



# AKUSTICKÁ SPRÁVA časť Priestorová akustika

## Modernizácia divadla vo Fil'akove



**Číslo zákazky:** 17373

**Objednávateľ:** Mesto Fil'akovo, Radničná 562/25, 986 01 Fil'akovo

**Objekt:** Mestské kultúrne stredisko  
Námestie slobody 30  
986 01 Fil'akovo

**Vypracoval:** Mgr. Izabela Riečanová

**Kontroloval:** Ing. Martin Jedovnický, PhD.

**Meranie:** Ing. Martin Jedovnický, PhD.

**Dátum:** november 2017

**Listov:** -13-

**Prílohy:** -7-

*Handwritten signature of Ing. Martin Jedovnický, PhD.*



**AkuDesign s.r.o.**  
Maróthyho 6  
811 06 Bratislava  
IČO: 48824057  
DIČ: 2023599853  
IČ DPH: SK2023599853

## Obsah

<b>1.</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Vstupné údaje a podklady .....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>Všeobecný popis priestorov počas merania .....</b>	<b>3</b>
<b>4.</b>	<b>Požadované akustické parametre .....</b>	<b>4</b>
<b>5.</b>	<b>Popis merania času dozvuku .....</b>	<b>5</b>
5.1.	Použitá meracia aparatura .....	6
5.2.	Priemerovanie merania .....	6
5.3.	Výsledky merania .....	6
<b>6.</b>	<b>Akustické riešenia priestorov .....</b>	<b>7</b>
6.1.	Simulačný software Odeon .....	7
6.2.	Akustické simulácie kultúrneho strediska .....	7
6.3.	Modernizácia kultúrneho strediska .....	8
<b>7.</b>	<b>Výsledky akustických simulácií .....</b>	<b>10</b>
7.1.	Porovnanie výsledkov merania a kalibračnej simulácie .....	10
7.2.	Posúdenie vplyvu modernizácie na čas dozvuku .....	11
7.3.	Koeficienty pohltivosti materiálov po modernizácii kultúrneho strediska .....	12
<b>8.</b>	<b>Záver .....</b>	<b>13</b>

## Tabuľkové prílohy

Tabuľka č. 1 Špecifikovaný výkaz výmer

## Výkresové prílohy

- 01 – Pôdorys 1.NP
- 02 – Pôdorys 2.NP
- 03 – Pôdorys 2.NP – kotvenie stropných panelov
- 04 – Rezopohľad A-A'
- 05 – Rezopohľad A-A' – rozmery atypických akustických prvkov
- 06 – Rezopohľad B-B'
- 07 – Rezopohľad B-B' – rozmery atypických akustických prvkov
- 08 – Rezopohľad C-C'
- 09 - Rezopohľad C-C' – rozmery atypických akustických prvkov

## 1. Úvod

Predmetom štúdie priestorovej akustiky je sála Mestského kultúrneho strediska vo Fiľakove, ktorá sa podrobí plánovanej modernizácii. Investorm modernizácie je mesto Fiľakovo, Radničná 25, 986 01 Fiľakovo. Štúdia poskytuje informácie o akustických podmienkach v sále v súčasnosti. Zároveň je v správe popísaný návrh akustických úprav, ktoré je potrebné vykonať pre dosiahnutie optimálnej akustiky v sále po dokončení jej modernizácie.

Cieľom štúdie priestorovej akustiky je vyzistiť súčasný stav akustických podmienok v sále a navrhnúť a posúdiť vplyv modernizácie interiéru tak, aby sála spĺňala podmienky pre jej multifunkčné využívanie.

Vstupným údajom pre navrhnutie priestorovej akustiky sály pre modernizáciu sú výsledky merania času dozvuku, ktoré sa uskutočnilo 23.12.2016. Správa obsahuje tabuľkový popis navrhnutého riešenia priestorovej akustiky a vybrané ukážky z akustickej simulácie.

Predkladaná akustická správa je spracovaná na základe písomnej objednávky č. 10/1700302 zo dňa 17.10.2017 objednávateľa Mesto fiľakovo.

