



KONTROLA KOTLŮ A ROZVODŮ TEPELNÉ ENERGIE

Roman Vavříčka

ČVUT v Praze, Fakulta strojní
Ústav techniky prostředí

1) Zákon č. 131/2015 Sb. o hospodaření energií

(pozměňuje zákon č. 406/2000 Sb.)

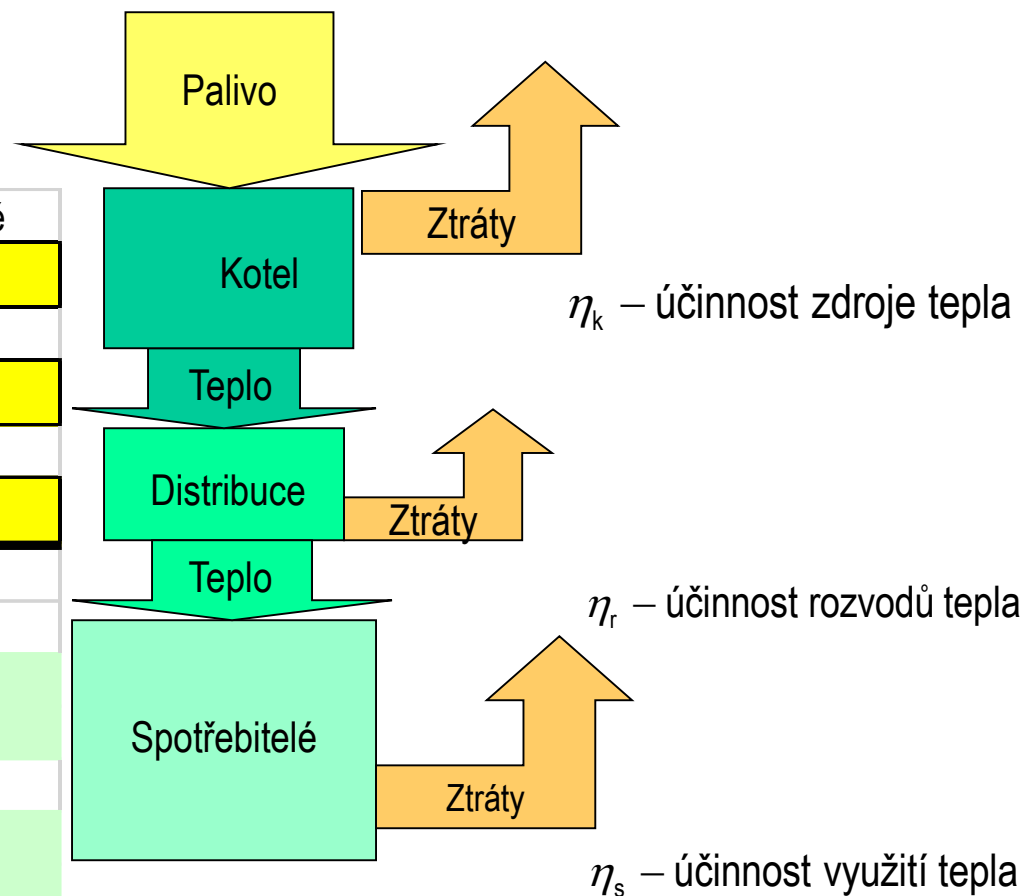
2) Vyhláška č. 194/2013 Sb. o kontrole kotlů a rozvodů tepelné energie

3) Vyhláška č. 34/2016 Sb. o čištění, kontrole a revizi spalinové cesty

4) ČSN 07 0305 - Hodnocení kotlových ztrát

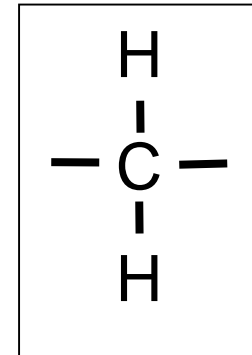
(vydáno 11.3.1983)

		Ideálně	Skutečně
η_k	Produkce	99%	75%
		x	x
η_r	Distribuce	99%	95%
		x	x
η_s	Uživatel	99%	90%
η	Celkově	97,0%	64,1%
Energie na vstupu		1031	1559
Energie na výstupu		1000	MWh

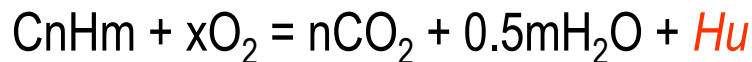


Zdroje tepla – podle paliva

Druh paliva	Výhřevnost paliva	Celková výhřevnost	Maximální emise CO ₂ (kg/kWh)	
	<i>Hu</i>		<i>Hu</i>	<i>Ho</i>
Uhlí	8.14 kWh/kg	8.41 kWh/kg	0.350	0.339
Koks	7.50 kWh/kg	7.53 kWh/kg	0.420	0.418
Hnědé uhlí - surové	2.68 kWh/kg	3.20 kWh/kg	0.410	0.343
Hnědé uhlí – brikety	5.35 kWh/kg	5.75 kWh/kg	0.380	0.354
Lehký topný olej EL	10.08 kWh/l	10.57 kWh/l	0.312	0.298
Těžký topný olej S	10.61 kWh/l	11.27 kWh/l	0.290	0.273
Zemní plyn L	8.87 kWh/m ³	9.76 kWh/m ³	0.200	0.182
Zemní plyn H	10.42 kWh/m ³	11.42 kWh/m ³	0.200	0.182
Svítiplyn	4.48 kWh/m ³	5.00 kWh/m ³	0.200	0.179



Teplo vzniklé při spalování = *Hu*

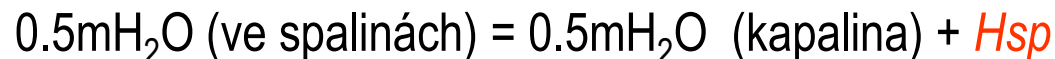


Ho = celková výhřevnost paliva

Při spalovacím procesu vzniká vždy CO₂ a voda (ve spalinách)

$$\textcolor{red}{Hu} + \textcolor{red}{Hsp} = \textcolor{red}{Ho}$$

Hsp = teplo obsažené ve spalinách



Zdroje tepla – podle materiálu výměníku

Železo – **Fe** – $\lambda \approx 50 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

