

**Ročná správa o riešení projektu
za rok 2018**

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-15-0327**Vyvoj a výskum metodík optimalizácie akustických vlastností a akustickej kvality
zariadení emitujúcich hluk**Zodpovedný riešiteľ **Dr.h.c. prof., Ing. Miroslav Badida, PhD.**Príjemca **Technická univerzita v Košiciach**Začiatok riešenia projektu **01.07.2016**Koniec riešenia projektu **30.06.2020****ROZBOR RIEŠENIA PROJEKTU (max. 10 strán)**

Uvedte podľa nasledujúcej záväznej osnovy:

- 1. Postup prác pri riešení projektu u príjemcu, ako aj spolupríjemcu podpory APVV
vzhľadom na harmonogram riešenia projektu**
- 2. Rozbor výsledkov riešenia vzhľadom na stanovené ciele**
- 3. Zoznam výstupov a prínosov projektu za posledný rok** – uvedte v prílohe – formulár
Výstupy a prínosy projektu za rok/obdobie (kópie deklarovaných výstupov sa
neprikladajú, je možné uviesť internetové odkazy na uvedené výstupy)
- 4. Upresnenie harmonogramu prác a cieľov na nasledujúci rok**

↓↓

- 1 Postup prác pri riešení projektu u príjemcu ako aj spolupríjemcu podpory APVV
vzhľadom na harmonogram riešenia projektu**

Tretia etapa riešenia projektu plynulo nadväzuje na experimentálne merania realizované v predchádzajúcej etape. V tretej etape boli realizované experimentálne merania v bezdovozvukovej komore s použitím vizualizačných nástrojov. V tejto etape boli zhodnotené metódy Near field acoustic a metóda realizovaná snímačom Microflown. Tieto metódy boli aplikované na automatickú práčku a vizualizáciu zdrojov hluku automatickej práčky. Všetky merania boli realizované v bezdovozvukovej komore v Technickom skúšobnom ústave v Piešťanoch, š.p., Piešťany.

Merania automatických práčok boli realizované pri režime odstred'ovania pri plnej kapacite práčky. Pracia náplň bola štandardizovaná v súlade s technickými normami.

Experimentálne merania s použitím týchto metód boli realizované v nasledujúcich krokoch:

1. Realizácia meraní akustického výkonu automatickej práčky podľa štandardizovaných metód za účelom poznania emisií hluku vybranej automatickej práčky.
2. Realizácia experimentálnych meraní prostredníctvom metódy Near field Acoustic.
3. Realizácia experimentálnych meraní prostredníctvom sondy Microflown.
4. Spracovanie výsledkov meraní pozostáva z nasledujúcich krokov:
 - generovanie akustických snímok,
 - generovanie frekvenčných spektier a spektrogramov,
 - analýza dominantných a kritických frekvenčných spektier,
 - identifikácia a lokalizácia čiastkových zdrojov hluku.
 - realizácia experimentálnych meraní prostredníctvom metódy near field Acoustic.
5. Komparácia metód Microflown a Near field acoustic s ostatnými už realizovanými metódami vykonanými v predošlej etape.

V tejto etape bola ukončená realizácia experimentálnych meraní v bezdozvukovej komore jednotlivými vizualizačnými nástrojmi a metódami. Na základe vyhodnotenia týchto meraní, ich aplikačných možností a vhodnosti bola navrhnutá všeobecná metodika vizualizácie zdrojov hluku domácich spotrebičov, ktorá je použiteľná po modifikácií pre väčšinu domácich spotrebičov.

Záverom možno konštatovať, že realizované aktivity v tejto etape sú v súlade s harmonogramom riešenia projektu.

2 Rozbor výsledkov riešenia vzhľadom na stanovené ciele

Podkladom pre návrh metodiky vizualizácie zdrojov hluku domácich spotrebičov bolo realizovanie experimentálnych meraní v bezdozvukovej komore (Obr. 1). Merania boli realizované na automatickej práčke rôznymi vizualizačnými technikami. V tejto etape boli merania skompletizované a boli použité metódy Near field acoustic a metóda Microflown. Vzhľadom na aplikačné možnosti jednotlivých zariadení, ich výhody a nevýhody bola navrhnutá metodika pre vizualizáciu zdrojov hluku domácich spotrebičov. Merania boli vykonané v bezdozvukovej komore v Technickom skúšobnom ústave Piešťany, s.p.



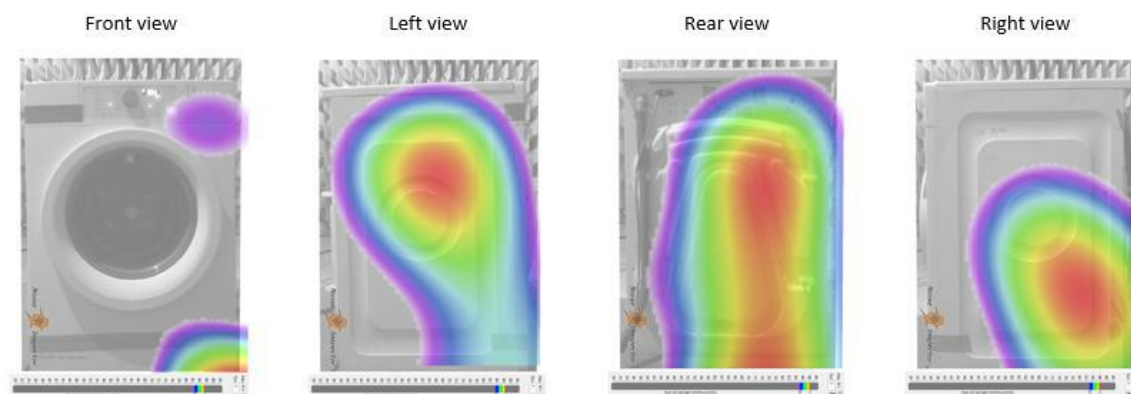
Obr. 1 Meranie v bezdozvukovej komore

V nasledujúcej časti sú uvedené výstupy pri ktorých boli použité:

