



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

## **Vybrané stati z TZB**

**Studijní opora pro kurz Rozpočtování staveb  
v rámci projektu Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na  
potřeby Jihočeského regionu**

**Václav Koranda**

**2013  
České Budějovice**



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

### Obsah

<b>Průvodce studiem předmětu .....</b>	<b>5</b>
<b>Základní okruhy studia .....</b>	<b>5</b>
<b>Průběh studia, komunikace .....</b>	<b>6</b>
<b>Kapitola 1: Zdravotní technika.....</b>	<b>7</b>
1.1    Základy typologie a zařizovací předměty .....	7
1.2    Hydraulika potrubí .....	8
<b>Kapitola 2: Vnitřní vodovod .....</b>	<b>11</b>
1.1    Potřeba vody .....	11
1.2    Vnitřní vodovod .....	11
1.3    Vodovodní přípojka .....	12
2.4    Potrubí.....	14
2.5    Požární vodovody .....	15
2.6    Zkoušky vodovodů.....	16
<b>Kapitola 3: Teplá voda .....</b>	<b>17</b>
3.1    Parametry TV .....	17
3.2    Potřeba vody.....	17
3.3    Zařízení na ohřev TV .....	18
<b>Kapitola 4: Vnitřní kanalizace.....</b>	<b>22</b>
4.1    Základní pojmy .....	22
4.2    Princip a základní požadavky .....	23
4.3    Kanalizační příslušenství .....	26
4.4    Přečerpávání odpadních vod .....	29
4.5    Likvidace odpadních vod .....	29
4.6    Zkoušky domovní kanalizace .....	30
<b>Kapitola 5: Plynárenství .....</b>	<b>31</b>
5.1    Historie plynárenství .....	31
5.2    Topné plyny.....	31
5.3    Rozvod zemního plynu.....	32



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu

CZ .1.07/3.2.08/03.0035

5.4 Plynovodní přípojka .....	33
5.4 Uskladnění topných plynů.....	34
Kapitola 6: Domovní plynovod pro zemní plyn.....	35
6.1 Základní pojmy a požadavky .....	35
6.2 Plynové spotřebiče .....	36
6.2 Komíny.....	37
6.3 Zkoušení a provoz plynovodů .....	38
Kapitola 7: Obecné základy pro vytápění budov .....	40
7.1 Klimatické poměry.....	40
7.2 Tepelná pohoda člověka.....	40
7.3 Sílení tepla.....	40
7.4 Energetická spotřeba budov .....	41
7.5 Výkony vytápěcích zařízení .....	41
7.6 Distribuce tepla v budovách vodou, párou, elektrickou energií a topnými plyny.....	42
Kapitola 8: Zařízení otopných systémů.....	44
8.1 Otopná tělesa .....	44
8.2 Zdroje tepla a jejich příslušenství.....	45
8.3 Komíny.....	46
8.4 Dálkové zásobování teplem.....	46
8.5 Měření, regulace, montáž, zkoušení a provoz vytápěcích zařízení .....	47
8.6 Potrubní sítě.....	47
Kapitola 9: Základy vzduchotechniky.....	48
9.1 Rozdělení vzduchotechniky .....	48
9.2 Vlhký vzduch .....	48
9.3 Proudění vzduchu .....	49
9.4 Tepelné ztráty a zisky budov .....	50
9.5 Parametry vzduchovodů .....	50
9.6 Větrání přirozené a nucené.....	51
9.7 Součásti vzduchotechnických a klimatizačních zařízení.....	51



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

Kapitola 10: Klimatizace.....	53
10.1 Účel .....	53
10.2 Systémy vzduchové, vzduch – voda a vodní.....	53
10.3 Chladicí zařízení.....	55
10.4 Zpětné získávání tepla (rekuperace tepla).....	56
10.5 Hluk a jeho pohlcování .....	57
10.6 Klimatizace ve zdravotnictví, administrativě, obchodních domech a velkokuchyních. ....	58
10.7 Požární větrání.....	58
Kapitola 11: Silnoproudé rozvody .....	60
11.1 Kabelová domovní elektrická přípojka nn. ....	60
11.2 Odběrná elektrická zařízení v budovách a jejich jištění.....	61
11.3 Umísťování elektrických přístrojů a zařízení v bytech, koupelnách, umývárkách a sprchách.....	61
11.4 Kladení a umísťování kabelů a vedení. ....	62
Kapitola 12: Umělé osvětlení.....	63
12.1 Zrak a vidění.....	63
12.2 Veličiny a jednotky světelné techniky .....	63
12.3 Zdroje světla – svítidla a osvětlovací soustavy .....	64
12.4 Sdružené osvětlení.....	65
12.5 Měření světla .....	66
Kapitola 13: Hromosvody .....	67
13.1 Vnější a vnitřní ochrana objektu před bleskem.....	67
13.2 Části hromosvodu.....	68



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

### Průvodce studiem předmětu

Tato učební opora je určena posluchačům kurzu Rozpočtování staveb v rámci projektu Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu.

Je koncipována jako studijní pomůcka pro ucelený přehled dané problematiky a navazuje a doplňuje učební text povinné literatury.

### Základní okruhy studia

1. Zdravotní technika
2. Vnitřní vodovod
3. Teplá voda
4. Vnitřní kanalizace
5. Plynárenství
6. Domovní plynovod pro zemní plyn
7. Obecné základy pro vytápění budov
8. Zařízení otopných systémů
9. Základy vzduchotechniky
10. Klimatizace
11. Silnoproudé rozvody
12. Umělé osvětlení
13. Hromosvody



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

### **Průběh studia, komunikace**

Průběh studia, zakončení:

- přednášky,
- cvičení
- konzultace
- E-learning.

Další informace jsou uvedeny v Informačním systému VŠTE, kde je také uveden způsob komunikace mezi posluchačem kurzu a vyučujícím (tutorem). Kromě kontaktní výuky bude využívána zejména komunikace prostřednictvím Internetu. Každý vyučující i posluchač kurzu má zavedenu svoji e-mailovou adresu a další formy komunikace jsou možné i přes Informační systém VŠTE.



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

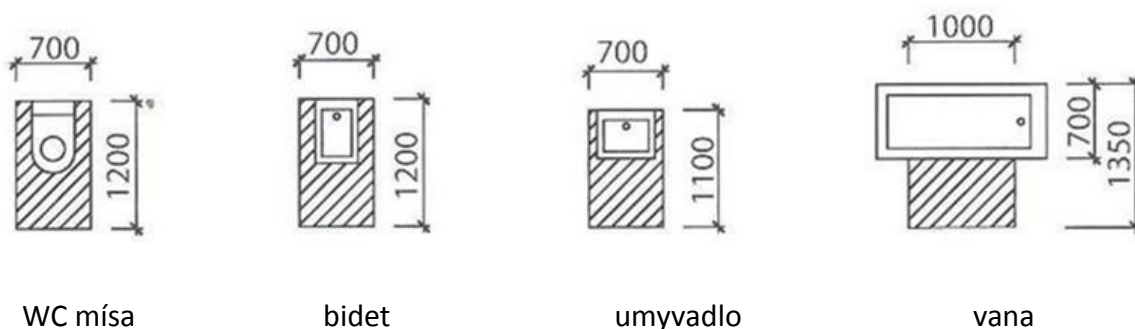
# Kapitola 1: Zdravotní technika

Zdravotně technické instalace (zkratka ZTI) jsou nedílnou součástí stavby. Do ZTI patří především vnitřní vodovody, domovní kanalizace a navazující zařízení. Současná životní úroveň ve vyspělých zemích je nemyslitelná bez kvalitních ZTI.

## 1.1 Základy typologie a zařizovací předměty

*Typologie pozemních staveb* je nauka o navrhování budov s cílem vytvořit příjemné prostředí pro člověka jak při práci, tak při odpočinku. Zaměřuje se na splnění provozních, zdravotních, bezpečnostních, konstrukčních, estetických a ekonomických požadavků stanovením fyzikálních parametrů, požadovaných rozměrů a uspořádání prvků stavby. Uživatel objektu potřebuje určitý *pohybový prostor* (např. podchodné výšky, průchozí šířky), *pracovní prostor* (plošné a prostorové rozměry pro pracovní pomůcky atd.), *manipulační úroveň* (výška psacího stolu 76 cm apod.). Dále je třeba zajistit potřebné hodnoty osvětlení a barvy světla, větrání, hladiny hluku, teploty a vlhkost vzduchu. Typologické zásady jsou v ČSN 73 4301.

Zařizovacími předměty rozumíme pevně nainstalovaná zařízení zásobovaná vodou, ze kterých vytékají splaškové odpadní vody. Konkrétně se jedná o záchodové mísy, umyvadla, vany, sprchové kouty, dřezy, bidety, pisoárové mísy, výlevky, myčky nádobí, automatické pračky.



**Obr. 1.1 Minimální rozměry provozních ploch různých zařizovacích předmětů (L1 str. 89)**

Zařizovací předměty jsou funkční pouze v sestavách. Například sestava umyvadla obsahuje umyvadlo, výtokovou směšovací baterii, odpadní armaturu (zápachovou uzávěrku s odpadním ventilem) a spojovací materiál (šrouby apod.). Počet zřizovacích předmětů je stanoven

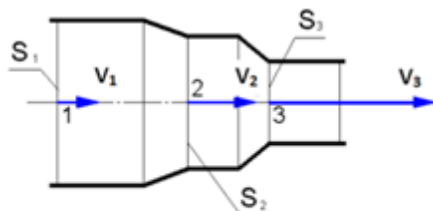
## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

vyhláškami a normami., Například v divadle pro 30 žen jsou 2 WC, pro 50 mužů je 1 WC a 1 pisoárová mísa.

### 1.2 Hydraulika potrubí

**Hydraulika** je vědní obor zabývající se praktickým využitím znalostí z hydrostatiky a hydrodynamiky pro technické účely. V hydraulice se řeší rovnováha i pohyb tekutin, ale také vzájemné působení tekutin a tuhých těles. Protože se v TZB dopravované tekutiny pohybují v potrubí, je nutné se seznámit s problematikou proudění potrubím. V hydromechanice se pracuje hlavně s následujícími veličinami: tlak  $p$  (Pa), rychlost  $v$  ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ), hustota tekutiny  $\rho$  ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ), tíhové zrychlení  $g$  ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ ), objemový průtok  $Q_v$  ( $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ), hmotnostní průtok  $Q_m$  ( $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$ ), kóta vertikální polohy  $h$  (m), kinematická viskozita  $\nu$  ( $\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ ), příčný průřez potrubí  $S$  ( $\text{m}^2$ ).



Obr. 1.2 Schéma průtoku potrubím

#### 1.2.1 Rovnice spojitosti toku

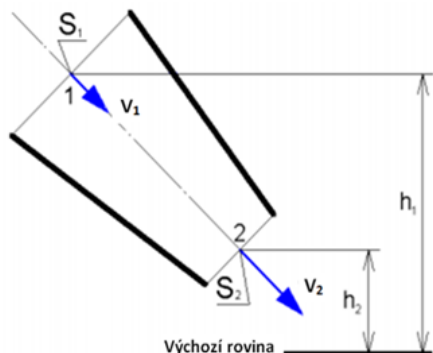
Potrubí je uzavřený prostor. Při průtoku potrubím tekutina ani nepřibývá, ani neubývá. Platí tedy zákon zachování hmoty v jednotlivých průřezech:

$$Q_{m1} = Q_{m2} = Q_{m3} = Q_m = \text{konstantě}$$

Po dosazení se dostane  $S_1 \cdot v_1 \cdot \rho_1 = S_2 \cdot v_2 \cdot \rho_2 = S_3 \cdot v_3 \cdot \rho_3$

U kapalin se hustota nemění a rovnice je jednodušší  $S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 = S_3 \cdot v_3 = Q_v$

#### 1.2.2 Bernoulliova rovnice



Obr. 1.3 Veličiny Bernoulliovy rovnice

Rovnice formuluje zákon o zachování energie.

V rovnici se sčítá měrná energie polohová, tlaková, kinetická a energie tlakových ztrát  $e_z$  ( $\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}$ ):

$$h_1 \cdot g + \frac{p_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2} = h_2 \cdot g + \frac{p_2}{\rho} + \frac{v_2^2}{2} + e_z$$

Vypočítat lze 2 druhy ztrát energie. Při proudění přímými úseky jsou to *ztráty třením* o vnitřní povrch





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

potrubí. Proudění ve ventilech, kolenech, obloucích, T kusech a jiných tvarově složitých prvcích je provázáno třením a vířením. To je příčinou *místních ztrát*. Nejsnáze se ztráty třením určí odečtením tlakového spádu  $R$  ( $\text{Pa}\cdot\text{m}^{-1}$ ) v tabulce od výrobce potrubí. Ztráty závisí na druhu a teplotě kapaliny, rychlosti proudění a na jakosti povrchu a průměru uvnitř potrubí. Místní odpory lze nahradit tzv. *ekvivalentní délkou*  $l_e$ . Součtem délek úseku potrubí se stejným průměrem a ekvivalentních délek pro tento úsek se dostane výpočtová délka  $l_{výp}$ . Tlaková ztráta  $i$  – tého úseku je pak  $\Delta p_{zi} = R_i \cdot l_{výpi}$ . Celková tlaková ztráta  $\Delta p_{zc}$  je součtem tlakových ztrát jednotlivých úseků.

Měrná energie ztrát  $e_z = \Delta p_{zc} / \rho$ .

### 1.2.3 Dimenzování potrubí

Základním úkolem je vypočítat průměr potrubí. K tomu je třeba znát objemový průtok  $Q_v$  a střední rychlost proudění  $v$ . Rychlost proudění kapalin je řádově 1 m/s, u plynů je to 10 m/s. Výpočet objemového průtoku závisí na tom, jaký rozvod TZB se řeší. Například pro vnitřní vodovod se **výpočtový průtok** studené vody v obytných budovách počítá podle vzorce

$$Q_v = \sqrt{\sum_{i=1}^m q_i^2 \cdot n_i} \quad (l \cdot s^{-1})$$

kde  $q_i$  je jmenovitý výtok jednotlivými druhy armatur (baterie umyvadlová, sprchová vanová atd.) v  $l \cdot s^{-1}$ )

$n_i$  počet výtokových armatur stejného druhu,

$m$  počet druhů výtokových armatur,

Při znalosti výpočtového průtoku se vypočítá vnitřní průměr  $d$  potrubí podle vztahu:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_v}{v}} \quad (\text{m}) \quad Q_v (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}), v (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$$

Podle vypočteného průměru se vybere normalizovaná *jmenovitá světlost* potrubí DN. Například DN 50 znamená, že vnitřní průměr trubky je přibližně 50 mm. U měděných a plastových trubek je běžné označení rozměru trubky jako součin vnějšího průměru a tloušťky stěny. Např. 18 x 1.



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

Dalším důležitým parametrem potrubí je *jmenovitý tlak nebo tlaková řada PN*. Například *PN16* velmi zjednodušeně znamená, že provozní přetlak potrubí nesmí překročit  $16 \text{ bar} = 16 \times 0,1 = 1,6 \text{ MPa}$ .

Pokud by při kontrole tlakových ztrát vyšlo, že tekutina v místě odběru nebude mít požadovaný výtokový přetlak, tak se světlost potrubí přiměřeně zvětší.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

## Kapitola 2: Vnitřní vodovod

Zásobování vodou v budovách se realizuje vnitřními vodovody, které jsou zásobovány vodou buď z veřejného vodovodu, nebo z vlastního zdroje vody (obvykle pomocí automatické čerpací stanice). Je-li v jednom objektu zdrojem vody jak veřejná vodovodní síť, tak vlastní zdroj vody (např. studna), nesmějí se oba zdroje navzájem spojit.

### 1.1 Potřeba vody

*Potřeba vody* je předpokládaný odběr vody spotřebiteli v budovách pro bydlení nebo pro jiné účely. Směrné hodnoty potřeby vody uvádí Příloha č.12 Vyhlášky č.120/2011 Sb.

Položka	Druh spotřeby vody	Směrné číslo roční spotřeby vody [m <sup>3</sup> ]
<b>I. BYTOVÝ FOND</b>		
<b>Byty</b>		
1.	na jednoho obyvatele bytu s tekoucí studenou vodou mimo byt za rok	15
2.	na jednoho obyvatele bytu bez tekoucí teplé vody (teplé vody na kohoutku) za rok	25
3.	na jednoho obyvatele bytu s tekoucí teplou vodou (teplá voda na kohoutku) za rok	35

**Tab. 2.1 Ukázky potřeby vody** (podle <http://voda.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty>)

*Spotřeba vody* je skutečně odebrané množství vody za určité časové období a souvisí s ní měření a placení odebrané vody. Průměrná spotřeba vody pro ČR v roce 2012 byla podle ČSÚ 138 litrů na osobu a den. U samostatných domácností jen 89,5 l/os. a den. Průměrná sazba vodného 29,10 Kč, cena stočného 26,30 Kč

### 1.2 Vnitřní vodovod

*Vnitřní vodovod* tvoří potrubí včetně příslušenství a technických zařízení na ně připojených. Je určeno pro rozvod vody po pozemku nebo stavbě v rámci nemovitosti. Navazuje na konec vodovodní přípojky nebo na čerpací stanici, popř. jiný zdroj vody. (Podle ČSN 75 5409 Vnitřní vodovody). Hlavní části vnitřního vodovodu jsou na *obr. 1*.

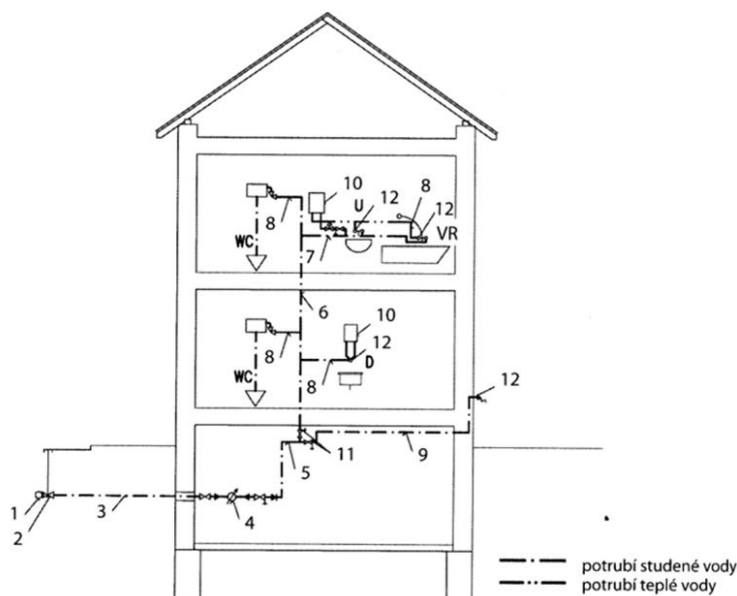
Druhy vodovodů podle účelu:

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

- **Jednotný vnitřní vodovod** rozvádí vodu jedné jakosti používanou pro různé účely
- **Oddílný vnitřní vodovod** rozvádí vody různé jakosti například pitnou, užitkovou, provozní
- Zavodněný a nezavodněný **požární vodovod**

Přetlak ve vodovodu se pohybuje v rozmezí 0,25 až 0,6 MPa. Při nižších tlacích voda řádně nevytéká z výtokových armatur na nejvyšších a nejvzdálenějších místech. Při vyšších tlacích je provoz vodovodu hlučný a zkracuje se životnost výtokových armatur. Prvky vodovodu se dimenzují pro tlak do 0,6 MPa. Provozní přetlak je dán polohou hladiny vody ve vodojemu nebo provozním tlakem čerpací (zesilovací) stanice. Dodavatel vody je oprávněn předepsat odběrateli limitní odběry a časový harmonogram odběru vody (například pro napouštění bazénů, zalévání zahrad v době sucha apod.) Vlastník nemovitosti, který se rozhodne napojit na veřejný vodovod nebo bude upravovat stávající vnitřní vodovod, musí předložit ke schválení dokumentaci stavby provozovateli veřejného vodovodního řadu (zákon č. 274/2001 o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu).



