

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ**  
**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**Katedra technologie staveb**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
**Zabudování prvků ZTI z pohledu akustiky**

**Jakub Volf**

**2017**

**Vedoucí bakalářské práce: Ing. Linda Veselá, Ph.D.**

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze 28. 5. 2017

.....

Jakub Volf

### **Poděkování**

Rád bych tímto poděkoval paní Ing. Lindě Veselé, Ph.D. za odborné konzultace a rady v průběhu zpracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Mgr. Romanovi Dlabajovi, Ph.D. z Institutu pro testování a certifikaci za poskytnuté podklady z praxe.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V  
PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Volf Jméno: Jakub Osobní číslo: 423704  
Zadávací katedra: Katedra technologie staveb  
Studijní program: Stavební inženýrství  
Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Zabudování prvků ZTI z pohledu akustiky

Název bakalářské práce anglicky: Integration of sanitary technical installations in terms of acoustics

Pokyny pro vypracování:

Analýza problematiky uchycení koncových prvků ZTI do dělicích stěn a vedení potrubí v dělicích stěnách s ohledem na problematiku přenosu akustického hluku do místností. Porovnání normových a právních požadavků v této oblasti. Porovnání technických podkladů výrobců koncových prvků a potrubí, týkající se způsobů uchycení s ohledem na akustické vedení hluku.

Seznam doporučené literatury:

Technické normy, podklady výrobců

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Linda Veselá, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 20.2.2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 28.5.2017

*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

## **Anotace**

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou instalace připojovacího vodovodního potrubí a koncových prvků zdravotně technických instalací v souvislosti s přenosem hluku. Práce poskytuje čtenáři základní přehled v oblasti hluku, dále popisuje potrubí z hlediska materiálů, spojů, izolací a možností upevnění. Z koncových prvků byly vybrány a následně charakterizovány vodovodní baterie. Výsledkem práce je návrh technologického předpisu pro montáž vnitřního připojovacího potrubí a vodovodních baterií.

### **Klíčová slova**

hluk, potrubí, vodovodní baterie, izolace, montáž

## **Annotation**

This bachelor's thesis deals with the problem of water pipeline installation and with final sanitary equipment installation relating the acoustic noise transmission. The text provides the basic summary in the noise area; furthermore, it describes materials, connection methods, insulations and fastening techniques. The faucets are selected and characterized from a category of sanitary elements. The thesis results in the technical draft of internal water supply and faucet installation.

## **Keywords**

noise, pipeline, faucet, insulation, installation

# Obsah

Úvod.....	10
1 Základní pojmy.....	11
2 Hluk .....	13
2.1 Zvuk a jeho vlastnosti.....	13
2.2 Akustické veličiny a decibelové stupnice .....	14
2.2.1 Vlnová délka $\lambda$ .....	14
2.2.2 Akustická rychlost $v$ .....	14
2.2.3 Akustický tlak $p$ .....	15
2.2.4 Intenzita zvuku $I$ .....	15
2.2.5 Akustický výkon $W$ .....	15
2.2.6 Hladina akustického výkonu $L_w$ .....	15
2.2.7 Hladina akustického tlaku $L_p$ .....	16
2.2.8 Hladina intenzity zvuku $L_I$ .....	16
2.3 Působení hluku na lidský organismus .....	16
2.4 Zdroje hluku .....	18
2.4.1 Mechanické zdroje hluku.....	18
2.4.2 Aerodynamické zdroje hluku.....	18
3 Potrubí.....	20
3.1 Materiály potrubí .....	20
3.1.1 Kovové materiály.....	21
3.1.1.1 Olovo .....	21
3.1.1.2 Ocel.....	22
3.1.1.3 Měď .....	23
3.1.2 Nekovové materiály.....	26
3.1.2.1 Polyvinylchlorid, PVC.....	28
3.1.2.2 Polyetylen, PE .....	29
3.1.2.3 Polypropylen, PP .....	29
3.1.2.4 Polybuten, PB.....	30

3.1.3	Vícevrstvé potrubí.....	31
3.2	Spoje potrubí .....	33
3.2.1	Rozebíratelné spoje.....	33
3.2.1.1	Závitové spoje.....	33
3.2.2	Nerozebíratelné spoje .....	33
3.2.2.1	Lepené spoje .....	34
3.2.2.2	Lisované spoje .....	34
3.2.2.3	Pájené spoje .....	34
3.2.2.4	Svařované spoje.....	36
3.3	Izolace potrubí.....	38
3.3.1	Tepelná izolace .....	38
3.3.1.1	Lehčený pěnový polyetylen.....	38
3.3.1.2	Syntetický kaučuk.....	39
3.3.2	Zvuková izolace.....	39
3.4	Upevnění potrubí.....	40
3.4.1	Konstrukční varianty.....	41
3.4.1.1	Pevné uložení.....	41
3.4.1.2	Kluzné uložení .....	41
3.4.1.3	Volné uložení.....	41
3.4.2	Upevňovací prvky.....	41
3.5	Dilatace.....	43
4	Vodovodní baterie.....	45
4.1	Rozdělení.....	47
4.2	Materiály .....	49
4.3	Konstrukce.....	49
5	Legislativní a normové požadavky .....	53
5.1	Právní předpisy.....	53
5.2	Technické normy.....	53



6	Technologický předpis.....	55
6.1	Materiál .....	55
6.2	Záruka, manipulace a skladování .....	55
6.2.1	Záruční podmínky.....	55
6.2.2	Skladovací podmínky .....	55
6.2.3	Zásady manipulace .....	56
6.3	Pracovní podmínky.....	56
6.4	Polyfúzní svařování .....	56
6.4.1	Nástroje a pomůcky .....	56
6.4.2	Postup .....	57
6.5	Montáž potrubí .....	59
6.6	Izolace potrubí .....	61
6.7	Montáž vodovodní baterie.....	61
6.7.1	Umyvadlová stojánková baterie .....	61
6.7.2	Sprchová nástěnná baterie .....	62
6.7.3	Vanová podomítková baterie.....	62
6.8	Tlakové zkoušky.....	63
	Závěr.....	64
	Seznam literatury.....	66
	Seznam veličin .....	72
	Seznam obrázků .....	73
	Seznam tabulek .....	76

## Úvod

S rozvojem v oblasti techniky je úzce spjata zvyšující se míra negativních vlivů působících na člověka. Jedním z takových vlivů je hluk. Podle mnohých odborných publikací, ale i z vlastní zkušenosti se dá tvrdit, že hluk má nepříznivý vliv na lidské ústrojí – ať už se jedná o subjektivní pocit nebo o skutečnou fyziologickou změnu organismu.

Výběr tématu byl ovlivněn hlavně jeho aktuálností – i přes rozsáhlé znalosti problematiky šíření zvuku potrubím je řada projektantů neschopna navrhnout a mnoho prováděcích firem neschopno realizovat vnitřní připojovací rozvod tak, aby bylo zabráněno přenosu hluku do chráněných místností. Takto vzniklá instalace je posléze předmětem reklamace ze strany koncového zákazníka, dochází k opravám a v krajních případech ke kompletní přestavbě rozvodu, čímž se vytrácí původní smysl jeho výstavby.

Oblast hluku bude přiblížena popisem základních akustických veličin, účinků hluku na lidský organismus a zejména pak popisem zdrojů hluku s možnostmi jeho šíření. Dalším úkolem této bakalářské práce bude obeznámit čtenáře s materiály používanými pro potrubní vedení vnitřních připojovacích vodovodů, shrnout jejich vlastnosti a na základě tohoto shrnutí vybrat nejvhodnější materiál, přičemž hlavním posuzovacím kritériem je právě přenos hluku. S tím souvisí nutnost deskripce ostatních prvků tvořících potrubní systém, jmenovitě izolací a upevňovacích prvků. Dále bude snahou autora učinit náhled do oblastí výtokových armatur – konkrétně vodovodních směšovacích baterií, kde bude vyložen princip chodu vybrané směšovací baterie.

Právní předpisy a technické normy jsou nedílnou součástí technické praxe, proto jim bude v textu věnována adekvátní pozornost. Autor tak neprovede jejich pouhý výčet, ale pokusí se o vysvětlení jejich podstaty.

Hlavním cílem této bakalářské práce bude na základě nabytých vědomostí navrhnout technologický předpis pro montáž vnitřního připojovacího rozvodu vody z vybraného materiálu včetně montáže vybrané vodovodní směšovací baterie, a to s ohledem na rizika přenosu akustického hluku do místností.

# 1 Základní pojmy

<b>Kmitočet <math>f</math></b>	neboli frekvence, určuje počet kmitů za sekundu vykonaných kmitajícím hmotným bodem; udávána v hertzech (Hz) (3)
<b>Potrubí</b>	technické zařízení určené k vedení média (5)
<b>Trubka</b>	potrubní rozvod do průměru 50 mm (5)
<b>Trouba</b>	potrubní rozvod s průměrem nad 50 mm (5)
<b>Tvarovka</b>	část sloužící ke změně směru, průměru, přechodu na jiný materiál, k připojení odboček apod. (5)
<b>Armatura</b>	část k řízení průtoku jako např. uzávěr, výtoková armatura, apod. (32)
<b>Jmenovitá světlost</b> (DN) <i>Diameter nominal</i>	smluvená hodnota značící přibližný vnitřní průměr potrubí; udávána v milimetrech (mm) (5)
<b>Jmenovitý tlak</b> (PN) <i>Pressure Nominal</i>	maximální hydrostatický přetlak, za nějž může být zařízení provozováno při dané teplotě (32)
<b>Zkušební přetlak</b> (STP) <i>System Test Pressure</i>	hydrostatický přetlak, kterým se zkouší vnitřní vodovod při tlakové zkoušce pro ověření jeho těsnosti a shody s technickými podmínkami (32)
<b>Pracovní teplota</b>	maximální trvalá dovolená teplota působící na materiál potrubí; ovlivňuje mechanické vlastnosti, potažmo životnost, a to především u plastových materiálů (5)
<b>Montážní teplota</b>	doporučená nejnižší možná teplota pro manipulaci s potrubím, při které se nemění jeho vlastnosti; u plastů se pohybuje okolo +5 °C (5)
<b>Stoupací potrubí</b>	potrubí vedené od jednoho podlaží k druhému; je z něj napojeno podlažní rozvodné potrubí (32)
<b>Připojovací potrubí</b>	potrubí vedoucí od stoupacího potrubí k místu odběru (32)

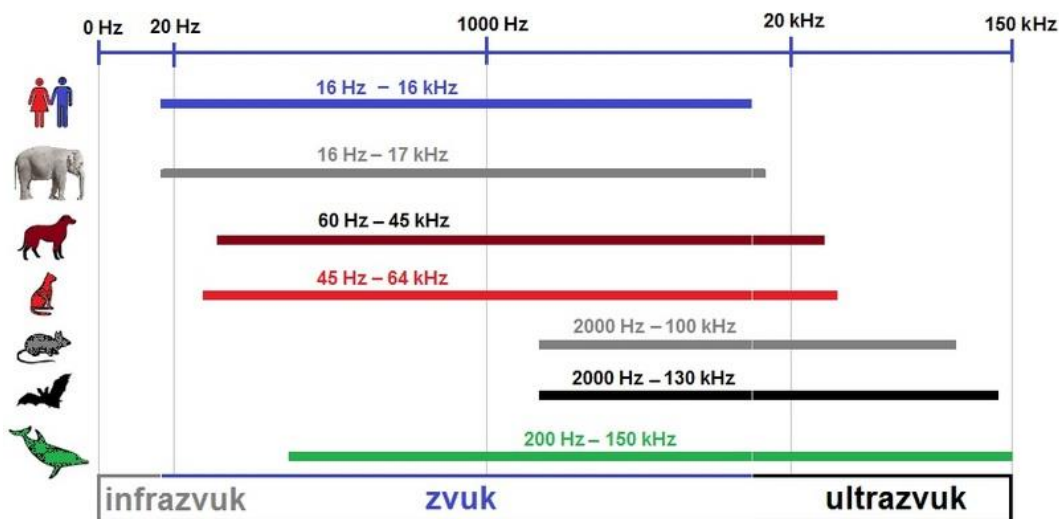
<b>Tepelná izolace</b>	vnější obal použitý pro snížení tepelných ztrát potrubí nebo pro snížení tepelných zisků potrubí (5)
<b>Zvuková izolace</b>	vnější obal použitý pro snížení hluku vyzařovaného z potrubí (31)
<b>ZTI</b>	zdravotně technické instalace

## 2 Hluk

### 2.1 Zvuk a jeho vlastnosti

Zvuk vzniká kmitáním částic v pružném prostředí – hovoříme o něm tedy jako o mechanickém vlnění. Důležitou vlastností šíření zvuku je přenos energie. (3)

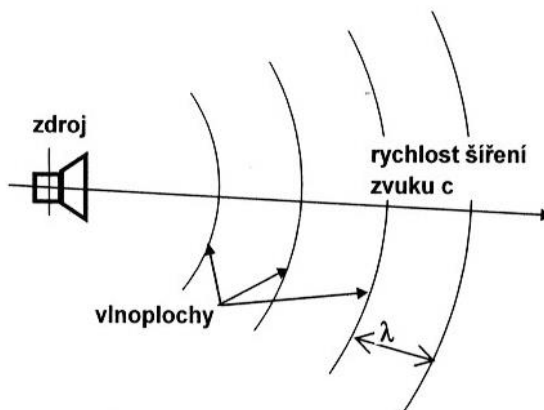
Lidské sluchové ústrojí vnímá zvuky ve frekvenčním rozsahu přibližně od 16 Hz do 16 kHz (Obr. 1). Vlnění s frekvencí vyšší než 16 000 kmitů za sekundu spadá do oblasti zvané ultrazvuk. Vlnění o kmitočtu nižším než 16 Hz je nazýváno infrazvuk. (1)



Obr. 1: Zvuk z hlediska slyšitelnosti

Zvuk se šíří formou akustických vln, které dělíme na podélné (částice kmitají ve směru šíření vlnění) a příčné (částice kmitají kolmo na směr šíření vlnění). Šíří se v plynech, kapalinách i pevných látkách. V plynném a kapalném prostředí se zvuk šíří pouze podélným akustickým vlněním, tato látková skupenství jsou totiž pružná pouze co do stlačitelnosti objemu. Oproti tomu pevné, lépe řečeno elastické, látky jsou pružné v tahu, tlaku i smyku a tak se v nich zvuk může šířit oběma způsoby – tedy podélným i příčným vlněním. V daném prostředí může docházet k pohlcování, rozptylování, odražení, soustředování nebo tlumení zvukových vln. (3)

Akustické vlnění se šíří od zdroje zvuku všemi směry. V případě izotropního<sup>1</sup> prostředí se vlnění šíří všemi směry stejně rychle, tudíž místa, do nichž vlnění dospěje za totožnou dobu, leží na ploše. Tato plocha je označována jako tzv. vlnoplocha a body na ní mají stejný akustický stav (kmitají se stejnou fází). Kolmice na vlnoplochu je akustický paprsek. Schéma šíření zvuku je na Obr. 2. (3)



Obr. 2: Šíření zvuku od zdroje ve formě vlnoploch (1)

## 2.2 Akustické veličiny a decibelové stupnice

### 2.2.1 Vlnová délka $\lambda$

Délka vlny je vzdálenost, kterou zvuková vlna absolvuje za dobu jednoho kmitu  $T$ . Je udávána v metrech (m). Platí následující vztah

$$\lambda \cdot f = c$$

kde je  $f$  (Hz) kmitočet (frekvence),  
 $c$  (m/s) rychlost šíření zvuku. (3)

### 2.2.2 Akustická rychlost $v$

Je to rychlost, jakou kmitají částice prostředí, kterým se šíří akustická vlna. Není totožná s rychlostí šíření zvuku ( $c$ ), ba dokonce její velikost je o několik řádů menší. Její jednotkou je metr za sekundu (m/s). (3)

<sup>1</sup> Izotropie = nezávislost vlastností na směru

### 2.2.3 Akustický tlak $p$

Akustický tlak  $p$  (Pa) je veličina o několik řádů nižší, než barometrický tlak (jehož hodnota je přibližně 100 000 Pa). Určuje rozdíl mezi okamžitým a statickým tlakem. (3)

### 2.2.4 Intenzita zvuku $I$

Intenzita zvuku  $I$  je střední hodnotou měrného akustického výkonu, který je dán součinem okamžitých hodnot akustického tlaku a akustické rychlosti. Jednotkou intenzity je watt na metr čtvereční ( $\text{W}/\text{m}^2$ ). (3)

### 2.2.5 Akustický výkon $W$

Akustický výkon se definuje jako množství energie vyzářené akustickým zdrojem a přenesené prostředím za časovou jednotku. Udává se ve wattech (W). (3)

### 2.2.6 Hladina akustického výkonu $L_w$

Výše zmíněné veličiny se v praxi mění o mnoho řádů. Pro vyjádření závislosti mezi objektivními akustickými veličinami a subjektivními lidskými vjemy je tedy třeba užít logaritmických stupnic. Proto se v rámci zpřehlednění zavádí pojem "hladin" jednotlivých akustických veličin. Jednotkou hladin je decibel (dB). Při užití decibelových stupnic je potřeba určit referenční hodnotu. Tak činí ČSN EN ISO 80000-8 *Veličiny a jednotky – Část 8: Akustika*, která předepisuje jako referenční hodnotu akustického výkonu  $10^{-12}$  W. (3) (29)

Hladina akustického výkonu  $L_w$  (dB) je dána vztahem

$$L_w = 10 \log \frac{W}{W_0}$$

kde je  $W_0$  (W) referenční akustický výkon,  $W_0 = 10^{-12}$  W,

$W$  (W) sledovaný akustický výkon.