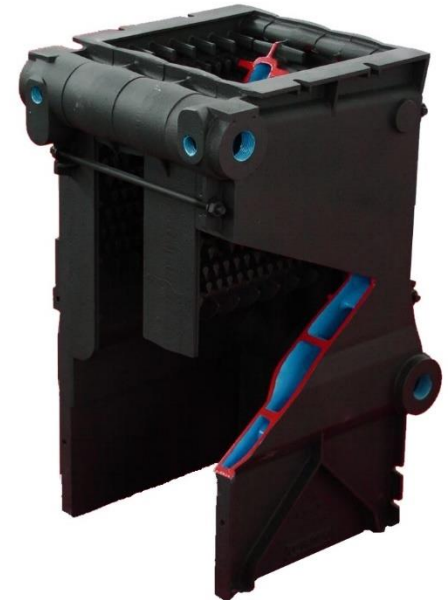
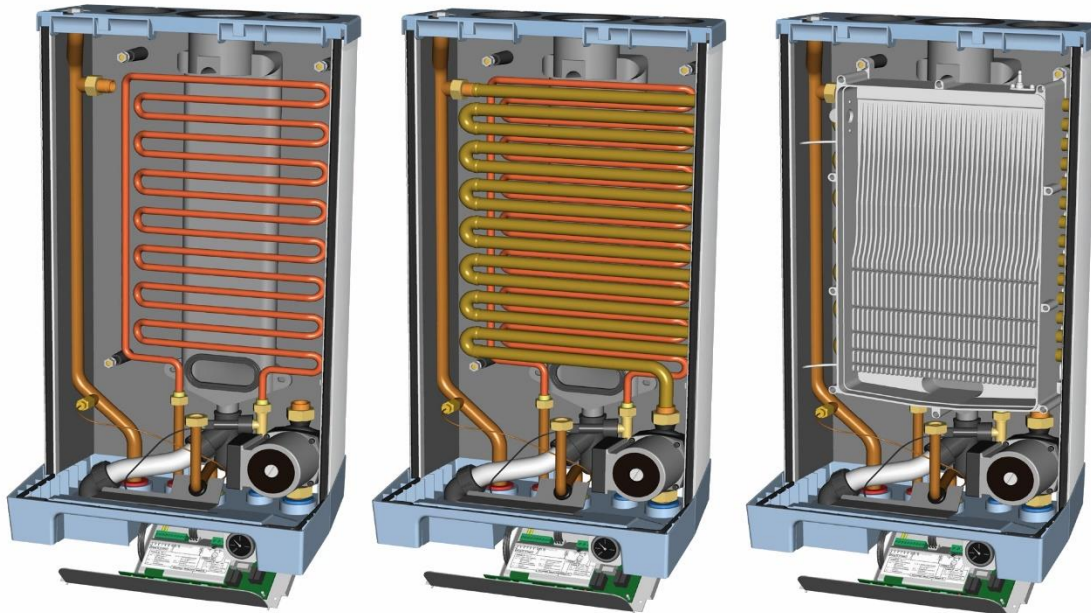
Slitiny hliníku – **Al** – $\lambda \approx 150 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

Měď – **Cu** – $\lambda \approx 350 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

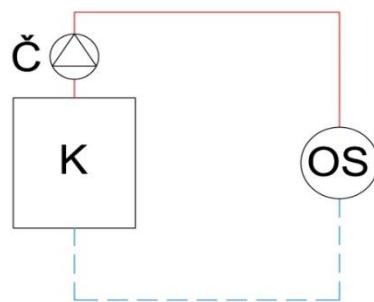
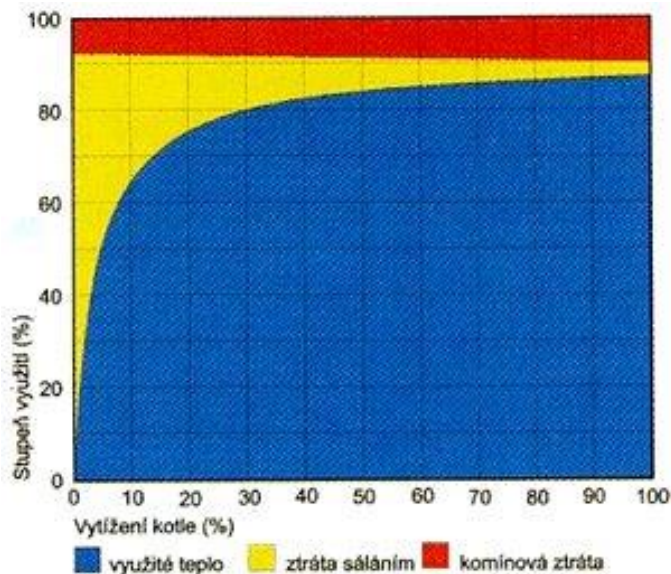
Tepelný výkon výměníku

$$Q = U \cdot S_L \cdot \Delta t$$

$$U = f(\delta, \lambda, \alpha)$$

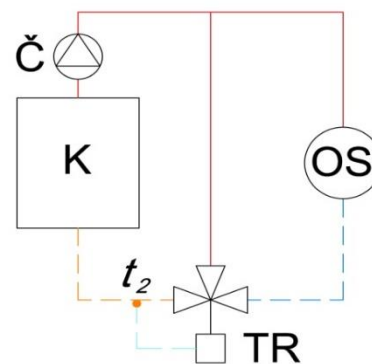
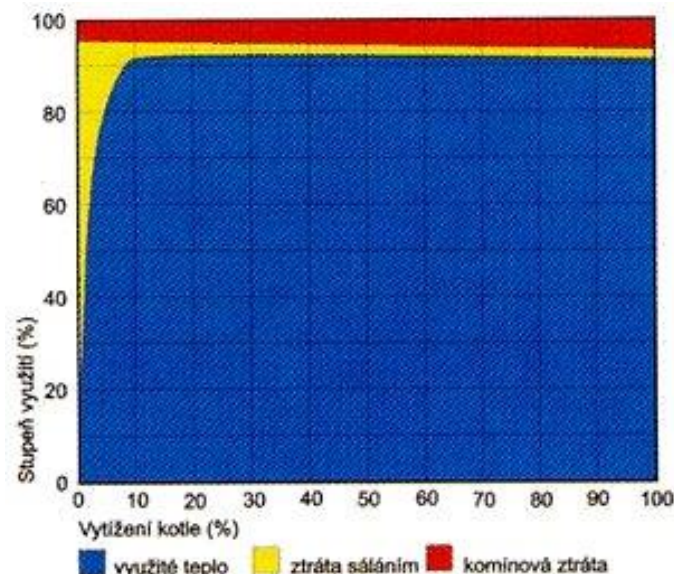


