

Ing. Zdeněk PŘÍHODA,
Ing. Michal BUREŠ
Příhoda s.r.o.

Zaručí rovnoměrný výstup vzduchu z perforovaného potrubí bezprůvanové větrání?

Shall Equal Air Outgoing from Perforated Air-Duct Secure Draft-Proof Ventilation?

Recenzent
prof. Ing. František Drkal, CSc.

Příspěvek se zabývá charakterem výstupního proudu z perforovaných vzduchovodů. Autoři předkládají možná řešení k zajištění pokud možno kolmého výstupu proudu ze vzduchovodu a na základě experimentů navrhuje pro tkaninové vzduchovody úpravu výstupních otvorů, která umožňuje nastavit směr proudu vzduchu kolmo k podélné ose vzduchovodu.

Klíčová slova: perforovaný vzduchovod, výstupní proud vzduchu

The author is engaged in the character of the outgoing air flow (jet) from perforated ducts, in his contribution. The authors submits possible solutions concerning the preferably vertical outgoing flow from the air duct and suggests the modification of outlet openings in the textile air ducts on the basis of experiments. It enables to adjust the direction of the air flow vertically towards the air duct longitudinal axis.

Key words: perforated air duct, outgoing air flow

ÚVOD

Existují různé metody optimalizace proudění z perforovaných vzduchovodů. Příspěvek je porovnává a posuzuje z hlediska funkce a finanční náročnosti. Vše je založeno na měření, testech a praktických zkušenostech z reálných instalací.

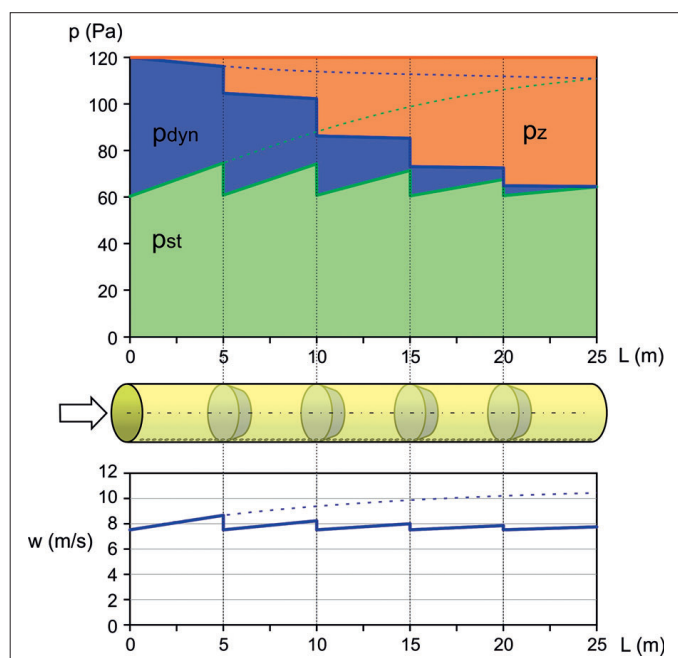
U perforovaných vzduchovodů je obvykle malý rozdíl v hodnotě statického tlaku na začátku a na konci potrubí. Pokud navíc na vhodné místo přidáme místní tlakovou ztrátu například pomocí clonky (nebo více clonek u delších úseků), získáme velmi plochou křivku průběhu statického tlaku. Rychlost vzduchu v otvoru závisí na odmocnině statického tlaku. Graf na obr. 1 ukazuje, že výstup vzduchu je velmi rovnoměrný.

Kromě hodnoty výstupní rychlosti je důležitý směr výstupu. Vnitřní proud v potrubí ovlivní do určité míry vzduch vystupující otvorem a odkloní ho od