Hladina akustického výkonu se zvýší o 10 dB, jestliže se zvýší akustický výkon o jeden řád. (3)

### 2.2.7 Hladina akustického tlaku $L_p$

Pro přehledné vyjadřování hodnot akustického tlaku byla zavedena příslušná hladina akustického tlaku. Tuto hladinu je potřeba vztahovat k určitému kmitočtu, popř. pásmu kmitočtů (stejně jako hladinu akustického výkonu). (3)

Hladina akustického tlaku  $L_p$  (dB) je dána vztahem

$$L_p = 20 \log \frac{p}{p_0}$$

kde je  $p_0$  (Pa) referenční akustický tlak,

$p$  (Pa) sledovaný akustický tlak.

Výchozí bod logaritmické stupnice je referenční akustický tlak  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Pa, což je v decibelové stupnici 0 dB. Zdesateronásobení akustického tlaku  $p$  (Pa) znamená zvýšení hladiny akustického tlaku o 20 dB. Nejmenší změna zaznamatelná člověkem je změna o 1 dB. Při zvýšení hladiny akustického tlaku o 6 dB se zdvojnásobí akustický tlak. (3)

### 2.2.8 Hladina intenzity zvuku $L_I$

Hladina intenzity zvuku  $L_I$  (dB) je dána vztahem

$$L_I = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

kde je  $I_0$  ( $\text{W}/\text{m}^2$ ) referenční hodnota intenzity zvuku,

$I$  ( $\text{W}/\text{m}^2$ ) intenzita zvuku sledovaného akustického signálu. (3)

## 2.3 Působení hluku na lidský organismus

Účinek hluku je určen jeho intenzitou. Hluková expozice se hodnotí za použití hladiny akustického tlaku korigované filtrem A. Prostředí s nízkou hladinou akustického tlaku A vnímá lidský organismus negativně; hladinu 20 dB hodnotí jako hluboké ticho. Hodnoty pohybující se okolo 30 dB jsou již považovány za příjemné ticho. Zdraví škodlivé účinky se projevují při hodnotách přesahujících 65 dB. Jedná se především o změny v autonomní nervové soustavě, která má za úkol v lidském těle udržovat stabilní vnitřní prostředí. Trvalý pobyt v prostředí, kde hladina akustického tlaku A přesahuje 85 dB, může vést k trvalým poruchám



sluchu a navíc se prohlubují účinky nepříznivě působící na nervovou soustavu. Hladina 130 dB působí bolest, bubínek a sluchové kůstky nebo blánitý labyrint se obvykle poraní při extrémně vysokých hladinách zhruba 160 dB. (3) (28)

Nepříhodné účinky hluku se z pohledu lidského zdraví mohou projevat poškozováním orgánů, rušením spánku nebo řečové komunikace a subjektivními psychickými vjemy (obtěžováním, pocitem nevole). Z hlediska sociálně kulturního zvýšená hlučnost nepříznivě ovlivňuje lidskou pohodu a snižuje životní úroveň nejen při trávení volného času, ale i v bydlení. (28)

Pro ochranu našeho sluchu jsou tak *Nařízením vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ve znění novely č. 217/2016 Sb.* stanoveny závazné hygienické limity. U zdroje hluku umístěného uvnitř objektu se hygienický limit maximální hladiny akustického tlaku A stanoví jako součet základní maximální hladiny akustického tlaku A  $L_{Amax}$  (rovné 4 dB) a korekcí, která zohledňuje druh chráněného vnitřního prostoru a denní a noční dobu. Hodnoty korekcí jsou součástí Přílohy č. 2 výše zmíněného nařízení (Tab. 1). (50) (51)

*Tab. 1: Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb (50) (51)*

<b>Druh chráněného vnitřního prostoru</b>	<b>Doba pobytu</b>	<b>Korekce v dB</b>
Nemocniční pokoje	doba mezi 6.00 a 22.00 hodinou	0
	doba mezi 22.00 a 6.00 hodinou	-15
Lékařské vyšetřovny, ordinace	po dobu používání	-5
Obytné místnosti	doba mezi 6.00 a 22.00 hodinou	0
	doba mezi 22.00 a 6.00 hodinou	-10
Přednáškové síně, učebny a pobytové místnosti škol, jeslí a staveb pro předškolní a školní výchovu a vzdělávání	po dobu používání	+5

## 2.4 Zdroje hluku

Zdroje zvuku dělíme do dvou základních skupin. Do první skupiny se řadí mechanické zdroje zvuku, tj. akustické zářiče s kmitajícím povrchem (strojní zařízení). Kmitání se přenáší do přiléhajícího média, kterým se rozruch šíří do okolí ve formě vlnění. (3)

Druhou skupinu zdrojů zvuku reprezentují aerodynamické zářiče akustické energie, kde je hlavním původcem zvuku nestacionární turbulentní proudění tekutiny v potrubí. (3)

### 2.4.1 Mechanické zdroje hluku

Významným zdrojem hluku v předávacích stanicích a obdobných provozech, ve kterých dochází ke zprostředkování dopravy média potrubním systémem, jsou oběhová čerpadla nebo podobná technická zařízení. Hladiny akustického tlaku  $A$  čerpadel se v závislosti na typu a výkonu stroje pohybují v rozsahu 30 až 60 dB (měřeno 1 m od obrysu stroje). Tyto vcelku nízké hladiny samy o sobě nijak neovlivňují akustickou pohodu uživatele bytové jednotky. Čerpadlo však významnou část akustické energie vyzařuje přímo do připojeného potrubí. Tento jev má větší akustickou účinnost oproti vyzařování hluku do místnosti, ve které je oběhové čerpadlo umístěno. Následkem toho dochází k přenosu hluku potrubím a jeho vyzařování do chráněných místností. Hlučnost se navíc zvyšuje v případech, kdy čerpadla snadno podléhají korozi a jejím následkem se zadírají. Přenos hluku čerpadel směrem do potrubního systému lze omezit vkládáním pryžových kompenzátorů. (3)

### 2.4.2 Aerodynamické zdroje hluku

Jsou známy dva základní případy generace aerodynamického zvuku, a sice vznik volnou turbulencí (např. při výtoku z trysky) a vznik zvuku od turbulence při obtékání tuhých těles. V obou případech platí rovnice kontinuity popisující pohyb tekutiny, resp. zákon o zachování hmoty – hmota se neprodukuje ani neztrácí. (3)

Aerodynamický hluk vzniká v případě, že se v proudu média nachází zdroje s určitou vydatností, která se v čase mění, nebo setrvačné síly, opět proměnné v čase. V takových případech hovoříme o turbulentním proudění kapaliny. Zjednodušeně by se dalo říci, že velikost vyzařovaného akustického výkonu je závislá na rychlosti

proudění. Vloží-li se do turbulentního proudu kapaliny tuhé těleso, dochází ke zvýšení vyzařované akustické energie vlivem nestability proudění za obtékaným tělesem, která je příčinou vzniku vírů. (3)

Další případ aerodynamického zdroje hluku je hluk vyzařovaný z proudu tekutiny při výtoku z trysky. Tento hluk je výrazně směrově závislý – jeho maximální akustický výkon je vyzařován zhruba pod úhlem 45 °C od pomyslné osy proudu. Výtok vody je následován jejím dopadem do zařizovacího předmětu. Zde může docházet k přenosu hluku přes nedostatečně zvukově izolovaný zařizovací předmět do stavební konstrukce tzv. akustickým mostem. Typickým příkladem je vana, kdy v mnoha případech nejsou její podpory vypodloženy pryžovými podložkami, namísto toho jsou bezprostředně uchyceny ke konstrukci podlahy. (3)

Velikost vyzařovaného akustického výkonu závisí na různých parametrech, jako například na rychlosti proudění tekutiny, na dimenzích potrubního systému, na trase rozvodu a v neposlední řadě na materiálu potrubí.

## 3 Potrubí

### 3.1 Materiály potrubí

Materiály pro výrobu trubek a tvarovek pro vnitřní rozvody můžeme v zásadě rozdělit na tři skupiny. První skupinou jsou materiály kovové, kam se řadí ocel a neželezné kovy jako olovo a měď. Druhou skupinu tvoří nekovové materiály, což jsou plasty. Poslední skupina kombinuje kovy a plasty – jedná se o vícevrstvá potrubí. (5)

Potrubní materiály musí mít následující vlastnosti:

- pevnost (proti vnějším i vnitřním tlakům),
- nepropustnost (resp. vodotěsnost a plynotěsnost),
- hygienická nezávadnost,
- bezpečnost provozu,
- hladkost vnitřního povrchu,
- odolnost proti korozi,
- dlouhá životnost,
- přiměřená pružnost,
- jednoduchá montáž, údržba, oprava a popřípadě výměna.

Při výběru vhodného materiálu pro danou instalaci, ať už je to rozvod studené či teplé pitné vody, teplé užitkové vody či rozvod vody otopné, je zapotřebí věnovat pozornost konkrétním požadavkům. Potřebujeme-li například požárně odolný materiál, zvolíme kov (ocel nebo měď). Chceme-li zároveň transportovat teplou vodu, použití pozinkovaného ocelového potrubí není vhodné vzhledem k nízké schopnosti odolávat korozi a inkrustaci. Bude tedy vhodnější použít plast. Zde musíme ověřit, zda materiál splní projektovanou životnost 50 let při dané teplotě vody (60 až 70 °C) a nejvyšším provozním přetlaku vody. Je tedy nutné zodpovědně posoudit všechna relevantní kritéria tak, aby byla zajištěna především tlaková odolnost rozvodu a jeho předepsaná životnost. (7)

### 3.1.1 Kovové materiály

Potrubí vnitřních vodovodů se dříve ve většině případů provádělo z kovu. Dnes již nevhodné, leč v minulosti využívané bylo potrubí z olova, se kterým se můžeme setkat například při rekonstrukcích. Nejpoužívanějším kovovým materiálem byla ocel. Nesmíme opomenout ani měď, která jako trubní materiál zdravotně technických instalací nalézá uplatnění i v současné době - hlavně díky své dlouhé životnosti. (5)

Potrubí z kovu se značí zpravidla jmenovitou světlostí DN (Diameter Nominal), což je smluvená hodnota přibližně odpovídající vnitřnímu průměru trubky v milimetrech, nebo vnějším průměrem a tloušťkou stěny (Tab. 2). Ocelové závitové trubky se mimoto mohou značit průměrem závitu. (18)

Tab. 2: Ocelové trubky závitové – rozměry (18)

Jmenovitá světlost v mm DN (mm)	Jmenovitá světlost v palcích DN (")	Vnější průměr trubky D (mm)	Tloušťka stěny trubky t (mm)
10	3/8	17,10	2,35
15	1/2	21,40	2,65
20	3/4	26,90	2,65
25	1	33,70	3,25
32	5/4	42,40	3,25
40	6/4	48,30	3,25
50	2	60,20	3,65

#### 3.1.1.1 Olovo

Snadno zpracovatelný dnes již historický materiál, který byl používán na vodovodní i odpadní potrubí. Odvod odpadních vod zajišťovaly tenkostěnné trubky. Vodovod byl tvořen tlustšími trubkami, jejichž vnitřní povrch byl opatřen cínovou vložkou (min. tloušťka 0,5 mm), aby se předešlo vzniku jedovatých látek, které jsou produktem styku vody s olovem. Z tohoto důvodu je většina stávajících olověných rozvodů odstraňována a nahrazována novými rozvody ze zdravotně nezávadných materiálů za podpory Ministerstva pro místní rozvoj ČR v rámci programu *Podpora bydlení*, podprogramu *Olověné rozvody*.

Dle ČSN EN 806-2: *Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě: Část 2: Navrhování* je dokonce návrh nového rozvodu z olova zakázán. (5)  
(33)

Olovené potrubí se snadno ohýbalo i řezalo a do značné míry bylo odolné vůči korozi. V případě tlakových rázů nebo zamrznutí vody měla potrubí tendenci se vydouvat a následně praskat. Spoje byly prováděny měkkým pájením mezi nálevkovitým rozšířením jedné trubky a kuželovitým zkosením druhé trubky popřípadě armatury. Tlakové trubky pro rozvody vody byly na vnějším povrchu označeny podélnými trojúhelníkovými výstupky, aby se odlišily od odpadních trubek. Ochrana potrubí při vedení ve zdech byla zajištěna plstěným pásem či nátěrem. (5)

### **3.1.1.2 Ocel**

Ocelové potrubí, jehož povrch je běžně pozinkován, nalézá své uplatnění v rozvodech vody. Používá se uhlíková ocel různých tříd – tř. 10, 11, 12, případně (při vysokých teplotách) tř. 15 a nerezavějící ocel tř. 17. S rostoucím číslem třídy oceli stoupá její kvalita. Třídy 10 až 12 nejsou legované, na rozdíl od nízkolegované třídy 15 a středně nebo vysoce legované třídy 17. Oceli třídy 10 jsou nejlevnější a s nízkým obsahem uhlíku. Nemají zaručené chemické složení ani čistotu, z mechanických vlastností mají předepsanou pouze minimální pevnost v tahu. Oceli třídy 11 mají předepsanou kromě minimální pevnosti v tahu i mez kluzu a tažnost, dále je u nich zaručena čistota, obsah síry (S) a fosforu (P). U oceli třídy 12 je navíc zaručen ještě obsah křemíku (Si) a manganu (Mn). (5) (9)

Trubky z oceli pro zdravotně technické instalace mohou být bezešvé (vyrobené válcováním nebo tažením) nebo svařované (se švem – vyrobené svařováním na tupo ze svinutého pásu). Spoje ocelových trubek jsou závitové, přírubové a svařované; tvarovky (tzv. fitinky) se vyrábějí z temperované litiny. Mezi přednosti oceli patří zejména malá teplotní roztažnost, vysoká pevnost a mechanická odolnost. Nevýhodou oceli je její slabá odolnost vůči korozi – samovolnému znehodnocování materiálu. Dle druhu napadení materiálu se může jednat o plošnou korozi způsobenou kyselinami, při níž rovnoměrně a celoplošně ubývá povrch trubky, nebo o bodovou korozi, kdy u legovaných ocelí dochází k narušení pasivační vrstvy a tvorbě důlků s úzkým hrdlem, ve kterých

se posléze hromadí agresivní ionty (především chloridy) a prohlubují vzniklé důlky. Nesmíme opomenout další nevýhodu oceli a tou je inkrustace. Ulpíváním porézních vrstev tvořených železitými ionty dochází ke zhoršení průtokových poměrů, resp. zmenšení vnitřního profilu ocelové trubky a současně pod porézními vrstvami vzniká důlková koroze. Ulpívat mohou navíc i minerály z tvrdé vody (ionty vápníku a hořčíku), v takovém případě profil potrubí zarůstá rovnoměrně – zde jsou však usazeniny kompaktní a tak dokonale chrání vnitřní povrch potrubí. Inkrustace není výhradním problémem ocelového potrubí, vyskytuje se i u potrubí z plastů. (5) (7)

Životnost ocelového pozinkovaného potrubí je vcelku nízká a pohybuje se kolem 15 let. Tato doba se může lišit v závislosti na chemickém složení vody v dané lokalitě, teplotě, průtokové rychlosti vody a kvalitě pozinkování. (6)

Řešením krátké životnosti může být použití korozivzdorné oceli, z níž jsou kromě potrubí vyrobeny i tvarovky. Spoje jsou lisované (mechanické spojky s těsnicími kroužky). Nerezová ocel je vysoce kvalitní materiál, který splňuje požadavky kladené na vodovodní instalace, ovšem vzhledem k vysoké pořizovací ceně není běžným materiálem potrubí zdravotně technických instalací bytové výstavby. (6) (7)

