



Promat

Srovnávací měření tlakové ztráty vzduchotechnických potrubí Promat a potrubí z ocelového pozinkovaného plechu

Technická informace

Požární bezpečnost staveb



Požadavky na požárně odolná potrubí VZT jsou definované zejména v projekčních normách řady ČSN 73 08.. Úkolem výrobců různých systémů pro zajištění požární odolnosti VZT potrubí a potrubí pro odvod kouře a tepla je splnit tyto požadavky a dodávat na stavby kompletní certifikované systémy, které budou bezproblémově fungovat a splňovat všechny požadavky na stavbách po celou dobu jejich životnosti.

Vedle tradičních systémů požárně odolných VZT potrubí, které se obvykle skládají z pozinkovaného plechu obaleného tepelnou izolací z minerální vaty, jsou na trhu i moderní řešení, která využívají pouze jeden materiál pro zajištění vedení vzduchu a současně požární odolnosti. Jedná se o kalciumsilikátové desky PROMATECT®, z kterých lze sestavit vzduchotechnickou trasu stejně jako z plechu a v některých případech tradiční řešení překonávají například v maximálních možných průřezech.

Častou otázkou projektantů bývá, jak je to z drsností povrchu a tlakovými ztrátami v potrubí, sestaveného z desek PROMATECT®. Z tohoto důvodu byl zadán výzkumný projekt Institutu pro průmyslovou aerodynamiku GmbH při Odborné technické škole v Cachách, jehož úkolem bylo provedení srovnávacího měření tlakové ztráty vzduchotechnických potrubí sestaveného z materiálu PROMATECT® a pozinkovaného plechu. Na úvod je potřeba uvést, že oba materiály splňují třídu těsnosti A, podle DIN EN 1507.

Teoretický základ

Tlaková ztráta v potrubním systému se skládá ze ztrát způsobených třením a ze ztrát tlaku způsobené odtrháváním proudnic, zpomalováním a zrychlováním proudění na tvarovkách a přechodech mezi různými částmi potrubí.

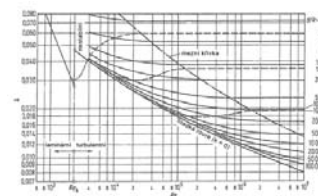
- Ztráty způsobené třením

Ztrátu tlaku na základě tření je možné v přímém potrubí při zcela ustáleném proudění odhadnout podle rovnice (1) za použití diagramu na obrázku č. 1 pro určení koeficientu tření v potrubí l (tvar potrubí dle obrázku č. 3) podle Colebrooka a Nikuradseho. V ní je l délka úseku potrubí, d_h hydraulický průměr, ρ hustota média a v střední rychlost proudění v potrubí.

$$\Delta p_{\text{tření}} = \lambda \times \frac{1}{d_h} \times \frac{\rho}{2} \times v^2 \quad (1)$$

Rovnice (2) určuje Reynoldsovo číslo, v je kinematická viskozita proudícího média.

$$Re = \frac{v \times d_h}{\nu} \quad (2)$$



Obr. č. 1 - Diagram tření v potrubí podle Colebrooka (čárkovaně) a Nikuradseho

- Ztráty vlivem tvaru

Součinitel tlakové ztráty ζ je charakteristická hodnota popisující tlakovou ztrátu určité tvarovky (kolena, oblouku, odskoku, apod.) nezávisle na rozměru, kterou lze použít při odhadu tlakových ztrát potrubního systému. V nadkritické oblasti ($Re > 10^5$) je hodnota téměř nezávislá na Reynoldsově čísle. Pro často používané tvarovky se v literatuře najdou tabulky, které je možné využít ke stanovení tlakových ztrát v tvarových částech potrubí. Platí ovšem jen tehdy, je-li splněna podmínka dostatečně dlouhé náběhové a doběhové trasy, a to každé z nich v délce 5 až 10 hydraulických průměrů, tak, aby se před i za tvarovkou nebo jinou geometrickou změnou vytvořilo opět rovnoměrné proudění. Tlaková ztráta na tvarovce se vypočítá podle rovnice (3).

$$\Delta p_{\text{tvar}} = \zeta \times \frac{\rho}{2} \times v^2 \quad (3)$$

U potrubí se změnami průřezu je součinitel tlakové ztráty závislý na sledovaném místě a na příslušné velikosti plochy průřezu, protože se skokovými změnami průřezu jsou spojeny i změny rychlosti. V daném případě toto vzhledem ke konstantní ploše potrubí nehraje roli, a není proto třeba se o tom dále rozepisovat.