Klasický kotel



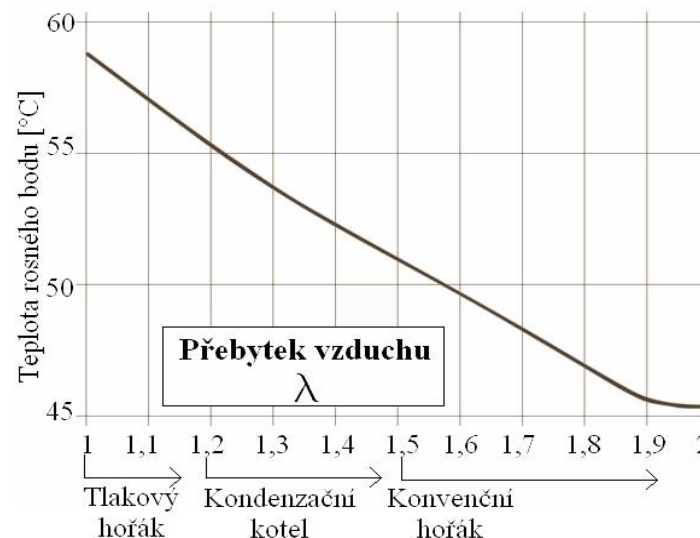
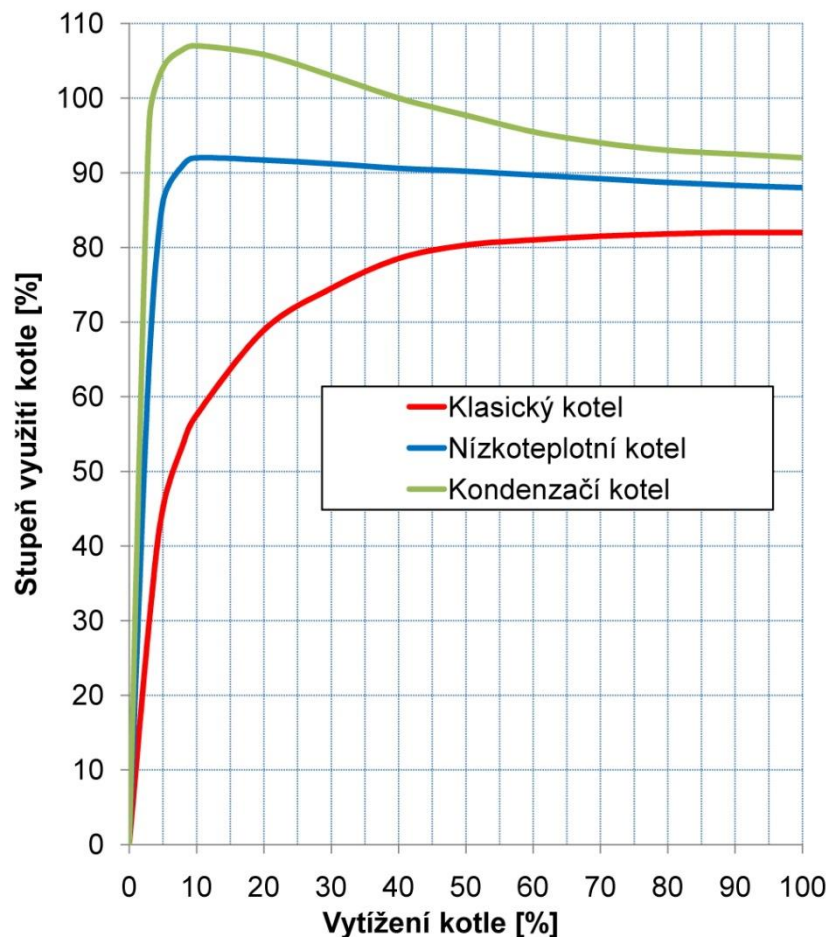
a)

Nízkoteplotní kotel



b)

Zdroje tepla – podle teplotních parametrů



Při dokonalém spalování z 1 m³ ZP zkondenzuje cca 1,36 kg vlhkosti.

Rozhodující faktory vzniklého množství kondenzátu:

- ✓ teplota spalin t_{es}
- ✓ součinitel přebytku vzduchu λ

Příklad:

Ohřívač TV má spotřebu plynu 2,7 m³/h.

$$V_{kond,max} = 1,36 \cdot 2,7 = 3,672 \text{ kg/h} = 0,06 \text{ l/min}$$

Pro odvod kondenzátu lze v praktických aplikacích vycházet z DIN 1986-100: 2002-03 takto:

➤ s výkonem **do 25 kW**

je napojení možné přímo na kanalizaci bez dalšího opatření

➤ s výkonem **od 25 kW do 200 kW**

je napojení možné bez neutralizace, je-li kondenzát během nočního provozu zachycován ve zdržovací nádrži a během dne pak povolna vypouštěn spolu s ostatními splaškovými vodami tak, aby bylo dosaženo menší, než limitní kyselosti

➤ s výkonem **nad 200 kW**

je napojení možné až po neutralizaci kondenzátu

Normovaný stupeň využití

$$\eta_N = \frac{5}{\sum_{i=1}^5 \frac{1}{\eta_{\text{průměrná}}}} = \frac{5}{0,0468} = 106,8 \%$$

Příklad:

Ohřívač TV má normovaný stupeň využití 106,8 %.

$$\eta_k = \frac{106,8}{111,5} = 0,957$$

Vytížení kotle [%]	Teplota teplonosné látky $t_{w1} / t_{w2} [^{\circ}\text{C}]$	Stupeň využití při dílčím zatížení η [%]
13	27,0 / 25,0	109,5
30	37,0 / 32,0	108,4
39	42,0 / 36,0	107,2
48	46,0 / 39,0	105,7
63	55,0 / 45,0	103,0

Nepřímá metoda stanovení účinnosti kotle

$$\eta_k = 100 - (\xi_{Kom} + \xi_{Ned} + \xi_{TZ} + \xi_O)$$

- ξ_{Kom} – komínová ztráta – *tj. uniklé teplo ve spalinách*
- ξ_{Ned} – ztráta nedopalem – *tj. to co se nepodařilo spálit*
- ξ_{TZ} – ztráta fyzickým teplem tuhých zbytků – *tj. popelovina*
- ξ_O – ztráta sdílením tepla do okolí – *tj. sdílení tepla z vnějšího povrchu kotle*

➤ **Pro plynové kotle je nejdůležitějším parametrem - komínová ztráta a ztráta do okolí!**

➤ Pro lokální topeniště (kamna, krby) není zanedbatelné množství tepla sdíleného do okolí!

Příklad:

Plynový kotel má dle výrobce jmenovitý tepelný výkon 14,4 kW. Při měření byl zjištěn obsah CO_2 ve spalinách 9,2 % a maximální tepelný výkon 13,8 kW. Teplota spalin byla $t_{\text{spalin}} = 150^\circ\text{C}$, teplota spalovacího vzduchu $t_{\text{vzduchu}} = 20^\circ\text{C}$.

$$\xi_{\text{Kom1}} = K_1 \cdot \frac{t_{\text{spalin}} - t_{\text{vzduchu}}}{\omega_{\text{CO}_2}} = 0,48 \cdot \frac{150 - 20}{9,2} = 6,78 \%$$

Pro zemní plyn je $K_1 = 0,48$

Co kdybychom provozovali kotel jako kondenzační a dokázali ochladit spaliny na 42°C ?

$$\xi_{\text{Kom2}} = K_1 \cdot \frac{t_{\text{spalin}} - t_{\text{vzduchu}}}{\omega_{\text{CO}_2}} = 0,48 \cdot \frac{42 - 20}{9,2} = 1,15 \%$$

Poměrná ztráta odevzdáním tepla do okolí.

$$\xi_0 = \frac{4 \cdot P_m}{\sqrt[3]{P_m} \cdot P} = \frac{4 \cdot 14,4}{\sqrt[3]{14,4} \cdot 13,8} = 1,71 \%$$

$$\eta_{k1} = 100 - (\xi_{\text{kom1}} + \xi_0) = 100 - (6,78 + 1,71)$$

$$\eta_{k1} = 91,51 \%$$

$$\eta_{k2} = 100 - (\xi_{\text{kom2}} + \xi_0) = 100 - (1,15 + 1,71)$$

$$\eta_{k2} = 97,14 \%$$

Zákon č. 131/2015 Sb. o hospodaření energií

§6a Kontrola provozovaných kotlů a rozvodů tepelné energie a klimatizačních systémů

- 1) U provozovaných kotlů s jmenovitým výkonem nad 20 kW je vlastník povinen
 - a) zajistit pravidelnou kontrolu těchto kotlů a příslušných tepelných rozvodů tepelné energie, jejíž výsledkem je písemná zpráva,
 - b) předložit na vyžádání zprávy o kontrole provozovaných kotlů a příslušných rozvodů tepelné energie ministerstvu nebo státní energetické inspekci,
 - c) oznámit ministerstvu provedení kontroly osobou podle odstavce 3 písmena d) (*tj. příslušný energetický specialista §10 odst. 1*) a předložit ministerstvu kopii oprávnění osoby pro vykonávání této činnosti podle právního předpisu jiného členského státu Unie.