### 3.1.1.3 Měď

Měď jako chemický prvek se přirozeně vyskytuje v zemské kůře. Je to kov s velmi dlouhou historií – pro vodovodní instalace je používána již stovky, ba dokonce tisíce let. Vzhledem k téměř 100% recyklovatelnosti výrobků z mědi snižuje její použití dopad na životní prostředí. Měděné potrubí by dle ČSN 1057 mělo mít následující složení: Cu + Ag: min. 99,90 %;

$$0,015 \% \leq P \leq 0,040 \%. (23) (36)$$

Rozvod vody měděným potrubím by měl zajistit dlouhou životnost, ovšem pouze při dodržení okrajových podmínek chemického složení vody. Ta musí mít dle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 339/2015 Sb.<sup>2</sup>, § 9 hodnotu pH v rozmezí od 6,5 do 9,5 a zároveň obsah oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) ≤ 44 mg/l. U vody ze studní je v případě vykročení z daných mezí možné použít měděnou trubku s vnitřní

---

<sup>2</sup> Vyhláška č. 339/2015 Sb., kterou se mění vyhláška č. 409/2005 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody, ve znění vyhlášky č. 352/2013 Sb.

cínovou vložkou. Obsah mědi v pitné vodě má, stejně jako jiné kovy (např. olovo), svou maximální přípustnou hodnotu. V České republice tato hodnota dle *Vyhlášky č. 83/2014 Sb.*<sup>3</sup> činí max. 1000 µg/l. Další podmínkou dlouhého života potrubí je ctění zásady správné kombinace materiálů. Ta spočívá v předejití tvorby galvanického článku a tudíž znehodnocení méně ušlechtilého kovu tím, že nikdy nesmí být ve směru proudění vody osazen méně ušlechtilý materiál za materiálem ušlechtilým. Z tohoto důvodu nikdy nesmí za měděným rozvodem být nainstalováno potrubí, armatura nebo tvarovka z oceli. (6) (7) (53) (57)

Měď je nehořlavá (teplota tavení je 1083 °C) a baktericidní (zabraňuje rozvoji mikrobů a bakterií). Využití nalézá jako jediná z trubních materiálů ve všech domovních rozvodech – pitné a teplé užitkové vody, plynů, protipožárních sprinklerů, tlakového vzduchu pro VZT a dalších. Výhodná je také pro dopravu medicínálních plynů v nemocnicích – např. čistý kyslík. (5) (23)

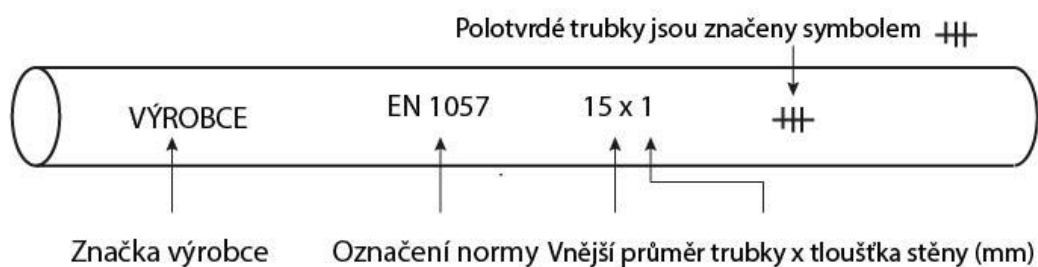
Kruhové bezešvé měděné trubky se vyrábí tažením za studena, vyznačují se malou tloušťkou stěny a zároveň vysokou pevností, mechanickou odolností a dobrou tvárností, což z nich činí dobře zpracovatelný materiál. Další předností je bezesporu hladký vnitřní povrch, který brání tvorbě usazenin, odolnost vůči korozi a vysokému tlaku. Podle pevnosti rozlišujeme měkké, polotvrdé a tvrdé trubky. Měkké trubky jsou ohebné za studena ručně a jsou dodávány ve svitcích délky 25 m a více. Polotvrdé trubky lze ohýbat za studena pouze ohýbacím zařízením, tvrdé trubky za studena nelze ohýbat – dodávají se v tyčích po 5 m. (5)

---

<sup>3</sup> Vyhláška č. 83/2014 Sb., kterou se mění vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů



Ke spojování měděného potrubí slouží pájení (měkké/tvrdé), lisovací tvarovky a závitové tvarovky, u nichž musí použité těsnění být schopno dlouhodobě odolávat účinkům protékajícího média a zároveň být zdravotně nezávadné. Měkké pájení je proces spojování, při kterém se mezi dva spojované kusy vnáší přídavný kov s teplotou tavení 450 °C a nižší. Tvrdé pájení se liší teplotou tavení – vyšší než 450 °C. Tvarovky se vyrábí z mědi nebo z červeného bronzu. Každá tvarovka musí být, stejně jako trubka (Obr. 3), permanentně označena. Toto označení musí zůstat čitelné po celou dobu životnosti instalace, tudíž se provádí zejména ražením či rytím. Měděné tvarovky se převážně pájí, ale mohou se i lisovat. Tvarovky z červeného bronzu mají na jedné straně závit a druhá strana se pájí nebo jsou obě strany závitové. (5) (6) (36)



Obr. 3: Značení trubek z mědi (36)

### 3.1.2 Nekovové materiály

Nekovovým materiálem se v rámci vnitřních vodovodních instalací rozumí plast. Surovinami, ze kterých jsou plasty vyráběny, jsou ropa a zemní plyn, základními chemickými prvky jsou uhlík (C) a vodík (H). Plastová potrubí se značí tím, že při běžném chemickém složení vody nijak nekorodují. Jsou hydraulicky hladká, což je také jednou z příčin nižšího přenosu hluku. Plast pro rozvody médií rozdělujeme dle Tab. 3. (2)

Tab. 3: Základní typy plastů

Název český		Značka	Název anglický
<b>Polyetyleny</b> <b>PE</b>	nízkohustotní	LDPE	Low density polyethylene
	středněhustotní	MDPE	Medium density polyethylene
	vysokohustotní	HDPE	High density polyethylene
	síťovaný	PE-X	Cross-linked polyethylene
<b>Polypropyleny</b> <b>PP</b>	homopolymer	PP-H	Homopolymer polypropylene
		PP-1	
		typ 1	
	blokový kopolymer	PP-B	Block copolymer
		PP-2	
		typ 2	
	statistický kopolymer	PP-R	Random copolymer
		PP-3	
typ 3			
statistický kopolymer s modifikovanou krystalinitou	PP-RCT	Statistical copolymer with modified crystallinity	
	typ 4		
<b>Vinylchloridy</b>	neměkčený (tvrdý)	PVC	Rigid polyvinyl chloride
		PVC-U	Unplasticized polyvinyl
	chlorovaný	PVC-C	Chlorinated polyvinyl chloride
<b>Polybuten</b>		PB	Polybutene

Plast je v současné době nejpoužívanějším materiálem pro výrobu potrubí vnitřních vodovodů, a to zejména síťovaný polyetylen, polybuten a polypropylen. Důvody jsou zřejmé – nižší cena a jednodušší zpracování při zachování stejných, ne-li lepších vlastností - jednou z nich je právě nižší přenos akustického hluku potrubím.

Plastové materiály (a kompozity) se označují vnějším průměrem. Příčina odlišného označování materiálů na bázi plastů oproti kovovým materiálům tkví ve výrobě potrubí. To je vyráběno v rozdílných tlakových řadách, přičemž vnější průměr trubky zůstává zachován (kvůli spojení s tvarovkou), mění se však tloušťka stěny a tím pádem i vnitřní průměr. Tvarovky lze použít jednotně pro všechny tlakové řady – jsou totiž dimenzovány pro nejvyšší tlakovou řadu. (19)

Trubky byly původně podle tloušťky stěny řazeny do tlakových řad označovaných „PN“. Jmenovitý tlak (PN) je desetinásobek maximálního dovoleného provozního přetlaku (v barech nebo atmosférách) při teplotě média 20 °C po dobu 50 let, př.: PN 10 = 10 bar (nebo 10 at nebo 1,0 Mpa). Postupem času s vylepšováním mechanicko-fyzikálních vlastností plastových materiálů však označení PN poněkud ztrácelo smysl, obzvláště u rozvodů teplé vody, a tak bylo zavedeno označení „SDR“ nebo „S“. (2) (19)

Série S lze vyjádřit vztahem

$$S = \frac{D - t}{2 \cdot t}$$

Kde je **D** (mm) vnější průměr trubky,

**t** (mm) tloušťka stěny trubky.

SDR lze spočítat ze vztahu:  $SDR = 2 \cdot S + 1$ .

Současný soubor norem *Plastové potrubní systémy pro rozvod horké a studené vody* již označení PN neuvádí. Trubkám jsou vymezeny potrubní série S, avšak většina výrobců k označení S připojuje i zažité označení PN (Tab. 4). (19)

Tab. 4: Převod PN, S a SDR pro polypropylen (19)

<b>PN</b>	10	16	20	25
<b>S</b>	5	3,2	2,5	2,0
<b>SDR</b>	11	7,4	6	5

Výrobce je povinen kromě série S uvádět i třídu použití.

Norma *ČSN ISO 10508* definuje třídy použití:

- Třída 1            dodávka horké vody 60 °C; životnost 50 let,
- Třída 2            dodávka horké vody 70 °C; životnost 50 let,
- Třída 4            podlahové vytápění, nízkoteplotní radiátory;  
rozdílná životnost dle provozní teploty,
- Třída 5            vysokoteplotní radiátory; rozdílná životnost  
dle provozní teploty.

Každý materiál a potrubní řada S má výpočtem určený maximální provozní tlak k příslušné třídě použití (Obr. 4). (19) (38)

EKOPLASTIK FIBER BASALT PLUS PP-RCT/PP-RCT+BF/PP-RCT 32x4,4 A S3,2 EN ISO 15874 (Class 1/10bar, 2/10bar, 4/10bar, 5/8bar) Tmax. 90 °C

*Obr. 4: Označení trubky na bázi plastu*

### **3.1.2.1 Polyvinylchlorid, PVC**

Pro rozvod studené vody se používá potrubí z neměkčeného (tvrdého) polyvinylchloridu PVC (alt. PVC-U). Jeho mechanické vlastnosti jsou ovlivňovány teplotou. Křehne při teplotách pod 5 °C, odolnost a tvarová stálost je zajištěna do 40 °C a při teplotách vyšších než 80 °C měkne. Výhodou je velmi dobrá korozní odolnost, nevýhodou pak obtížná likvidace. Při spalování PVC totiž vzniká chlorovodík, který při kontaktu s vodou (byť v podobě vzdušné vlhkosti) tvoří žíravý aerosol kyseliny chlorovodíkové. Spoje neměkčeného polyvinylchloridu vnitřních rozvodů se zhotovují lepením. (2) (5) (6) (44)

Chlorovaný polyvinylchlorid PVC-C, který má díky působení chloru lepší mechanické vlastnosti než neměkčený polyvinylchlorid, ze kterého vychází, nalézá uplatnění i v rozvodech teplé vody (trvale použitelný přibližně do 90 °C). PVC-C potrubí se spojuje lepením, popřípadě mechanickými spojkami. Korozní odolnost, obtížná likvidace a ostatní mechanicko-fyzikální vlastnosti se podobají těm u PVC. (2) (6) (45)

### **3.2.1.2 Polyetylen, PE**

#### Síťovaný polyetylen, PE-X

Základ tvoří vysokohustotní polyetylen (HD-PE), jehož molekuly se chemickými reakcemi příčně propojí a vytvoří tak síťovou vazbu. PE-X má tím pádem výborné mechanické vlastnosti, významnou odolnost proti vzniku a šíření trhlin a v neposlední řadě také dobrou odolnost vůči vyšším teplotám (beztlaková odolnost cca 100 °C). (2) (42)

Spojovat je možné pouze mechanickými spojkami, lepení ani svařování není přípustné. Uplatnění potrubí ze síťovaného polyetyleny nalezneme především ve vnitřních rozvodech teplé i studené vody a vytápění. (2) (42)

#### Polyetylen odolný zvýšeným teplotám, PE-RT

Vzhledem ke svým vlastnostem se uplatní zejména v realizacích podlahového vytápění. (46)

### **3.2.1.3 Polypropylen, PP**

#### Polypropylen homopolymer (typ 1), PP-H (PP-1)

Materiál hojně používaný v 90. letech minulého století. PP-H je málo ohebný (tužší než PE) a křehký již při +5 °C. Tlakově odolný je zhruba do 40 °C. Spoje se provádí polyfúzním svařováním nebo mechanickými spojkami. S vývojem kvalitnějších plastů se od jeho používání upouští. (2) (5) (41)

#### Polypropylen blokový kopolymer (typ 2), PP-B (PP-C, PP-2)

V porovnání s homopolymerem je výrazně ohebnější a houževnatější. Bohužel je i méně tepelně odolný, a tak je používán pro vnitřní kanalizaci a rozvody studené vody. Spojuje se stejnými způsoby jako PP-H – tj. polyfúzním svařováním nebo mechanickými spojkami. (2) (41)

#### Polypropylen statistický (random) kopolymer (typ 3), PP-R (PP-3, PPRC, PPCR)

Vzhledem k dobrým vlastnostem a relativně nízké ceně je polypropylen typu 3 v současnosti nejpoužívanější plast ve zdravotech. Teplotní odolnost beztlakového rozvodu převyšuje hodnotu 100 °C. Uplatnění nalézá především

v rozvodech studené a teplé vody a také ve vytápění. Spojování probíhá stejně jako u předešlých dvou typů polypropylenu. (2) (41)

#### Polypropylen statistický kopolymer s modifikovanou krystalinitou (typ 4), PP-RCT

Trubky z PP-RCT vykazují až o třetinu větší průtočnost než PP-R, mají také tenčí stěnu (Obr. 5), což znamená i nižší hmotnost, to vše při zachování stejných nebo dokonce lepších mechanických vlastností. Vysoká bezpečnost a kvalita rozvodů je zajištěna vyšší tlakovou odolností při vysokých teplotách (od 70 °C výše). Do nedávna byl polypropylen typu 4 používán výhradně ve vícevrstvých trubkách. Dnes jsou vyráběny i celoplastové trubky kompatibilní se systémem PP-R. (11) (41)



Obr. 5: Výhody PP-RCT (18)

#### **3.2.1.4 Polybuten, PB**

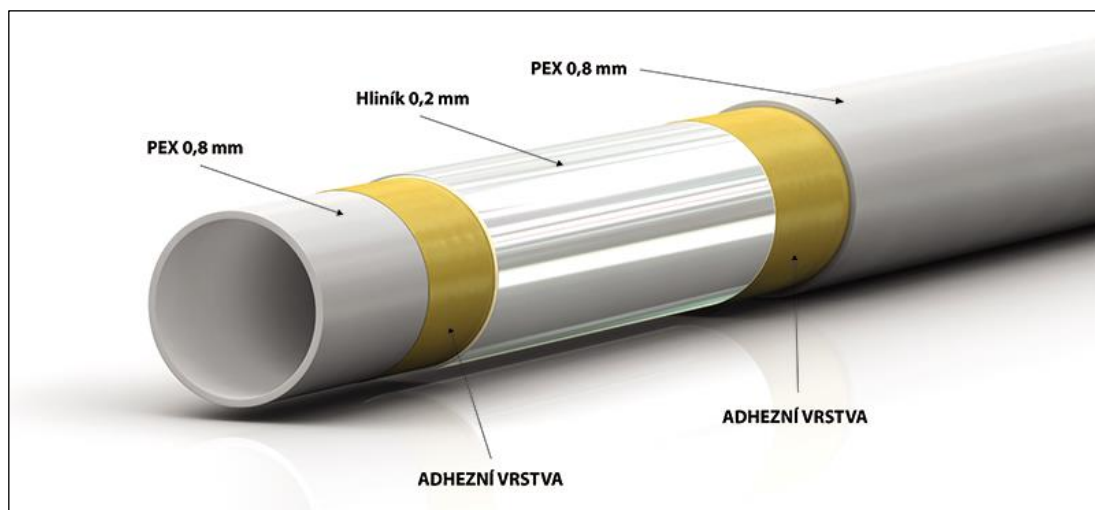
Potrubí z polybutenu vyniká svou značnou ohebností, pevností, schopností vzdorovat tvorbě trhlin od napětí (což u plastů není běžné) a velmi dobrými mechanickými vlastnostmi. Křehkým se potrubí stává až při -18 °C. Pod tlakem odolává teplotám okolo 95 °C, bez tlaku hodnota teplot může přesáhnout 100 °C. To z něj činí ideální volbu pro dálkové rozvody teplé a otopné vody. Dále se PB potrubí uplatní při rozvodech podlahového vytápění, studené a teplé vody. Spojovat lze polyfúzním svařováním nebo mechanickými spojkami. (2) (5) (43)

### 3.1.3 Vícevrstvé potrubí

V souvislosti s vnitřními rozvody hovoříme převážně o plastových trubkách s vloženou kovovou vrstvou (Obr. 6). Každá má svou funkci – vnitřní PP, PE nebo PB základní vrstva slouží k přenosu média a musí vůči němu být odolná, mezilehlá kovová vrstva (zpravidla z hliníku) vykonává především funkci nosnou a vnější plastová vrstva chrání předchozí vrstvy před účinky vnějšího prostředí a mechanickým poškozením. Vrstvy drží pevně pospolu pomocí adhezního můstku ve formě lepidla kompenzujícího odlišné teplotní roztažnosti použitých materiálů. (6)

Kompozity, jak jsou někdy vícevrstvá potrubí nazývána, v sobě kloubí výhody obou zastoupených materiálů – kovu a plastu. Vynikají malou tepelnou roztažností, tuhostí, pevností v tlaku, difúzní těsností (vlastnosti typické pro kovy) a dlouho životností, nízkou hmotností, ohebností, odolností proti korozi (typické pro plasty). Uplatní se hlavně při rozvodech teplé i studené vody a vytápění. (6) (47)

Vícevrstvé trubky se spojují mechanickým lisováním. Tvarovky (v tomto případě tzv. press fitinky) jsou vyrobeny z mosazi – spojky, T-kusy, přechody a redukce. Kromě lisování spojů je dalším zjednodušením montáže možnost kolena a oblouky ohýbat (ručně či za pomoci ohýbačky). Trubky se dodávají buď v rolích, a to po 50, 100, 200 a výjimečně i 400 m (v závislosti na průměru trubky), nebo v tyčích dlouhých 5m. (5) (6)



Obr. 6: Vícevrstvá trubka (25)

Následující tabulka (Tab. 5) porovnává vybraná kritéria materiálů pro potrubí vnitřních připojovacích vodovodů, která mají vliv na intenzitu hluku vyzářeného z potrubí. Mezi neuvedená kritéria patří rychlost proudění média, resp. provozní přetlak potrubí. Autor je neuvádí z důvodu jejich proměnnosti závislé na konkrétním druhu materiálu (např. rozdíl mezi PB A PP-R) a na tlakové řadě potrubí. Kurzívou jsou označeny vlastnosti, které nemají přílišný vliv na intenzitu vyzářeného hluku, za to mohou sehrát významnou roli při výběru potrubního materiálu.

