

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

CZ.1.07/2.2.00/28.0301 Středoevropské centrum pro vytváření a realizaci inovovaných technicko-ekonomických studijních programů

Vytápění

BT01 – TZB II - cvičení

Cvičení | 11: **Větrání kotelny a řešení odvodu spalin**
Schéma zapojení kotelny

Zadání

Navrhnete větrání kotelny a z tepelné bilance ověříte teplotu v kotelně v zimních a letních extrémních podmínkách. Určíte předběžnou velikost komínových průduchů.

Vytvoříte schéma zapojení navržené kotelny III. kategorie.



V principu je nutno dodržet vždy zásady přívodu vzduchu k podlaze a odvodu vzduchu pod stropem. Je výhodné situovat odváděcí šachtu paralelně s komínem, neboť ohřev vzduchu v šachtě zlepšuje tah. Konkrétní řešení je nutno posoudit s ohledem na typ kotelny. V případě nuceného větrání v kotelnách, kde jsou umístěny kotle s přirozeným tahem, je nutno toto větrání navrhout jako přetlakové.

Příklad

V kotelně jsou instalovány 2 nízkoteplotní plynové kotle o výkonu 90 kW a 1 kotel s výkonem 50 kW **v provedení B** s atmosférickým hořákem.

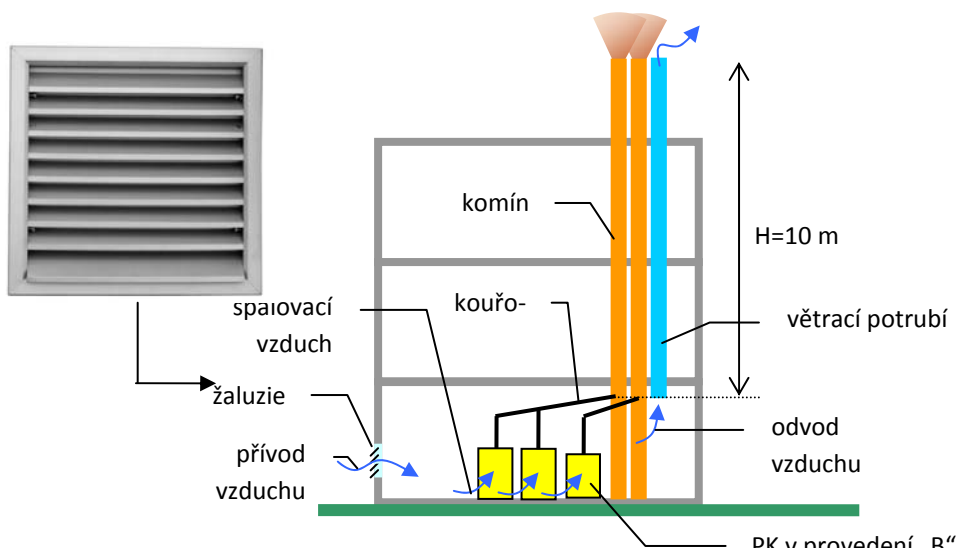
Kotelna je v 1.NP budovy, která má celkem 3 podlaží. Kotelna má půdorys 4 x 6 m, s.v. 3,5 m. Jsou zde 2 okna 1,5 x 0,6 m východní orientace. Tepelná ztráta místnosti kotelny při výpočtové venkovní teplotě -15 °C činí 900 W.

Větrání, včetně přívodu vzduchu pro spalování, bude realizováno přívodem vzduchu přes protidešťovou žaluzii a odvod nad střechu budovy větracím potrubím nebo stavební šachtou.

Určíte předběžnou velikost komínových průduchů, přičemž dva větší kotle budou zapojeny do jednoho komína, a menší kotel na ohřev teplé vody do druhého.

Zimní provoz kotlů $Q = 2 \cdot 90 + 50 = 230 \text{ kW}$

Letní provoz kotlů $Q = 50 \text{ kW}$



Obr. 1 Zimní provoz větrání kotelny

Průtoky vzduchu

Teoretický a skutečný objem spalovacího vzduchu pro zemní plyn s výhřevností 35 MJ/m^3 . Pro nízkoteplotní kotle činí přebytek vzduchu $\lambda = 1,3$.

$$V_{\min} = 0,260 \cdot H - 0,25 = 0,260 \cdot 35 - 0,25 = 8,85 \text{ m}^3 / \text{m}^3$$

$$V_{sk} = \lambda \cdot V_{\min} = 1,3 \cdot 8,85 = 11,5 \text{ m}^3 / \text{m}^3$$