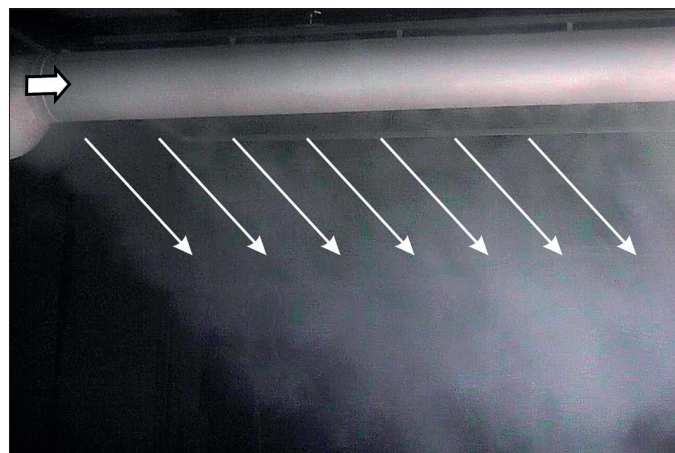
kolmice. Pro neupravený otvor o průměru větším než je tloušťka stěny platí, že čím vyšší je podélná rychlost, tím více se proud odklání. Na konci potrubí je podélná rychlost nulová a výstup je tedy kolmý. To ale mluvíme pouze o bezprostředním okolí potrubí. Pro praktické použití je důležité, jakým způsobem se vzduch šíří dále do prostoru. Jednotlivé proudy z otvorů se navzájem ovlivňují, spojují. Vnější proudění se proto mění i ve větší vzdálenosti od potrubí. Interakcí proudů dojde bohužel k zvětšení odklonu. Jak velké bude odklonění, to závisí na řadě faktorů. V nejhorším případě proud postupuje podél potrubí a oddělí se teprve až na konci, případně postupuje i dále za potrubí, ve směru jeho osy.

Tab. 1 Hodnocení metod pro zamezení odklonu proudění

Metoda	Náročnost (cena)	Funkce
Kónické potrubí	2	5
Vnitřní usměrňovače pro řady otvorů	2	4
Seskupování otvorů	1	3
Otvory s vnější nebo vnitřní bariérou	3	2
Skupiny otvorů s vnější nebo vnitřní bariérou	3	2
Dvojitě potrubí	4	1
Úpravy otvorů, např. osazení tryskami	3	1
Zešíkmení stěn otvorů	1	1



Obr. 1 Typický graf průběhu statického tlaku a výstupní rychlosti z otvoru podél perforovaného potrubí s clonkami



Obr. 2 Příklad proudění odkloněného od kolmice

METODY

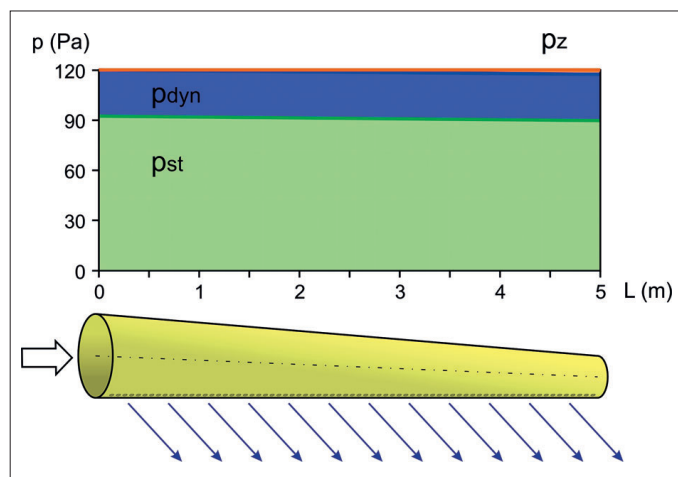
Existuje několik způsobů, jak zabránit nežádoucímu odklonu proudění. Zabýváme se ovšem pouze úpravami potrubí a izotermickým prouděním. Vliv teplot vzduchu, cizí proudění nebo překážky v prostoru předložený příspěvek nezohledňuje. Vždy platí, že nižší rychlost v potrubí znamená menší odklon, to je ovšem v praxi těžko použitelné vzhledem k rozměrům potrubí a jeho zvýšené ceně.

Známé způsoby ovlivnění šíření vzduchu z perforovaného potrubí:

1. Kónické potrubí
2. Vnitřní usměrňovače pro řady otvorů
3. Seskupování otvorů
4. Otvory s vnější nebo vnitřní bariérou
5. Skupiny otvorů s vnější nebo vnitřní bariérou
6. Dvojitá stěna potrubí
7. Úpravy otvorů, např. osazení tryskami
8. Zešíkmení stěn otvorů

1. Kónické potrubí

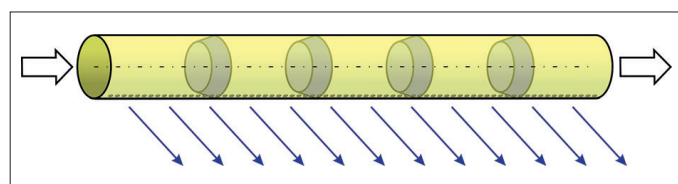
Plynule se zmenšující průřez kónického potrubí zaručí stálý statický tlak po jeho celé délce a tím i stálou výstupní rychlost vzduchu. Pro tento účel jde o velmi dobré řešení, které ale nemá žádný vliv na další šíření vzduchu. Proud vzduchu se odklání od kolmice stejně jako u běžného potrubí stáleho průřezu.