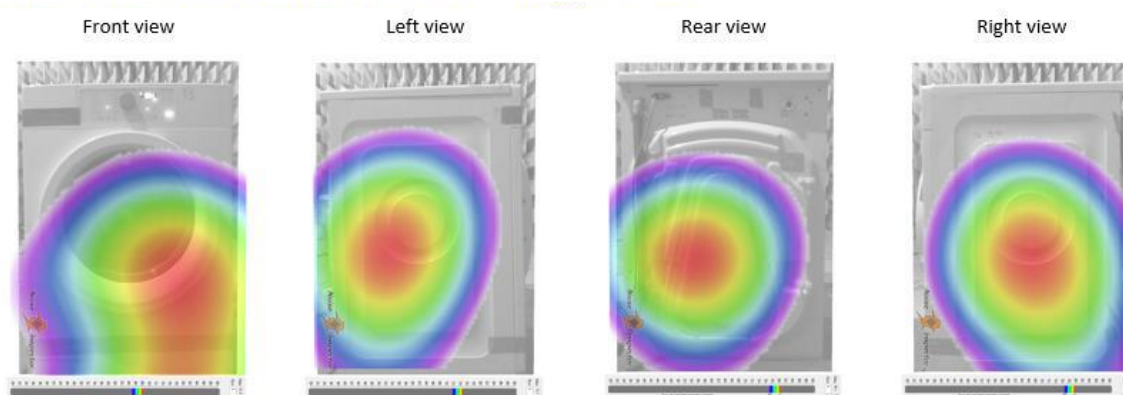
- metóda Near field acoustic,
- metóda Microslown.

Experimentálne merania metódou Near field Acoustic

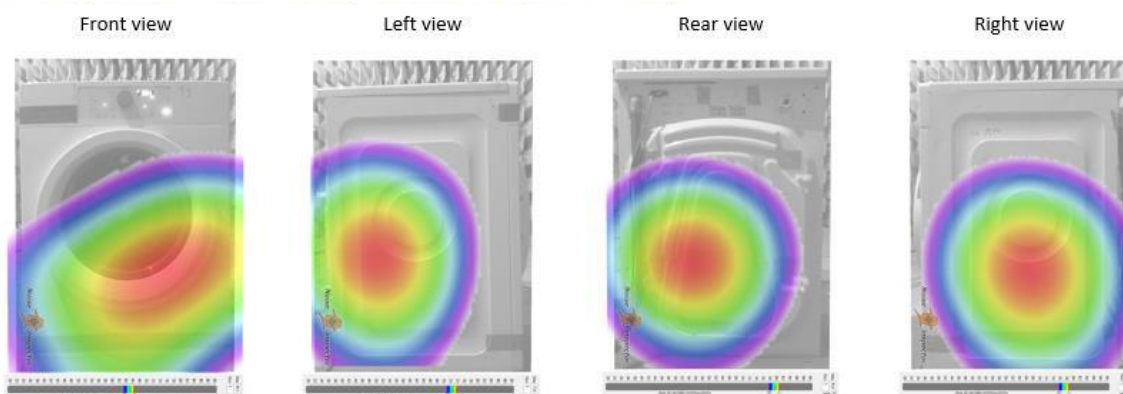
Vybrané akustické snímky z meraní metódou Near Field acoustic sú uvedené na Obr. 2.



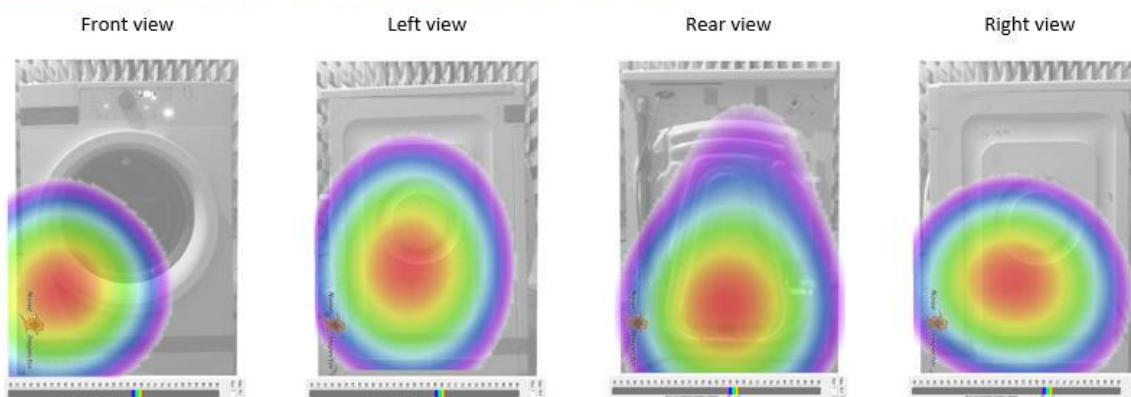
Akustické snímky z rôznych pohľadov vo frekvenčnom pásme 56 – 70 Hz



