

**Ročná správa o riešení projektu
za rok 2019**

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 spolu príjemcu podpory APVV
vzhľadom na harmonogram riešenia projektu**

Táto etapa riešenia projektu plynulo nadväzuje na predchádzajúce etapy, ktoré boli zamerané na identifikáciu a lokalizáciu čiastkových zdrojov hluku domáчих spotrebičov. Po úspešnej analýze zdrojov hluku domáceho spotrebiča je realizácia opatrení na zníženie hlučnosti domáчих spotrebičov a zvýšenie ich akustickej kvality. Základným opatrením je zabránenie šírenia sa hluku od zdroja. Pre zabránenie šírenia sa hluku sa v domáчих spotrebičoch aplikujú materiály s vhodnými akustickými vlastnosťami. Hlavným cieľom je výber materiálu pre daný spotrebič resp. pre emitovaný charakter zvuku. Pre výber materiálu je potrebné poznať akustické vlastnosti daného materiálu. Poznanie akustických vlastností materiálu je možné stanoviť dvoma základnými metódami. Prvou metódou je meranie akustických vlastností prostredníctvom impedančnej trubice.

Druhou možnosťou je merania akustických vlastností materiálov je použitie špeciálneho snímača PU Regular sondou.

V súlade s harmonogramom projektu bolo realizovaných množstvo meraní akustických vlastností materiálov najčastejšie aplikovateľných v domácich spotrebičoch. Na základe realizovaných meraní akustických vlastností materiálov prostredníctvom impedančnej trubice bola navrhnutá metodika merania týmto zariadením.

Druhou možnosťou ako je vyššie spomenuté je možnosť merania akustických vlastností materiálov s použitím špeciálneho snímača PU Regular sondy. Meranie touto metódou je rýchle a umožňuje merania nielen v laboratórnych podmienkach. Pri meraní touto metódou odpadá nutnosť prípravy vzorky materiálu, ale presnosť výsledkov v porovnaní s meraniami v impedančnej trubici je nižšia. Meranie PU Regular sondou bolo realizované s použitím viacerých akustických materiálov, a tieto merania boli porovnané aj s meraniami prostredníctvom impedančnej trubice.

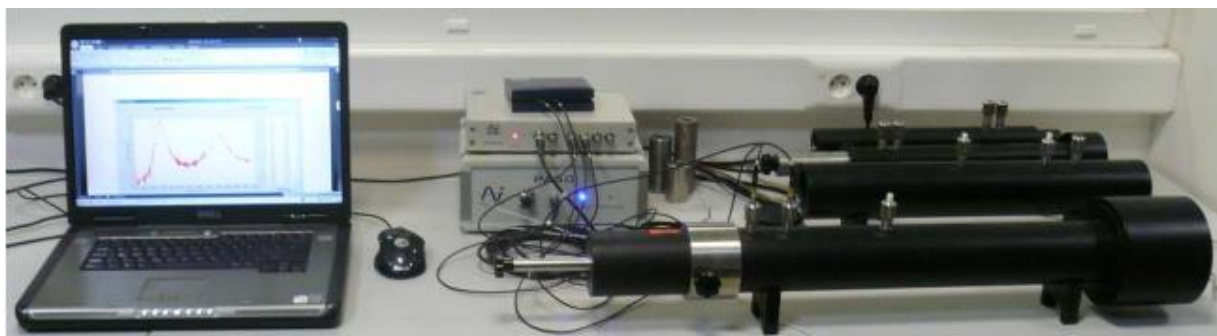
Použitie akustických materiálov na zníženie hlučnosti domácich spotrebičov je účinnou metódou a kvantitatívne znižuje množstvo vyžarovanej akustickej energie. Dôležitou súčasťou komplexného zhodnotenia vyžarovaných emisií zvuku je aj posúdenie vnímania zvuku spotrebiča zákazníkom.