Vysvětlivky k obr. 2.1:

D – dřez, U – umyvadlo, VR – vana,  
WC – záchod, 1 – veřejný vodovodní  
řad, 2 – navrtávací pas se zemní  
soupravou a poklopem, 3 –  
vodovodní přípojka, 4 – vodoměrná  
souprava, 5 – ležaté potrubí, 6 –  
stoupací potrubí, 7 – podlažní  
rozvodné potrubí, 8 – přípojovací  
potrubí, 9 – sezónně používané  
přípojovací potrubí, 10 – ohřívač  
vody, 11 – uzávěr, 12 – výtoková  
souprava

**Obr. 2.1 Schéma vnitřního  
vodovodu (L1 str. 72)**

### 1.3 Vodovodní přípojka

*Vodovodní přípojka* je samostatnou stavbou tvořenou úsekem potrubí od odbočení z vodovodního řadu k vodoměru, a není-li vodoměr, pak k vnitřnímu uzávěru připojeného pozemku nebo stavby. Vlastníkem přípojky je majitel připojené budovy čili odběratel, který hradí náklady na její zřízení. Opravy a údržbu částí vedených na veřejných místech zajišťuje



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

provozovatel vodovodní sítě. Bez jeho souhlasu nelze na přípojce provádět žádné úpravy. Vlastník je povinen zajistit, aby nedošlo ke znečištění vody ve vodovodu. K tomu účelu se na přípojce umísťuje *zpětný ventil*. Vyžadují-li to místní podmínky, osazují se na přípojce *redukční ventil a filtr*.

Každá jednotlivá nemovitost má svou přípojku, vedenou nad úrovní kanalizace a mimo místa znečištěná zdravotně závadnými látkami. Výška krytí potrubí minimálně 120 cm, jinak se musí tepelně izolovat. Maximální hloubka uložení v zastavěném území je 2 m. Minimální spádování potrubí přípojky je 0,3 % se stoupáním k vnitřnímu vodovodu.

V ochranném pásmu nad přípojkou (2 m na obě strany od osy přípojky) nesmí být žádné stavby. Instalace elektrického izolačního kusu před uzávěrem v budově zamezuje šíření bludných proudů do budovy. Prostup obvodovou stěnou s využitím chráničky musí být vodotěsný, plynotěsný, s pružným uložením. Materiálem přípojky je nejčastěji PE-HD

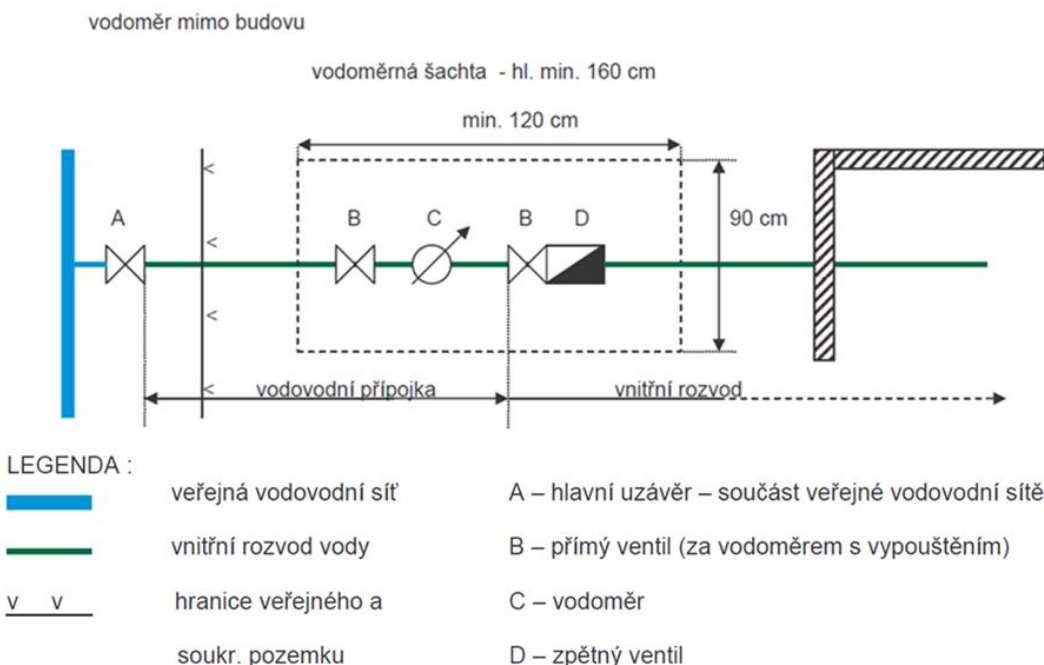
(tj. vysokohustotní PE) a pro DN větší jak 80mm tlaková – tvárná litina. Při pokládce potrubí se musí respektovat nejmenší přípustné vzdálenosti mezi rozvody a nezámrná hloubka uložení.

Druh rozvodu	Souběžné vedení (m)	Křížení (m)
elektrické kabely	0,4	0,4
sdělovací kabely	0,4	0,2
plynovod	0,5	0,15
kanalizace	0,6	0,10

**Tab. 2.2 Nejmenší vzdálenosti mezi vodovodem a ostatními rozvody (ČSN 73 6005)**

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Délkové rozměry v (cm)



**Obr. 2.2 Schéma vodovodní přípojky (podle Vodospol s.r.o.)**

## 2.4 Potrubí

Materiály vodovodních trubek musí splňovat tyto požadavky: *vodotěsnost, plynotěsnost, bezpečnost provozu, hygienická nezávadnost, dostatečná pevnost i při zatížení zkušebním přetlakem, odolnost proti změnám teplot a mechanickému poškození, hladký vnitřní povrch (malé ztráty tlaku, hygiena), jednoduchá montáž, údržba, oprava, výměna, odolávat nejvyššímu provoznímu přetlaku 1000 kPa a nejvyšší návrhové teplotě 20°C (pro teplou vodu 60°C), životnost 50 let.*



**Obr. 2.3 Předstěnové instalace**

Pro vnitřní vodovody se dnes nejčastěji používají potrubí z mědi nebo plastů. Ocelové pozinkované potrubí se vzhledem ke korozi a inkrustaci (zanášení trubek) dnes používá pouze v případech, kdy se požaduje nízká cena a požární odolnost. Méně často se zatím používá kvalitní drahé potrubí z nerezavějící oceli. Z plastových potrubí je nejrozšířenější potrubí z polypropylenu (PPR) s tlakovou řadou PN 20. Z dalších plastových potrubí se u nás používají potrubí z polybutenu (PB), síťovaného polyetylénu (PE-X), chlorovaného polyvinylchloridu (PVC-C). Používají se také vícevrstvá plastová potrubí s hliníkovou vložkou, např. STABI nebo MEPLA. V závislosti na účelu a materiálu se potrubí spojuje svařováním, pájením, lepením, šroubením, lisovanými mechanickými tvarovkami.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

Používané způsoby vedení potrubí:

1. Volně podél stěn nebo pod stropem
2. Před stěnami a dodatečně zakryté – předstěrové instalace
3. V instalačních drážkách a pod omítkou
4. V instalačních šachtách, kanálech, kolektorech, podlažích, chodbách
5. V podlahách a prostupy konstrukcí – systém vodovodní trubka v trubce ochranné

Skrytá vedení jsou estetická. Potrubí vedená na povrchu se snáze opravují a kontrolují. Povrchová vedení jsou typická pro průmyslové provozy. Ke stavbě se potrubí připevňuje plastovými úchytkami, kovovými objímkami, konzolami, závěsy a žlaby. Uložení nesmí přenášet hluk do stavby.

### 2.5 Požární vodovody

Voda se hodí k hašení pro svou velkou tepelnou kapacitu a největší výparné teplo. Vytvořící se pára snižuje koncentraci kyslíku ve vzduchu v místě hoření a zároveň snižuje koncentraci par hořící látky. Na základě stanovení požárního rizika stavby navrhuje specialista pro požární bezpečnost staveb požadavky na potřebu vody pro hašení. Požární vodovod může být buď **zavodněný** (přivádí vodu k hydrantovým skříním v budově) nebo **nezavodněný** čili **suchovod** (urychluje zprovoznění hasicí techniky).

Protipožární zabezpečení objektu se dělí na vnější a vnitřní požární vodovod.

*Vnitřní požární vodovod* používá k hašení neškolená obsluha do příjezdu mobilní hasicí techniky a musí zajišťovat vodu po dobu požární odolnosti. Potrubí mohou být i z hořlavých hmot, pokud jsou trvale zavodněna a současně jsou splněny další požadavky ČSN 73 0873. Zavodněné potrubí musí být chráněno před mrazem a vypuštěním. Odběrným místem jsou hydrantové systémy typu *D* nebo *C*. Vzdálenost nejdlejšího místa od hydrantu je do 40 nebo 30 m. Průřez přívodního potrubí nesmí být menší, než je připojovací průřez požárního hydrantu. Stabilní *sprinklerové* hasicí systémy sestávají z rozvodné sítě a *sprinklerových* (sprchových) hlav. Spouštějí se automaticky. Používají se tam, kde hydranty nedostačují.

*Vnější požární vodovod* slouží k protipožárnímu zásahu školených hasičů. Odběrným místem jsou hydranty, jejichž vzdálenost od objektu nesmí překročit 80m.



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

### 2.6 Zkoušky vodovodů

Provádí se po dokončení montáže před napojením na vodovod pro veřejnou potřebu podle ČSN 75 5409. Zkoušku provádí kvalifikovaná osoba za přítomnosti stavebníka. Zkoušení vnitřního vodovodu probíhá ve třech následných krocích:

- a) *Prohlídka nezakrytého potrubí.* Zjišťuje se, zda je vodovod proveden podle projektové dokumentace, smlouvy, norem, hygienických předpisů a podmínek stanovených stavebním úřadem. Zjištěné závady nutno odstranit před tlakovou zkouškou
- b) *Tlaková zkouška potrubí.* Zkouší se nezakryté potrubí před montáží příslušenství, zařizovacích předmětů, přístrojů, armatur a ohřivačů. Trubky smí být v návlekových izolacích nebo v ochranných trubkách. Provádí se vodou nebo vzduchem či inertním plynem. Před zkouškou se všechny úseky propláchnou vodou. Nelze-li vodovod vypustit, provádí se tlaková zkouška vzduchem. Po naplnění potrubí vodou se zvýší zkušební přetlak na 1,5 násobek provozního přetlaku (obvykle 1,5 MPa). Následuje stabilizace po dobu 12 hodin. Po stabilizaci nesmí za 1 hodinu tlak poklesnout o více než 20 kPa.
- c) *Konečná tlaková zkouška.* Provádí se po montáži výtokových a pojistných armatur, ohřivačů a veškerého příslušenství výhradně vodou. Nejprve se potrubí propláchnou vodou a pak se naplněné vodou ponechá nejméně 24 hodin pod provozním přetlakem. Potom se uzavře hlavní uzávěr a za 1 hodinu nesmí poklesnout přetlak o více než 20 kPa. Pokud se objeví netěsnosti nebo nastal větší pokles tlaku, musí se závady odstranit a zkouška se opakuje. O provedených zkouškách se vyhotoví protokol podle ČSN.



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

### Kapitola 3: Teplá voda

Teplá voda je ohřátá pitná voda vhodná pro trvalé používání člověkem a domácími zvířaty; je určena k mytí, koupání, praní a k úklidu; při poruše dodávky studené vody se může použít k vaření, mytí a pro hygienické účely. Starší označení TUV (teplá užitková voda) není dovoleno používat. TV může obsahovat látky vyloučené z potrubí. Ohřevem dochází ke změně minerálního složení, které je u pitné vody důležité.

#### 3.1 Parametry TV

Zařízení na přípravu a rozvod teplé vody musí trvale dodávat vodu o teplotě 50 až 55°C, výjimečně 45 až 60°C. Jiná teplota je přípustná po zdůvodnění pro technologické účely. Při vyšších teplotách jak 60 až 80°C se nadměrně tvoří vodní kámen. Vznikající uhličitán vápenatý se usazuje v místech s nejvyšší teplotou, zhoršuje se prostup tepla, rostou nároky na údržbu a provoz, snižuje se životnost. Při vyšších teplotách se zrychlí korozní děje.

#### 3.2 Potřeba vody

Potřeba TV závisí na druhu provozu nemovitosti (obytná nebo administrativní budova,

Orientační spotřeba teplé vody		
Účel	Spotřeba vody /osobu a den	Teplota °C
mytí rukou	3 - 6	37
mytí hlavy	5 - 10	37
sprchování	50	37
vanová lázeň	150	40
vanová lázeň se sprchováním	150 - 200	40
mytí nádobí	5 - 10	50 - 60
úklid	10	50

Tab. 3.1 podle <http://www.eon.cz>

slévárna apod.), počtu a zvyklostech osob (frekvence koupání a sprchování). Při přesném výpočtu podle ČSN 06 0320 se sčítá potřeba vody pro mytí osob, mytí nádobí, pro úklid a mytí podlah. Hodnotu potřeby vody lze předběžně určovat podle tabulek orientační spotřeby vody (viz. tab.3.1).

Podle ČSN 06 0320 je zjednodušený odhad potřeby TV pro obytné budovy 82 litrů vody teplé 55°C na osobu a den.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

### 3.3 Zařízení na ohřev TV

#### 3.3.1 Způsoby ohřevu

*Podle předávání tepla se rozlišuje:*

- Přímý ohřev probíhá na principu směšování vody s vodní párou nebo horkou vodou. Tato voda se nehodí pro lidi. Patří sem také přestup tepla z povrchu elektrické topné vložky nebo v tepelném výměníku mezi spaliny a ohřivanou vodou;
- Nepřímý ohřev se děje mezi dvěma tekutinami přes teplosměnnou plochu

*Podle tlaku vody se rozeznává ohřev tlakový a beztlakový*

*Podle režimu ohřevu může být ohřev jednostupňový a vícestupňový*

*Podle místa ohřevu:*

- Místní ohřev. Zdroj tepla je umístěn v bezprostřední blízkosti odběru teplé vody. Většinou se ohřívají malá množství při minimálních tepelných ztrátách.
- Ústřední (centrální) ohřev. Jeden zdroj tepla zásobuje odběrní místa v celém objektu popřípadě jeho větší část. Ohřívají se velká množství. Ztráty v rozvodech jsou velké
- Dálkový ohřev. Voda se ohřívá ve výměňkové stanici. Soustava rozsáhlá a komplikovaná

*Podle počtu primárních zdrojů energie:*

- Jednoduchá (monovalentní). Hodí se tam, kde je zajištěna nepřetržitá dodávka primární energie
- kombinovaná (bivalentní, trivalentní). Využívají více zdrojů primární energie (dvou, tří). Například kombinace pevná paliva a elektřina, plyn a elektřina, solární energie a plyn atd.

*Podle konstrukce zařízení:*

- Zásobníkový. Voda se ohřívá do zásoby. Akumulovaná voda pokrývá nerovnoměrný odběr. Příkon ohřevu je stálý, relativně nízký
- Průtočný ohřev. Voda se začíná ohřívát v okamžiku, kdy začíná odběr. Jsou velké nároky na instalovaný příkon zdroje tepla. Nároky na prostor jsou minimální

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

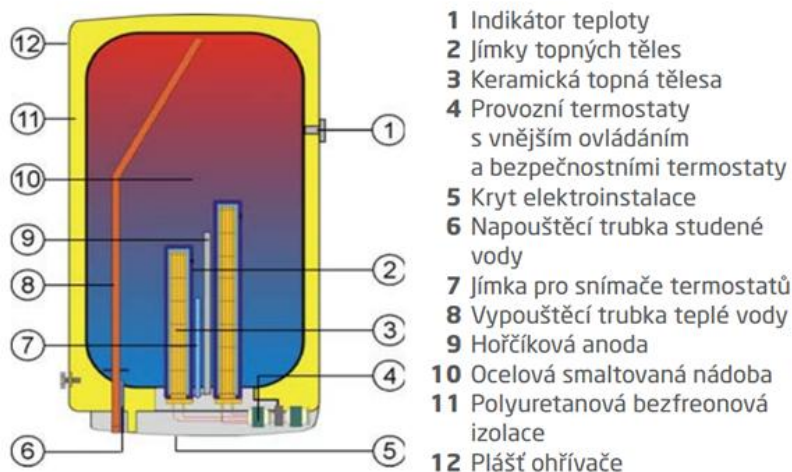
Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

- Smíšený ohřev. V principu se jedná o ohřev s malým zásobníkem a průtočným ohřevem. Běžné požadavky pokrývá průtočný ohřev, špičkové odběry zajišťuje zásobník. Voda v zásobníku se ohřeje do 1 hodiny.

### 3.3.2 Zásobníkový ohřev vody

#### 3.3.2.1 Tlakové zásobníkové ohřivače čili bojler

Realizují buď přímý, nebo nepřímý ohřev. Objem tlakových ohřivačů bývá 5 až 250 l. Teplota vody se nastavuje na termostatu. Hraniční hodnotou bývá 75 až 80°C. Materiálem tlakové nádoby ohřivače je nejčastěji ocelový smaltovaný plech. Jsou nabízeny i nerezové nebo měděné bojler. Kvalitní izolace nádoby má větší tloušťku a bývá z pěnového polyuretanu. Přímý ohřev vody je buď elektrický, nebo plynový. Případná ochrana proti zamrznutí se řeší spuštěním ohřevu vody při velkém mrazu. Provoz na levný (noční) tarif snižuje náklady na



Obr. 3.1 Schéma elektrického tlakového ohřivače (podle W1)

ohřev. Provoz se 2 tarify umožňuje okamžitý ohřev. Dostatečně bezpečný provoz plynových ohřivačů je při použití spotřebičů v provedení C s uzavřeným samostatným přívodem vzduchu a odtahem spalin (přes komín). Z důvodu bezpečného a hygienického provozu musejí být na přípojce studené vody pojistný ventil, zpětný ventil uzavírací armatura (zapsáno v pořadí od bojleru).

#### 3.3.2.2 Beztlakové zásobníkové ohřivače

Umísťují se buď pod, nebo nad odběrné místo (umyvadlo). Teplota vody bývá nastavitelná v rozsahu 30 až 85°C. Obvykle polypropylenová nádoba o objemu 5, 10 nebo 15 l je spojena s ovzduším. Provoz je hospodárný při dobré izolaci nádoby ohřivače. Směšovací baterie je

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

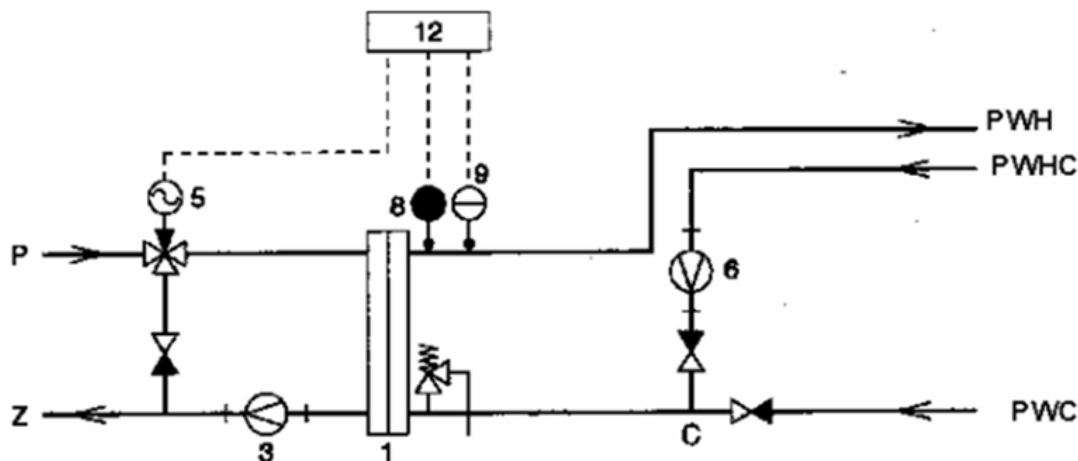
speciální beztlaková. Ohřivač pracuje na přepadovém principu (stejně jako koupelnová kamna na uhlí, v minulosti běžná).

### 3.3.2 Průtokový ohřev vody

Průtokové ohřivače se umísťují přímo k zařizovacímu předmětu. Na trhu jsou plynové a elektrické ohřivače. Elektrické odporové jsou stavěny s výkonem 2 až 6 kW. Ovládání ohřivačů je hlavně elektronické (konstantní výstupní teplota vody). Plynové jsou vyráběny do výkonu 28 kW, což odpovídá průtoku cca 16 l/min. Plynovým průtokovým ohřivačem (tzv. karmou) lze zásobovat až 3 odběrná místa.

