



TECHNICKÝ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV STAVEBNÍ PRAHA, s.p.
Technical and Test Institute for Constructions Prague

Akreditovaná zkušební laboratoř, Autorizovaná osoba, Certifikační orgán, Notifikovaná osoba, Inspekční orgán
Accredited Testing Laboratory, Authorized Body, Certification Body, Notified Body, Inspection Body

**TEORETICKÉ POSOUZENÍ
POŽÁRNÍ ODOLNOSTI**

kovového třívrstvého systémového komína

č. P-130/07/AO 204

Číslo zakázky: Z080070214

Registrační číslo: 080 - 013325

Objednatel: STAVBY COMPLET s.r.o.
1. Máje 787
789 85 Mohelnice

Posudek obsahuje: 8 stran textu
2 strany příloh

Praha, červen 2007

1. ÚVOD

Posudek byl zpracován na základě smlouvy č. Z080070214 uzavřené mezi objednatelem firmou STAVBY COMPLET s.r.o., 1. Máje 787, 789 85 Mohelnice a TZÚS Praha, s.p. – pobočka 0800, Požární bezpečnost staveb.

Předmětem tohoto posudku je teoreticko - experimentální stanovení požární odolnosti kovového třívrstvého systémového komína.

Požadovaná požární odolnost je EI 30.

Posudek je zpracován v souladu s ČSN EN 1366-5 – „Zkoušení požární odolnosti provozních instalací – Část 5: Instalační kanály a šachty“, ČSN EN 1443 – „Komíny – Všeobecné požadavky“ a s využitím zkušeností a výsledků zkoušek požární odolnosti vzduchotechnických izolovaných potrubí (podle ČSN EN 1366-1) a komínových systémů.

Pro zpracování posudku byly použity tyto podklady:

- Normy (včetně platných změn):
 1. ČSN EN 1366-1 – Zkoušení požární odolnosti provozních instalací – Část 1: Vzduchotechnická potrubí (2/2000),
 2. ČSN EN 1366-2 – Zkoušení požární odolnosti provozních instalací – Část 2: Požární klapky (2/2000),
 3. ČSN EN 1366-5 – Zkoušení požární odolnosti provozních instalací – Část 5: Instalační kanály a šachty (5/2004),
 4. ČSN EN 1363-1 – Zkoušení požární odolnosti - Část 1: Základní požadavky (2/2000),
 5. ČSN EN 1443 – Komíny – Všeobecné požadavky (9/2004),
 6. ČSN EN 1856-1 – Požadavky na kovové komíny – Část 1: Systémové komíny (3/2005),
 7. ČSN 73 0540, část 3 – Tepelná ochrana budov. Výpočtové hodnoty pro navrhování a ověřování (5/1994),
- Další podklady:
 8. Stanovení požadavků na stavební konstrukce z hlediska požární bezpečnosti (Knižnice požární ochrany – svazek 57/1981),
 9. Směrnice pro výpočet požární odolnosti ocelových konstrukcí, VÚPS Praha (1984),
 10. Protokol o klasifikaci požární bezpečnosti č. PKO-05-081/AO 204 z 14.6.2005 pro pevné komínové vložky – systém SPIRO S-AL a S-N a třívrstvý systémový komín MASIV M1 – M4 pro podtlakový provoz firmy Stavby COMPLET - Mohelnice,
 11. Protokol o klasifikaci požární bezpečnosti č. PKO-05-082/AO 204 z 14.6.2005 pro pevné komínové vložky – systém SPIRO S-N a třívrstvý systémový komín MASIV M3, M4 pro přetlakový provoz firmy Stavby COMPLET - Mohelnice,
 12. Dokumentace předaná objednatelem.

2. POSUZOVANÁ KONSTRUKCE

Jedná se kovové třívrstvé komíny, které firma Stavby COMPLET – Mohelnice provádí na základě certifikátu systému řízení výroby č. 1020 –CPD – 080010583. Pro tyto komíny byly vydány protokoly o klasifikaci požární bezpečnosti č. PKO-05-081/AO 204 (podtlakové komíny) a PKO-05-082/AO 204 (přetlakové komíny) v TZÚS Praha, s.p.