Z tohto dôvodu v ďalšej časti bola navrhnutá metodika posúdenia kvality zvuku psychoakustickými metódami. Týmto metódami sa posúdia psychoakustické parametre zvuku a následne je možné stanoviť akustickú kvalitu zvuku domácich spotrebičov z hľadiska vnímania zvuku zákazníkom.

Pre merania a vyhodnotenia psychoakustických parametrov boli použité automatické práčky. Merania boli realizované v bezdovukovej komore v Technickom skúšobnom ústave v Piešťanoch, š.p., Piešťany. Merania boli realizované v rôznych režimoch. Nad rámec rozsahu prác uvedených v projekte bolo vykonaná aj dotazníkové hodnotenie kvality zvuku automatických práčok, čo prispeje k celkovému poznaniu akustickej kvality daného produktu a je dôležitým podkladom pre vytvorenie predikčného modelu hodnotenia zvukovej kvality.

2 Rozbor výsledkov riešenia vzhľadom na stanovené ciele

Experimentálne merania akustických vlastností materiálov aplikovateľných pre zníženie hlučnosti akustických parametrov boli realizované na pripravených vzorkách materiálov s rôznou hrúbkou. Rovnako boli merané aj sendvičové materiály (vrstvené z rôznych materiálov).

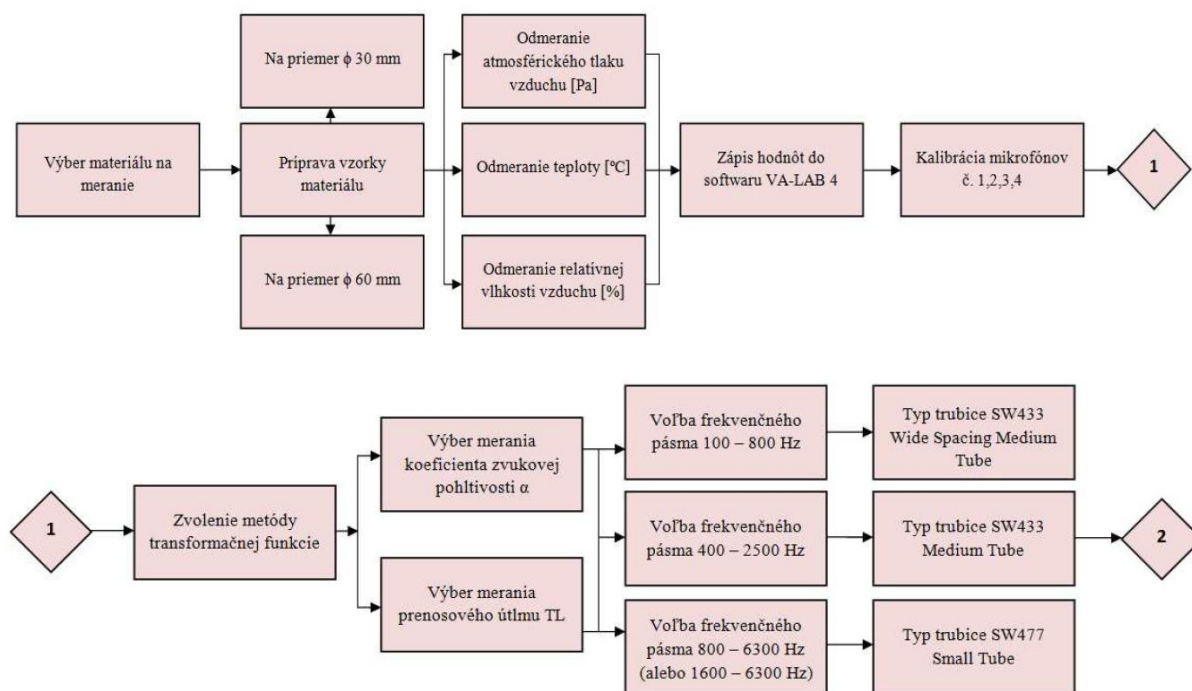


Obr. Impedančná trubica

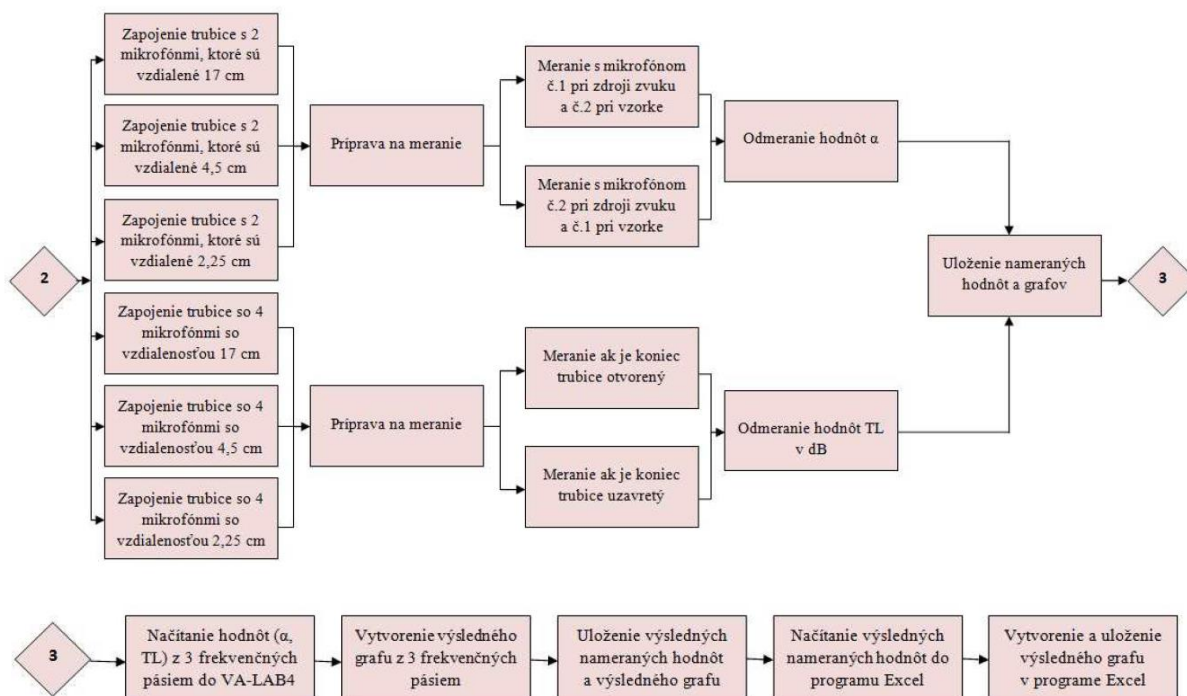


Obr. Vzorky meraných materiálov

Na základe série realizovaných meraní bola navrhnutá metodika pre merania akustických vlastností materiálov prostredníctvom impedančnej trubice. Navrhnutá metodika a navrhnutý postup merania je prezentovaný na nasledujúcich schémach.



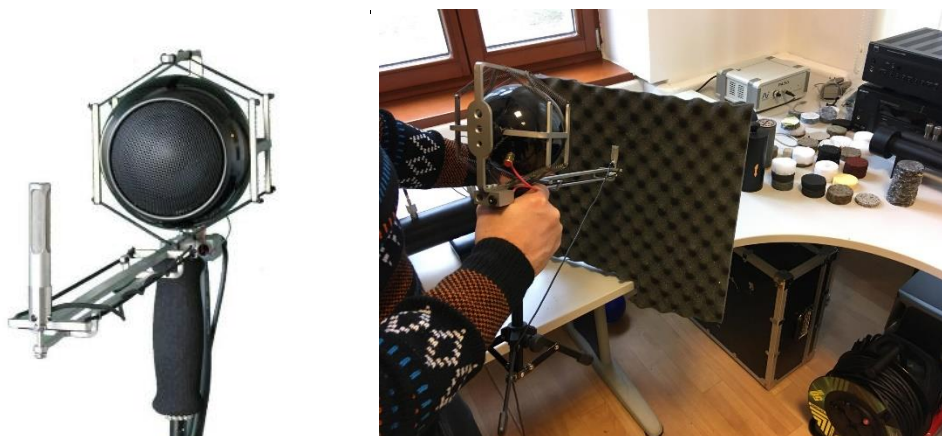
Obr. Návrh metodiky merania akustických vlastností materiálov – 1. časť