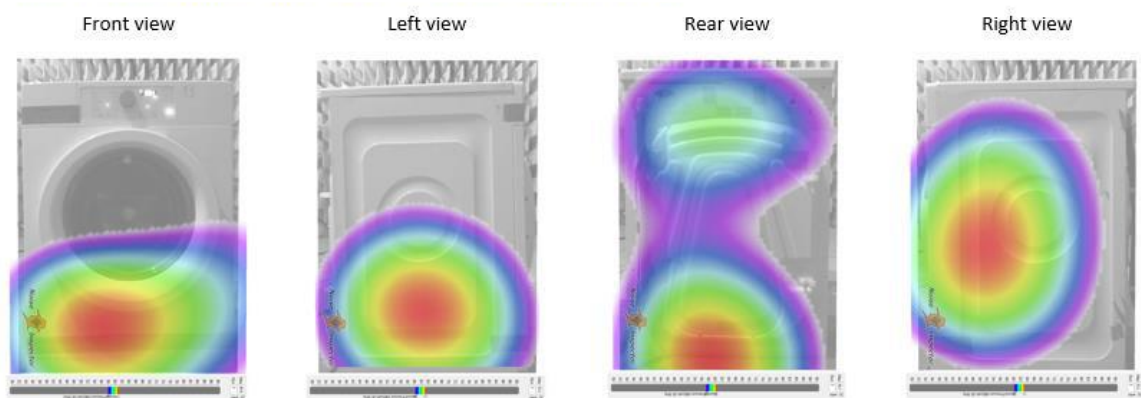
Akustické snímky z rôznych pohľadov vo frekvenčnom pásme 89 – 112 Hz



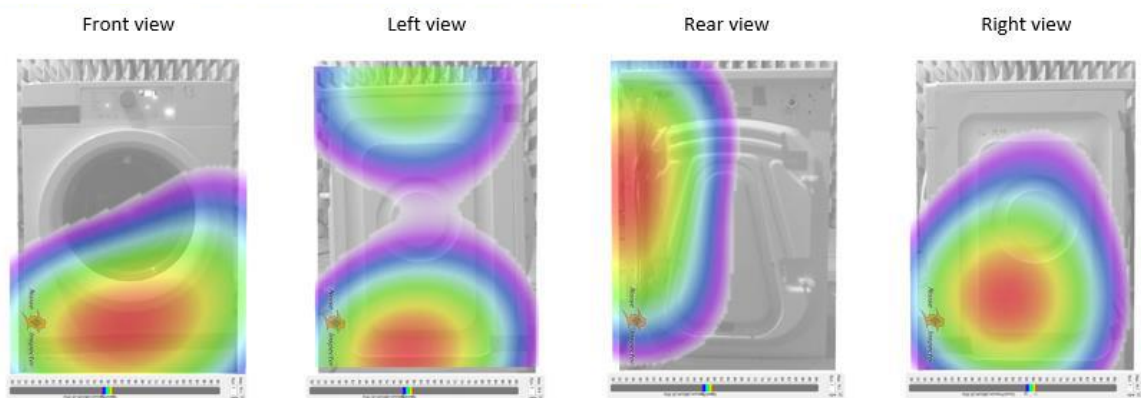
Akustické snímky z rôznych pohľadov vo frekvenčnom pásme 112 – 141 Hz



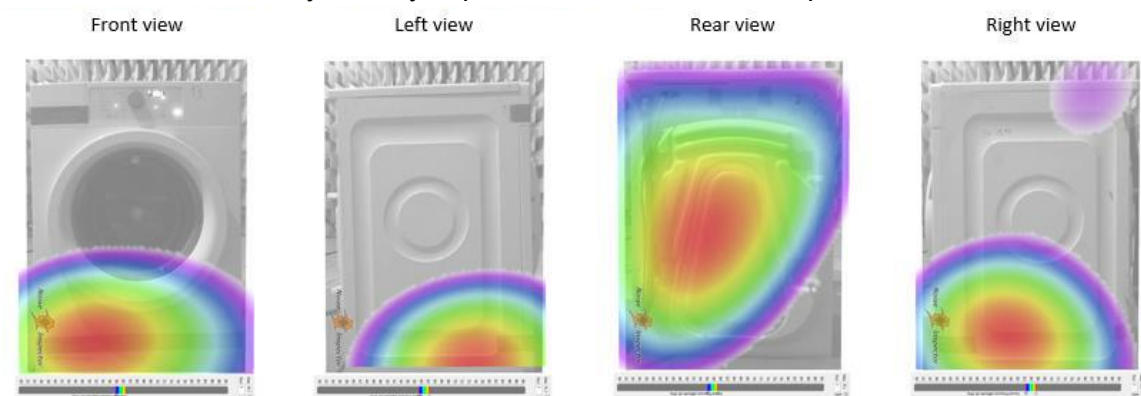
Akustické snímky z rôznych pohľadov vo frekvenčnom pásme 141 – 178 Hz