Tab. 5: Přehled vlastností potrubních materiálů (16)

	Pozinkovaná ocel	Nerezová ocel	Měď	Plasty	Kompozity
<b>Koroze</b>	ano, značná	ne	ano, mírná	ne	ne
<b>Inkrustace</b>	ano, velmi	výjimečně	ne	výjimečně	výjimečně
<b>Šíření hluku</b>	ano	ano	ano	nižší	nižší
<i>Životnost</i>	15 let, spíše méně	50 let	50 let	50 let	50 let
<i>Délková teplotní roztažnost</i>	malá 0,012	malá 0,0104 až 0,0165	malá 0,017	velká 0,07 až 0,2	malá 0,026
<i>Flexibilita</i>	ne	ne	ne	ano	ano, značná
<i>Elektrická vodivost</i>	ano	ano	ano	ne	ne

Z dosavadního popisu materiálů a z tabulky jsou patrné výhody plastů a kompozitů jako materiálů pro vnitřní připojovací potrubí. Kompozitní (vícevrstvé) potrubí zatím, díky své flexibilitě, nachází uplatnění spíše v podlahovém vytápění. Z plastů je vhodný síťovaný polyetylen, polybuten a polypropylen, z něž vlastnostmi vyniká polypropylen odolný zvýšeným teplotám (PP-RCT). Z hlediska ceny je však stále používanější variantou polypropylen typu 3 (PP-R) – ten je vybrán pro pozdější návrh technologického předpisu montáže vnitřního připojovacího rozvodu vody. Na závěr shrnutí je nutné zmínit i měď, jejíž použití má smysl všude tam, kde jsou kladeny přísné hygienické požadavky na dopravované médium.



## 3.2 Spoje potrubí

Kvalitu provedení trubního rozvodu jistě ovlivňuje i správná volba způsobu spojování jeho prvků. Způsobů, jakými lze spojovat prvky rozvodu, je několik a odvíjí se od materiálu daných prvků a provozních parametrů potrubí. Spoje potrubí musí zajišťovat trvalou těsnost, musí být snadno proveditelné a trvanlivé. Dělíme je na rozebíratelné spoje a nerozebíratelné spoje (Tab. 6). (5)

Tab. 6: Možnosti spojů prvků rozvodu (5)

<b>Rozebíratelné spoje</b>	Přírubové spoje
	Závitové spoje
	Mechanické spojky
<b>Nerozebíratelné spoje</b>	Svařované spoje (polyfúzní, na tupo)
	Pájené spoje
	Mechanické spojky lisované

### 3.2.1 Rozebíratelné spoje

Rozebíratelné spoje je možno opakovaně rozložit a složit, aniž by došlo k jejich nenávratnému poškození. Ve vnitřních instalacích vodovodu se uplatní spoje závitové, případně mechanické spojky. Dalšími představiteli kategorie rozebíratelných spojů jsou spoje hrdlové či přírubové. (5)

#### 3.2.1.1 Závitové spoje

Svou úlohu sehrává ve spojích ocelových závitových trubek s fitinky nebo armaturami. Závitový spoj vyniká svou tuhostí a při řádném provedení trvalou těsností. Vnitřní závit (fitinků a armatur) je válcový a vnější závit (trubky) je kuželový. K těsnění spoje je používána těsnící pasta s konopím nebo těsnící šňůra. Závitový spoj vzhledem k úpadku používání oceli při realizaci vnitřních vodovodů poněkud ztrácí na významu, přesto je užitečné znát jeho princip, neboť se s ním setkáváme při opravách a rekonstrukcích existujících rozvodů. (2) (5)

### 3.2.2 Nerozebíratelné spoje

Nerozebíratelné spoje není bez jejich nenávratného poškození možno rozložit a složit. Řadí se mezi ně spoje lepené, lisované, pájené a svařované. (5)

### **3.2.2.1 Lepené spoje**

Spoje lepením se provádí výlučně u polyvinylchloridů. Plochy spoje se lepí syntetickým lepidlem, jehož typ zpravidla určuje výrobce potrubí tak, aby byla zajištěna dostatečná pevnost spoje. (2) (5)

### **3.2.2.2 Lisované spoje**

Jejich hlavní výhodou je jednoduchost potažmo rychlost montáže. Lisované spoje jsou spolehlivé a nejvíce se aplikují u vícevrstvých trubek, trubek z mědi a z nerezové oceli. Lisováním dochází k plastické deformaci lisovací tvarovky (opatřené těsníci kroužky) a spojované trubky, lépe řečeno k jejich spoji. Za tímto účelem se používá elektrické, pneumatické a výjimečně mechanické lisovací nástroje s lisovacími kleštěmi. (2) (5)

### **3.2.2.3 Pájené spoje**

Spoj je proveden prostřednictvím tzv. pájky – přídavného materiálu mezi dvěma spojovanými kovovými díly. Pájka je slitina kovů, která taje za nižších teplot než spojované kovy. Musí mít vynikající schopnost vzlínat a přimykát se k základnímu materiálu. Principem pájení je vzájemné pronikání molekul jedné látky do molekul druhé za účelem vyrovnání jejich koncentrací (tzv. difuze). Spojované díly musí být zbaveny nečistot a zahřáty na tavicí teplotu pájky. Ta je udržována po celou dobu pájecího procesu. Při pájení se používá obvykle práškové nebo pastové tavidlo, aby se spoj ochránil před oxidací. Nejčastějším tvarem pájek jsou tyče, dráty a trubičky, dodávány mohou být i ve formě past. Nástrojem pro pájení je páječka, povětšinou elektrická. Dle pracovní teploty rozlišujeme měkké a tvrdé pájení. (2) (5)

Pájením naměkko je v instalatérské praxi spojována ocel a měď. Teplota tavení měkkých pájek je pod cca 450 °C a jejich hlavní složkou je cín (Sn), popřípadě olovo (Pb), zinek (Zn) nebo antimon (Sb). Nahřívání spojovaných kusů se provádí např. pomocí benzínové lampy nebo plynového hořáku. Spoje vykazují nižší pevnost, než jakou má základní materiál a je zakázáno jejich použití v horkých rozvodech, aby nedošlo k vytavení pájky. (2) (5)

Teplota tavení pájky při pájení natvrdo se pohybuje nad hranicí 450 °C. Vyšší teploty vyžadují jinou technologii nahřívání základního materiálu, a to nahřívání autogenním hořákem nebo elektrickým obloukem. Hlavní složkou tvrdé pájky je měď (Cu), stříbro (Ag), zinek (Zn) nebo hliník (Al). Tvrdé pájení je vyžadováno u instalací plynu, zkapalněného plynu a oleje, u potrubí s provozními teplotami nad 110 °C nebo u rozvodů podlahového vytápění uloženého v mazanině. Všude jinde se pájí naměkko. (2) (5)

Dle metody nanášení pájky rozeznáváme pájení nánosové, spárové (s širokou spárou) a kapilární (s úzkou spárou). Právě poslední zmíněný druh pájení, tj. kapilární, je hojně používaný při spojování měděných trubek a tvarovek. Kapilární pájení využívá principu kapilární elevace, kdy kapalina vlivem účinku kapilárního tlaku stoupá vzhůru úzkou spárou. Pro úspěšné zhotovení spoje musí mít mezera mezi oběma spojovanými díly takovou velikost, která odpovídá velikosti kapilární spáry. Tato velikost je 0,02 až 0,3 mm pro trubky o průměru od 6 do 54 mm; 0,02 až 0,4 mm pro trubky o průměru od 54 do 108 mm. Řez trubkou musí být kolmý k ose trubky a bez jakýchkoliv otřepů. Povrch trubky musí být očištěn. V případě měkké a polotvrdé trubky je po očištění třeba konce trubky kalibrovat a tím docílit rozměrové přesnosti, která je pro kapilární pájení nezbytně nutná. Činí se tak za pomoci kalibračních kleští nebo trnu na vnitřní průměr a kalibračního kroužku na vnější průměr. K tavení pájky musí docházet vlivem teploty nahřátého základního materiálu, nikoliv vlivem teploty přímého plamene. (2) (5)

### 3.2.2.4 Svařované spoje

Vzhledem k upuštění od užívání oceli v domovních rozvodech vody je v této kapitole nastíněno pouze svařování plastů. Ze všech plastů lze svařovat pouze termoplasty (PP, PE a PB), navíc při svařování není přípustná ani jejich vzájemná kombinace - není možné svařit např. PP trubku s PE trubkou. Daný materiál má stanovenou svařovací teplotu (Tab. 7). (2) (5)

Tab. 7: Orientační svařovací teploty plastů (2)

Typ plastu	Svařovací teplota
Polypropylen PP	250 – 270 °C
Polyetylen PE	200 – 270 °C
Polybuten PB	250 – 270 °C

Teplota se musí bezvýhradně dodržet, aby nedošlo ke zhoršení vlastností materiálu. Plasty se svařují třemi základními druhy svařování. (2)

#### Svařování na tupo

Na tupo se svařují zejména trubky větších průměrů, z polypropylenu, polyetyleny a polybutenu. K nahřívání upravených čelních ploch trubek nebo trubky a tvarovky slouží svařovací deska, tzv. zrcadlo. To je vyrobeno z vodivého materiálu (hliníkových slitin) s elektrickým topným tělesem uvnitř. Zrcadlo je chráněno potahovou vrstvou (např. teflonem) proti ulpívání materiálu. Svařování na tupo vyžaduje shodnou tloušťku stěn spojovaných dílů a jejich souosost. (2) (5)

#### Polyfúzní svařování

Tento spoj je hojně používán při svařování menších dimenzí tlakových rozvodů studené a teplé vody i rozvodů vytápění. Budoucí místa spoje (vnější povrch trubky a vnitřní povrch hrdla tvarovky) se nahřejí prostřednictvím polyfúzních nástavců na svařovací teplotu, zplastizují a poté se vzájemně spojí. (2) (5)

Teplu potřebné k provedení svaru zajišťuje polyfúzní svářečka, jejíž součástí je ohřívací těleso – polyfúzní nástavec. Velikost nástavce odpovídá potřebné dimenzi. Svářečka je buď trnová, nebo zrcadlová. Polyfúzní nástavec se v případě trnové svářečky nasazuje na topný trn, u zrcadlové svářečky je nástavec

přišroubován k topnému zrcadlu. Nástavce jsou vnitřní (ohřívající trubku) a vnější (ohřívající tvarovku s kónicky zúženým hrdlem). Trubku do nástavce a tvarovku na nástavec lze nasunout až po nahřátí. Teplota je přispěním elektronické regulace udržována na požadované hodnotě, měřit ji lze kontrolním dotykovým teploměrem. Svařovací teploty, stejně jako další důležité parametry pro zhotovení kvalitního spoje, kterými jsou délky zasunutí, doba nahřívání, doba spojení i doba tuhnutí, lze nalézt ve svařovacích tabulkách dodávaných výrobcem potrubního systému. (2) (5)

### **Svařování elektrotvarovkami**

Pro zhotovení spoje touto metodou je zapotřebí elektrosvářečky a elektrotvarovky. Elektrotvarovky jsou vyráběny s krytým odporovým drátem ve tvaru spirály, a to od nejmenších světlostí až po notně velké. Mohou být buď monofilární, nebo bifilární. Monofilární elektrotvarovky mají jedinou spirálu pro celou tvarovku, takže se oba svary provádí naráz. Bifilární elektrotvarovky mají na každém konci samostatnou spirálu, proto se svary provádí nezávisle na sobě. Vínutí spirály odporového drátu je směřováno na vnějšek tvarovky do kontaktních vývodů, kam se napojuje elektrosvářečka. Vnitřní průměr hrdla je totožný s vnějším průměrem trubky (není kónický jako v případě polyfúzního svařování), tudíž je možné konec trubky do tvarovky zasunout až ke středovému výstupku pro doraz potrubí bez nahřátí. (2) (5)

Elektrický proud je po nezbytnou dobu dodáván do elektrotvarovky elektrosvářečkou (svařovacím transformátorem). Potřebná doba závisí na druhu materiálu, průměru potrubí, tloušťce stěny a na teplotě okolí. Manuální elektrotvarovky vyžadují ruční zadání vstupních údajů, plně automatizované elektrotvarovky čtou data z čárových kódů speciální tužkou nebo z magnetických karet. (2) (5)

### **3.3 Izolace potrubí**

Ochrana trubního vedení je jednou z důležitých činností při jeho instalaci. Izolace zamezuje především pronikání tepla, vlhkosti a zvuku z objektů do okolí a opačně. Dle účelu rozeznáváme tepelnou izolaci a izolaci akustickou.