## 2. Vstupné údaje a podklady

- Výkresová dokumentácia objektu poskytnutá Ing. Machavom z arch-studio s.r.o.
- Meranie času dozvuku vykonané dňa 26.6.2017.
- STN 73 0525. Projektovanie v odbore priestorovej akustiky. Všeobecné zásady. ÚNM Praha, 1964.
- STN 73 0527. Projektovanie v odbore priestorovej akustiky. Priestory pre kultúrne a školské účely. Priestory pre verejné účely. ÚNM Praha, 1972, 15 s.
- ČSN 73 0527. Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely. ČNI Praha, 2005, 16 s.
- STN EN ISO 3382-1. Akustika. Meranie akustických vlastností miestnosti. Časť 1: Sálové priestory. SÚTN, Bratislava, 2010, 26 s.
- STN EN ISO 3382-2. Akustika - Meranie akustických vlastností miestnosti. Časť 2: Čas dozvuku v typických miestnostiach. SÚTN, Bratislava, 2009, 20 s.
- BALLOU, G. M. 2002. Handbook for Sound Engineers. USA: Focal Pres, 2002.
- VIGRAN, T. E. 2008. Building Acoustics. Taylor & Francis Group, 2008. 362 pp. ISBN 0-20393131-9.
- Tomašovič, P. – Dlhý, D. – Rychtáriková, M. – Gašparovičová, V.: Akustika budov. Priestorová akustika. Vydavateľstvo STU, Bratislava, 2010. 287 s., ISBN 978-80-227-3235-2.

## 3. Všeobecný popis priestorov počas merania

Mestské kultúrne stredisko vo Fiľakove sa nachádza na adrese Námestie slobody 30, 986 01 Fiľakovo. Stredisko slúži na usporadúvanie amatérskych a profesionálnych umeleckých podujatí (predstavenia, koncerty) z rôznych odborov a žánrov umeleckej tvorby. Usporadúvajú sa tu miestne kultúrne slávnosti, rôzne slávnostné podujatia ako aj rôzne neformálne spoločenské stretnutia občanov. S týmto účelom sa uvažovalo pri navrhovaní akustiky sály.

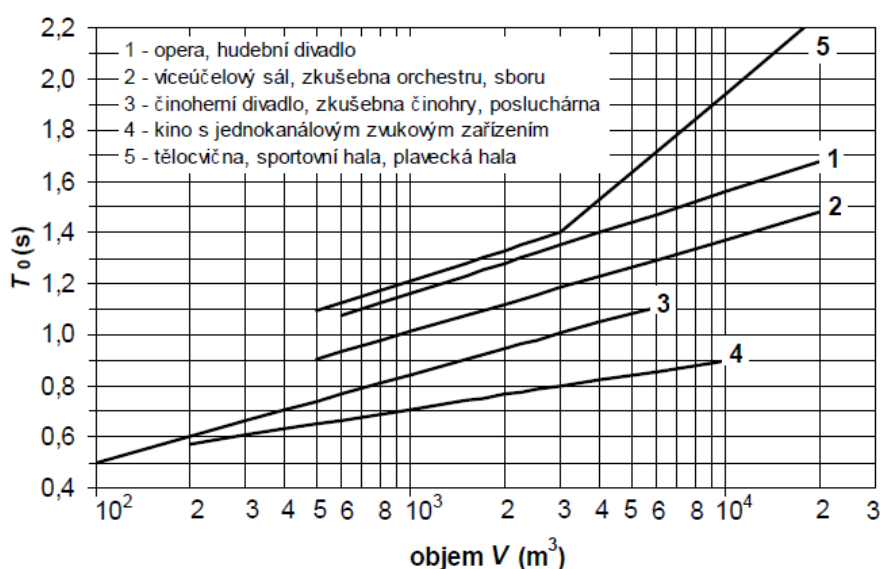
Sála divadla vo Fiľakove má obdĺžnikový pôdorys s rozmermi 23,6 x 13 metra a výškou 7,4 metra. Do sály sa vstupuje z jej zadnej časti dvomi schodiskami. Podlaha sály je tvorená schodmi, na ktorých sa nachádza 19 radov sedadiel. V prednej časti sály do nej zasahuje javisko s výškou 1,3 metra. Časť javiska v sále má rozmery 2,2 x 9,8 metra. Rozmery javiska mimo sály sú 9 x 13 metra a jeho celková výška je 12,4 metra. Na javisko sa priamo zo sály vychádza dvomi schodiskami.

