

doc. Ing. Richard NOVÝ, CSc.
ČVUT v Praze, Fakulta strojní,
Ústav techniky prostředí

Distribuce vzduchu v akusticky náročných místnostech

Air Distribution in the Rooms with High Acoustic Requirements

Recenzent
Ing. Marcel Kadlec

Článek se zabývá problematikou hlučnosti koncových elementů vzduchotechnických zařízení navrhovaných pro extrémně akusticky náročné prostory, jejichž limity pro hluk pozadí určuje norma ČSN 73 0526. Návrh distribuce vzduchu musí řešit současně tři problémy. Útlum zvuku v daném prostoru, dosah proudu vzduchu, resp. požadované rychlosti proudění v místě pobytu osob a v neposlední řadě vznik aerodynamického hluku při výtoku vzduchu z přívaděčích otvorů. V podstatě se jedná o řešení tří vzájemně vázaných rovnic, jejichž charakter je z hlediska matematického značně odlišný.

Klíčová slova: hluk, proudění, výusti, nahrávací studia

The paper deals with the noise of air distribution elements of the HVAC systems designed for spaces with high acoustic requirements, whose limits of the background noise are specified in the standard ČSN 73 0526. The design of the air distribution must deal with three issues at the same time. Noise reduction in the space, air flow range (respectively desired air velocity in the occupant regions) and last, but not least, the generation of aerodynamic noise by the air flowing from the distribution elements. This leads to solving three equations dependent on each other, whose character is mathematically different.

Key words: noise – flow, studios

ÚVOD

Při návrhu klimatizačních zařízení bývá většinou základním parametrem, který má klimatizace dodržet, předepsaný soubor mikroklimatických veličin, jako je teplota vzduchu (operativní teplota), relativní vlhkost vzduchu, rychlost proudění vzduchu apod. Velice často se zapomíná na akustickou pohodu prostředí, která bývá v řadě případů hlavním limitujícím parametrem při projektování vzduchotechnických zařízení. Technická veřejnost si obvykle pamatuje jako limitující hladinu akustického tlaku A, která je pro chráněný vnitřní prostor staveb stanovena Nařízením vlády č. 272/2011 Sb. „o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací“ na minimální úrovni $L_{Amax} = 30$ dB. Při existenci čistých tónů ve spektru hluku se hygienický limit snižuje ještě o 5 dB. Uvedené hlukové limity jsou pro řadu techniků velice přísné a těžko splnitelné. Bohužel existují případy, kdy se akustická náročnost nestanovuje shora uvedeným Nařízením vlády č. 272/2011, ale přísnější normou ČSN 73 0526 Akustiky – Projektování v oboru prostorové akustiky – Studia a místnosti pro snímání, zpracování a kontrolu zvuku, kde je na hluk vzduchotechniky pohlíženo mnohem přísněji. V kapitole 4 Technické požadavky, odstavce 4.1 Ochrana proti hluku, jsou uvedeny požadavky na hluk pozadí. Z odstavce 4.1.1 cituji:

„Před rozhodnutím o výstavbě zvukového studia či místnosti pro zpracování zvuku je potřeba posoudit zvolené místo z hlediska potřebné ochrany před hlukem. Přitom je třeba respektovat, že požadavky na ochranu místnosti pro snímání zvuku před okolním hlukem jsou mimořádně vysoké v celém slyšitelném kmitočtovém pásmu. Hluk od zdrojů funkčně nesouvisejících s provozem studia či režie včetně hluku větrání, vytápění, osvětlení atd. tvoří ve studiu či režii hluk pozadí.“

