

Ing. Zdeněk LERL

Nový pohled na větrání obytných domů v ASHRAE Standard 62.2-2004

„Větrání a přijatelná jakost vnitřního vzduchu v nízkopodlažních obytných domech“

Standard 62.2-2004, “Ventilation and Acceptable IAQ in Low-Rise Residential Buildings.”

A New Perception of Residential Building Ventilation Requirements Under the ASHRAE

Recenzenti

prof. Ing. Karel Hemzal, CSc.,
doc. Ing. Richard Nový, CSc.

Příspěvek informuje o nových podkladech pro návrh větrání obytných místností z hlediska hygienických limitů a minimalizace energetické náročnosti provozu větracích zařízení v rodinných a bytových domech pro trvalý pobyt s maximálně třemi podlažími.

Norma je zpracována jako podklad pro laickou veřejnost tak, aby návrh větracího systému zajistil kvalitu prostředí bez nadměrných energetických a ekonomických nákladů i pracovníkem se základními technickými znalostmi. Norma obsahuje způsob stanovení minimálních vzduchových průtoků u větracích zařízení pro celý objekt, pro místní větrací zařízení a další požadavky a podmínky pro vhodný návrh těchto zařízení.

Klíčová slova: průtok ventilátorem, denostupeň, infiltrace, tlakové rozhraní

The latest version of ASHRAE Standard 62.2 was formulated to encompass the new hygienic requirements while adopting measures for minimizing the energy consumption of applied ventilation systems. It governs the design and operation of ventilation systems in residential buildings of no more than three floors and used as permanent residences. The goal of this article is to inform professionals on the resulting new guidelines for the respective ventilation system design. The guidelines are easily understood and provide for design solutions yielding an appropriate IAQ without the need for excessive capital and operating costs. The essential element of the Standard is the method of evaluating the minimal air flow rates of the central ventilation plant and/or those for the individual terminal units. It also contains all the requirements and conditions for appropriate design of such systems.

Key words: fan flow rate, degree-day, infiltration, pressure boundary

V textu normy jsou uváděny vztahy jednak pro tradiční americké fyzikální jednotky kubická stopa za minutu (cfm – cubic feet per minute), čtverečná stopa (ft² square feet) apod. V dalším textu se budeme věnovat pouze vztahům, které jsou v jednotkách používaným v České republice nebo vycházejí ze základu m, kg, s, K.

Tato norma platí pro rodinné domy a bytové domy do třech poschodí, včetně prefabrikovaných a modulových domů. Neplatí pro domy s přechodným pobytem. Předpokladem vhodnosti a platnosti normy je standardní chemické, fyzikální a biologické znečištění vnitřního vzduchu. Není cílem normy řešit mimořádné případy jako jsou:

- mimořádná citlivost uživatelů na rozličné znečištění,
- mimořádné vlivy teploty, vlhkosti, hluku, osvětlení a psychologického stresu,
- problémy s předčištěním nepřijatelného znečištění venkovního vzduchu
- problémy s údržbou a opravami větracího systému
- s výskytem mimořádného znečištění venkovního vzduchu.

Norma člení podklady pro větrání obytných budov na systémy pro větrání celých objektů a na místní odsávání.

Nucené větrací zařízení celých objektů může být podtlakové (pouze odsávání), přetlakové (pouze přivádění větracího vzduchu) a nebo kombinované (přívod i odtah vzduchu).

ZAŘÍZENÍ PRO PROVĚTRÁNÍ CELÉHO OBJEKTU

Výpočet minimálního průtoku vzduchu obytným objektem je vztažen k ploše podlahy příslušného užitného prostoru a k počtu ložnic.

$$Q_{\text{fan}} = 0,05 A_{\text{floor}} + 3,5 (N_{\text{br}} + 1) \quad [\text{litr/s}] \quad (1.0)$$

kde

Q_{fan} = průtok větracího vzduchu objektem [litr/s]

A_{floor} = plocha podlah v objektu [m²]

N_{br} = počet ložnic v objektu [–]

Tento vztah lze převést na rozměry veličin běžně používané v České republice

$$V_{\text{vět}} = 0,18 A_{\text{podl}} + 12,6 (N_{\text{lož}} + 1) \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (2.0)$$

Nucené větrání pro celý objekt není požadováno při splnění jedné z následujících podmínek.

