AKUSTICKÉ LISTY

České akustické společnosti

www.czakustika.cz

ročník 14, číslo 2–4 prosinec 2008

Obsah

Pozvánka na Valnou hromadu **3**

Pozvánka na WORKSHOP 2009
Libor Husník **3**

Model akustického rezonátoru v časové oblasti
Model of Acoustical Resonator in the Time Domain
Petr Koníček a Radomír Černoch **4**

Akustické účinky větracích štěrbin, ventilačních elementů a jiných malých prvků
Acoustic Effects of Vent Flaps, Air Holes and other Small Elements
Miroslav Figalla **9**

Analýza rychlosti řeči a intenzity u Parkinsonovy nemoci
Speech Rate and Intensity Analysis in Parkinson's Disease
Jan Rusz a Roman Čmejla **13**

Seznam českých technických norem určených akustice – říjen 2008 **17**

ČESKÁ AKUSTICKÁ SPOLEČNOST

Rada České akustické společnosti svolává ve smyslu stanov

VALNOU HROMADU,

která se bude konat ve čtvrtek 29. ledna 2009 na fakultě elektrotechnické ČVUT, Technická 2, Praha 6 – Dejvice.

Rámcový program:
10.00 – 11.45 Jednání v odborných skupinách. Rozpis místností pro jednání v odborných skupinách bude vyvěšen ve vstupním prostoru fakulty a na dveřích sekretariátu společnosti, dveře č. 428
12.00 – 13.00 Prezentace
13.15 – 16.00 Plenární zasedání, místnost č. 82

Důležité upozornění: Člen společnosti, který se nebude moci Valné hromady osobně zúčastnit, pověří jiného člena, aby jej zastupoval. Jeden člen společnosti může zastupovat nejvýše tři členy. Formulář pověření je součástí tohoto čísla Akustických listů.

Pozvánka na WORKSHOP 2009

České vysoké učení technické v Praze zve všechny pracovníky školy, doktorandy, studenty i další zájemce na 18. ročník vědeckého semináře ČVUT Workshop 2009, který se bude konat ve dnech 16.–20. února 2009 v prostorách fakulty stavební a fakulty architektury, Thákurova 7, Praha 6. Bližší informace jsou uveřejněny na webové adrese `http://workshop.cvut.cz`.

Za organizační výbor
Libor Husník

Model akustického rezonátoru v časové oblasti

Petr Koníček a Radomír Černoch

ČVUT–FEL, Technická 2, 166 27 Praha 6
e-mail: konicek@fel.cvut.cz

The nonlinear oscillations of gas in acoustical resonator having one closed end and the other periodically oscillating are analyzed in this work. The finite-amplitude standing waves in a resonator of a constant diameter can be described by means of the inhomogeneous Burgers equation. The resonator is driven by a piston with periodic motion. Numerical solution of the inhomogeneous Burgers equation for real fluid in the time domain based on splitting method is shown in this work. Validity of this numerical solution is verified by comparison with the standard frequency-domain algorithm.
KEYWORDS: resonator, nonlinear waves, Burgers equation, splitting

1. Úvod

Nelineární zvukové pole v dutině rezonátoru můžeme přibližně popsat jako součet dvou proti sobě se šířících Riemannových nebo Burgersových postupných vln. Každá z těchto vln je významně ovlivněna nelineárními ději, které vedou ke generaci vyšších harmonických a postupnému zkreslování směrem k pilovému profilu. V přiblížení vln konečné amplitudy není nutné uvažovat vzájemnou interakci proti sobě se šířících vln, pokud je buzení rezonátoru periodické [1].

2. Modelové rovnice

Přibližné řešení budeme hledat ve tvaru dvou proti sobě postupujících Riemannových vln. Pro neviskózní tekutinu máme

$$u = u_1 + u_2 = F_1\left(\omega t - kx + \frac{\varepsilon}{c^2}\omega x F_1\right) + \\ + F_2\left(\omega t + kx + \frac{\varepsilon}{c^2}\omega x F_2\right), \quad (1)$$

kde F_1, F_2 jsou funkce popisující tvar vlny a ε je parametr nelinearity.

Řešení (1) musí splňovat okrajové podmínky

$$u(x = 0, t) = 0 \quad (2)$$

na pevné stěně rezonátoru a

$$u(x = L, t) = Af(\omega t) \quad (3)$$

na kmitající stěně, kde f je periodická funkce. Po dosazení (1) do (2) dostaneme

$$F_1 = -F_2 = F. \quad (4)$$

Neznámou funkci F určíme pomocí druhé okrajové podmínky (3). Dosazením (1) do (3) dostaneme

$$F\left(\omega t - kL + \frac{\varepsilon}{c}kLF\right) - \\ - F\left(\omega t + kL - \frac{\varepsilon}{c}kLF\right) = Af(\omega t). \quad (5)$$

Tato rovnice je poměrně komplikovaná a její analytické řešení není dosud známo. Dále budeme předpokládat, že frekvence kmitání pravé strany ω se mírně liší od vlastní rezonanční frekvence soustavy $n\omega_0$. Toto malé rozladění vyjádříme pomocí diskrepance Δ

$$kL = \pi n + \Delta,\ \Delta = \pi\frac{\omega - n\omega_0}{\omega_0} \ll 1, \quad (6)$$

kde ω_0 je frekvence vlastních kmitů pro $n = 1$,

$$\omega_0 = \pi\frac{c}{L}. \quad (7)$$

Ve vztahu (5) vyjádříme kL pomocí (6) pro $n = 1$

$$F\left(\omega t - kL + \frac{\varepsilon}{c}kLF\right) - \\ - F\left(\omega t + kL - \frac{\varepsilon}{c}kLF\right) = \\ = F\left(\omega t - \pi - \Delta + \frac{\varepsilon(\pi + \Delta)F}{c}\right) - \\ - F\left(\omega t + \pi + \Delta - \frac{\varepsilon(\pi + \Delta)F}{c}\right). \quad (8)$$

Funkci F rozvineme v bodech $\omega t - \pi$ a $\omega t + \pi$ pomocí Taylorovy řady a dostaneme

$$F\left(\omega t - \pi - \Delta + \frac{\varepsilon(\pi + \Delta)F}{c}\right) - \\ - F\left(\omega t + \pi + \Delta - \frac{\varepsilon(\pi + \Delta)F}{c}\right) \approx \\ \approx [F(\omega t - \pi) - F(\omega t + \pi)] - \\ - \left(\Delta - \frac{\pi\varepsilon F}{c}\right)[F'(\omega t - \pi) + F'(\omega t + \pi)]. \quad (9)$$

Na pravé straně rovnice (5) je periodická funkce, změnu neznámé funkce F během jedné periody můžeme proto vyjádřit pomocí derivace

$$F(\omega t - \pi) - F(\omega t + \pi) \approx -2\pi\mu\frac{\partial F(\omega t + \pi)}{\partial(\mu\omega t)}. \quad (10)$$

Přijato 25. září 2008, akceptováno 21. listopadu 2008.

Pomocí (8) a (10) upravíme (5) do tvaru

$$\mu\frac{\partial F}{\partial(\mu\omega t/\pi)}+ \\ +\left(\Delta-\frac{\pi\varepsilon F}{c}\right)\frac{\partial F(\omega t+\pi)}{\partial(\omega t)}=-\frac{A}{2}f(\omega t). \quad (11)$$

Nyní zavedeme bezrozměrové veličiny

$$U=\frac{F}{c}, M=\frac{A}{c}, \xi=\omega t+\pi, T=\frac{\omega t}{\pi}. \quad (12)$$

Pomocí nich přepíšeme rovnici (11) do tvaru

$$\frac{\partial U}{\partial T}+\Delta\frac{\partial U}{\partial\xi}-\pi\varepsilon U\frac{\partial U}{\partial\xi}=-\frac{M}{2}f(\xi-\pi). \quad (13)$$

Proměnná T popisuje pomalé časové změny, zatímco ξ popisuje procesy probíhající mnohem větší rychlostí. Někdy také hovoříme o rychlém a pomalém čase.

Rovnici (13) lze zobecnit přidáním členu reprezentujícího termoviskózní útlum [2]

$$\frac{\partial U}{\partial T}+\Delta\frac{\partial U}{\partial\xi}-\pi\varepsilon U\frac{\partial U}{\partial\xi}-D\frac{\partial^2 U}{\partial\xi^2}=-\frac{M}{2}f(\xi-\pi), \quad (14)$$

kde

$$D=\frac{b\omega^2 L}{2c^3\rho}<1. \quad (15)$$

Tento bezrozměrový parametr popisuje slabou absorpci vlny při průchodu jednou délkou rezonátoru.

Rovnice (14) popisuje současně nelineární i disipační děje. Nazýváme ji nehomogenní Burgersovou rovnicí s diskrepancí.

3. Numerické řešení

Rovnice (14) nemá známé přesné analytické řešení, ale lze ji řešit buď analyticky přibližně, nebo numericky.

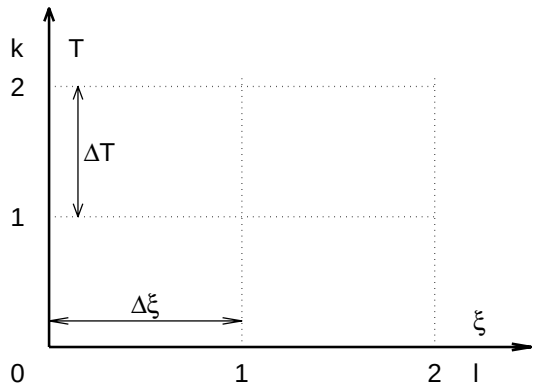
Pro potřeby numerického výpočtu jsou původní spojité proměnné diskretizovány. Je použita obdélníková numerická síť (viz obrázek 1), ve které $T_k = k\cdot\Delta T$ a $\xi_l = l\cdot\Delta\xi$. Dále pak

$$U_l^k = U(T_k, \xi_l) \quad (16)$$

a U^k značí průběh vlny v pevném čase T_k v závislosti na ξ_l.

3.1. Splitting

Při numerickém řešení diferenciálních rovnic s více členy může být obtížné nalézt diferenční schéma, které bude efektivně zahrnovat všechny členy rovnice současně. Popisovaný algoritmus je založen na numerické metodě *splitting* (viz např. [3]). Tato metoda umožňuje řešenou rovnici rozdělit na několik redukovaných diferenciálních rovnic. Každou z těchto rovnic pak můžeme řešit numerickou metodou, vhodnou pro daný typ rovnice. Řešení dílčích rovnic postupně použijeme jako vstupy pro řešení dalších



Obrázek 1: Schéma numerické sítě

dílčích rovnic. Řešení poslední dílčí rovnice pak odpovídá řešení celé rovnice v daném numerickém kroku.