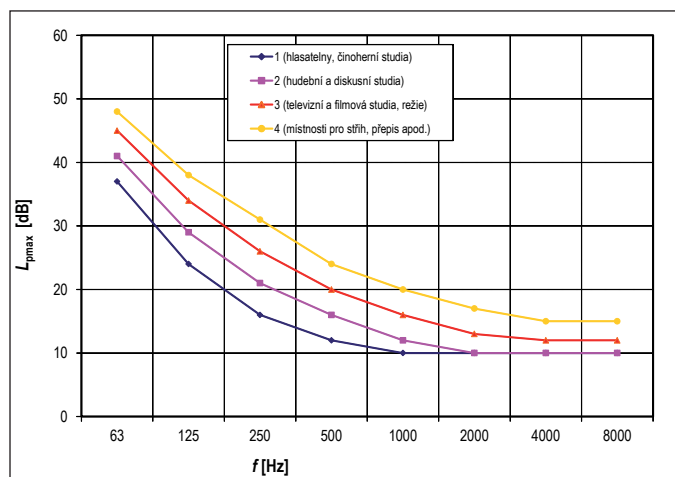
Nejvyšší přípustné maximální hladiny akustického tlaku pozadí L_{pmax} [dB] ve studiích, místnostech určených pro záznam zvuku a v režii (místnostech pro poslech a zpracování zvuku) jsou závislé na způsobu využití místnosti.“

Nejvyšší přípustné hladiny akustického tlaku v oktavových kmitočtových pásmech jsou rozděleny do 4 skupin, které jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1 Rozdělení studií a režii do skupin podle nejvyšší přípustné maximální hladiny akustického tlaku pozadí L_{pmax} [dB] podle ČSN 73 0526

Střední kmitočet v okt. pásmu [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1 (hlasatelný, čínoherní studia)	37	24	16	12	10	10	10	10
2 (hudební a diskusní studia)	41	29	21	16	12	10	10	10
3 (televizní a filmová studia, režie)	45	34	26	20	16	13	12	12
4 (místnosti pro střih, přepis apod.)	48	38	31	24	20	17	15	15

Z uvedených spekter hladin akustického tlaku je zřejmé, že dodržení uvedených hlukových limitů je velice obtížné a vyžaduje při projektování VZT účast odborníka na hluk vzduchotechnických zařízení.



Obr. 1 Rozdělení studií a režii do skupin podle nejvyšší přípustné maximální hladiny akustického tlaku pozadí podle ČSN 73 0526

DISTRIBUCE VZDUCHU

Hluk vzduchotechnického zařízení uvnitř větraného chráněného prostoru se skládá z dílčích signálů. Hlavním zdrojem bývají ventilátory (přiváděcí a odváděcí) a jednotlivé elementy potrubních sítí ve smyslu generace aerodynamického hluku. Vhodným návrhem rozměrů potrubí a tlumičů hluku do potrubí je technicky možné tyto nežádoucí zdroje hluku přiměřeně potlačit. Tlumiče hluku však není možné aplikovat na koncové elementy zajišťující požadovanou distribuci vzduchu. Návrh vyústek vychází z požadavku rovnoměrného rozptýlení upraveného vzduchu v pásmu pobytu osob. S tím souvisí nejenom vzdálenost vyústek od pásma pobytu osob, ale také pracovní rozdíl teplot mezi teplotou vzduchu v pásmu pobytu osob a teplotou přiváděného vzduchu.

Koncové elementy se navrhují a vyrábějí v řadě velikostí a tvarů. Základním případem přívodu vzduchu je výtok vzduchu otvorem do volného prostoru. Pro přesné určení tohoto distribučního elementu se obvykle hovoří o přívodu vzduchu dýzou nebo tryskou, u které je zaručena určitá minimální intenzita turbulence ve výtokovém otvoru. Grafické vyjádření tzv. „zatopeného proudu vzduchu“ je obecně známé, jak je prezentováno na obr. 2. Předpokládá se v tomto případě izotermický proud.

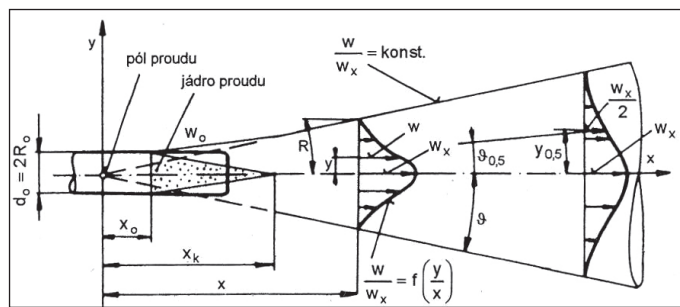
Jak ukazuje schéma na obr. 2, volný proud s počátečním průřezem S_0 se ve větší vzdálenosti (hlavní oblast volného proudu) prakticky shoduje s teoretickým případem výtoku vzduchu z bodového zdroje.