- Budova se nachází v klimatické oblasti s menším počtem větracích denostupňů než je 2500 [den °C] stanovených podle ANSI/ASHRAE Standard 119-1988 (RA94), A Method of Detached Dwellings.
- V budově není centrální klimatizační zařízení a budova se nachází v klimatické oblasti s menším počtem než je 280 otopných denostupňů [den °C] stanovených pro výpočtovou teplotu vnitřního vzduchu 18 °C.
- Budova je užívána méně než 876 hodin v roce.

V normě jsou uvedeny vypočtené průtoky větracího vzduchu budovou podle výrazů (1.0) pro vybrané podlahové plochy a počty ložnic a sestaveny do tabulky tab.1. V tab.2 jsou přepočteny tytéž hodnoty ve smyslu výrazu (2.0).

Uvedené hodnoty platí za předpokladu, že jeden byt užívají dvě osoby a každý byt má jednu ložnici. Při vyšším obsazení bytů se připočítává k průtokům podle tabulek nebo výše uvedeného výpočtu 3,5 litr/s · osoba popřípadě 12,6 m³/h · osoba.

Alternativní návrh zařízení je možný, pokud je autorem profesionální projektant.

Větrání budovy může být zajištěno i infiltrací, pokud hodnota infiltrace dosahuje 10 litr/s, 100 m² (36 m³/h, 100 m²) užitné plochy bytu v případě, že je infiltrace stanovena podle ANSI/ASHRAE Standard 136-1993, A Method of Determining Air Change Rates in Detached Dwellings. Při běžné světlé výšce místnosti 2,65 m je požadovaná intenzita výměny vzduchu infiltrací 0,14 1/h. Při vyšších světlých výškách místnosti je tedy výpočtem stanovená požadovaná intenzita výměny vzduchu vlivem infiltrace ještě nižší.

Tab. 1 Průtok vzduchu Q_{fan} [litr/s] podle tabulky 4.1b originálního textu

Podlahová plocha [m ²]	Počet ložnic				
	0 až 1	2 až 3	4 až 5	6 až 7	> 7
< 139	14	21	28	35	42
139,1 až 279	21	28	35	42	50
279,1 až 418	28	35	42	50	57
418,1 až 557	35	42	50	57	64
557,1 až 697	42	50	57	64	71
> 697	50	57	64	71	78

DRUH VĚTRACÍCH SYSTÉMŮ

Norma připouští použití běžných vzduchotechnických zařízení podle výše uvedeného popisu. Pro přiváděný vzduch je pouze požadována filtrace a úprava teploty. Ovládání systému by mělo pracovat automaticky na základě časovače. Uživatel musí mít k dispozici snadno přístupné informace o chodu a stavu zařízení.

Splnění podmínky ovládání větracího zařízení časovačem nebo uživatelem vytváří požadavek na technické řešení vzduchotechnického zařízení. Průtok vzduchu zajišťovaný ventilátorem nebo ventilátory větracího systému musí v průběhu omezené provozní doby zajistit celkový průtok větracího vzduchu objektem ve smyslu výrazů (1.0) a (2.0) nebo tab. 1 a 2. Z tohoto důvodu musí mít navržené ventilátory vyšší průtok v poměru celkové doby a provozní doby ventilátorů.

Stanovení průtoku vzduchu ventilátorem. (Upravený výraz autorem příspěvku.)

$$Q_{\text{vent.}} = Q_{\text{vět.}} / (\varepsilon f) \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (3.0)$$

kde
 Q_{vět.} – průtok větracího vzduchu podle výrazu (2.0) [m³/h]
 Q_{vent.} – průtok vzduchu zajištěný ventilátorem [m³/h]
 ε – účinnost větrání [–]
 f – podíl provozní doby ventilátoru [–]

Tab. 2 Průtok vzduchu V_{vent} [m³/h] / intenzita výměny vzduchu I [1/h]

Objem bytu * [m ³]	Počet ložnic				
	0 až 1	2 až 3	4 až 5	6 až 7	> 7
< 368	50,4/0,14	75,6/0,21	100,8/0,27	126,0/ 0,34	151,2/ 0,41
369 až 739	75,6/0,21 až 0,10	100,8/0,27 až 0,14	126,0/ 0,34 až 0,17	151,2/0,41 až 0,20	180,0/0,49 až 0,24
740 až 1108	100,8/0,14 až 0,09	126,0/0,17 až 0,11	151,2/0,20 až 0,14	180,0/0,24 až 0,16	205,2/0,28 až 0,19
1108 až 1476	126,0/0,11 až 0,09	151,2/0,14 až 0,10	180,0/0,16 až 0,12	205,2/0,19 až 0,14	230,4/0,18 až 0,16
1476 až 1847	151,2/0,10 až 0,08	180,0/0,12 až 0,10	205,2/0,14 až 0,11	230,4/0,16 až 0,12	255,6/0,17 až 0,14
> 1847	180/0,10	205,2/0,11	230,4/0,12	255,6/0,14	280,8/0,15

* světlá výška bytu 2,65 m

Hodnoty účinnosti větrání ε jsou v závislosti na podílu provozní doby ventilátoru f jsou uvedeny v tab. 3.