Posuzovanou konstrukcí je kovový třívrstvý komín, který prochází vnitřním prostorem nebo konstrukcí budovy a propojuje různé požární úseky. V takovém případě musí komín splňovat požadavky na požární odolnost.

Požadovaná požární odolnost je EI 30.

Popis posuzovaného komína:

Třívrstvý komín je tvořen pevnými komínovými vložkami z materiálu podle určení komína (v souladu s ČSN 73 4201), tepelnou izolací a vnějším plechovým pláštěm. Skladba posuzovaných komínů je podrobně uvedena v protokolech o klasifikaci požární bezpečnosti (viz lit. [10] a [11]).

Tepelná izolace je minimální tloušťky 60 mm. Pro tuto izolační vrstvu se používá minerální vata o minimální objemové hmotnosti 100 kg/m^3 , v některých případech je ještě pod touto izolací rohož Sibrál o tloušťce 10 – 20 mm.

V místech prostupu komína dělicí konstrukcí mezi jednotlivými požárními úseky bude komínový plášť přerušen tepelnou izolací – izolační vložkou z desky PROMATECT H (alternativně deska GRENAMAT) minimální tloušťky 6 mm. Přes tuto vložku budou jednotlivé díly pláště sešroubovány.

Mimo prostupu komína požárně dělicími konstrukcemi bude komín proveden standardně v souladu s technologickým postupem pro montáž hodnoceného komínového systému.

Tepelně technické vlastnosti použitých materiálů:

– ocelový plech

objemová hmotnost	$\rho = 7850 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
součinitel tepelné vodivosti	$\lambda = 58,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
měrné teplo	$c = 460 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

– minerální vata

objemová hmotnost	$\rho = 100 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
součinitel tepelné vodivosti	$\lambda = 0,09 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
měrné teplo	$c = 940 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

– rohože Sibrál

objemová hmotnost	$\rho = 100 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
součinitel tepelné vodivosti	$\lambda = 0,35 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
měrné teplo	$c = 900 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

3. POŽADAVKY NA POŽÁRNÍ ODOLNOST

Požární odolnost komínové konstrukce je možno stanovit na základě zkoušek podle ČSN EN 1366-5 – „Zkoušení požární odolnosti provozních instalací – Část 5: Instalační kanály a šachty“ při dodržování všech ustanovení základních norem pro zkoušení požární odolnosti ČSN EN 1363-1 a ČSN EN 1363-2. Obdobnou zkušební normou je ČSN EN 1366-1 – „Zkoušení požární odolnosti provozních instalací – Část 1: Vzduchotechnická potrubí“, kde zkouška izolovaného VZT potrubí ve svislé poloze je také obdobou zkoušky komína.

Podle těchto norem se požární odolnost takových svislých konstrukcí stanovuje zkouškou v peci, v níž se teplota řídí v závislosti na čase, pokud možno co nejbližší teplotní křivce určené rovnicí:

$$T_N = T_0 + 345 \log(8t + 1)$$

kde T_N je teplota ve zkušební peci (°C),

T_0 je počáteční teplota ve zkušební peci (°C),

t je čas od počátku zkoušky (min).

Kritéria pro stanovení požární odolnosti jsou:

- porušení celistvosti (kritérium E)
- překročení mezních teplot na neohřívaném povrchu (kritérium I)

3.1 Porušení celistvosti (E)

Celistvost je vyjádřena dobou, po kterou zkušební vzorek při zkoušce zachovává svou dělicí funkci, aniž by došlo:

- vznícení bavlněného polštářku, který se přikládá do vzdálenosti ne méně než 30 mm od neohřívaného povrchu zkušebního vzorku na dobu nejvýše 30 s. Uhelnatění polštářku bez hoření plamenem nebo bez žnutí se neuvažuje. Pro dosažení většího vlivu horkých plynů se dovolují malé změny polohy bavlněného polštářku,
- umožnění průchodu měřky zkušebním vzorkem. Používají se bez nadměrné síly střídavě dvě měřky spár a kontroluje se, zda měřka o \varnothing 6 mm může projít vzorkem tak, aby vyčnívala do pece a zda s ní lze pohybovat v délce 150 mm podél spáry nebo zda měřka \varnothing 25 mm může projít vzorkem tak, aby vyčnívala do pece,
- k souvislému plamennému hoření na neohřívané straně zkušebního vzorku.

