

Ing. Jiří VRBA
Schiedel s.r.o.

Spalovací vzduch pro spotřebiče na pevná paliva

Combustion Air in Heat Consumers for Solid Fuel

Recenzent
Prof. Ing. František Drkal, CSc.

Článek upozorňuje na nutnost správného řešení přívodu spalovacího vzduchu pro spotřebiče na pevná paliva, jmenovitě pro krby. V objektech s těsnými okny, s minimální průvzdušností okenních spár, potřebný přívod spalovacího vzduchu nelze zajistit infiltrací. Na příkladech autor ukazuje na možná řešení přívodu spalovacího vzduchu pro krby

Klíčová slova: spalování pevných paliv, spalovací vzduch, krby

The author draws attention to the necessity of the right solution of the combustion air supply in consumers using solid fuel, particularly fireplaces. The required volume of the combustion air supply cannot be ensured through the infiltration in buildings with installed tight windows and minimal natural air circulation in window frame gaps. The author shows examples of possible solutions of the combustion air supply for fireplaces.

Key words: solid fuel combustion, combustion air, fireplaces

ÚVOD

Stavět energeticky šetrné stavby je i u nás povinností. Český právní řád zavedl v souladu s Evropskou unií směrnici – Vyhlášku č. 148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov. Trendy v nové výstavbě i u rekonstrukcí logicky směřují k energeticky úsporným řešením, která mají dopady do mnoha oblastí, a to nejen v samotném konstrukčním řešení, ale také v provozu a způsobu užívání objektů. Jednou z oblastí, kterou můžeme zaznamenat již dnes, je problematika provozu spotřebičů na pevná paliva.

Obliba zejména lokálních spotřebičů jako jsou krbová kamna nebo krbové vločky roste. Jsou to spotřebiče, které mohou přinést mnoho užitku: pohodovou atmosféru, jistotu tepla při výpadku elektřiny, úsporu nákladů a v neposlední řadě se stávají i atraktivním designovým prvkem v interiéru. Aby však takový spotřebič vždy spolehlivě fungoval, je nutno zajistit kromě vlastního odvodu spalin důležitou podmínku, kterou je přívod vzduchu pro spalování.

POŽADAVKY

V těsných domech nelze vystačit se zajištěním přívodu vzduchu pro spalování pouhou infiltrací. ČSN EN 13384–1 stanovuje dvě základní tlakové podmínky pro výpočet podtlakových komínů (komínů s přirozeným tahem) [1]:

- $P_Z = P_H \cdot P_R \cdot P_L \geq P_W + P_{FV} + P_B = P_{Ze}$
- $P_Z \geq P_B$

kde:

- P_B tlaková ztráta z nasávání vzduchu,
- P_{FV} tlaková ztráta kouřovodu,
- P_H statický tah komína,
- P_L tlaková ztráta vzniklá účinkem větru,
- P_R tlaková ztráta komínového průduchu,
- P_W nejmenší tah ve spalínovém hrdle spotřebiče,
- P_Z účinný komínový tah v sopouchu komína,
- P_{Ze} požadovaný tah v sopouchu komína.

Jinak:

- Účinný komínový tah (v sopouchu komína) musí být stejný nebo větší než je požadovaný tah v sopouchu komína.
- Účinný komínový tah (v sopouchu komína) musí být stejný nebo větší než je tlaková ztráta z nasávání vzduchu.

Hodnota tlakové ztráty z nasávání spalovacího vzduchu P_B se stanovuje obecně podle způsobu instalace spotřebiče v závislosti na celkové těsnosti obvodových konstrukcí a výplní (velikost, typ, počet dveří a oken...) nebo parametrech zařízení pro přívod vzduchu.

Způsob výpočtu rovněž určuje ČSN EN 13384–1, která zároveň umožňuje použít u místností s přirozeným větráním zjednodušeného výpočtu podle místních předpisů, kde se obvykle použije konstantní hodnota $P_B = 4$ (někdy 3 až 5) Pa. S touto hodnotou obvykle počítají i různé návrhové diagramy a tabulky, které slouží pro zjednodušený návrh dimenze komínového průduchu. Tento předpoklad tlakové ztráty z nasávání spalovacího vzduchu se ukazuje v současných novostavbách, ale i například v objektech po výměně oken, jako **nedostatečný** nebo zcela **chybný**.