Tab. 3 Účinnost větrání v závislosti na podílu provozní doby ventilátoru ε = f(f) [–]

Denní podíl provozní doby ventilátoru f [–]	Účinnost větrání ε [–]
f ≤ 35 %	0,33
35 % ≤ f < 60 %	0,50
60 % ≤ f < 80 %	0,75
80 % ≤ f	1,00

Překvapující je výjimka uvedená v poznámce pod vysvětlením výrazu, ve které se tvrdí, že u zařízeních, ve kterých dochází k uvedení do chodu v intervalech kratších než tři hodiny může být při výpočtu použita hodnota účinnosti větracího systému ε = 1,0.

Omezení pro takto navržené větrací systémy

U objektů umístěných v oblasti horkého a vlhkého klimatického prostředí nemá průtok větracího vzduchu v objektu překročit pro 100 m² užitkové plochy 35 litr/s což odpovídá 126 m³/h. Přičemž horké a vlhké klimatické prostředí je definováno jako klimatická oblast, kde teplota vlhkého teploměru je rovna nebo větší než 19 °C po dobu 3500 a více hodin v roce. Jako další možné kritérium je uváděna teplota vlhkého teploměru rovna nebo větší než 23 °C po dobu 1750 nebo více hodin v roce.

Totéž omezení, že průtok větracího vzduchu v objektu nemá překročit pro 100 m² užitkové plochy 35 litr/s což odpovídá 126 m³/h platí i pro objekty, které se nacházejí ve studené klimatické oblasti. Oblast studeného klimatu je definována, tak že v oblasti je stanoveno 4400 a více otopných denostupňů v roce při výpočtové teplotě vnitřního vzduchu 18 °C.

MÍSTNÍ ODSÁVÁNÍ

Místní odsávání může být instalováno v kuchyni a koupelně. Je možné zvolit jednu z následujících variant:

- zařízení s přerušovaným provozem zcela ovládané uživatelem,
- zařízení s průběžným provozem, které je mimo provoz pouze v době, když nejsou přítomni uživatelé bytu.

U přerušovaného provozu vzduchotechnického zařízení v kuchyni se požaduje průtok 50 litr/s (180 m³/h). Pokud takto stanovená hodnota průtoku odsávaného vzduchu je nižší než odpovídá intenzitě výměny vzduchu v kuchyni i = 5 [1/h], je požadována instalace odsávacího zákrytu nad spotřebiči.

U přerušovaného provozu vzduchotechnického zařízení v koupelně se požaduje průtok 25 litr/s (90 m³/h).

Průběžně pracující zařízení musí v závislosti na objemu kuchyně zajistit intenzitu výměny vzduchu i = 5 [1/h]. V koupelně je u průběžně pracujícího zařízení požadován průtok odsávaného vzduchu ventilátorem 10 litr/s (36 m³/h).

Všechna zařízení musí být opatřena pro laika srozumitelnými návody k obsluze a popisovými štítky. Sušárny prádla a oděvů musí být vybaveny samostatnými odtahy.

Vzduchotechniky pro spalovací zařízení, stejně jako vzduchotechniky pro garáže podléhají samostatným předpisům.

Obytné místnosti mají potřebnou výměnu vzduchu zajištěnou otevíratelnými okny o ploše větší než 4 % plochy podlahy obytné místnosti, ale větší než 0,5 m².

Místnosti WC a užitkové místnosti mají být též větrány otevíratelnými okny o ploše větší než 4 % plochy podlahy místnosti, ale větší než 0,15 m².

Při nuceném přívodu vzduchu potrubím je nutno přiváděný venkovní vzduch filtrovat, přičemž tlaková ztráta na čistém filtru by neměla být vyšší než 25 Pa. Nasávací otvory venkovního vzduchu by se neměly nacházet blíže než 3 m od případných zdrojů znečištění nebo výfukových plynů dopravních prostředků.

