdé (R290)
88,9 x 2	4,86	22	tvrdé (R290)
108 x 2,5	7,37	23	tvrdé (R290)

*Další rozměry na vyžádání u výrobce nebo obchodníka*

*Hodnota maximálního provozního tlaku se vztahuje vždy na provedení materiálu R200 (vyžháný), toto měření počítá podle oběžníku AD2000 B0/B1 se součinitelem bezpečnosti 3,5. Hodnoty platí do provozní teploty 100 °C. Při provozní teplotě > 100 °C do 250 °C musí být povolený provozní tlak závisející na teplotě přepočítán.*



## 8.5 Vypočítání provozního tlaku a tloušťky stěn

Výpočet provozních tlaků a tloušťky stěn je založen na AD 2000-Merkblatt B0

“Výpočet tlakových nádob” a B1 “Válce a kulové skořepiny pod vnitřním přetlakem. (obdobá ČSN EN 13480-3)

Přípustný provozní tlak potrubí se vypočítá podle následující rovnice:

$$p_B = \frac{20 \times R_m \times t}{(d_a - t) \times S}$$

Tloušťka stěny se vypočte následujícím způsobem:

$$t = \frac{d_a \times p_B}{\left(20 \times \frac{R_m}{S}\right) + p_B}$$

Vysvětlení symbolů vzorce:

$p_B$  přípustný provozní tlak v barech, zaokrouhlen na celé číslo

$d_a$  Vnější průměr v mm

$R_m$  Pevnost v tahu / materiálový stav potrubí v MPa (odpovídá N/mm<sup>2</sup>). Výpočet pro trubky z Cu-DHP dle EN 12735-1 a EN 13348 je založen na výpočtu válcové skořepiny stálé tloušťky, která je při zatížení vnitřním přetlakem namáhána v obvodovém a osovém směru. V osovém směru trubky (skořepiny) je namáhání poloviční oproti namáhání v obvodovém směru, a na základě provedeného tvrdého pájení s pevností tahu  $R_m = 200$  MPa pro žíhaný stav. Trubky z Cu-DHP dle EN 12735-2 v provedení R220 nebo Y040, které jsou teplotně ošetřeny nebo tvrdě pájeny, jsou počítány s pevností tahu  $R_m = 220$  MPa.

$t$  Tloušťka stěny v mm. Pro tento účel se podle aktuální verze AD2000 B0 použije minimální tloušťka stěny, která vyplývá ze specifikací potrubí, s přihlédnutím k maximální možné toleranci tloušťky stěny. (Poznámka: Ve smyslu AD2000 B1 je  $t$  definováno jako  $t = s - c1$ , kde  $s$  je nominální tloušťka stěny. Z toho plyne, že  $s = t + c1$ .)

20 Výpočtová konstanta, má rozměr bar / MPa, což odpovídá (bar x mm<sup>2</sup>) / N.

S Bezpečnostní faktor. U běžně prováděných dílů, svařovaných spojů a pájených obvodových spojů (např. kombinace: trubka/pájená tvarovka) se podle AD 2000-Merkblatt BO u bezešvých měděných trubek pod vnitřním tlakem počítá s bezpečnostním faktorem  $S = 3,5$  (jednotná definice použití bezpečnostních koeficientů podle VdTÜV AK AD2000 W 6/2 - Měděné materiály, ze dne 8.6.2016). Pro podélné spoje nebo jinak pájené spoje je třeba použít bezpečnostní faktor  $S = 4$



**8.6 Pájky a tavidla se značkou  
kvality  
RAL**

*Potrubní systémy pro chlazení a klimatizaci, průmyslové, laboratorní a lékařské plyny jsou obvykle tvrdě spájeny. Tavidla event. jejich zbytky, pokud se i v malém množství dostanou dovnitř trubky, mohou podporovat vznik koroze, proto se za optimální považuje pájení bez jejich použití. Pokud to není možné, je třeba pracovat tak, aby nedošlo k proniknutí tavidla dovnitř potrubí nebo do média, které protéká během následného provozu potrubím.*

*Tvrdá pájka pro instalaci měděného potrubí podle ČSN ISO 17672 a její vlastnosti (Údaje o prvcích v hmotnostních procentech)*