#### **3.3.1 Tepelná izolace**

Pokud se různí teplota dvou míst, dochází mezi nimi k šíření tepla. Teplo postupuje z místa s vyšší teplotou do místa s nižší teplotou za účelem vyrovnání teplotního stavu. Teplá voda při průtoku trubním vedením usiluje o vyrovnání stavu s okolím, a tak odevzdává teplo stěně trubky, která ho se stejným záměrem předává dál okolnímu prostředí (vzduchu, zdi). Dochází k ochlazení teplé vody, tudíž velkým tepelným ztrátám. Těm nelze zcela zabránit, ale dají se omezit aplikací tepelné izolace. (5)

Tepelně izolační materiály musí mít nízkou tepelnou vodivost, resp. nízký součinitel tepelné vodivosti. S tím souvisí i nutnost minimální nasákavosti, jelikož při zvýšení vlhkosti tepelná vodivost roste. Dalšími základními vlastnostmi musí být vysoká životnost, malá hustota, hygienická nezávadnost, odolnost proti chemickým vlivům a UV záření, nehořlavost, snadná zpracovatelnost a recyklovatelnost. Teplotní odolnost materiálů pro tepelné izolace se pohybuje v rozsahu pracovních teplot zhruba od -50 °C do 100 °C. Tepelně izolovat je možno potrubí od průměru DN10 (nejmenší používaný průměr). Tloušťka tepelné izolace je výsledkem výpočtu závisícího na průměru trubky, okolní teplotě a teplotě proudícího média. (5) (54)

Mezi vhodné tepelně izolační materiály pro použití ve vnitřních rozvodech patří lehčený pěnový polyetylen a syntetický kaučuk. (5)

##### **3.3.1.1 Lehčený pěnový polyetylen**

V současnosti nejrozšířenější tepelně izolační materiál se svou strukturou uzavřených pórů vyniká vysokou tepelně izolační účinností. Izoluje proti vodě a vlhkosti, odolává působení většiny vnějších vlivů a také tlumí hluk. Dodává se ve formě trubic nebo hadic, méně často pásů. (5)

**Izolačními hadicemi** se chrání rozvody studené vody uložené do zdiva, pod omítky a pod podlahy. Nahrazují se jimi dnes již nepoužívané plstěné omotávky. Jsou dodávány zpravidla v 10 nebo 15 metrové roli s tloušťkou stěny 3 až 4 mm. (5)

**Tepelně izolační trubice** různých průměrů a v různých silách stěny jsou standardně 2 metry dlouhé. Jsou dodávány v několika provedeních:

- základní,
- podélně naříznuté (příp. rozříznuté),
- se samolepicím uzávěrem,
- se zipovým uzávěrem,
- s laminovanou fólií na povrchu (z různých materiálů). (5)

### 3.3.1.2 Syntetický kaučuk

Izolace ze syntetického kaučuku má uzavřené buňky. Je poddajná, zpravidla černé barvy a dodává se v podobě hadic a desek. Hadice nalézají uplatnění v izolaci měděných (a ocelových) trubek DN 6 až DN 150, na trubku se navlékají před montáží. Tloušťka stěn hadic se různí, délka je 2 metry. Desky jsou buď kusové, nebo v rolích. (5)

Tepelná ztráta se oproti neizolovaným rozvodům snižuje o 70 až 80 %. Vedle tepelné izolace se používá i pro rozvod studené vody jako ochrana před orosením a proti korozi potrubí osazeného v mazanině a pod omítkou. Vyjma toho má i zvukově izolační účinek a je nehořlavá (samozhášivá). (5)

Tepelnou izolaci blíže řeší *Vyhláška č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu.*

### 3.3.2 Zvuková izolace

Dle ČSN ISO 15665 *Akustika – Zvuková izolace potrubí, ventilů a přírub* je zvuková izolace na základě vloženého akustického útlu<sup>4</sup> rozdělena do tří hlavních tříd. Hluk vyzařovaný stěnou potrubí většinou pochází z technických zařízení připojených k potrubí (kompresory, čerpadla, apod.). Z tohoto důvodu

---

<sup>4</sup> Rozdíl hladiny akustického výkonu vyzařovaného ze zdroje hluku před a po užití zvukové izolace v každém oktávovém nebo třetinooktávovém pásmu; udává se v decibelech (dB) (31)

se obvykle potrubí zvukově izoluje od zdroje hluku – jde tedy o izolaci ležatého rozvodu. Délka potrubí, která se musí izolovat, se stanoví výpočtem podle výše zmíněné normy. Zvukovou izolaci by měl zohlednit i návrh podpěr a závěsů potrubí, a to tak, aby byl zajištěn dostatečný prostor pro osazení izolace a nebyla narušena celistvost izolace. (31)

Zvuková izolace se skládá z opláštění a porézní vrstvy. Opláštění zajišťuje ochranu porézní vrstvy před mechanickým poškozením a jinými vnějšími vlivy. Skládá se z vnější vrstvy (pozinkovaná ocel, nerezavějící ocel, hliník, plast nebo pryž) a z přídatné (tlumící) vrstvy (měkká pryž). Porézní vrstva funguje jako zvuková izolace a zpravidla je tvořena minerálním vláknem (skleněné, čedičové) nebo pružnou plastickou pěnou. (31)

Na základě získaných poznatků se dá konstatovat, že v případě vnitřních připojovacích vodovodních potrubí se jedná výhradně o tepelnou izolaci, avšak i ta má jisté akusticky izolační vlastnosti.

### **3.4 Upevnění potrubí**

Vnitřní připojovací potrubí vede od nadřazené větve potrubí a končí u zařizovacích předmětů výtokovou armaturou. Uložení a upevnění potrubí je stejně jako použitý materiál, spoje, armatury nebo izolace nedílnou součástí návrhu a provedení rozvodu. Potrubí musí setrvávat ve svém vymezeném prostoru i přes snahu na něj působících sil. Nesprávné upevnění rozvodů snižuje životnost a působí jejich poruchy. (2) (5)

Potrubí je v průběhu svého provozu zatěžováno silami působícími na základě vnitřního přetlaku nebo teplotní roztažnosti a vlastní hmotností potrubí a přepravovaného média. Proto je důležité zajistit přesnou polohu, povolený průhyb, přenos sil a zatížení z potrubí do stavební konstrukce, dostačující prostor při montáži, demontáži a údržbě, dále umožnit volnou teplotní roztažnost při změnách teploty a v neposlední řadě zabránit přenosu hluku. (5)



### 3.4.1 Konstrukční varianty

#### 3.4.1.1 Pevné uložení

Pevné uložení neboli pevný bod fixuje potrubí ve všech směrech a navíc nepřipouští ani prokluz v ose potrubí. Samotné tření mezi trubkou a objímkou se nepovažuje za pevný bod. (5)

#### 3.4.1.2 Kluzné uložení

Je umožněn pohyb v ose potrubí bez poškození jeho povrchu. Kluzné uložení (kluzný bod) může být provedeno například volnou objímkou. (5)

#### 3.4.1.3 Volné uložení

Potrubí má v rámci povolených mezí možnost vybočení do stran. Jedná se například o trubku uloženou v ochranném korýtku z pozinkované oceli. (5)

### 3.4.2 Upevňovací prvky

Jednoduché upevnění vnitřních přípojovacích rozvodů umožňující dilataci potrubí je zabezpečeno plastovými příchýtkami. Vyráběny jsou ze směsi polypropylenu a polyamidu (PP/PA) s teplotní odolností do 90 °C pro plastové potrubí a do 110 °C pro měděné a kompozitní potrubí. K dostání je jednoduchá příchytka, příchytka s klipem nebo se třmenem a jednoduchá dvojpříchytka, dvojpříchytka s klipem nebo se třmenem (Obr. 7, 8 a 9). (20)



Obr. 7: Jednoduchá příchytka a dvojpříchytka (20)



Obr. 8: Příchytka s klipem a dvojpříchytka s klipem (20)



Obr. 9: Příchytka s třmenem a dvojpříchytka s třmenem (20)

Dalším upevňovacím prvkem je dvoudílná objímka klasické konstrukce z pozinkované oceli se šrouby (zpravidla M6 nebo M8) s křížovým závěrem (Obr. 10). V případě potřeby rychlejší montáže využijeme objímku s rychlouzavíracím systémem (Obr. 11). Jednošroubová kloubová objímka s rychloupínáním umožňuje montáž jednou rukou (Obr. 12). Pro souběžná potrubí stejného průměru lze použít dvojitou objímku (Obr. 13). Výše zmíněné objímky jsou vybaveny profilovanou tlumicí vložkou z pryže s deklarovaným teplotním rozsahem použití od -40 °C do +110 °C. Při vyšších teplotách (až +220 °C) se uplatní objímka se silikonovou tlumicí vložkou (Obr. 14). Kluzné uložení potrubí zajišťuje speciální pryž (Obr. 15). (5) (14)



*Obr. 10: Objímka dvoušroubová (14)*



*Obr. 11: „Clip“ objímka dvoušroubová (14)*



*Obr. 12: Objímka jednošroubová (14)*



*Obr. 13: Dvouobjímka s vrutem (14)*



*Obr. 14: Objímka dvoušroubová pro vysoké teploty (14)*



*Obr. 15: Kluzná objímka dvoušroubová (14)*

Objímka je buď s tlumicí pryží, nebo (zřídka) bez ní (Obr. 16). Navařená matka M8 nebo M10 spolu se závitovou tyčí nebo tzv. kombi šroubem (Obr. 17) s hmoždinkou příslušného průměru zajišťují připevnění ke konstrukci ve svislém i vodorovném směru. K připevnění může být využito i dalších prvků, např. konzoly nebo závěsy. (5) (14)



Obr. 16: Objímka dvoušroubová bez pryže (14)



Obr. 17: Šroub kombi M 6 x 50 mm (14)

### 3.5 Dilatace

S měnící se teplotou se mění objemy, tím pádem i rozměry těles. Délka potrubí mnohonásobně převyšuje jeho šířku a tak teplotní roztažnost působí změnu délky potrubí. Změna šířky je oproti tomu zanedbatelná, hovoříme tedy pouze o délkové teplotní roztažnosti. (5)

Změny délky potrubí (prodloužení nebo zkrácení) jsou způsobeny rozdílem teplot při montáži a při následném provozu. Nejpatrnější jsou změny délky u plastových materiálů, kde vliv dilatace nesmíme zanedbat. Při posuzování míry prodloužení nebo zkrácení je nápomocen součinitel délkové teplotní roztažnosti materiálu  $\alpha$  (Tab. 8), který stanovuje, o jakou hodnotu se prodlouží nebo smrští trubka o délce 1 m při změně teploty (zahřátí nebo ochlazení) o 1 K, případně o 1 °C. Jednotky jsou mm/m·K. (5)

Tab. 8: Součinitelé délkové teplotní roztažnosti  $\alpha$  vybraných materiálů (5)

Materiál	$\alpha$	Materiál	$\alpha$	Materiál	$\alpha$
beton	0,012	hliník	0,024	PE	0,200
ocel	0,012	PE-X/Al/PE-X	0,026	PE-X	0,180
nerezavějící ocel	0,017	PB	0,120	PVC	0,080
měď	0,017	PP	0,150	PVC-C	0,070

Vztah pro celkové zkrácení nebo prodloužení je následující

$$\Delta L = L_1 - L_0 = \alpha \cdot L_0 \cdot (t_p - t_m) \text{ (mm)}$$

kde je  $\alpha$  (mm/m·K) součinitel délkové teplotní roztažnosti,

$L_0$  (m) délka trubky při montážní teplotě,

$L_1$  (m) délka trubky při provozní teplotě,

$\Delta L$  (°C) rozdíl teplot při montáži a při provozu,

$t_p$  (°C) provozní teplota,

$t_m$  (°C) montážní teplota.

Potrubí, u nichž není umožněn dilatační pohyb, mají tendenci vykazovat neřízené deformace. Změny délky potrubí v důsledku jeho teplotního zatížení musí být kompenzovány. Za účelem kompenzace jsou na potrubí osazeny kompenzátory, souhlasně s dilatačními úseky. Ležatý rozvod je kompenzován rovinnými kompenzátory. Tyto kompenzátory umožňují potrubí dilatovat vytvořením ohybu trasy ve tvaru písmene L nebo U. Na stoupací potrubí se zpravidla instalují osově kompenzátory (např. pryžové kompenzátory). Ty svou konstrukcí přerušují potrubní vedení a kromě dilatace také snižují přenos hluku. Připojovací potrubí je zpravidla vzhledem ke své krátké vzdálenosti kompenzováno způsobem napojení na stoupací potrubí. To je popsáno v Technologickém předpisu. (5)

## 4 Vodovodní baterie

Výtoková armatura – vodovodní baterie - je zařízení pro přívod vody z potrubního systému. Běžně rozeznáváme jednoduché výtokové ventily (Obr. 18) a směšovací baterie (Obr. 19). Tato práce se zabývá vodovodními směšovacími armaturami. (7)



*Obr. 18: Výtokový nástěnný kohoutkový ventil (24)*



*Obr. 19: Směšovací nástěnná kohoutková baterie citace (27)*

Vodovodní baterie musí vykazovat následující vlastnosti:

- funkčnost,
- spolehlivost,
- požadovaný průtok,
- bezpečnost,
- mechanickou odolnost,
- těsnost
- zdravotní nezávadnost,
- snadná montáž a demontáž,
- nízkou hlučnost.

Zejména otázku hluku je, vzhledem k předmětu této práce, potřeba rozvinout. Směšovací vodovodní baterie se před uvedením na trh zkouší, a to podle ČSN EN ISO 3822 *Akustika – Laboratorní zkoušky emise hluku armatur a zařízení vnitřních vodovodů*. Měření se provádí ve zkušební místnosti, kde je zkušební potrubí instalováno na zkušební příčce. Hluk produkovaný zkoušenou armaturou je měřen za zkušební příčkou. Na základě měření hladiny akustického tlaku

armatury  $L_{ap}$  v dB při hydrodynamickém tlaku 0,3 MPa (0,3 bar) jsou směšovací baterie rozděleny do skupin I, II nebo U, jak napovídá Tabulka 9. (48)

Tab. 9: Akustické skupiny (48)

Skupina	$L_{ap}$ v dB
I	$\leq 20$
II	$> 20 \leq 30$
U	$> 30$

Současně se zařazením směšovacích baterií do akustických skupin se udává i zařazení do tříd průtoku, které zohledňují hydraulický odpor daných armatur (Tab. 10). (48)

Tab. 10: Třídy průtoku (48)

Třída průtoku	Průtok (l/s)
Z	0,15
A	0,25
S	0,33
B	0,42
C	0,50
D	0,63

S vývojem techniky roste škála nabízených produktů a výběr vhodné baterie se tak stává složitějším. Baterie se kromě akustických parametrů liší především umístěním, montáží a funkcí (viz následující podkapitola), dále pak konstrukcí nebo designem. Zákazník by však v každém případě měl požadovat tzv. Prohlášení o shodě, které garantuje odborné posouzení výrobku po funkční a bezpečnostní stránce a zaručuje splnění požadavků zdravotní nezávadnosti výrobku. (7)

## 4.1 Rozdělení

### 1. Dle umístění:

- umyvadlové,
- vanové,
- sprchové,
- dřezové (ev. s bidetovou sprškou),
- bidetové.

### 2. Dle způsobu osazení:

- nástěnné (nadamítkové nebo podomítkové),
- stojánkové (jednotvorové nebo víceotvorové),
- do podlahy.

### 3. Dle funkce:

- pákové,
- kohoutkové,
- termostatické,
- samouzavírací ventil s časovým uzávěrem,
- senzorové,
- nožní.

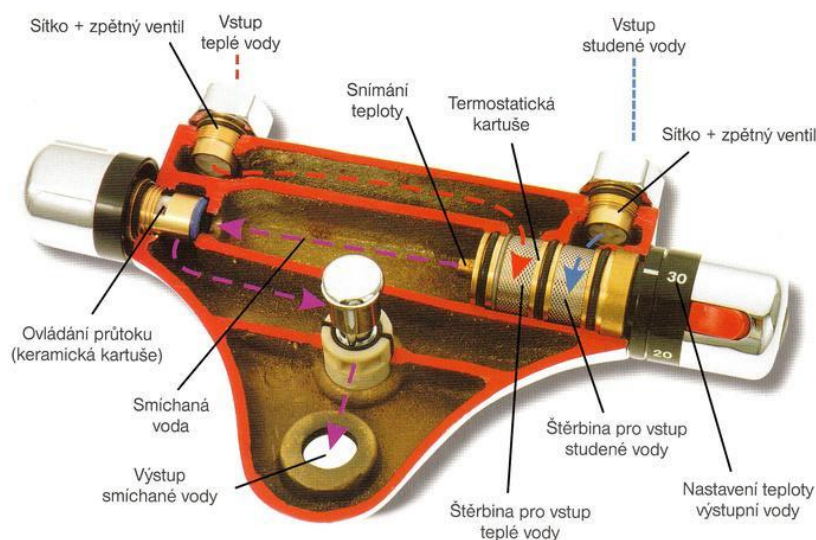
Výtokové armatury se na vodovodní rozvod napojují až po provedení obkladů a omítek. Nástěnné vodovodní baterie jsou k přívodnímu potrubí připojovány přímo pomocí etážových přípojek (rozteč od středu na střed vývodu 100 nebo 150 mm) a převlečných matic, zatímco k napojení stojánkových baterií slouží rohové ventily (s rozponem středů do 120 mm (ideálně 100 mm) kvůli případnému osazení krytu sifonu) a nerezové připojovací hadice. Rameno výtoku může být spodní nebo horní, pevné nebo otočné. (4) (7)

Relativní novinkou ve světě výtokových armatur jsou podomítkové vodovodní baterie. Ovládací prvky (páka/kohout, výtokové rameno) jsou pohledové, zatímco funkční prvek (tělo) je osazen do instalačního tělesa (boxu) zabudovaného v konstrukci (Obr. 20). Toto řešení spoří místo a je bezesporu zajímavé i svým vzhledem. Vhodnou instalaci představuje zabudování do předsazené (pórobetonové nebo sádkartonové) stěny, aby nedošlo ke snížení vzduchové neprůzvučnosti dělicí konstrukce. (8)



Obr. 20: Prvky podomítkové sprchové baterie (8)

Použití termostatické vodovodní baterie (Obr. 21) je vhodné všude tam, kde se voda současně odebírá z více odběrných míst, jelikož je sama schopna vyrovnat výkyvy tlaku v potrubním systému a zachovat konstantní teplotu vody na výtoku. Levá hlavice ovládá průtok vody, pravou hlavici se nastavuje teplota. Nastavit vyšší teplotu než 38 °C lze pouze za současného stlačení blokační zarážky a otočení hlavice – tím je zabráněno opaření. Využití nalézá u van a sprch. Z hlediska zabudování do konstrukce, potažmo přenosu hluku, se nijak neliší od běžných nástěnných směšovací baterií. (26)



Obr. 21: Princip termostatické směšovací baterie (26)



## 4.2 Materiály

Kvalitní materiál je jedním z důležitých faktorů dlouhé životnosti vodovodních baterií. Za takový se považuje chromovaná mosaz nebo v bytové výstavbě ne příliš častá nerezová ocel. Mosaz je slitina mědi a zinku s příměsí dalších prvků (např. olova) pro snazší zpracování. Chromováním (galvanickým nanášením vrstev mědi, niklu a chromu) těles z mosazi docílíme potřebného vzhledu a vyšší korozní a mechanické odolnosti. (4) (15)

## 4.3 Konstrukce

### Páková vodovodní baterie s diskovou kartuší

Princip baterie (Obr. 22) spočívá v soustředném otáčení dvou disků v kartuši. Disky mohou být keramické nebo plastové, přičemž keramické zajišťují o mnoho delší životnost, dokonalejší těsnost a tišší provoz. Jedním pohybem páky mísimе teplou a studenou vodu a zároveň volíme průtok. Možná i díky jednoduchosti ovládání je páková baterie s diskovou kartuší v současnosti nejrozšířenějším typem vodovodní baterie. (15)



Obr. 22: Páková vodovodní baterie s diskovou kartuší (15)

Kartuše (Obr. 23) je nejpodstatnější částí tohoto typu baterie a skládá se z těla, disků, těsnicího kroužku, dřívku, a pryžových těsnicích kroužků.