Hladina hluku průběžně pracujícího vzduchotechnického potrubí může být maximálně 1 sone, což odpovídá přibližně 40 dB (A). Lokální odtahové ventilátory, u kterých se předpokládá maximální průtok vzduchu 720 m³/h nemají vyvolat větší hladinu hluku než 3 sone, což odpovídá 55,85 dB (A). I když fyzikálně nejde přesně o totéž, platí vztah:

$$L_N \text{ [dB (A)]} = 33,22 \log N_{\text{sone}} + 40 \quad (3.0)$$

Ventilátorové jednotky by měly být umístěny mimo obytné místnosti a jejich vzdálenost od vyústek by neměla být kratší než 1 m.

Pro návrh potrubních rozvodů je v normě uvedena a sestavena do tabulky závislosti přípustných délek potrubí na průtoku vzduchu a průměru a druhu potrubí. Předpokládaná tlaková ztráta je 62,5 Pa.

Tab. 4 Předepsané rozměry vzduchotechnického potrubí

Druh potrubí	Ohebné potrubí				Přímé potrubí			
	90	144	180	234	90	144	180	234
Průtok vzduchu [m ³ /h] při ztrátě 62,5 [Pa]								
Průměr potrubí [mm]	Maximální délka potrubí [mm]							
75	X	X	X	X	2	X	X	X
100	27	1	X	X	35	12	2	X
125	BO	27	12	7	BO	45	28	18
150	BO	BO	42	32	BO	BO	BO	48
175 a větší	BO	BO	BO	BO	BO	BO	BO	BO

BO – bez limitu délky pro tuto velikost a průtok

X – není dovoleno použít pro žádnou délku

Při větším počtu odtahových ventilátorů nebo potrubí je nutné, aby jednotlivá potrubí byla opatřena zpětnými klapkami, které zamezí pronikání odtahovaného vzduchu do obytných prostorů.

Příklady

Příklady uváděné v příloze C normy jsem pro usnadnění představy upravil na postupy a jednotky obvyklé v ČR.

Příklad 1

Zadání – ventilátor pracuje 30 % času ve čtyřhodinových cyklech (šest cyklů v průběhu 24 hodin). Vypočtený průtok větracího vzduchu podle (2.0) je 67 m³/h = 0,0186 m³/s. Hodnota účinnosti ϵ se stanoví podle tab.3.

Stanovte potřebný vzduchový výkon (průtok vzduchu) ventilátorem.

$$Q_{\text{vent.}} = Q_{\text{v\`et.}} / (\epsilon \cdot f) = 67 / (0,33 \times 0,30) = 677 \quad [\text{m}^3/\text{h}] \quad (4.0)$$

Příklad 2

Zadání – pro výše uvedený průtok vzduchu a celkovou tlakovou diferencii $p_c = 120$ Pa a celkovou účinnost systému $\epsilon_c = 0,2$ [–] stanovte roční spotřebu energie.

$$E_r = 8760 Q_{\text{vent.}} / (\epsilon_c \cdot f) =$$

$$8760 \times 677 / [3600 (0,20 \times 0,30)] = 27456 \text{ [Wh/r]} = 27,5 \quad [\text{kWh/r}] \quad (4.0)$$

ÚPRAVY TEXTU VE ZNĚNÍ ROKU 2004

Největší úpravy předpisu v textu roku 2004 oproti textu 2003 se týkají vzájemného umístění nasávacích a výfukových otvorů u větracích zařízení.

Změna se týká především následujících případů:

- Obecné požadavky na vzdálenosti hlavního odtahu od přívodu vzduchu u budovy, které jsou uváděny v upravené samostatné tabulce 5 vycházejí ze spodních úrovní znečištění odtahového vzduchu.
- Souhlasu s použitím údajů pro konkrétní (národní) palivo z platných norem a předpisů namísto obecných údajů z výše uvedené tabulky 5.
- Změny požadavků, které mají vztah k omezení pronikání deště.
- Jiné definování nejmenší vzdálenosti mezi výfukovými a nasávacími otvory je přijatelné, jestliže je možno prokázat, že je v daném případě nebezpečí znečištění větracího vzduchu nižší než u obecných případů uváděných v tabulce.

Přívody venkovního vzduchu, včetně dveří a oken, které jsou částí přirozeného větrání, budou navrženy tak, že nejkratší vzdálenosti mezi sáním a výtlakem bude stejná nebo větší než jsou uváděné údaje v tab.5.