S vývojem konstrukcí výplní otvorů se dnes dramaticky mění i výpočtové předpoklady.

Zatímco součinitel spárové průvzdušnosti $i_{L,v}$ [$\text{m}^3/(\text{m.s.Pa}^{0,67})$] u starých netěsněných oken vykazoval hodnoty až $1,9 \times 10^{-4}$, může být dnes **0,1 až $0,4 \times 10^{-4}$** , tedy řádově $10 \times$ nižší. Změnám spárové průvzdušnosti samozřejmě odpovídá výměna venkovního vzduchu (intenzita větrání), kterou dokumentuje následující tabulka.

Průtok vzduchu spárou okna V [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$] = $i_{L,v} \cdot L \cdot \Delta p^{0,67} \cdot 3600$,
kde $\Delta p^{0,67} = 4 \text{ Pa}^{0,67}$ pro průtok vzduchu infiltrací.

Tab. 1 Intenzita větrání v místnosti 30 m³

$i_{L,v}$ [$\text{m}^3/(\text{m.s.Pa}^{0,67})$]	Délka spár oken L [m]	Průtok vzduchu V [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$]	Intenzita větrání [h^{-1}]
$0,1 \times 10^{-4}$	9	1,3	0,04
$0,3 \times 10^{-4}$	9	3,9	0,13
$0,5 \times 10^{-4}$	9	6,5	0,22
$0,7 \times 10^{-4}$	9	9,1	0,30
$1,0 \times 10^{-4}$	9	13,6	0,43
$1,4 \times 10^{-4}$	9	18,1	0,60

Samotná infiltrace okny a dveřmi u nových nebo rekonstruovaných staveb zdaleka nestačí přivést dostatečné množství vzduchu pro správnou funkci spotřebičů paliv. Nutným řešením je tedy použití na vzduchu v místnosti nezávislých spotřebičů a řešit přívod vzduchu pro spalování jiným způsobem.

SPOTŘEBIČE NA PEVNÁ PALIVA

Spotřebiče paliv můžeme posuzovat nejen podle konstrukce, výkonu nebo paliva, ale také v závislosti na způsobu přívodu vzduchu pro spalování. U spotřebičů na pevná paliva to jsou:

Spotřebič s otevřeným ohništěm, otevřený krb

Část ohniště (spalovací komory) pro spalování paliva je otevřená, přívod spalovacího vzduchu je obvykle odebírán z prostoru, kde je spotřebič umístěn, spaliny jsou odváděny do volného ovzduší. Spalování v těchto spotřebičích probíhá s obrovským přebytkem vzduchu při nízké účinnosti, jejich provoz v těsných objektech je naprosto nevhodný.

Uzavíratelný spotřebič

Spotřebič, u něhož lze regulovat přívod spalovacího vzduchu nasávaného z prostoru, v němž je umístěn; množství nasávaného vzduchu je ovlivněno podtlakem v sopouchu (pokojová kamna, sporáky, kotle ÚT na pevná paliva, krbové vložky apod.); spaliny jsou odváděny do volného ovzduší. Jedná se o spotřebič, který je závislý na vzduchu v místnosti, tlaková ztráta z nasávání je závislá na těsnosti obvodových konstrukcí a výplní. V zatěsněných objektech je provoz problematický až nemožný.

Spotřebič s nezávislým přívodem vzduchu

Jeho konstrukce vychází z konstrukce uzavíratelného spotřebiče s tím, že přívod vzduchu pro spalování je řešen přes zvláštní vzduchové hrdlo. Toto hrdlo se propojuje s šachtou, potrubím nebo kanálem, který je otevřený do venkovního prostředí a tím je zajištěno, že provoz tohoto spotřebiče je nezávislý na vzduchu v místnosti, kde je umístěn.

ZPŮSOBY ŘEŠENÍ PŘÍVODU VZDUCHU

Uvažujeme uzavíratelný spotřebič s nezávislým přívodem vzduchu. Vlastní přívod vzduchu pro spalování můžeme řešit variantním způsobem. Nejčastěji v praxi používaná řešení jsou dvě: přívod vzduchu potrubím uloženým v podlaze nebo přidruženou vzduchovou šachtou v komínovém tělese. Budeme posuzovat vliv konstrukčního řešení na tlakovou ztrátu z nasávání P_B .

Nejprve provedeme výpočet standardním výpočtovým programem pro návrh samostatného komína podle ČSN EN 13384–1.