Tvrdá pájka	Staré označení	Cu	Ag	Zn	Sn	P	Rozmezí bodu tání °C
CuP 179	CP 203, L-CuP6	zbytek	-	-	-	5,9-6,5	710-890
CuP 279	CP 105, L-Ag2P	zbytek	1,5-2,5	-	-	5,9-6,7	645-825
Ag 134	AG 106, L-Ag34Sn	35-37	33-35	25,5-29,5	2,0-3,0	-	630-730
Ag 145	AG 104, L-Ag45Sn	26-28	44-46	23,5-27,5	2,0-3,0	-	640-680
Ag 244	AG 203, L-Ag44	29-31	43-45	24,0-28,0	-	-	675-735

*Tavidla pro tvrdé pájení: FH 10 (ČSN EN 1045) (EN 1045)*

*Informace:*

- Při použití tvrdé pájky měď - fosfor (,CP') nejsou pro spojení měď - měď potřebná žádná tavidla.
- Spojení měď - mosaz nebo měď - červená mosaz se provádí vždy za použití tavidla (FH10)

*Měkké pájky pro instalaci měděných trubek podle ISO 9453 a jejich vlastnosti*

*(Údaje o prvcích v hmotnostních procentech)*

Měkká pájka	Sn	Cu	AG	Rozmezí bodu tání °C
402 (S-Sn97Cu3)	zbytek	2,5-3,5	-	227-310
702 (S-Sn97Ag3)	zbytek	-	2,8-3,2	221-224

*Tavidla pro všechny pájky: 3.1.1, 3.1.2 nebo 2.1.2 (ČSN EN 29454-1)*





## 8.7 Přípustné provozní tlaky pro kapilární tvarovky podle ČSN EN 1254

Údaje z ČSN EN 1254

*Použitelnost pájecích tvarovek při vyšším vnitřním tlaku a/nebo teplotě musí být uvedena pro protékající médium, min./max. teplotu a tlak a schválena příslušným výrobcem.*

spojení	maximální provozní teplota °C	Provozní tlak v barech pro příslušný vnější rozměr trubky (mm)		
		6 až 28	35 až 54	64 až 108
Měkké pájení	30	25	25	16
/ tvrdé	65	25	16	16
pájení	110	16	10	10

**Dodatečně k ČSN EN 1254 platí: Při vyšším tlaku a teplotě:  
Vyžádat si svolení u výrobce**

*Informace:*

- *V rozvodech chladiv a v trubkách vedoucích plyn se používá pouze tvrdé pájení*
- *Měkké pájení je povoleno pouze do maximální provozní teploty 110 °C (např. vodní oběh)*



### 8.8 Výběr typu potrubí pro oblast použití a média pro typické aplikace.

S ohledem na životní prostředí byl u chladiv zaveden index GWP (Global Warming Potential), tj. potenciál globálního oteplování. Čím je tento index nižší, tím je chladivo z tohoto pohledu pro použití v chladících systémech vhodnější. např. CO<sub>2</sub> má GWP 1 (ale jako chladivo potřebuje tlak nad 100 barů).

Použití a medium	Značka	norma pro měděné trubky
Chladicí a klimatizační technika		
<b>Bezpečnostní chladiva</b>		ČSN EN 12735-1
H-FCKW (viz. informace kap. 3)		
H-FKW		
Hořlavá chladiva	C <sub>n</sub> H <sub>n</sub>	
<b>ostatní</b>		
Oxid uhličitý*	CO <sub>2</sub>	Měď není povolena!
Amoniak	NH <sub>3</sub>	
<b>Průmyslové a laboratorní plyny</b>		
<b>Vzácné plyny</b>		ČSN EN 12735-1 nebo ČSN EN 13348
Helium	He	
Neon	Ne	
Argon	Ar	
Krypton	Kr	
Xenon	Xe	
Radon	Rn	
<b>Inertní plyny</b>		
dusík	N <sub>2</sub>	
Oxid uhličitý*	CO <sub>2</sub>	
Fluorid sírový	SF <sub>6</sub>	
<b>vzduch</b>		
stlačený vzduch		
Vakuum		
<b>Hořlavé plyny</b>		
vodík	H <sub>2</sub>	
Metan	CH <sub>4</sub>	
Zkapalněný plyn	C <sub>n</sub> H <sub>n</sub>	
Koksárenský plyn		
Acetylen**	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	Měď není povolena!