Výjimka: Jiné minimální vzdálenosti jsou přijatelné v případě, že je možno prokázat, že venkovní vzduch je méně znečištěn než se předpokládalo při stanovení údajů v tabulce.

Tab. 5 Minimální vzdálenost mezi výfukem a sáním (obecné hodnoty)

Objekt	Vzdálenost [m]
Významné znečištění odtahovaného vzduchu	5,0
Škodlivé nebo nebezpečné znečištění odtahovaného vzduchu	10,0
Vjezd do garáží	5,0
Parkoviště nákladních vozů a autobusů	7,5
Jízdní ulice nebo parkoviště osobních vozů	1,5
Dopravní tepna s vysokou hustotou provozu	7,5
Střecha	0,3
Prostor pro odpadky	5,0
Chladicí věž sání nebo nádrž	5,0
Chladicí věž výfuk	5,0

Alternativní výpočet vzdálenosti výfuku a sání

Pro určení minimální vzdálenosti lze podle diskutovaného předpisu použít výpočet, který je upraven na obvyklé jednotky:

$$L = 0,021 \sqrt{Q} (\sqrt{DF} - U / 2) \quad [\text{m}] \quad (5.0)$$

Q = objem odtahovaného vzduchu, [m³/h].

Pro gravitační větrání stejně jako pro odvětrání kanalizace se použije údaj pro odtahovaný vzduch 270 [m³/h].

Pro spalovací vzduch se doporučuje uvažovat s hodnotou 1,55 m³/h na kW příkonu topidla.

DF = faktor znečištění [-]
 U = rychlost vzduchu na výfuku [m/s]

Tab. 6 Minimální vzdálenost (L) sání a výfuku vzduchu [m]

Klasifikace odtahovaného vzduchu			
Nízké znečištění a nízká intenzita zápachu	Nízké znečištění a neškodná intenzita zápachu	Významné znečištění nebo významná intenzita zápachu	Škodlivé nebo nebezpečné částice
1,5	3	3	7,5

Tab. 7 Minimální faktor znečištění

Klasifikace výfukového vzduchu	Faktor znečištění DF
Nízké znečištění a nízká intenzita zápachu	5
Nízké znečištění a snesitelná intenzita zápachu	10
Významné znečištění nebo intenzita zápachu	15
Škodlivé nebo nebezpečné hodnoty	50

Strhávání dešťové vody

- Mezní přípustné množství přisáté vody je 21,5 g/m²h.
- Typ žaluzie a přírodní rychlost vzduchu musí být zvoleny tak, aby se neprekročil průnik 3 g/m². Tato se zjišťuje testem v minimální délce 15 minut, kdy je žaluzie vystavena postřiku 0,016 L/s.

c) Vybraný typ žaluzie podrobit zkoušce větru s deštěm a dosáhnout, aby průtok vody byl menší než 721 g/m²h při předstíraných dešťových srážkách 75 mm za hodinu a při rychlosti větru 13 m/s.

d) Neužívat vstupní rychlost vzduchu větší než 2,5 m/s.

e) Zamezit pronikání vlhkosti volbou vhodného uspořádání a konstrukce zařízení.

DISKUSE

V české republice se obdobný technický podklad nenachází. Určité ale omezené údaje obdobného charakteru se nacházejí v příspěvku profesora Jokla „Optimální a přípustné mikroklimatické podmínky pro obytné prostředí“ otištěném ve VVI 2/2004. Profesor Jokl vychází ze stanovení minimálního průtoku vzduchu z předpokládané koncentrace CO₂ ve venkovním vzduchu a k dodržení hygienických požadavků z hlediska koncentrace CO₂ ve vnitřním vzduchu. Dochází k požadavku pro dodržení hygienického komfortu zajistit po dobu přítomnosti uživatelů bytu 34 m³/h.os tedy pro dvě osoby 68 m³/h. Vzhledem k tomu, že u námi probíraného podkladu ASHRAE STANDARD 62.2-2004 je požadován pro průtok větracího vzduchu bytem pro dvě osoby 50,4 m³/h se jeví stanovisko prof. Jokla jako přísnější. Na první pohled se jeví, že tato zahraniční norma předpokládá z hlediska výměny vzduchu a obsahu CO₂ nižší komfort než se uvádí v tuzemském příspěvku. V americkém materiálu se však předpokládá pro dvě osoby větší byt než je domácí průměr a současně se předpokládá menší obsah CO₂ ve venkovním vzduchu. Při respektování těchto rozdílných vstupů lze konstatovat, že jde o velkou shodu základního přístupu k problému.