Potřeba paliva v zimním a letním období

$$P_Z = \frac{\sum Q_Z}{\eta \cdot H} = \frac{230 \cdot 10^3}{0,91 \cdot 35} = 0,0072 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$P_L = \frac{\sum Q_L}{\eta \cdot H} = \frac{50 \cdot 10^3}{0,91 \cdot 35} = 0,0016 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Průtok spalovacího vzduchu

$$V_{sp,Z} = V_{sk} \cdot P_Z = 11,5 \cdot 0,0072 = 0,083 \text{ m}^3 / \text{s} = 298 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$V_{sp,L} = V_{sk} \cdot P_L = 11,5 \cdot 0,0016 = 0,018 \text{ m}^3 / \text{s} = 66 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Průtok vzduchu pro větrání stanovený z minimální 0,5 násobné výměny vzduchu

$$V_{sp,Z} = n \cdot O = 0,5 \cdot 6 \cdot 4 \cdot 3,5 = 42 \text{ m}^3 / \text{h} = 0,012 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Průtok vzduchu pro spalování převyšuje průtok spalovacího vzduchu, vzduch spalování se podílí i na větrání kotelny. Proto je dále uvažováno s hodnotou průtoku vzduchu pro spalování. Výměna vzduchu pro letní a zimní období je tedy:

$$n_Z = \frac{V}{O} = \frac{298}{6 \cdot 4 \cdot 3,5} = 3,5 / \text{h}$$

$$n_L = \frac{V}{O} = \frac{66}{6 \cdot 4 \cdot 3,5} = 0,8 / \text{h}$$

Návrh větracích otvorů

Plocha protidešťové žaluzie pro přívod vzduchu

$$S = \frac{V_{sp,Z}}{v} = \frac{0,083}{1,5} = 0,055 \text{ m}^2$$

Z přílohy **P1** navrhne **žaluzii 400 x 200 mm s průtočnou plochou 0,06 m².**

!Výměna vzduchu však musí být zajištěna i v době odstávky kotlů, takže odvod vzduchu musí být zajištěn jinak než přes kotle, (kdy je nutný pro spalování)!

Průřez větracího potrubí pro odvod vzduchu

$$S = \frac{V_{sp,Z}}{v} = \frac{0,012}{1,5} = 0,007 \text{ m}^2 \rightarrow D = 100 \text{ mm}$$

Pro větší průtoky bychom zvolili obdélníkovou šachtu nebo potrubí.

Tepelná bilance kotelny v zimě

Tepelná produkce kotlů a potrubních rozvodů do okolí činí **cca 1 %** z instalovaného výkonu kotlů.

$$Q_{z,z} = p \cdot Q_z = 0,01 \cdot 230000 = 2300W$$

Měrná tepelná ztráta kotelny prostupem pro výpočtovou teplotu kotelny +10 °C:

$$H_T = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{900}{25} = 36W / K$$

Měrná tepelná ztráta kotelny větráním pro průtok vzduchu pro spalování:

$$H_V = V \rho c = 0,083 \cdot 1300 = 108W / K$$

Teplota vzduchu v kotelně za návrhových podmínek:

$$t_{i,z} = t_e + \frac{Q_{z,z}}{H_T + H_V} = -15 + \frac{2300}{36 + 108} = 1^\circ C$$

V kotelně bude nutné vytápění, aby byla dosažena **min. předepsaná teplota 7,5 °C**. To se vyřeší umístěním otopného tělesa o výkonu.

$$Q = (H_T + H_V)(t_i - t_{i,z}) = (36 + 108)(7,5 - 1) = 936W$$

Tepelná bilance kotelny v létě

Tepelné zisky jsou tvořeny jedním kotlem pro ohřev teplé vody a osluněním okna.

Podle orientace ke světovým stranám prochází běžným oknem orientovaným na **sever 50 W/m², východ a západ 80 W/m² a jih 120 W/m²**. Venkovní teplota v létě je výpočtová 30°C. Sdílení tepla stěnami je popsáno již vypočteným $H_T = 36 W/K$. Tepelná produkce kotlů a potrubních rozvodů do okolí činí **cca 1,5 %**.

$$Q_{z,L} = p \cdot Q_z + I \cdot S_o = 0,015 \cdot 50000 + 80 \cdot 2,0 \cdot 6,1,5 = 894W$$