### 3.3.4 Centrální ohřev vody pro více odběrů ve velkých objektech

Základním případem je dodávka tepla z městské teplárny. Teplonosným médiem v teplovodech může být středotlaká pára, teplá nebo horká voda. V úpravě parametrů (neboli výměňkové stanici) je teplo předáno studené vodě. Teplá voda je vnitřním vodovodem rozváděna po objektu.



Obr. 3.2 Schéma centrálního ohřevu teplé vody (podle L2)

Legenda: 1 - výměník tepla, 3 - čerpadlo na ohřivací straně, 5 - směšovací trojcestný ventil s elektrickým pohonem a havarijní nadstavbou, 6 - cirkulační čerpadlo, 8 - snímač teploty PWH, 9 - termostat havarijní teploty PWH, nastaven na 65°C, uzavírá směšovací ventil, 12 - řídicí systém ohřevu vody, PWH – teplá voda, PWC – studená voda, PWHC – cirkulační voda, P – přívod horké vody, Z – odvod ochlazené vody



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

Cirkulací PWHC se zajistí, že z výtokové armatury vždy vytéká TV. Voda v přívodním potrubí nemůže vychladnout. Minimalizace tepelných ztrát vyžaduje vypnutí cirkulace při delší pauze v odběru TV. Potrubí TV se musí dobře izolovat.

### 3.4 Hygiena provozu

V místech, kde teplota TV dlouhodobě kolísá pod 60°C se vyskytují choroboplodné zárodky, hlavně bakterie *legionelly pneumophily*. Tyto bakterie způsobují onemocnění podobné zápalu plic, které u oslabených jedinců končí smrtí. Obsah legionell ve vodě se snižuje *termodesinfekcí* (zvýšením teploty vody nad 70 °C po dobu min. 10 minut), *krátkodobým přechlorováním* systému, nejlépe v noci (až 10mg/l, v běžném provozu je 1 mg chlóru na 1 l vody), *trvalým dávkováním chlornanu sodného nebo ozónu do vody* (např. u bazénů), *trvalým udržováním teploty vody nad 65°C* ( nutno instalovat termostatické baterie), *trvalým působením ultrafialového záření, přidáváním stříbra* (minimálně 0,04 ppm) nebo mědi (min. 0,4 ppm, ppm = Parts per milion, využívá se baktericidního působení těchto prvků), *odlučováním kalu (gravitačně, na filtrech* (rozměr ok 0,002 mm, kal je živná půda pro bakterie), *pravidelnými revizemi systému* (vyvažování rozvodů, *proplachováním plným otevřením výpustných armatur v nejdálenějších místech po dobu 15 minut*).



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

## Kapitola 4: Vnitřní kanalizace

### 4.1 Základní pojmy

*Vnitřní* neboli domovní *kanalizace* ve smyslu norem ČSN EN 12 056 a ČSN 75 6760 *odvádí odpadní vody z budov a přilehlých ploch*, jež s budovami funkčně souvisí, až po napojení na kanalizační přípojku, žumpu apod. V širším pojetí vnitřní kanalizaci tvoří:

- *síť vnitřní kanalizace*, tj. potrubí včetně kanalizačního příslušenství
- *provozní zařízení a objekty*, které jsou používány přímo v provozu (zařizovací předměty) nebo zabezpečují správnou funkci vnitřní kanalizace (lapače tuku, přečerpávací zařízení, revizní šachty pod.)

*Odpadní voda* je pitná popřípadě jiná použitá voda odtékající do kanalizace. Použitím vody dochází ke změně její jakosti, konkrétně složení nebo teploty. Odpadní vody se liší stupněm znečištění a svým složením především v závislosti na typu sídla, druhu průmyslu a také na stupni naředění srážkovými a balastními vodami. Při volném vypouštění mohou odpadní vody ohrožovat jakost povrchových a podzemních vod. Objem a složení odpadních vod se ve stejném místě mění v průběhu času, a to během dne, týdne a roku.

Podle *původu* se rozlišují odpadní vody: *splaškové* (vzniká každodenní lidskou činností, pochází z domácností, škol, úřadů, od živnostníků apod.), *povrchové neboli dešťové* (včetně vody z tání sněhu), *průmyslové a zemědělské, podzemní*.

Podle *kvality* se rozlišují odpadní vody: *čerstvé* (u nichž neprobíhají rozkladné procesy), *nahnílé* (u nichž začali probíhat anaerobní procesy), *infekční* (obsahují choroboplodné zárodky takového druhu a v takové míře, že jsou nutná opatření před vypouštěním do veřejné kanalizace), *radioaktivní* (znečištěné radioaktivními látkami), *toxické* (obsahují látky působící toxicky již v malých koncentracích).

Z hlediska *vlivu na kanalizaci* mohou být odpadní vody: *neškodné* (nezávadné), *vyžadující předčištění*, *nebezpečné* (nesmějí být odváděny do stokové sítě. Např. voda s teplotou vyšší než 40°C. ohrožuje pryskyřičné spoje kameninových trub a některá plastová potrubí, urychluje rozklad organických látek - zapáchající látky unikající z potrubí obtěžují okolí).



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

### 4.2 Princip a základní požadavky

Vnitřní kanalizace může být *jednotná* nebo *oddílná*. Jednotná kanalizace odvádí všechny druhy odpadní vody společně. U oddílné kanalizace je samostatně vedena voda splašková a jiným potrubím teče voda dešťová.

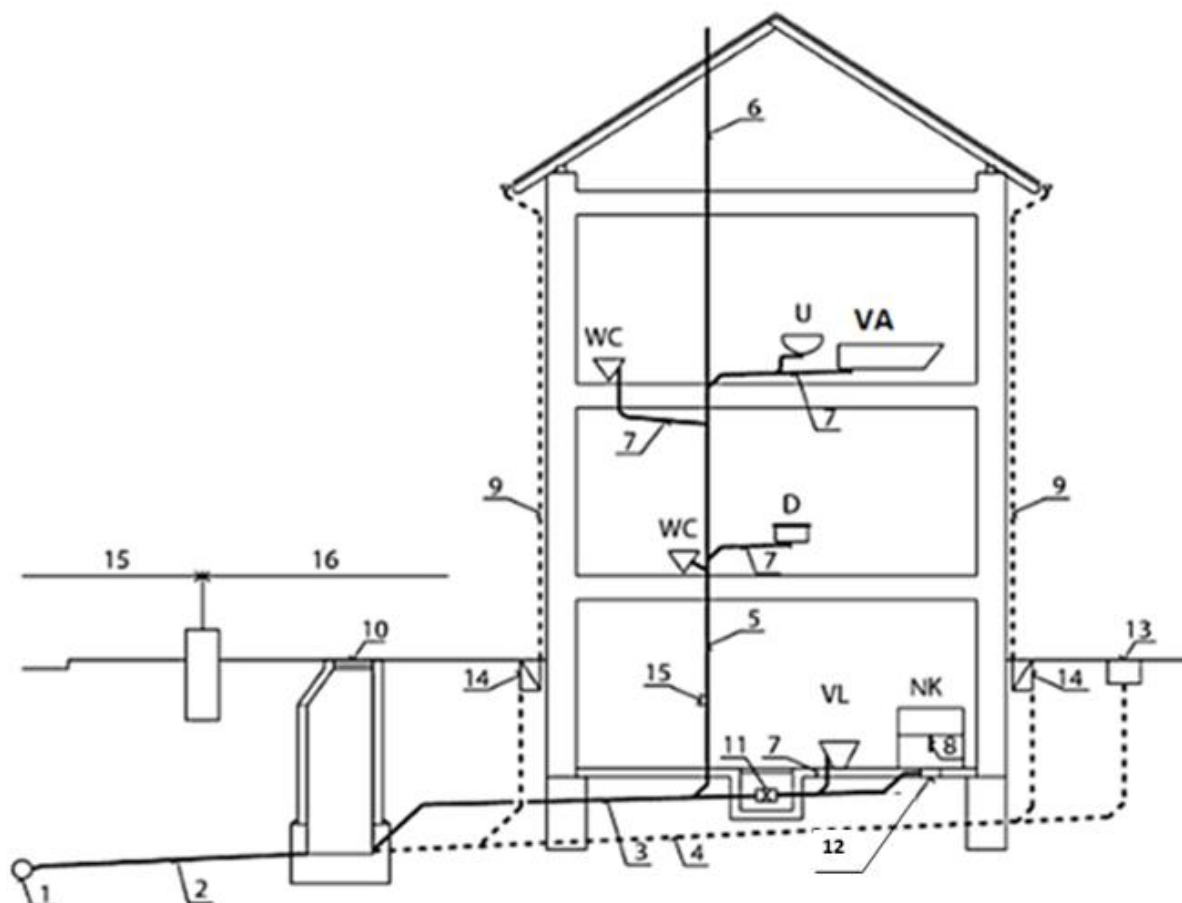
Z hlediska tlakových poměrů se rozlišuje kanalizace: *gravitační* (voda teče samospádem), *tlaková* a *podtlaková*.

Svodné (ležaté) potrubí. Hlavní svodné potrubí má být přímé, v jednotném sklonu a situované tak, aby vedlejší svodná potrubí byla krátká a přímá. Svodné potrubí se vede tak, aby byl dosažen **stupeň plnění** asi 0,5 (výška zaplnění potrubí má být asi do poloviny průměru). V tomto případě i hrubé plovoucí nečistoty plynule odtékají, aniž by se usazovaly a zároveň je zabezpečeno větrání kanalizace. Stupeň plnění kanalizace za provozu závisí na objemovém průtoku, sklonu potrubí a světlosti potrubí. V potrubí s nízkým stupněm plnění se tvoří usazeniny nečistot, odplavování je horší.

**Nejmenší** jmenovitá světlost **svodného** potrubí je **DN 70**, svodné potrubí uložené **v zemi** musí mít minimální světlost **DN 90**. Potrubí je nutno dimenzovat podle ČSN EN 12 056 a ČSN 75 6760. Spád potrubí bývá 1 až 2 %, maximálně 5 %.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035



**Obr. 4.1 Schéma vnitřní kanalizace (podle L1)**

D – dřez, NK – namáčecí kád' (v prádelně), U – umyvadlo, VL – výlevka, VA – vana, WC – záchodová mísa. 1 - veřejná kanalizace, 2 – kanalizační přípojka, 3 – splaškové svodné potrubí, 4 – dešťové svodné potrubí, 5 – splaškové odpadní potrubí, 6 – hlavní větrací potrubí, 7 – připojovací potrubí, 8 – odtokové potrubí, 9 – vnější dešťové odpadní potrubí, 10 – hlavní vstupní šachta, 11 – zpětná armatura proti vzdučné vodě, 12 – podlahová vpust', 13 – dvorní vpust', 14 – lapač střešních naplavenin, 15 – veřejný pozemek, 16 - nemovitost

Čisticí tvarovky nebo šachty svodného potrubí mají vzdálenost nejvíce **12m** při světlosti potrubí menší než DN100 a **18 m** při světlosti DN 100 až 200.

Odpadní potrubí. Odpadní potrubí odvádí splaškovou vodu z připojovacího potrubí do potrubí svodného. V **nejnižším** podlaží asi 1 m nad podlahou se na každém odpadním potrubí osazuje **čisticí tvarovka**. Čisticí tvarovky nesmějí být osazovány do místností, kde





## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

jsou uloženy potraviny. **Minimální** světlost odpadního potrubí je **DN 70**, jsou-li napojeny záchodové mísy DN 100.

**Rychlost proudění** padající vody snižena třením a odpory dosahuje asi po 15 metrech nejvyšší hodnoty přibližně **12 m/s**. Proto není třeba provádět opatření ke zmenšení rychlosti u značně vysokých budov.

Při průtoku odpadním potrubím může vznikat v potrubí podtlak nebo přetlak, zejména v místech zalomení potrubí. Padající voda s sebou strhává hodně vzduchu. Voda přitékající z přípojovacího potrubí může zúžit nebo i uzavřít průřez odpadního potrubí. Pod místem přítoku pak může vzniknout podtlak a následně může nastat vysátí vody ze zápachových uzávěrek a klokotání.

Podobná situace může vzniknout u zalomení potrubí. Před ležatým úsekem způsobuje uzavření potrubí vzduší vody a přetlak. Pak nastane zpětný výtok do zařizovacích předmětů. Na patě odpadního potrubí vzniká také přetlak. Za zalomením (ohybem) vzniká zase podtlak. V blízkosti změny směru se kvůli podtlakům a přetlakům nenapojují přípojovací potrubí.

V místě napojení odpadního potrubí na svodné se v současnosti téměř nepoužívají patková kolena, ale přechod se provádí dvěma koleny 45° s mezikusem min. délky 200 mm.

Přípojovací potrubí propojuje zápachovou uzávěrku zařizovacího předmětu nebo vpusti se splaškovým odpadním či svodným potrubím. Napojování přípojovacího potrubí na odpadní se dnes provádí především odbočkou s úhlem 87° nebo 88,5°. Tradiční napojování odbočkami 45° vyžadovalo více prostupů stropem a potrubí zasahovalo do prostoru jiného vlastníka. Doporučená světlost je např. pro umyvadlo DN 40, pro WC mísu DN 100 atd.

Větrací potrubí. Úkolem větracího potrubí je omezovat podtlak a přetlak vznikající při odtékání vody a tím zabraňovat poruchám, obtěžování pachem a hlukem. Přitom dochází jak k přisávání tak k odvodu vzduchu

Materiálem kanalizačního potrubí jsou nejčastěji PP, PE, PVC. Svodná potrubí v zemi se montují i z PVC-KG, kameniny a výjimečně z litiny. Směrnice pro upevňování, napojování, dimenzování potrubí atd. jsou v montážních předpisech výrobců potrubí a v normách.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

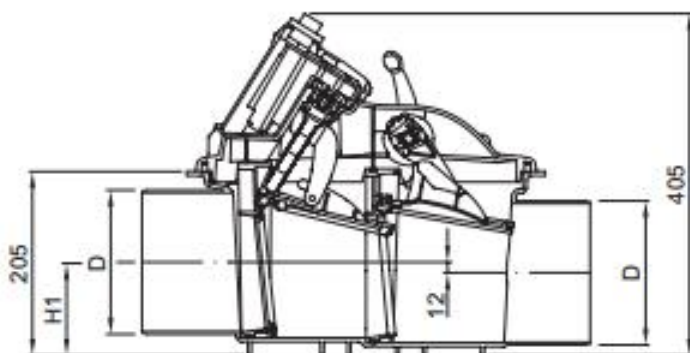
### 4.3 Kanalizační příslušenství

Spolehlivý provoz vnitřní kanalizace zabezpečuje kanalizační příslušenství, které zahrnuje uzavírací a zpětné armatury, zápachové uzávěrky a přepady, vpusti, střešní vtoky a lapače střešních splavenin.

#### 4.3.1 Armatury

Litinové *šoupátkové* kanalizační *uzávěry* jsou určeny pro uzavírání svodného potrubí proti vzedmuté vodě a pro přečerpávací potrubí. Ovládají se ručně nebo elektrickým servopohonem.

*Zpětné armatury* se instalují u gravitační kanalizace za účelem zamezení vniknutí vzduché vody ze stokové sítě do zařizovacích předmětů nebo vpustí. Ke zpětnému vzdučení může docházet při silných deštích, záplavách a ucpaném potrubí ve stokách jednotné kanalizační soustavy. Podle principu spojených nádob vzniká nebezpečí, že dojde ke zpětnému vniknutí odpadních vod ze stoky do budovy a zaplavení níže položených místností. Není-li stanoveno jinak, je **hladinou vzeduté vody úroveň terénu nad stokou** v místě napojení kanalizační přípojky. Pokud se neprovedou ochranná opatření proti zpětnému vzdučení, nelze se domáhat náhrady za škody způsobené vodou. *Jednostupňovou ochranou* je např. zpětná klapka. *Třístupňová ochrana* například obsahuje zpětnou klapku, kulový uzávěr a plovákový ventil. U



armatury na obr. 4.2 je jedna klapka uzavírána automaticky a druhá manuálně. Vyrábějí se klapky vhodné pro černou vodu (tj. splaškovou s obsahem fekálií) a šedou vodu (ta je bez fekálií).

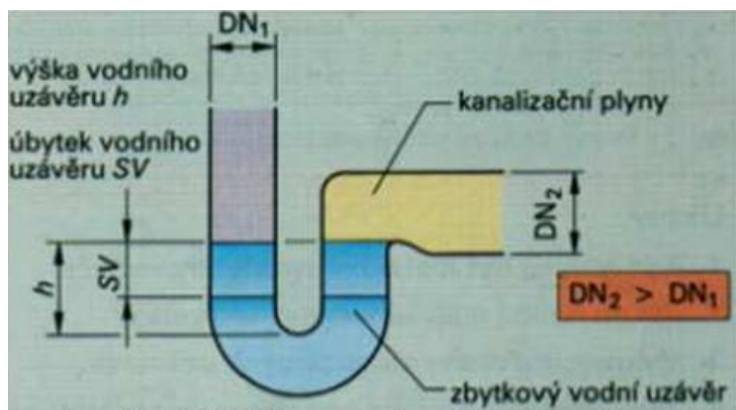
Obr. 4.2 Automatická zpětná klapka (L2)

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

### 4.3.2 Zápachové uzávěrky

Aby nedošlo k vyplavení budov, **musí být** vodovodní výtokové armatury, pojistné ventily a přepady z nádrží opatřeny odpadem vody. *Nepatří* to v případě požárních hydrantových systémů, stabilních hasicích zařízení a vodotěsných podlah s podlahovými vpustmi. Nádrže s uzavíratelnými odpadními ventily (umyvadla, vany) musejí mít přepad. Odpad je nutno vybavit **zápachovou uzávěrkou** (sifónem), která zamezuje vnikání kanalizačních plynů do místností. Minimální výška vodního uzávěru musí být taková, aby nemohlo dojít k úplnému



vyschnutí vody v sifonu.

Zápachové uzávěrky se vyrábějí většinou z plastů nebo mosazi, zřídka ze šedé litiny. Měli by se dít snadno čistit a být snadno rozebíratelné. Každý zařizovací předmět musí mít zápachovou uzávěrku. Společné zápachové uzávěrky pro více zařizovacích předmětů se nedoporučují.

Obr. 4.3 Schéma zápachové uzávěrky (L3 str. 157)

### 4.3.3 Vpusti

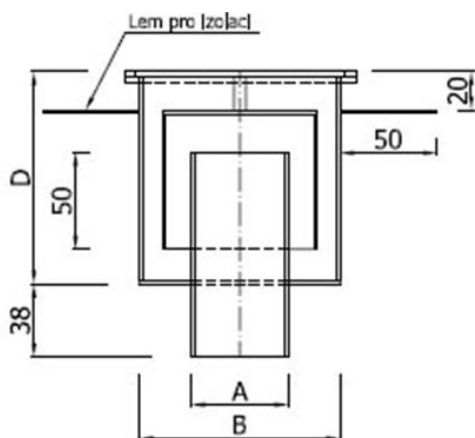
Vpusti odvádějí odpadní vodu z odvodňovaných ploch. Podle umístění se dělí na podlahové (v objektech) a dvorní (na plochách přilehlých k objektu). Pro odvodnění okolí domu se používají vpusti uliční a odvodňovací žlábků. Vpusti uvnitř budovy musí mít zápachovou uzávěrku. Vpusti se používají zejména ve sprchách, prádelnách kotelnách, velkokuchyních, v umývárkách s 5 a více umyvadly atd.

Výběr typu a velikosti vpusti se provádí podle maximálního průtoku, maximální teploty odváděné vody, možnosti spojení s hydroizolací a odolnosti proti předpokládanému zatížení. Pokud je to nutné, tak se instalují vpusti se záchytným košem mechanických nečistot. Vpustě se nesmí umísťovat do garáží, do prostor bez možnosti doplňování vody do zápachové uzávěrky (sklepy, sklady) tam, kde bezpečnostní předpisy vylučují doplňování vody do

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

zápachové uzávěrky (např. prostory s elektrickým zařízením). Osvědčenými materiály vpustí jsou nerez a plasty.