3.2 Překročení teplot uzávěru (I)

Pro požární konstrukce typu EI jsou rozhodující teploty na neohřívané straně konstrukce.

Mezními hodnotami jsou následující teploty:

- průměrná teplota na neohřívané straně uzávěru - $T_p = 140 + T_0$ [°C]
- maximální lokální teplota na neohřívané straně uzávěru - $T_{\max} = 180 + T_0$ [°C],
kde $T_0 = 20^\circ\text{C}$.

4. PRINCIP TEORETICKÉHO POSOUZENÍ POŽÁRNÍ ODOLNOSTI

Na základě zkušeností a výsledků průkazných zkoušek komínových systémů podle dříve platných zkušebních norem, lze za předpokladu pečlivého sestavení hodnocené komínové konstrukce konstatovat, že při jejím namáhání teplotami podle normové teplotní křivky nedojde po dobu 30 minut k porušení celistvosti. Z výše uvedeného vyplývá, že by nemělo dojít ani k překročení mezních teplot na neohřívaném povrchu komína.

Povrchové teploty na neohřívaném povrchu lze teoreticky stanovit výpočtem průběhu teplotního pole v průřezu komínové konstrukce při jejím namáhání normovým požárem zevnitř (jestliže komín vyhoví podmínkám namáhání požárem z vnitřní strany, vyhoví i tepelnému namáhání z vnější strany). Výpočet je proveden pro potvrzení zkušeností ze zkoušek jiných komínových systémů.

4.1 Obecně

Pro výpočet povrchových teplot komína se předpokládá tepelné namáhání vnitřní strany komína teplotou podle normové křivky:

$$T_n = T_o + 345 \log(8t + 1) \quad (1)$$

kde T_n je teplota plynů v požárem zasaženém prostoru ($^{\circ}\text{C}$),

T_o je počáteční teplota před vznikem požáru, lze uvažovat $T_o = 20^{\circ}\text{C}$,

t je čas od počátku tepelného namáhání (minuty).

Při výpočtu teplotního pole se vychází z Fourierovy diferenciální parciální rovnice druhého řádu nestacionárního vedení tepla, kterou lze vyjádřit v diferenčním tvaru takto:

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = a \cdot \frac{\Delta^2 T}{\Delta x^2} \quad (2)$$

kde ΔT je přírůstek teploty ($^{\circ}\text{C}$),

Δt je přírůstek času (s),

Δx je přírůstek vrstvy ve směru osy x (m),

a je součinitel teplotní vodivosti ($\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$).

Součinitel a lze vyjádřit vztahem:

$$a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho} \quad (\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}) \quad (3)$$

kde λ je součinitel tepelné vodivosti ($\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$),

c je měrné teplo ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$),

ρ je objemová hmotnost ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

Časový interval je třeba volit tak, aby byla splněna podmínka:

$$t \leq \frac{\Delta x_i^2}{2 \cdot a_i^2} \quad (4)$$

kde Δx_i je tloušťka dílčí vrstvy i -tého druhu materiálu (m),

a_i je nejvyšší hodnota součinitele teplotní vodivosti i -tého druhu materiálu v tepelné oblasti od 20 °C do 1000 °C ($\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$).

Detailní rozvedení základní rovnice (2) do parciálních rovnic je uvedeno ve Směrnici pro výpočet požární odolnosti ocelových konstrukcí (literatura [9]).

4.2 Výpočet teplotního pole

Pro výpočet byly uvažovány tepelně technické parametry použitých materiálů, tj. oceli, desek minerální vaty, případně rohoží Sibal uvedené v kapitole 2.

Výpočet časového průběhu teplot na neohřívaném povrchu komínového pláště z ocelového plechu s tepelnou izolací z minerální vaty tl. 60 mm (úloha č.1) nebo izolací z minerální vaty tl. 40 mm a rohože Sibal tl. 20 mm (úloha č. 2) namáhaného ohněm byl zpracován za podmínek a podle vztahů uvedených v kapitole 4.1.