Měrná tepelná zátěž větráním pro letní průtok spalovacího vzduchu

$$H_V = V \rho c = 0,018 \cdot 1300 = 23W / K$$

Teplota v kotelně pro průměrnou letní teplotu

$$t_{i,z} = t_e + \frac{Q_{z,L}}{H_V + H_T} = 30 + \frac{894}{23 + 36} = 45^\circ C$$

Maximální přípustná teplota v kotelně je **35°C**. Pro odvedení tepelné zátěže bude nutné zvýšit průtok vzduchu.

$$V_L = \frac{Q_{z,L}}{\rho \cdot c \Delta t} = \frac{894}{1300 \cdot 0,5} = 0,14m^3 / h = 495m^3 / h$$

Tento průtok znamená výměnu vzduchu:

$$n = \frac{V_L}{O} = \frac{495}{6,4 \cdot 3,5} = 5,9 / h$$

Takovou výměnu již nelze zajistit přirozeným větráním. Proto navrhujeme osadit do venkovní stěny **přívodní ventilátor**, který zajistí nucený přívod vzduchu. Pro daný průtok najdeme v příloze **P2** vhodný axiální ventilátor velikosti 250. Odvod vzduchu přetlakem zajistí žaluzie a větrací potrubí.

Zkontrolujeme, zda žaluzie a odvodní potrubí mají dostatečnou plochu pro průtok vzduchu přiváděný ventilátorem, proto vypočteme rychlost proudění vzduchu v těchto otvorech. Pokud bude menší než 2,5 m/s, jsou podmínky vyhovující. V opačném případě by byly nutné další otvory pro odvod vzduchu.

$$v = \frac{V_L - V_{sp,L}}{S_z + S_o} = \frac{495 - 66 / 3600}{0,06 + 0,07} = 1,8 \text{ m/s}$$

Orientační návrh komínového průduchu

Orientační profil komínového průduchu se určí pro jmenovitý výkon kotle a účinnou výšku. Součinitel b závisí na typu paliva a pro plyn $b = 1800$.

Komínový průduch pro dva kotle $2 \cdot 90 = 180 \text{ kW}$

$$S_k = \frac{2,6 \cdot Q_k}{b \cdot \sqrt{H}} = \frac{2,6 \cdot 180}{1800 \cdot \sqrt{10}} = 0,082 \text{ m}^2 \rightarrow d = 323 \text{ mm} \rightarrow \text{návrh } D = 350 \text{ mm}$$

Komínový průduch pro jeden kotel 50 kW

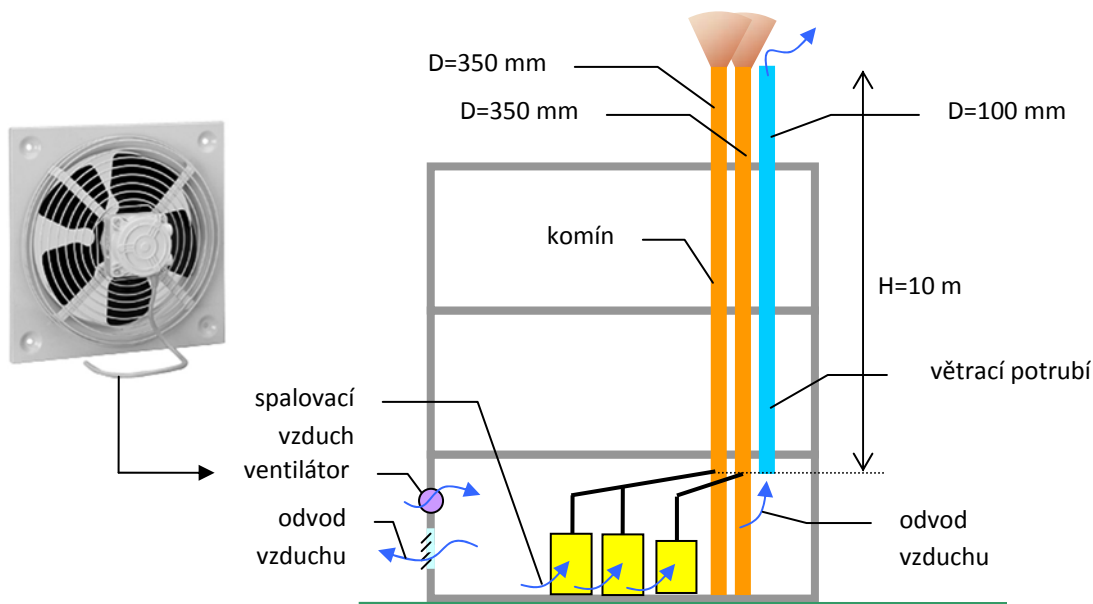
$$S_k = \frac{2,6 \cdot Q_k}{b \cdot \sqrt{H}} = \frac{2,6 \cdot 50}{1800 \cdot \sqrt{10}} = 0,023 \text{ m}^2 \rightarrow d = 171 \text{ mm} \rightarrow \text{návrh } D = 180 \text{ mm}$$