Při řešení rovnice (14) budeme postupovat po vrstvách v proměnné T. Od T^k k T^{k+1} budeme potřebovat tři kroky. Nejprve započteme vliv termoviskózního útlumu pomocí

$$A_1\,U^{k+\frac{1}{3}} = B_1\,U^k + \Delta T\,\frac{E}{3}f. \quad (17)$$

$U^{k+\frac{1}{3}}$ pak použijeme jako vstup rovnice přidávající vliv rozladění

$$A_2\,U^{k+\frac{2}{3}} = B_2\,U^{k+\frac{1}{3}} + \Delta T\,\frac{E}{3}f. \quad (18)$$

$U^{k+\frac{2}{3}}$ obsahuje v sobě již vliv obou těchto efektů. Použijeme je jako vstup pro rovnici, která přidá vliv nelineárních interakcí

$$U^{k+1} = \tilde{U}^{k+1} + \Delta T\,\frac{E}{3}f, \quad (19)$$

E je jednotková matice, A_1, B_1, A_2, B_2 jsou matice reprezentující diferenciální operátory redukovaných diferenciálních rovnic popisujících termoviskózní útlum a rozladění, $\tilde{U}^{k+1}$ je vektor řešení redukované rovnice s nelineárním členem. Vyjádření těchto veličin bude popsáno v následujících odstavcích.

3.2. Termoviskózní útlum

Pro započtení vlivu termoviskózního útlumu redukujeme (14) na rovnici

$$\frac{\partial U}{\partial T} - D\,\frac{\partial^2 U}{\partial\xi^2} = 0\ , \quad (20)$$

kterou lze numericky řešit pomocí dopředného Crankova-Nicolsonova schématu s váhovým koeficientem 1/2. Při aproximaci druhého řádu mají matice A_1 a B_1 v rovnici (17) tvar

$$A_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & & & \\ -r & 1+2\,r & -r & & \\ & \ddots & \ddots & \ddots & \\ & -r & 1+2\,r & -r & \\ & & 0 & 1 & \end{pmatrix}\ , \quad (21)$$

$$B_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & & \\ r & (1-2\,r) & r & \\ & \ddots & \ddots & \ddots \\ & r & (1-2\,r) & r \\ & & 0 & 1 \end{pmatrix}, \qquad (22)$$

kde

$$r = \frac{1}{2}\,D\,\frac{\Delta T}{(\Delta\xi)^2}\,. \qquad (23)$$

Rovnice (17) po dosazení (21) a (22) představuje soustavu lineárních rovnic. Díky tridiagonalitě matic A a B lze pro její řešení použít rychlý *Thomasův algoritmus*, který je stejně jako Crankovo-Nicolsonovo schéma popsán v [4].

3.3. Rozladění

Abychom vzali v úvahu vliv malého rozladění budicí frekvence rezonátoru od jeho vlastní frekvence, redukujeme (14) na rovnici

$$\frac{\partial U}{\partial T} + \Delta\frac{\partial U}{\partial \xi} = 0. \qquad (24)$$

Tuto rovnici budeme numericky řešit rovněž pomocí dopředného Crankova-Nicolsonova schématu s váhovým koeficientem 1/2.

Diferenční matice A_2, B_2 v (18) pak mají tvar

$$A_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & & \\ q & 1 & -q & \\ & \ddots & \ddots & \ddots \\ & q & 1 & -q \\ & & 0 & 1 \end{pmatrix}, \qquad (25)$$

$$B_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & & \\ -q & 1 & q & \\ & \ddots & \ddots & \ddots \\ & -q & 1 & q \\ & & 0 & 1 \end{pmatrix}, \qquad (26)$$

kde

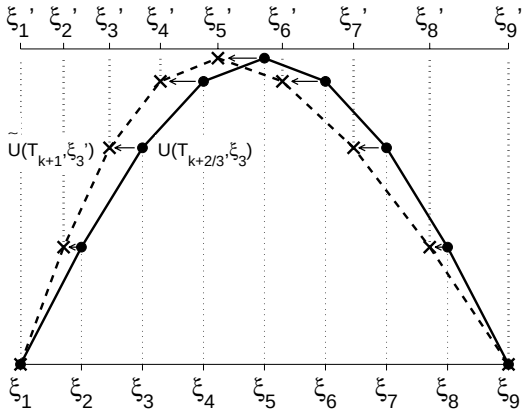
$$q = \frac{1}{2}\,\Delta\cdot\frac{\Delta T}{2\,\Delta\xi}\,. \qquad (27)$$

Dosazením (25) a (26) do (18) vzniká soustava lineárních rovnic, kterou opět řešíme pomocí Thomasova algoritmu.

3.4. Nelineární člen

Abychom započetli vliv nelineárních interakcí, redukujeme (14) na rovnici

$$\frac{\partial U}{\partial T} - \pi\varepsilon U\frac{\partial U}{\partial \xi} = 0. \qquad (28)$$



Obrázek 2: Schéma použití implicitního řešení

V tomto případě se jedná o nelineární parciální diferenciální rovnici. Algoritmus jejího numerického řešení je založen na implicitním řešení

$$U(T,\xi) = F\left(\frac{1}{\pi\varepsilon}\xi + \sigma U(T,\xi)\right). \qquad (29)$$

Numerické řešení rovnice probíhá po vrstvách v proměnné T. Implicitní řešení umožňuje vyjádřit tvar vlny pro $T+\Delta T$ pomocí známého průběhu pro T jako

$$U(T+\Delta T, \xi - \pi\varepsilon\Delta T\,U(T,\xi)) = U(T,\xi). \qquad (30)$$

Při numerickém výpočtu tedy nejprve transformujeme vektor ξ na ξ' pomocí vztahu

$$\xi'_l = \xi_l - \pi\varepsilon\Delta T\,U_l^{k+\frac{2}{3}}. \qquad (31)$$

Hledané řešení rovnice (28) je dáno jako

$$\tilde{U}_l^{k+1} = U(T_{k+\frac{2}{3}}, \xi'_l) = U_{l'}^{k+\frac{2}{3}}. \qquad (32)$$

Hodnota $\tilde{U}_l^{k+1}$ není přímo obsažena v doposud vypočtených hodnotách v používané numerické síti ve vrstvě $k+\frac{2}{3}$. Je to způsobeno tím, že hodnoty ξ'_l nejsou ekvidistantní (na rozdíl od ξ_l). $\tilde{U}_l^{k+1}$ tedy vypočteme jako lineární interpolaci mezi $U_{l'}^{k+\frac{2}{3}}$ a $U_{l'+1}^{k+\frac{2}{3}}$

$$\tilde{U}_l^{k+1} = \frac{U_{l'}^{k+\frac{2}{3}}(\xi_l - \xi_{l'}) + U_{l'+1}^{k+\frac{2}{3}}(\xi_{l'+1} - \xi_l)}{\xi_{l'+1} - \xi_{l'}}. \qquad (33)$$

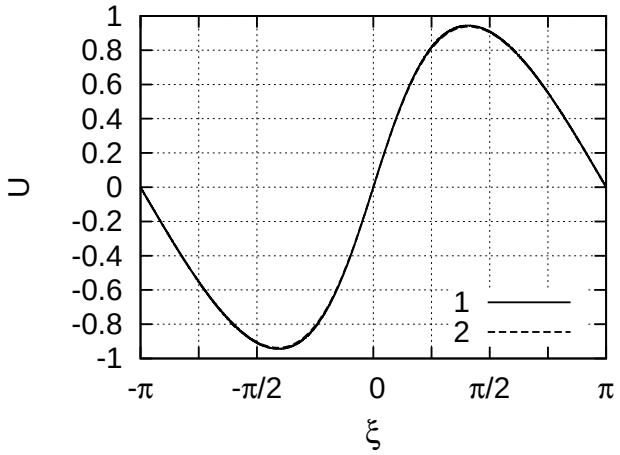
Výraz (33) nyní dosadíme do (19).

4. Srovnání numerických výsledků

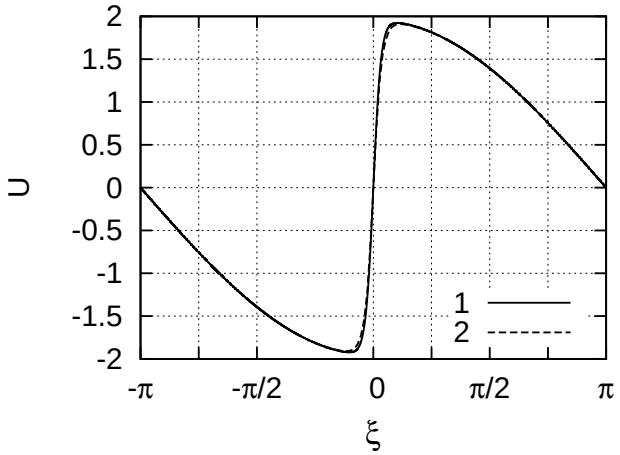
V tomto odstavci porovnáme výsledky získané pomocí popisované numerické metody v časové oblasti využívající splitting se standardní numerickou metodou pracující ve frekvenční oblasti. V jednotlivých grafech vidíme časové průběhy řešení rovnice (14). Rezonátor byl buzen harmonickým kmitáním na své první vlastní frekvenci

$$f(\omega t) = \sin(\omega t). \qquad (34)$$

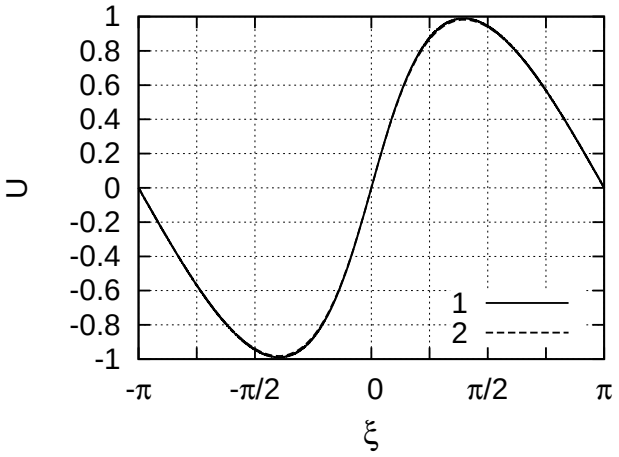
Řešení je vyneseno v intervalu $\xi \in \langle -\pi, \pi)$, na kterém je periodické. Výpočty jsou provedeny pro dvě různé hodnoty absorpce vlny: $D = 0{,}1$ a $D = 0{,}000\,01$. Křivky vykreslené plnou čarou odpovídají průběhu řešení získaného pomocí frekvenční metody, křivky čárkované pak výsledkům prezentované metody v časové oblasti. Na obrázcích 3 a 4 vidíme průběhy řešení pro $D = 0{,}1$ pro dvě různé hodnoty T. Obrázek 3 odpovídá hodnotě $T = 1$, kdy se profil vlny ještě v čase vyvíjí, obrázek 4 odpovídá hodnotě $T = 10$, kdy se již rezonátor nachází ve stacionárním stavu a profil vlny se nemění. Tyto průběhy odpovídají reálné tekutině. Obrázky 5 a 6 pak zobrazují tvar vlny v rezonátoru naplněném plynem s velmi malou absorpcí $D = 0{,}000\,01$, který se blíží ideální tekutině. Obrázek 5 zde odpovídá $T = 1$, kdy se profil vlny ještě v čase vyvíjí, obrázek 5 popisuje stacionární stav pro $T = 10$. Vidíme, že ve všech čtyřech obrázcích jsou výsledky z obou numerických metod stejné a křivky v podstatě nejsou rozlišitelné.