Veličinami důležitými pro návrh vyústek jsou osová rychlost w_x a objemový průtok V_0 . Nejbližší oblast se nazývá jádrem proudu, která sahá cca do poměrné vzdálenosti $x_k/d_0 = 4$ až 5. V prostoru jádra proudu se udržuje původní výtoková rychlost w_0 .

Podle [2] (H. Schlichtinga) je možno vyjádřit rychlostní profil v hlavní části proudu vztahem

$$\frac{w}{w_x} = \left[1 - \left(\frac{y}{R} \right)^{1,5} \right]^2 \quad (1)$$

Poloměr R souvisí s úhlem rozšiřování proudu vzduchu, který činí



Obr. 2 Schéma kruhového volného proudu [1]

$\vartheta \approx 12,4^\circ$. Střední rychlost podle průřezu w_s možno vyjádřit vztahem

$$w_s = \frac{1}{S} \int_S w \, dS \quad (2)$$

Provedením naznačené integrace je možno získat tzv. součinitel rychlostního pole k

$$k = \frac{w_s}{w_x} \quad (3)$$

který má pro kruhový proud hodnotu $k = 0,258$.

Z rovnice kontinuity lze odvodit tzv. konstantu vyústky K_s , která pro výtok vzduchu tryskou s kontrakcí činí maximálně $K_s \approx 7$. Její hodnota souvisí s poměrnou rychlostí w_x/w_0 vztahem

$$\frac{w_x}{w_0} = K_s \frac{\sqrt{S_0}}{x} \quad (4)$$

Projektant při návrhu distribuce požaduje v určitém místě větraného prostoru, který je ve vzdálenosti x [m] předepsanou rychlost proudění vzduchu w_x [m/s]. Často se v tomto smyslu hovoří o dosahu proudu.

Větraná místnost má architektem stanovený půdorys a celkový objem. Zda se použije jedna přiváděcí vyústka nebo celý soubor přiváděcích koncových elementů souvisí s celkovým požadovaným přívodem vzduchu V [m³/s] a právě dosahem proudu. Pokud označíme počet přiváděcích vyústek z [-], tak musí pro přívod vzduchu jednou vyústkou platit rovnice

$$V_0 = \frac{V}{z} = w_0 S_0 \quad (5)$$

Po dosazení do vztahu (4) se získá pro stanovení potřebného průřezu přiváděcí vyústky kvadratická rovnice. Po nezbytné úpravě rovnice je k dispozici výpočtový vztah

$$S_0 = \left(\frac{K_s \cdot V}{z \cdot w_x \cdot x} \right)^2 \quad (6)$$

Ze vztahu je zřejmé, že určení potřebného průřezu vyústky je závislé nejenom na parametru vyústky K_s , ale zejména na požadované rychlosti proudění v kontrolním místě w_x [m/s] vzdáleném od vyústky x [m].

Nyní je třeba dát do souvislosti aerodynamické charakteristiky s problematikou hluku.

AERODYNAMICKÝ HLUK

Generace aerodynamického hluku při výtoku vzduchu tryskou byla podrobně sledována v souvislosti s konstrukcí leteckých motorů. Tento případ možno přirovnat k teoretickému zdroji 2. řádu, tzv. quadrupólu u něhož celkový akustický výkon W [W] odpovídá funkční závislosti

$$W \approx \rho_0 w_0^n c^5 D_0^2 \quad (7)$$

kde je

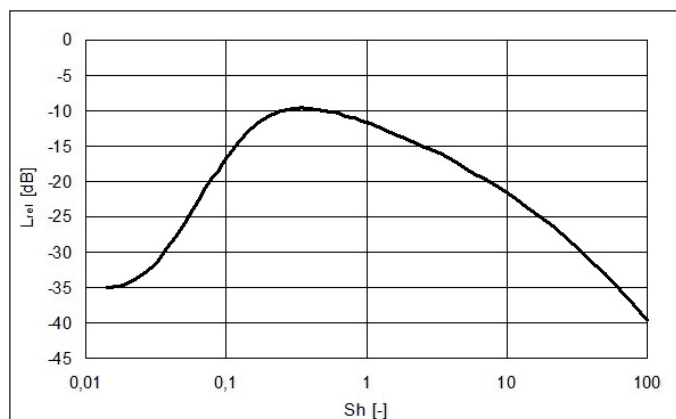
ρ_0 [kg/m³]	hustota vzduchu,
c [m/s]	rychlost šíření zvuku,
D_0 [m]	průměr trysky,
n [-]	exponent, závislý na hodnotě Machova čísla.