#### 4. Požadované akustické parametre

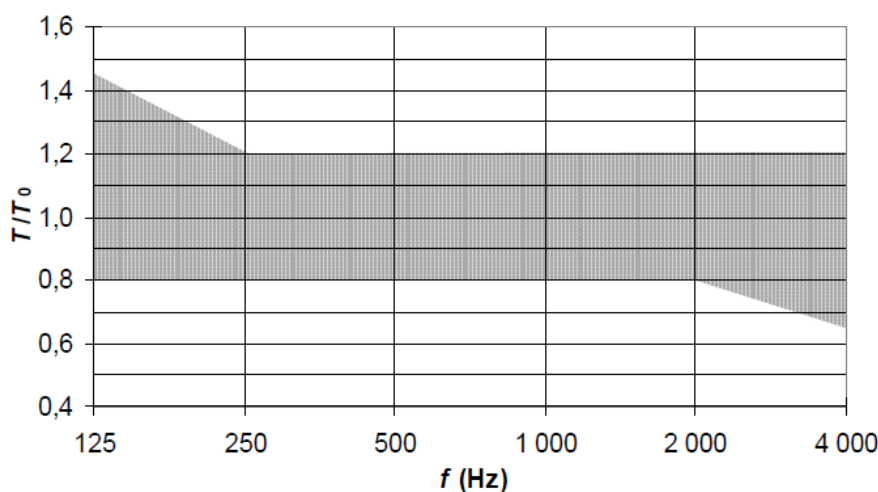
Pre priestory typu viacúčelových sál vyžaduje norma STN 73 0527 praktické skúsenosti ako pri projektovaní, tak pri samotnej realizácii. Pre dosiahnutie vhodných akustických podmienok si takýto typ priestoru vyžaduje špeciálnu akustickú úpravu. Hlavným cieľom akustických úprav je dosiahnutie vhodného času dozvuku najmä pre divadelné využitie (sekundárne aj pre premietanie filmov), zabrániť nežiaducim odrazom zvuku a podporiť odrazy žiaduce. Nakoľko na Slovensku platná norma STN 73 0527 je z roku 1972 a nezaoberá sa podrobnejšie viackanálovým kinom, bude sa ďalej v tejto štúdii postupovať podľa českej normy ČSN 73 0527, ktorá bola v roku 2005 aktualizovaná.

Optimálna hodnota času dozvuku bola podľa normy ČSN 73 0527 zvolená pre kategóriu viacúčelová sála. Podľa obrázku 1 je optimálny čas dozvuku pre objem cca 1 950 m<sup>3</sup> pri takomto type priestoru  **$T_{opt}=1,10s$** . Tento čas dozvuku je teda cieľovým pre viacúčelovú sálu vo Fiľakove.

Obrázok 2 stanovuje prípustné rozmedzie pomeru času dozvuku  $T/T_{opt}$  viacúčelovej sály v závislosti na frekvencii 1000 Hz oktávového pásma ( $T$  je dosiahnutý čas dozvuku).



**Obrázok 1** Závislosť optimálneho času dozvuku  $T_0$ (s) pre frekvenciu 1000 Hz na objeme  $V$  (m<sup>3</sup>) uzatvoreného priestoru v obsadenom stave s výnimkou závislosti 5, ktorá sa týka neobsadeného stavu



**Obrázok 2** Prípustné rozmedzie pomeru časov dozvuku  $T/T_0$  obsadeného priestoru určeného k prednesu hudby aj reči v závislosti na strednej frekvencii oktávového pásma

V tabuľke 1 sú uvedené hodnoty dolnej a hornej medze optimálneho času dozvuku, ktoré boli vypočítané podľa prípustného rozmedzia pomeru  $T/T_{opt}$  viacúčelovej sály (obrázok 2).