*Obr. 4.4 Nerezová podlahová vpust*

### 4.3.4 Střešní vtoky

Slouží k odvodnění plochých střech, teras, balkonů a lodžii. Ukončují vnitřní dešťové odpadní potrubí. Na vtoku mají mřížky pro zachycování nečistot.

### 4.3.5 Přivzdušňovací ventily

Přivzdušňovací ventil umožňuje při podtlaku přisávání vzduchu do potrubí gravitační vnitřní kanalizace. Pokud není v potrubí podtlak nebo nastane-li v něm přetlak, zabraňuje ventil unikání zápachajícího vzduchu do budovy. Přivzdušňovací ventil nemůže plnohodnotně nahradit větrací potrubí, protože neumožňuje únik kanalizačních plynů do venkovního prostředí mimo budovu.



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

### 4.4 Přečerpávání odpadních vod

Odpadní vody ze zařizovacích předmětů a vpustí je nutno přečerpávat, jestliže není možné jejich gravitační odvodnění nebo jsou pod hladinou vzdušné vody ve stokové síti. Přečerpávané odpadní vody natékají do sběrné jímky, odkud jsou dopravovány do svodného potrubí. U malých objektů lze vystačit s ručním čerpáním. Běžnější jsou lopatková ponorná nebo jednovřetenová kalová čerpadla s elektrickým pohonem a automatickou hladinovou regulací. Při dopravě černých vod se instalují mělniče fekálií. Přítokové potrubí a čerpací stanici je nutno opatřit větracím potrubím s výstupem nad střechu. Výtlačné potrubí se opatřuje zpětnou a uzavírací armaturou.

### 4.5 Likvidace odpadních vod

Zákon o vodovodech a kanalizacích (č. 274/2001Sb) ukládá vlastníkovu nemovitosti připojit se na veřejnou kanalizaci, jestliže takové rozhodnutí vydala obec. Pokud napojení není technicky možné, musí si občan vybrat jednu ze tří následujících možností:

- a) Postavit žumpu a zajistit její vyvážení
- b) Postavit septik se zemním filtrem nebo kořenovou čistírnou odpadních vod
- c) *Postavit malou domovní čistírnu odpadních vod.* Vyčištěná voda se vypouští do vod povrchových nebo podzemních. Povolení vydává Vodoprávní úřad na základě posouzení podle Vodního zákona a navazujících předpisů.

Odpadní vodu je nutno zbavovat nežádoucích látek. Proti vniknutí velkých nečistot se instalují ochranné mřížky, úzké průtočné profily (např. u uzavíracích ventilů umyvadel), popřípadě usazovací jímky.

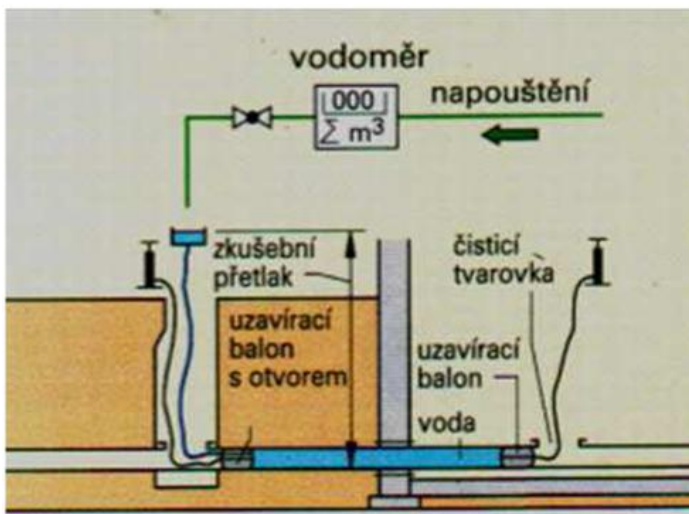
Zanášení a ucpávání kanalizace odpadní vodou zejména z průmyslových provozů se brání instalací lapačů písku a kalů, lapačů tuku a ropných produktů, lapačů škrobu. Jsou-li odpadní vody kontaminovány kyselinami a zásadami, je nutno zabudovat neutralizační zařízení. Úprava kvality vody na úroveň vody splaškové je nutná pro bezporuchový chod čistíren odpadních vod. Nesmí dojít k usmrcení bakterií v biologické části čistírny.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

### 4.6 Zkoušky domovní kanalizace

Zkoušky vnitřní kanalizace vycházejí z ČSN EN 476 a ČSN 73 6760. Při zkoušce vnitřní kanalizace se vykonává: *technická prohlídka*, zkouška *vodotěsnosti svodného potrubí*,



zkouška *plynotěsnosti odpadního, přípojovacího a větracího potrubí* (dočasně není povinná). Do vykonání zkoušek musí být potrubí přístupné a očištěné (nezakryté, nezasypané, nezazděné), aby spoje byly v plném rozsahu viditelné. Technická prohlídka, zkouška vodotěsnosti nebo plynotěsnost se provádí po jednotlivých smontovaných částech nebo vcelku. O technické prohlídce a zkoušce vodotěsnosti se provede **zápis** (vzor je v národní normě).

*Obr., 4.5 Zkouška těsnosti svodného potrubí (L3 str. 150)*

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

## Kapitola 5: Plynárenství

### 5.1 Historie plynárenství

*První využití* přírodního zemního plynu pro svícení a vytápění proběhlo již v X. století před naším letopočtem. Rozvod byl v bambusových trubkách. *Svítiplyn* vyrobený karbonizací uhlí nebo dřeva byl příležitostně používán ke svícení již v roce 1618. Po druhé světové válce nastal rozvoj využívání *zemního plynu*. *Zkapalněné plyny* se cíleně využívají od roku 1930 v souvislosti s rozvojem zpracování zemního plynu a ropy. V roce 1907 patentoval K. Imhoff uzavřenou vyhnívací nádrž na výrobu *bioplynu* (kalového plynu – využití splaškových vod)

*Za den vzniku průmyslového plynárenství* je považován 31. prosinec roku **1813**, kdy se poprvé rozsvítily lampy plynového osvětlení na londýnském Westminsterském mostě.

15. září **1847** byla v Praze - Karlíně uvedena do provozu první plynárna a rozsvíceno prvních 200 lamp na svítiplyn. V roce **1901** u Hodonína bylo poprvé navrtáno ložisko ropy a zemního plynu. **V roce 1967** byl uveden do provozu plynovod Bratrství, kterým byl dopravován zemní plyn na Slovensko a jižní Moravu. V roce **1996** byla ukončena výroba a distribuce svítiplynu v Česku. Od roku 1997 proudí do ČR také plyn z Norska – ¼ spotřeby. Na celkové spotřebě energie v ČR se zemní plyn podílí asi 20 %.

### 5.2 Topné plyny

Topné plyny jsou uhlovodíkové plynné látky, jejichž spalováním se získává technicky využitelné teplo. *Spalné teplo plynu*  $Q_s$  ( $\text{J}\cdot\text{m}^{-3}$ ) je množství tepla, vzniklé spálením  $1 \text{ m}^3$  topného plynu teoretickým množstvím vzduchu nebo kyslíku za konstantního tlaku a teploty, přičemž vodní pára přítomná ve spalinách zkondenzuje na vodu. Spalné teplo je větší než výhřevnost o kondenzační teplo vodních par vzniklých při spalování.

V ČR je platné rozdělení topných plynů podle ČSN 38 5509 na plyny:

- **Nízkovýhřevné** s  $Q_s \leq 16,8 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-3}$ , například plyn vysokopecní.
- **Středně výhřevné** s  $16,8 < Q_s \leq 20 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-3}$ , například svítiplyn a koksárenský plyn.
- **Velmi výhřevné** s  $20 < Q_s \leq 50 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-3}$ , například karbonský plyn, zemní plyn, bioplyn.
- **Vysoce výhřevné** s  $50 < Q_s \leq 80 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-3}$ , například propan, butan a jejich směsi.



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

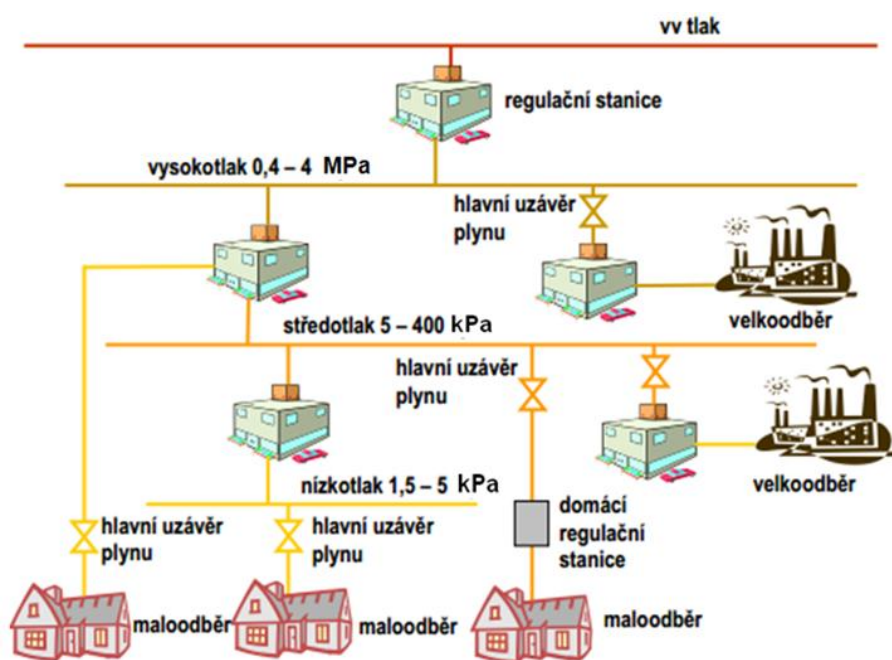
Zemní plyn je nejčistší a nejbezpečnější mezi primárními palivy. Je to hořlavá látka bez barvy a zápachu, nejedovatý. Při jeho spalování se na rozdíl od jiných fosilních paliv uvolňuje do vzduchu výrazně méně škodlivin ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ , prach). Obsahuje asi 98% metanu a 1,2% vyšších uhlovodíků. Ložiska zemního plynu jsou v pórovitých horninách. Zemní plyn se těží z hloubek až 8 km, jak na souši, tak v moři.

LPG (z anglického *Liquefied Petroleum Gas*) je směs dvou uhlovodíkových plynů **propanu** a **butanu**, nazývaná dříve *propanbutan*. LPG není jedovatý, je však nedýchatelný a má mírně toxický účinek. V plynném skupenství je těžší než vzduch a v kapalném je lehčí než voda. Více jak tři čtvrtiny LPG pochází z ropných rafinérií.

Bioplyny tvoří skupinu plynných produktů, vznikajících vyhníváním organických látek (anaerobní metanovou fermentací). Biomasa pro fermentaci může být živočišného nebo rostlinného původu. Obsahuje 40 až 75 % methanu, 25 až 55%  $\text{CO}_2$  a  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2$ , S, čpavek.

### 5.3 Rozvod zemního plynu

Plynovod je soustava potrubí pro rozvod plynu (nejčastěji zemního) na delší vzdálenosti. Ve srovnání se železnicí je doprava plynu pomocí plynovodu levnější. Plynovod bývá veden *pod zemským povrchem*. *Nad zemí* je veden pouze v úsecích, *kde je to nezbytné nebo výhodné* (např. překonání větších vodních toků nebo v průmyslových areálech). Podle velikosti tlaku v



plynovodním potrubí se rozlišují plynovody *nízkotlaké (NTL)* s provozním přetlakem do 5 kPa, *středotlaké (STL)* s přetlakem 0,005 až 0,4 MPa, *vysokotlaké (VTL)* s přetlakem přes 0,4 MPa až do 4 MPa, *velmi vysokotlaké (VVTL)* s přetlakem 4 až 10 MPa.

**Obr. 5.1 Schéma rozvodné sítě zemního plynu (W2)**





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

### 5.4 Plynovodní přípojka

Přípojkou se připojuje odběrné plynové zařízení (OPZ) na distribuční plynovod, vedený zpravidla v ulici, v chodníku nebo v zeleném pásu. Přípojka začíná odbočením z uličního plynovodu a končí hlavním uzávěrem plynu (HUP) připojeného objektu. Přípojky mohou být nízkotlaké (do 5kPa) nebo středotlaké (přes 0,005 až do 0,4 MPa). Protože plynové spotřebiče jsou konstruovány na provozní přetlak 2,3 kPa, tak se nízkotlaké přípojky provozují právě s tímto přetlakem. Za středotlakou přípojku je nutno instalovat regulátor tlaku. Distributor plynu zřizuje přípojky, je jejich majitelem a odpovídá za jejich kontroly, revize a opravy.

Přípojky jsou zpravidla z PE. K uličnímu potrubí se vede ve sklonu alespoň 5‰ a uložena musí být nejméně 500 mm pod úroveň terénu. Od jiných souběžných sítí musí činit minimální vzdálenost alespoň 400 mm. Při křížení je bezpodmínečně nutné zachovat vzdálenost alespoň 100 mm.

HUP se umísťuje na hranici pozemku majitele nemovitosti nebo na obvodové zdi plynofikovaného objektu. HUP umístěný uvnitř objektu (jen v odůvodněných případech) musí být kombinován se samočinným požárním uzávěrem plynu.

Domovní regulátor plynu reguluje středotlaký přetlak plynu na nízkotlaký. Zpravidla se umísťuje za hlavní uzávěr plynu. V takovém případě je součástí OPZ a je ve vlastnictví majitele nemovitosti, který zajišťuje jeho provoz. Regulátor je v podstatě škrticí ventil. Aby se nepřekročil tlak 2,3 kPa, tak se před spotřebič nebo plynoměr dává vyrovnávací regulátor.

Plynoměr zajišťuje měření odebraného množství plynu pro obchodní styk. Dodavatel plynu je vlastníkem plynoměru, rozhoduje o jeho umístění a osazuje ho, stará se o jeho úřední ověřování a provádí odečítání stavu. Každý byt má svůj plynoměr. Provoz plynoměru s porušenou plombou na šroubení se považuje za neoprávněný odběr plynu. Odběratel je povinen sledovat činnost plynoměru a zjištěné závady neprodleně hlásí dodavateli plynu. Nejčastěji se používají plynoměry membránové.



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

### 5.4 Uskladnění topných plynů

- a) Plynárenská soustava pro zemní plyn v ČR využívá *podzemní zásobníky plynu*. Rozlišují se *sezónní zásobníky*, (akumulují plyn pro zvýšenou spotřebu v zimních měsících) a *špičkové zásobníky* (kryjí špičkovou spotřebu zemního plynu v několika dnech).
- b) *Tlakové nádoby na stlačený zemní plyn* pro spalovací motory vozidel (CNG). Vodní objem 24 až 155 litrů, pracovní tlak 200 barů (zkušební tlak 300 barů). Pro případ požáru jsou nádoby vybaveny ochrannou pojistkou, která zaručí řízené "odfouknutí" expandujícího plynu v okamžiku, kdy teplota přesáhne hranici 110°C. Vzhledem k náročným tlakovým zkouškám jsou silnostěnné plynové tlakové nádoby z oceli nebo kompozitních materiálů bezpečnější než tenkostěnné nádrže na kapalné pohonné hmoty.
- c) *Stabilní tlakové ocelové zásobníky na LPG* pro objemy několik m<sup>3</sup> se používají buď jako zdroj plynné fáze (zásobníky plněny propanem) nebo jako zdroj kapalného plynu (zásobníky jsou plněny směsí propanu a butanu) doplněné výparníkovou stanicí. Umístěny mohou být buď nad zemí, nebo pod zemí. Umístění zásobníků vymezuje TPG 402 01, kde je popsán ochranný prostor, v němž může vzniknout nebezpečná koncentrace zemního plynu. Výbava zásobníku: armatura pro plnění plynu včetně zpětného ventilu, uzavírací armatura pro odběr kapalné fáze, uzavírací armatura pro odběr plynné fáze, pojistný ventil, stavoznak, tlakoměr, armatura pro měření maximální dovolené hladiny při plnění.
- d) Vratné *ocelové tlakové láhve s náplní 2, 10, 33 kg LPG*. Pro zajištění konstantního tlaku plynu vystupujícího z láhve je přišroubován lahvový regulační ventil. Barva láhve závisí na dodavateli LPG.



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

# Kapitola 6: Domovní plynovod pro zemní plyn

## 6.1 Základní pojmy a požadavky

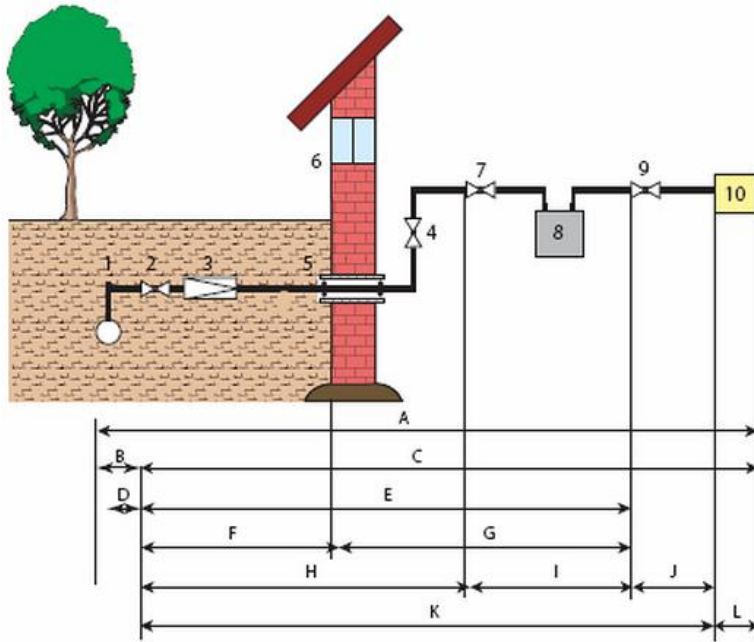
*Základní pokyny pro návrh, stavbu, provoz a zkoušení domovních plynovodů jsou v technických pravidlech TPG 704 01. Tato pravidla navazují na ČSN EN 1775 Zásobování plynem – plynovody v budovách. Zabývají se odběrnými plynovými zařízeními (OPZ) s provozním přetlakem do 10 kPa včetně, umístováním a připojováním plynových spotřebičů s jednotlivými tepelnými příkony nižšími než 50 kW a přívodní částí domovních plynovodů k domovním regulátorům tlaku plynu se vstupním tlakem plynu nejvýše 0,4 MPa. TPG 704 01 neplatí pro plynovody sloužící k dodávce zkapalněných uhlovodíkových plynů (LPG). Od roku 2009 platí TPG 704 03 Domovní plynovody z vícevrstvých trubek. Navrhování a stavba. Podle tohoto předpisu lze zhotovit domovní plynovod z plastových trubek s kovovou vložkou. Osvědčené vnitřní potrubí je z tenkostěnných ocelových nebo měděných trubek. Vnější část plynovodu uložená v zemi bývá polyetylenová. Plynovod lze montovat pouze ze součástí schválených pro daný druh plynu. Součásti jsou žluté nebo se žlutými pruhy.*

*Ocelové a polyethylenové trubky se spojují tavným svařováním. Měděné trubky se pájí na tvrdo. Tvarovky pro lisované spoje se používají u měděných a vícevrstvých trubek. K připojení plynoměrů a spotřebičů se používají šroubení a příruby. Svářečské a pájecí práce mohou vykonávat pouze osoby s platným dokladem o přezkoušení podle příslušných předpisů.*

Plynovodní potrubí se vede co nejkratším směrem k místu spotřeby. Plynovod s velkým počtem kolen, ohybů a změn směru má vyšší tlakové ztráty, dochází k usazování nečistot a ke kondenzaci vody. Plynovodní potrubí lze vést přístupnými prostory (sklepy, chodbami, schodišti, technickými podlažími) *po povrchu stěn*. Upevnění se provádí objímkami na nosných konstrukcích. Při prostupu stropy a příčkami se potrubí vede *chráničkami* nebo se ovine plstěnými pásy, aby se zabránilo přímému styku se zdivem, čímž se zajistí dilatace a ochrana proti korozi. Průchody plynovodu dutými konstrukcemi se vedou v chráničkách. V bytových prostorách a drobných provozovnách je plynovod zpravidla veden *pod omítkou* v mělké drážce a je upevněn instalatérskými háky. Pod omítkou nesmí být rozebíratelné spoje.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035



Legenda k obrázku: 1 - uliční rozvod, 2 - hlavní uzávěr plynu, 3 - regulátor, 4 - domovní uzávěr, 5 - vstup domovního plynovodu obvodovou zdí, 6 - samostatný objekt, 7 - uzávěr před plynoměrem, 8 - plynoměr, 9 - uzávěr spotřebiče, 10 - spotřebič A - plynové zařízení, B - plynárenské zařízení, C - odběrné plynové zařízení, D - plynovodní přípojka, E - domovní plynovod, F - vnější plynovod, G - vnitřní plynovod, H - domovní rozvod, I - spotřební rozvod, J - připojení spotřebiče, K - plynovod, L - spotřebič

J - připojení spotřebiče, K - plynovod, L - spotřebič

Obr. 6.1 - Přehledové schéma plynového zařízení podle ČSN EN 1775 a TPG 704 01

## 6.2 Plynové spotřebiče

Úkolem plynového spotřebiče je přeměnit chemickou energii plynu na teplo. K tomu jsou ve spotřebičích hořáky, v nichž musí probíhat dokonalé spalování, bez vzniku jedovatého oxidu uhelnatého CO. K domovnímu plynovodu lze připojovat jen spotřebiče, vyhovující požadavkům zákona 22/1997 Sb. (o technických požadavcích na výrobky a související předpisy, prohlášení o shodě) a nařízení vlády č. 177/1997 Sb. (stanoví grafickou podobu značky prohlášení o shodě). Jejich provedení a určením musí vyhovovat danému druh a tlak plynného paliva. Je zakázáno připojovat spotřebiče, na nichž byly provedeny jakékoliv neoprávněné a neodborné zásahy nebo úpravy, nebo jejichž technický stav neodpovídá požadavkům bezpečnosti a provozuschopnosti. Připojení nesmí být delší než 1,5m a musí odolávat tepelnému a mechanickému namáhání.