Pro poměry proudění vzduchu ve vzduchotechnice tomu odpovídá přibližně exponent $n = 6$.

Při hodnocení hluku je velmi důležité znát kmitočtové složení zvuku. Z řady publikovaných informací [1], [3] i vlastních experimentů na FS ČVUT v Praze byla získána obecná závislost relativní hladiny akustického výkonu trysky v 1/3 oktávových pásmech na hodnotě Strouhalova čísla

$$Sh = \frac{f \cdot D_0}{w_0} \quad (8)$$

Závislost je vyjádřena graficky na diagramu v obr. 3. Při parametrech, se kterými musí počítat konstruktéři proudových a raketových motorů, bude Strouhalovo číslo dosahovat relativně nízkých hodnot. Při použití trysek při distribuci vzduchu v oblasti vzduchotechniky se bude jednat o vyšší hodnoty Sh . Například pro trysku o průměru výtakového otvoru $D_0 = 0,15$ m a výtakové rychlosti $w_0 = 7$ m/s bude Sh číslo dosahovat v rozsahu pásma slyšitelnosti hodnoty 1,5 až 170. Tzn., že se spektrální složení generovaného hluku bude nacházet na pravé části křivky v diagramu na obr. 3.



Obr. 3 Relativní spektrum hladiny akustického výkonu trysky v 1/3 oktávových pásmech

Hladina akustického výkonu $L_{W1/3}$ [dB] v 1/3 oktávovém pásmu se určí ze známé celkové hladiny akustického výkonu L_W [dB] podle vztahu

$$L_{W1/3} = L_W + L_{rel} \quad (9)$$

V technické firemní literatuře se často uvádí hluk koncových elementů hladinou akustického výkonu $A L_{WA}$ [dB] v závislosti na rozměru vyústky a rychlosti proudění vzduchu. Z publikovaných údajů v technické literatuře o hlučnosti trysek lze odvodit výpočtový vztah

$$L_{WA} = 56,76 \cdot \log(w_0) + 0,95 \cdot \log(S_0) - 7,676 \quad (10)$$

Podle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. „o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací“ se hygienické limity hluku určují hladinou akustického tlaku $A L_A$ [dB], takže uvedený výpočtový vztah (10) je možno použít pro praktické výpočty.

Aby bylo možné dát do přímého vztahu hlučnost a parametry související s dosahem proudu vzduchu, tak je třeba dát do vzájemné závislosti vztahy (5), (6) a (10). Po vzájemném dosazení lze hladinu akustického výkonu A trysky vyjádřit vztahem

$$L_{WA} = -37,76 \cdot \log\left(\frac{V}{z}\right) - 94,5 \cdot \log\left(\frac{K_s}{w_x \cdot x}\right) - 7,676 \quad (11)$$

POHLTIVOST PROSTORU

Do problému ochrany před nadměrným hlukem vstupuje akustičnost daného větraného prostoru. Obecně platí pro šíření hluku v uzavřeném prostoru vztah

$$L_p = L_W + 10 \cdot \log\left(\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4(1-\alpha_m)}{S\alpha_m}\right) \quad (12)$$

kde je

L_p [dB]	hladina akustického tlaku v kontrolním místě,
L_W [dB]	hladina akustického výkonu zdroje hluku,
Q [-]	směrový činitel,
r [m]	vzdálenost od zdroje (od vyústky),
S [m ²]	plocha stěn ohraničující větranou místnost,
α_m [-]	střední činitel pohltivosti stěn.