**Tělo** kartuše (Obr. 24) se vyrábí z plastu, jsou v něm uloženy disky, těsnicí kroužek a dřívík a mísí se v něm voda.

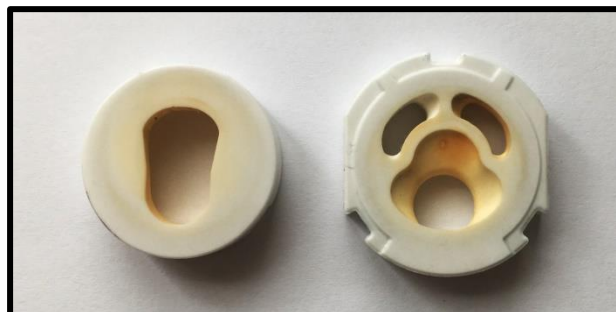


Obr. 23: Kartuše



Obr. 24: Tělo kartuše

**Disky** tvoří dvojici zodpovědnou za mísení teplé a studené vody. Liší se od sebe počtem výřezů – první (spodní) disk má tři otvory a druhý (vrchní) disk má pouze jeden otvor (Obr. 25 a 26).



Obr. 25: Otvory keramických disků



Obr. 26: Keramické disky

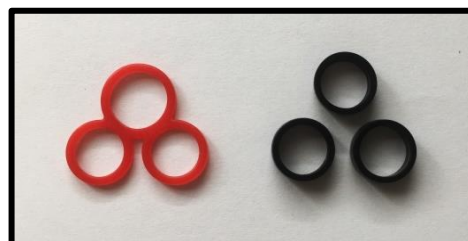
**Dřík** (Obr. 27) ve tvaru hranolu je skoro vždy plastový a slouží k funkčnímu spojení kartuše s ovládací pákou. **Těsnicí kroužek** (Obr. 28) je taktéž plastový. **Pryžové těsnicí kroužky** zajišťují vodotěsnost kartuše (Obr. 29 a 30). Pořadí uložení součástí v těle kartuše je patrné z Obr. 31 a Obr. 32.



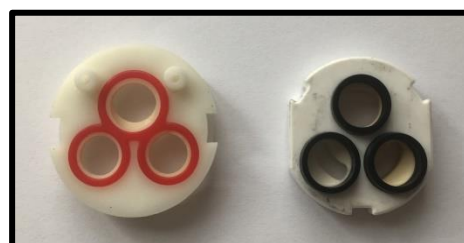
Obr. 27: Dřík



Obr. 28: Těsnicí kroužek



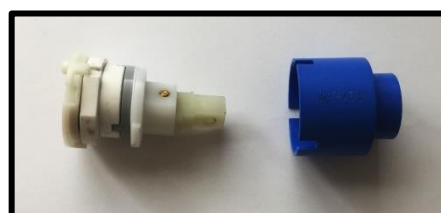
Obr. 29: Pryžové těsnicí kroužky



Obr. 30: Těsnicí kroužek a keramický disk osazený pryžovými těsnicími kroužky



Obr. 31: Pořadí součástí kartuše při uložení do těla kartuše



Obr. 32: Složená kartuše a její tělo

Kartuše se vyrábí ve třech rozměrech – 25, 35 a 45 mm, nejběžněji se instaluje 35 mm kartuše. V těle vodovodní baterie je zafixována pomocí závitové matice. Nad tímto kotevním prvkem se nachází kulový příklop a páka.

### Vřetenová (kohoutková) vodovodní baterie

Ventily na studenou a teplou vodu jsou oddělené (Obr. 33). Průtok se reguluje otočením kohoutku. Nevýhodou je ztráta vody a energie, jelikož doba, za kterou se namísí voda o požadované teplotě je poměrově k pákovým bateriím výrazně delší. Jejich údržba je oproti pákovým vodovodním bateriím vcelku náročná. (15)

### Páková vodovodní baterie s kulovou kartuší

Tato baterie (Obr. 34) pracuje na podobném principu jako baterie s diskovou kartuší. Otáčením kulové kartuše s otvory v loži situovaném v těle baterie ovládáme průtok i teplotu. (15)



Obr. 33: Vřetenová vodovodní baterie (15)



Obr. 34: Páková vodovodní baterie s kulovou kartuší (15)

Nedílnou součástí vodovodní baterie je šetřič vody - tzv. perlátor. Osazený na konci ramene baterie (Obr. 37) zajišťuje provzdušnění proudu vody. Proteče jím zhruba 15 až 17 litrů vody za minutu. Klasické provedení kovovým sítkem (Obr. 36) se nahrazuje úspornějším plastovým (Obr. 35), kterým proteče 6 až 14 litrů za minutu (podle nastavení, resp. velikosti silikonového těsnicího kroužku). Perlátor by se měl pravidelně čistit, aby v něm zachycené nečistoty nezhoršovaly kvalitu vody a nehlučili. Samozřejmostí jako u každého výrobku určeného pro přímý styk s vodou je i zde potvrzení o jeho zdravotní nezávadnosti. (10)



*Obr. 35: Perlátor s plastovým sítkem (10)*



*Obr. 36: Perlátor s kovovým sítkem (10)*



*Obr. 37: Umyvadlová baterie s osazeným perlátorem (10)*

## **5 Legislativní a normové požadavky**

Tato bakalářská práce je, stejně jako například reálná montáž připojovacího rozvodu vody, odrazem právních předpisů a normových požadavků. Následující podkapitoly tak mají za úkol popsat základní poznatky podstatné pro orientaci v legislativě a v ne zcela přehledné oblasti technických norem, zejména pokud jde o odkazování norem v právních předpisech. V rámci toho je pro pochopení souvislostí uveden stručný přehled historických fakt národní normotvorby. Uvažované právní předpisy a technické normy jsou uvedeny v seznamu literatury.

### **5.1 Právní předpisy**

Právní systém České republiky uvažuje více druhů právních předpisů. Podle míry právní síly se ve stavební praxi rozlišují zákony a podzákonné právní předpisy. Zákony jsou schvalovány Parlamentem a nalézt se dají ve Sbírce zákonů, kde jsou i jejich opravy – tzv. novely. Podzákonnými právními předpisy se rozumí nařízení. Ta upravují náležitosti pouze v rozsahu vymezeném zákonem. Konkrétním typem nařízení je např. nařízení vlády nebo vyhláška ministerstva (jejich právní síla je shodná). Dnem vyhlášení ve Sbírce zákonů právní předpis nabývá platnosti, tudíž je součástí právního řádu a nelze jej již upravovat. Jako takový však stále není vynutitelný. To se mění nabytím účinnosti - zpravidla patnáctým dnem po jeho vyhlášení ve Sbírce zákonů, pokud není stanoveno jinak. Nejbližší možné nabytí účinnosti se připouští v den platnosti. (21)

### **5.2 Technické normy**

Práce na technické normalizaci započaly v letech 1919 založením společnosti Elektrotechnického svazu československého (ESČ) a 1922 založením Československé společnosti normalizační (ČSN). Jednalo se o neziskové organizace tvořené výrobními podniky a profesními svazy, jejichž činnost byla dobrovolná. Roku 1951 došlo ke zrušení obou společností a normotvorba přešla do působnosti státu, resp. jím založeného Úřadu pro normalizaci. Tím byly do té doby dobrovolné technické normy prohlášeny za závazné. Činnosti a výrobky musely být prováděny přesně podle norem - nepřipouštěla se sebemenší odchylka, což do jisté míry zpomalilo technický vývoj. Závaznost státních norem byla ukončena *Zákonem č. 142/1991 Sb., o československých technických normách, ve znění*

*zákona č. 632/1992 Sb.*, a to k 31. 12. 1994. Vznik České republiky s sebou přinesl správní změny – státní zájmy v oboru technické normalizace začalo hájit Ministerstvo obchodu a průmyslu (MPO) skrze Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ), tvorbu a vydávání technických norem převzala příspěvková organizace MPO - Český normalizační institut (ČSNI). V roce 1997 Česká republika získala právoplatné členství v Evropském výboru pro normalizaci (CEN) založeném již v roce 1961. Vstup členovi uděluje povinnost evropské a mezinárodní normy přejímat, harmonizovat s nimi své technologické předpisy a právo podílet se na jejich tvorbě. Zmíněné činnosti zabezpečoval Český normalizační institut až do 31. 12. 2008, kdy byl rozhodnutím MPO zrušen. Od 1. 1. 2009 tak nad nimi přebral zodpovědnost Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. (6) (12)

Základní evropské normy se značí EN s patřičným číslem normy. Harmonizované normy nesou v ČR označení ČSN EN, opět s příslušným číslem normy. České národní normy se značí ČSN. Evropské normy zohledňují klimatické a kulturní podmínky, proto jsou ustanovení v nich často obecná. Detailnější ustanovení zpracovává národní normalizační instituce tzv. národní přílohou. (6)

V současnosti je dodržování českých technických norem dle platné právní úpravy (viz § 4 odst. 1 zákona č. 22/1997 Sb.) obecně nezávazné. Technické normy jsou tedy pokládány za kvalifikovaná doporučení. Smluvně závaznými se normy stávají při zanesení do obchodních smluv mezi dodavatelem a odběratelem. Obecně závaznými se normy zpravidla stávají, jestliže je na ně v konkrétním právním předpisu výslovně odkázáno. Odkazy na technické normy mohou být, co se týče jejich síly buď výlučné, nebo indikativní. (22)

**Výlučný odkaz** stanovuje shodu s odkazovanou technickou normou jako jediný možný způsob plnění právního předpisu. Technická norma nebo její část kompletuje právní požadavek, je tedy prvkem právního předpisu a stává se tak závaznou. **Indikativní odkaz** určuje shodu s odkazovanou technickou normou jako jeden z možných způsobů plnění požadavků. Jedná se o konkretizaci obecného právního požadavku, jehož naplnění však může být dosaženo za pomoci jiných prostředků. (22)

## 6 Technologický předpis

### 6.1 Materiál

Technologický předpis je určen pro instalaci vnitřního přípojovacího vodovodního potrubí z polypropylenu typu 3 (neboli PP-R) izolovaného lehčeným pěnovým polyetylenem a pro osazení výtokové armatury v podobě umyvadlové stojánkové baterie, sprchové nástěnná baterie a vanové podomítkové baterie.

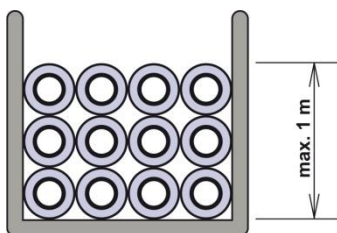
### 6.2 Záruka, manipulace a skladování

#### 6.2.1 Záruční podmínky

Záruka na výrobky se uplatňuje pouze při prokázání pravosti výrobků, dodržení podmínek skladování a dodržení technologického předpisu při montáži.

#### 6.2.2 Skladovací podmínky

Elementy potrubního systému nesmí být skladovány na volném prostranství a nesmí být vystaveny tepelnému sálání, přičemž minimální vzdálenost od zdroje tepla je minimálně 1 metr. Musí být skladovány v suchém a bezprašném prostředí, jehož teplota neklesá pod 5 °C a nepřesahuje 40 °C. Sklad musí být zastřešen tak, aby prvky potrubí nebyly ohroženy povětrnostními vlivy a stálým přímým slunečním zářením. Ve skladu se spolu s potrubními prvky nesmí nacházet organická rozpouštědla a další chemikálie, které by mohly negativně ovlivnit vlastnosti skladovaných elementů. Prvky musí být skladovány separátně podle tlakové řady, dimenze a tvaru a nesmí být jednotvárně zatěžovány či jinak deformovány. Trubky musí být uloženy a skladovány na dostatečné únosných podporách ve vodorovné poloze minimálně 0,1 m nad podlahou a kladeny



Obr. 38: Výška skladování (17)

do maximální výšky 1 m (Obr. 38). Podpory nesmí nijak deformovat nebo poškodit potrubí. Jejich maximální vzdálenost je 0,25 m pro potrubí průměru 16 až 32 mm a 0,5 m pro potrubí průměru vyššího než 32 mm. Trubky v rolích musí být uloženy skladovány ve vodorovné poloze minimálně 0,1 m nad podlahou, maximálně tři role na sobě. (4) (17) (25)

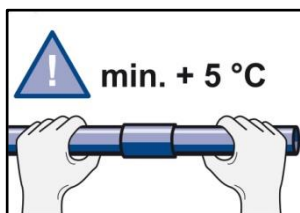
### 6.2.3 Zásady manipulace

Při manipulaci s prvky nesmí dojít k poškození obalů, resp. prvků v nich. Prvky nesmí být házeny či shazovány, taženy po zemi nebo jiným způsobem odírány. Je nutné předcházet prudkým nárazům (Obr. 39). Za teplot nižších než 0 °C je s prvky nutno manipulovat se zvýšenou opatrností. (17)



Obr. 39: Náraz kladiva (17)

### 6.3 Pracovní podmínky



Obr. 40: Minimální teplota (17)

Svařování rozvodů z plastu je dovoleno pouze zaškolenému pracovníkovi s platným svářečským oprávněním. Pracoviště a jiné pracovní prostory musí zajišťovat parametry v souladu s *Narižením vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci*. Výběrem lze uvést dostatečné osvětlení, ochranu proti povětrnostním vlivům, zajištění minimální požadované výměny vzduchu, zajištění dostatečného manipulačního prostoru a jiné. Stavební připravenost je samozřejmostí. Minimální přípustná teplota okolního prostředí pro provádění spojů polyfúzním svařováním je +5 °C (Obr. 40), doporučená teplota je +10 °C. Spojované díly se před svařováním minimálně 1 hodinu temperují na teplotu okolí. (17) (52)

### 6.4 Polyfúzní svařování

#### 6.4.1 Nástroje a pomůcky

**Elektrické svařovací zařízení** pro polyfúzní sváření se liší podle příkonu (běžně 800/1000 W) a podle možnosti regulace teploty. Svářecí zařízení musí být alespoň jednou ročně podrobena revizi. (25)

**Polyfúzní nástavce** mohou být čelist'ové nebo dělené (dle typu svařovacího zařízení). Jejich plocha je upravená tak, aby nedocházelo k ulpívání materiálu. (25)

**Řezáky a nůžky** zajišťují délkové dělení trubek. Nástroje musí být dostatečně ostré. Nůžky mají rozdělený moment stříhu několikanásobným stisknutím. (25)



**Papír** nebo **hadr** slouží k očištění ploch na tvarovce či trubce. Papír by měl být jemný, bezvláknitý a nebarvený, hadr by neměl být syntetický. Použitelné jsou jednorázové vlhčené ubrousky, popřípadě vlhký toaletní papír. (25)

**Čistidlo** se používá k očištění ploch svaru před svařováním od různorodých nečistot. Vhodnou volbou je izopropylalkohol nebo 96% líh. Je zakázáno použití benzínových čisticích, organických rozpouštědel a čisticích obsahujících stopy těchto chemikálií – např. technický líh. (25)

**Nůž, měřidlo a popisovač** jsou doporučené pomůcky k odstranění otřepů na trubce a k označení délky zasunutí trubky do tvarovky. (25)

## 6.4.2 Postup

Při polyfúzním svařování je nezbytné dodržet základní parametry, kterými jsou teplota, tlak a čas. Dodržení těchto parametrů je nutné pro zajištění kvality a životnosti spoje. Svařovací teplota se pohybuje v rozmezí od 250 do 270 °C. Doby potřebné k provedení svaru se liší podle průměru potrubí (Tab. 11). (17) (25)