Druhy plynových spotřebičů podle TPG 800 00:

**Spotřebiče v provedení A** odebírají vzduch ke spalování z prostoru, ve kterém jsou umístěny. Produkty spalování zůstávají v téže prostoru. (místnosti). Typickým příkladem jsou plynové sporáky a vařiče, malé průtokové ohříváče a grily, laboratorní kahany apod.

**Spotřebiče v provedení B** odebírají spalovací vzduch z prostoru, ve kterém jsou umístěny. Spaliny jsou odváděny do vnějšího ovzduší komínem nebo kouřovodem. Při nedostatečném

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

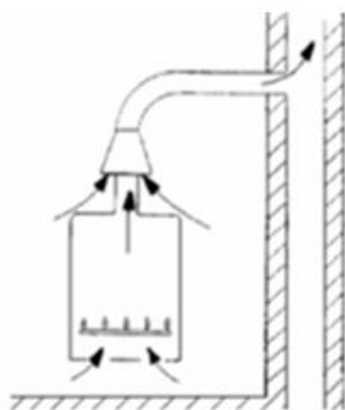
přívodu vzduchu dochází k nedokonalému spalování. Spaliny se mohou vracet přerušovačem tahu do místnosti

**Spotřebiče typu C** samostatnými průduchy přisávají vzduch pro spalování z venkovního prostoru a spaliny odvádějí tamtéž.

U spotřebičů typu **A a B** je nutno zajistit minimální objem místnosti a dostatečnou výměnu vzduchu. Jinak hrozí těžké havárie se smrtí osob.

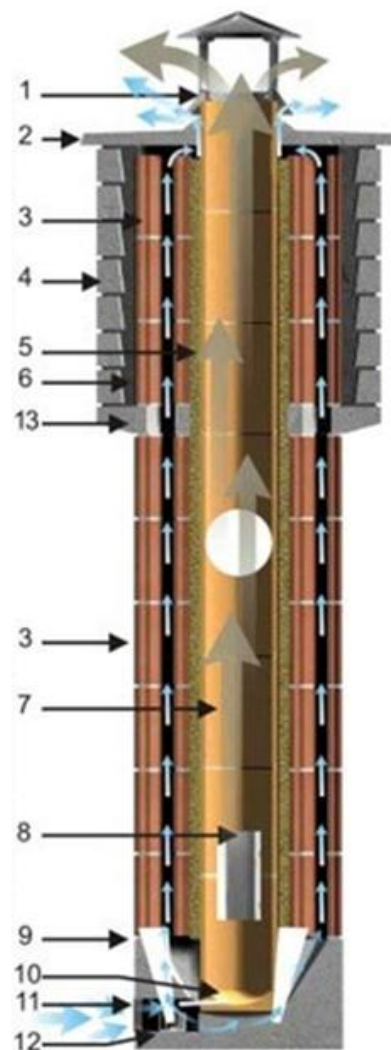
Podle *umístění* se rozlišují (domácí) spotřebiče volně stojící, nástěnné, závěsné (zářiče), vestavné (v nábytku, ve výklenku apod.)

## 6.2 Komíny



Obr. 6.2 Plynový spotřebič B  
s přerušovačem tahu

1. Komínový límeec z litiny
2. Krakorcová deska
3. Tvarovka komínového tělesa
4. Dekorativní obklad
5. Tepelná izolace
6. Malta
7. Keramická vložka
8. Komínová dvířka
9. Komínová pata
10. Kondenzační jímka
11. Větrací mřížka
12. Nádoba na kondenzát
13. Krakorcová deska



Obr. 6.3 Části komínu (podle W3)

Spaliny vznikající při hoření paliva jsou pro člověka nebezpečné a proto musejí být odváděny ze spalovacího prostoru do volného prostoru. Přeprava může být prováděna s podporou tlačného nebo sacího ventilátoru, popř. jen termickým vztlakem. Pouze dokonale vyvážená soustava hořák – kotel – komín zaručí hospodárné využití paliva s nejvyšší účinností. U **plynových spotřebičů převažují komíny vícevrstvé**, neboť umožňují dobrou funkci komína i při nízkých teplotách spalin. Je zajištěn dostatečný vztlak spalin při poměrně malé výšce komína. Vkládáním vložek (nerezových, šamotových,



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

plastových) do starých komínů se brání rozpadu a odplavování spojovací malty kondenzátem. U plynových kondenzačních kotlů vzniká nejvíce kondenzátu. Kondenzát má kyselou reakci.

Vyústění komína s přirozeným tahem nad střechou musí být provedeno do volného prostoru tak, aby působením větru nedocházelo ke snižování komínového tahu a poškozování pláště komína (sazemi, kondenzátem). Tah komínu nesmí být omezován střešními nástavbami. Výšky vyústění jsou v literatuře. S ohledem na možnost poškození stavby a obtěžování sousedů je nevhodné vyústění kouřovodu trubkou na stěně budovy.

### 6.3 Zkoušení a provoz plynovodů

Správné seřízení plynových spotřebičů zajišťuje jejich bezpečný provoz a optimální účinnost. Seřizování na požadovaný tepelný výkon se provádí v místě instalace spotřebiče metodou tlaku v trysce nebo volumetrickou metodou. Hodnoty pro seřízení jsou uvedeny v dokumentaci od výrobce. Než se začne seřizovat plynová armatura spotřebiče, musí být seřízen tlak plynu na vstupu do spotřebiče

Rozlišují se *zkoušky* pevnosti, těsnosti a provozuschopnosti (tj. kontroly těsnosti při provozním tlaku. Zkoušky se provádějí:

- a) u nově vybudovaného plynovodu
- b) po jakémkoliv zásahu na plynovodu při němž dochází k narušení jeho těsnosti (s výjimkou výměny domovních a plynoměrových regulátorů)
- c) u rekonstruovaného nebo prodlužovaného spotřebního rozvodu, pokud délka rekonstruované nebo prodlužované části přesáhne 3m
- d) před uvedením stávajícího plynovodu do provozu, jestliže byl déle než 6 měsíců mimo provoz
- e) u dodatečně utěšňovaného plynovodu
- f) v případě odůvodněného podezření na porušení těsnosti plynovodu (při provádění stavebních prací, požáru atp.)

Vlastník nebo provozovatel je povinen udržovat plynové zařízení v bezpečném a provozuschopném stavu a zajišťovat jeho revize (vyhláška 85/1979Sb, ČSN 38 6405), kontroly a zkoušky. Oprávněná organizace, která provedla montáž, je povinna zajistit prokazatelné seznámení vlastníka s provozem, údržbou, a obnovou protikorozních nátěrů plynového zařízení. Vlastník musí zajišťovat volný přístup k armaturám a spotřebičům, kontrolu výstražných a orientačních cedulí, těsnost plynovodu, aktuální stav dokumentace zařízení.



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

Před opravami plynovodu je nutné provést jeho odplynění – náhradu plynu vzduchem. Provede se např. odšroubováním příslušné zátky plynovodu. Opětné zaplnění plynovodu po opravě je možné až po provedení zkoušek pevnosti a těsnosti plynovodu.

Každý provozovatel objektu musí mít jmenovanou osobu, **odpovědnou za provoz a údržbu plynového zařízení**. Oprávněné osoby mohou pracovat na plynovém zařízení pouze se souhlasem této osoby. Opravář zapisuje svoji činnost do pracovního deníku. Po nátěrech nebo izolování potrubí nejsou nutné zkoušky plynovodů.

Provozovatel může za provozu provést provozní kontrolu těsnosti plynovodu.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

# Kapitola 7: Obecné základy pro vytápění budov

## 7.1 Klimatické poměry

V chladném zimním období je nutné zajistit v místnostech příznivé tepelné poměry. Proto je důležitá znalost místních povětrnostních a klimatických podmínek.

Pro správné navržení otopné soustavy je důležité znát hodnotu venkovní teploty vzduchu, vítr, oslunění budovy. V omezené míře je důležitá vlhkost vzduchu a atmosférický tlak.

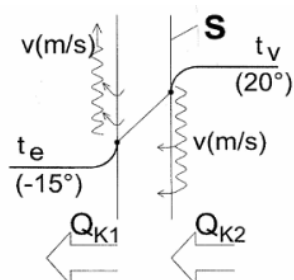
## 7.2 Tepelná pohoda člověka

Tepelná pohoda nastává v okamžiku, kdy nemáme pocit chladu ani nadměrného tepla. Tepelnou pohodu člověka ovlivňují činitele subjektivní a objektivní. Mezi subjektivní činitele řadíme stáří, pohlaví člověka, hmotnost, schopnost adaptace atd. Mezi objektivní činitele patří teplota vzduchu, teplota okolních předmětů, pracovní činnost, oblečení,...

Celková pohoda prostředí je dána tepelnou pohodou a působením okolí (např. hluk-zvuk, osvětlení, barevnost, tlak vzduchu, koncentrace škodlivin, vůně, ..).

## 7.3 Sílení tepla

Sdílení (přenos) tepla je předávání tepla z místa o vyšší teplotě do místa o nižší teplotě. Podle druhého termodynamického zákona o entropii může teplo samovolně přecházet pouze z tělesa teplejšího na těleso chladnější. Přenos tepla se uskutečňuje vedením (kondukcí), prouděním (konvekcí) a sáláním (radiací). Skutečné děje představují téměř vždy kombinaci dvou nebo všech tří základních případů.



**Obr. 7.1: Schematické znázornění sdílení tepla [14]**





## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

### 7.4 Energetická spotřeba budov

Energetická náročnost budovy (spotřeba energie) je množství nakupované energie, kryjící energetické nároky budovy. Energetický nárok budovy (potřeba energie) je množství energie, které objekt pro svou funkci objektivně potřebuje.

Energetickou náročnost budovy z pohledu celkově dodané energie, tzn. energie spotřebované (vytápění, větrání, chlazení, klimatizaci, přípravu teplé vody a osvětlení), ovlivňují všechny systémy, které se podílejí se na spotřebě a výrobě energie. Údaj, který je v současné době používán jako referenční hodnota, je měrná potřeba tepla na vytápění [kWh/m<sup>2</sup>a]. Klasifikace energetické náročnosti budovy je rozdělena do klasifikačních tříd A až G. Budova by celkově měla dosáhnout minimálně na třídu A-C. Třída D-G je z pohledu splnění požadavku vyhlášky nevyhovující.

Stanovení potřeby tepla je možné provést pomocí kalkulátoru uvedeného na stránkách TZB-info (<http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>).

### 7.5 Výkony vytápěcích zařízení

Výpočet tepelných ztrát budov

Aktuálně je pro výpočet tepelných ztrát budov a dimenzování otopných ploch v platnosti norma ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu. Tato norma stanovuje postup výpočtu návrhové tepelné ztráty a návrhového tepelného výkonu. Tato norma také uvádí zjednodušenou výpočtovou metodu, která se smí použít pro obytné budovy, ve kterých je intenzita výměny vzduchu (při tlakovém rozdílu 50 Pa mezi vnitřním a vnějším prostředím budovy)  $n_{50} < 3 \text{ h}^{-1}$ .

Výpočet výkonu zdroje tepla při vytápění objektu, přerušovaném větráním a ohřevu teplé vody:

$$Q = 0,7 \cdot Q_{\text{TOP}} + 0,7 \cdot Q_{\text{VĚT}} + Q_{\text{TV}}$$

$Q_{\text{TOP}}$  ...potřeba tepla na vytápění

$Q_{\text{VĚT}}$  ...potřeba tepla pro větrání

$Q_{\text{TV}}$  ...potřeba tepla pro ohřev teplé vody

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

### 7.6 Distribuce tepla v budovách vodou, párou, elektrickou energií a topnými plyny

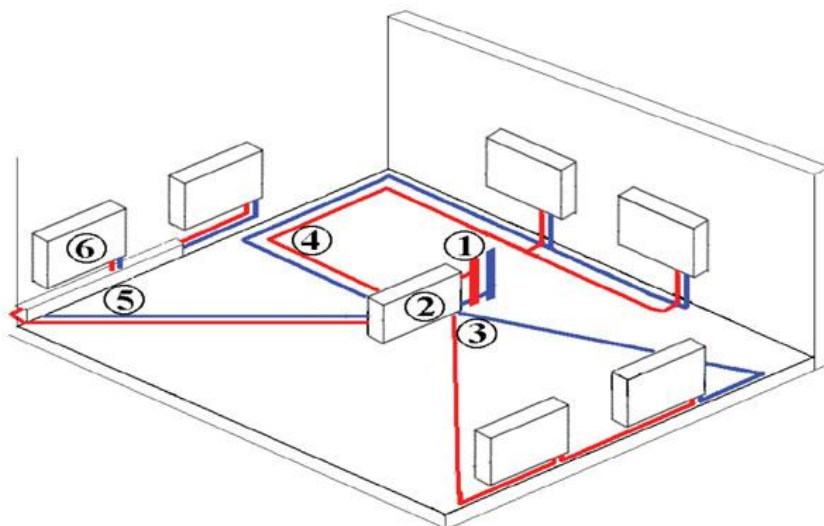
Teplo k vytápění budov se vyrábí buď místním (lokálním) způsobem nebo ústředně. U lokálního vytápění je zdroj tepla přímo ve vytápěném prostoru. U ústředního vytápění je zdroj tepla umístěn mimo vytápěný prostor, nebo v některé z provozních místností. Ze zdroje tepla je teplo rozváděno teplonosnou látkou – vodou, parou nebo vzduchem do vytápěného prostoru (vytápění vodní, parní a teplovzdušné). Teplo může být získáváno také z elektrické energie (vytápění lokální i ústřední) nebo přímým spalováním topných plynů (lokální vytápění).

#### Vodní vytápění

Podle teploty se rozděluje na nízkoteplotní (max. 60°C), teplovodní (max. 95°C) a horkovodní (nad 110°C) vytápění.

Dále se soustavy dělí podle:

- oběhu otopné vody na soustavy s přirozeným a nuceným oběhem vody;
- počtu trubek na jednotrubkové a dvoutrubkové;
- směru vedení přípojovacího potrubí na horizontální a vertikální;
- směru proudění na souproude a protiproude;
- umístění ležatého rozvodu na soustavy se spodním nebo horním rozvodem.





## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

**Obr. 7.2: Horizontální otopná soustava: 1) stoupací potrubí, 2) rozdělovač, 3, 4, 5) přípojovací potrubí, 6) otopné těleso se spodním připojením [14]**

### Horkovodní vytápění

Je vhodné pro vytápění průmyslových provozů. Zařízení musí být provozováno při tlaku, který odpovídá teplotě vody. Jako otopná tělesa se používají konvektory nebo žebrované trubky.

### Parní vytápění

Je vhodné pro vytápění průmyslových provozů. Dělíme ho na nízkotlaké a středotlaké parní vytápění. Pára je přiváděna od zdroje tepla do otopného tělesa, kde zkondenzuje. Kondenzát se vrací kondenzátním potrubím do kotle. Nevýhodou parního vytápění je vysoká teplota otopných těles, špatná regulovatelnost a koroze.

### Plynové vytápění

Plynová topidla jsou začleněna mezi lokální spotřebiče. Používají se topidla s uzavřeným spalovacím prostorem (obytné budovy) a zářiče (průmyslové provozy, sportovní haly, výstavní prostory).

### Elektrické vytápění

Systémy elektrického vytápění mohou být přímotopné (konvektory, infrazářiče, sálavé otopné plochy, teplovzdušné jednotky), akumulární (kamna, teplovodní vytápění, podlahové sálavé plochy) a hybridní (kombinace akumulární a přímotopné složky). Výhodou těchto systémů je bezobslužný a hygienický provoz, nevýhodou jsou vysoké provozní náklady.



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

# Kapitola 8: Zařízení otopných systémů

## 8.1 Otopná tělesa

Otopná tělesa dělíme na lokální **tělesa** a **tělesa ústředního vytápění**. Lokální tělesa přeměňují energii na teplo přímo ve vytápěné místnosti. Otopná tělesa ústředního vytápění předávají teplo vyrobené v centrálním zdroji z topného média do vytápěného prostoru. Podle způsobu předávání tepla rozdělujeme otopná tělesa konvekční a sálavá.

### Konvekční otopná tělesa

Předávání tepla probíhá převážně konvekcí (prouděním ohřívaného vzduchu kolem otopné plochy tělesa) a částečně sáláním (hlavně čelních rovných ploch).

Podle konstrukčního provedení se rozlišují otopná tělesa článková, desková, trubková a konvektory.

**Umístění konvekčních otopných těles** - je nezbytné umístit otopná tělesa vždy pod okno a délku tělesa volit přinejmenším stejnou jako je šířka okna. Pokud tuto délku nemůžeme dodržet, volíme délku minimálně 2/3 šířky okna.

**Článková otopná tělesa** - jsou vyráběna ze šedé litiny, hliníkových slitin nebo ocelového plechu. Tělesa je možné sestavovat z libovolného počtu jednotlivých článků, které jsou vzájemně spojeny pomocí vsuvek s vnějším pravolevým závitem.

**Desková (panelová) otopná tělesa** - jejich předností je relativně malá hloubka. Tělesa jsou vyráběna jako jednořadá, dvouřadá nebo třířadá. Pro zvýšení tepelného výkonu je u některých typů přivařena rozšířená přestupní plocha. Jednotlivé desky jsou tvořeny z lisovaného ocelového plechu s horizontálními a vertikálními prolisy, které tvoří topné kanálky. Jsou vyráběna v široké škále rozměrů. Tělesa mají malý vodní objem a tím umožňují pružnou reakci na regulační zásahy.

**Trubková otopná tělesa** - tato tělesa jsou tvořena trubkovým registrem nebo trubkovým hadem, a to buď vodorovným, nebo svislým. Tepelný modul (tepelný výkon 1m tělesa)



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

trubkových otopných těles hladkých je malý. Jsou vhodné do místností sociálního zařízení, chodeb, vstupních hal, koupelen apod.

**Konvektor** - je to prakticky uzavřená plechová skříň. Ve spodní části je umístěn výměník tepla z ocelových trubek opatřených žebry nebo lamelami s malou tloušťkou stěny. Vrchní část je kryta mřížkou. Tepelný výkon je závislý na velikosti výměníku a výšce skříně. Konvektory bývají stěnové, podlahové nebo lavicové. Proudění ohřivaného vzduchu přes výměník může být přirozené nebo nucené (pomocí ventilátoru). Používají se například pod plně zasklenými stěnami, které přiléhají až k podlaze.