Vztah (12) je možno zjednodušit pro případ, že pro zlomky ve vztahu platí nerovnost

$$\frac{Q}{4\pi r^2} \ll \frac{4(1-\alpha_m)}{S\alpha_m} \quad (13)$$

Tedy se jedná o případ, kdy posluchač je v tzv. poli odražených vln. Hladina akustického tlaku v poli odražených vln se již nemění se vzdáleností posluchače od zdroje a je závislá čistě na akustických vlastnostech místnosti.

Střední činitel pohltivosti stěn prostoru je veličina proměnlivá s kmitočtem. Obecně platí, že činitel pohltivosti dosahuje nižších hodnot v nižších kmitočtových pásmech. Naopak ve vyšších kmitočtech dosahuje maximálních hodnot.

Vztah (12) lze aplikovat i pro výpočet hladiny akustického tlaku $A L_{pA}$ [dB], pokud lze kvalifikovaně odhadnout, nebo výpočtem stanovit střední činitel pohltivosti α_m .

Za předpokladu, že je hlučnost limitována hladinou akustického tlaku $A L_{pA}$ [dB] stačí z rovnice (11) určit pro další zadané parametry, jako je průvod vzduchu V [m³/s], rychlost proudění w_x [m/s] v kontrolním místě vzdáleném o hodnotu x [m] a konstantu K_s zvolený vyústky jejich počet z [-].

Pro náročné prostory, o kterých je zmínka v úvodu článku, jsou hlukové limity dány limitními hladinami v oktávových pásmech. Při přesném dodržení normy bude třeba výpočty opakovat pro jednotlivá oktávová pásma.

Tvar limitních křivek v diagramu na obr. 1 poněkud připomíná kmitočtový průběh útlumové křivky filtru A, což nabízí provedení zjednodušeného výpočtu v hladinách akustického tlaku A .

Limitní spektra hladin akustického tlaku v tab. 1 lze přirovnat k hladinám akustického tlaku A , které jsou uvedeny v tab. 2.

Tab. 2 Limitní hladiny akustického tlaku A odpovídající jednotlivým skupinám

Hladina akustického tlaku A [dB]	L_{Amax}
1 (hlasatelný, činoherní studia)	18,7
2 (hudební a diskusní studia)	21,3
3 (televizní a filmová studia, režie)	25,3
4 (místnosti pro střih, přepis apod.)	29,2

Pro takto stanovenou limitní hodnotu hladiny akustického tlaku A je možno kvalifikovaně provést první odhad optimálního řešení a to mezi problémy aerodynamickými a akustickými. Je možno přistoupit k řešení rovnice, kde na levé straně je limitní hladina akustického výkonu A a na pravé straně hladina akustického výkonu generovaná jednou tryskou

$$L_{A_{\max}} - 10 \cdot \log\left(\frac{4(1-\alpha_m)}{S\alpha_m}\right) - 10 \cdot \log(z) =$$

$$= -37,76 \cdot \log\left(\frac{V}{z}\right) - 94,5 \cdot \log\left(\frac{K_s}{w_x \cdot x}\right) - 7,676 \quad (14)$$

Pro ilustraci návrhu větracích příváděcích otvorů při dodržení extrémně nízkých hlukových limitů bude uvedeno několik typických případů řešení. Pro jednoduchost budou uvažovány izotermní případy přívodu vzduchu a bude zanedbáno případné vzájemné působení dvou sousedních zatopených proudů vzduchu, což přichází do úvahy, když je jejich vzdálenost relativně malá.

Příklad 1

Nahrávací rozhlasové studio má stavební rozměry 30 x 20 x 7 m.

Střední činitel pohltivosti stěn studia $\alpha_m = 0,25$ [-].

Útlum zvuku v poli odražených vln, tedy hodnota

$$10 \cdot \log\left(\frac{4(1-\alpha_m)}{S\alpha_m}\right) = -22 \text{ dB}.$$

Otázkou je jak se bude zvyšovat hluknost uvnitř studia, pokud se bude měnit intenzita výměny vzduchu.

Vyústky budou umístěny do stěny o šířce 20 m.

Ve vzdálenosti $x = 20$ m od vyústek má být rychlost proudění vzduchu v ose proudu $w_x = 0,2$ m/s.

Pro přívod vzduchu se předpokládá použití trysek.

Konstantu trysky možno maximálně uvažovat $K_s = 7$.