Zákon č. 131/2015 Sb. o hospodaření energií

§6a Kontrola provozovaných kotlů a rozvodů tepelné energie a klimatizačních systémů

- 4) Povinnost podle odstavců 1 a 2 se nevztahuje na kotle a vnitřní rozvody tepelné energie a klimatizační systémy umístěné v rodinných domech, bytech a stavbách pro rodinnou rekreaci s výjimkou případů, kdy jsou provozovány výhradně pro podnikatelskou činnost. Na kotle a vnitřní rozvody tepelné energie a klimatizační systémy umístěné v rodinných domech, bytech a stavbách pro rodinnou rekreaci se poskytuje poradenství podle § 5 odst. 4 písm. g).
- 5) Rozsah, četnost a způsob provádění kontroly, vzor a obsah zprávy o kontrolách provozovaných kotlů a rozvodů tepelné energie a kontrolách klimatizačních systémů stanoví prováděcí právní předpis (vyhláška č. 194/2013 Sb.).

Četnost kontrol kotlů a tepelných rozvodů – **NÁVRH** vs **VYHLÁŠKA !!!**

Výkon kotle	Druh paliva	První kontrola po uvedení do provozu	Další kontrola	
			systém je trvale monitorován	systém není trvale monitorován
Od 20 kW do 200 kW	pevná	2	4	2
	kapalná			
	plynná	4	6	4
Nad 200 kW	všechna paliva	2	3	2

Výkon kotle	Druh paliva	První kontrola po uvedení do provozu	Další kontrola	
			systém je trvale monitorován	systém není trvale monitorován
Od 20 kW do 100 kW	Všechna paliva	10	10	10
Nad 100 kW	Pevná a kapalná	2	10	2
	Plynná	4	10	4

Vyhláška č. 34/2015 Sb. o čištění, kontrole a revizi spalinové cesty

Příloha č.2 k vyhlášce:

Výkon připojeného spotřebiče paliv	Činnost	Druh paliva připojeného spotřebiče				
		Pevné		Kapalné		Plynné
		Celoroční provoz	Sezónní provoz	Celoroční provoz	Sezónní provoz	
Do 50 kW včetně	Čištění spalinové cesty	3 x za rok	2 x za rok	2 x za rok	1 x za rok	1 x za rok
	Kontrola spalinové cesty	1 x za rok		1 x za rok		1 x za rok
Nad 50 kW	Čištění a kontrola spalinové cesty	2 x za rok		1 x za rok		1 x za rok

Příloha č. 2, podmínka č. 9 vyhlášky č. 34/2015 Sb.:

„Spalinová cesta pro odvod spalin od kondenzačního spotřebiče na plynná paliva se čistí a kontroluje nejméně jedenkrát za dva roky.“

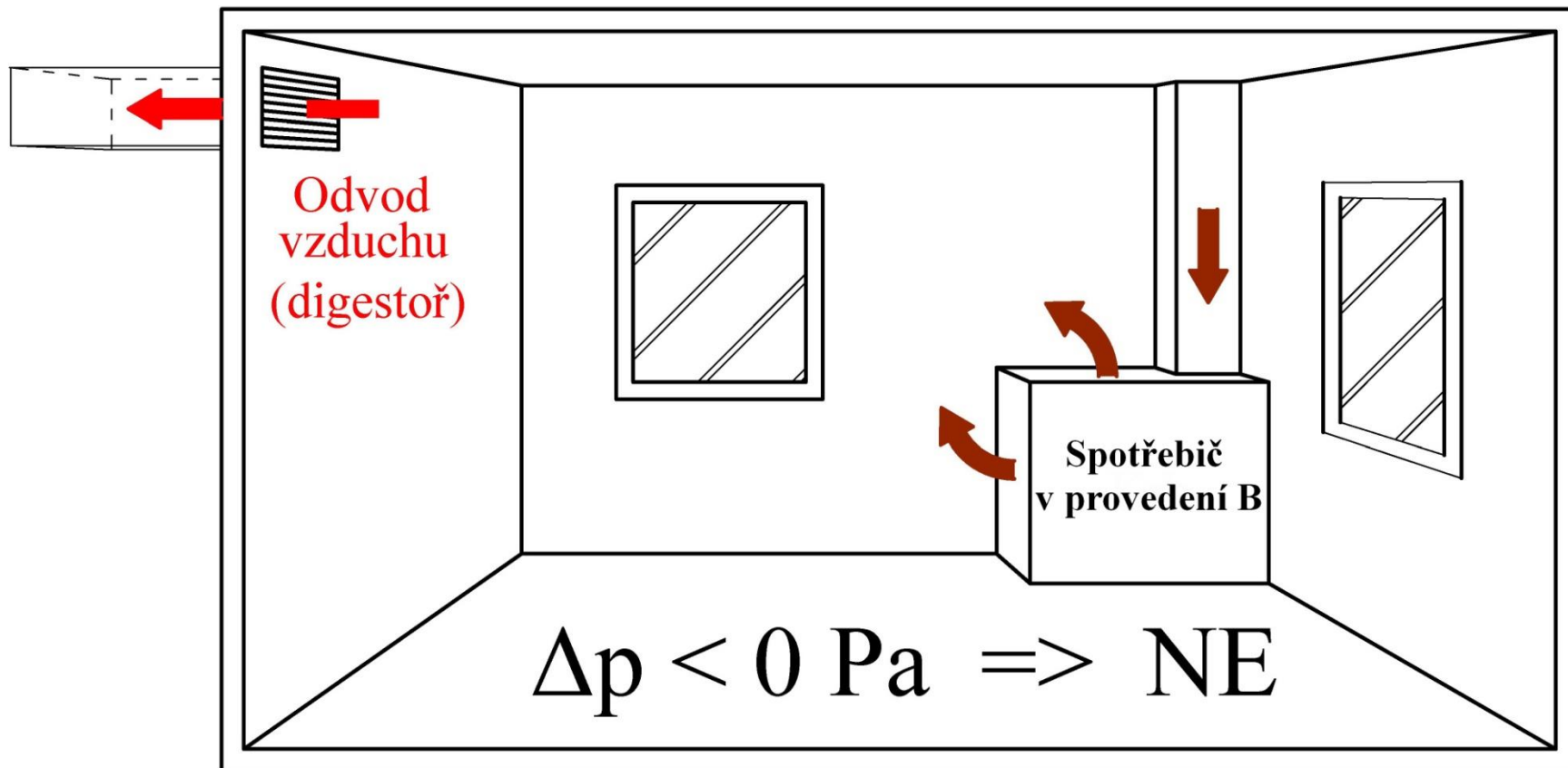
Za užívání plynového spotřebiče odpovídá vlastník spotřebiče, pokud se této odpovědnosti nezproští prokazatelným přenesením na uživatele (např. smlouvou o pronájmu apod.) !!!

- 1) Subjekt provádějící uvedení spotřebiče do provozu (nového, vyměněného, po opravě nebo servisu) musí provést kontrolu odvodu spalin a přívodu vzduchu.
A ověřit zda nový nebo vyměněný spotřebič odpovídá štítkovým hodnotám komína nebo hodnotám v revizní zprávě spalinové cesty.
- 2) Plynové spotřebiče musí být umístěny tak, aby byly přístupné pro obsluhu, údržbu a opravy.
- 3) Plynové spotřebiče nemají být umísťovány ve schodišťových prostorech, veřejnosti přístupných chodbách a únikových cestách (neplatí pro chodby a schodiště rodinných domů s nejvýše dvěma nadzemními podlažími nebo bytovými jednotkami).