Obr. 3 Kónické potrubí znamená stálý statický tlak, ale proudění se odklání

2. Vnitřní usměrňovače pro řady otvorů

Zkusili jsme do potrubí periodicky po délce nad řady otvorů instalovat usměrňovače podobné naváděcím listům v tradičních vyústkách. Chtěli jsme ověřit, zda takto zbrzděný a oddělený průtok odstraní šikmý výtok. Výsledek testů byl negativní. K odklonu dochází i přes popsanou úpravu, efekt je minimální.



Obr. 4 Příklad vnitřních usměrňovačů

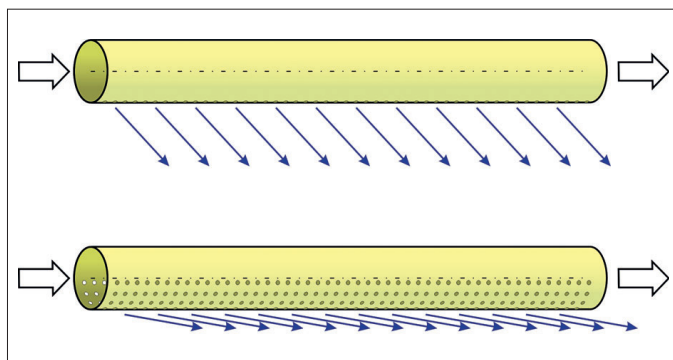
3. Seskupování otvorů

V zásadě existují tři možnosti seskupování:

- ☐ Podélné, do řad
- ☐ Příčné, do oblastí
- ☐ Kombinace podélného a příčného

Podélné seskupování se ukazuje jako funkční. Testy prokázaly, že odklon je nejmenší pro osamocenou řadu otvorů. Zobecněním tohoto zjištění je rozdělení příslušného počtu otvorů (potřebného pro distribuci daného průtoku) do řad, které budou co nejdále od sebe.

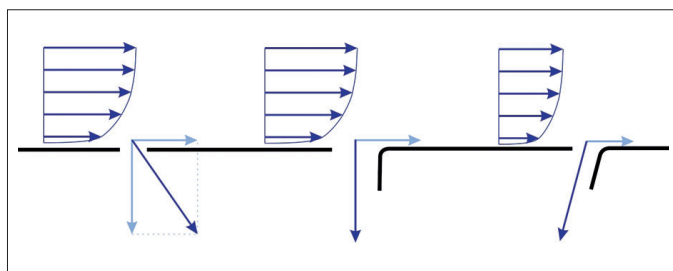
Příčné seskupování pomáhá, podobně jako podélné, narušit negativní vliv skládání jednotlivých proudů. Tím se zamezí dalšímu odklání a proud zachovává zhruba původní směr. Kombinace příčného a podélného seskupení je obvykle nejlepším řešením. Podstatnou výhodou je jeho cenová dostupnost, protože potrubí nevyžaduje žádné další úpravy. Metodu lze ovšem aplikovat pouze do určitého průtoku. Vyšší průtoky vyžadují tolik otvorů, že jejich seskupování již není technicky možné.



Obr. 5 Proud z jedné osamocené řady otvorů se odklání výrazně méně než z více řad

4. Otvory s vnější nebo vnitřní bariérou

Pokud otvor osadíme bariérou délky podobné jeho průměru, pak docílíme kolmého výstupu. To platí ať už je bariéra uvnitř nebo vně potrubí. Záleží pouze na technologickém vybavení, která varianta je pro výrobu přijatelná. Kolmý výstup nezabrání dalšímu skládání proudů, ale podstatné je, že proud se nepřiklání k potrubí. Samozřejmě se nabízí možnost vyříznutí materiálu otvoru neodstranit, otvor nedoříznout a materiál ohnout. Považujeme to za funkční metodu. V případě pružných materiálů (tkanin) je výsledek závislý na přetlaku vzduchu. Vyšší přetlak znamená vyšší odchýlení „chloupně“ a naopak. Úspornou možností je osazení pouze části otvorů, například pouze každý druhý. I toto řešení poskytuje dobrý výsledek.