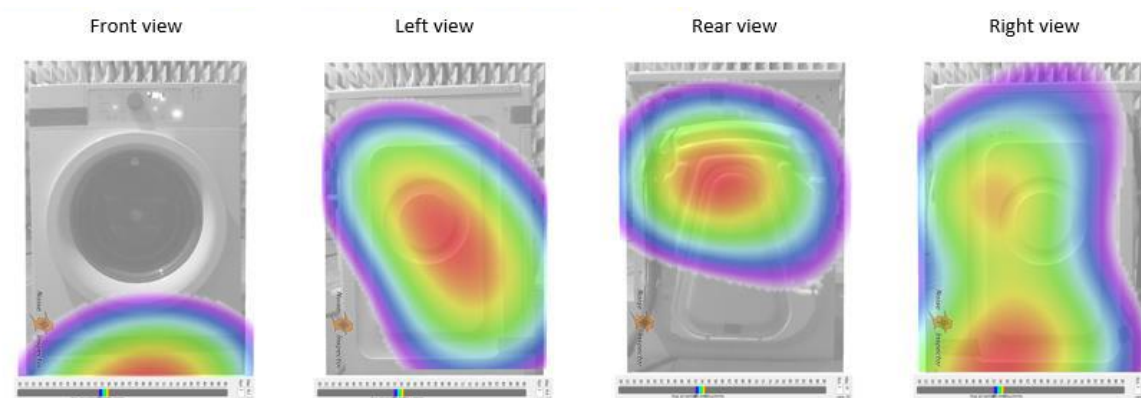
Akustické snímky z rôznych pohľadov vo frekvenčnom pásme 178 – 224 Hz



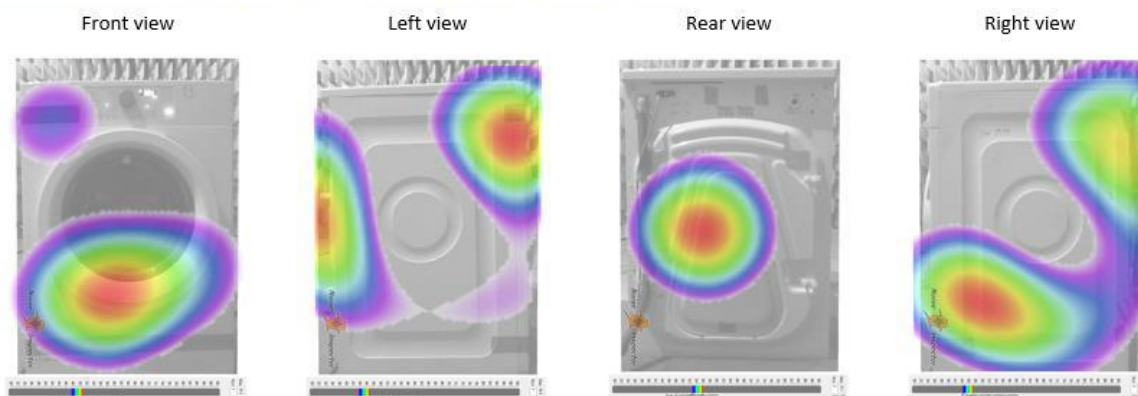
Akustické snímky z rôznych pohľadov vo frekvenčnom pásme 224 – 282 Hz



Akustické snímky z rôznych pohľadov vo frekvenčnom pásme 282 – 355 Hz



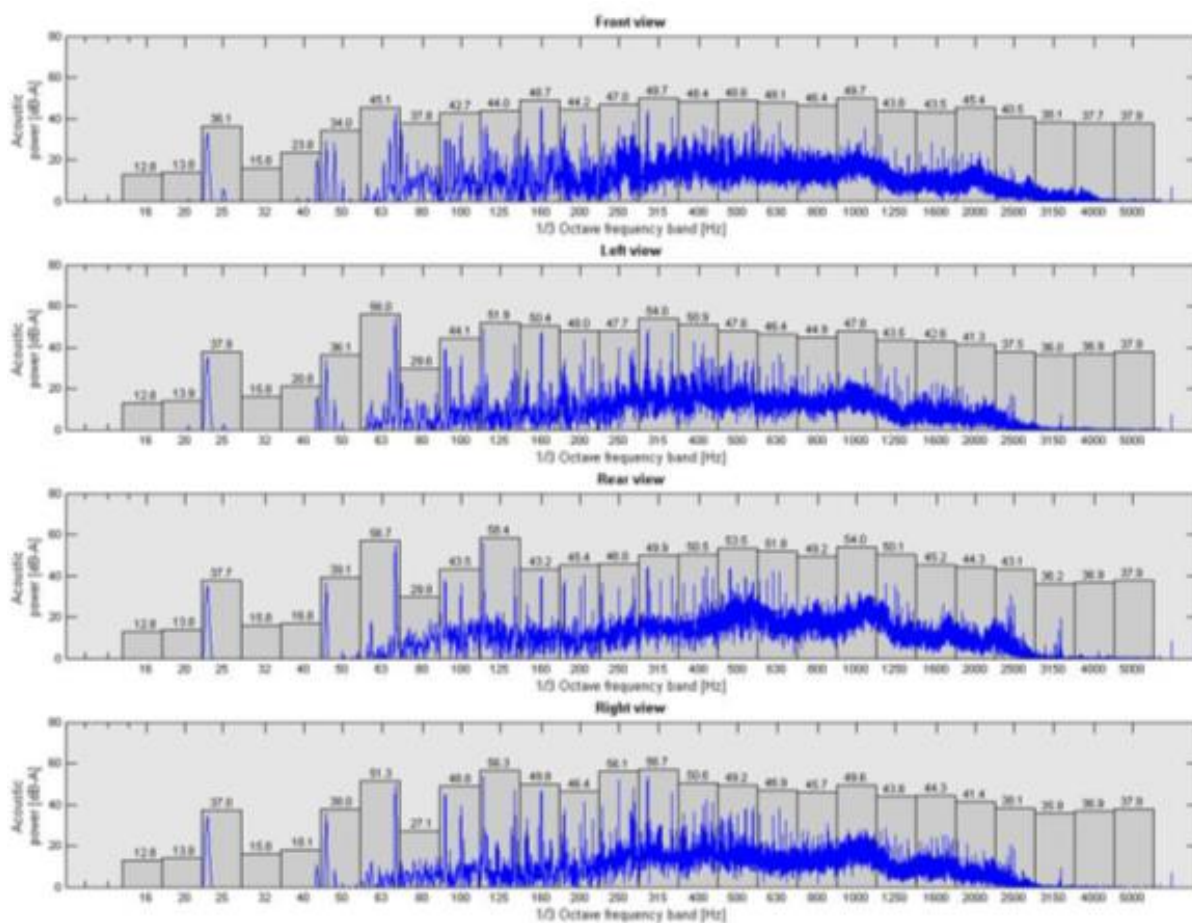
Akustické snímky z rôznych pohľadov vo frekvenčnom pásme 355 – 477 Hz