### Velkoplošné otopné plochy

Příznivě ovlivňují teplotní pole vzduchu ve vytápěné místnosti. Nejsou tak velké rozdíly mezi teplotou u podlahy a teplotou v úrovni hlavy. Do skupiny velkoplošných otopných ploch patří převážně sálavé otopné plochy. Plochy mohou být zabudované do stavební konstrukce (podlahové, stěnové, stropní) nebo to jsou samostatná sálavá tělesa (sálavé panely, sálavé pohledy a lokální tělesa – infrazářiče).

### Teplovzdušná jednotka

Jednotka se skládá z ventilátoru a výměníku v plášti z ocelového pozinkovaného plechu. Na výdechové straně bývají žaluzie. Zadní strana jednotky je osazena axiálním ventilátorem. Používají se nejčastěji ve výrobních halách.

## 8.2 Zdroje tepla a jejich příslušenství

Zdroj tepla je zařízení, ve kterém se z paliva vyrábí teplo a předává se teplonosné látce. **Tradičním zdrojem tepla** jsou kotle na tuhá, kapalná a plynná paliva (ev. elektrickou energii). Mezi **netradičními zdroji tepla** patří tepelná čerpadla, kogenerační jednotky, solární energie, geotermální energie.

**Druhy kotlů:** podle teplonosné látky vodní a parní; podle provozních parametrů nízkotlaké (voda max. 110°C, pára max. konstrukční přetlak 0,07MPa) a středotlaké (konstrukční přetlak 0,07 – 1,6MPa); podle použitých paliv na tuhá (uhlí, biomasa), kapalná (minerální oleje, dehtové oleje, topné oleje,...) a plynná paliva (zemní plyn, propan - butan), kotle



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

kombinované a elektrokotle; podle tlaku ve spalovacím prostoru na kotle podtlakové a přetlakové; podle materiálu teplosměnné plochy na litinové, ocelové a měděné kotle. Do **příslušenství kotlů** patří oběhová čerpadla, uzavírací kulové kohouty, pojistné ventily, termostatické ventily, filtry, tlakoměry, teploměry, automatické odvodušňovací ventily.

### 8.3 Komíny

Komín musí zajišťovat [bezpečný](#) a spolehlivý odvod spalin a jejich rozptyl do volného [ovzduší](#). Základní požadavek na komín s přirozeným tahem je dostatečný tah. Jelikož tah komína závisí nejvíce na účinné výšce komína, vycházejí minimální účinné výšky komína 5 m pro většinu spotřebičů na tuhá paliva a 4 m pro většinu spotřebičů na kapalná a plynná paliva. Přirozený tah komína je možno zvýšit či úplně nahradit umělým tahem pomocí spalinového ventilátoru. Dříve používané jednovrstvé zděné komíny mají již velmi omezené použití. V současnosti jsou stavěny prakticky jen vícevrstvé komíny. Nejčastěji používanými materiály komínových vložek a kouřovodů jsou kvalitní keramika, nerezové oceli a plasty.

### 8.4 Dálkové zásobování teplem

Řešení zásobování teplem pro určité území, a tím volba typu tepelné soustavy, musí vycházet ze schváleného územního plánu. Z něho vyplývá jednak hustota potřebného tepelného výkonu území [ $\text{MW}/\text{km}^2$ ], jednak doporučený způsob teplofikace. Pro území s nejvyššími hustotami výkonu a současně s nejvyššími tepelnými výkony je vhodné použít tepelné soustavy s centrálními zdroji, případně s teplárnami.

**Zdroj tepla** je umístěn mimo vytápěný objekt a slouží obvykle pro více budov současně (i sídliště, města). Kromě vytápění se řeší i příprava teplé užitkové vody, vzduchotechnika, teplo pro technologii atd.

Zdrojem tepla může být teplárna nebo elektrárna s odběrem tepla. Je možné spalovat horší druhy paliv. Je dosažena vyšší úroveň ochrany vnějšího prostředí omezením škodlivých emisí.



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

### 8.5 Měření, regulace, montáž, zkoušení a provoz vytápěcích zařízení

Pro **měření spotřeby tepla** při vytápění se používají absolutní měřiče a poměrové měřiče. Absolutní měřiče se skládají z měřiče objemového toku otopného média, ze snímače teploty v přívodním a vratném potrubí a počítadla ke stanovení spotřebovaného tepla. Poměrové měřiče jsou buď elektronické, nebo odpařovací.

**Regulaci tepelného výkonu vytápěcích zařízení** lze docílit regulací zdrojů tepla, centrální regulací otopné soustavy nebo místní regulací spotřebičů tepla. Otopné soustavy regulujeme kvalitativně (změna teploty teplotnosného média) nebo kvantitativně (změnou množství).

K **regulaci výkonu elektrického nebo plynového kotle** je možné použít termostat, který kotel zapíná a vypíná v závislosti na teplotě topné vody. Dále existují složitější systémy, které mohou měnit výkon kotle téměř plynule nebo po určitých stupních.

**Regulace teploty v jednotlivých místnostech** se nejčastěji provádí pomocí termostatických ventilů, které mění průtok topné vody topným tělesem v závislosti na teplotě místnosti.

### 8.6 Potrubní sítě

Potrubím cirkuluje voda v uzavřeném okruhu **zdroj tepla – otopné těleso – zdroj tepla**. U **potrubních sítí** musíme respektovat provozní podmínky, vlastnosti materiálu potrubí, odpovídající postup montáže, skladování, dopravu, manipulaci, způsob upevnění potrubí, řešení dilatace potrubí, řešení tepelné izolace.

Pro rozvody ústředního vytápění se nejčastěji používají trubky ocelové, měděné anebo plastové. Ocelové a měděné potrubí lze ponechat na povrchu stavebních konstrukcí. Plastové potrubí je však nutné opatřit ochranou proti mechanickému poškození a proto je vhodnější je ukládat do konstrukce.

Potrubní sítě a otopná tělesa jsou osazeny armaturami, které zajišťují provoz a umožňují údržbu a opravy. Armatury jsou samostatné nebo se používají připojovací soupravy.

Nejčastěji používané armatury jsou odvzdušňovací ventily, dvouregulační kohouty a ventily (regulační a uzavírací funkce) s termostatickými hlavicemi (regulují teplotu v místnosti). Dále se používají regulační a uzavírací šroubení, napouštěcí ventily. Dilatace potrubí je prodloužení potrubí vznikající rozdílem teplot při montáži a provozu. Tepelnou dilataci zachycují kompenzační útvary.



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

# Kapitola 9: Základy vzduchotechniky

## 9.1 Rozdělení vzduchotechniky

**Větrání** se zabývá přiváděním nebo odváděním vzduchu z vnitřního prostoru budovy tak, aby byl zajištěn požadovaný stav vnitřního ovzduší. Větrání je buď přirozené (založené na principu teplotního a tlakového rozdílu vnitřního a venkovního vzduchu) nebo nucené (větrání pomocí mechanického zařízení).

**Klimatizace** upravuje tepelný a vlhkostní stav ovzduší a ovlivňuje čistotu a proudění vzduchu v budovách, technologických provozech a dopravních prostředcích.

**Průmyslová vzduchotechnika** se zabývá navrhováním a funkčními vlastnostmi větracích zařízení pro technologické prostory.

**Pneumatická doprava** se zabývá dopravou např. zrnitých materiálů potrubím.

**Odlučování tuhých emisí** se zabývá odlučováním tuhých příměsí z proudu plynu a volbou a dimenzováním typu odlučovače.

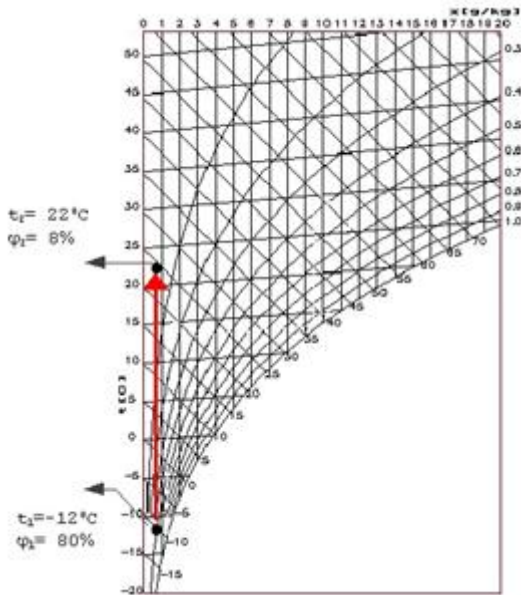
## 9.2 Vlhký vzduch

Úprava vzduchu představuje ohřev, chlazení, vlhčení, odvlhčování a směšování vzduchu. Suchý vzduch (index  $s_v$ ) je možné popsat stavovou rovnicí pro ideální plyny, přehřáté vodní páry se chovají v atmosférickém vzduchu také jako ideální plyn. Vlhký vzduch je směs čistého suchého vzduchu a vodních par. K jednoznačnému určení stavu vlhkého vzduchu za přibližně konstantního barometrického tlaku je třeba dvou veličin, nejčastěji je to teplota  $t$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) a relativní vlhkost  $\varphi$  (-). Dále se určuje měrná vlhkost  $x$  ( $\text{kg}/\text{kg}_{s,v}$ ) a entalpie  $h$  ( $\text{J}/\text{kg}_{s,v}$ ). Změny stavu vzduchu se znázorňují v diagramu  $h$ - $x$  podle Molliera.

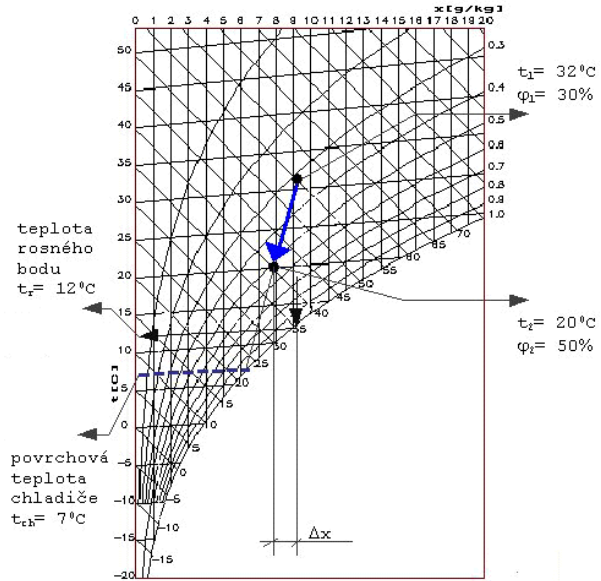


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035



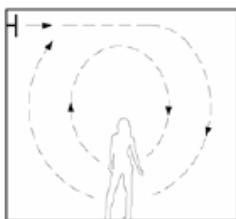
Obr. 9.1: Ohřev vzduchu [7]



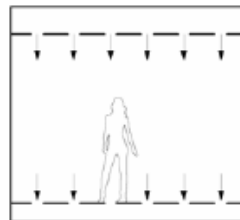
Obr. 9.2: Mokrý chlazení [7]

### 9.3 Proudění vzduchu

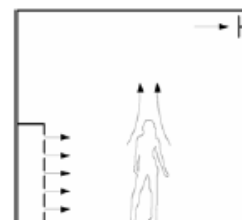
Prouděním vzduchu v místnosti se zajišťuje požadovaný stav vzduchu v pásmu pobytu osob. Charakter proudění vzduchu ve větrané místnosti určuje především počet, poloha a velikost přiváděcích otvorů (vyústek), výstupní rychlosti a teploty přiváděného vzduchu. Dále je to umístění, povrchová teplota a velikost zdrojů tepla a chladu v prostoru. Základními principy šíření vzduchu v místnosti je mísení, vytěšňování a zaplavování.



Obr. 9.3: Šíření vzduchu v místnosti mísením [2]



Obr. 9.4: Šíření vzduchu v místnosti vytěšňováním [2]



Obr. 9.5: Šíření vzduchu v místnosti zaplavováním [2]



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

**Izotermní proud** je proud přiváděného vzduchu, který má stejnou teplotu, jako je teplota vzduchu v místnosti.

**Neizotermní proud** je proud přiváděného vzduchu, který má jinou teplotu, než je teplota vzduchu v místnosti.

### 9.4 Tepelné ztráty a zisky budov

Podkladem pro návrh větracích a klimatizačních zařízení jsou výpočty tepelných ztrát (zima) a tepelných zisků (léto). Výpočet zařízení se provádí pro extrémní klimatické podmínky.

Pro výpočet tepelných zisků a ztrát je třeba znát parametry vnitřního i venkovního prostředí, vnitřní zdroje tepla i vlhkosti, tepelně technické vlastnosti budovy a orientaci budovy vůči světovým stranám.

**Pro výpočet tepelných ztrát** se používá evropská norma ČSN EN 12831 – *Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu*. Fyzikální podstata výpočtu spočívá ve stanovení tepelné ztráty prostupem tepla a tepelné ztráty větráním. Dále následuje stanovení celé řady opravných součinitelů.

**Tepelné zisky počítáme** z venkovního prostředí a od vnitřních zdrojů tepla. K venkovním zdrojům tepla patří tepelné zisky okny (prostup tepla, radiace) a tepelné zisky stěnami. K vnitřním zdrojům tepla patří tepelný tok od lidí, svítidel, elektroniky, strojů atd.

### 9.5 Parametry vzduchovodů

Stanovení základních parametrů vzduchovodů zahrnuje především stanovení průřezu, výběr vhodného materiálu, návrh spojení a těsnění, určení tlakové ztráty, návrh uložení a výběr vhodné izolace (proti tepelným ztrátám a kondenzaci, proti hluku a proti vlhkosti).

Základní provozní parametry a podklady pro návrh a využití ventilátoru zahrnují určení objemového průtoku, sestavení charakteristiky vzduchovodu, určení celkového požadovaného tlaku, výběr vhodného ventilátoru, návrh vhodného pohonu a regulace, kontrolu ventilátoru jako zdroje hluku a další potřebné provozní parametry.



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

### 9.6 Větrání přirozené a nucené

Principem větrání je výměna vzduchu znehodnoceného za vzduch čerstvý, venkovní. Rozlišuje se přirozené, nucené a kombinované větrání.

**U přirozeného větrání** je průtok vzduchu vyvolán přirozeným tlakovým rozdílem vlivem rozdílných hustot vzduchu vně i uvnitř větraného prostoru a účinkem větru. V praxi se uplatňuje aerace (přirozené větrání horkých provozů), infiltrace (větrání netěsnostmi, např. spáry u oken), provětrávání (větrání otevřeným oknem) a šachtové větrání.

**U nuceného (mechanického) větrání** je průtok vzduchu prováděn mechanicky, ventilátory. Nucené větrání se rozděluje podle rychlosti vzduchu na nízkotlaké (max. 12m/s) a vysokotlaké (min. 12m/s). Nízkotlaké větrání se rozděluje na celkové (větrání celého prostoru), místní, oblastní a havarijní.

**U kombinovaného větrání** je nucený přívod a odvod přirozený nebo naopak.

### 9.7 Součásti vzduchotechnických a klimatizačních zařízení

**Ohřivače** - podle teploty látky se rozlišují ohřivače vodní, parní, elektrické a chladičové (kondenzátor). Podle konstrukce ohřivače dělíme na výměníky z hladkých trubek a výměníky žebrované.

**Chladiče** - podle teploty látky rozlišujeme chladiče vodní a chladičové (přímé výparníky).

**Ventilátory** - Funkcí ventilátoru ve větracím nebo klimatizačním zařízení je doprava vzduchu do větraného prostoru a odvod vzduchu z větraného prostoru. Pro větrací a klimatizační zařízení se používají axiální, diagonální, diametrální a nejčastěji radiální ventilátory.

**Vlhčení vzduchu** - zařízení pro vlhčení vzduchu se používají jak v komfortní klimatizaci, tak v technologických klimatizačních jednotkách. Rozlišují se dva základní způsoby zvlhčování vzduchu a to vodní a parní.

**Čištění vzduchu** - filtrace atmosférického vzduchu je základním způsobem k dodržení požadované čistoty vnitřního ovzduší ve větraném a klimatizovaném prostoru. Filtry jsou nedílnou součástí odsávacích a odlučovacích systémů i tam, kde je použito oběhového vzduchu, nebo zpětného získávání tepla.



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

### Vzduchovody

#### Součásti vzduchovodů:

- Regulační a uzavírací orgány – klapky, šoupátka, redukční vložky, automatické regulátory průtoku.
- Koncovky – stříšky, hlavice, žaluzie, vyústky, anemostaty.
- Tlumiče hluku



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

# Kapitola 10: Klimatizace

## 10.1 Účel

Klimatizace je zařízení, které nasává venkovní vzduch (min. 15% celkového průtoku), filtruje jej a upravuje jeho teplotu a vlhkost. Vzduch je upravován z důvodů **hygienických** (pobyt osob), **technologických** (výroba elektroniky, textilní průmysl, potravinářský průmysl, automobilový průmysl, aj.), **biologických** (ustájení zvířat, uskladnění zemědělských produktů, resp. **mikrobiologických** – zdravotnictví, farmacie) nebo **bezpečnostních** (nebezpečí výbuchu).

## 10.2 Systémy vzduchové, vzduch – voda a vodní

Klimatizační systémy se dělí na **ústřední klimatizační systémy** (strojovna, potrubní rozvod atd.) a **klimatizační jednotky** (klimatizace jednotlivých místností).

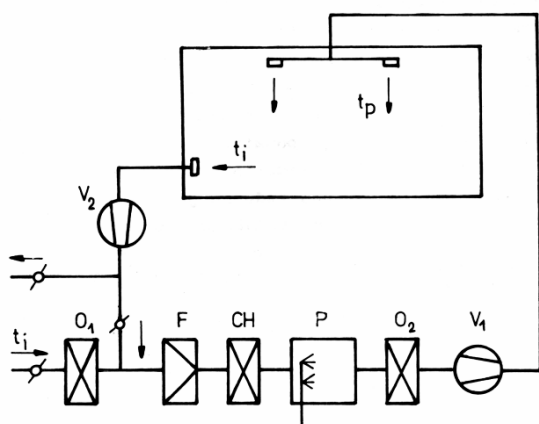
Klimatizační systémy se dále dělí podle způsobu rozvodu tepelné energie (tepla, chladu) do klimatizovaných prostorů na **vzduchové** systémy, **kombinované** systémy vzduch/voda, **vodní** systémy a **chladvové** systémy využívající ekologická chladiva.

### 10.2.1 Vzduchové systémy

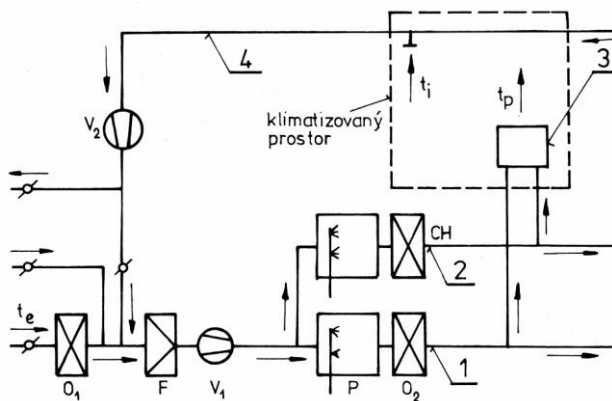
U vzduchových systémů se tepelná energie (teplo, chlad) přivádí do klimatizovaných prostorů vzduchem. Vzduchové systémy se rozdělují na **nízkotlaké** (jednokanálové, rychlost vzduchu max. 12m/s) a **vysokotlaké** (jednokanálová, dvoukanálová, rychlost vzduchu max.25m/s).