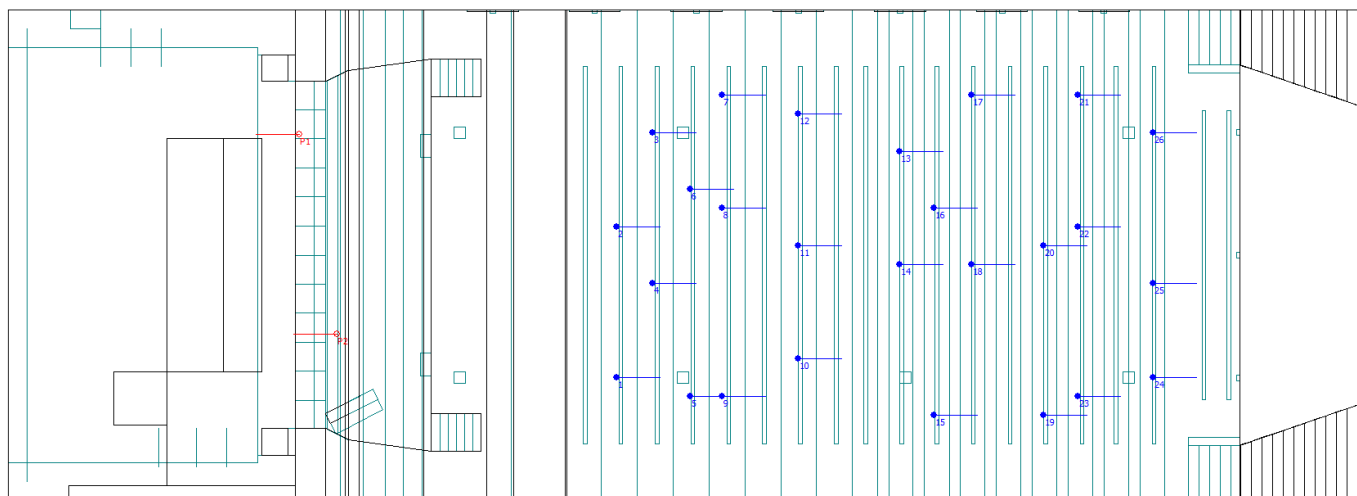
**Tabuľka 1** Rozmedzie optimálneho času dozvuku [s] pre kultúrne stredisko vo Fiľakove

Účel	Hranica	Stredný kmitočet $f$ (Hz) oktávového pásma					
		125	250	500	1000	2000	4000
Hudba a reč	Horná	1,6	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32
	Dolná	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,72

## 5. Popis merania času dozvuku

Meranie času dozvuku bolo vykonané podľa STN EN ISO 3382-1,2 metódou integrovanej impulzovej odozvy. Budiacim signálom bol exponenciálne preladovaný sinus (exp. sweep signál). Generátorom budiaceho signálu bol softvér Dirac 4.1, ktorý bol spustený na notebooku ASUS. Zdrojom zvuku bol všesmerový "dodecahedronový" reproduktor. Impulzová odozva miestnosti bola zaznamenaná meracím mikrofónom Behringer ECM 8000 a vyhodnotená softvérom Dirac 4.1.

Celkovo bol budiaci signál snímaný 52 krát (26 pozícií meracieho mikrofónu pri 2 polohách zdroja zvuku). Zdroj zvuku Z1 bol vo výške 1,5 metra a zdroj Z2 bol vo výške 1,65 metra nad podlahou. Merací mikrofón bol umiestnený vo výške 1,5m nad podlahou. Pozície meracieho mikrofónu a zdroja zvuku sú zobrazené na obrázku 3. Meranie bolo vyhodnotené v oktávových frekvenčných pásmach so strednými frekvenciami v rozsahu 125 Hz až 4 kHz (podľa ČSN 73 0527). Čas dozvuku bol na dozvukovej poklesovej krivke stanovený z úseku od -5 dB do -35 dB (t.j. hodnoty  $T_{30}$ ). Výsledné hodnoty boli stanovené ako priemerné hodnoty získané z jednotlivých pozícií meracieho mikrofónu (viď tabuľka 3).



**Obrázok 3** Pozície zdrojov hluku (červená) a meracieho mikrofónu (modrá) pri meraní času dozvuku  $T_{30}$



**Obrázok 4** Fotografie z merania času dozvuku  $T_{30}$

### 5.1. Použitá meracia aparatúra

**Tabuľka 2** Použitá meracia aparatúra

Názov prístroja	Výrobca	Typ	Výrobné číslo	Pracovisko overenia	Platnosť overenia do
Merací mikrofón	Behringer	ECM 8000	-	-	-
Akustický kalibrátor	Brüel & Kjær	4231	2694471	TSÚ Piešťany, š.p.	5/2018
Notebook so softvérom Dirac 4.1	ASUS	A6Va	-	-	-
Zosilňovač	Behringer	-	-	-	-
Zdroj zvuku	SonSat	dodecahedron	-	-	-