Použití a medium	Značka	norma pro měděné trubky
<b>Medicínální plyny</b>		
kyslík	O <sub>2</sub>	ČSN EN 13348
dusík	N <sub>2</sub>	
oxid uhličitý*	CO <sub>2</sub>	
rajský plyn	N <sub>2</sub> O	
Argon	Ar	
Helium	He	
Xenon	Xe	
med. stlačený vzduch		
Vakuum		
<b>Pohonná hmota</b>		
Zemní plyn		ČSN EN 1057
(CH <sub>4</sub> ) zkapalněný ropný plyn		
CnHn Svítiplyn		
<b>Provozní stlačený vzduch</b>		
Bez specifických požadavků na čistotu		ČSN EN 1057
<b>Speciální plyny</b>		
Ammoniak	NH <sub>3</sub>	Použití mědi není dovoleno!
Plynny chlor	Cl <sub>2</sub>	
chlorovodík	HCl	
fosgen	COCl <sub>2</sub>	
Oxid sircity	SO <sub>2</sub>	
sirovodík	H <sub>2</sub> S	
* Plyn se musí vyskytovat v absolutně suchém stavu, což je např. odběr z tlakové plynové lahve.		
** možný vznik vysoce explozního karbidu měďného! Důležité předpisy: „Nařízení o bezpečnosti provozu“ a „Technická pravidla pro acetylenová zařízení a pro skladování karbidu vápenatého“ (TRAC).		

### 8.9 Doporučené odstupy uchycení potrubí pro měděné trubky v medicínálních zařízeních pro zásobování plynu

Údaje podle ČSN EN ISO 7396

Vnější průměr trubek mm	maximální rozestup m
do 15	1,5
22 až 28	2,0
35 až 54	2,5
> 54	3,0



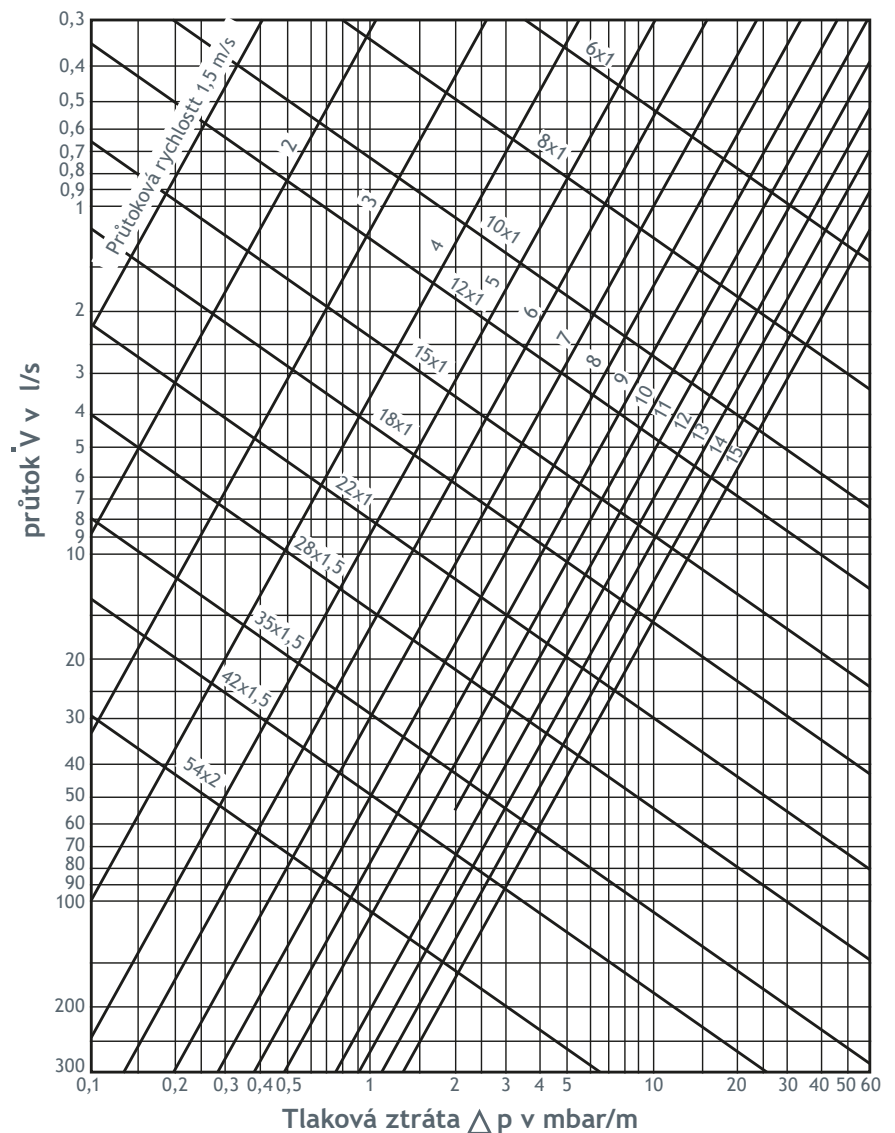
### 8.10 Tlakové ztráty - měděné trubky pro technické a medicínální plyny