- Stanovení tlakové ztráty

Tlaková ztráta potrubí s neproměnným průřezem se skládá ze součtu jednotlivých tlakových ztrát a je možné ji teoreticky odhadnout s použitím výše vyjmenovaných zdrojů podle rovnice (4) a odpovídá změně statického tlaku.

$$\Delta p_{\text{celk}} = \sum \Delta p_{\text{tření}} + \sum \Delta p_{\text{tvar},i} = \frac{\rho}{2} \times v^2 \times \left(\lambda \times \frac{\sum l}{d_h} + \sum \zeta_i \right) \quad (4)$$

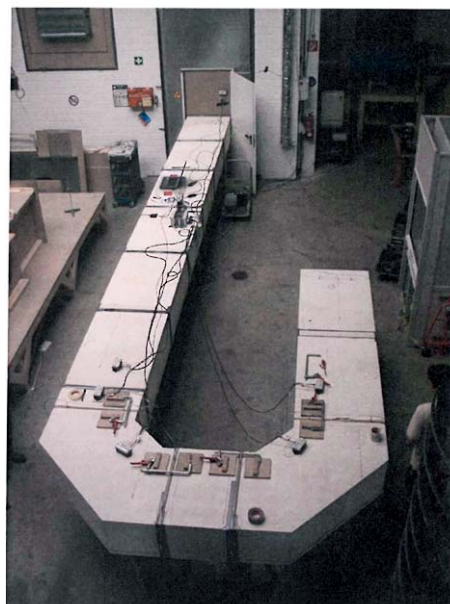
Podle výše popsaných okrajových podmínek toto platí však pouze tehdy, existují-li mezi tvarovkami dostatečně dlouhé zklidňující trasy, v nichž se může vytvořit rovnoměrné proudění. Celková tlaková ztráta potrubního systému, do něhož je za sebou vloženo několik tvarovek s kratšími vyrovnávacími trasami nebo zcela bez nich, se významně liší od teoretického uvažování podobného systému s dostatečně dlouhými vyrovnávacími trasami podle rovnice (4).

Uspořádání měření

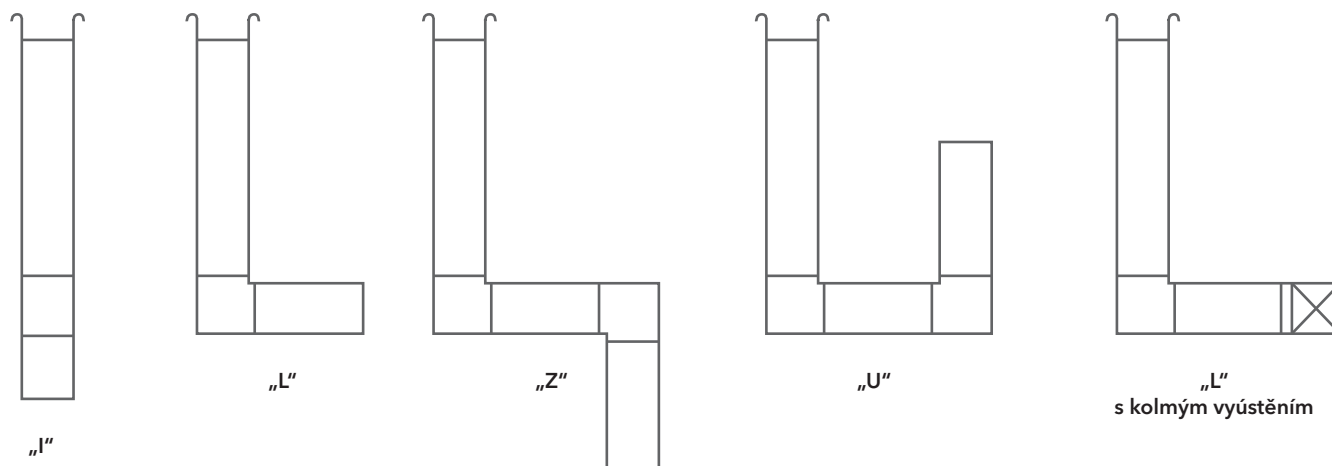
V laboratoři byly sestaveny různé kombinace z přímých dílů potrubí a tvarovek. Základní uspořádání potrubí se skládalo, jak ukazuje např. obr. 2, z:

- přívodní trysky,
- náběhové trasy,
- 1. tvarovky,
- vloženého kusu,
- 2. tvarovky,
- doběhové trasy.

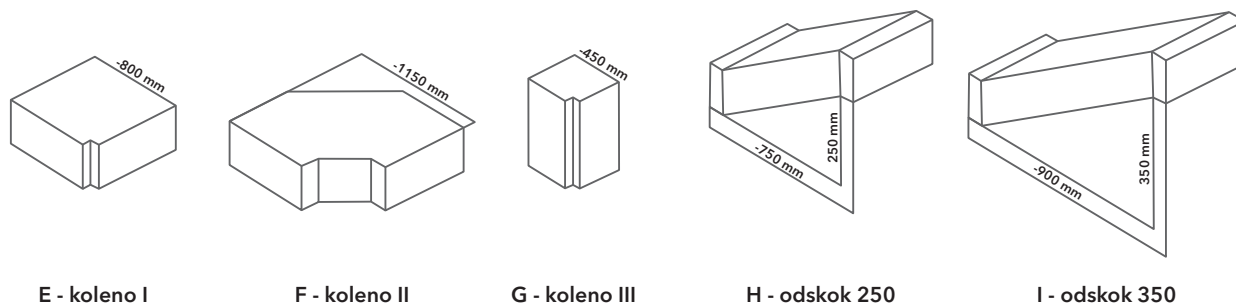
Konfiguraci jednotlivých typů tvarů ukazují schémata na obr. 3 a podrobnější náčrt tvarovek je pak na obr. 4.



Obr. 2 - Příklad uspořádání při měření (varianta Promat)



Obr. 3 - Tvary měřených potrubí



E - koleno I

F - koleno II

G - koleno III

H - odskok 250

I - odskok 350

Obr. 4 - Náčrt tvarovek

Výsledky

- Stanovení ztrát třením

Pro stanovení ztrát třením bylo zvoleno uspořádání s dlouhým kusem potrubí. Naměřené hodnoty tlakové ztráty měřeného přímého kusu potrubí byly pro oba materiály shodné. V rámci přesnosti měření tak nebylo možné zjistit žádný rozdíl tlakové ztráty třením mezi potrubími z plechu a z desek PROMATECT®.

Povrch potrubí z desek PROMATECT® je drsnější nežli je tomu u povrchu plechového, lze zde proto očekávat vyšší tlakovou ztrátu, a odráží se to rovněž i v teoretických hodnotách k-faktoru. Povrch plechového potrubí je ovšem vzhledem k technologii výroby v pravidelných vzdálenostech (cca po 20 cm) o několik málo stupňů hraněný, tak, aby potrubí získalo větší stabilitu (vyklenutí). To vede k periodické změně průřezu potrubí, která je příčinou přídavných tlakových ztrát - což způsobuje přídavné tlakové ztráty - viz obr. 5. Měření na plechových potrubích dostáváme tedy jako smíšený výsledek ztrát třením a ztrát tvarových. To také vysvětluje, proč tlaková ztráta přímého plechového potrubí s menší drsností povrchu není menší nežli ztráta potrubí stejných rozměrů zhotoveného z materiálu PROMATECT®.