Akustické snímky z rôznych pohľadov vo frekvenčnom pásme 562 – 708 Hz

Obr. 2 Vybrané akustické snímky z meraní

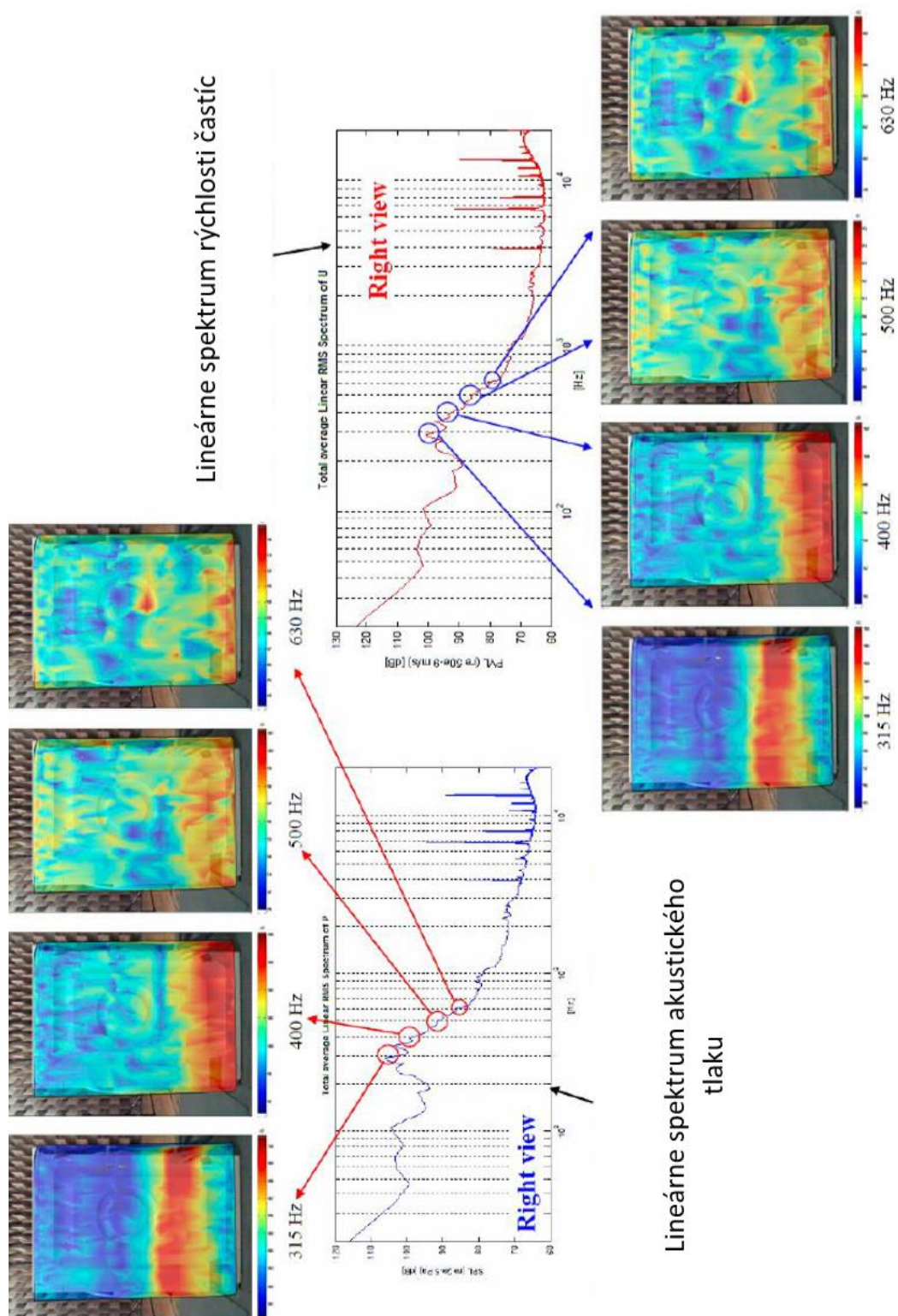
Príklady 1/3 oktávových spektier pri meraniach automatickej pračky sa uvádzajú na Obr. 3.