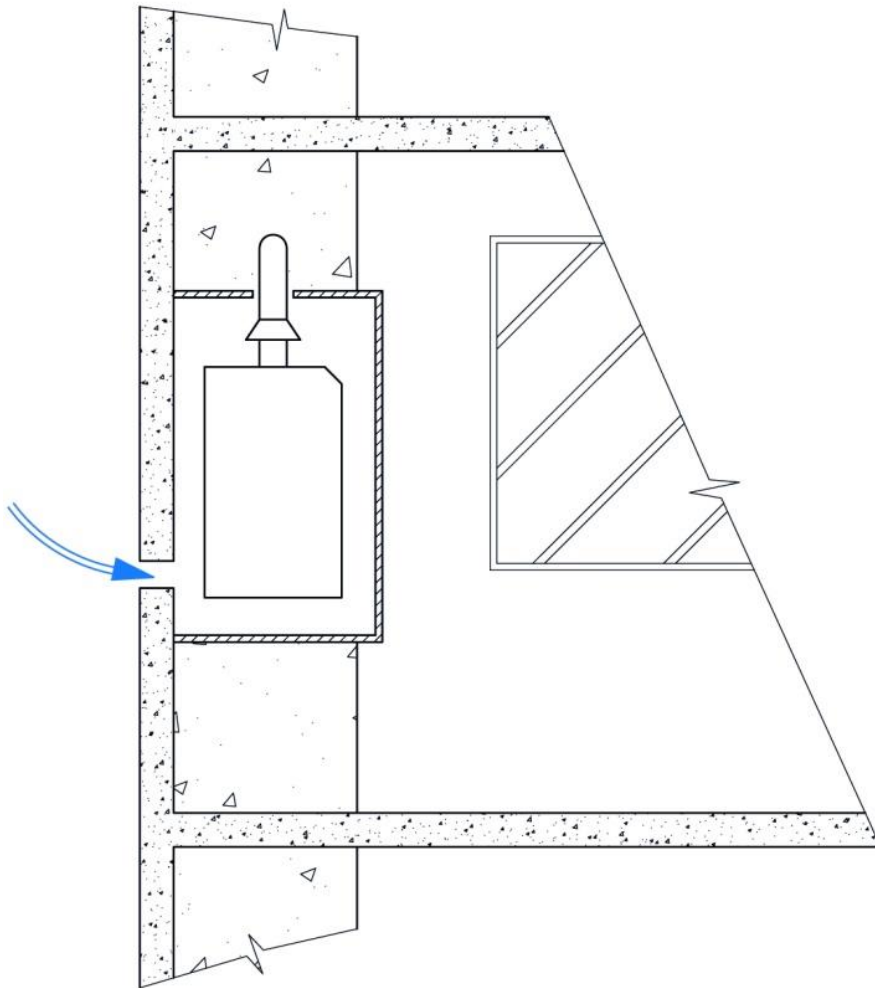
Výpočet množství spalovacího vzduchu

Provedení B – nesmí být umístěny v prostorech určených ke spaní !!!

Provoz plynového spotřebiče v provedení B musí splňovat požadavek na zajištění tlakových podmínek v prostoru, kde je spotřebič umístěn !!!



Provedení B – nesmí být umístěny v prostorech určených ke spaní !!!



Větrací otvory nebo potrubí:

$$V_o = \frac{2 \cdot V_{o,sk}}{\sqrt{\Delta p_v}}$$

V_o

průtok vzduchu dle grafu [m³/h]

$V_{o,sk}$

skutečný průtok přiváděného vzduchu
[m³/h]

Δp_v

skutečný tlakový rozdíl uvedený výrobcem
spotřebiče (minimálně 4 Pa) [Pa]

Požadované množství spalovacího vzduchu – zjednodušený výpočet

Platí také pro principem podobné zdroje tepla jako plynový spotřebič v provedení B !!!

$$V_s = c \cdot Q_n$$

$$Q_n = V_p \cdot H_u$$

Q_n	- příkon spotřebiče [kW]
H_u	- výhřevnost [kWh/jednotku]
V_p	- množství paliva ke spotřebiči [jednotka/h]

Zemní plyn	$c = 2,2$
Lehký topný olej	$c = 2,0$
Dřevo, uhlí (ne krby)	$c = 3,5$
Krby na dřevo nebo uhlí	$c = 4,0$

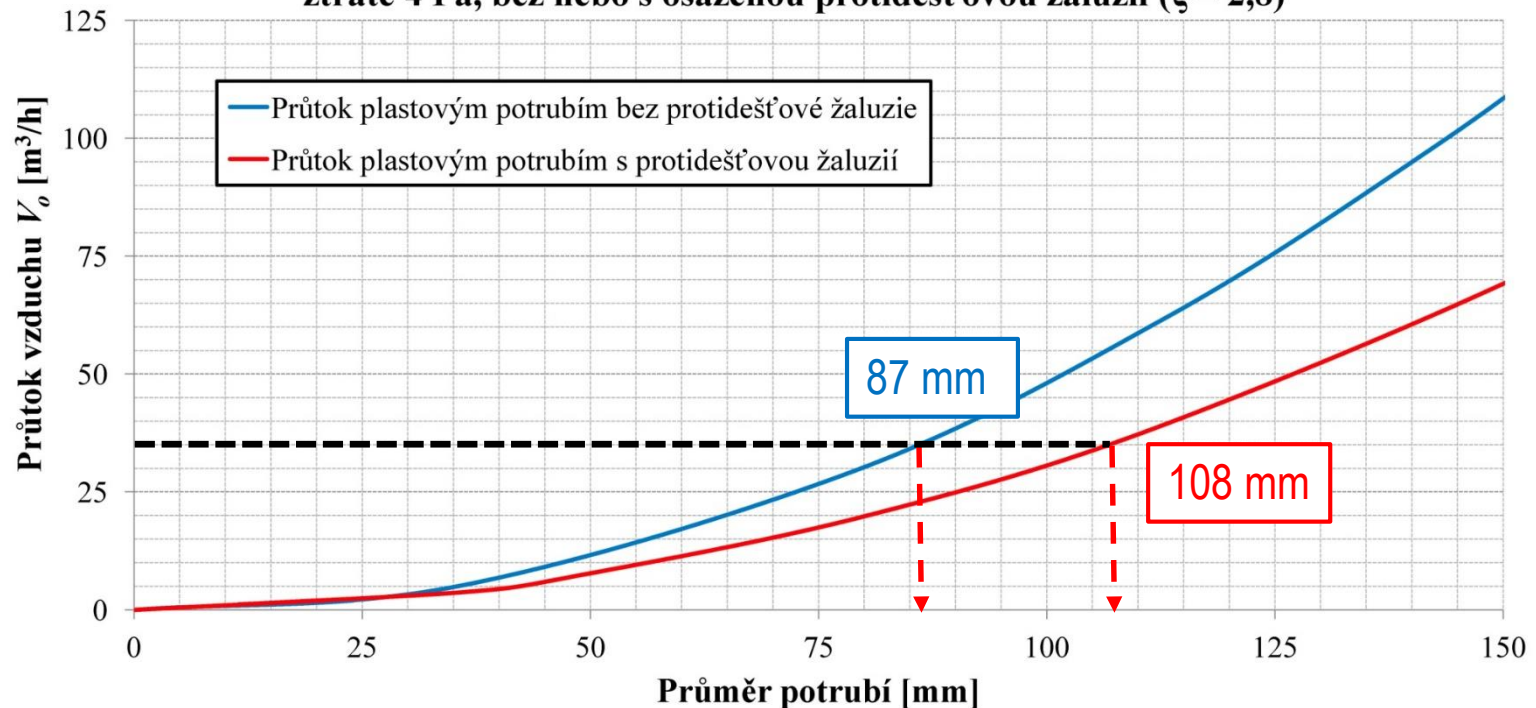
Výpočet množství spalovacího vzduchu

Příklad:

Plynový ohřívač vody má dle výrobce jmenovitou spotřebu zemního plynu $V_p = 1,7 \text{ m}^3/\text{h}$.
Výhřevnost zemního plynu je $H_u = 33,48 \text{ MJ/m}^3 = 9,3 \text{ kWh/m}^3$.