Je třeba stanovit velikost a počet trysek.

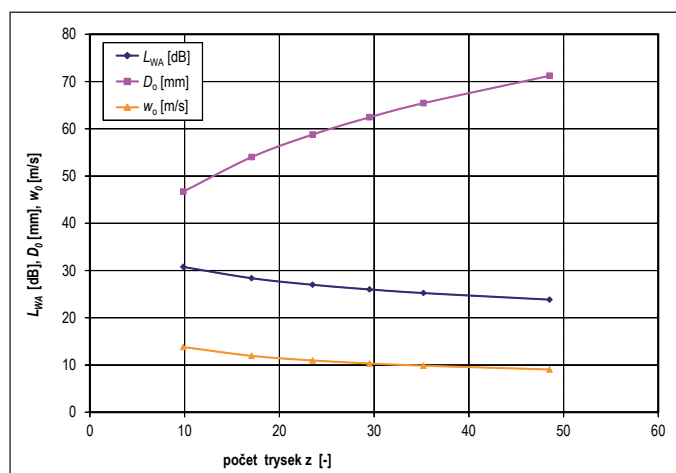
Hluk v prostoru studia nemá překročit limitní hodnoty pro skupinu 2 podle údajů v tab. 1.

Uvedenému spektru přibližně odpovídá hladina akustického tlaku $A L_{A_{\max}} = 18,7$ dB.

Řešení:

Nejprve se určí velikost a počet trysek podle vztahu (6). Následně se provede kontrola hluknosti. Ve své podstatě je třeba řešit rovnici (14).

Aby nebyla v poli odražených vln překročena maximálně přípustná hladina akustického tlaku $A L_{A_{\max}} = 18,7$ dB, musí být splněny hodnoty uvedené v tab. 3. Přehled o výsledcích řešení možno získat z diagramu na obr. 4.



Obr. 4 Hladina akustického výkonu soustavy trysek a dalších parametrů trysek (příklad 1)

Tab. 3 Hodnoty určujících parametrů, za kterých bude ve větraném prostoru splněna podmínka nízké hluknosti (přívod podél delší strany)

z [-]	10	17	24	30	35	49
I [1/h]	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,5
V [m³/h]	840	1680	2520	3360	4200	6300
L_{wa} [dB]	30,8	28,4	27,0	26,0	25,2	23,8
D_o [mm]	47	54	59	62	65	71
w_o [m/s]	13,8	11,9	11,0	10,3	9,9	9,1

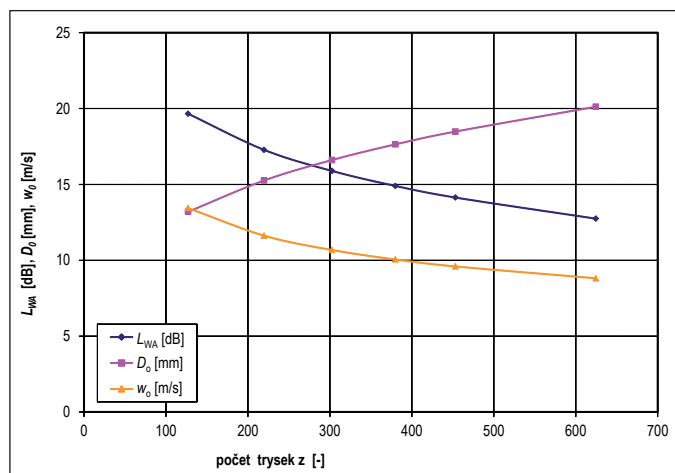
Příklad 2

Zadané veličiny jsou totožné s předcházejícím příkladem 1. Pouze přívod vzduchu bude tryskami umístěnými ve stropu. Kontrolní místo bude ve výšce 1,5 m nad podlahou, tzn., $x = 5,5$ m.

Postup řešení je totožný s předcházejícím příkladem. Výsledky jsou shrnuty do tab. 4. Hodnoty z tab. 4 jsou graficky vyjádřeny na diagramu v obr. 5.

Tab. 4 Hodnoty různých parametrů, za kterých bude ve větraném prostoru splněna podmínka nízké hluknosti (přívod stropem).