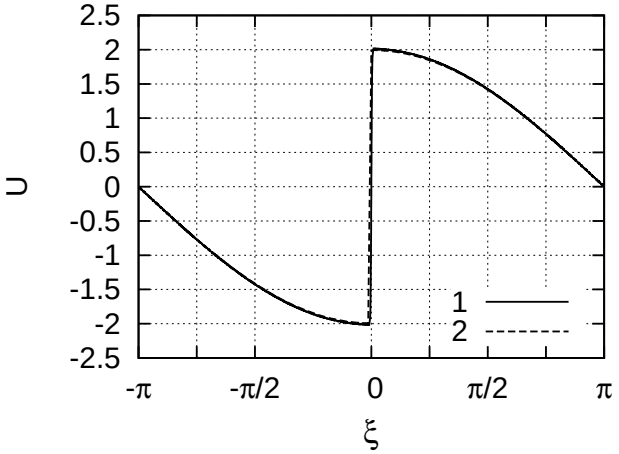
Obrázek 3: Jedna perioda řešení $T = 1$, $D = 0{,}1$



Obrázek 4: Jedna perioda řešení $T = 10$, $D = 0{,}1$



Obrázek 5: Jedna perioda řešení $T = 1$, $D = 0{,}000\,01$



Obrázek 6: Jedna perioda řešení $T = 10$, $D = 0{,}000\,01$

5. Závěr

Hlavním cílem tohoto článku bylo prezentovat efektivní algoritmus pro numerické řešení rozšířené nehomogenní Burgersovy rovnice.

K řešení této rovnice jsme použili numerickou metodu splitting (nazývanou také fractional steps). Tato metoda umožňuje rozdělit řešenou rovnici na několik rovnic jednodušších, které pak řešíme samostatně. Splitting byl použit např. v [5] k řešení homogenní Burgersovy rovnice nebo v [6] k řešení ChZK rovnice.

Vytvořený algoritmus pracuje v časové oblasti. Umožňuje proto snadno modelovat vlny v akustickém rezonátoru s libovolným tvarem buzení. Algoritmus zahrnuje vliv nelinearit a termoviskózního útlumu. Dále umožňuje modelovat chování vln konečné amplitudy při malém rozladění budicí frekvence rezonátoru od jeho vlastní frekvence.

Pro algoritmy pracující ve frekvenční oblasti představuje neharmonické buzení problém spojený se značným nárůstem výpočetní doby. Při porovnání implementovaného algoritmu s algoritmem pracujícím ve frekvenční oblasti se výpočetní doba zkrátila zhruba padesátkrát

nezávisle na typu buzení. Popis v časové oblasti se tady jeví jako mnohem efektivnější i při harmonickém buzení rezonátoru.

Poděkování

Výzkum je podporován grantem GAČR 202/06/0576 „Vlny konečné amplitudy v tekutinách“.

Reference

[1] M. Bednarik, P. Konicek: *Asymptotic solutions of inhomogeneous Burgers equation*, Journal of the Acoustical Society of America **115**, 91–98 (2004)

[2] B. O. Enflo, C. M. Hedberg, O. V. Rudenko: *Resonant properties of a nonlinear dissipative layer excited by a vibrating boundary: Q-factor and frequency response*, J. Acoust. Soc. Am. 117(2), 601–612 (2005)

[3] N. N. Yanenko: *The Method of Fractional Steps*, Springer-Verlag 1971

[4] W. F. Ames: *Numerical Methods for Partial Differtial Equations*, Second Edition, Academic Press, 1977.

[5] R. O. Cleveland, M. F. Hamilton, D. T. Blackstock: *Time-domain modeling of finite-amplitude sound in relaxing fluids*, J. Acoust. Soc. Am. 99(6), 3312–3318 (1996)

[6] Y.-S. Lee, M. F. Hamilton: *Time-domain modeling of pulsed finite-amplitude sound beams*, J. Acoust. Soc. Am. 97, 906–917 (1995)

Akustické účinky větracích štěrbin, ventilačních elementů a jiných malých prvků

Miroslav Figalla

Centrum stavebního inženýrství, a. s.
K Cihelně 304, 764 32 Zlín – Louky
e-mail: miroslav.figalla@csizlin.cz

The article deals with the acoustic effect of vent flaps, air holes and other small elements. It describes the distinction between quantity R for areal elements and $D_{\mathrm{n,e}}$ for small elements, in terms of determination and application. It presents some characteristic results of sound insulation of windows with the ventilation system measured in the laboratory.

1. Úvod

V současné době dosahují výrobci oken a jiných otvorových výplní díky moderní technologii a použitým materiálům u svých výrobků velmi dobrých funkčních vlastností. Jednou ze sledovaných vlastností je i průvzdušnost, tj. schopnost stavebního výrobku umožnit, nebo naopak omezit průchod vzduchu. Při dnes dosahované vysoké těsnosti oken však často dochází k tomu, že místnosti nejsou dostatečně větrány a nejsou splněny hygienické požadavky na výměnu vzduchu. Zde se dostávají do konfliktu požadavky na dvě důležité funkční vlastnosti otvorové výplně: zajištění co nejvyšší zvukové izolace, které se dosáhne mimo jiné dobrým těsněním spár prvku, a umožnění výměny vzduchu, které se naopak dosáhne vyšší průvzdušností. V posledních letech se proto stále častěji používají různé způsoby, kdy se do okna s původně vysoce kvalitním těsněním montují prvky nebo systémy, které záměrně zvyšují hodnotu průvzdušnosti tak, aby bylo zajištěno větrání místnosti při současné snaze minimalizovat negativní dopad na zvukově izolační vlastnosti.

2. Způsoby měření zvukové izolace

Z hlediska zkoušení zvukově izolačních vlastností je možno větrací systémy a jiné součásti stavebních konstrukcí, jejichž plocha je vzhledem k ploše stavebních prvků poměrně malá, rozdělit do dvou základních skupin:

- Prvky a systémy, které nelze od konstrukce, do které jsou zabudovány, prostorově oddělit. Nejběžnějším příkladem je systém větrání okna pomocí přerušeného těsnění, kde větrací prvek tvoří dutina nepravidelného průřezu větší délky, obvykle zalomená, s vyústěním v různých místech na vnější a vnitřní straně okna. U těchto prvků nelze zjistit jejich akustické vlastnosti samostatně, ale pouze s celou konstrukcí, tj. např. okno s přerušeným těsněním.
- Prvky a systémy tvořící fyzicky nebo prostorově samostatné části, např. samostatné ventilační díly, přímé větrací otvory opatřené kryty, montážní spáry vyplněné PUR pěnou, u dveří prahové spáry s výsuvnými prahovými lištami. Tyto prvky lze zabudovat samostatně do zkušebních komor a lze u nich stanovit jejich vlastní hodnoty zvukové izolace.

Měření se provádí v laboratorních podmínkách, podle druhu prvku buď podle normy ČSN EN ISO 140-3 [1], nebo v případě malých prvků normy ČSN EN ISO 140--10 [2]. Princip měření je u obou skupin stejný. Zkoušený prvek se zabuduje do zkušebního otvoru v panelu mezi místnost zdroje zvuku a místnost příjmu zvuku. V místnosti zdroje zvuku se vybudí ustálený zvuk se spojitým spektrem v pásmu nejčastěji od 100 do 5000 Hz. Měří se střední hladiny akustického tlaku (v dB) v místnosti zdroje a příjmu zvuku. Další postup se již liší.

Pro plošné prvky (např. okno s přerušeným těsněním) se stanoví neprůzvučnost R pro daný prvek podle klasického vztahu

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A} \qquad [\mathrm{dB}] \,, \tag{1}$$

kde L_1 je střední hladina akustického tlaku v místnosti zdroje zvuku [dB],
L_2 střední hladina akustického tlaku v místnosti příjmu zvuku [dB],
S plocha zkoušeného vzorku [m^2] a
A ekvivalentní pohltivá plocha v místnosti příjmu [m^2].

Pro malé prvky (větrací štěrbiny, spáry s PUR pěnou, prahové lišty) se stanoví veličina normalizovaný rozdíl hladin $D_{\mathrm{n,e}}$ podle podobného vztahu

$$D_{\mathrm{n,e}} = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{A_0}{A} \qquad [\mathrm{dB}] \,, \tag{2}$$

kde A_0 je referenční pohltivá plocha v přijímací místnosti [m^2], $A_0 = 10\,\mathrm{m}^2$.

V obou případech se dále vyhodnocuje jednočíselná veličina podle ČSN EN ISO 717-1 [3], tj. vážená neprůzvučnost R_{w} a vážený normalizovaný rozdíl hladin $D_{\mathrm{n,e,w}}$. Obě výše uvedené rovnice se navzájem velmi podobají, až na jeden velmi důležitý detail. Zatímco v prvním případě vstupuje do výpočtu plocha S měřeného prvku, v druhém případě je nahrazena referenční pohltivou plochou

Přijato 13. října 2008, akceptováno 11. listopadu 2008.