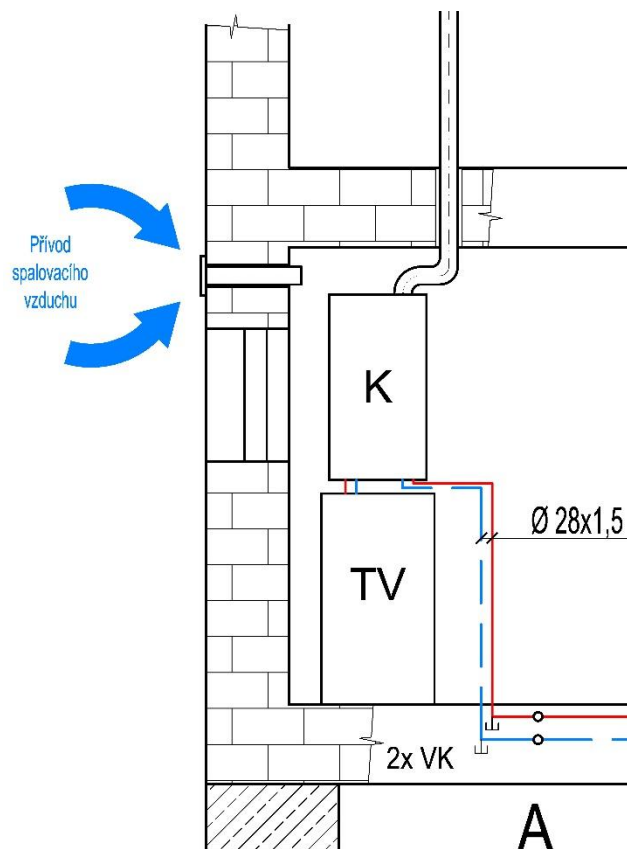
$$V_s = c \cdot Q_n = c \cdot V_p \cdot H_u = 2,2 \cdot 1,7 \cdot 9,3 = 34,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

Průtok vzduchu plastovým potrubím o délce maximálně 0,5 m, při tlakové ztrátě 4 Pa, bez nebo s osazenou protidešťovou žaluzií ($\zeta = 2,8$)



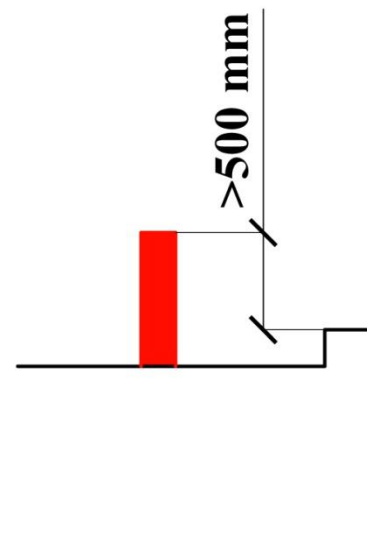
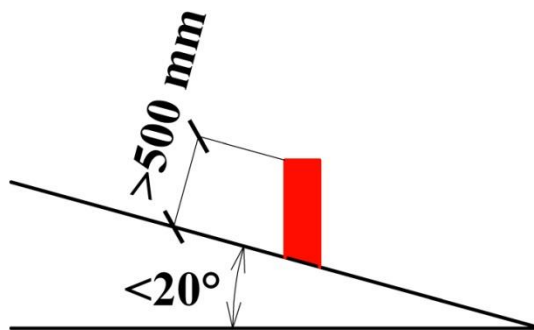
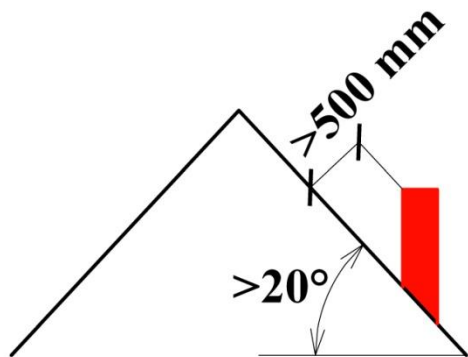
!!! Pro výpočty přívodu spalovacího vzduchu !!!

!!! Spárová průvzdušnost oken = 0 m³/h !!!



Na umístování spotřebičů v
provedení C nejsou kladeny
požadavky na objem prostoru
ani na přívod spalovacího
vzduchu !!!

Přetlakové komíny



ČSN 73 4201 – Komíny a kouřovody

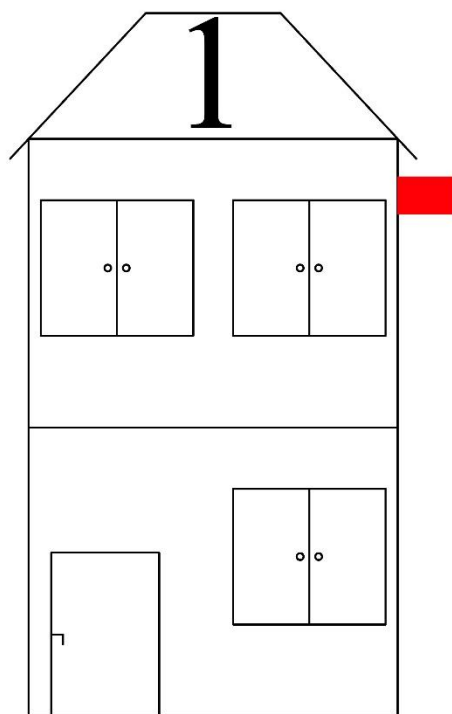
U nových staveb se provedení odtahu spalin venkovní fasádou domu NEPOVOLUJE!!!

Tento způsob odvodu spalin se týká pouze spotřebičů na plynná paliva v provedení C a provedení B33 (plynový spotřebič bez přerušovače tahu určený pro připojení na společný komín se vzduchovým ventilátorem instalovaným před spalovací komorou).

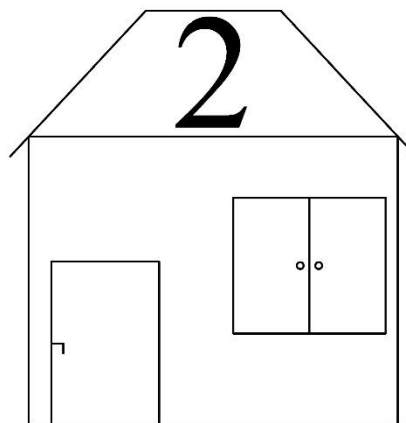
Maximální instalovaný jmenovitý výkon je
do 24 kW.