Údaje uvažované ve výpočtu pro posuzované případy jsou společně s vypočteným časovým průběhem teplot na povrchu hodnocené komínové konstrukce pro příslušný časový úsek 0 až 30 minut uvedeny v záznamech z počítače v příloze.

5. STANOVENÍ POŽÁRNÍ ODOLNOSTI

Rozhodujícím kritériem pro stanovení požární odolnosti posuzované komínové konstrukce je, jak již bylo uvedeno v kapitole 4, teplota na neohřívaném povrchu komína.

K překročení mezní teploty na neohřívaném povrchu konstrukce dojde podle platných zkušebních norem v okamžiku:

- kdy se průměrná teplota neohřívaného povrchu zvýší o více než 140 °C proti počáteční teplotě T_0 , nebo
- kdy se teplota v kterémkoliv bodě neohřívaného povrchu zvýší o více než 180 °C proti počáteční teplotě T_0 .

Při výpočtu byla uvažována počáteční teplota $T_0 = 20^\circ\text{C}$.

Posuzovanou konstrukcí je kovový třívrstvý komín, který je tvořen kovovými komínovými vložkami z materiálu podle určení komína (v souladu s ČSN 73 4201), tepelnou izolací a vnějším plechovým pláštěm.

Tepelná izolace je minimální tloušťky 60 mm. Pro tuto izolační vrstvu se používá minerální vata o minimální objemové hmotnosti 100 kg/m^3 , v některých případech je ještě pod touto izolací rohož Sibal o tloušťce 10 – 20 mm (ve výpočtu jsou uvažovány dvě varianty – minerální vata tl. 60 mm a minerální vata tl. 40 mm s rohoží Sibal tl. 20 mm, tj. v obou případech izolace o celkové tloušťce 60 mm).

V místech prostupu komína dělicí konstrukcí mezi jednotlivými požárními úseky bude komínový plášť přerušen tepelnou izolací – izolační vložkou z desky PROMATECT H (alternativně deska GRENAMAT) minimální tloušťky 6 mm. Přes tuto vložku budou jednotlivé díly pláště sešroubovány.

Výpočet pro třicetiminutové tepelné namáhání posuzované komínové konstrukce je uveden v úloze 1 a 2 přílohy.

Na neohřívané straně je ve 30. minutě teplota:

- izolace pouze minerální vatou tl. 60 mm (viz úloha č.1 v příloze)

$$T_{30} = 96,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

- izolace minerální vata tl. 40 mm + sibral tl. 20 mm (viz úloha č.2 v příloze)

$$T_{30} = 128,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Nesmí být překročena mezní teplota (viz kap. 3.2):

$$T_{mez} = 140 + T_0 = 160^{\circ}\text{C}$$

kde T_0 je počáteční teplota, tj. $T_0 = 20^{\circ}\text{C}$

Teplota T_{30} je v obou případech menší než T_{mez}

$$T_{30} = 81,6^{\circ}\text{C} \text{ nebo } 128,8^{\circ}\text{C} < T_{mez} = 160^{\circ}\text{C}$$

Mezní teplota neohřívaného povrchu posuzované komínové konstrukce nebude s rezervou překročena v průběhu 30 minut.

Přerušení komínového pláště tepelnou izolací z desek PROMATECT H nebo GRENAMAT v místě prostupu komína požárně dělící konstrukcí zabraňuje šíření povrchové teploty komínového pláště z jednoho požárního úseku do druhého. Ani z tohoto důvodu nedojde k překročení mezní hodnoty povrchové teploty.

Posuzovaný třívrstvý kovový komín firmy Stavby COMPLET – Mohelnice ve skladbě podle kapitoly 2 splňuje podle ČSN EN 1443:2004 požadavky na požární odolnost

EI 30.

6. ZÁVĚR

Na základě výpočtu a zkušeností ze zkoušek obdobných komínových systémů bylo v kapitole 5 prokázáno, že posuzovaný třívrstvý kovový komín v provedení a skladbě podle kapitoly 2 splňuje podle ČSN EN 1443 požadavky na požární odolnost

EI 30.

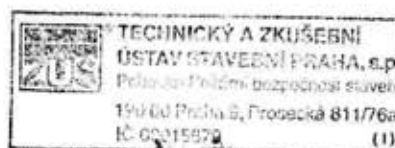
Tato klasifikace se vztahuje pouze na třívrstvé kovové komíny uvedeného provedení (viz kapitola 2).