Obr. Návrh metodiky merania akustických vlastností materiálov – 2. časť

Meraním akustických vlastností materiálov aplikovateľných v domácych spotrebičov impedančnou trubicou boli získané dôležité parametre týchto materiálov. Na základe týchto parametrov je následne možné určiť vhodnosť aplikácie konkrétneho materiálu pre zvolenú výrobnú skupinu spotrebičov na základe charakteru emitovaného zvuku. Táto metóda poskytuje presné údaje o jednotlivých parametroch.

V prípade ak je nie je možné pripraviť vzorku materiálu alebo merania sa má realizovať mimo laboratória je možné realizovať merania prostredníctvom špeciálnej sondy.



Obr. Meranie akustických vlastností materiálov PU regular sondou

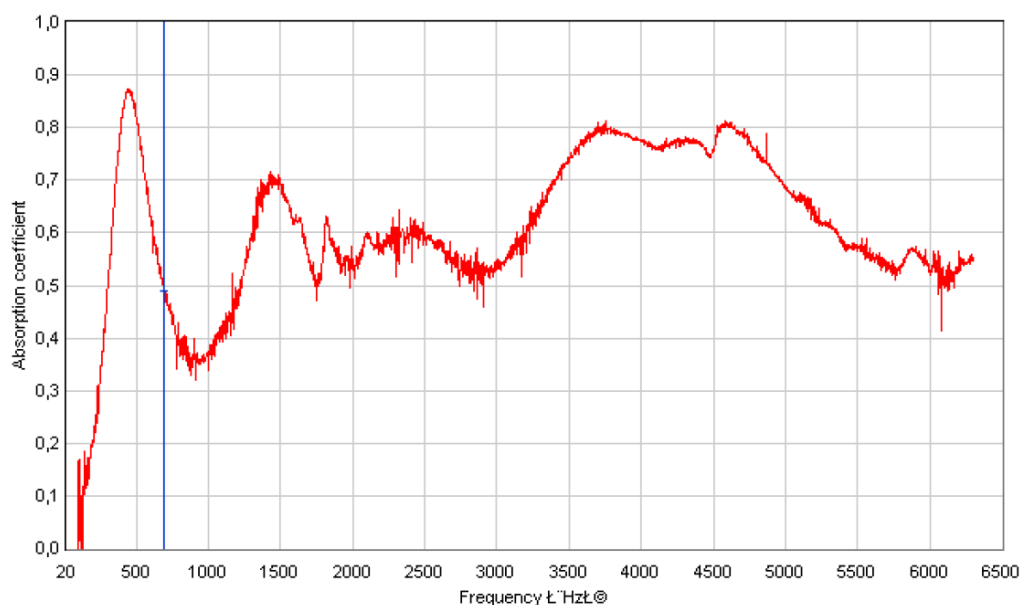
Na základe série meraní akustických vlastností bola vytvorená databáza akustických vhodných materiálov aplikovateľných v domácich elektrospotrebičoch.