Tab. 11: Tabulka pro polyfúzní svařování (17)

Průměr D (mm)	Hloubka zasunutí L (mm)	Doba nahřívání (s)	Doba přestavení (s)	Doba spojení (s)	Doba tuhnutí svaru (min)
16	13	5	4	6	2
20	14	5	4	6	2
25	15	7	4	10	2
32	17	8	6	10	4
40	18	12	6	20	4
50	20	18	6	20	4
63	26	24	8	30	6
75	29	30	8	30	6
90	32	40	8	40	6
110	35	50	10	50	8
125	41	60	10	60	8

### **1. fáze – příprava**

Fáze spočívá v přípravě náradí a materiálu. Připraví se elektrické svařovací zařízení, na kterém se pomocí regulátoru nastaví svařovací teplota. Svařovací nástavce se zbaví nečistot výše zmíněnými prostředky tak, aby nedošlo k poškození teflonové ochranné vrstvy. Zařízení je dostatečně nahřáto a tím pádem připraveno pro provedení svaru po rozsvícení diody. Příprava materiálu spočívá ve vizuální kontrole. Následuje očištění a odmaštění, rozměření a označení hloubky zasunutí. Funkčnost prostředků k dělení trubek se ověřuje alespoň dvěma testovacími úřezy zkušební trubky. Pokud při nich dochází k promáčknutí trubky (zmenšení vnitřního průměru), musí se nástroje nabrousit. (25)

### **2. fáze – ohřev**

Trubka a hrdlo tvarovky se na nástavec nasouvají současně. Při nasouvání je zakázáno trubkou nebo tvarovkou jakkoliv otáčet. Po nasunutí následuje ohřev po přesnou dobu danou tabulkou. Doba nahřívání se nesmí zkrátit ani prodloužit. (25)

### **3. fáze – přestavění**

Po uplynutí doby nahřívání se musí nahřáté části současně sejmout. Trubka se v daném čase přestaví k otvoru hrdla tvarovky. Čas přestavení se nesmí překročit, v takovém případě by došlo k nadměrnému ochlazení nahřátých ploch a provedený svar by nezajišťoval dostatečnou pevnost. (25)

### **4. fáze – spojení**

Nasunutí trubky do hrdla tvarovky musí proběhnout pouze za pomoci osového tlaku, nikoliv otáčení trubky v hrdle tvarovky. Spojované části se zafixují ve své poloze. Opět platí pravidlo, že daná doba spojování se nesmí lišit od doby dané tabulkou. (25)

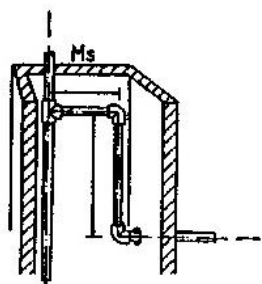
### **5. fáze – tuhnutí**

K přirozenému ochlazení a tuhnutí spoje dochází po určenou dobu v zafixované poloze. S uplynutím této doby se svar stává způsobilým k manipulaci, nesmí však dojít k plnému mechanickému zatížení svaru (např. napuštění vodou). Čas potřebný k ochlazení svaru se nesmí zkrátit a zároveň je zakázáno dopomáhat chladnutí studenou vodou nebo studeným vzduchem. (25)

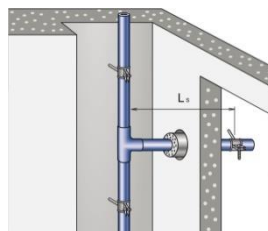
## 6.5 Montáž potrubí

Základním předpokladem úspěšného provedení vodovodního rozvodu je zodpovědně vypracovaná projektová dokumentace v souladu s danými předpisy. Trasa potrubí a jeho ochrana musí být navržena tak, aby nebyl tlak stavebních konstrukcí přenášen na potrubí. Způsob uložení nesmí zhoršit tepelně technické vlastnosti dělicích konstrukcí. Rozvod by měl být co nejkratší a nejpřímější. Pro montáž vhodné jsou pouze ty prvky, které nebyly při dopravě a skladování znečištěny a poškozeny. (4) (17) (35)

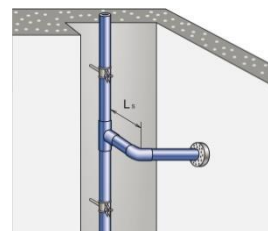
Připojovací potrubí zajišťuje funkční spojení stoupacího potrubí s koncovými prvky potrubního systému – výtokovými armaturami. Realizuje se většinou potrubím o průměru 16 nebo 20 mm. V místě odbočky ze stoupacího potrubí na potrubí připojovací je ideální provést napojení nepřímo kolenem, tzv. pružné rameno (Obr. 41). Tím se dosáhne potřebné kompenzace délkové roztažnosti potrubí. Alternativně lze použít volný průchod stěnou (Obr. 42) nebo dlouhé rameno (Obr. 43). (7) (17) (35)



Obr. 41: Pružné rameno (25)



Obr. 42: Volný průchod stěnou (17)



Obr. 43: Dlouhé rameno (17)

Potrubí vedené v drážce musí být izolováno – chráněno z hlediska tepelné techniky, akustiky a mechanického poškození. Izolace spolu s volnou drážkou dále zajišťuje prostor pro kompenzaci délkové roztažnosti potrubí. Izolované potrubí musí mít v drážce zajištěnou stabilní polohu. Toho se docílí důkladným ukotvením (plastové úchytky, zasádrování apod.). Nutno dodat, že myšlená drážka by měla být situována v předstěně, nikoliv ve vlastní dělicí konstrukci.

Připojovací potrubí vedené v instalačních příčkách se fixuje kovovými objímkami s pryžovým těsněním – tím se spolu s izolací potrubí přeruší přenos hluku, potažmo vibrací. Objímky se do konstrukce kotví „kombi“ šrouby do hmoždinek. Opět je nutno vedení instalovat tak, aby byla umožněna dilatace.

Pokud není dokumentací předepsán požadovaný spád, je nutné potrubí osadit tak, aby spád byl minimálně 0,3 % směrem k výtokovým armaturám. Potrubí je třeba rozdělit tak, aby bylo jednotlivé části možné v případě potřeby uzavřít. Uzavírání je zajištěno přímými ventily, při vedení potrubí pod omítkou se používají podomítkové ventily. Vzhledem k tvarové paměti trubek dodávaných v rolích je výhodnější použít trubky ve formě tyčí. (17)

Ohýbání potrubí je možné provádět ručně (Obr. 44) při teplotě minimálně +15 °C. Pro trubky průměru 16 – 32 mm je minimální poloměr ohybu 8x průměr potrubí. Je zakázáno potrubí před ohybem nebo při ohybu nahřívat plamenem nebo horkým vzduchem (Obr. 45). (17)

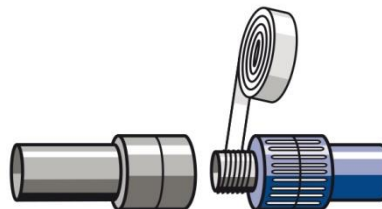


Obr. 44: Ruční ohyb potrubí (17)      Obr. 45: Zákaz nahřívání (17)

Spojování prvků bude provedeno výše zmíněným polyfúzním svařováním. K tomu musí být použity vhodné nástroje a dodržen předepsaný postup. Pro napojení koncových prvků je zapotřebí použít buď nástěnný komplet, nebo tvarovku se zalisovaným mosazným poniklovaným závitem (Obr. 46), který se těsní teflonovou páskou (Obr. 47), těsnicí nití nebo zvláštními těsnícími tmely. Pro krátkodobé uzavření nástěnných kolen je dostačující plastová zátka (např. při tlakové zkoušce), pro dlouhodobé uzavření je vyžadována zátka s kovovým závitem. (17)



Obr. 46: Nástěnný komplet a tvarovky (17)



Obr. 47: Těsnění teflonovou páskou (17)

## 6.6 Izolace potrubí

Izolace rozvodu studené vody chrání potrubí před orosováním, izolace rozvodu teplé vody snižuje tepelné ztráty. Sekundární funkcí izolace je zajištění dilatačního prostoru vzhledem k lineární roztažnosti a snížení přenosu hluku přes stěny potrubí. Proto musí být izolace kontinuální, výjimkou nejsou ani ohyby nebo armatury. Tloušťka potřebné tepelné izolace se stanoví výpočtem na základě rozdílu teploty proudící vody a teploty vzduchu v místnosti, přičemž minimální tloušťka izolace je 5 mm pro studenou vodu a 10 mm pro teplou užitkovou vodu.

Nerozříznutá izolační hadice je nasazena před svařením potrubí. Další možností je izolace již svařeného rozvodu. Ta se provádí rozříznutou izolační hadicí, která se po nasazení slepí lepidlem k tomu určeným nebo se spoj zajistí spojovacími klipsy (3 kusy na 1 m). K dělení izolace je použit ostrý nůž s doporučenou délkou čepele alespoň 20 cm. Pro zabezpečení co nejlepších tepelně a zvukově izolačních vlastností je zapotřebí izolaci ve spojích srazit co nejtěsněji k sobě. Dále je pro eliminaci tepelných úniků a šíření hluku nutné nepřerušovaně zaizolovat nejen trubky, ale i tvarovky (kolena atd.). Zhotovení izolačních tvarovek je provedeno přes řeznou (dřevěnou) šablonu. (25)

## 6.7 Montáž vodovodní baterie

### 6.7.1 Umyvadlová stojánková baterie

Před započítím prací se zkontroluje úplnost balení, jehož obsah je:

- tělo baterie,
- těsnicí kroužek,
- gumová podložka,
- svorka,
- upevňovací šroub,
- matice,
- přívodní hadičky.

Před instalací baterie se propláchne potrubí za účelem odstranění mechanických nečistot, poté se vypne přívod vody. Tělo baterie není doporučeno rozebírat, aby nebyla ovlivněna funkčnost baterie. Na tělo baterie se našroubuje upevňovací šroub a k tělu se připojí přívodní hadičky. Velmi důležité je z hlediska přenosu hluku neopomenout vložit mezi tělo baterie a sanitární keramiku pryžový těsnicí kroužek. Zespod sanitární keramiky se k takto osazené baterii nainstaluje těsnění a příruba, to vše se zafixuje maticí. Poté se pomocí převlečných matic

s těsněním napojí přívodní hadičky na přichystané přívody vody. Čelem ke zdi/baterii je přívod teplé vody nalevo, přívod studené napravo. Na závěr se zkontroluje funkčnost a těsnost všech spojů, aby nedocházelo k únikům média a ke vzniku mimovolného aerodynamického hluku.

### **6.7.2 Sprchová nástěnná baterie**

Před započítím prací se zkontroluje úplnost balení, jehož obsah je:

- tělo baterie,
- těsnicí kroužky,
- rozety,
- excentry.

Před instalací baterie se propláchne potrubí za účelem odstranění mechanických nečistot, poté se vypne přívod vody. Tělo baterie není doporučeno rozebírat, aby nebyla ovlivněna funkčnost baterie. Na vývod (většinou zabudovaný nástěnný komplet) se našroubují excentry. Spoj je nutné těsnit teflonovou páskou nebo jiným vhodným těsněním. Excentry se srovnají do roviny, rozměří se vzdálenost dle těla baterie (zpravidla 150 mm) a osadí se na ně rozety. Následuje instalace těla baterie pomocí převlečných matic na excentry – tento spoj je těsněn těsnicími kroužky. Na závěr se zkontroluje funkčnost a těsnost všech spojů, aby nedocházelo k únikům média a ke vzniku mimovolného aerodynamického hluku.

### **6.7.3 Vanová podomítková baterie**

Před započítím prací se zkontroluje úplnost balení, jehož obsah je:

- páka,
- aretační šroub,
- záslepka,
- čepička přepínače,
- krycí deska s těsněním,
- fixační rám s těsněním,
- šrouby,
- tělo,
- těsnicí kroužky.

Před instalací baterie se propláchne potrubí za účelem odstranění mechanických nečistot, poté se vypne přívod vody. Tělo baterie není doporučeno rozebírat, aby nebyla ovlivněna funkčnost baterie. Instalace vanové podomítkové baterie je provedena do předem osazeného instalačního tělesa (boxu). Z boxu

se odejme krycí deska a pomocí šroubů a těsnících kroužků se nainstaluje tělo baterie. K zamezení přenosu hluku a vibrací je nutné použít všechny těsnící kroužky, které jsou součástí balení. Poté se k boxu přišroubuje fixační rám s integrovaným těsněním. K takto přichystané konstrukci se připevní krycí deska s těsněním. Následuje montáž páky, která se k tělu baterie přichytí aretačním šroubem za pomoci imbusového klíče. Viditelná hlava aretačního šroubu se skryje záslepkou. Poslední krok spočívá v osazení čepičky přepínače. Na závěr se zkontroluje funkčnost a těsnost všech spojů, aby nedocházelo k únikům média a ke vzniku mimovolného aerodynamického hluku.

## **6.8 Tlakové zkoušky**

Po zakončení montáže a před napojením na veřejný vodovod nebo vlastní zdroj vody je nutné provést vizuální kontrolu a tlakovou zkoušku. Tlaková zkouška se řídí ČSN 75 5409 *Vnitřní vodovody* a o jejím průběhu a výsledku se provádí zápis. (35)

Vizuální kontrolou dokončeného vnitřního vodovodu se ověřuje jeho kompletnost a neporušenost. Poloha potrubí musí odpovídat projektové dokumentaci a potrubí musí být po celé délce viditelné. Osazené uzavírací armatury musí být otevřené. Připojené výtokové armatury musí vyhovovat zkušebnímu přetlaku, v opačném případě nemohou být osazeny a nahrazují se zátkou. (25)

Tlaková zkouška ověřuje těsnost a tlakovou odolnost rozvodu. Před samým zahájením tlakové zkoušky je potřeba rozvod propláchnout vodou za současného odkalení v nejnižší položeném místě. Napustit potrubní systém vodou je možné nejdříve 1 hodinu po zhotovení posledního svaru. Tlak ve vnitřním vodovodu se po napuštění vodou a odvzdušnění stabilizuje na hodnotu provozního přetlaku, a to po dobu alespoň 12 hodin. Po uplynutí této doby se tlak v potrubním systému zvýší na tzv. zkušební tlak, což je 1,5 násobek provozního přetlaku, minimálně však 1,5 MPa (15 bar). Po jedné hodině od dosažení zkušebního přetlaku nesmí tlak klesnout o více než 0,02 MPa (0,2 bar). Při poklesu tlaku o více než 0,02 MPa nelze vnitřní vodovod uvést do provozu – je třeba nalézt a odstranit závadu a opakovat tlakovou zkoušku. O provedené tlakové zkoušce bude vyhotoven protokol. (25) (35)

## Závěr

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou přenosu hluku z přípojovacího vodovodního potrubí a koncových prvků ZTI do chráněných místností. Nejprve jsou nastíněny základní akustické veličiny nutné pro popis účinků hluku na lidský organismus, poté jsou charakterizovány zdroje hluku v potrubních systémech s důrazem na nebezpečí přenosu hluku a způsoby jeho eliminace.

Za účelem výběru vhodných potrubních, izolačních a upeňovacích materiálů je proveden jejich výčet. Jako vhodný potrubní materiál je na základě porovnání vlastností zvolen plast – síťovaný polyetylen, polypropylen statistický (random) kopolymer (typ 3, PP-R) a polypropylen statistický kopolymer s modifikovanou krystalinitou (typ 4, PP-RCT). Z izolačních materiálů je vybrán lehčený pěnový polyetylen a syntetický kaučuk. V případě upeňovacích prvků autor popisuje druhy plastových příchytok a kovových objímek.

Rozvod vody je zakončen výtokovou armaturou - tou se v této práci rozumí vodovodní směšovací baterie. Autor dělí baterie podle různých hledisek. Jedním z nich je hlučnost, podle které se baterie dělí do tří skupin. Poté je přiblížen funkční princip vybrané směšovací baterie.

Práce vychází krom jiného i z aktuálních znění právních předpisů a z platných technických norem. Autor tak činí letný náhled do právního systému – rozlišuje sílu právních předpisů a vykládá podstatu platnosti a účinnosti právního předpisu. Dále popisuje současný stav v oblasti technických norem a za účelem lepšího porozumění provádí exkurs do historie normalizace České republiky.