Ve všech případech bude použit stejný spotřebič s parametry:

Spotřebič: uzavřená krbová vložka s centrálním přívodem vzduchu

- výkon 9 kW,
- účinnost 77,9 %,
- hmotnostní průtok spalin 9,2 g/s,
- koncentrace CO_2 ve spalinách 8 %,
- požad. tah na spalinovém hrdle 12 Pa,
- spalinové hrdlo DN 180 mm,
- vzduchové hrdlo DN 100 mm

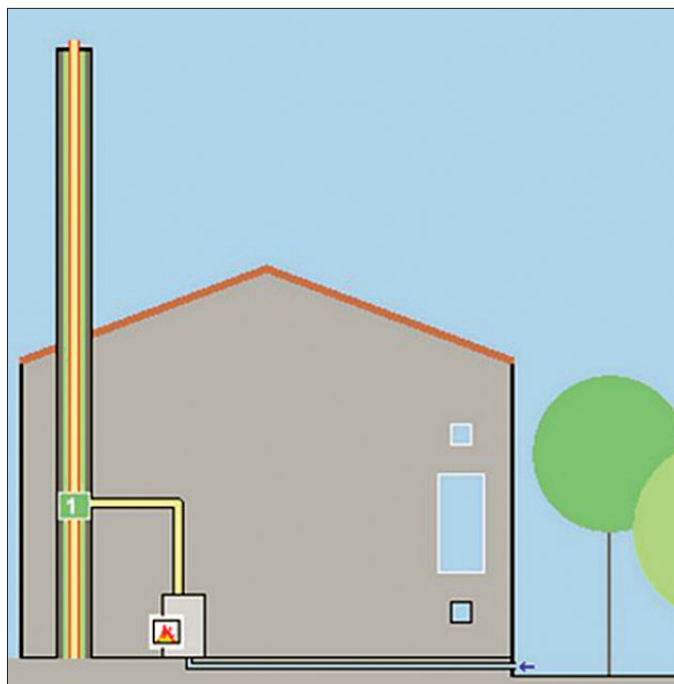
Systémový komín Schiedel Absolut

- komínový průduch DN 180 mm,
- tepelný odpor pláště R40,
- účinná výška 5 m.

Přívod spalovacího vzduchu potrubím DN 100 v podlaze obr. 1

- potrubí DN 100 mm, plast
- celková délka 6,0 m
- místní ztráty 2× koleno 90°
- účinná výška 0,5 m (stoupá)

Výsledek výpočtu: $P_B = 6,8 \text{ Pa}$



Obr. 1 Přívod spalovacího vzduchu potrubím v podlaze

Přívod spalovacího vzduchu potrubím DN 120 v podlaze

- potrubí DN 120 mm, plast
- celk. délka 6,0 m
- místní ztráty 2× koleno 90°
- účinná výška 0,5 m (stoupá)