Merania boli vykonané hlavne na vzorkách materiálov na báze:

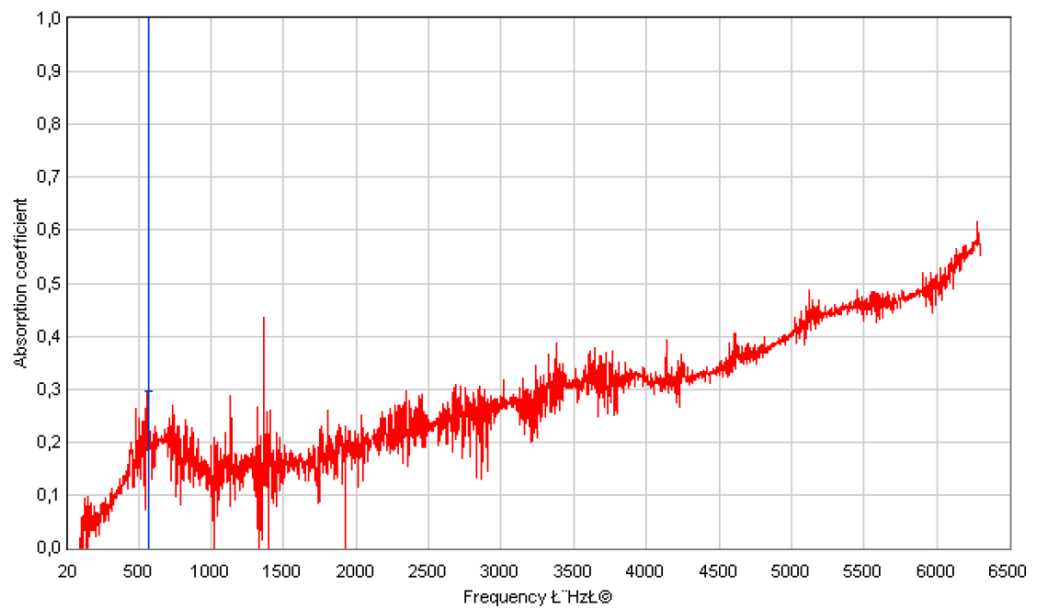
- polystyrén (styrcon, ekostyrén),
- minerálna vlna,
- drevovláknitá doska,
- sadrovláknité dosky,
- guma,
- recyklovaný textil,
- recyklovaná guma,
- PUR,
- Molitan.

V nasledujúcich obrázkoch sú prezentované vybrané výsledky akustických vlastností materiálov.

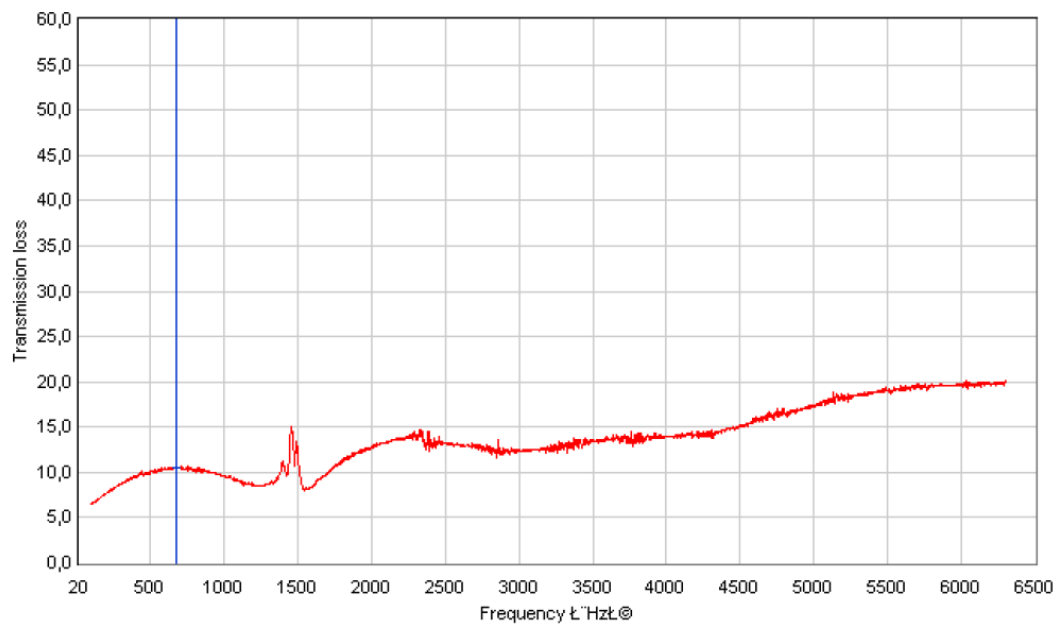
Koeficient zvukovej pohltivosti pre materiál Styrcon o hrúbke 9 cm