Prvek	Akustický účinek prvku	Poznámka
Větrací elementy, štěrbiny	zhoršení R_w o 0–8 dB	závisí na původní hodnotě R_w
Přerušené těsnění	zhoršení R_w o 0–4 dB	
Mikroventilace – 4. poloha kliky	R_w = 18–20 dB	nezávisí na R_w zasklení
Otevřené spáry (do 5 mm)	R_w = 15–20 dB	nezávisí na R_w konstrukce
Výsuvné prahové lišty dveří	zhoršení R_w o 0–2 dB	v porovnání s těsněným prahem

Tabulka 1: Akustické účinky některých malých prvků

Obrázek 1: Průběh neprůzvučnosti okna se zasklením 4 – 16 – 4 mm, s přerušeným těsněním

$10\,m^2$. Veličina D se dá proto interpretovat také tak, že je to hodnota neprůzvučnosti D, jakou by měla mít příčka o ploše 10 m^2 s velmi vysokou neprůzvučností, když by se do ní zabudoval měřený malý prvek. Zde se skrývá příčina častých nedorozumění a omylů, neboť hodnota D se zdá být i u prvků málo izolujících zvuk číselně velmi příznivá, což je dáno tím, že je vztažená k ploše 10 m^2. Reálný účinek na zvukovou izolaci se potom projeví až při stanovení celkové neprůzvučnosti složeného prvku (viz kapitola 4).

3. Hodnoty zvukové izolace malých prvků

3.1. Malé prvky, které nelze měřit samostatně

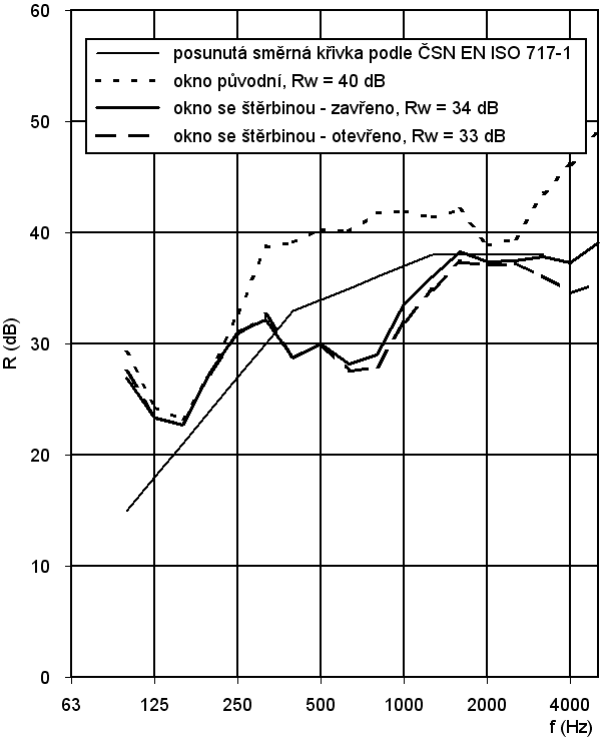
Jedná se nejčastěji o okna s přerušeným těsněním. V těchto případech se stanovuje neprůzvučnost R pro celý plošný prvek podle [1], v závislosti na kmitočtu zvuku a vážená neprůzvučnost R_w podle [3].

Typický průběh neprůzvučnosti okna s přerušeným těsněním a srovnání s oknem s plným těsněním je na obrázku 1. Jedná se o okno se zasklením 4 – 16 – 4, a přestože v některých kmitočtových pásmech (1600 a 2000 Hz) je zhoršení až 5 dB, vážená neprůzvučnost R_w se nesníží, protože se jedná o hodnoty ležící nad směrnou křivkou.

3.2. Malé prvky, které lze měřit samostatně

Do této skupiny lze zařadit samostatné větrací elementy, přímé spáry otevřené nebo s kryty, u dveří prahové spáry s výsuvnými lištami apod. U těchto prvků lze měřit buď hodnoty zvukové izolace samotného prvku $D_{n,e}$ podle [2], s váženou veličinou $D_{n,e,w}$, nebo také hodnoty neprůzvučnosti R konkrétní plošné konstrukce se zabudovaným prvkem.

Na obrázku 2 jsou znázorněny tři grafické průběhy neprůzvučnosti okna se zasklením 44.2 –16 – 6, a to původ-



Obrázek 2: Průběh neprůzvučnosti okna s ventilační štěrbinou

Neprůzvučnost prvku složeného ze dvou plošných dílů					
Část A		**Část B**		**Celý prvek A + B**	
Plocha [m^2]	***R*** **[dB]**	Plocha [m^2]	***R*** **[dB]**	Plocha [m^2]	***R*** **[dB]**
5,0	**40**	5,0	**40**	10,0	**40,0**
5,0	**40**	5,0	**38**	10,0	**38,9**
5,0	**40**	5,0	**30**	10,0	**32,6**
5,0	**50**	5,0	**30**	10,0	**33,0**
5,0	**60**	5,0	**30**	10,0	**33,0**
8,0	**50**	2,0	**30**	10,0	**36,8**
9,0	**50**	1,0	**30**	10,0	**39,6**
9,0	**60**	1,0	**30**	10,0	**40,0**

Tabulka 2: Příklady kombinace dvou plošných prvků

Neprůzvučnost prvku složeného z plošného dílu a malého prvku					
Část A		**Část B**		**Celý prvek A + B**	
Plocha [m^2]	***R*** **[dB]**	Plocha [m^2]	$\boldsymbol{D_{\mathrm{n,e}}}$ **[dB]**	Plocha [m^2]	***R*** **[dB]**
10,0	**40**	–	**40**	10,0	**37,0**
10,0	**40**	–	**50**	10,0	**39,6**
10,0	**40**	–	**60**	10,0	**40,0**
5,0	**40**	–	**40**	5,0	**35,2**
5,0	**40**	–	**50**	5,0	**39,2**
5,0	**50**	–	**40**	5,0	**36,8**
2,0	**40**	–	**40**	2,0	**32,2 (!)**
2,0	**40**	–	**50**	2,0	**38,2 (!)**
2,0	**50**	–	**40**	2,0	**32,9 (!)**

Tabulka 3: Příklady kombinace plošné konstrukce a malého prvku

ního okna, a dále okna se zabudovanou větrací štěrbinou s uzavřenou klapkou a s větrací štěrbinou s otevřenou klapkou. V tomto případě se pokles neprůzvučnosti projevil velmi výrazně v širokém kmitočtovém rozsahu a původní hodnota vážené neprůzvučnosti $R_{\mathrm{w}} = 40\,\mathrm{dB}$ se snížila o 6, resp. 7 dB.

V tabulce 1 jsou uvedeny hodnoty zvukové izolace některých typických malých prvků, zjištěné při laboratorních zkouškách. Z důvodů lepší představy o akustických účincích nejsou uvedeny hodnoty $D_{\mathrm{n,e,w}}$ pro prvky, ale zhoršení původní hodnoty neprůzvučnosti konstrukce po zabudování malého prvku, případně celková neprůzvučnost stavební konstrukce se zabudovaným malým prvkem.

4. Výpočet celkové neprůzvučnosti složeného prvku

V případě, kdy se měří malý prvek včetně nosné konstrukce, ve které je zabudován, se celkové hodnoty neprůzvučnosti R v třetinooktávových pásmech a vážená neprůzvučnost R_{w} zjistí měřením.

V případě, kdy se malý prvek měří samostatně, jsou známy jeho hodnoty normalizovaného rozdílu D a $D_{\mathrm{n,e,w}}$. Zde se celková neprůzvučnost prvku složeného z plošné konstrukce a malého prvku určí podle vztahu:

$$R = -10\log\left(10^{-0,1R_i} + \frac{10}{S}10^{-0,1D_{\mathrm{n,e}}}\right) \qquad [dB]\,, \quad (3)$$

kde R je celková neprůzvučnost konstrukce [dB],
R_i neprůzvučnost plošné části [dB],
S plocha konstrukce [m^2] a
$D_{n,e}$ normalizovaný rozdíl hladin malého prvku [dB].

Při orientačních výpočtech lze rovnice použít i pro vážené hodnoty R_w, $D_{\mathrm{n,e,w}}$. Pro přesné výpočty se nejprve určí celkové hodnoty R pro jednotlivá kmitočtová pásma a vážená hodnota se stanoví postupem podle [3].

Tabulky 2 a 3 uvádí příklady některých možných kombinací plošných prvků a plošných prvků s malými prvky. Hodnoty byly vybrány tak, aby byl zřejmý vliv jednotlivých parametrů na celkovou neprůzvučnost. Výsledné hodnoty jsou stanoveny výpočtem s přesností na 0,1 dB.

5. Závěr

Z uvedených výsledků se dají odvodit některé obecnější závěry:

- při kombinaci plošných prvků srovnatelné velikosti ovlivňuje celkovou neprůzvučnost nejvíce část s nej-

nižší neprůzvučností, a to tím více, čím větší je rozdíl mezi neprůzvučností těchto částí,

- na celkovou neprůzvučnost konstrukce složené z plošného prvku a malého prvku má významný vliv velikost plochy prvku. Čím je větší plocha prvku (okna, stěny), tím méně se projeví negativní účinek malého prvku (spáry, štěrbiny),
- při spojení plošné konstrukce a malého prvku je celková neprůzvučnost prakticky vždy nižší než neprůzvučnost původní konstrukce.

Reference

[1] ČSN EN ISO 140-3 Akustika – Měření zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách. Část 3: Laboratorní měření vzduchové neprůzvučnosti stavebních konstrukcí.

[2] ČSN EN ISO 140-10 Akustika – Měření zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách. Část 10: Laboratorní měření vzduchové neprůzvučnosti malých stavebních prvků.

[3] ČSN EN ISO 717-1 Akustika – Hodnocení zvukově izolačních vlastností staveb a stavebních konstrukcí. Vzduchová neprůzvučnost staveb a stavebních konstrukcí.

Analýza rychlosti řeči a intenzity u Parkinsonovy nemoci

Jan Rusz a Roman Čmejla

ČVUT–FEL, Technická 2, 166 27 Praha 6
e-mail: cmejla@fel.cvut.cz

The traditional parameters examined in the Parkinson disease (PD) are the articulation rate, the number of pauses and the voice intensity. These parameters were investigated in 14 PD patients and compared to 14 members of the healthy control group (HC). For the articulation-rate measurement, two read texts consisting of 80 and 136 words and a free monologue lasting for 90 seconds were used. The same texts were employed in measuring the number of pauses and the intensity. For all the parameters, automatic scripts were developed. The articulation rate was measured as the ratio between the pauses duration and the whole utterance. The PD patients have a higher percentage of pauses in their talk, however, no substantial distinction was found between the PD and the HC set. We proved a difference in the number of pauses between these two groups only after having removed pauses shorter than 60 milliseconds. The total number of pauses was divided by the utterance length. The PD patients make importantly less but longer pauses while reading a text. Further, we introduce a new method for the voice-intensity evaluation. In the PD group, a deeper decrease of the voice intensity in the talk occures. A significant difference emerged also during assessing the intensity drop while fast repeating a syllable sequention.