Tlaková ztráta v potrubí pro technické a medicínské plyny včetně tlakových ztrát jednotlivými odpory se předpokládá nejvýše  $0,1 \times p_B$  (provozní tlaku). V tomto případě je technicky možný podíl zhruba 20% na ztrátách tlaku prostřednictvím individuálních odporů. Oddělený výpočet tlakových ztrát způsobených jednotlivými odpory pro určení rozměrů potrubí pomocí níže uvedeného schématu není proto nutný.

$$\text{Dostupné tlakové ztráty} = \frac{\text{Provozní tlak} \times 0,1}{\text{Celková délka úseků}}$$

Nomogram zajišťuje pro následující plyny - kyslík, rajský plyn, oxid uhličitý, dusík, vodík a stlačený vzduch i přes různé hodnoty materiálu obvykle dostatečně přesné tlakové ztráty. Další informace jsou k dispozici na vyžádání od výrobců a Institutu mědi.

Stav plynu: provozní tlak 5 barů, teplota 20 °C (DKI 4809)







## 9. NORMY, PŘEDPISY A LITERATURA

### DIN 2607

Ohýbání trubek z mědi ke svařování; 2002-05

### ČSN EN 378-1

Chladicí zařízení a tepelná čerpadla - Bezpečnostní a environmentální požadavky - Část 1: Základní požadavky, definice, klasifikace a kritéria volby; 2017-03

### ČSN EN 378-2

Chladicí zařízení a tepelná čerpadla - Bezpečnostní a environmentální požadavky - Část 2: Konstrukce, výroba, zkoušení, značení a dokumentace; 2017-03

### ČSN EN 1045

Tvrdé pájení - Tavidla pro tvrdé pájení - Klasifikace a technické dodací podmínky; 1997-08

### ČSN EN 1057

Měď a slitiny mědi - Trubky bezešvé kruhové z mědi pro vodu a plyn pro sanitární instalace a vytápěcí zařízení; 2010-06

### ČSN EN 1254-1

Měď a slitiny mědi - Tvarovky - Část 1: Tvarovky s konci pro tvrdé nebo měkké připájení k měděným trubkám; 1998-03

### ČSN EN 1254-2

Měď a slitiny mědi - Tvarovky - Část 2: Tvarovky s konci pro spoje měděných trubek sevřením; 1998-03

### ČSN EN 1254-4

Měď a slitiny mědi - Tvarovky - Část 4: Tvarovky kombinující jiné konce pro spojení s konci pro spoje připájením nebo sevřením; 1998-03

### ČSN EN 1254-5

Měď a slitiny mědi - Tvarovky - Část 5: Tvarovky s krátkými konci pro tvrdé připájení k měděným trubkám; 1998-03

### prEN 1254-7

Měď a slitiny mědi - Tvarovky, lisovací tvarovky pro kovové; koncept 2004-05

### ČSN EN ISO 7396-1

Potrubní rozvody medicijních plynů - Část 1: Potrubní rozvody pro stlačené medicijní plyny a podtlak; 2016-09

### ISO 8573-1

Stlačený vzduch pro všeobecné použití. Část 1: Nečistoty a třídy jakosti; 2010-04

### ČSN EN ISO 9170-1

Terminální jednotky pro potrubní rozvody medicijních plynů - Část 1: Terminální jednotky pro stlačené medicijní plyny a podtlak; 2008-10