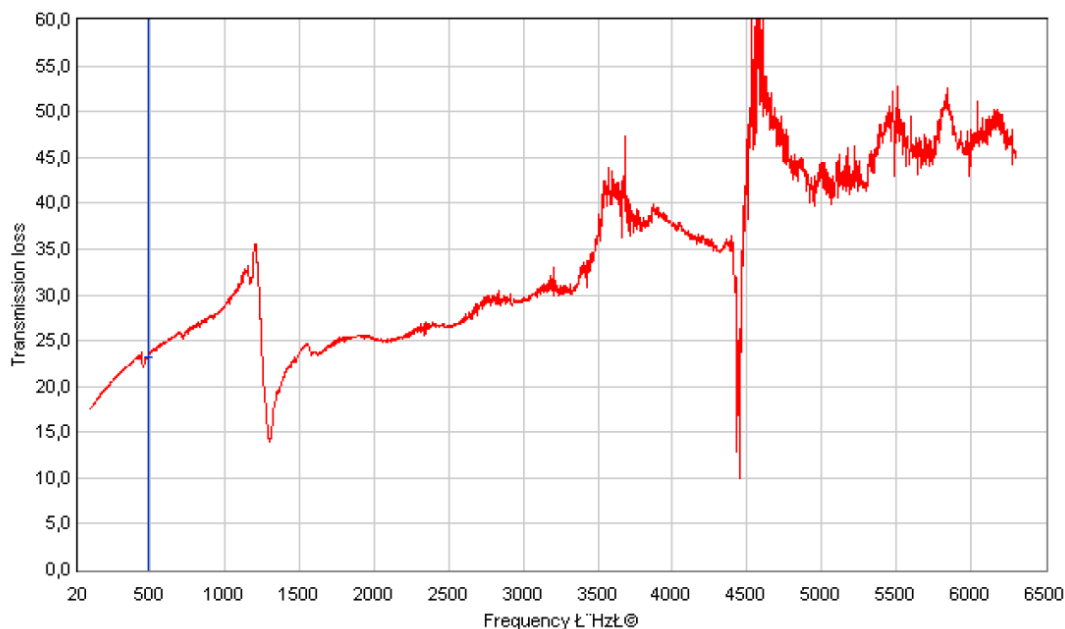
Koeficient zvukovej pohltivosti pre materiál Ekostyren o hrúbke 3 cm