1. Úvod

Parkinsonova nemoc (PN) je neurodegenerativní onemocnění charakteristické progresivní ztrátou dopaminergních neuronů, zejména v pars compacta substantiae nigrae [1]. Tato numerická atrofie nervové tkáně je asociována se značnými motorickými a nemotorickými deficity u pacientů s výskytem PN. Mezi nejčastější příznaky patří klidový třes končetin, bradykineze, svalová rigidita, posturální poruchy a poruchy chůze. U velkého množství pacientů je obvyklým a jedním z prvních příznaků porušení řeči, které je charakterizováno jako hypokinetická dysartrie [2, 3].

Řeč může být definována jako schopnost vytvářet reprodukovatelný zvuk s určitým sémantickým vnímáním. Schopnost mluvit můžeme z jistého pohledu rozdělit do několika dimenzí, jako je respirace, fonace, artikulace a prozodie. Mezi prozodii patří rytmus a rychlost řeči (artikulační rychlost a počet pauz), intenzita řeči a variace periody základní frekvence. Podle klinických zkušeností vykazují PN pacienti anomálie ve všech těchto dimenzích, zahrnujících ztrátu variability řeči, zpomalení řeči, hypokinetickou artikulaci a ztrátu kvality řeči. Cílem této práce je analýza artikulační rychlosti, počtu pauz a intenzity řeči u pacientů s výskytem PN. Práce zároveň přináší nové metody pro objektivní hodnocení těchto charakteristik.

2. Metody

2.1. Pacienti

Data pro tuto studii byla získána od 14 českých PN pacientů ve věkovém rozmezí 52 až 82 let (průměr: 64,55; 12 mužů, 2 ženy), ve srovnání s 14 účastníky kontrolní skupiny KS (průměr: 56,43; 6 mužů, 8 žen). PN pacienti byli nahráváni v odhlučněné místnosti Neurologické kliniky 1. lékařské fakulty University Karlovy v Praze. Všichni diagnostikovaní pacienti se nacházejí v rané fázi PN, kdy poškození hlasu není v mnoha případech rozeznatelné lidským sluchem; nemají žádnou historii neurologických, respiračních, laryngeálních, řečových nebo hlasových poruch či onemocnění a nebyla u nich zahájena léčba pomocí levodopy. Každý z účastníků výzkumu byl požádán o přečtení dvou referenčních textů o délce 80 (*Text 1*) a 136 (*Text 2*) slov, o jednu samostatnou promluvu o délce 90 sekund (*Monolog*) a o rychlé opakování kombinace slabik (/pa-ta-ka/). Nahrávky byly pořízeny ve vysoké kvalitě s vzorkovací frekvencí 48 kHz.

2.2. Akustické analýzy

Artikulační rychlost a počet pauz

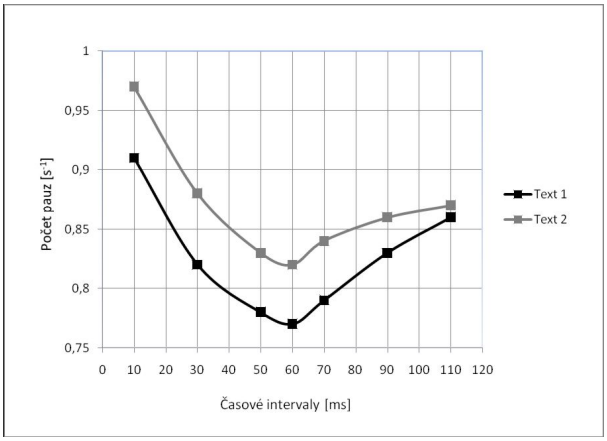
Pro výpočet těchto parametrů byly použity dva referenční čtené texty a jeden monolog. Artikulační rychlost je stanovena jako poměr celkové délky pauz d_{pauz} k celkové délce promluvy $d_{\text{text}}(AR = (d_{\text{pauz}}/d_{\text{text}}) * 100[\%])$ [4–6]. Pro její výpočet byl navržen automatický detektor na bázi energie signálu E a počtu průchodů nulou Z. Jestliže je hodnota energie E větší než střední hodnota energie signálu E_{mean}, jedná se o řeč. Pokud je hodnota energie E menší než rozdíl střední hodnoty energie signálu E_{mean} a její směrodatné odchylky E_{std}, jedná se o ticho. V případě, že se hodnota energie signálu E nachází v intervalu $< E_{\text{mean}} - E_{\text{std}}, E_{\text{mean}} >$, využije se znalost o počtu průchodů signálu nulou, kdy se aktuální počet průchodů nulou Z porovná se střední hodnotou počtu průchodů nulou Z_{mean}. Vyvinutý algoritmus zaznamenává také počet pauz jednotlivé promluvy jako poměr celkového počtu pauz p_{text} k celkové délce promluvy ($PP = p_{\text{text}}/d_{\text{text}}\,[\text{s}^{-1}]$). Výpočet PP je vhodný pouze pro stejné referenční texty. Bylo dokázáno, že největší rozdíl mezi oběma skupinami

Přijato 27. listopadu 2008, akceptováno 2. prosince 2008.

		10 ms	**30 ms**	**50 ms**	**60 ms**	**70 ms**	**90 ms**	**110 ms**
PP_{PN}	*Text 1*	6,20	4,47	3,65	3,34	3,14	2,68	2,32
	Text 2	6,08	4,37	3,64	3,34	3,13	2,68	2,35
PP_{KS}	*Text 1*	6,78	5,44	4,65	4,33	3,97	3,23	2,70
	Text 2	6,26	4,96	4,37	4,05	3,75	3,14	2,69
$PP_{\mathrm{PN}}/PP_{\mathrm{KS}}$	*Text 1*	0,91	0,82	0,78	0,77	0,79	0,83	0,86
	Text 2	0,97	0,88	0,83	0,82	0,84	0,86	0,87

Tabulka 1: Hodnoty PP po odstranění pauz pro různé časové intervaly

je při odstranění pauz kratších 60 ms, a to tak, že byl proveden experiment, kdy byla zkoumána závislost PP při odstranění pauz pro různé časové intervaly v rozmezí $< 10, 110 >$ ms (obr. 1). Výsledky PP skupin PN a KS byly uvedeny do poměru ($PP_{\mathrm{PN}}/PP_{\mathrm{KS}}$) a byl zkoumán největší rozdíl mezi těmito dvěma skupinami pro dva rozdílné čtené texty (tab. 1).

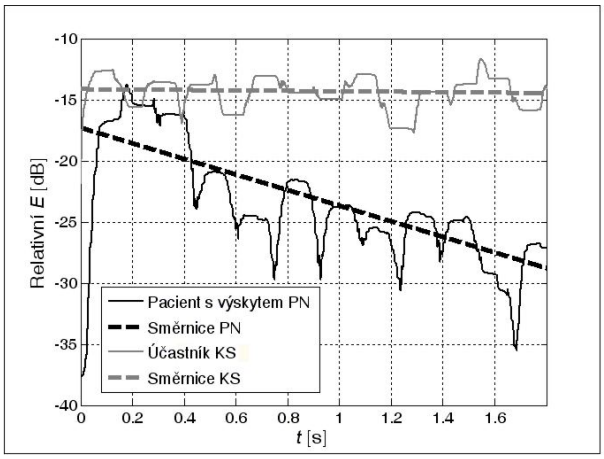


Obrázek 1: Závislost $PP_{\mathrm{PN}}/PP_{\mathrm{KS}}$ na časových intervalech

Intenzita

Při vyhodnocování charakteristik intenzity dochází obecně k problému s přesností vzhledem k použití rozdílného typu mikrofonu a rozdílné vzdálenosti měřeného subjektu od mikrofonu. Pro odstranění tohoto problému byl navržen nový postup hodnocení, kdy je prováděno tzv. normování. Intenzita každé nahrávky je normována z relativní decibelové stupnice do intervalu $< 0, 1 >$. Jediným předpokladem úspěšnosti této metody pak je, že měřený subjekt udržuje od mikrofonu stejnou vzdálenost během jedné nahrávky. Při hodnocení intenzit promluvy (INT [–]) bylo vycházeno ze stejných referenčních textů a monologu [6–7]. Výše zmíněný algoritmus byl využit pro odstranění všech pauz trvajících déle než 60 ms, a tak byl pro hodnocení použit pouze čistý signál řeči.

Ve foniatrické praxi se obvykle pro posouzení motorických schopností artikulačního ústrojí měří, jak rychle je pacient schopen opakovat počet kombinací souhláska – samohláska. Aby takovéto měření postihlo motorickou zdatnost celého artikulačního aparátu, je obvykle voleno více různých souhlásek s různým místem artikulace. Často je pacient požádán, aby opakoval nejvyšší možnou rychlostí trojici slabik /pa-ta-ka/. Takováto kombinace souhlásek rovnoměrně zatěžuje hlasový trakt od artikulace obouretné okluzivy /p/ přes předodásňové /t/ až po měkkopatrové /k/. Tento jev vedl k novému poznatku, a to že u skupiny lidí s příznaky PN právě při rychlém opakování trojice slabik /pa-ta-ka/ dochází k poklesu intenzity promluvy mnohem strměji než u KS (parametr S_{INT} [dB/s]). Parametr S_{INT} je počítán jako směrnice (obr. 2) přes celou promluvu, která určuje pokles decibelů za sekundu. Směrnice je počítána jako robustní lineární regrese signálu.



Obrázek 2: Srovnání časového průběhu energie opakování trojice slabik /pa-ta-ka/ mezi PN a KS

3. Výsledky

3.1. Artikulační rychlost a počet pauz

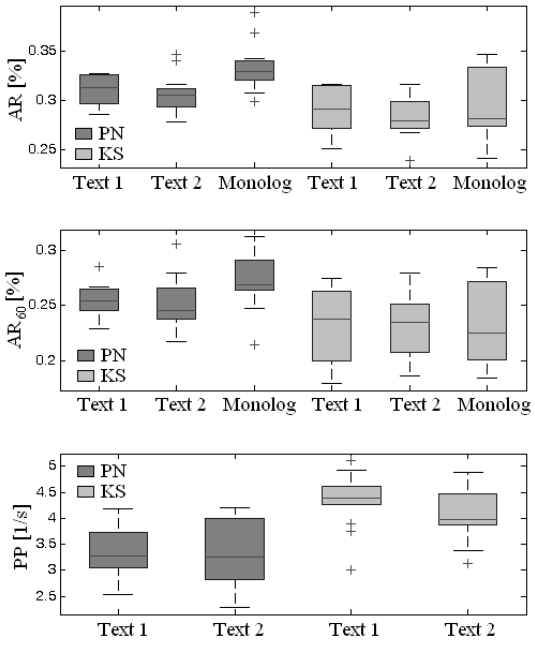
Pro všechna měření byla stanovena střední hodnota a směrodatná odchylka. Z výsledků (tab. 2, obr. 3) můžeme konstatovat, že skupina pacientů s výskytem PN má větší procento pauz ve všech promluvách, tedy nižší artikulační rychlost ve srovnání s KS. K výraznějším rozdílům artikulační rychlosti mezi oběma skupinami dochází při monologu. Nejvýznamnější rozdíly jsou v PP po odstranění pauz kratších 60 ms. Pacienti s výskytem PN dělají při čtení textu významně méně pauz, které jsou ovšem delší. Mezi dvěma nezávisle čtenými texty bylo dosaženo

velmi shodných výsledků. Artikulační rychlost po odstranění pauz kratších 60 ms označujeme v tab. 2 jako AR_{60}.

