



## METODIKA APLIKÁCIE VYBRANÉHO ZARIADENIA URČENÁ NA VIZUALIZÁCIU HLUKU

### THE METHODOLOGY OF APPLICATIONS OF THE SELECTED DEVICE FOR SOUND VIZUALIZATION

Miroslav BADIDA - Zuzana FARKAŠOVSKÁ

#### ABSTRAKT

Príspevok sa zaoberá problematikou vizualizácie hluku a aplikáciou intenzitnej sondy PU mini na vybraný zdroj hluku. Príspevok sa zameriava na novinku v oblasti vizualizácie hluku – senzor Microflown a jeho aplikačné využitie v praxi. Nosnou časťou príspevku je priebeh merania rýchlosti akustických častíc, akustickej intenzity a akustického tlaku pomocou intenzitnej sondy PU mini na vybranom stacionárnom zdroji hluku. Vybraný zdroj hluku predstavoval mobilný telefón a pri meraní spomenutých akustických veličín sa použila metóda Scan and Paint, v rámci ktorej prebiehalo skenovanie meraného objektu a práca v softvéri Scan and Paint.

**Kľúčové slová:** vizualizácia hluku, Microflown, intenzitná sonda PU mini

#### ABSTRACT

The paper deals with problems of a sound visualization and an application of an intensity probe PU mini to a selected sound source. The paper describes the new product in the field of the noise visualization – sensor Microflown and its application in praxis. Individual chapter is dedicated to one of these standard probes – intensity probe PU mini which is more closely characterized. Main output of this paper lies in its practical part which describes the measuring of speed of acoustic particles, acoustic intensity and acoustic pressure with use of intensity probe PU mini on the selected stationary source of noise. This source was present with use of mobile phone, while Scan and Paint method was used for measuring of mentioned acoustic quantities with scanning of measured object and software work in Scan and Paint application.

**Key words:** visualization of noise, Microflown, PU mini probe

#### ÚVOD

Vizualizácia hluku ponúka pomerne nový prístup k riešeniu hlukovej problematiky. Pri vizualizácii hluku je dôležitý výber vhodných technických a softvérových prostriedkov, pomocou ktorých prebieha identifikácia a analýza zdrojov hluku. Prostredníctvom vhodného softvéru je možné z nameraných hodnôt vykonať potrebnú analýzu zdroja hluku a zreteľne, grafickou formou (akustické video, akustické snímky) prezentovať výsledky. Vizualizácia hluku je v súčasnej dobe moderný spôsob prezentovania informácií, ktoré sú z digitálnej podoby prevedené do grafického zobrazenia.

Pomocou vizualizácie hluku dokážeme vidieť to, čo počujeme a tak rýchlejšie pochopiť problematiku hluku. Vizualizácia pomáha inžinierom a vedcom vyvinúť pohodlnejšie, príjemnejšie, a ekologickejšie produkty tým, že sa študuje napríklad zdroj hluku alebo jeho šírenie v priestore. Zvukové polia môžu byť rôzne popísané napr. akustickým tlakom, akustickou rýchlosťou, akustickou intenzitou a smerovou charakteristikou. Následne môžu byť zobrazené v 2D forme ako akustické snímky alebo 3D forme, kde môžu mať charakter animácie – akustického videa. [1] Cieľom vizualizácie je čo najprecíznejšie a najzreteľnejšie graficky znázorniť súbor dát, ktoré sú charakterizované vstupnými hodnotami, teda ohodnotením všetkých vstupných parametrov. [2]

#### TECHNICKÉ PROSTRIEDKY NA VIZUALIZÁCIU HLUKU

Medzi technické prostriedky vizualizácie zaraďujeme všetky fyzicky existujúce komponenty a technické vybavenia používané pri vizualizácii zvuku, a tými sú:

- Akustická kamera spoločnosti FHI SRN,
- Akustická kamera spoločnosti LMS,
- Akustická kamera Head Visor, spoločnosti HEAD acoustics,
- Kombinovaný senzor Microflown spoločnosti Microflown Technologies.

V poslednej dobe sa v oblasti vizualizácie hluku objavuje novinka Microflown (obr. 1). Microflown technológie sú založené na princípe Mikroelektromechanických systémov (MEMS). Microflown je teplotný snímač, ktorý môže merať priamo rýchlosť akustických častíc. [3] Senzor pracuje na termálnom princípe a skladá sa z dvoch blízko seba umiestnených drôtov zo silikónového nitridu pokrytých tenkou vrstvou platiny.