Prenosový útlm pre materiál Styron o hrúbke 6 cm



Prenosový útlm pre materiál Ekostyren o hrúbke 3 cm



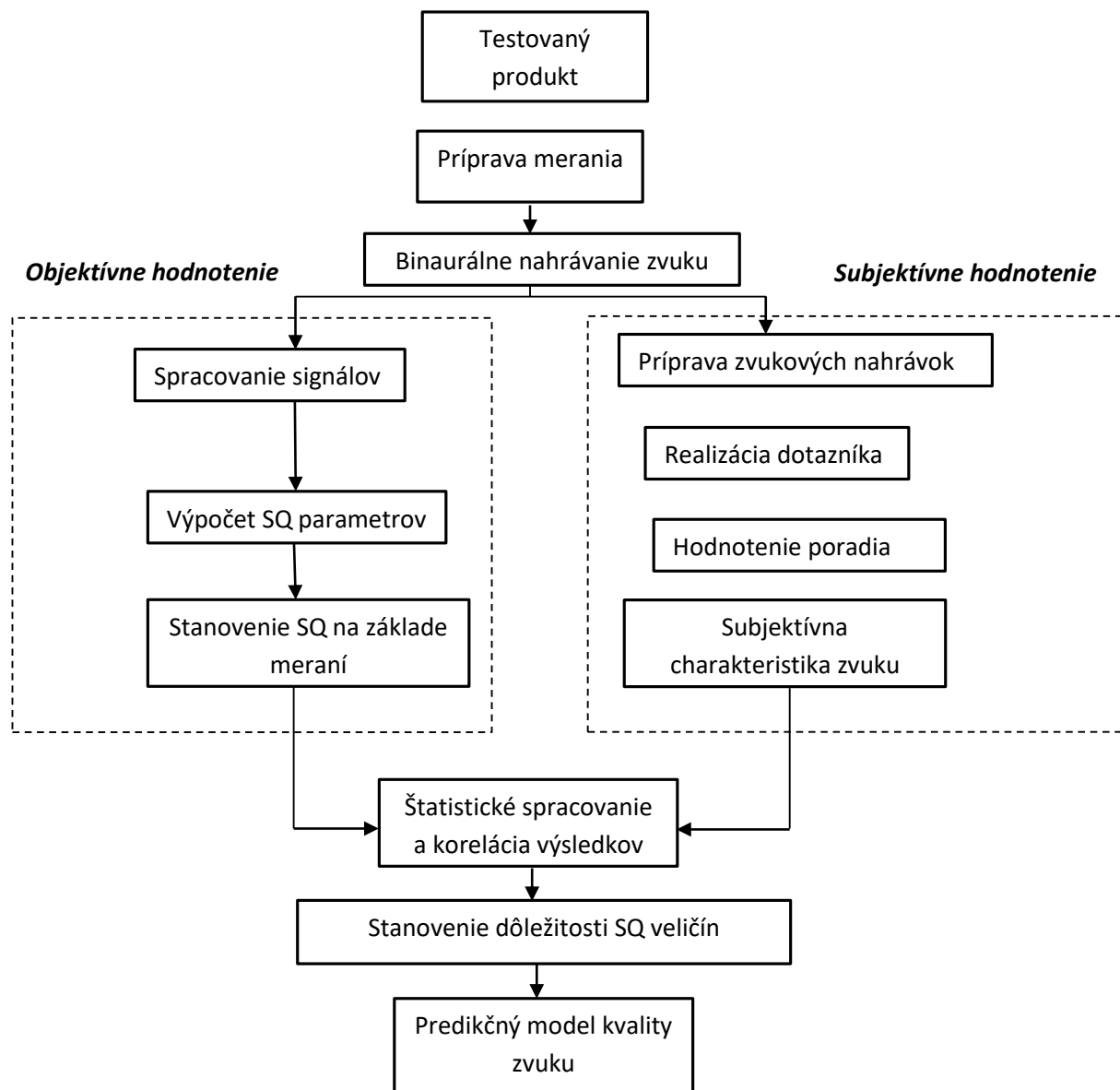
Frekvencia f [Hz]	Koeficient zvukovej pohltivosti α [-]		
	Polystyrén	Styrcen	Ekostyren
100	0,14	0,17	-0,10
125	0,06	0,11	0,05
160	0,05	0,05	0,08
200	0,06	0,07	0,05
250	0,04	0,07	0,06
315	0,07	0,08	0,08
400	0,11	0,11	0,13

500	0,11	0,12	0,16
630	0,10	0,18	0,19
800	0,11	0,31	0,16
1000	0,12	0,60	0,16
1250	0,12	0,92	0,17
1600	0,16	0,66	0,15
2000	0,18	0,65	0,19
2500	0,27	0,35	0,24
3150	0,63	0,31	0,29
4000	0,36	0,52	0,32
5000	0,33	0,75	0,41
6300	0,49	0,52	0,55

Obr. Porovnanie koeficienta zvukovej pohltivosti na báze polystyrénu

V ďalšej časti bola navrhnutá metodika pre meranie psychoakustických vlastností domácich spotrebičov. Merania boli realizované v bezdozvukovej komore. Merania boli vykonané s automatickými prístrojmi. Nad rámec projektu bol realizovaný aj dotazníkový prieskum zameraný na posúdenie kvality zvuku s cca 80-timi respondentami. Realizácia takéhoto dotazníkového prieskumu umožňuje vytvorenie predikčného modelu hodnotenia kvality zvuku pre danú výrobnú skupinu.