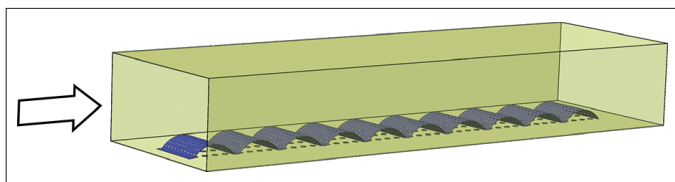
Obr. 6 Vnější bariéra u otvoru pomůže napřímít proudění

5. Skupiny otvorů s vnější nebo vnitřní bariérou

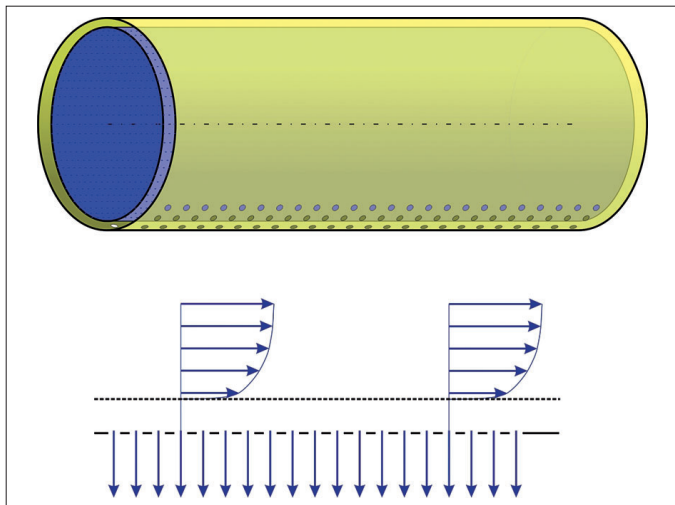
Technologicky jednodušší variantou oproti metodě 4 může být použití bariéry společné pro skupinu otvorů. Naše testy prokázaly výbornou funkci vnitřních bariér upevněných na řady otvorů v roztečích 100 až 200 mm. Funkční jsou jak bariéry z plných, tak i perforovaných materiálů, viz obr. 7. Tento způsob je dobře aplikovatelný na čtyřhranné potrubí, u kruhových je to složitější. Výstup vzduchu je kolmý.

6. Dvojitá stěna potrubí

Potrubí s dvojitou stěnou, v podstatě dvě sousedící perforovaná potrubí, poskytují vynikající výsledky. Mezivrstva dokonale odstraní vliv vnitřního proudění a výstup vzduchu je kolmý. Vnitřní potrubí se dimenzuje na minimální přetlak (30 Pa), aby se příliš nezvyšovala celková tlaková ztráta. Nevýhodou je vyšší cena takového zařízení. Na druhou stranu může být jeho výroba poměrně jednoduchá v porovnání s jinými metodami vyžadujícími



Obr. 7 Příklad vnitřních bariér z perforovaného materiálu



Obr. 8 Dvojitá stěna potrubí znamená naprosto kolmý výtok

speciální technologie pro upevnění bariér. Zejména pro malé délky potrubí je cenově přijatelná.

7. Úpravy otvorů, např. osazení tryskami

Tady se již dostáváme mimo oblast perforovaných potrubí, protože trysky a podobná zařízení jsou již tradiční vyústkou, byť v malém provedení. Jedná se o metody poskytující výborné výsledky, pokud mají trysky vhodný tvar. Musí být dostatečně dlouhé (alespoň jako průměr otvoru) a jejich hrany nesmí způsobit hluk (pískání). Nárůst ceny obvykle eliminuje prvotní výhodu perforovaného potrubí, kterou jsou náklady nižší než u tradičních systémů potrubí s vyústkami. Pokud budeme mluvit o tkaninovém potrubí, pak trysky komplikují praní v pračce.