Orientační průtok spalin

Orientační hmotnostní průtok spalin určíme podle výkonu kotle pro oba instalované typy kotlů

$$M_{sp} = 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot Q_k = 0,6 \cdot 90 = 54 \text{ kg/s}$$

$$M_{sp} = 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot Q_k = 0,6 \cdot 50 = 30 \text{ kg/s}$$



Obr. 2 Letní provoz větrání kotelny a velikost komínů

PŘÍLOHY

P1 – Rozměr a průtočná plocha protidešťové žaluzie

Hmotnost žaluzie (bez R1, R2, S) - G [kg] Pr útoková plocha - F [m²]														
a \ b		200	250	280	315	355	400	450	500	560	630	710	800	900
200	G	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1
	F	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08	0,10	0,11	0,12
250	G	0,8	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4
	F	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16
280	G	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7
	F	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,18
315	G	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9
	F	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,19	0,21
355	G	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,2
	F	0,04	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,19	0,21	0,24
400	G	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5
	F	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,24	0,28
450	G	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,9
	F	0,05	0,07	0,08	0,10	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,24	0,28	0,32
500	G	1,4	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,5	3,8	4,2
	F	0,06	0,08	0,09	0,11	0,12	0,14	0,16	0,19	0,21	0,24	0,27	0,31	0,35
560	G	1,6	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,7	2,9	3,2	3,5	3,8	4,2	4,7
	F	0,07	0,09	0,10	0,12	0,14	0,16	0,19	0,21	0,24	0,27	0,31	0,35	0,40
630	G	1,7	2,0	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,5	3,8	4,2	4,7	5,2
	F	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,21	0,24	0,27	0,31	0,35	0,40	0,45

P2 – Nástěnný axiální ventilátor

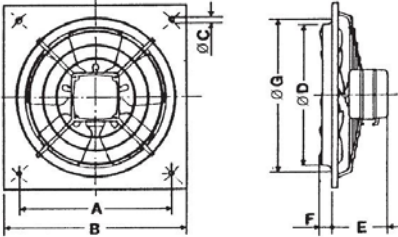
foto	nákres	velikost	průtok vzduchu (m ³ /h)	rozměr B (mm)
		200	400	300
		250	700	335
		300	1000	400
		350	1500	465
		400	2500	500

Schéma zapojení kotelny

- kreslí se pro snazší pochopení vazeb jednotlivých prvků v kotelnách, strojovnách,...
- může být kresleno jako tzv. rozvinuté schéma, kde se dodržují vertikální rozměry v použitém měřítku nebo jako tzv. funkční schéma, kde se nedodržují rozměry ani uspořádání, ale klade se důraz na funkční propojení jednotlivých prvků
- v rozvinutém schématu se stavební konstrukce (stropy, podlahy) zobrazují zjednodušeně, jednotlivé úrovně se kótují výškovými kótami
- součásti otopné soustavy se zobrazují v pohledu na zařízení směrem z místnosti (ze zobrazovacího prostoru)
- ve svislém směru se měřítko důsledně zachovává, ve vodorovném směru se měřítko nezachovává
- prvky a zařízení se kreslí předepsanými značkami, zařízení se popisují jednoduchými popisy či pozicemi
- strojní zařízení (zásobníky TV, kotle, čerpadla, expanzní nádoby,...) se kreslí zjednodušenými grafickými značkami tak, aby se vyjádřil skutečný tvar.
- jednotlivá potrubí se kreslí jednočarově – typem čáry podle protékající látky
- pro zakreslování platí **ČSN 013452 Technické výkresy – Instalace – Vytápění a chlazení (2006)**
- části zařízení se na výkresech označují písmenem či číslicí; stejná zařízení, popř. stejné části téhož zařízení by měly mít na témž výkrese shodné písmeno či číslo
- písmeno či číslo se specifikuje v legendě

Schéma kotelny

Pamatujte, že ve vaší kotelně, je kromě větve UT (jako zde větev 1,2,3) také větve pro připojení vzducho-techniky a přípravu teplé vody včetně navrženého zařízení (výměník, zásobník). Vaše schéma tedy nebude totožné s tímto! Kdo chodí na přednášky, ten ví ☺