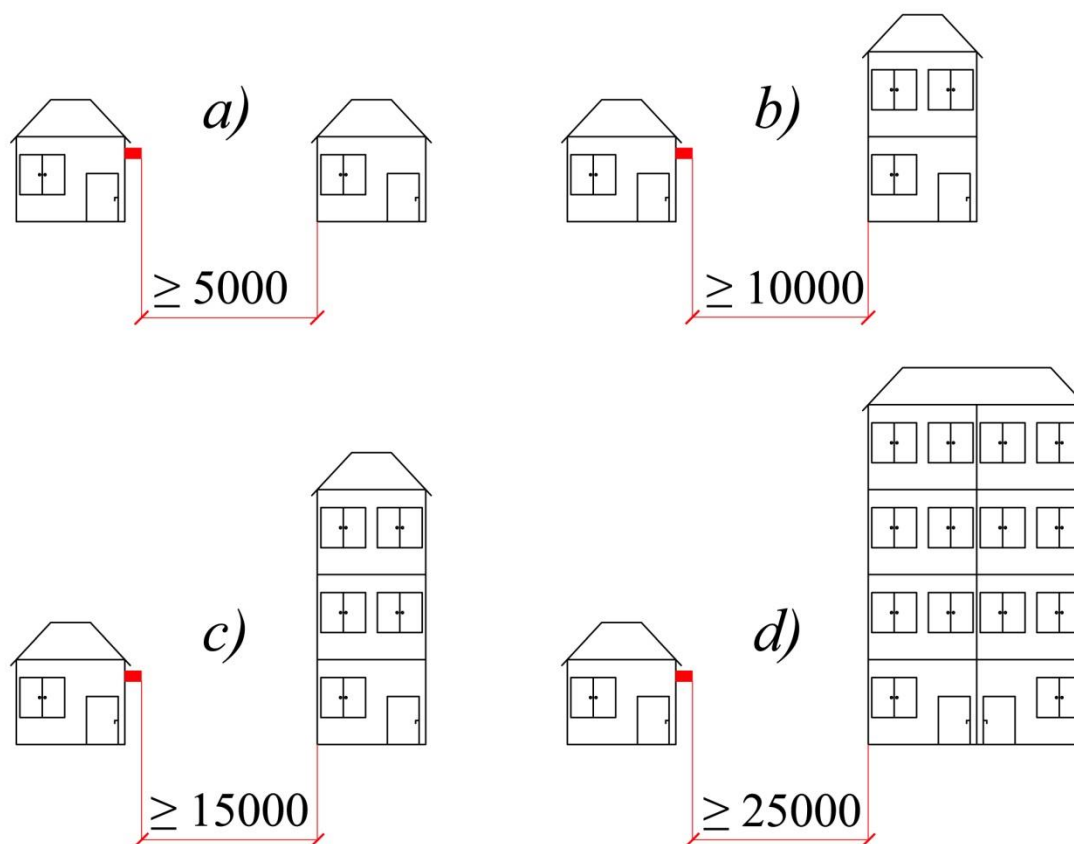
Samostatně stojící budova



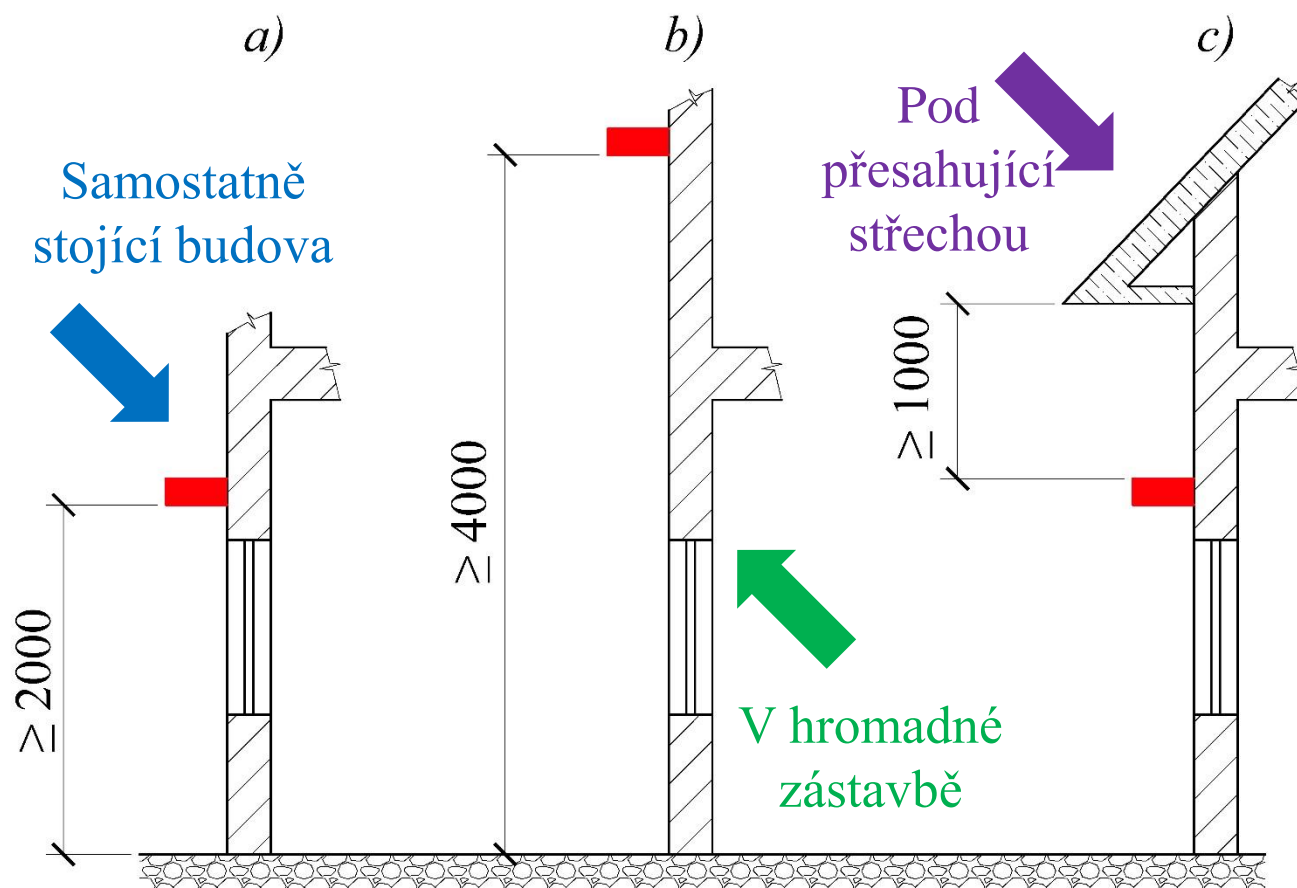
Vzdálenost mezi budovami se neposuzuje!!!