Obr. 5 - Plechové potrubí s prolamovaným plechem

- Tlakové ztráty a součinitele tlakové ztráty ve srovnání pro různá provedení potrubí

Měření tlakových ztrát a stanovení součinitele tlakové ztráty bylo provedeno na všech tvarech výše uvedených potrubí. Rozdíly mezi oběma variantami potrubí plech x PROMATECT® jsou minimální. V některých případech jsou výsledky pro potrubí z desek PROMATECT® o něco lepší. Důvodem je to, že provedení změny směru potrubí z materiálu Promat dává vždy poněkud ostřejší hrany, než je tomu u provedení plechového, u něhož mají všechny ohyby z technologických důvodů poloměr cca 5 mm. Oblasti s odtrháváním proudnic vycházejí proto pro PROMATECT® větší, což vede v následujících dílech potrubí i k větším zpětným ziskům tlaku. U delších mezilehlých tras se však tento efekt do značné míry opět vyrovná.

V tabulce 1 jsou uvedeny hodnoty ztrátových součinitelů pro oba materiály a všechny typy tarů měřených potrubí. Při porovnání výsledků jsou patrné minimální rozdíly.

Tabulka 1 - Srovnání součinitelů tlakové ztráty potrubí z plechu a z desek PROMATECT®

Č.	Materiál	ζA-Aus [-]
V1	plech	1,5
	VZT potrubí Promat	1,3
V2	plech	2,9
	VZT potrubí Promat	3,1
V3	plech	2,1
	VZT potrubí Promat	1,7
V4	plech	2,1
	VZT potrubí Promat	2,0
V5	plech	1,5
	VZT potrubí Promat	1,4
V6	plech	1,7
	VZT potrubí Promat	1,5
V7	plech	1,6
	VZT potrubí Promat	1,5
V8	plech	1,3
	VZT potrubí Promat	1,3
V9	plech	0,4
	VZT potrubí Promat	0,5
V10	plech	0,4
	VZT potrubí Promat	0,4
V11	plech	0,5
	VZT potrubí Promat	0,6
V12	plech	0,5
	VZT potrubí Promat	0,6
V13	plech	0,5
	VZT potrubí Promat	0,6
V14	plech	0,5
	VZT potrubí Promat	0,6
V15	plech	0,6
	VZT potrubí Promat	0,6
V16	plech	0,7
	VZT potrubí Promat	0,8
V17	plech	0,9
	VZT potrubí Promat	0,9
V18	plech	0,8
	VZT potrubí Promat	0,8
V19	plech	1,2
	VZT potrubí Promat	1,3
V20	plech	2,8
	VZT potrubí Promat	3,4
V21	plech	1,6
	VZT potrubí Promat	1,4
V22	plech	1,8
	VZT potrubí Promat	1,9
V23	plech	1,5
	VZT potrubí Promat	1,7
V24	plech	2,1
	VZT potrubí Promat	2,1
V25	plech	2,2
	VZT potrubí Promat	2,3
V26	plech	2,1
	VZT potrubí Promat	2,2

Závěr

Při celkovém hodnocení výsledků měření jsou rozdíly mezi provedením z požárně ochranného materiálu Promat a z plechu jen nepatrné. Předpoklad, že by drsnější povrch desek PROMATECT® zřetelně zvyšoval ztráty třením oproti potrubím z plechu, nelze podle výsledků potvrdit. Třením způsobené tlakové ztráty potrubí v plechovém provedení a v provedení PROMATECT® byly podle měření přibližně stejně velké. Tyto hodnoty jsou přitom zřetelně vyšší než hodnoty, které se uvádějí v literatuře pro hydraulicky hladká potrubí. Tlakové ztráty na základě tvarových odporů jsou, jak se dalo očekávat a jak se potvrdilo, rovněž téměř stejně velké. Rozdíly součinitelů tlakových ztrát tvarovek podmíněné materiálově leží částečně v rozsahu přesnosti měření, proto lze i v tomto případě hovořit o téměř shodných výsledcích měření.

Veškeré hodnoty měření a výpočtů je možno získat v technické kanceláři Promat s.r.o.





Promat s.r.o.

V. P. Čkalova 784/22
160 00 Praha 6 - Bubeneč
T +420 224 390 811
F +420 233 333 576
E promat@promatpraha.cz
www.promatpraha.cz