### 5.2. Priemerovanie merania

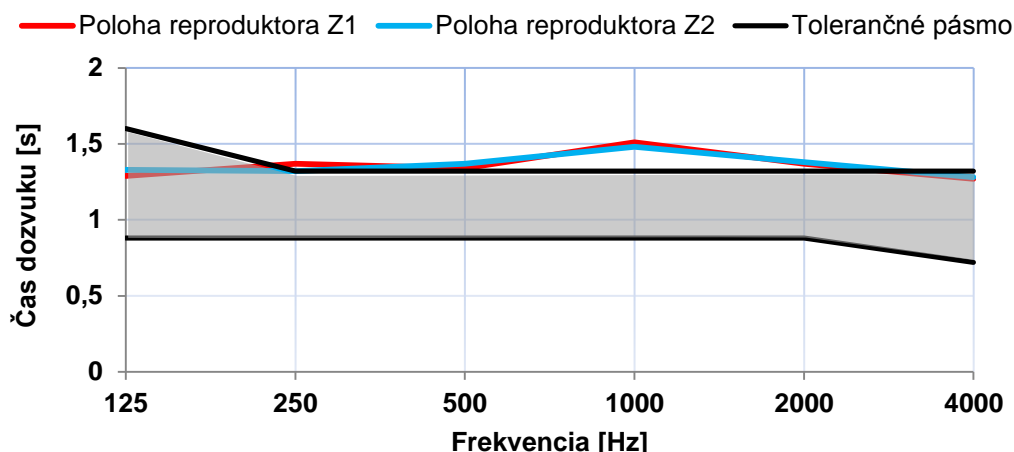
Priemerovanie merania bolo vykonané vytvorením skupinového priemeru poklesov mocnín akustického tlaku a zistením času dozvuku výslednej krivky poklesu. Jednotlivé poklesy boli prekrývané svojimi zosynchronizovanými počiatkami. Nespojité vzorkové hodnoty mocnín akustického tlaku sa sčítali pre každý úsek časového intervalu poklesu a séria týchto súm sa použila ako jeden celkový skupinový pokles, z ktorého sa potom vyhodnotil čas dozvuku  $T$ . Akustický výkon vysielaný zdrojom bol rovnaký pre všetky merania.

### 5.3. Výsledky merania

V Grafe 1 je zobrazený čas dozvuku v jednotlivých oktávových pásmach aj s tolerančnými medzami pre obe polohy zdroja zvuku. Tabuľka 3 uvádza presné hodnoty času dozvuku a smerodajnú odchýlku merania.

**Tabuľka 3** Namerané hodnoty času dozvuku a smerodajné odchýlky pre obe polohy zdroja zvuku

Umiestnenie zdroja zvuku	Čas dozvuku [s]	Frekvencia [Hz]					
		125	250	500	1000	2000	4000
Z1	$T_{30}$ - priemer	1,29	1,37	1,34	1,51	1,37	1,27
	Smerodajná odchýlka	0,37	0,1	0,09	0,09	0,04	0,04
Z2	$T_{30}$ - priemer	1,33	1,32	1,37	1,48	1,38	1,28
	Smerodajná odchýlka	0,29	0,09	0,05	0,07	0,04	0,05



**Graf 1** Priebeh nameraného času dozvuku  $T_{30}$  vr. tolerančného pásma podľa ČSN 73 0527

**Komentár:** Z grafu 1 je možné konštatovať, že akustika sály je dodržaná pre nízke a vysoké frekvencie, pre ktoré sa čas dozvuku pohybuje v okolí hornej tolerančnej medze. Pre stredné frekvencie sú namerané hodnoty vyššie, a preto je potrebné v sále vykonať opatrenia pre zlepšenie jej akustických vlastností.

## 6. Akustické riešenia priestorov

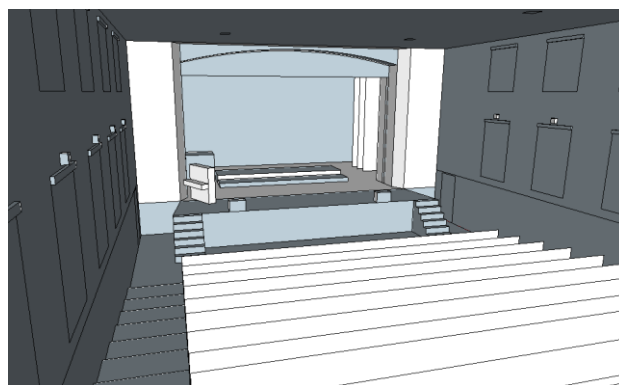
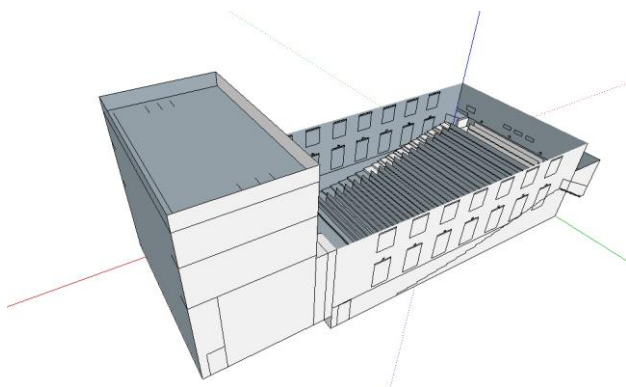
### 6.1. Simulačný software Odeon