Obr. 3 1/3 oktávové frekvenčné spektra pri meraní automatickej pračky

Experimentálne merania metódou sondou Microflow

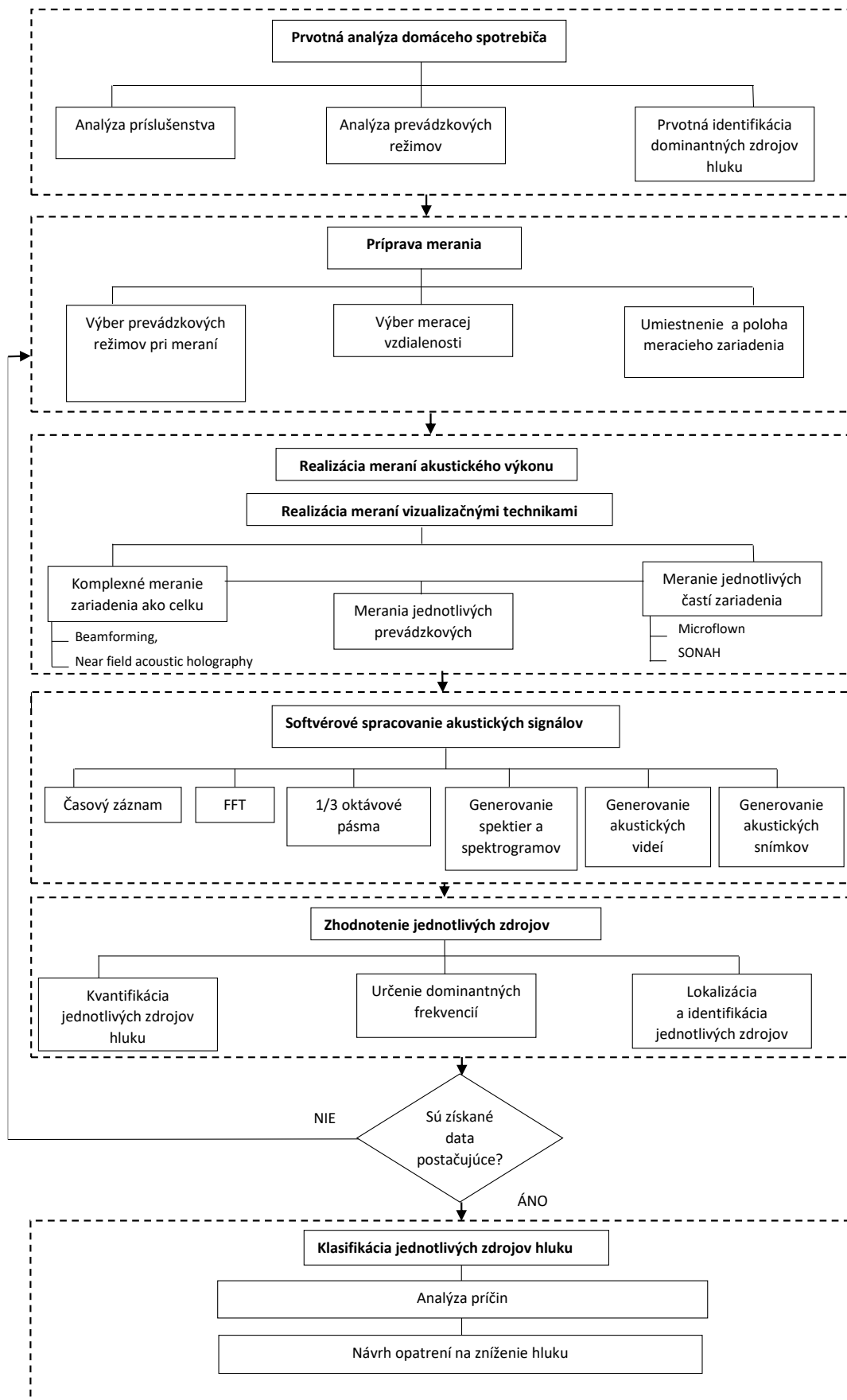
Na nasledujúcom Obr. 4 sú prezentované výsledky meraní pomocou sondy Microflow s vygenerovanými akustickými snímkami.



Obr. 4 Výsledky merania sondou Microflow

Návrh, vývoj a verifikácia metodiky identifikácie a lokalizácie zdrojov hluku

Riešitelia projektu APVV na základe svojich doterajších skúseností navrhli, vyvinuli a verifikovali metodiku identifikácie a lokalizácie zdrojov hluku domácich spotrebičov (pračky, sušičky, chladničky, kávovary, ...). Zjednodušená schéma metodiky identifikácie a lokalizácie zdrojov hluku je uvedená na Obr. 5.



Obr. 5 Schéma metodiky identifikácie a lokalizácie zdrojov hluku domácich spotrebičov

Navrhnutá metodika identifikácie a lokalizácie zdrojov hluku domácich spotrebičov pozostáva z nasledujúcich krokov:

a) Prvotná analýza domáceho spotrebiča

Prvým krokom postupu je predbežná kontrola predmetu vyšetrovania a zhromažďovanie základných informácií o funkciách a prevádzkových režimoch. Predbežná kontrola sa vykonáva predovšetkým vizuálnou a sluchovou kontrolou a hlavne dostupnou dokumentáciou.

b) Príprava merania

Pred meraním je potrebné zohľadniť zvukové parametre skúmaných zariadení. Dôležitým krokom je výber miesta merania a vzdialenosti merania od meraného objektu. Dôležitou časťou prípravy merania je analýza a výber prevádzkových režimov počas merania.