V nasledujúcej schéme je navrhnutá metodika stanovenia psychoakustických parametrov domácich spotrebičov.



Obr. Metodika stanovenie psychoakustických parametrov domácich spotrebičov

Na základe navrhnutej metodiky boli realizované merania psychoakustických parametrov automatických práčok v bezdovukovej komore.



Obr. Meranie psychoakustických parametrov automatických práčok

V nasledujúcej tabuľke sú uvedené výsledky merania a stanovené psychoakustické parametre piatich automatických práčok zhora plnených.

Tab. Výsledky merania psychoakustických parametrov v režime napúšťania

	Drsnosť	Ostrosť	Hlasitosť	Tonalita	Fluktuácia	Σ hodnota*váha	Hodnotenie
AEG	1,12	2,36	4,43	0,046	0,0178	1,77030854	5
BOSCH	1,34	2,08	3,43	0,0831	0,019	1,50132175	4
Miele	1,07	1,59	3,03	0,0407	0,014	1,21512405	1
Samsung	0,935	2,3	2,14	0,208	0,0968	1,39159924	2
Whirlpool	1,04	2,2	2,73	0,0598	0,0189	1,41354367	3

Tab. Výsledky merania psychoakustických parametrov v režime odstred'ovania

	Drsnosť	Ostrosť	Hlasitosť	Tonalita	Fluktuácia	Σ hodnota*váha	Hodnotenie
AEG	1,32	1,86	6,91	0,143	0,0274	2,31389514	3
BOSCH	1,96	1,89	8	0,0335	0,0269	2,71284459	5
Miele	1,71	2,14	6,38	0,0741	0,0263	2,31904633	4
Samsung	1,16	1,56	4,58	0,11	0,0239	1,66392279	1
Whirlpool	1,24	1,43	5,68	0,0944	0,0227	1,91831907	2

Tab. Výsledky merania psychoakustických parametrov v režime prania

	Drsnosť	Ostrosť	Hlasitosť	Tonalita	Fluktuácia	Σ hodnota*váha	Hodnotenie
AEG	0,537	1,19	0,862	0,0591	0,0226	0,52465386	1
BOSCH	0,836	1,21	1,74	0,0296	0,0299	0,85144069	4
Miele	0,995	1,15	1,81	0,624	0,0642	0,96336682	5
Samsung	0,596	0,881	1,11	0,627	0,0207	0,61740907	3
Whirlpool	0,639	1,09	0,899	0,0318	0,0266	0,55395936	2

3 Zoznam výstupov a prínosy projektu za posledný rok

Výstupy a prínosy riešenia projektu za rok 2019 sú uvedené vo formulári Výstupy a prínosy projektu za rok 2019.

4 Upresnenie harmonogramu prác a cieľov na nasledujúci rok

V roku 2020 riešiteľský kolektív na základe výsledkov a skúseností získaných v predchádzajúcich etapách riešení výskumného projektu sa sústreďí na:

- vývoj a verifikáciu metodiky optimalizácie akustických vlastností domácich spotrebičov. (Identifikácia kritických miest, návrh rámcových možností pre redukciu hluku, návrh možností zlepšenia psychoakustických parametrov domácich spotrebičov, posúdenie realizovateľnosti a efektívnosti navrhnutých opatrení z ekonomického, technického, environmentálneho a legislatívneho hľadiska),
- návrh rámcových možností technických riešení (Návrh technických riešení smerujúcich k optimalizácii akustických vlastností jednotlivých produktov).