Bez souhlasu TZÚS Praha, s.p. lze tento posudek interpretovat pouze jako celek beze změn a doplňků.



Zpracoval:

Ing. Jiří Šefc



Schválil:

Ing. Jaroslav Urban
ředitel pobočky 0800 – PBS
TZÚS Praha, s.p., AO 204

Praha, 2007-06-21

PŘÍLOHA – VÝPOČET

úloha :
teploty na povrchu – Stavby COMPLETE s.r.o. – minerální vata

číslo = 1

alfa i = 30.000 počáteční teplota = 20.00
alfa e = 8.000 doba počáteční teploty = .00

počet materiálů = 3

vrstva 1 – ocelový plech

λ .582000E+02 .000000E+00
C .460000E+03 .000000E+00
 ρ .785000E+04 .000000E+00
tloušťka vrstvy materiálu = .00100 [m]
dělení vrstvy materiálu = 1

vrstva 2 – minerální vata

λ .900000E -01 .800000E -03
C .940000E+03 .000000E+00
 ρ .100000E+03 .000000E+00
tloušťka vrstvy materiálu = .06000 [m]
dělení vrstvy materiálu = 10

vrstva 3 – ocelový plech

λ .582000E+02 .000000E+00
C .460000E+03 .000000E+00
 ρ .785000E+04 .000000E+00
tloušťka vrstvy materiálu = .00100 [m]
dělení vrstvy materiálu = 1

interval výpočtu = .00200 [sec]
interval tisku = 5.00000 [min]
doba výpočtu = 30.00000 [min]
číslo požární křivky = 1
počet míst tisku = 2
tisk se provádí pro místo : 1 a 13

VÝPOČET JEDNOSMĚRNÉHO NESTACIONÁRNÍHO VEDENÍ TEPLA DIFERENČNÍ METODOU

dobu min	teplota vrstva 1	teplota vrstva 13
5.0	407,5	20,4
10.0	573,5	27,3
15.0	658,9	43,5
20.0	714,1	62,9
25.0	754,7	81,1
30.0	786,5	96,7°C

výpočet ukončen

úloha :
teploty na povrchu – Stavby COMPLET s.r.o. – min. vata + sibal

číslo = 2

alfa i = 30.000 počáteční teplota = 20.00
alfa e = 8.000 doba počáteční teploty = .00

počet materiálů = 3

vrstva 1 – ocelový plech

λ .582000E+02 .000000E+00
C .460000E+03 .000000E+00
 ρ .785000E+04 .000000E+00
tloušťka vrstvy materiálu = .00100 [m]
dělení vrstvy materiálu = 1

vrstva 2 – minerální vata

λ .900000E -01 .800000E -03
C .940000E+03 .000000E+00
 ρ .100000E+03 .000000E+00
tloušťka vrstvy materiálu = .06000 [m]
dělení vrstvy materiálu = 8

vrstva 3 – sibal

λ .350000E+00 .000000E+00
C .900000E+03 .000000E+00
 ρ .100000E+03 .000000E+00
tloušťka vrstvy materiálu = .00100 [m]
dělení vrstvy materiálu = 4

vrstva 4 – ocelový plech

λ .582000E+02 .000000E+00
C .460000E+03 .000000E+00
 ρ .785000E+04 .000000E+00
tloušťka vrstvy materiálu = .00100 [m]
dělení vrstvy materiálu = 1

interval výpočtu = .00200 [sec]
interval tisku = 5.00000 [min]
doba výpočtu = 30.00000 [min]
číslo požární křivky = 1
počet míst tisku = 2
tisk se provádí pro místo : 1 a 15

VÝPOČET JEDNOSMĚRNÉHO NESTACIONÁRNÍHO VEDENÍ TEPLA DIFERENČNÍ METODOU

doba min	teplota vrstva 1	teplota vrstva 15
5.0	407,6	21,4
10.0	573,2	37,0
15.0	657,4	63,1
20.0	711,3	89,1
25.0	750,8	111,1
30.0	781,3	128,8°C

výpočet ukončen