Výsledek výpočtu: $P_B = 2,8 \text{ Pa}$

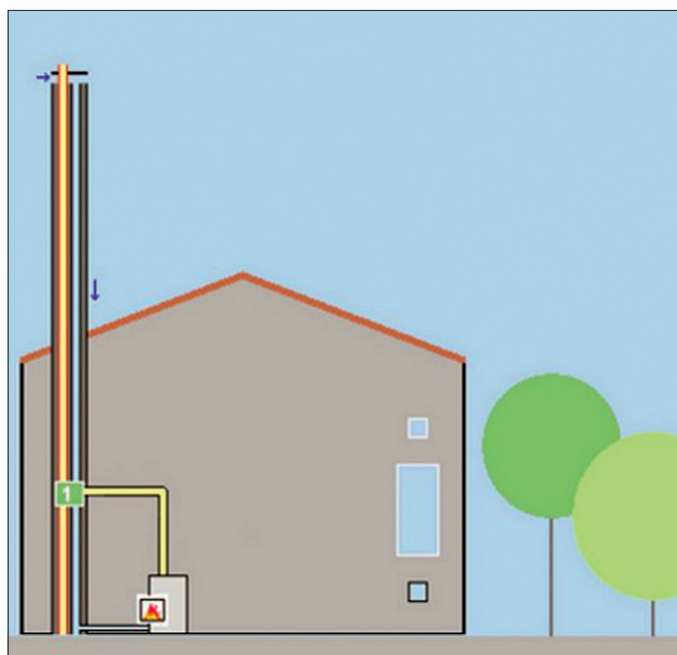
Výpočet postihuje tvar a konstrukci přívodního potrubí. Komplexním výpočtem celého vzduchospalinového systému lze zpravidla dosáhnout vyhovujícího výpočtového výsledku, případně provést jeho optimalizaci tak, jak je to vidět z druhého příkladu, kde tlaková ztráta nasáváním činí necelé 3 Pa. Co však výpočet nedokáže sám od sebe postihnout je **vliv větru**. Problém spočívá v tom, že vyústění odvodu spalin je v jiné tlakové zóně než přívod vzduchu. Zde velmi záleží na konkrétním řešení vzduchové cesty a jak dalece se rozdílný účinek větru, přetlaku a podtlaku, může v součtu projevit (místo vyústění, konfigurace terénu, převládající směr větru, vliv okolní zástavby...). Při praktickém měření hodnoty podtlaku na spalinovém hrdle spotřebiče potom zjišťujeme velmi rozdílné údaje, které kolísají v intervalu od 0 do 30 Pa. To je stav, který je pro proces spalování ve spotřebiči závislým na komínovém tahu jednoznačně nepříznivý a vede k ne hospodárnému provozu. Problematická je rovněž regulace. Lépe je volit řešení přívodu vzduchu samostatným vzduchovým průduchem přímo v komíně. Potom se jedná ve smyslu ČSN EN 13384–1 [1] o vyvážený komín, kde se předpokládá, že konstrukční provedení vstupního (vzduchového) i výstupního (spalinového) průduchu je uspořádáno tak, že účinky větru jsou minimalizovány. Následkem toho se uvažuje tlaková ztráta účinkem větru $P_L = 0 \text{ Pa}$.

Přívod spalovacího vzduchu přidruženou šachtou v komíně obr. 2

- šachta 100 × 230 mm, lehký beton
- celk. délka 6,0 m
- místní ztráty 2× koleno 90°
- účinná výška –5,0 m (klesá)

Výsledek výpočtu: $P_B = 3,8 \text{ Pa}$

I v tomto případě je tlaková ztráta z nasávání vyhovující a odpovídá „předpokládané“ hodnotě podle výpočtových norem. Na rozdíl od předchozího případu je otvor pro přívod vzduchu a komínové ústí v téže tlakové zóně, nebude tedy docházet k případu popisovanému výše.



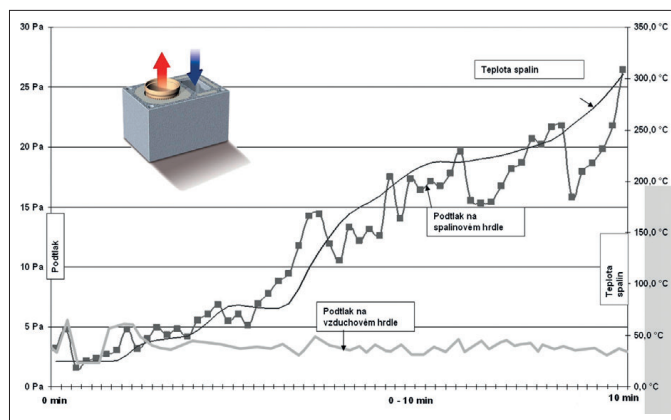
Obr. 2 Přívod spalovacího vzduchu přidruženou šachtou (vzduchovým proudem) v komíně

MĚŘENÍ V PRAXI

Výpočet obecně postihuje provoz v ustáleném stavu při provozní teplotě. Je zajímavé podívat se ale i na situaci, ke které dochází při startu spotřebiče. To již není možné postihnout výpočtem, je nutno provést praktické měření. Jedná se opět o příklad, kdy vzduch je přiváděn přidruženou šachtou u komínového průduchu podle předešlého zadání [3]:

ZÁVĚR

Provozování spotřebičů na pevná paliva je možné i v energeticky úsporných nebo jinak celkově těsných domech. Důležitou podmínkou pro to,



Obr. 3 Měření podtlaku na spalnovém a vzduchovém hrdle spotřebiče v prvních 10 minutách. Hodnota podtlaku na vzduchovém hrdle, tj. hodnota tlakové ztráty z nasávání vzduchu P_B se již po cca 2 min ustálí v rozmezí $P_B = 3$ až 4 Pa.

aby takový spotřebič spolehlivě fungoval za všech provozních podmínek, je vyřešení nezávislého přívodu vzduchu pro spalování. Z hlediska provozu je výhodnější, pokud nasávání vzduchu a odvod spalin jsou v téže tlakové zóně. Tepelně technický a hydraulický výpočet vzduchospalinového systému je možno provést celkem spolehlivě vhodným výpočtovým programem, který dokáže vytvořit reálný model spalinové i vzduchové cesty.