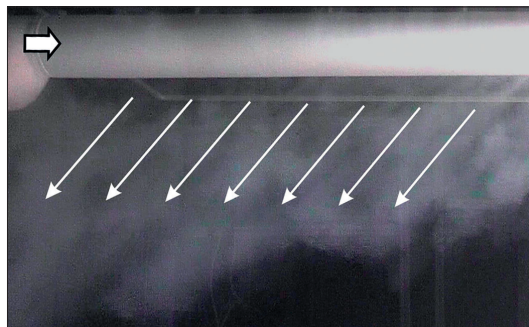
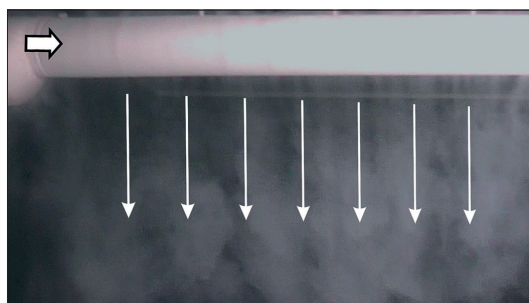
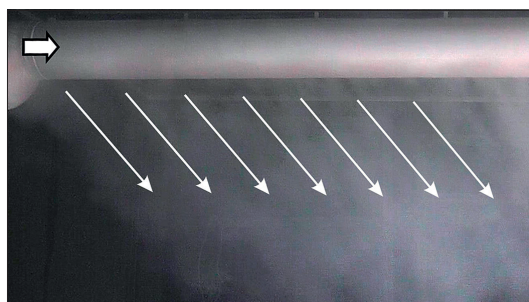
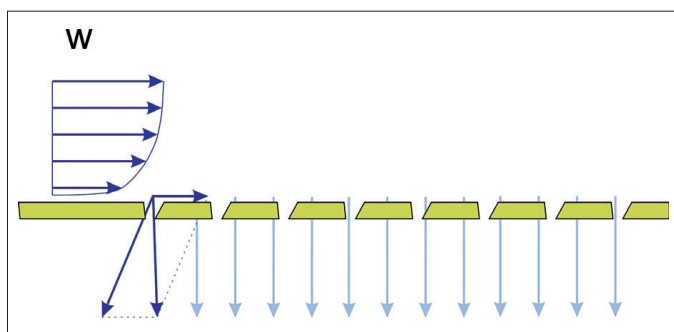
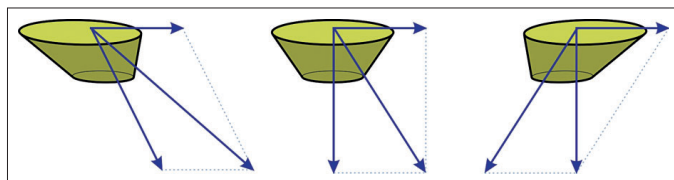
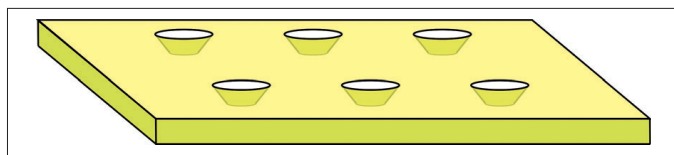
8. Zešíkmení stěn otvorů

Tato metoda je účinná pouze tehdy, když je rozměr otvoru porovnatelný s tloušťkou stěny potrubí. To v praxi znamená pouze velmi malé otvory, menší než 1 mm. Testováním tkanin perforovaných otvory 0,2 a 0,4 mm jsme získali překvapivé výsledky. Pomocí šikmo vypálených otvorů lze výborně regulovat směr proudění vzduchu. Při určitém optimálním úhlu bude výstup kolmý. Při výrazně větším zešíkmení proti směru vnitřního proudění, pak dosáhneme otočení vzduchu a ten proudí zcela proti směru vnitřního proudění. Tento výsledek dokumentuje fotografie kouřové zkoušky, viz obr. 9. Za uvedených předpokladů se jedná o velmi účinnou a levnou metodu. Otvory jsou kónické z technologických důvodů.

ZÁVĚR

Zobecnění popsanych metod a jejich funkce obsahuje následující tabulka. Jednotlivé možnosti jsou hodnoceny ve stupnici od 1 (nejlepší) do 5 (nejhorší). Náročností se zde rozumí časová a materiálová komplikovanost výroby, což se obojí promítá do výsledné ceny. Za nejlepší funkci považujeme kolmý proud, který se dále neodklání.

Naše odpověď na otázku z názvu příspěvku zní: „Rovnoměrný výstup vzduchu z perforovaného potrubí sám o sobě nezaručí bezprůvanové větrání. Vhodnou konstrukcí potrubí je třeba zařídit správné šíření vzduchu dále do prostoru.“



Obr. 9 Šikmo vyříznuté otvory malých průměrů zcela změni směr proudění

Kontakt na autory: director@prihoda.com, development@prihoda.com

Použité zdroje:

- [1] Chyský, J., Hemzal, K. a kol., Větrání a klimatizace. Technický průvodce. 3. vyd. Brno: BOLIT-B-press, 1993