c) Realizácia merania

V prvom kroku sú vykonané merania akustického výkonu podľa normalizovaných metód, ktoré slúžia pre deklaráciu emisií hluku spotrebiča. Druhá časť procesu merania sa zameriava na celý vyšetrovaný objekt počas zvolených režimov prevádzky s vizualizačnými nástrojmi hluku. Pri meraní zariadenia ako celku je najvhodnejšie použiť metódu beamforming, pre malé domáce spotrebiče je možné použiť metódy blízkeho poľa s príslušným vizualizačným zariadením. Na základe predbežnej analýzy týchto meraní sa zistili čiastočne dominantné zdroje hluku. Na základe týchto meraní v prípade potreby je možné v ďalšom kroku realizovať meranie zamerané na jednotlivé zdroje hluku s použitím sondy Microflown alebo metódy SONAH.

d) Softvérové spracovanie akustických signálov

Meranie, ak nasledovalo spracovanie softvéru. Výsledky softvérového spracovania sú:

- akustické obrazy pre celé spektrum,
- akustické filmy pre celé spektrum,
- akustické snímky a videozáznamy pre zvolený frekvenčný rozsah,
- FFT spektrálna analýza,
- analýza oktávovej pásma,
- analýza spektrogramov,
- frekvenčné váženie,
- počúvanie jednotlivých bodov.

e) Zhodnotenie jednotlivých zdrojov hluku

Na základe softvérového spracovania sa získavajú analyzované dáta. Jednotlivé zdroje hluku sú identifikované, lokalizované a kvantifikované. Frekvenčné spektrá sú priradené jednotlivým zdrojom hluku.

f) Klasifikácia jednotlivých zdrojov hluku

Komplexná analýza získaných údajov a výsledkov vedie ku klasifikácii jednotlivých zdrojov hluku domáceho spotrebiča pri jednotlivých prevádzkových režimoch. Touto analýzou je stanovená dôležitosť jednotlivých zdrojov hluku s bližšou charakteristikou. Na základe identifikovania a lokalizovania zdrojov hluku a ich charakteru je možné odhaliť slabé miesta zariadenia, ktoré prispievajú k zvýšeným emisiám hluku a hľadať príčiny. Všetky tieto analýzy a výsledky meraní tvoria komplexný základ pre návrh opatrení pre zníženie hlučnosti analyzovaného domáceho spotrebiča.

Experimentálne merania akustických vlastností materiálov impedančnou trubicou

Pomocou tejto metódy možno merať akustické vlastnosti materiálov napr. koeficient zvukovej pohltivosti, koeficient odrazu, normálovú impedanciu a normálovú admitanciu. Na tejto metóde je založená impedančná trubica (Obr. 6).



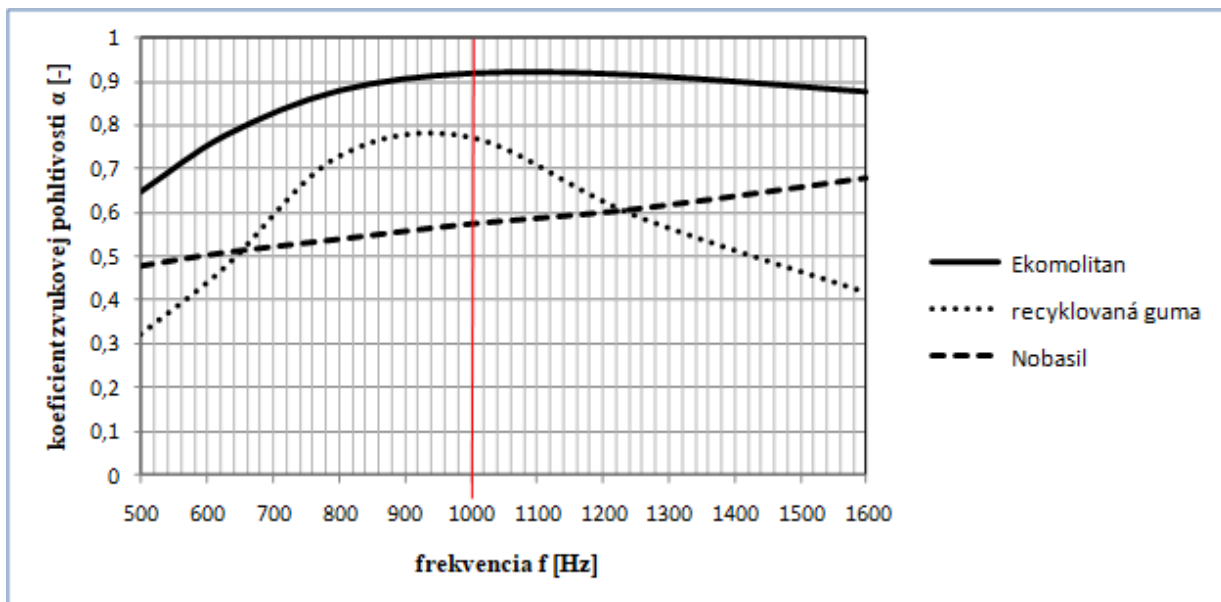
Obr. 6 Impedančná trubica

Navrhnutá metodika merania zahŕňa používanie impedančnej trubice, dve polohy umiestnenia mikrofónov a systém číslicovej kmitočtovej analýzy na určenie koeficienta zvukovej pohltivosti absorberov zvuku pre kolmý dopad zvuku. Môže sa aplikovať aj pre určenie akustickej povrchovej impedancie alebo povrchovej admitancie pre materiály pohlcujúce zvuk. Pretože impedančné pomery materiálov pohlcujúcich zvuk sú úmerné ich fyzickým vlastnostiam, ako je napríklad odpor proti prúdeniu vzduchu, pórovitosť, pružnosť a hustota.