### ČSN EN ISO 9170-2

Terminální jednotky pro potrubní rozvody medicijních plynů - Část 2: Terminální jednotky pro systémy odvodu anestetického plynu; 2009-09

### ČSN EN ISO 9453

Slitiny pro měkké pájení - Chemické složení a tvary (ISO 9453:2014); 2014-12

### ČSN EN ISO 9454-1

Tavidla pro měkké pájení - Klasifikace a požadavky - Část 1: Klasifikace, označování a balení; 2016-07

### ČSN EN 10204

Kovové výrobky - Druhy dokumentů kontroly; 2005-01

### ČSN EN ISO 11197 (VDE 0750-211)

Zdravotnické napájecí jednotky; 2016-08

### ČSN EN 12735-1

Měď a slitiny mědi - Trubky bezešvé kruhové z mědi pro klimatizaci a chlazení - Část 1: Trubky pro potrubní systémy; 2016-11

### ČSN EN 13348

Měď a slitiny mědi - Trubky bezešvé kruhové z mědi pro medicijní plyny nebo vakuum; 2016-11

### ČSN EN ISO 17672

Tvrdé pájení - Pájky; 2017-01

### prEN ČSN EN 14276-1

Tlaková zařízení chladicích zařízení a tepelných čerpadel - Část 1: Nádob - Všeobecné požadavky; 2017-03

### prEN 14276-2

Tlaková zařízení chladicích zařízení a tepelných čerpadel - Část 2: Potrubí - Všeobecné požadavky; 2017-03

### AD 2000-Merkblatt B 0

Výpočet tlakových nádob; 2014-11

### AD 2000-Merkblatt B 1

Válcové a rotační skořepiny pod vnitřním přetlakem; 2000-10

### AD 2000-Merkblatt W 6/2

Materiály pro tlakové nádoby, měď a slitiny mědi; 2009-03

### RAL-RG 641/1

Kvalitní a zkušební předpisy pro značku kvality „měděné trubky / RAL“ sdružení kvality e.V.; 2009-08



#### **RAL-RG 641/4**

Měděné potrubí pro zajištění jakosti; Rozšíření o kapilární pájecí armatury z měděných trubek; Pravidla kvality a testů; 2001-04

#### **DVGW GW 2**

Připojení měděných trubek pro plynové a vodní instalace uvnitř pozemků a budov; 2012-05

#### **DVGW GW 392**

Bezešvé měděné trubky pro instalaci plynu a pitné vody a bezešvé tažené měděné potrubí pro instalace pitné vody; Požadavky a zkoušky; 2009-07

#### **DVGW W 534**

Trubkové konektory a potrubní přípojky; 2015-07

#### **DVGW G 5614**

Nerozpustné potrubní přípojky pro kov Plynovody; kompresní konektory; 2013-12

**Příručka k projektování systému z měděných trubek v TZB,**  
Evropský institut mědi

**Odborná instalace měděných trubek - vyučovací program pro střední odborné školy a střední odborná učiliště (Středisko mědi).**  
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.

**Měděné trubky a tvarovky v technických zařízeních budov,**  
**Montážní pokyny,**  
Evropský institut mědi

#### **Odborné informace**

**„Vedení dodávky stlačeného vzduchu“**

ZVSHK Zentralverband  
Sanitär - Heizung - Klima

#### **Směrnice pro tlaková zařízení 2014/68/EU**

**Nařízení pro tlaková zařízení**  
Čtrnáctá vyhláška o zařízení a  
Zákon o bezpečnosti výrobků  
(14. GPSGV)

**Provozní bezpečnostní směrnice**  
(BetrSichV)

**Technická pravidla pro jednotky acetylenu a ložiska z karbidu vápníku (TRAC)**



## 10. PUBLIKAČNÍ PROGRAM

---

Další brožury a informace o mědi naleznete na webových stránkách

[www.medenerozvody.cz](http://www.medenerozvody.cz)





Evropský Institut  
Mědi  
Copper Alliance

Evropský institut mědi  
ERI European Copper Institute Ltd.  
1053 Budapest, Képiró u. 9., Maďarsko  
tel.: + 36 1 266 48 10 • e-mail: robert.pinter@copperalliance.hu  
[www.medenerozvody.cz](http://www.medenerozvody.cz)