Na závěr je jako hlavní cíl bakalářské práce zpracován technologický předpis pro montáž vnitřního přípojovacího rozvodu vody a pro montáž vodovodní směšovací baterie, to vše s ohledem na rizika vzniku a šíření akustického hluku. Pro vnitřní přípojovací potrubí je vybrán polypropylen typu 3 (PP-R), který je díky svým vlastnostem a hlavně díky své ceně nejoblíbenějším materiálem pro potrubí vnitřních vodovodů. Z izolačních materiálů je autorem upřednostněn lehčený pěnový polyetylen. Technologický předpis pro montáž vodovodní baterie se rozrůstá z původně zamýšlené jedné varianty na varianty tři, a sice umyvadlovou stojánkovou baterii, sprchovou nástěnnou baterii a vanovou podomítkovou baterii.



Tato práce vzhledem ke svému omezenému rozsahu nabízí pouze základní přehled dané problematiky, i přesto se autor snaží neopomenout všechna podstatná fakta a splnit všechny vytyčené cíle. Výsledkem je řada doporučení pro montáž vnitřního připojovacího rozvodu vody a výtokových armatur, jejichž dodržením je v největší možné míře zajištěno snížení přenosu akustického hluku do chráněných místností. Nutno dodat, že montáži musí předcházet kvalitně zpracovaný projekt vyhovující stanoveným právním a normovým požadavkům.

## Seznam literatury

1. KAŇKA, Jan. *Stavební akustika: TP 1.8.3 : technická pomůcka k činnosti autorizovaných osob*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydává Informační centrum ČKAIT, 2011. ISBN 978-80-87438-12-1.
2. KOPÁČKOVÁ, Dagmar, Tomáš ZÁBOJ a Miroslav HARTL. *Potrubi z plastů pro učební obor Instalatér*. Praha: Informatorium, 1996. ISBN 80-85427-64-5.
3. NOVÝ, Richard. *Hluk a chvění*. Vyd. 3. Praha: České vysoké učení technické, 2009. ISBN 978-80-01-04347-9.
4. STEHNO, Jaroslav. *Instalatérské práce: [realizace a opravy rozvodů]*. Praha: Grada, 2000. Profi & hobby. ISBN 80-7169-744-3.
5. TRNKOVÁ, Miroslava a Miroslav ADÁMEK. *Instalace vody a kanalizace I: pro obor vzdělání Instalatér*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Informatorium, 2011. ISBN 9788073330880.
6. ŽABIČKA, Zdeněk. *Vodovod a kanalizace*. Brno: ERA group, 2003. ISBN 80-86517-52-7.
7. ŽABIČKA, Zdeněk a Jakub VRÁNA. *Zdravotnětechnické instalace*. Brno: ERA group, 2009. Technická knihovna (ERA). ISBN 978-80-7366-139-7.
8. Baterie a doplňky. *Ravak*. [Online] 2017. [Citace: 3. květen 2017] <https://www.ravak.cz/cz/r-box-zakladni-teleso-pro-podomitkove-baterie-rosa-neo-chrome>.
9. Číselné označování a rozdělení ocelí ke tváření ČSN 42 0002:1976. *Ferona*. [Online] 2017. [Citace: 29. duben 2017] <http://www.ferona.cz/cze/katalog/oceli.php>.
10. Důležité vlastnosti šetřičů. *Watersavers*. [Online] 2017. [Citace: 2. květen 2017] <http://www.watersavers.eu/setrice/vlastnosti/>.

11. EVO PP-RCT - kvalitnější rozvody vody. *Wavin Ekoplastik*. [Online] 2017. [Citace: 23. duben 2017]  
<http://cz.wavin.com/web/reseni/pitna-voda-1/evo-pprct-1.htm>.
12. Historie národní normalizace. *Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví*. [Online] 2017. [Citace: 12. květen 2017]  
<http://www.unmz.cz/urad/historie-narodni-normalizace>.
13. Jsou lepší trubky PEX (PE-RT) nebo PEX/Al/PEX (PE-RT/Al/PE-RT)? *Topenářství instalace*. [Online] 2017. [Citace: 22. duben 2017.]  
<http://www.topin.cz/clanky/jsou-lepsi-trubky-plex-pe-rt-nebo-plex-al-plex-pe-rt-al-pe-rt-detail-1371>.
14. Kovové objímky s gumou. *Upevňovací systémy Solida*. [Online] 2017. [Citace: 1. květen 2017]  
<https://www.solida.cz/eshop-kategorie-kovove-objimky-s-gumou.html>.
15. Kuchyňské vodovodní baterie - základní typy . *Vodovodní baterie*. [Online] 2017. [Citace: 3. květen 2017]  
<https://vodovodnibaterie.wordpress.com/2009/08/24/kuchynske-vodovodni-baterie-zakladni-typy/>.
16. Materiály pro vnitřní vodovody se zatím v praxi příliš nemění. *TZB-info*. [Online] 2017. [Citace: 29. duben 2017] <http://voda.tzb-info.cz/materialy-voda-kanalizace/11879-materialy-pro-vnitri-vodovody-se-zatim-v-praxi-prilis-nemeni>.
17. Montážní předpisy. *Wavin Ekoplastik*. [Online] 2017. [Citace: 15. květen 2017]  
<http://www.wavinekoplastik.com/cz/montazni-predpisy>.
18. Ocelové trubky závitové běžné a bezešvé. *TZB-info*. [Online] 2017. [Citace: 5. květen 2017] <http://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/16-ocelove-trubky-zavitove-bezne-a-bezesve>.
19. Označování plastových trubek . *Wavin Ekoplastik*. [Online] 2017. [Citace: 9. květen 2017]  
<http://www.wavinekoplastik.com/cz/90.oznacovani-plastovych-trubek>.

20. Plastové příchytky na potrubí z plastu, mědi a plastohliníku, krytky, hmoždinky. *Chuděj s.r.o.* [Online] 2017. [Citace: 24. květen 2017] <http://www.chudej.cz/prichytky-na-potrubi-krytky-objimky-mch.php>.
21. Právo členského státu - Česká republika. *European justice.* [Online] 2017. [Citace: 10. květen 2017] [https://e-justice.europa.eu/content\\_member\\_state\\_law-6-cz-maximizeMS-cs.do?member=1](https://e-justice.europa.eu/content_member_state_law-6-cz-maximizeMS-cs.do?member=1).
22. Problematika uvádění technických norem v právních předpisech. *Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.* [Online] 2017. [Citace: 12. květen 2017] <http://www.unmz.cz/test/problematika-uvadeni-technicky-norem-v-pravnich-predpisech>.
23. Proč měď? *Měděné rozvody.* [Online] 2017. [Citace: 20. duben 2017] <http://medenerozvody.cz/proc-med>.
24. Single taps. *Paffoni.* [Online] 2017. [Citace: 3. květen 2017] <http://www.paffoni.it/en/products/various-items/single-taps.html>
25. Technologický předpis pro montáž vnitřních rozvodů vody z PPR. *Aquaplast.* [Online] 2017. [Citace: 15. květen 2017] [http://aquaplastcz.cz/aqua\\_system/TECHPREDPISMONTAZEVNITRNI CHROZVODU.doc](http://aquaplastcz.cz/aqua_system/TECHPREDPISMONTAZEVNITRNI CHROZVODU.doc).
26. Termostatické baterie - mýty a skutečnost I. *Dorint bath & interiors.* [Online] 2017. [Citace: 5. květen 2017] [http://www.dorint.cz/clanek/termostaticka-sprchova-baterie-myty-a-skutecnost-i\\_16](http://www.dorint.cz/clanek/termostaticka-sprchova-baterie-myty-a-skutecnost-i_16).
27. Two handle faucets. *Paffoni.* [Online] 2017. [Citace: 3. květen 2017] <http://www.paffoni.it/en/products/kitchen/taps-2-handles.html>
28. Zdravotní účinky hluku. *Státní zdravotní ústav.* [Online] 2017. [Citace: 22. duben 2017] <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/zdravotni-ucinky-hluku>.

29. ČSN EN ISO 80000-8. *Veličiny a jednotky – Část 8: Akustika.*  
ICS 01.160. Praha: ÚNMZ, únor 2008.
30. ČSN 01 1600. *Akustika – Terminologie.* ICS 17.140.01.  
Praha: ÚNMZ, únor 2003.
31. ČSN ISO 15665. *Akustika – Zvuková izolace potrubí, ventilů a přírub.*  
ICS 91.120.20. Praha: ÚNMZ, prosinec 2006.
32. ČSN EN 806-1. *Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě – Část 1: Všeobecně.* ICS 91.140.60.  
Praha: ÚNMZ, červenec 2002.
33. ČSN EN 806-2. *Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě – Část 2: Navrhování.* ICS 91.140.60.  
Praha: ÚNMZ, říjen 2005.
34. ČSN EN 806-4. *Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě – Část 4: Montáž.* ICS 91.140.60. Praha: ÚNMZ, září 2010.
35. ČSN 75 5409. *Vnitřní vodovody.* ICS 91.140.60.  
Praha: ÚNMZ, únor 2013.
36. ČSN EN 1057+A1. *Měď a slitiny mědi – Trubky bezešvé kruhové z mědi pro vodu a plyn a pro sanitární instalace a vytápěcí zařízení.*  
ICS 23.040.15. Praha: ÚNMZ, říjen 2010.
37. ČSN ISO 10508. *Plastové potrubní systémy pro rozvody horké a studené vody – Návod pro klasifikaci a navrhování.* ICS 23.040.20.  
Praha: ÚNMZ, červen 2015.
38. ČSN EN 15092. *Armatury pro vnitřní vodovody – Termostatické směšovací armatury pro ohříváče vody – Požadavky a zkoušení.*  
ICS 91.140.60. Praha: ÚNMZ, leden 2009.
39. ČSN EN 200. *Zdravotně technické armatury – Výtokové ventily a ventilové směšovací baterie pro vnitřní vodovody typu 1 a 2 – Všeobecná technické specifikace.*  
ICS 91.140.70. Praha: ÚNMZ, únor 2009.

40. ČSN EN 12201. *Plastové potrubní systémy pro rozvod vody a pro tlakové kanalizační přípojky a stokové sítě – Polyethylen (PE)*. ICS 23.040.01. Praha: ÚNMZ, březen 2012.
41. ČSN EN ISO 15874. *Plastové potrubní systémy pro rozvod horké a studené vody – Polypropylen (PP)*. ICS 23.040.20. Praha: ÚNMZ, září 2013.
42. ČSN EN ISO 15875. *Plastové potrubní systémy pro rozvod horké a studené vody – Síťovaný polyethylen (PE-X)*. ICS 23.040.01. Praha: ÚNMZ, prosinec 2004.
43. ČSN EN ISO 15876. *Plastové potrubní systémy pro rozvod horké a studené vody – Polybuten (PB)*. ICS 23.040.20. Praha: ÚNMZ, květen 2006.
44. ČSN EN ISO 1452. *Plastové potrubní systémy pro rozvod vody a tlakové kanalizační přípojky a stokové sítě uložené v zemi i nadzemní – Neměkčený polyvinylchlorid (PVC-U)*. ICS 23.040.20. Praha: ÚNMZ, červenec 2010.
45. ČSN EN ISO 15877. *Plastové potrubní systémy pro rozvod horké a studené vody – Chlorovaný polyvinylchlorid (PVC-C)*. ICS 23.040.20. Praha: ÚNMZ, září 2009.
46. ČSN EN ISO 22391. *Plastové potrubní systémy pro rozvod horké a studené vody – Polyethylen odolný zvýšeným teplotám (PE-RT)*. ICS 91.140.60. Praha: ÚNMZ, červen 2010.
47. ČSN EN ISO 21003. *Vícevrstvé potrubní systémy pro rozvody horké a studené vody*. ICS 23.040.01. Praha: ÚNMZ, duben 2009.
48. ČSN EN ISO 3822. *Akustika – Laboratorní zkoušky emise hluku armatur a zařízení vnitřních vodovodů*. ICS 17.140.20. Praha: ÚNMZ, září 2000.

49. Nařízení č. 10/2016 Sb. hl. m. Prahy, kterým se stanovují obecné požadavky na využívání území a technické požadavky na stavby v hlavním městě Praze
50. Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
51. Nařízení vlády č. 217/2016 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
52. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
53. Vyhláška č. 83/2014 Sb., kterou se mění vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů
54. Vyhláška č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu
55. Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
56. Vyhláška č. 20/2012 Sb., kterou se mění vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
57. Vyhláška č. 339/2015 Sb., kterou se mění vyhláška č. 409/2005 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody, ve znění vyhlášky č. 352/2013 Sb.

## Seznam veličin

$f$	kmitočet	(Hz)
$\lambda$	vlnová délka	(m)
$c$	rychlost šíření zvuku	(m/s)
$v$	akustická rychlost	(m/s)
$p$	akustický tlak	(Pa)
$p_0$	referenční akustický tlak	(Pa)
$L_p$	hladina akustického tlaku	(dB)
$I$	intenzita zvuku	(W/m <sup>2</sup> )
$I_0$	referenční intenzita zvuku	(W/m <sup>2</sup> )
$L_I$	hladina intenzity zvuku	(dB)
$W$	akustický výkon	(W)
$W_0$	referenční akustický výkon	(W)
$L_w$	hladina akustického výkonu	(dB)
$L_A$	hladina akustického tlaku A	(dB)
$L_{Amax}$	maximální hladina akustického tlaku A	(dB)
$\alpha$	součinitel délkové teplotní roztažnosti	(mm/m·K)
$t_m$	montážní teplota	(°C)
$t_p$	provozní teplota	(°C)
$L_0$	délka trubky při montážní teplotě	(m)
$L_1$	délka trubky při provozní teplotě	(m)
$\Delta L$	rozdíl teplot při montáži a při provozu	(°C)



## Seznam obrázků

Obr. 1	Zvuk z hlediska slyšitelnosti	13
Obr. 2	Šíření zvuku od zdroje ve formě vlnoploch	14
Obr. 3	Značení trubek z mědi	25
Obr. 4	Označení trubky na bázi plastu	28
Obr. 5	Výhody PP-RCT	30
Obr. 6	Vícevrstvá trubka	31
Obr. 7	Jednoduchá příchytka a dvojpříchytka	41
Obr. 8	Příchytka s klipem a dvojpříchytka s klipem	41
Obr. 9	Příchytka s třmenem a dvojpříchytka s třmenem	41
Obr. 10	Objímka dvoušroubová	42
Obr. 11	„Clip“ objímka dvoušroubová	42
Obr. 12	Objímka jednošroubová	42
Obr. 13	Dvouobjímka s vrutem	42
Obr. 14	Objímka dvoučroubová pro vysoké teploty	42
Obr. 15	Kluzná objímka dvoušroubová	42
Obr. 16	Objímka dvoušroubová bez pryže	43
Obr. 17	Šroub kombi M 6 x 50 mm	43
Obr. 18	Výtokový nástěnný kohoutkový ventil	45
Obr. 19	Směšovací nástěnná kohoutková baterie	45
Obr. 20	Prvky podomítkové sprchové baterie	48
Obr. 21	Princip termostatické směšovací baterie	48

Obr. 22	Páková vodovodní baterie s diskovou kartuší	49
Obr. 23	Kartuše	49
Obr. 24	Tělo kartuše	49
Obr. 25	Otvory keramických disků	50
Obr. 26	Keramické disky	50
Obr. 27	Dřík	50
Obr. 28	Těsnicí kroužek	50
Obr. 29	Pryžové těsnicí kroužky	50
Obr. 30	Těsnicí kroužek a keramický disk osazený pryžovými těsnicími kroužky	50
Obr. 31	Pořadí součástí kartuše při uložení do těla kartuše	50
Obr. 32	Složená kartuše a její tělo	50
Obr. 33	Vřetenová vodovodní baterie	51
Obr. 34	Páková vodovodní baterie s kulovou kartuší	51
Obr. 35	Perlátor s plastovým sítkem	52
Obr. 36	Perlátor s kovovým sítkem	52
Obr. 37	Umyvadlová baterie s osazeným perlátorem	52
Obr. 38	Výška skladování	55
Obr. 39	Náraz kladiva	56
Obr. 40	Minimální teplota	56
Obr. 41	Pružné rameno	59
Obr. 42	Volný průchod stěnou	59
Obr. 43	Dlouhé rameno	59
Obr. 44	Ruční ohyb potrubí	60
Obr. 45	Zákaz nahřívání	60
Obr. 46	Nástěnný komplet a tvarovky	60



## Seznam tabulek

Tab. 1	Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb	17
Tab. 2	Ocelové trubky závitové – rozměry	21
Tab. 3	Základní typy plastů	26
Tab. 4	Převod PN, S a SDR pro polypropylen	27
Tab. 5	Přehled vlastností potrubních materiálů	32
Tab. 6	Možnosti spojů prvků rozvodu	33
Tab. 7	Orientační svařovací teploty plastů	36
Tab. 8	Součinitelé délkové teplotní roztažnosti	43
Tab. 9	Akustické skupiny	46
Tab. 10	Třídy průtoku	46
Tab. 11	Tabulka pro polyfúzní svařování	57