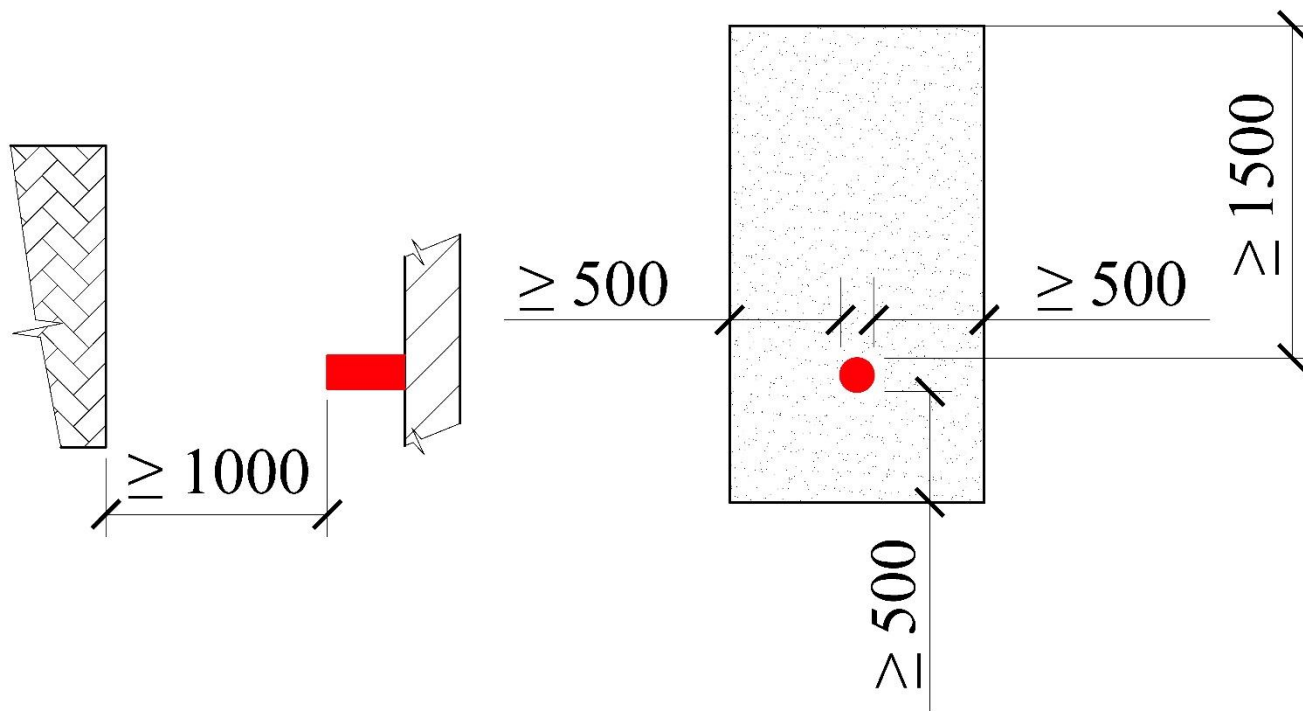
Hromadná zástavba



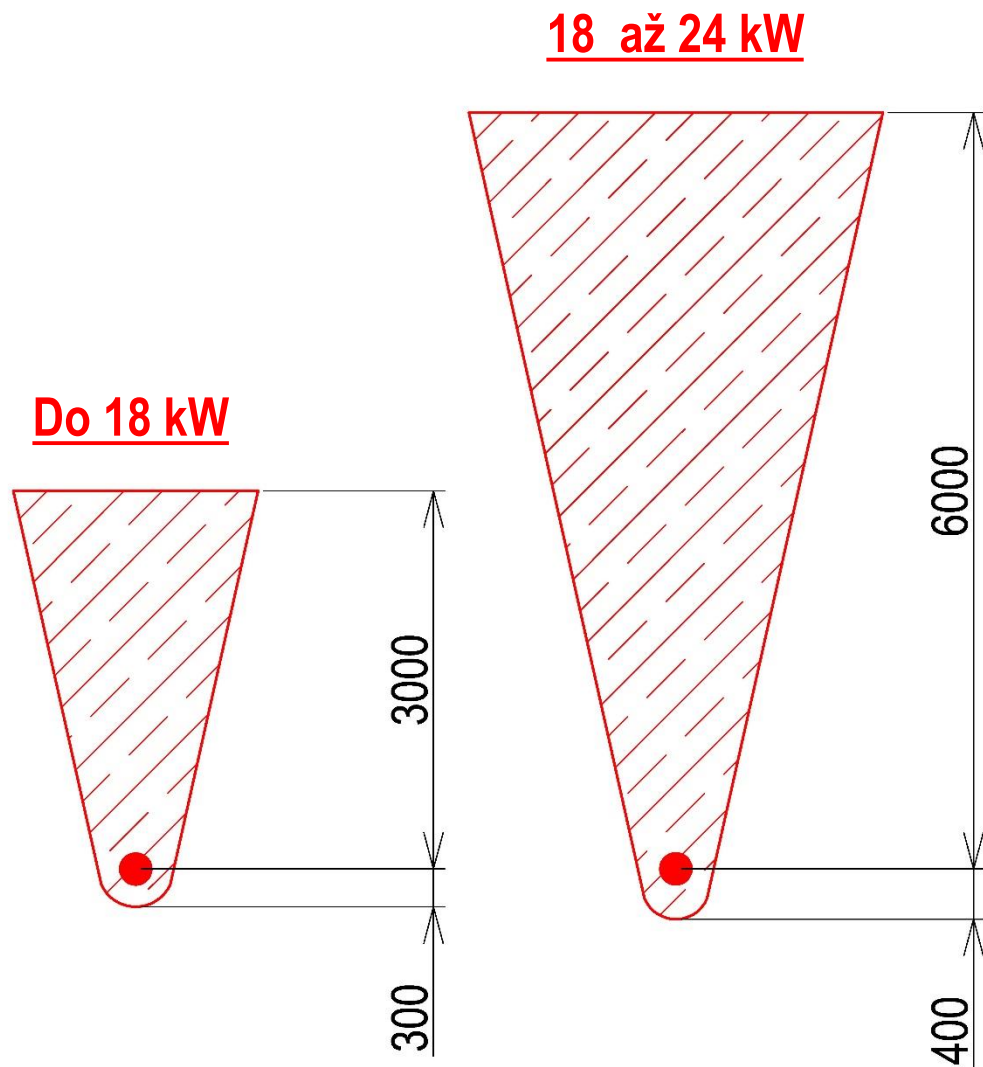
Nejmenší předepsané vzdálenosti vyústění spodní hrany kouřovodu nad terénem



Předepsané minimální odstupné vzdálenosti pro umísťování hořlavých materiálů od horizontálního vyústění spalin na venkovní zdi



Provedení odtahu spalin - horizontálně



Vyhláška č. 193/2007 Sb.

Určující hodnoty součinitelů prostupu tepla vztažených na jednotku délky (1 m) u vnitřních rozvodů

DN	10 až 15	20 až 32	40 až 65	80 až 125	150 až 200
U [W/m·K]	0,15	0,18	0,27	0,34	0,40

§ 5 odstavec 11: „U vnitřních rozvodů se minimální tloušťka tepelné izolace stanoví výpočtem tak, aby součinitel prostupu tepla vztažený na jednotku délky potrubí U byl menší nebo roven hodnotě uvedené v příloze č. 3.“

„U vnitřních rozvodů plastových a měděných se tloušťka tepelné izolace volí podle vnějšího průměru potrubí nejbližšího vnějšímu průměru potrubí řady DN.“



DĚKUJI ZA POZORNOST

<http://utp.fs.cvut.cz>

Roman.Vavricka@fs.cvut.cz