Odeon je simulačný software, ktorý sa zaoberá vyhodnocovaním akustického priestoru. Odeon môže simulovať, hodnotiť a odporučiť akustické zlepšenia v existujúcich, ako aj v nových, resp. len rozostavaných stavbách. Je vhodný pre modelovanie menších priestorov, ako sú napríklad školské telocvične, posluchárne, kancelárie, átriá, veľkopoštné kancelárie. Taktiež je vhodný pre modelovanie väčších priestorov, ako sú napríklad koncertné sály, letiskové terminály, športové haly, priemyselné haly.

Pre výpočet impulzovej odozvy, používa program kombináciu metódy zrkadlového zdroja a ray-tracing tak, že prvé odrazy zvuku sú simulované kombináciou metódy zrkadlového zdroja a ray-tracingu a neskoršie odrazy sú vypočítané pomocou špeciálnej ray-tracing metódy, ktorá generuje zdroje vyžarujúce zvukovú energiu lokálne z povrchu stien modelu. Rozhranie týchto častí je definované číslom TO (Transition order). V pamäti počítača sa zaznamenáva každý odraz zvukového lúča a postupne sa vytvára reflektograf, z ktorého sa následne odvodí integrovaná impulzová odozva v mieste pozorovania.

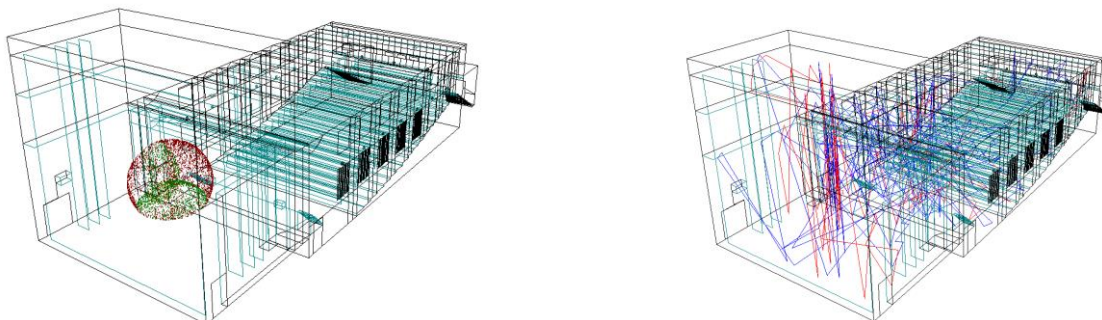
### 6.2. Akustické simulácie kultúrneho strediska

Podľa poskytnutej výkresovej dokumentácie bol vytvorený 3D model sály Mestského kultúrneho strediska, ktorý je znázornený na obrázku 5. Na obrázku 6 je zobrazený priebeh šírenia zvukových lúčov v sále.



**Obrázok 5** Zobrazenie modelu kultúrneho strediska





**Obrázok 6** Priebek šírenia zvukových lúčov

### 6.3. Modernizácia kultúrneho strediska

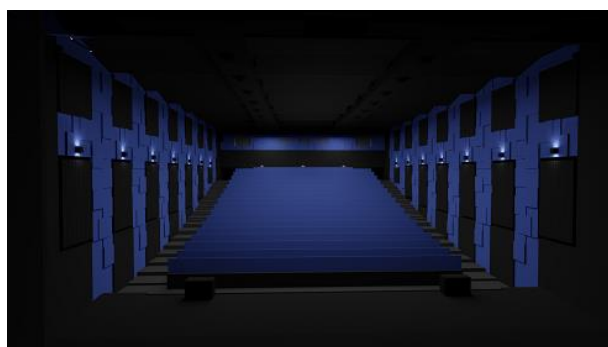
Z hľadiska priestorovej akustiky sa modernizácia Mestského kultúrneho strediska vo Filárove týka plôch podľa tabuľky 4.