	PN		**KS**	
	Mean	**(STD)**	**Mean**	**(STD)**
AR [%]				
Text 1	**31,00***	1,58	**29,00***	2,42
Text 2	**30,66****	1,96	**28,33****	2,02
Monolog	**33,25****	2,34	**29,51****	3,46
***AR*$_{60}$** [%]				
Text 1	**25,45***	1,45	**23,13***	3,13
Text 2	25,21	2,24	23,37	2,85
Monolog	**27,09****	2,45	**23,00****	3,62
PP [**1/s**]				
Text 1	**3,37****	0,49	**4,33****	0,52
Text 2	**3,36****	0,60	**4,05****	0,48

* $p < 0{,}05$;
** $p < 0{,}01$.

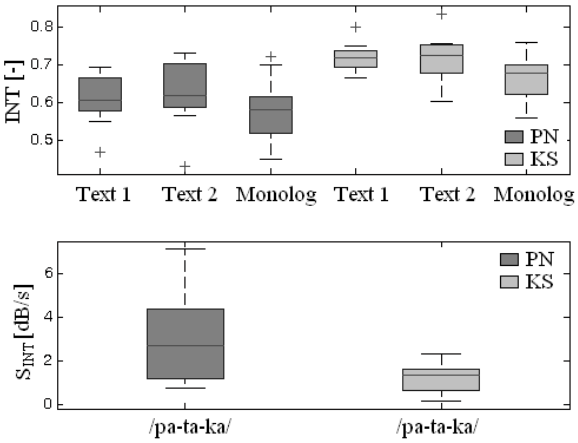
Tabulka 2: Výsledky analýzy artikulační rychlosti a počtu pauz



Obrázek 3: Měření artikulační rychlosti a počtu pauz pacientů s PN a KS

3.2. Intenzita

Z výsledků čtených textů a monologu (tab. 3, obr. 4) vidíme, že u pacientů s výskytem PN dochází k výraznému posunutí střední hodnoty energie signálu, zatímco rozdíly u směrodatné odchylky jsou nevýrazné. To je způsobeno kolísáním hlasitosti, které je jedním z klasických příznaků PN. Obě skupiny vykazují také menší hlasitost u monologu. Poslední zkoumaný parametr poukazuje na skutečnost, že u PN pacientů významně klesá intenzita hlasitosti při rychlém opakování slabik, které zatěžují hlasový trakt.



Obrázek 4: Měření intenzity pacientů s PN a KS

	PN		**KS**	
	Mean	**(STD)**	**Mean**	**(STD)**
INT [–]				
Text 1	**0,61****	0,17	**0,72****	0,16
Text 2	**0,62****	0,16	**0,72****	0,16
Monolog	**0,58****	0,17	**0,67****	0,18
S$_{INT}$ [**dB/s**]				
/pa-ta-ka/	**3,14****	2,06	**1,18****	0,67

* $p < 0{,}05$;
** $p < 0{,}01$.

Tabulka 3: Výsledky analýzy intenzity

4. Závěr

Studie ukázala, že již v rané fázi výskytu PN dochází k patologické změně v řeči. Jedny z významných akustických parametrů jsou artikulační rychlost, počet pauz a intenzita hlasitosti. U všech měření došlo k významnému oddělení KS a PN skupiny. Celkovým měřením artikulační rychlosti u čtených textů i monologu bylo dokázáno, že dochází k významnému rozdílu mezi oběma skupinami. Měření artikulační rychlosti po oddělení pauz kratších 60 ms nedošlo k významné statistické úspěšnosti, avšak toto měření bylo spojeno s měřením počtu pauz, kdy bylo dokázáno, že pacienti s výskytem PN dělají menší počet pauz, které jsou ovšem delší. Dalším měřeným parametrem byla intenzita hlasitosti. U PN pacientů dochází oproti KS k většímu kolísání hlasitosti při čtení textu, což se projevilo snížením celkové střední hodnoty energie promluvy. Při měření rychle opakovaných slabik bylo dokázáno, že u PN klesá intenzita hlasitosti.

Poděkování

Autoři děkují paní Mgr. Haně Růžičkové z Neurologické kliniky 1. LF UK a VFN v Praze za poskytnutí audio záznamů.

Tato práce je podporována z výzkumného záměru „Transdisciplinární výzkum v oblasti biomedicínského inženýrství“ (MSM6840770012) a grantů „Analýza a modelování biologických a řečových signálů“, GAČR 102/08/H008 a „Rozpoznávání řeči v reálných podmínkách“, GAČR 102/08/0707.

Reference

[1] Hornykiewicz, O.: *Biochemical aspects of Parkinson's disease*, Neurology, 1998, 51(Suppl 2):S2–S9.

[2] Canter, G. J.: *Speech characteristic of patients with Parkinson's disease, I. Intensity, pitch, and duration*, J. Speech Hear Disord, 1963, 28:221–229.

[3] Darley, F. L., Aronson, A. E., Brown, J. R.: *Differential diagnostic patterns of dysarthria*, J. Speech Hear Res, 1969, 12:426–496.

[4] Goberman, M.: *Correlation between acoustic speech characteristics and non-speech motor tasks in Parkinson's disease*, Med. Sci. Monit, 2005, 11(3): CR109–116.

[5] Skodda, S., Schlegel, U.: *Speech rate and rhythm in Parkinson's disease*, Movement Disorders, 2008, 23(7):985–992.

[6] Rosen, K. M., Kent, R. D., Delaney, A. L.: *Parametric quantitative acoustic analysis of conversation produced by speakers with dysarthria and healthy speakers*, Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 2006, 49:395–4.

[7] Rosen, K. M., Kent, R. D., Duffy, J. R.: *Task-based profile of vocal intensity decline in Parkinson's disease*, Folia Phoniatrica et Logopaedica, 2005, 57(1).

Seznam českých technických norem určených akustice – říjen 2008

Tř. znak	Označení ČSN	Název ČSN	Účinnost
01 1425	**ČSN EN 1032**	Vibrace – Zkoušení mobilních strojů pro účely určení emisní hodnoty vibrací	2003-12-01
01 1437	**ČSN EN ISO 22867**	Lesnické stroje – Zkušební předpis pro vibrace přenosných ručních lesnických strojů se spalovacím motorem – Vibrace na rukojetích	2006-09-01
01 1600	**ČSN 01 1600**	Akustika – Terminologie	2003-03-01
01 1601	**ČSN EN ISO 266**	Akustika – Vyvolené kmitočty	1999-02-01
01 1603	**ČSN EN ISO 3740**	Akustika – Určení hladin akustického výkonu zdrojů hluku – Směrnice pro užití základních norem	2001-08-01
01 1605	**ČSN ISO 3743-2**	Akustika – Určení hladin akustického výkonu zdrojů hluku pomocí akustického tlaku – Technické metody pro malé přemístitelné zdroje v dozvukovém poli – Část 2: Metody pro speciální dozvukové zkušební místnosti	1996-10-01
01 1606	**ČSN ISO 3746**	Akustika – Určení hladin akustického výkonu zdrojů hluku pomocí akustického tlaku – Provozní metoda měření ve volném poli nad odrazivou rovinou	1996-11-01
01 1607	**ČSN EN ISO 3741**	Akustika – Určení hladin akustického výkonu zdrojů hluku pomocí akustického tlaku – Přesné metody pro dozvukové místnosti	2000-08-01
01 1608	**ČSN EN ISO 3745**	Akustika – Určování hladin akustického výkonu zdrojů hluku pomocí akustického tlaku – Přesné metody pro bezodrazové a polobezodrazové místnosti	2004-08-01
01 1609	**ČSN EN ISO 4871**	Akustika – Deklarování a ověřování hodnot emise hluku strojů a zařízení	1998-02-01
01 1610	**ČSN EN ISO 15667**	Akustika – Směrnice pro snižování hluku kryty a kabinami	2001-09-01
01 1611	**ČSN EN ISO 11546-1**	Akustika – Určení zvukové izolace krytů – Část 1: Měření v laboratorních podmínkách (pro účely deklarace)	1997-04-01
01 1611	**ČSN EN ISO 11546-2**	Akustika – Určení zvukové izolace krytů – Část 2: Měření in situ (pro účely uznávání a ověřování)	1997-04-01
01 1612	**ČSN EN ISO 3747**	Akustika – Určení hladin akustického výkonu zdrojů hluku pomocí akustického tlaku – Srovnávací metoda in situ	2001-05-01
01 1615	**ČSN EN ISO 11957**	Akustika – Určení zvukové izolace kabin – Laboratorní měření a měření in situ	1998-07-01
01 1616	**ČSN ISO 6926**	Akustika – Požadavky na vlastnosti a kalibraci referenčních zdrojů zvuku používaných pro určování hladin akustického výkonu	2001-01-01
01 1617	**ČSN ISO 9614-2**	Akustika – Určení hladin akustického výkonu zdrojů hluku pomocí akustické intenzity – Část 2: Měření skenováním	1998-01-01
01 1617	**ČSN EN ISO 9614-3**	Akustika – Určení hladin akustického výkonu zdrojů hluku pomocí akustické intenzity – Část 3: Přesná metoda měření skenováním	2003-05-01
01 1618	**ČSN EN ISO 11200**	Akustika – Hluk vyzařovaný stroji a zařízeními – Směrnice pro používání základních norem pro určování emisních hladin akustického tlaku na stanovišti obsluhy a dalších stanovených místech	1997-04-01
01 1618	**ČSN EN ISO 11201**	Akustika – Hluk vyzařovaný stroji a zařízeními – Měření emisních hladin akustického tlaku na stanovišti obsluhy a dalších stanovených místech – Technická metoda v přibližně volném poli nad odrazivou rovinou	1997-04-01
01 1618	**ČSN EN ISO 11202**	Akustika – Hluk vyzařovaný stroji a zařízeními – Měření emisních hladin akustického tlaku na stanovišti obsluhy a dalších stanovených místech – Provozní metoda in situ	1997-04-01
01 1618	**ČSN EN ISO 11203**	Akustika – Hluk vyzařovaný stroji a zařízeními – Určení emisních hladin akustického tlaku na stanovišti obsluhy a dalších stanovených místech z hladin akustického výkonu	1997-04-01
01 1618	**ČSN EN ISO 11204**	Akustika – Hluk vyzařovaný stroji a zařízeními – Měření emisních hladin akustického tlaku na stanovišti obsluhy a dalších stanovených místech – Metoda s korekcemi na prostředí	1997-09-01