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035



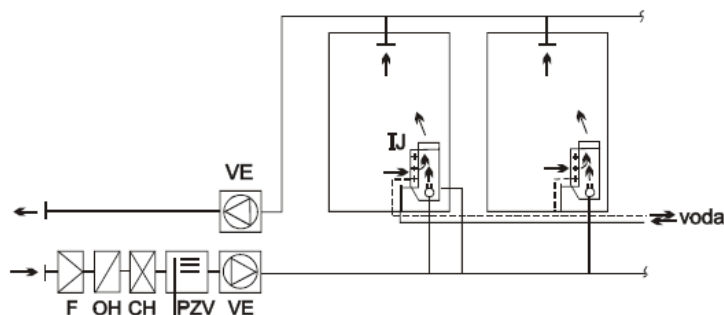
**Obr.10.1:** Nízkotlaké ústřední klimatizační zařízení jednokanálové.  $O_1$  – předehříváč,  $F$  – filtr,  $CH$  – chladič,  $P$  – zvlhčovač,  $O_2$  – dohříváč,  $V_1$ ,  $V_2$  – ventilátor pro přívod a odvod vzduchu [5]



**Obr.10.2:** Dvoukanálové vysokotlaké klimatizační zařízení. 1 – teplý vzduch, 2 – chladný vzduch, 3 – směšovací skříň, 4 – odváděný vzduch [5]

### 10.2.2 Kombinované systémy vzduch – voda

U kombinovaných systémů se tepelná energie (teplo, chlad) přivádí do klimatizovaných prostorů z části vzduchem, zčásti vodou. Tyto systémy jsou vysokotlaké a umožňují individuální regulaci v každé místnosti.



**Obr. 10.3:** Kombinovaný klimatizační systém vzduch/voda s indukčními jednotkami [6]



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



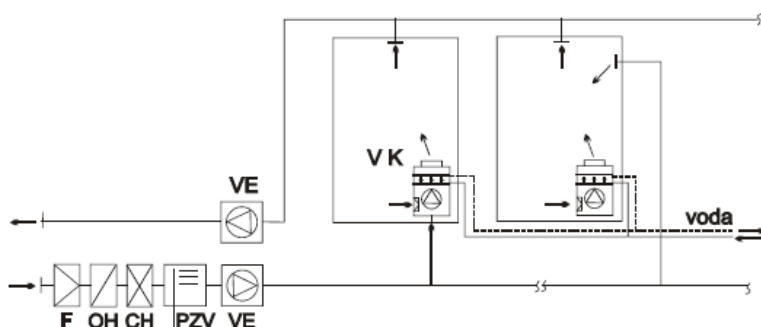
OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

### 10.2.3 Vodní systémy

U vodních systémů se tepelná energie (teplo, chlad) přivádí do klimatizovaných prostorů rozvodem topné, resp. chladicí vody. V klimatizované místnosti je umístěn ventilátorový konvektor, do kterého přivádíme potrubím (dvoutrubkové nebo čtyřtrubkové) vodu. Konvektory mohou pracovat s větracím vzduchem z centrálního rozvodu, mohou nasávat větrací vzduch otvorem ve fasádě nebo pracují pouze s oběhovým vzduchem.



Obr. 10.4: Vodní klimatizační systém s ventilátorovými konvektory [6]

### 10.3 Chladicí zařízení

U chladivových systémů se tepelná energie (chlad) přivádí do klimatizovaných prostorů rozvodem chladiva.

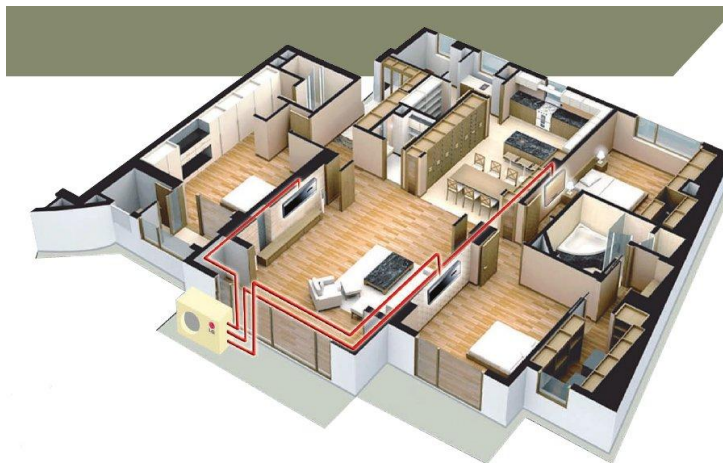
Hlavní součásti chladivových klimatizačních systémů tvoří venkovní jednotka (kompresorové chladicí zařízení, výměník tepla chladivo/venkovní vzduch, ventilátor pro venkovní vzduch) a vnitřní jednotky v místnostech (filtr oběhového vzduchu, ventilátor, výměník tepla chladivo/vnitřní vzduch, výústka).

Chladivový systém je určen buď pouze pro chlazení v letním období, nebo i pro ohřev v zimním období (kompresorové chladicí zařízení pracuje ve funkci tepelného čerpadla).

Chladivové klimatizační systémy se vyrábějí v provedení split, multisplit a multisplit s proměnným průtokem chladiva (VRV).

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035



*Obr. 10.5: Schéma systému multisplit [8]*

### 10.4 Zpětné získávání tepla (rekuperace tepla)

Rekuperace (zpětné získávání tepla z odpadního vzduchu) je děj, při kterém se vzduch přiváděný do budovy předehřívá teplým odpadním vzduchem.

$$\text{Účinnost rekuperace} = \frac{\text{množství tepla předaného čerstvému vzduchu}}{\text{celkové množství tepla v odváděném vzduchu}} = 0 \div 100 \%$$

Při čemž: 80 % - vynikající účinnost rekuperace

90 % - maximální reálně dosažitelná hodnota


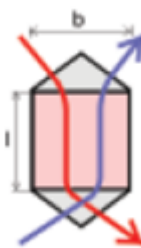
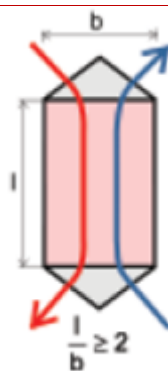
0% - účinnost otevřeného okna



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

**Obr. 10.6: Rekuperační výměníky [4]**

Schéma			
Typ výměníku	Křížový	Křížový protiproudý	Protiproudý kanálový
Plocha výměníku [m <sup>2</sup> ]	4 - 10	6 - 14	17 - 60
Účinnost [%]	50 - 70	70 - 85	85 - 92

### Využití rekuperace

Rekuperační výměníky tepla se nejčastěji osazují přímo do větracích jednotek. Rekuperaci je tak možno využít prakticky ve všech typech objektů při hygienicky nutném větrání.

## 10.5 Hluk a jeho pohlcování

**Hluk** je nežádoucím produktem a stává se závažným hygienickým faktorem, který ovlivňuje lidské zdraví. **Zvuk** je vjem sluchu, jehož příčinou je zvukové vlnění. Hluk je zvuk, který působí na člověka nepříjemně.

**Prostředky ke snižování hluku** se volí především podle toho, zda se člověk pohybuje v poli přímých vln, nebo v poli odražených vln.

**V poli přímých vln**, tj. v blízkosti zdroje hluku, jsou hlavními prostředky ke snižování hluku zmenšení akustického výkonu zdroje a umístění hlučných zdrojů do zvukově izolovaných místností. Praktické zásady pro snižování hlučnosti: a) konstrukční úpravy strojů; b) použití krytů a přepážek, tlumičů hluku, izolátorů chvění, materiálů omezujících vyzařování hluku z povrchu strojů a zařízení; c) změna technologie nebo pracovního postupu.



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

**Tlumení hluku v poli odražených vln** se provádí obložením stěn materiály pohlcujícími zvuk (molitan, skelná vata, minerální vata), nebo zavěšením těles, která také pohlcují zvuk (panely s kmitajícími membránami).

## 10.6 Klimatizace ve zdravotnictví, administrativě, obchodních domech a velkokuchyních.

### Zdravotnictví

Ve zdravotnictví se používají přetlaková zařízení, která zabráňují vnikání vzduchu z okolí, obvykle s vyšším obsahem škodlivin. Objem přiváděného vzduchu je větší než objem odváděného vzduchu. Velikost přetlaku bývá požadována minimálně 15 Pa.

### Administrativní budovy

Tepelná složka prostředí bývá nadřazována zdravotním aspektům tj. kvalitě vzduchu. Upřednostňuje se chlazení prostoru před větráním. Pro klimatizaci kanceláří se užívají zásadně systémy s individuálním řízením klimatizace místností – systémy kombinované, vodní a chladivové.

### Obchodní domy

Pokud nejsou jiné důvody, tak se používají rovnotlaká zařízení, kdy je objem přiváděného a odváděného vzduchu stejný.

### Kuchyně

V kuchyňských provozech se uvolňuje do vzduchu značné množství tepla (konvekční i sálavá složka) a vlhkosti (při přípravě jídel a během mytí nádobí). Vzduch je navíc znečištěn pachy, částicemi mastnoty a plynnými zplodinami vznikajícími spalováním. Veškeré tyto zátěže lze odvést pouze nuceným větráním.

## 10.7 Požární větrání

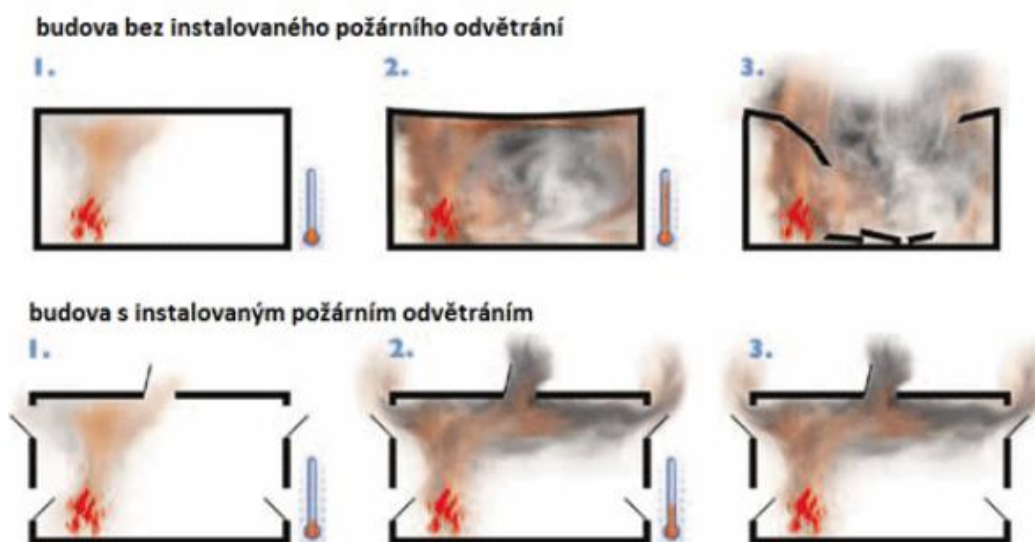
Požární odvětrání je požárně bezpečnostní zařízení sloužící k odvodu tepla a spalin hoření z budovy v případě požáru. Velmi značně snižuje riziko udušení osob a zlepšuje podmínky

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

orientace v hořící budově pro evakuované osoby. Požární větrání usnadňuje zásah hasičům a odvede z budovy teplo, které může zapříčinit zborcení konstrukcí.

Kouř a teplo je odváděno z budovy otvorem v nejvyšším místě chráněné únikové cesty. Přívod čerstvého vzduchu do budovy je zajištěn okny v nejnižší části, ventilátorem, nebo vstupními dveřmi.



**Obr.10.7: Průběh požáru v místnosti bez a s požárním odvětráním [9]**

Požární odvětrání je spuštěno manuálně (požárními tlačítky) nebo automaticky (detektorem kouře). Celý systém musí být funkční i při výpadku elektrického proudu. Systém lze doplnit o akustickou signalizaci (sirénu), tepelné čidlo, aj.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

# Kapitola 11: Silnoproudé rozvody

## 11.1 Kabelová domovní elektrická přípojka nn.

Elektrická přípojka je elektrické zařízení, které začíná odbočením od spínacích prvků nebo přípojnic v elektrické stanici a mimo ní odbočením od distribuční soustavy směrem k odběrateli a je určeno k připojení odběrných elektrických zařízení.

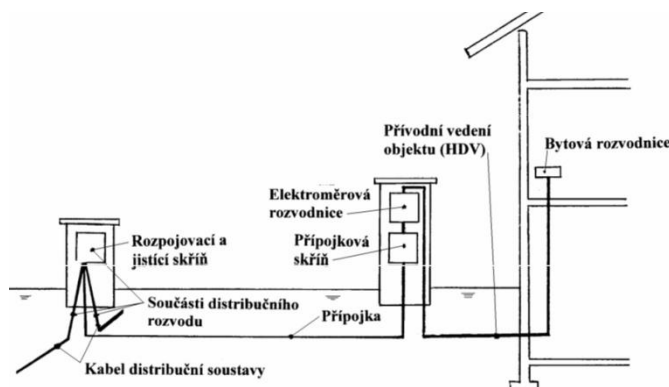
Přípojka od kabelového vedení distribuční soustavy:

1. Počíná odbočením v distribuční rozpojovací jisticí skříni kabelového vedení z jedné samostatné sady jisticích prvků (obvykle pojistek).
2. Počíná odbočením z distribučního kabelového vedení T-odbočkou, kde distribuční kabel je součástí zařízení dodavatele elektřiny, a kabelová T-odbočka jakékoliv konstrukce je součástí přípojky.

V souladu s ustanoveními ČSN 33 3320 končí přípojka nízkého napětí standardně v přípojkové skříni.

Tyto přípojkové skříně jsou:

1. hlavní domovní pojistková skříň – pokud je přípojka provedena venkovním vedením;
2. hlavní domovní kabelová skříň – pokud je přípojka provedena kabelovým vedením.



Tyto přípojkové skříně jsou součástí přípojky a umísťují se na objektu odběratele (majitele nemovitosti), nebo na hranici, aby k ní byl umožněn přístup i bez přítomnosti odběratele.

Přípojková skříň je rozvaděč (rozvodnice) pro ukončení přípojky nn, odbočení a jištění přívodních vedení odcházejících k odběrným elektrickým zařízením.

*Poznámka: Přívodní vedení je součástí odběrného elektrického zařízení. Toto přívodní vedení začíná odbočením od jisticích prvků nebo přípojnic v přípojkové skříni a jeho součástí jsou i upevňovací šrouby nebo svorky, jakéhokoliv provedení (v přípojkové skříni). V rozvodech v budovách pro bydlení se přívodní vedení obvykle dělí na tyto části: hlavní domovní vedení, odbočky k elektroměrům, vedení od elektroměrů k podružným rozvaděčům*

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

### 11.2 Odběrná elektrická zařízení v budovách a jejich jištění

Rozvaděč je elektrické rozvodné zařízení, u něhož přístroje a nosné konstrukce tvoří celek, jenž může být sestaven a propojen ve výrobním závodě, respektive je dodáván jako stavebnice. Jeho náplní je soubor různých typů spínacích, řídicích a měřicích zařízení, jejichž funkce je spojena s jedním, nebo více výstupními obvody, napájených z jednoho nebo více vstupních elektrických obvodů spolu se svorkami pro střední a ochranný vodič.

Rozvodnice je malý rozvaděč nn, který se upevňuje přímo na povrch stěny, nebo se zapustí do stěny.

Elektroměrový rozvaděč je rozvaděč, který obsahuje potřebné přístroje, vodiče a místo pro jeden nebo více elektroměrů.

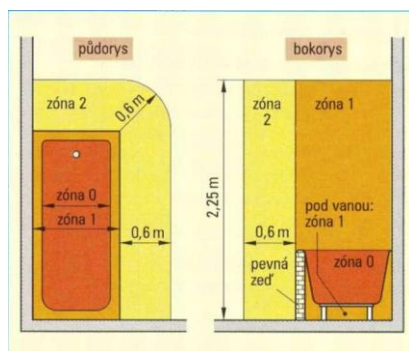
Spotřebičový obvod je jednofázový nebo trojfázový proudový obvod pro pevné připojení spotřebiče (popř. spotřebičů). Každý obvod jistíme na 16A (dle použitých spotřebičů).

Světelný obvod je proudový obvod určený převážně pro pevné připojení svítidel, popřípadě pro připojení svítidel na zásuvky ovládané spínači. Každý obvod jistíme na 10A.

Zásuvkový obvod je jednofázový nebo trojfázový proudový obvod se zásuvkami určenými k připojování spotřebičů. V jednom jednofázovém zásuvkovém obvodu může být max. 10 zásuvek. Každý obvod jistíme na 16A. Na obvod lze napevno připojovat el. spotřebiče.

### 11.3 Umíst'ování elektrických přístrojů a zařízení v bytech, koupelnách, umývár'nách a sprchách.

V obytných budovách patří koupelny a sprchové kouty k suchým místnostem, protože je tam vlhkost jen dočasná. Přesto existuje v těchto místnostech zvláštní nebezpečí, protože snížení elektrického odporu těla, způsobené vlhkostí, může způsobit při spojení s potenciálem země



již při malém napětí nebezpečný proud procházející tělem. Elektrická instalace v koupelnách a sprchových koutech musí být proto provedena tak, aby osoby nebyly vystaveny nebezpečnému elektrickému proudu. Při instalaci v koupelnách a sprchových koutech rozlišujeme podle ČSN 33 2000-7-701 zóny 0, 1, 2 a 3.

**Obr.: Rozdělení zón v místnostech s vanou nebo sprchou**

Rozdělení zón:

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

- **Zóna 0** zahrnuje vnitřek van nebo sprchových koutů. V oblasti 0 je nejvyšší stupeň hrození.
  - **Zóna 1** je omezena svislými plochami okolo vany nebo sprchového koutu (**obr. 1 a 2**). K zóně 1 patří také prostor pod vanou nebo sprchovým koutem (**obr. 1**).
  - **Zóna 2** navazuje na straně na zónu 1 v šířce od 0,6 m (**obr. 1 a 2**). U sprchových koutů omezuje zónu 1 svislá plášťová plocha okolo výtoků vody o poloměru 1,2 m. Pevné dělicí stěny o výšce 2,25 m také vymezují zónu 1.
  - **Zóna 3** ohraničuje zónu 2 a obklopuje ji v šířce 2,4 m.
- Přípustné elektrické předměty a spotřebiče v zónách 0, 1 a 2**
- **Zóna 0**
    - Jen spotřebiče, které jsou výslovně přípustné pro zónu 0, např. pevně instalovaná nástěnná svítidla na malé napětí SELV do AC 12 V nebo DC 30 V. Zdroj proudu musí být mimo zóny 0 a 1.
  - **Zóna 1**
    - Pevně instalované a pevně připojené přístroje a nutné zásuvky, např. pro: ohřívač vody, zařízení vířivé vany, čerpadlo odpadní vody. Přístroje a svítidla s malým napětím SELV nebo PELV do AC 25 V nebo DC 30 V; zdroje proudu nesmějí být v oblastech 0 a 1 umístěny.
  - **Zóna 2**
    - Všechny elektrické předměty přípustné v zóně 1; - zásuvky pro holicí strojky, které jsou připojeny na dělicí transformátor.

### 11.4 Kladení a umíst'ování kabelů a vedení.

Vedení na povrchu je elektrické vedení pevně nebo volně uložené na povrchu, visutě nebo přímo na podkladu, zakryté nebo nezakryté.

Vedení uložené pod omítkou je zapuštěné elektrické vedení, uložené v drážce ve stavební konstrukci a zakryté omítkou.

Vedení uložené přímo na podkladu je elektrické vedení volně nebo pevně uložené na stavební nebo jiné konstrukci tak, že se této konstrukce v celém svém průběhu nebo zčásti dotýká, popřípadě může dotýkat.

Vedení v omítce je zapuštěné elektrické vedení, zcela uložené ve vrstvě omítky a nenarušuje stavební konstrukci například drážkou.

Pevně uložené vedení je elektrické vedení upevněné k podložce, k podkladu, nosné konstrukci, pod omítkou, v omítce a podobně.

Volně uložené vedení je elektrické vedení, které není upevněné k podložce či k podkladu.

*Poznámka: K volně uloženým vedením patří poddajné nebo pohyblivé přívody a dále pak vedení uložená bez přichycení v těch prostorách, kde není nebezpečí, že by při obvyklém provozu došlo ke změně jejich místa.*

Zapuštěné (zabudované) vedení je elektrické vedení uložené ve stavební konstrukci.