Obr. 1 - Intenzitná sonda typu PU mini [3]

## NÁVRH METODIKY

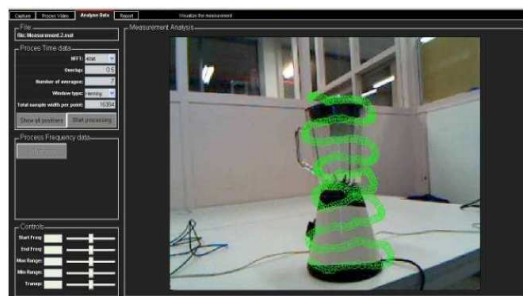
Metódy lokalizácie zdrojov zvuku sú rozsiahlo využívané k zníženiu hlukových emisií strojov. Tieto metódy sú založené na meraní akustického tlaku, pričom si vyžadujú zvukovo izolované miestnosti. Senzor Microflown môže merať priamo rýchlosť akustických častíc v prostrediach, ktoré sú ovplyvnené hlukovými odrazmi a hlukom z okolia. Táto vlastnosť senzoru pre rýchlu lokalizáciu stacionárneho zdroja zvuku je možná softvérom Scan and Paint. Sonda PU mini disponuje jedným senzorom Microflown, ktorý je citlivý na akustický tlak a na akustickú rýchlosť častíc. [4]

Sondou sa sníma povrch meraného objektu, ktorý môže emitovať hluk v rôznych frekvenčných pásmach. Metódou Scan and Paint sa meria:

- akustický tlak,
- akustická rýchlosť častíc,
- intenzita zvuku,
- absorpcia,
- akustická impedancia,
- akustický výkon. [6]

## PRINCÍP ČINNOSTI SOFTVÉRU SCAN AND PAINT

Prostredníctvom sondy snímame v blízkosti povrchu meraného objektu emitujúceho hluk. Web kamera je nasmerovaná tak, aby dokázala zaznamenať celý proces skenovania na video – akustický tlak a akustická rýchlosť častíc sú zaznamenávané a zároveň prezentované na akustickom videu. Ďalšie získané údaje sa spracúvajú v určitom časovom intervale pričom z akustického videa dokážeme určiť umiestnenie sondy. Akustické vlastnosti sú vypočítavané počas krátkej časovej periódy v pravidelných intervaloch. Následne na to je vygenerovaná akustická mapa s farebným rozlíšením. [4]



Obr. 2 - Dráha sondy vyznačená zelenou farbou – softvér Scan and Paint [4]

Prostredníctvom video kamery sa sníma dráha sondy (obr. 2), ktorou sa skenuje povrch emitujúceho objektu, softvér dokáže rozpoznať pozíciu dráhy sondy, ktorá je viditeľná na videu. Audio dáta sú zaznamenané sondou a vyhodnotené softvérom Scan and Paint. [5]



Obr. 3 - Akustická mapa – softvér Scan and Paint [5]

Na obrázku 3 je ukážka vygenerovanej akustickej mapy, ktorá vznikla zo skenovania objektu (obr. 2), na akustickej mape je (červenou farbou) výrazne viditeľný intenzívny zdroj emitujúceho hluku z meraného objektu. Výhody softvéru Scan and Paint:

- užívateľsky nenáročná metóda,
- frekvenčný rozsah 20 Hz – 20 KHz,
- rýchle spracovanie nameraných dát,
- nízka citlivosť na okolitý hluk a hlukové odrazy,
- pri meraní nie je nutné vytvárať bezodrazové akustické podmienky v miestnostiach,
- automatická synchronizácia merania a snímaných obrazových dát,
- použitie len jednej sondy typu (PU mini alebo PU Regular),
- mapovanie malých a veľkých plôch, zakrivených povrchov,
- akustické mapovanie s vysokým rozlíšením. [5]

#### APLIKÁCIA METODIKY PRI VYBRANOM ZDROJI HLUKU

Vybraný zdroj hluku predstavoval v tomto prípade mobilný telefón. Na mobilnom telefóne boli pozorované prostredníctvom metódy Scan and Paint tieto akustické veličiny:

- akustická intenzita,
- akustický tlak,
- akustická rýchlosť častíc.

Pri realizácii merania bolo použité nasledovné technické vybavenie:

- intenzitná sonda typu PU mini,
- web kamera,
- notebook,
- MFDAQ – 2.

MFDAQ – 2 je dvojkanálové zariadenie určené pre zber dát vyrobené spoločnosťou Microflown Technologies (obr. 4).