01 1618	**ČSN EN ISO 11205**	Akustika – Hluk vyzařovaný stroji a zařízeními – Technická metoda pro určování hladin emisního akustického tlaku in situ na stanovišti obsluhy a dalších stanovených místech pomocí akustické intenzity	2004-07-01
01 1619	**ČSN EN ISO 12001**	Akustika – Hluk vyzařovaný stroji a zařízeními – Pravidla pro tvorbu a prezentaci zkušebních předpisů pro hluk	1998-02-01
01 1621	**ČSN ISO 1996-1**	Akustika – Popis, měření a hodnocení hluku prostředí – Část 1: Základní veličiny a postupy pro hodnocení	2004-09-01
01 1622	**ČSN ISO 9612**	Akustika – Směrnice pro měření a posuzování expozice hluku v pracovním prostředí	2000-12-01
01 1623	**ČSN EN ISO 14257**	Akustika – Měření a popis křivek rozložení zvuku v pracovních prostorech, pomocí parametrů, pro hodnocení jejich akustických vlastností	2002-09-01
01 1625	**ČSN ISO 7196**	Akustika – Frekvenční váhová funkce pro měření infrazvuku	1997-03-01
01 1627	**ČSN ISO 10843**	Akustika – Metody popisu a fyzikálního měření jednotlivých impulzů nebo série impulzů zvuku	1999-04-01
01 1628	**ČSN EN 1746**	Bezpečnost strojů – Návod pro navrhování kapitol o hluku v bezpečnostních normách	1999-08-01
01 1630	**ČSN EN ISO 389-5**	Akustika – Referenční nula pro kalibraci audiometrických přístrojů – Část 5: Referenční ekvivalentní prahové hladiny akustického tlaku slyšení pro čisté tóny v kmitočtovém rozsahu od 8 kHz do 16 kHz	2007-08-01
01 1630	**ČSN EN ISO 389-6**	Akustika – Referenční nula pro kalibraci audiometrických přístrojů – Část 6: Referenční práh slyšení pro měřicí signály s krátkou dobou trvání	2008-02-01
01 1630	**ČSN EN ISO 389-7**	Akustika – Referenční nula pro kalibraci audiometrických přístrojů – Část 7: Referenční práh slyšení pro poslech v podmínkách volného a difúzního pole	2006-06-01
01 1630	**ČSN EN ISO 389-8**	Akustika – Referenční nula pro kalibraci audiometrických přístrojů – Část 8: Referenční ekvivalentní prahové hladiny akustického tlaku slyšení pro čisté tóny a sluchátka s uzavřeným objemem (cirkumaurální)	2005-02-01
01 1631	**ČSN EN ISO 7029**	Akustika – Práh slyšení zvuku vedeného vzduchem, s ohledem na věk a pohlaví otologicky normálně vyvinutých osob	2001-02-01
01 1635	**ČSN ISO 8253-3**	Audiometrické vyšetřovací metody – Část 3: Audiometrie řečí	1998-08-01
01 1636	**ČSN EN ISO 11904-1**	Akustika – Stanovení akustické imise ze zdrojů zvuku umístěných v blízkosti ucha – Část 1: Metoda používající mikrofon vložený do ucha (metoda MIRE)	2003-09-01
01 1636	**ČSN EN ISO 11904-2**	Akustika – Stanovení akustické imise ze zdrojů zvuku umístěných v blízkosti ucha – Část 2: Metoda používající figurínu (figurínová metoda)	2005-07-01
01 1640	**ČSN EN ISO 4869-4**	Akustika – Chrániče sluchu – Část 4: Měření hladiny akustického tlaku mušlových chráničů sluchu s amplitudově závislým útlumem	2001-06-01
01 1641	**ČSN ISO 13475-1**	Akustika – Stacionární zvuková varovná zařízení používaná ve venkovních prostorech – Část 1: Provozní měření k určení veličin emise zvuku	2001-08-01
01 1642	**ČSN ISO 15665**	Akustika – Zvuková izolace potrubí, ventilů a přírub	2007-01-01
01 1649	**ČSN ISO 13472-1**	Akustika – Měření in situ zvukové pohltivosti povrchu vozovky – Část 1: Metoda zvětšené plochy	2004-10-01
01 1652	**ČSN EN ISO 7779**	Akustika – Měření hluku šířeného vzduchem vyzařovaného zařízeními informační technologie a telekomunikací – Změna 1: Předpis pro měření hluku CD a DVD-ROM mechaniky	2002-09-01
01 1654	**ČSN EN ISO 22868**	Lesnické stroje – Zkušební předpis pro hluk přenosných ručních lesnických strojů se spalovacím motorem – Technická metoda (třída přesnosti 2)	2007-07-01
01 1656	**ČSN EN ISO 1680**	Akustika – Zkušební předpis pro měření hluku šířeného vzduchem, vyzařovaného točivými elektrickými stroji	2000-10-01

01 1658	**ČSN ISO 6393**	Akustika – Měření vnějšího hluku vyzařovaného stroji pro zemní práce – Podmínky stacionární zkoušky	2001-01-01
01 1659	**ČSN ISO 6394**	Akustika – Měření hluku vyzařovaného stroji pro zemní práce na stanovišti obsluhy – Podmínky stacionární zkoušky	2001-01-01
01 1660	**ČSN ISO 6395 + Amd. 1**	Akustika – Měření vnějšího hluku vyzařovaného stroji pro zemní práce – Podmínky dynamické zkoušky	2001-01-01
01 1663	**ČSN EN ISO 7235**	Akustika – Laboratorní měřicí postupy pro tlumiče hluku v potrubí a vzduchotechnické koncové jednotky – Vložný útlum, vlastní hluk a celková tlaková ztráta	2004-05-01
01 1664	**ČSN ISO 9613-2**	Akustika – Útlum při šíření zvuku ve venkovním prostoru – Část 2: Obecná metoda výpočtu	1998-10-01
01 1665	**ČSN EN ISO 2922**	Akustika – Měření zvuku šířeného vzduchem vyzařovaného plavidly na vnitrozemských vodních cestách a v přístavech	2001-11-01
01 1666	**ČSN ISO 11691**	Akustika – Měření vložného útlumu tlumičů bez proudění – Laboratorní metoda třídy přesnosti 3	1996-09-01
01 1667	**ČSN EN ISO 5136**	Akustika – Určení hladin akustického výkonu vyzařovaného do potrubí ventilátory a jinými zařízeními s prouděním vzduchu – Metoda měření v potrubí	2003-10-01
01 1668	**ČSN ISO 8297**	Akustika – Určení hladin akustického výkonu výrobních provozů s více zdroji pro účely vyhodnocení hladin akustického tlaku prostředí – Technická metoda	1997-02-01
01 1669	**ČSN EN ISO 5135**	Akustika – Určení hladin akustického výkonu hluku koncových prvků, koncových jednotek a regulačních a uzavíracích součástí vzduchotechnických zařízení na základě měření v dozvukové místnosti	1999-12-01
01 1670	**ČSN ISO 11094**	Akustika – Zkušební předpis pro měření hluku šířeného vzduchem, vyzařovaného motorovými žacími stroji, žacími a zahradními traktory, profesionálními žacími stroji a žacími a zahradními traktory s příslušenstvím	1997-09-01
01 1671	**ČSN EN ISO 11820**	Akustika – Měření tlumičů in situ	1998-06-01
01 1672	**ČSN EN 61063**	Akustika – Měření hluku šířeného vzduchem, vyzařovaného parními turbínami a jimi poháněnými stroji	1998-07-01
01 1673	**ČSN ISO 10302**	Akustika – Metoda měření hluku šířeného vzduchem, vyzařovaného malými ventilačními zařízeními	1999-06-01
01 1674	**ČSN ISO 10847**	Akustika – Určení vložného útlumu in situ venkovních protihlukových clon všech typů	1999-07-01
01 1675	**ČSN EN ISO 14163**	Akustika – Směrnice pro snižování hluku tlumiči	1999-12-01
01 1676	**ČSN EN ISO 10846-1**	Akustika a vibrace – Laboratorní měření vibroakustických přenosových vlastností pružných prvků – Část 1: Principy a směrnice	1999-12-01
01 1676	**ČSN EN ISO 10846-2**	Akustika a vibrace – Laboratorní měření vibroakustických přenosových vlastností pružných prvků – Část 2: Dynamická tuhost pružných podpor pro translační pohyb – Přímá metoda	1999-12-01
01 1676	**ČSN EN ISO 10846-4**	Akustika a vibrace – Laboratorní měření vibroakustických přenosových vlastností pružných prvků – Část 4: Dynamická tuhost prvků s výjimkou pružných podpor pro translační pohyb	2004-12-01
01 1677	**ČSN EN 12549**	Akustika – Zkušební předpis pro hluk zařízecího nářadí – Technická metoda	2000-05-01
01 1678	**ČSN EN ISO 13473-1**	Popis textury vozovky pomocí profilů povrchu – Část 1: Určování průměrné hloubky profilu	2004-12-01
01 1678	**ČSN ISO 13473-2**	Popis textury vozovky pomocí profilů povrchu – Část 2: Terminologie a základní požadavky vztahující se k analýze profilu textury vozovky	2004-01-01
01 1678	**ČSN ISO 13473-3**	Popis textury vozovky pomocí profilů povrchu – Část 3: Specifikace a klasifikace profilometrů	2004-10-01