Praktická měření potom potvrzují výsledky teoretického výpočtu a funkci i v době startu spotřebiče.

Kontakt na autora: Jiri.Vrba@schiedel.cz

Použité zdroje:

- [1] ČSN EN 13384-1 Komíny – Tepelně technické a hydraulické výpočtové metody – Část 1: Samostatné komíny, 2009
- [2] Přednáška „Požadavky na kvalitu vnitřního prostředí budov“ Ing. Zuzana Mathauserová, Státní zdravotní ústav, Cyklus seminářů Spalinové cesty a komíny, Schiedel s.r.o., 2010
- [3] Sledování provozu krbových kamen ve vztahu k zajištění přívodu vzduchu ke spotřebiči svislou tepelně izolovanou šachtou, Schiedel, s.r.o., 2010

* Bioplyn s jakostí zemního plynu

V současné době se biometan v Německu téměř nevyužívá; v provozu je pouze 50 zařízení na výrobu biometanu, které však bioplyn spalují na místě v plynových kotelnách k výrobě tepla a elektřiny. To se má brzy změnit. Univerzita Hohenheim ve Stuttgartu-Hohenheimu totiž vyvinula proces užívající metanových bakterií k výrobě biometanu v jakosti zemního plynu, který bude možno zavést do sítě zemního plynu.

Srdcem nového procesu je zcela nový fermentor, kde bakterie pracují pod tlakem 10 bar, odpovídajícím prostředí v němž biometan vzniká v hlubinách moře. Konstantní teplotu a tlak udržuje nově vyvinutý řídicí systém. Na rozdíl od běžného bioplynu není nutno vyrobený biometan čistit od vlhkosti, sulfanu (H_2S) a CO_2 ani stlačovat před vpuštěním do sítě. Tím se dosahuje energetické úspory až 40 %.

Spolková vláda si klade za cíl vyrábět v roce 2020 asi 6 miliard m^3 biometanu ročně v 1500 zařízeních. Projekt v hodnotě 2,6 mil. €, na němž spolupracuje též ústav Karlsruhe Institut für Technologie, je spolufinancován Spolkovým ministerstvem pro vzdělání a výzkum (BMBF) částkou 681 tis. € se nachází ve stadiu výroby prototypu.

Pramen: Tisková zpráva Universität Hohenheim, Stuttgart

(AB)

* Chladiva DuPont řady Opteon mají nízké hodnoty GWP

Na veletrhu Chillventa 2010 ohlásil DuPont vývoj nového chladiva Opteon™XP10, založeném na typu HFO-1234yf, které získalo svou nižší hodnotou potenciálu globálního ohřevu GWP 600 (kde CO_2 má GWP 1) proti chladivu R134a (HFC-134a) s GWP 3400 příznivý ohlas pro použití v klimatizaci od 1. 1. 2012 v USA. Uvedení nového chladiva v zemích EU se připravuje na roky 2012 až 2013. Ve srovnání s chladivem jako R134a je nehořlavé a má podobné termodynamické vlastnosti.

Chladivo je určeno jako cenově výhodná alternativa pro chladicí systémy s chladivem R134a. Je atraktivní volbou v kombinaci s CO_2 v hybridních systémech (pro střední teploty Opteon a pro nízké teploty CO_2) a má snížit min. o 50 % a max. o 90 % „uhlíkovou stopu“ emisí chladicích systémů retailového prodeje ve srovnání s chladivem HFC-404a (GWP 3922). Speciálně pro klimatizace motorových vozidel je navrženo nové málo hořlavé chladivo Opteon™ yf s potenciálem GWP 4 a v chladicích vlastnostech srovnatelné s R134a.

První evropské pilotní zkoušky, probíhající u řetězců ALDI Süd, Penny a Spar od 1. 5. 2010, dávají povzbuzující výsledky.

Pramen: Tisková zpráva DuPont Fluorochemicals, Wilmington (DE)

(AB)