Obr. 4 - Zobrazenie zapojenia MFDAQ – 2 počas merania

MFDAQ – 2 je na obrázku 4 vzájomne prepojený pomocou dvoch analógových kanálov. Tieto analógové kanály majú vstupy označené ako P (tlak) a U (rýchlosť akustických častíc). K dispozícii má ešte jeden výstupný kanál, ktorý slúži na zosilňovanie zdroja a tlačidlo slúžiace na kalibráciu. MFDAQ – 2 bol k notebooku pripojený štandardným USB káblom.



Obr. 5 - Technické vybavenie použité pri meraní

Na obrázku 5 je rozmiestnenie použitých technických zariadení v laboratóriu. Pri meraní akustických veličín nebolo nutné vytvárať bezodrazové akustické podmienky v miestnosti, pretože ako už bolo spomenuté, sonda typu PU mini nie je citlivá na okolitý ruch a šum v prostredí.

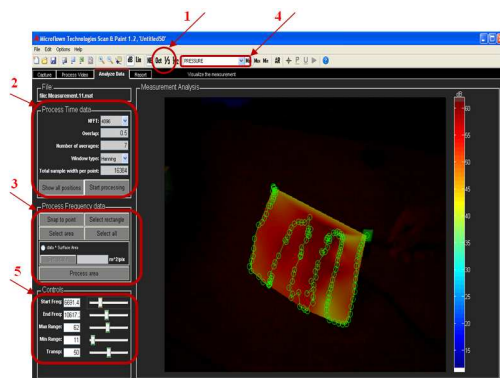
#### PRIEBEH MERANIA METÓDOU SCAN AND PAINT

Mobilný telefón predstavoval stacionárny zdroj hluku. Microflow, ktorý je implementovaný v sonde PU mini je smerový. To znamená, že pri skenovaní mobilného telefónu bola dôležitá orientácia sondy PU mini. Intenzitná sonda PU mini (obr. 6) bola nasmerovaná tak, aby Microflow pôsobil pri skenovaní v kolmom smere na mobilný telefón.



Obr. 6 - Sonda PU mini označená zeleným papierom

Intenzitnou sondou PU mini prebiehalo skenovanie v tesnej blízkosti nad uloženým mobilným telefónom, ktorý emitoval huk v rôznych frekvenciách. Následne celý proces skenovania bol automaticky zaznamenaný pomocou web kamery na video. K integrácii získaných audio dát a video dát bol použitý softvér Scan and Paint (obr. 7). K rozpoznaní sondy PU mini softvérom Scan and Paint bol použitý zelený papier, (obr. 6) prostredníctvom ktorého sa snímala dráha skenovania (obr. 7).

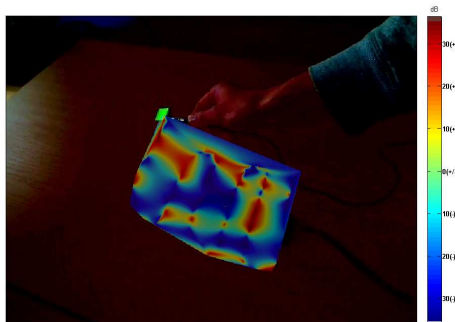


Obr. 7 - Dráha skenovania s vygenerovanou akustickou mapou – softvér Scan and Paint

Meranie prebiehalo v 1/3 oktávového pásma (ovládaci prvok 1). Interval začatia procesu a ukončenia procesu skenovania sa dosiahol pomocou ovládacích prvkov na ovládacom paneli 2 (obr. 7). Prostredníctvom ovládacích prvkov (ovládaci panel 3) nasledovalo rozpoznávanie dráhy sondy PU mini v softvéri a vygenerovanie akustickej mapy. Funkciou ovládacieho prvku 4 je výber akustických veličín (v tomto prípade to bola intenzita zvuku, akustická rýchlosť častíc a akustický tlak) s príslušným zobrazením akustickej mapy pre každú veličinu. Spomenuté akustické veličiny boli posudzované v rôznych frekvenčných pásmach a rozsahoch (ovládaci panel 5), pričom sa pozoroval hluk na mobilnom telefóne emitujúci v rôznych frekvenciách.

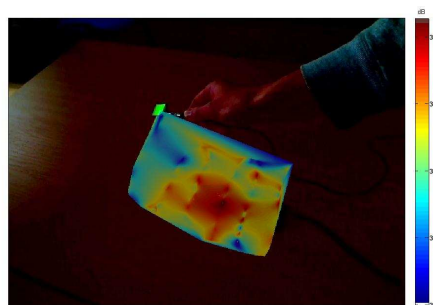
#### VÝSLEDOK MERANIA PRE POSUDZOVANÉ AKUSTICKÉ VELIČINY

Na obrázku 8 je zobrazená akustická mapa intenzity zvuku.