**Tabuľka 4** Popis materiálov použitých pri výpočtoch a simuláciách priestorovej akustiky kultúrneho strediska

<b>Plocha</b>	<b>Súčasný stav</b>	<b>Stav po modernizácii</b>	<b>Popis nových materiálov</b>
<b>Podlaha a schody</b>	linoleum	záťažový koberec	Koberec o min. hrúbke 5 mm
<b>Bočné steny</b>			
celé plochy na bočných stenách	omietka a drevené obloženie	akustický stenový obklad – hrúbka 50mm	Akustický obklad <b>SO50-S</b> je umiestnený po celej ploche bočných stien okrem plôch okien a radiátorov. Je umiestnený priamo na stene a jeho celková hrúbka je 50mm. Rozmery obkladu sú 0,3x0,6m/0,6x0,6m/1,2x0,6m. Jedná sa o panel OBIFON Modular s povrchovou tkaninou Akutec. Koeficient pohltivosti obkladu je uvedený v tabuľke 7, a jeho presné umiestnenie sa nachádza vo výkresovej dokumentácii – položka č. 1.
		akustický stenový obklad – hrúbka 50mm – odsadený 25mm	Akustický obklad <b>SO50-O</b> je umiestnený po celej ploche bočných stien okrem plôch okien a radiátorov. Jeho hrúbka je 50mm. Panely sú umiestnené na podkladových doskách s hrúbkou 25mm, čím je celková hrúbka obkladu 75mm. Rozmery obkladu sú 0,3x0,6m/0,6x0,6m/1,2x0,6m. Jedná sa o panel OBIFON Modular s povrchovou tkaninou Akutec. Koeficient pohltivosti obkladu je uvedený v tabuľke 7, a jeho presné umiestnenie sa nachádza vo výkresovej dokumentácii – položka č. 2.
		akustický stenový obklad – hrúbka 100mm	Akustický obklad <b>SO100-S</b> je umiestnený po celej ploche bočných stien okrem plôch okien a radiátorov. Je umiestnený priamo na stene a jeho celková hrúbka je 100mm. Rozmery obkladu sú 0,3x0,6m/0,6x0,6m/1,2x0,6m. Jedná sa o panel OBIFON Modular s povrchovou tkaninou Akutec. Koeficient pohltivosti obkladu je uvedený v tabuľke 7, a jeho presné umiestnenie sa nachádza vo výkresovej dokumentácii – položka č. 3.
		vykrývacie panely potiahnuté tkaninou	Dosky <b>VPT</b> potiahnuté tkaninou rovnakej farby ako akustický stenový obklad <b>SO50-S</b> , <b>SO50-O</b> a <b>SO100-S</b> . Hrúbka dosiek je 50mm, 75mm a 100mm. Rozmery dosiek sú rôzne za účelom vyplnenia