ZÁVĚR

ANSI /ASHRAE STANDARD 62.2-2004 přináší ucelený pohled na problematiku větrání obytných nízkopodlažních budov. Podklad je sestaven tak, aby jeho použití nevyžadovalo specializované technické vzdělání v oboru vzduchotechniky, ale aby byl pracovník se základním technickým vzděláním schopen navr-

nout a realizovat funkční, energeticky i ekonomicky vhodné zařízení. Norma však nevylučuje návrhy a realizace jiných variant, avšak řešení musí být navrženo autorizovanými technikami (v jejich případě majiteli licencí pro tuto činnost).

Použité zdroje:

- [1] ANSI /ASHRAE Standard 62.2-2004 Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Low-Rise Residential Buildings
- [2] Jokl, M.V.: Optimální a přípustné mikroklimatické podmínky pro obytné prostředí. Časopis VVI 2/2004, příloha.

Diskusní příspěvek

V USA se používá k vyjádření hlučnosti prostředí jednotka (son), vyjadřující subjektivně vnímanou **hlasitost N (son)** daného zvukového signálu, což v EU je jednotka v praxi téměř neznámá. Historicky vzato byla v Evropě používána pro pojem subjektivně vnímané hlasitosti **hladina hlasitosti L_N (Ph)** (phon), která koresponduje s Weber-Fechnerovým zákonem. Mezi hladinou hlasitosti L_N (Ph) a **hlasitostí N (son)** platí převodní vztah

$$N = 2^{\frac{L_N - 10}{10}} \quad (1)$$

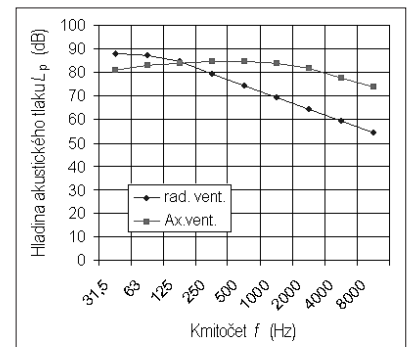
Jeho inverzní formu možno vyjádřit výrazem

$$L_N = 33,22 \log(N) + 40 \quad (Ph) \quad (2)$$

Jak je z uvedeného vztahu (2) zřejmé, je hlasitost v jednotkách (Ph) a nikoliv dB(A). Podle již neplatné vyhlášky č. 13/77 Sb. „O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací“ se v dB (A) uváděla **hladina zvuku L_A**, jejíž název se změnil v souladu s normami EU na hladinu akustického tlaku A **L_{pA}** (dB) (viz Nařízení vlády č. 502/2000 Sb. „O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací“, které vyhlášku č. 13/77 Sb. nahradilo).

Je nezbytné zamezit zmatkům, neboť výpočetní vztah (2) v žádném případě nedává výsledky v dB korigovaných filtrem A, tak jak to měl na mysli autor hygienických předpisů v ČR. Pokud by si snad číselně byly hodnoty **hladiny hlasitosti L_N (Ph)** s hodnotou **hladiny akustického tlaku A L_{pA}** (dB) blízké, je třeba hovořit o tvaru spektra hluku, pro které tato podobnost platí.

Na příkladu dvou ventilátorů, radiálních a axiálních, které mají totožný celkový akustický výkon (**L_w = 100 dB**), ale jejich spektra se zásadně liší, jak ukazuje diagram na obr. 1, byly vypočteny hlasitosti **N (son)** a paralelně hladiny akustického tlaku **L_{pA}** (dB) vše pro vzdálenost od zdroje odpovídající útlumu vzdáleností 8 dB.



Obr. 1 Spektrum hladiny akustického tlaku axiálního a radiálního ventilátoru

Tab. 1 Výsledky porovnávání hodnot hlučnosti ventilátorů

Ventilátor	L _w (dB)	L _{pA} (dB)	N (son)	L _N [Ph]
Radiální	100	76,6	32,4	90,2
Axiální	100	88,6	53,1	97,3

Závěrem nutno poznamenat, že při přejímání informací ze zahraniční literatury je nutno postupovat obezřetně především s dokonalou znalostí legislativy a názvosloví platných v ČR.

Richard Nový