*Poznámka: Podle způsobu uložení vodičů může být zapuštěné vedení:*

- s pevně uloženými vodiči, u kterých výměna vodičů vyžaduje narušení konstrukce;
- s volně uloženými vodiči, kde výměna vodičů nevyžaduje narušení konstrukce.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

## Kapitola 12: Umělé osvětlení

### 12.1 Zrak a vidění

Světlo je elektromagnetické záření, které je schopno prostřednictvím zrakového orgánu vzbudit zrakový vjem. Záření lze charakterizovat frekvencí anebo vlnovou délkou. Vlnové délky viditelného světla jsou v rozmezí  $0,38 \div 0,78 \mu\text{m}$ . Zrakový orgán je definován jako soubor složený z oka, optických nervových drah, podkorových zrakových center a části mozkové kůry, jež mění světelný podnět (záření) v komplex nervových podráždění vytvářejících zrakový vjem. Oko je smyslový orgán obsahující optický aparát a přijímací systém - sítnici, sloužící k vytvoření převráceného, souměrného a neskutečného obrazu. Sítnice je tvořena systémem fotoreceptorů (čípky, tyčinky) a dále velmi složitým systémem neuronů (nervových buněk) a nervových (reléových) spojů, které dopadající obraz registrují, provádějí jeho selekci, užitečnou část informace o obrazu zpřesní a transformují do přenosového systému nervových vláken formou nervových podráždění. Nervová vlákna z celé sítnice se sjednocují ve zrakovém nervu, který vyústí ve konečné fázi ve zrakovém mozkovém centru.

### 12.2 Veličiny a jednotky světelné techniky

<i>Veličina</i>	<i>Značka</i>	<i>Jednotka</i>	<i>Zn.</i>	<i>Vyjádření</i>
Svítivost	I	Kandela	Cd	Prostorová hustota světelného toku. Svítivost je tedy podíl světelného toku vyzářeného zdrojem v některém směru do elementárního prostorového úhlu $d\omega$ a tohoto prostorového úhlu.
Světelný tok	$\Phi$	Lumen	Lm	Světelný tok vyjadřuje schopnost zářivého toku vzbudit zrakový vjem.
Intenzita osvětlení	E	Lux	Lx	Osvětlenost je plošná hustota světelného toku dopadajícího na plochu.
Jas	L	Kandela na metr čtvereční		Jas je podíl svítivosti $dI$ zdroje v daném směru a průmětu plošky do roviny kolmé na daný směr ( $dS \cos\alpha$ ).
Světlení	M	Lumen na metr čtvereční		Světlení v daném bodě plochy je podíl světelného toku $d\Phi$ vyzářovaného elementem této plochy (obsahujícím daný bod) a velikosti tohoto plošného elementu $dS$ .
Měrný výkon	$\eta$	Lumen		Je to podíl vyzářovaného světelného toku a příkonu světelného zdroje.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

světeln. zdroje		na watt		
Teplota chromatičnosti	$T_c$	Kelvin	K	Udává ekvivalentní teplotu tzv. černého zářiče.
Index barevn. podání	$R_a$	-	-	Udává věrohodnost barev podávaných zdrojem světla vzhledem k přirozenému světlu.

### 12.3 Zdroje světla – svítidla a osvětlovací soustavy

Ke vzniku světla v současných světelných zdrojích dochází z hlediska druhu dodávané energie a látky, ve které se tato energie mění na světelnou na těchto třech principech:

- inkandescence (tepelné buzení) vznikající při zahřátí pevné látky na vysokou teplotu
- vybuzení atomů v elektrickém výboji
- luminiscence pevných látek

Elektrické zdroje světla využívají průchodu elektrického proudu k rozžhavení vlákna, výboji v plynu (průchod proudu přes plyn), nebo průchodu proudu přes přechod PN polovodičů - LED.

*Žárovky* vyzařují hodně tepla při malé svítivosti. Odpařující se wolfram se usazuje na skleněné baňce a postupně snižuje světelný tok. Malé pořizovací náklady, velké provozní náklady. Životnost asi 1000 h.

*Halogenové žárovky* jsou plněny parami jódu nebo bromu. Životnost až 4000 h. Světelný tok je během životnosti stabilní a vyšší než u běžných žárovek.

*Zářivky* jsou nízkotlaké výbojky s životností až 7500 h a velkým měrným světelným výkonem kolem 60 lm/W (5x více než u žárovky). *Sodíkové výbojky* se používají pro osvětlování velkých prostor, neboť mají velký měrný světelný výkon.

*LED žárovky* vykazují: extrémní životnost (100 000 hodin - víc než 10 let nepřetržitého provozu), nízký příkon, odolnost vůči otřesům a chladu, malý vývin tepla, řízenou charakteristika vyzařování, žádné infračervené nebo ultrafialové záření, barevnou rozmanitost (bílá, červená, modrá, žlutá, zelená), velmi nízké provozní náklady, možnost častého vypínání a zapínání

*Osvětlovací soustava* umělého osvětlení je funkčně ucelený soubor osvětlovacích prostředků (tj. světelných zdrojů, svítidel a jejich příslušenství, včetně napájení a ovládání), které vytváří v osvětlovaném prostoru světelné prostředí v závislosti na vlastnostech, stavu a rozmístění těchto prostředků a rovněž na světelných vlastnostech osvětlovaného prostoru a v něm



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

umístěného zařízení. Soustavy jsou buď celkové (rovnoměrná horizontální osvětlenost celého prostoru) nebo

### 12.4 Sdružené osvětlení

Sdružené osvětlení je dáno kombinací denního a umělého osvětlení. Při dlouhodobém působení na člověka není v plném rozsahu rovnocenné dennímu osvětlení, ale je mnohem příznivější než umělé osvětlení. Sdružené osvětlení se používá v místech, kde je nedostatečné denní osvětlení a je třeba ho doplnit umělým osvětlením.

#### Rozdělení sdruženého osvětlení

Sdružené osvětlení se rozděluje podle dvou kritérií. Z hlediska doby používání se dělí na *trvalé* (využívá se umělého světla po celý den) a *přechodné* (umělé světlo jen po určitou dobu např. za soumraku).

Z hlediska rozsahu se dělí sdružené osvětlení na *celkové* a *místní* (přisvětlují se místa s omezeným přístupem denního osvětlení)..

#### Požadavky na sdružené osvětlení

Při sdruženém osvětlení je vhodné používat svítidla, jejichž spektrální složení světla se blíží dennímu světlu. Jako vhodné se z tohoto hlediska jeví bílé zářivky. Při návrhu, posuzování a používání sdruženého osvětlení je třeba dbát na dosažení:

- takové úrovně sdruženého osvětlení, které je nezbytné pro konkrétní zrakovou činnost v celém vnitřním prostoru nebo jeho částech,
- vhodného rozložení světelného toku,
- rovnoměrnosti sdruženého osvětlení pro konkrétní zrakovou činnost v celém vnitřním prostoru nebo jeho částech,
- vyhovujícího rozložení jasů ploch a jejich kontrastů.

Dále je třeba u sdruženého osvětlení zabránit oslnění přímým slunečním světlem, oslnění odraženým světlem a tzv. siluetovému efektu, který vzniká při pozorování předmětu proti pozadí s velkým jasnem, při kterém zrak člověka při malém jasem tohoto předmětu vnímá pouze jeho obrys (tj. siluetu). U sdruženého osvětlení musí být zachován dostatečný podíl denního osvětlení.



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

### 12.5 Měření světla

Společným požadavkem norem z oblasti světla a osvětlení je měření světelně technických vlastností světelných zdrojů, svítidel, osvětlených předmětů a osvětlovacích zařízení. Veličiny vztahující se na záření, se nazývají fotometrické.

Mezinárodní soustava jednotek SI rozeznává definiční (absolutní) měřicí metody a odvozené (relativní) měřicí metody. Z hlediska indikace měřené veličiny lze metody měření rozdělit na přímé a nepřímé.

#### **Definiční měřicí metody**

Definiční měřicí metody jsou metody pro základní fotometrické veličiny, které jsou založeny na jejich definici. Protože definiční metody vedou bezprostředně nebo přes další vazby k měření základních veličin, lze je nazvat základními metodami.

#### **Odvozené měřicí metody**

Odvozené měřicí metody vyžadují kromě měřeného objektu ještě další objekt, u něž jsou známé číselné hodnoty veličiny téhož druhu, jakého je měřená veličina. Tyto měřicí metody se nazývají relativní (poměrné), protože s jejich pomocí se získává poměr měřené veličiny a známé veličiny téhož druhu.

#### **Přímé měřicí metody**

Přímá měření jsou ta, u nichž je výsledkem měření přímo hodnota měřené veličiny – například pokud jde o měření osvětlenosti nebo jasů na specifikované ploše. Za přímé metody lze pokládat i metody využívající automatizovaná měřicí zařízení.

#### **Nepřímé měřicí metody**

Nepřímou metodou se nazývá taková metoda, při níž se hodnota určité veličiny určuje na základě výsledku přímého měření pomocných veličin, které jsou s vlastní měřenou veličinou (nepřímo) vázané známým vztahem.

#### **Porovnávací metody**

Na podstatě měření, které můžeme podle definice chápat jako číselné porovnání měřené veličiny se stanovenou mírou (jednotkou), je založena porovnávací (komparační) metoda. Porovnávací metoda má několik variant, z nichž se používají nahrazovací (substituční) metody a vyrovnávací (kompenzační) metody.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

## Kapitola 13: Hromosvody

### 13.1 Vnější a vnitřní ochrana objektu před bleskem

Úkolem vnější ochrany před bleskem je ochrana objektu před tepelnými a mechanickými účinky blesku. Vnější ochrana před bleskem se musí dle vyhlášky Ministerstva pro místní rozvoj zřizovat na stavbách a zařízeních tam, kde by blesk mohl způsobit:

- ohrožení života nebo zdraví (např. bytový dům, stavba pro shromažďování většího počtu osob, stavba pro obchod, zdravotnictví a školství, stavby veřejných ubytovacích zařízení nebo pro větší počet zvířat,
- poruchu s rozsáhlými důsledky (například elektrárna, plynárna, vodárna, budova pro spojová zařízení, nádraží),
- výbuch (například výroba a sklad výbušných a hořlavých látek, kapalin a plynu)
- škody na kulturních, popřípadě jiných hodnotách (například obrazárna, knihovna, archiv, muzeum, památkově chráněná budova),
- přenesení požáru stavby na sousední stavby, které musí být dle předchozích odstavců chráněny,
- ohrožení stavby, u které je zvýšené nebezpečí zásahu bleskem v důsledku jejího umístění na návrší nebo vyčnívá-li nad okolí (například tovární komín, věž, rozhledna).

Funkce vnější ochrany před bleskem jsou tyto:

- zachycení přímého úderu blesku do objektu jímací soustavou,
- bezpečné svedení bleskového proudu do uzemňovací soustavy systémem svodu,
- rozvedení bleskového proudu v zemi uzemňovací soustavou.

Základem pro realizaci vnitřní ochrany před účinky blesku (LPS) a přepětí je vyrovnání potenciálu, tj. připojení veškerých kovových částí k ekvipotenciální přípojnici. Tím se omezí vznik napěťových rozdílů v elektrické instalaci nad příslušnou mez a následný ničivý výboj. Vnitřní ochranu před bleskem tvoří souhrn opatření ke snížení účinku elektromagnetických impulzů způsobených bleskovým proudem (LEMP) uvnitř chráněného objektu, resp. zařízení. Mezi tato opatření vnitřní ochrany patří vyrovnání potenciálu, odstínění budov, místností a prostorů, odstranění nebezpečných přiblížení a souběhů a vyrovnání potenciálu, jehož nedílnou součástí je i účinná ochrana proti přepětí. Svodiče bleskových proudů a přepětí, jako prvky vnitřní ochrany, připojují silová elektrická zařízení k ekvipotenciální přípojnici nepřímo přes jiskřiště a varistory a omezují přepětí.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

Vnitřní LPS musí zabránit nebezpečnému jiskření uvnitř chráněného objektu, která mohou být způsobena průchodem bleskového proudu nejen ve vnějším LPS, ale také v jiných vodivých částech objektu. Nebezpečným jiskřením mezi rozdílnými částmi může být zabráněno:

- ekvipotencionálním pospojováním (vyrovnáním potenciálu)
- elektrickým odizolováním mezi součástmi

### 13.2 Části hromosvodu

Hromosvod je tvořen:

- jímací soustavou
- svody
- uzemněním

#### a) Jímací soustava

Pravděpodobnost, že bleskový proud vnikne do stavby, je podstatně snížena vhodným návrhem jímací soustavy. Jímací soustava může být vytvořena vzájemnou kombinací následujících částí:

- tyče (včetně samostatné stojících stožárů)
- zavěšená lana
- mřížové vodiče

Jímací soustava by měla být umístěna na rozích budov, na horních částech podle jedné nebo více následných metod. Příпустné metody pro stanovení umístění jímací soustavy jsou:

- metoda valící se koule
- metoda ochranného úhlu
- metoda mřížové soustavy

Všechny tyto tři metody lze kombinovat v rámci návrhu jednoho objektu.

#### b) Svody

Svod je elektricky vodivé spojení mezi jímací soustavou a uzemňovací soustavou. Svody by měly svést bleskové proudy do uzemňovací soustavy tak, aby na budově nevznikly škody nedovoleným vysokým oteplením svodu. Počet svodů je závislý na třídě LPS (I, II, III, IV) a je určen podle **obvodu střešních hran objektu**.

Svody musí být rozmístěny pokud možno tak, aby bylo vytvořeno přímé pokračování jímací soustavy. Musí být instalovány přímo a svisle, aby bylo vytvořeno co nejkratší spojení se zemí. Instalace svodů chráněného objektu:

- je-li stěna z lehce hořlavého materiálu, nesmí se svody umisťovat na stěně nebo do stěny



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

- je-li stěna z lehce hořlavého materiálu, smí se svody umisťovat na stěně, pokud zvýšení teploty způsobené průchodem bleskového proudu není nebezpečné s ohledem na materiál stěny
- je-li stěna z lehce hořlavého materiálu a zvýšení teploty je nebezpečné, musí být svody umístěny tak, aby vzdálenost mezi svody a stěnou byla větší než 0,1 m.

Jako náhodné svody je možno použít:

a) kovové instalace pokud:

- je trvalé elektrické spojení mezi různými součástmi
- jejich rozměry odpovídají minimálně uvedeným hodnotám normovaných svodů

b) kovový nebo elektricky spojený železobetonový skelet budovy

c) vzájemně spojené armování betonu

d) součásti fasády, profilové lišty a kovové spodní konstrukce fasády za předpokladu, že jejich rozměry odpovídají požadavkům kladeným na svody

c) Zkušební spojka (svorka)

Zkušební spojky by měly být umístěny na každém připojení svodu k uzemňovací

soustavě, mimo náhodné svody, které jsou spojeny se základovým zemničem. Pro účely měření musí být možno spojku rozpojit pomocí nářadí.

d) Uzemnění

Důležitými kritérii uzemnění jsou jeho tvary a rozměry tak, aby došlo k rozdělení bleskového proudu do země a byla zmenšena nebezpečná přepětí. Všeobecně se doporučuje zemní odpor nižší než 10  $\Omega$ .

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

### Studijní materiály:

#### **Literatura:**

Kapitola 1. až 6

(L1) VRÁNA J. a kol. *Technická zařízení budov v praxi*. Praha: Grada, 2007

(L2) CTI: H132-98 *Ohřívání užitkové vody – Zásady pro navrhování*. Cech topenářů a instalatérů, Brno 1998

(L3) Nestlé H. a kol. *Příručka zdravotně technických instalací*. Praha: Sobotáles 2003

(W1) [http://www.dzd.cz/images/download/dzd-cs-letak\\_okfe.pdf](http://www.dzd.cz/images/download/dzd-cs-letak_okfe.pdf)

(W2) <http://homen.vsb.cz/~kod31/vyuka/inzsit/InzSite09%20Plyn.pdf>

(W3) <http://www.kominyvorel.cz/kominy-prvky.php>

Kapitola 7. až 10.

[1] BAŠTA, Jiří. HEMZAL, Karel. *Regulace v technice prostředí staveb* [online]. FS ČVUT Praha, 2010. [cit.1.8.2009]. Dostupný z WWW:

<[http://www.strojar.com/upload/skripta/oborove/Regulace\\_v\\_tech\\_nice\\_prostredi\\_staveb\\_Basta\\_2009.pdf](http://www.strojar.com/upload/skripta/oborove/Regulace_v_tech_nice_prostredi_staveb_Basta_2009.pdf)>

[2] DRKAL, František a kol. *Klimatizace a průmyslová vzduchotechnika* [online]. FS ČVUT Praha, 2009. [cit.8.8.2013]. Dostupný z WWW:

<[http://www.strojar.com/upload/skripta/oborove/Klimatizace\\_a\\_prumyslova\\_vzduch\\_otechnika\\_Drkal\\_2009.pdf](http://www.strojar.com/upload/skripta/oborove/Klimatizace_a_prumyslova_vzduch_otechnika_Drkal_2009.pdf)>

[3] DRKAL, František a kol. *Vzduchotechnika* [online]. FS ČVUT Praha, 2009. [cit.8.8.2013]. Dostupný z WWW:

<[http://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni\\_materiály/VZT/Vzduchotechnika.pdf](http://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni_materiály/VZT/Vzduchotechnika.pdf)>

[4] HAZUCHA, Juraj. *Větrání a vytápění* [online]. Brno: Centrum pasivního domu, 2010., [cit.1.8.2011]. Dostupný z WWW: <<http://domy.atrea.cz/cz/ke-stazeni>>

[5] JANOTKOVÁ, Eva. *Technika prostředí* [online]. VUT Brno, 2010 [cit. 23.7.2013]. Dostupný z WWW: <<http://ottp.fme.vutbr.cz/vyuka/technikaprostredi/SylabyTP6.pdf>>

[6] KOLEKTIV AUTORŮ. *Topenářská příručka*. 2001. 2343 stran

[7] KOLEKTIV. *Projekční podklady a pomůcky - H-X diagram* [online]. FSV ČVUT



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace profesního vzdělávání ve vazbě na potřeby Jihočeského regionu  
CZ .1.07/3.2.08/03.0035

- Praha. [cit.10.8.2013]. Dostupný z WWW:  
<<http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=podklady&id=22> >
- [8] LAKACZ.[online]. [cit.1.4.2013]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.laka.cz/komfortni-klimatizace> >
- [9] POŽÁRNÍ ODVĚTRÁNÍ s.r.o.[online]. [cit.1.8.2013]. Dostupný z WWW:  
<<http://pozarniodvetrani.cz/PozarniOdvetrani.aspx> >
- [10] RUBINOVÁ, Olga. *Aplikace VZT ve stavebních pro bydlení, administrativních budovách, shromažďovacích prostorách, kuchyních* [online]. Přednáška. VUT Brno. [cit.12.8.2013]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubanova.o/prednasky/vzt13.pdf> >
- [11] RUBINOVÁ, Olga. *Hodnocení tepelně vlhkostního mikroklimatu budov* [online]. Přednáška. VUT Brno. [cit. 23.7.2013]. ]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubanova.o/prednasky/tp04.pdf> >
- [12] TAJBR. Stanislav. *Prim na trhu hrají desková tělesa* [online]. Časopis stavebnictví, 11-12 2007. [cit.3.8.2013]. Dostupný z WWW:<[http://www.casopisstavebnictvi.cz/UserFiles/Image/0711\\_12\\_special/8\\_1.jpg](http://www.casopisstavebnictvi.cz/UserFiles/Image/0711_12_special/8_1.jpg) >
- [13] TZB – INFO. *Komíny a kouřovody 1. Úvod do komínové techniky* [online]. [cit.3.8.2013]. Dostupný z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/3361-kominy-a-kourovody-i> >
- [14] TZB – INFO. *Články* [online]. [cit.3.8.2013]. Dostupný z WWW:  
<<http://vytapani.tzb-info.cz/docu/clanky/0061/006167o2.gif>>
- [15] VRÁNA. Jakub. *Technická zařízení budov v praxi*. GRADA 2007. [ISBN 978-80-247-1588-9](https://www.isbn-international.org/number/978-80-247-1588-9)

Kapitola 11. až 13.

(E1) TKOTZ Klaus a kol. *Příručka pro elektrotechnika*. EUROPA – SOBOTÁLES Praha 2006. [ISBN 80-86706-13-3](https://www.isbn-international.org/number/80-86706-13-3)