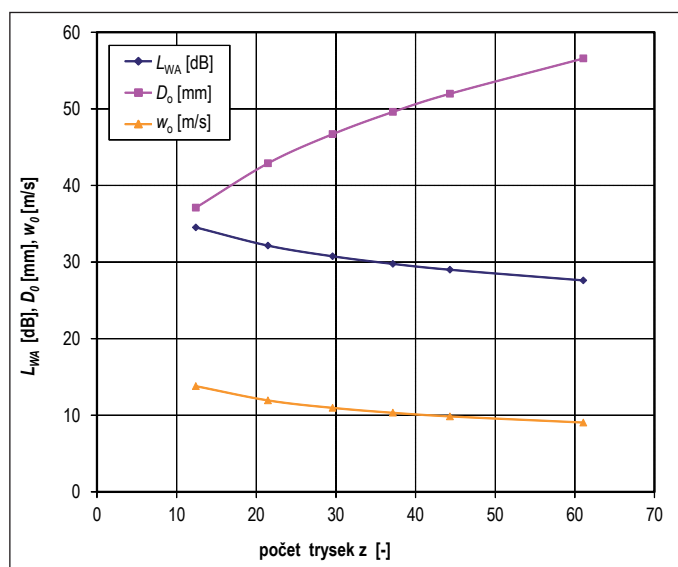
z [-]	127	220	303	380	453	625
I [1/h]	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,5
V [m³/h]	840	1680	2520	3360	4200	6300
L_{wa} [dB]	19,7	17,3	15,9	14,9	14,1	12,7
D_o [mm]	13	15	17	18	18	20
w_o [m/s]	13,4	11,6	10,7	10,1	9,6	8,8



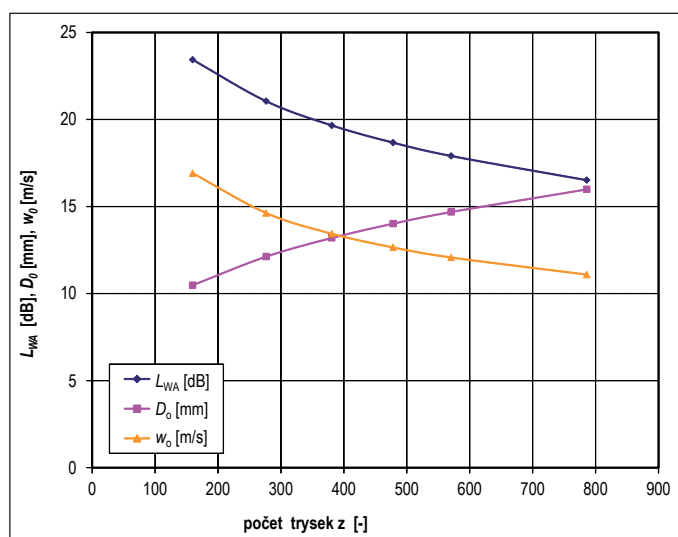
Obr. 5 Hladina akustického výkonu soustavy trysek a dalších parametrů trysek (příklad 2)

Výsledky řešení obou příkladů možno označit pro laika za překvapivé. Počet trysek, do kterých se musí dělit distribuce vzduchu, vychází vysoký, a průměr trysek nízký. Co se v obou příkladech významně neliší, je výtoková rychlost z trysek.

Pokud se bude kontrolovat kmitočtové složení, tak se zjistí, že v obou příkladech se Strouhalovo číslo pohybuje v rozsahu 0,2 až 20. Tzn., že tvar spektra odpovídá pravé straně křivky v diagramu na obr. 3 a zjednodušující postup výpočtu přes hladinu akustického tlaku A není v rozporu se skutečností.



Obr. 6 Hladina akustického výkonu soustavy trysek a dalších parametrů trysek (příklad 1, zvýšená pohltivost větraného prostoru)



Obr. 7 Hladina akustického výkonu soustavy trysek a dalších parametrů trysek (příklad 2, zvýšená pohltivost větraného prostoru)

Řešení rovnice (14) může být samozřejmě provedeno za jiných okrajových podmínek. Jednou z nich je vlastní pohltivost prostoru. S tou však není možno libovolně nakládat, protože je doba dozvuku studia předepisována požadavky pracovníků zodpovědných za kvalitu záznamu zvuku. Pokud by se zvýšila pohltivost prostoru na dvojnásobek ($\alpha_m = 0,5$), tak by se v uvedených příkladech změnila parametry trysek na hodnoty uvedené v diagramech na obr.6 a obr.7.