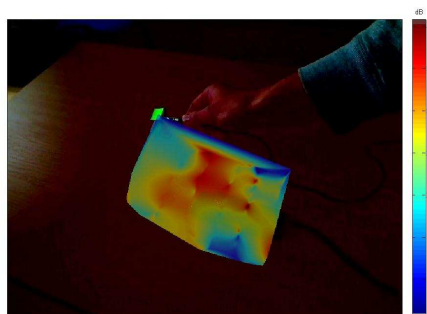
Obr. 8 - Intenzita zvuku

Na obrázku 9 je zobrazená akustická rýchlosť častíc formou akustickej mapy. Z mapy je jasne viditeľný intenzívny emitujúci zdroj červenou farbou.



Obr. 9 - Rýchlosť akustických častíc

Na akustickej mape (obr. 10) je vykreslený akustický tlak. Najintenzívnejší zdroj akustického tlaku sa nachádzal v strede mobilného telefónu. Najvyššia hodnota akustického tlaku na príslušnej frekvencii nepresiahla hranicu 40 dB.



Obr. 10 - Akustický tlak

## ZÁVER

Príspevok je venovaný intenzitnej sonde PU mini a jej aplikácii na vybranom stacionárnom zdroji hluku a práve intenzitnou sondou PU mini mi bola priblížená problematika vizualizácie hluku v praxi. V analytickej časti práce je popísaná práca s intenzitnou sondou typu PU mini prostredníctvom ktorej prebiehalo meranie akustických veličín v blízkom poli. Na meranom objekte bolo pozorované emitovanie hluku na rôznych frekvenciách a v rôznych frekvenčných rozsahoch. Hlavná koncentrácia akustickej energie sa nachádzala pri reproduktore mobilného telefónu. Celý priebeh merania v príslušnom softvéri Scan and Paint sa vyznačoval predovšetkým jednoduchosťou a časovou nenáročnosťou.

## ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] HEPING, Shen, Tecplot Inc. Case Study.: Acoustic. If you could only see what we hear: using visualization for faster understanding of noise issues 2009 [online]. [cit.13-11-2012]. Dostupné na internete: <<http://www.tecplot.com/Community/CaseStudies/UsingVisualizationforUnderstandingNoiseIssues.aspx>>
- [2] RÁCKO, Vladimír: 3D Vizualizácia Seizmických vlnových Polí: Diplomová práca. Bratislava: UK, 2004. 70 s. [online]. [cit.13-11-2012]. Dostupné na internete: <<http://www.dcs.fmph.uniba.sk/diplomovky/obhajene/getfile.php/Diplomov%E1+pr%E1ca.pdf?id=51&fid=94&type=application%2Fpdf>>
- [3] Microflown Technologies, PU Regular [online]. [cit.05-10-2012]. Dostupné na internete:<<http://www.microflown.com/products/standard-probes/pu-regular.html>>
- [4] BREE, Hans-Elias et. al.: Microflown Technologies, Scan&Paint, a new fast tool for sound source localization and quantification of machinery in reverberant conditions [online]. [cit.12-09-2012]. Dostupné na internete: <[http://www.microflown.com/files/media/library/Publications/Nearfield/2010\\_scanpaint\\_vdi.pdf](http://www.microflown.com/files/media/library/Publications/Nearfield/2010_scanpaint_vdi.pdf)>
- [5] Microflon Technologies, Scan and Paint [online]. [cit.13-11-2012]. Dostupné na internete:<<http://www.microflown.com/markets/nvh/scan-paint.htm>>
- [6] Microflon Technologies, Market solutions, Automotive NVH Scan and Paint [online]. [cit.13-12-2012]. Dostupné na internete:<[http://www.microflown.com/markets/manufacturing-industries/scan-paint\\_7bcc9.htm](http://www.microflown.com/markets/manufacturing-industries/scan-paint_7bcc9.htm)>

## ADRESY AUTOROV

**Miroslav BADIDA**, Dr.h.c. prof. Ing. PhD., Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra environmentalistiky, Park Komenského 5, 042 00 Košice, e-mail: >miroslav.badida@tuke.sk<

**Zuzana FARKAŠOVSKÁ**, Ing. PhD., Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra environmentalistiky, Park Komenského 5, 042 00 Košice, e-mail: >zuzana.farkasovska@tuke.sk<

## RECENZENT

**Pavol LIPTAI**, Ing. PhD., Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra environmentalistiky, Park Komenského 5, 042 00 Košice, e-mail: >pavol.liptai@tuke.sk<