01 1679	**ČSN ISO 11819-1**	Akustika – Měření vlivu povrchů vozovek na dopravní hluk – Část 1: Statistická metoda při průjezdu	2000-09-01
01 1680	**ČSN EN ISO 11690-1**	Akustika – Doporučené postupy pro navrhování pracovišť s nízkým hlukem vybavených stroji a zařízeními – Část 1: Strategie snižování hluku	1998-05-01
01 1680	**ČSN EN ISO 11690-2**	Akustika – Doporučené postupy pro navrhování pracovišť s nízkým hlukem vybavených stroji a zařízeními – Část 2: Opatření ke snižování hluku	1998-09-01
01 1680	**ČSN EN ISO 11690-3**	Akustika – Doporučené postupy pro navrhování pracovišť s nízkým hlukem vybavených stroji a zařízeními – Část 3: Šíření zvuku a predikce hluku v pracovních prostorech	1999-12-01
01 1681	**ČSN EN ISO 11689**	Akustika – Postup porovnání údajů o emisi hluku strojů a zařízení	1998-06-01
01 1682	**ČSN EN ISO 11688-1**	Akustika – Doporučené postupy pro navrhování strojů a zařízení s nízkým hlukem – Část 1: Plánování	2001-01-01
01 1682	**ČSN EN ISO 11688-2**	Akustika – Doporučené postupy pro navrhování strojů a zařízení s nízkým hlukem – Část 2: Fyzikální základy navrhování s ohledem na snižování hluku	2002-07-01
01 1683	**ČSN ISO 10844**	Akustika – Specifikace zkušebních drah pro měření hluku vyzařovaného silničními vozidly	2001-12-01
01 1684	**ČSN EN ISO 17624**	Akustika – Směrnice pro snižování hluku akustickými clonami v kancelářích a provozovnách	2005-07-01
01 1685	**ČSN ISO 5128**	Akustika – Měření vnitřního hluku motorových vozidel	2002-12-01
01 1686	**ČSN ISO 7188**	Akustika – Měření vnějšího hluku osobních automobilů za podmínek odpovídajících městskému provozu	2003-09-01
01 1687	**ČSN ISO 226**	Akustika – Normované křivky stejné hlasitosti	2005-05-01
01 1688	**ČSN ISO 15664**	Akustika – Návrhy postupů snižování hluku nezakrytých závodů a průmyslových provozů	2005-05-01
01 1690	**ČSN EN ISO 17201-1**	Akustika – Hluk střelnic – Část 1: Určení hluku výstřelu u ústí hlavně pomocí měření	2006-03-01
01 1690	**ČSN EN ISO 17201-2**	Akustika – Hluk střelnic – Část 2: Odhad hluku u ústí a hluku projektilu výpočtem	2007-01-01
01 1690	**ČSN EN ISO 17201-4**	Akustika – Hluk střelnic – Část 4: Predikce hluku projektilu	2006-09-01
10 5020	**ČSN EN ISO 2151**	Zkušební předpis pro hluk vyzařovaný kompresory a vývěvami – Technická metoda (třída přesnosti 2)	2004-08-01
73 0501	**ČSN ISO 10534-1**	Akustika – Určování činitele zvukové pohltivosti a akustické impedance v impedančních trubicích – Část 1: Metoda poměru stojaté vlny	1999-02-01
73 0501	**ČSN ISO 10534-2**	Akustika – Určování činitele zvukové pohltivosti a akustické impedance v impedančních trubicích – Část 2: Metoda přenosové funkce	2000-05-01
73 0503	**ČSN ISO 2603**	Kabiny pro simultánní tlumočení – Obecné charakteristiky a vybavení	2002-02-01
73 0504	**ČSN ISO 4043**	Mobilní kabiny pro simultánní tlumočení – Obecné charakteristiky a vybavení	2002-03-01
73 0509	**ČSN EN ISO 15186-1**	Akustika – Měření zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách pomocí akustické intenzity – Část 1: Laboratorní měření	2004-10-01
73 0509	**ČSN ISO 15186-2**	Akustika – Měření zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách pomocí akustické intenzity – Část 2: Měření v budovách	2004-10-01
73 0509	**ČSN ISO 15186-3**	Akustika – Měření zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách pomocí akustické intenzity – Část 3: Laboratorní měření na nízkých kmitočtech	2004-10-01
73 0511	**ČSN EN ISO 140-1**	Akustika – Měření zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách – Část 1: Požadavky na uspořádání laboratoří s potlačeným bočním přenosem	1999-02-01

73 0511	**ČSN EN ISO 140-4**	Akustika – Měření zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách – Část 4: Měření vzduchové neprůzvučnosti mezi místnostmi v budovách	2000-02-01
73 0511	**ČSN EN ISO 140-5**	Akustika – Měření zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách – Část 5: Měření vzduchové neprůzvučnosti obvodových plášťů a jejich částí na budovách	2000-09-01
73 0511	**ČSN EN ISO 140-6**	Akustika – Měření zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách – Část 6: Laboratorní měření kročejové neprůzvučnosti stropních konstrukcí	2000-03-01
73 0511	**ČSN EN ISO 140-7**	Akustika – Měření zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách – Část 7: Měření kročejové neprůzvučnosti stropních konstrukcí v budovách	2000-03-01
73 0511	**ČSN EN ISO 140-8**	Akustika – Měření zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách – Část 8: Laboratorní měření snížení přenosu kročejového zvuku podlahou na těžkém referenčním stropu	1999-08-01
73 0511	**ČSN EN ISO 140-11**	Akustika – Měření zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách – Část 11: Laboratorní měření snížení přenosu kročejového zvuku podlahou na lehkých referenčních stropech	2006-01-01
73 0511	**ČSN EN ISO 140-14**	Akustika – Měření zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách – Část 14: Směrnice pro netypické situace v budovách	2005-05-01
73 0511	**ČSN EN ISO 140-16**	Akustika – Měření zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách – Část 16: Laboratorní měření zlepšení vzduchové neprůzvučnosti přídavnou konstrukcí	2007-04-01
73 0511	**ČSN EN ISO 140-18**	Akustika – Měření zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách – Část 18: Laboratorní měření zvuku vyvolaného deštěm dopadajícím na stavební konstrukce	2007-08-01
73 0512	**ČSN EN 12354-1**	Stavební akustika – Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků – Část 1: Vzduchová neprůzvučnost mezi místnostmi	2001-05-01
73 0512	**ČSN EN 12354-2**	Stavební akustika – Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků – Část 2: Kročejová neprůzvučnost mezi místnostmi	2001-05-01
73 0512	**ČSN EN 12354-3**	Stavební akustika – Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků – Část 3: Vzduchová neprůzvučnost vůči venkovnímu zvuku	2001-07-01
73 0512	**ČSN EN 12354-4**	Stavební akustika – Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků – Část 4: Přenos zvuku z budovy do venkovního prostoru	2001-09-01
73 0512	**ČSN EN 12354-6**	Stavební akustika – Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků – Část 6: Zvuková pohltivost v uzavřených prostorech	2004-07-01
73 0513	**ČSN EN ISO 10848-1**	Akustika – Laboratorní měření bočního přenosu zvuku šířeného vzduchem a kročejového zvuku mezi sousedními místnostmi – Část 1: Rámcový dokument	2006-12-01
73 0513	**ČSN EN ISO 10848-2**	Akustika – Laboratorní měření bočního přenosu zvuku šířeného vzduchem a kročejového zvuku mezi sousedními místnostmi – Část 2: Aplikace na lehké prvky s malým vlivem styku	2006-12-01
73 0513	**ČSN EN ISO 10848-3**	Akustika – Laboratorní měření bočního přenosu zvuku šířeného vzduchem a kročejového zvuku mezi sousedními místnostmi – Část 3: Aplikace na lehké prvky s podstatným vlivem styku	2006-12-01
73 0524	**ČSN EN ISO 18233**	Akustika – Aplikace nových akustických metod měření stavebních konstrukcí, v budovách a v místnostech	2006-12-01
73 0525	**ČSN 73 0525**	Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady	1998-03-01
73 0526	**ČSN 73 0526**	Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Studia a místnosti pro snímání, zpracování a kontrolu zvuku	1998-03-01
73 0527	**ČSN 73 0527**	Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely	2005-04-01

73 0528	**ČSN EN ISO 11654**	Akustika – Absorbéry zvuku používané v budovách – Hodnocení zvukové pohltivosti	1999-01-01
73 0529	**ČSN EN ISO 11821**	Akustika – Měření útlumu zvuku in situ přemístitelné clony	1999-03-01
73 0531	**ČSN EN ISO 717-1**	Akustika – Hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách – Část 1: Vzduchová neprůzvučnost	1998-07-01
73 0531	**ČSN EN ISO 717-2**	Akustika – Hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách – Část 2: Kročejová neprůzvučnost	1998-07-01
73 0532	**ČSN 73 0532**	Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a souvisící akustické vlastnosti stavebních výrobků – Požadavky	2000-04-01
73 0533	**ČSN ISO 17497-1**	Akustika – Rozptyl zvuku povrchy – Část 1: Měření činitele rozptylovosti pro všesměrový dopad zvuku v dozvukové místnosti	2006-10-01
73 0534	**ČSN ISO 3382**	Akustika – Měření doby dozvuku místností a sálů s uvedením jiných akustických parametrů	1999-06-01
73 0535	**ČSN EN ISO 354**	Akustika – Měření zvukové pohltivosti v dozvukové místnosti	2003-12-01
73 0536	**ČSN EN ISO 3822-1**	Akustika – Laboratorní zkoušky emise hluku armatur a zařízení vnitřních vodovodů – Část 1: Metody měření	2000-10-01
73 0536	**ČSN EN ISO 3822-2**	Akustika – Laboratorní zkoušky emise hluku armatur a zařízení vnitřních vodovodů – Část 2: Montáž a provozní podmínky výtokových ventilů a mísicích baterií	1996-11-01
73 0536	**ČSN EN ISO 3822-3**	Akustika – Laboratorní zkoušky emise hluku armatur a zařízení vodovodních instalací – Část 3: Montáž a provozní podmínky průtokových ventilů a armatur	1998-09-01
73 0536	**ČSN EN ISO 3822-4**	Akustika – Laboratorní zkoušky emise hluku armatur a zařízení vnitřních vodovodů – Část 4: Montáž a provozní podmínky speciálních armatur	1998-10-01
73 0537	**ČSN EN 14366**	Laboratorní měření hluku z instalací pro odpadní vody	2005-07-01
73 0540	**ČSN EN ISO 16032**	Akustika – Měření hladiny akustického tlaku technických zařízení v budovách – Technická metoda	2005-04-01
73 0541	**ČSN EN ISO 10052**	Akustika – Měření vzduchové a kročejové neprůzvučnosti a hluku technických zařízení v budovách – Zjednodušená metoda	2005-09-01

Akustické listy: ročník 14, číslo 2–4 prosinec 2008 ISSN: 1212-4702
Vydavatel: Česká akustická společnost, Technická 2, 166 27 Praha 6 Vytisklo: Nakladatelství ČVUT, výroba
Počet stran: 24 Počet výtisků: 200
Redakční rada: M. Brothánek, O. Jiříček, J. Kozák, R. Čmejla, J. Volín
Jazyková úprava: R. Svobodová
© ČsAS
NEPRODEJNÉ!
Uzávěrka příštího čísla Akustických listů je 27. února 2009.