ZÁVĚR

Je logické, že řešení podle příkladu 1 a 2 s nižší pohltivostí prostoru musí vyhovovat i pro vyšší pohltivost, protože útlum hluku nemůže mít vliv na proudění vzduchu v místnosti. Prezentované řešení na obr. 6 a obr. 7 ukazuje na možnost použití menších trysek při vyšší výtokové rychlosti.

Uvedené příklady řešení platí při použití kvalitních trysek. Pokud by se použily, koncové elementy s nižší hodnotou konstanty vyústí K_s , tak se změnil charakter proudění vzduchu v souladu s platností vztahů (1) až

(6). Podle [1] závisí hladina akustického výkonu A v případě použití převáděcích vyústek obecného provedení, u nichž je jejich tlaková ztráta vyšší než u trysek, mimo výtokové rychlosti také na součiniteli místní tlakové ztráty ξ [-], jak je vyjádřeno následujícím vztahem

$$L_{WA} = 60 \cdot \log(w_o) + 31,8 \cdot \log(\xi) + 10 \cdot \log(S_o) \quad (15)$$

Pro kvalitní trysku platí $\xi = 1$. Vyústky s různými okrasnými mřížkami, regulačními klapkami apod. dosahují podstatně vyšších hodnot tlakových ztrát, z čehož plyne i vyšší hlučnost. Závěrem možno konstatovat, že pro akusticky náročné prostory, se kterými uvažuje norma ČSN 73 0526, je bezpodmínečně nutné na prvním místě navrhovat koncové elementy z hlediska nízké hlučnosti a ostatní parametry tomu podřídit.

Kontakt na autora: Richard.Novy@fs.cvut.cz

Použité zdroje:

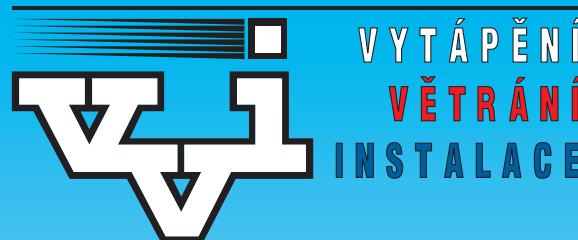
- [1] Nový R.: *Hluk a chvění*. Vydavatelství ČVUT v Praze. ISBN 80-01-01306-5. 2005.
- [2] Nový R. a kol.: *Technika prostředí*. Vydavatelství ČVUT v Praze. 2000.
- [3] Brockmeyer H.: *Akustik für den Lüftungs- und Klimatechnik*. Verlag C.F.Müller. Karlsruhe. 1971.

Požár a dým se neutají

Nový hlásič výskytu dýmu KanalRauchMelder KRM® představila německá společnost Oppermann Regelgeräte GmbH, Leinfelden. Hlasič je přezkoušen VdS a připuštěn Německým ústavem pro stavební techniku DIBt pod č. Z-78.6-20 pro použití u požárních a dýmových ochranných klapek. Rychlou a jednoduchou montáž (pro všechny směry proudění) a obsluhu zaručují funkce EasyInstall a EasyFunction s ergonomickou a intuitivní obsluhou při moderním designu. Je vybaven digitálním displejem s údajem stupně znečištění v % a automatickým alarmem. Na přání se dodává s rozhraním ModBus pro DDC.

Pramen: CCI 02/2013

(AB)



Webová prezentace časopisu VVI
na stránkách www.stpcr.cz/vvi

- | | |
|---|--|
| ☐ historie a současnost časopisu | ☐ obsahy všech čísel od r. 1958 |
| ☐ informace pro autory | ☐ vyhledávací databáze |
| ☐ informace pro recenzenty | ☐ plné verze vybraných článků |
| ☐ soutěž o cenu prof. Pulkrábka | ☐ dostupnost starších čísel |