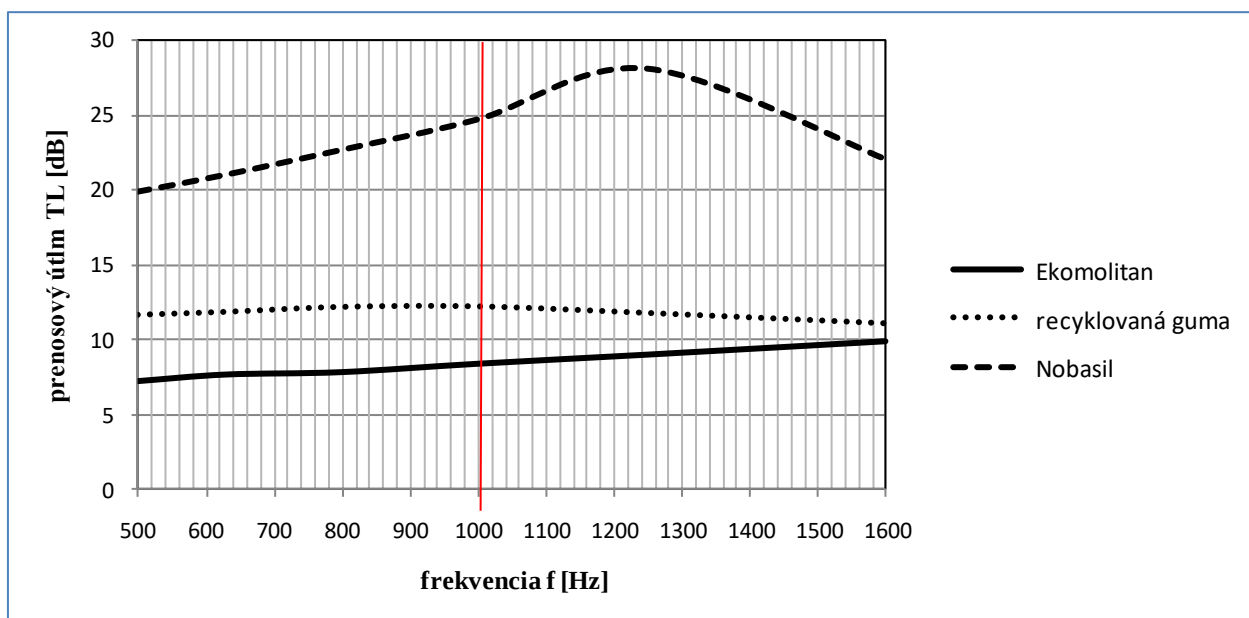
Na nasledujúcich grafoch sú uvedené ukážky výsledkov meraní jednotlivých materiálov pomocou impedančnej trubice. Konkrétne boli vykonané merania koeficientu hlukovej pohltivosti α (Obr. 8) a prenosového útlmu TL (Obr. 9). Pre potreby experimentálnych meraní bol použitý ako zvuk pohlcujúci materiál ekomolitan, recyklovaná guma a Nobasil (Obr. 7).



Obr. 7 Zvuk pohlcujúce materiály



Obr. 8 Zobrazenie zvukovej pohltivosti α meraných materiálov



Obr. 9 Zobrazenie prenosového útlmu TL meraných materiálov

Stanovenie akustických vlastností materiálov je dôležitou súčasťou návrhu opatrení na zníženie hlučnosti domácich spotrebičov. Na základe emitovaného hluku spotrebičom je dôležité zvoliť akustický vhodný materiál a práve impedančná trubica je efektívnym nástrojom, ktorý umožňuje stanovenie akustických vlastností materiálov.

3 Zoznam výstupov a prínosy projektu za posledný rok

Výstupy a prínosy riešenia projektu za rok 2018 sú uvedené vo formulári Výstupy a prínosy projektu za rok 2018.

4 Upresnenie harmonogramu prác a cieľov na nasledujúci rok

V roku 2019 riešiteľský kolektív na základe výsledkov a skúseností získaných v predchádzajúcich etapách riešeného výskumného projektu sa zameria na:

- pokračovanie výskumu, vývoja a verifikácie metodiky pre stanovenie akustických vlastností materiálov aplikovateľných pre potreby materiálov hluku domácich spotrebičov:
 - experimentálne merania akustických vlastností vhodných materiálov (na báze recyklovaných materiálov) pomocou impedančnej trubice, vyhodnotenie meraní (01/2019 - 02/2019),
 - experimentálne merania akustických vlastností vhodných materiálov (na báze recyklovaných materiálov) pomocou PU Regular sondou (01/2019 - 04/2019),
- vytvorenie databázy akustických pohltivých materiálov a ich vlastností aplikovateľných v konštrukciách domácich spotrebičov emitujúcich hluk (04/2019 - 06/2019),
- návrh, vývoj a verifikácia metodiky stanovenia psychoakustických parametrov domácich spotrebičov emitujúcich hluk (06/2019 - 12/2019),
- experimentálne merania pomocou binaurálnej meracej techniky - umelá hlava, stanovenie štandardov psychoakustických parametrov jednotlivých skupín domácich spotrebičov (06/2019 - 12/2019).