<b><u>Plocha</u></b>	<b><u>Súčasný stav</u></b>	<b><u>Stav po modernizácii</u></b>	<b><u>Popis nových materiálov</u></b>
			priestoru medzi akustickým obkladom. Koeficient pohltivosti dosiek je uvedený v tabuľke 7, a ich presné umiestnenie sa nachádza vo výkresovej dokumentácii – položky č. 4, 5 a 6.
		sadrokartónová stena	Sadrokartónová stena <b>SDKO</b> odsadená od existujúcej steny 100mm. Koeficient pohltivosti steny je uvedený v tabuľke 7, a jej presné umiestnenie sa nachádza vo výkresovej dokumentácii – položka č. 7.
okná	látkový výkryt	latkový výkryt	Látkový výkryt <b>LV</b> umiestnený na oknách za účelom zatemnenia priestoru. Koeficient pohltivosti látky je uvedený v tabuľke 7 a jej presné umiestnenie sa nachádza vo výkresovej dokumentácii – položka č. 8.
radiátory	bez radiátorov, plochy s oknami s látkovým výkrytom	kryt radiátora	Kryt radiátora <b>KR</b> pozostáva z dosiek širokých 8 cm, ktoré sú od seba vzdialené 8 cm. Konštrukcia krytu je tvorená obvodovým rámom, na ktorý sú pripevnené dosky v horizontálnom smere. Kryt je odoberateľný a je vyrobený z dreveného aglomerátu. Povrchová úprava je čierny odtieň podľa vzorkovníka RAL. Kryt radiátora je rovnako odsadený ako okolité akustické obklady – sú v jednej rovine. Koeficient pohltivosti krytu je uvedený v tabuľke 7.
dvere	bez zmeny		
<b>Zadná stena</b>	drevené obloženie a omietka	akustický stenový obklad, vykrývacie panely potiahnuté tkaninou	Celú zadnú stenu tvorí kombinácia materiálov – akustický obklad <b>SO50-S</b> , <b>SO50-O</b> a <b>SO100-S</b> a vykrývacie panely potiahnuté tkaninou <b>VPT</b> . Presné umiestnenie všetkých prvkov sa nachádza vo výkresovej dokumentácii – položky č. 1-7.
<b>Predná stena a javisko</b>	bez zmeny		
<b>Strop</b>	Drevený rastrový podhľad	Stropný a stenový akustický panel	Akustický obklad <b>SAP50</b> a <b>SAP100</b> umiestnený priamo na strope. Panel je vyhotovený ako veľkoformátový so šírkou 600mm. Hrúbka obkladu je 50mm a 100mm. Koeficient pohltivosti panelu je uvedený v tabuľke 7, a ich presné umiestnenie sa nachádza vo výkresovej dokumentácii – položka č. 9 a 10.
		omietka	Priestor medzi <b>SAP50</b> a <b>SAP100</b> je vyplnený natretou vápennou cementovou omietkou.
<b>Sedačky</b>	čiastočne čalúnené sedadlá	celočalúnené sedadlá	Sedák aj operadlo sedadla sú obojstranne čalúnené, vysoký stupeň čalúnenia; opierky sú drevené. Textília čalúnenia a drevený dezén opierky budú vybrané architektom.



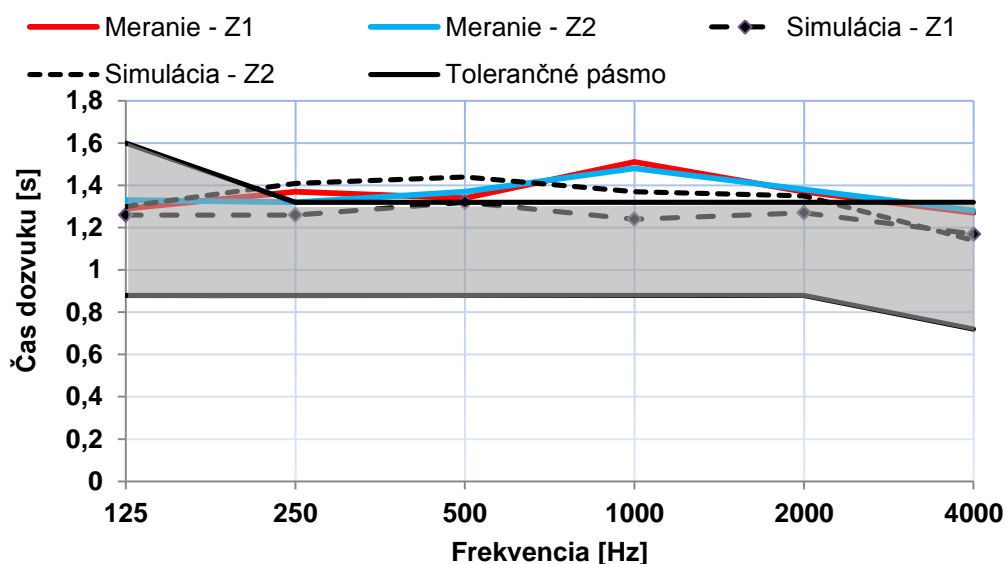
## Možné ďalšie farebné varianty akustických úprav

Obrázok 7 Vizualizácie kultúrneho strediska s akustickými úpravami – rôzne farebné varianty

## 7. Výsledky akustických simulácií

### 7.1. Porovnanie výsledkov merania a kalibračnej simulácie

V grafe 2 je zobrazené porovnanie výstupu času dozvuku zo softvéru Odeon s nameranými hodnotami v jednotlivých oktávových pásmach spolu s tolerančnými medzami pre obe umiestnenia zdroja zvuku. Tabuľka 5 uvádza presné hodnoty času dozvuku (simulácia a *in situ* meranie) kultúrneho strediska vo Filakove pri súčasnom stave pred modernizáciou sály.



Graf 2 Výsledky simulácie a merania času dozvuku v súčasnom stave pre obe umiestnenia zdroja zvuku

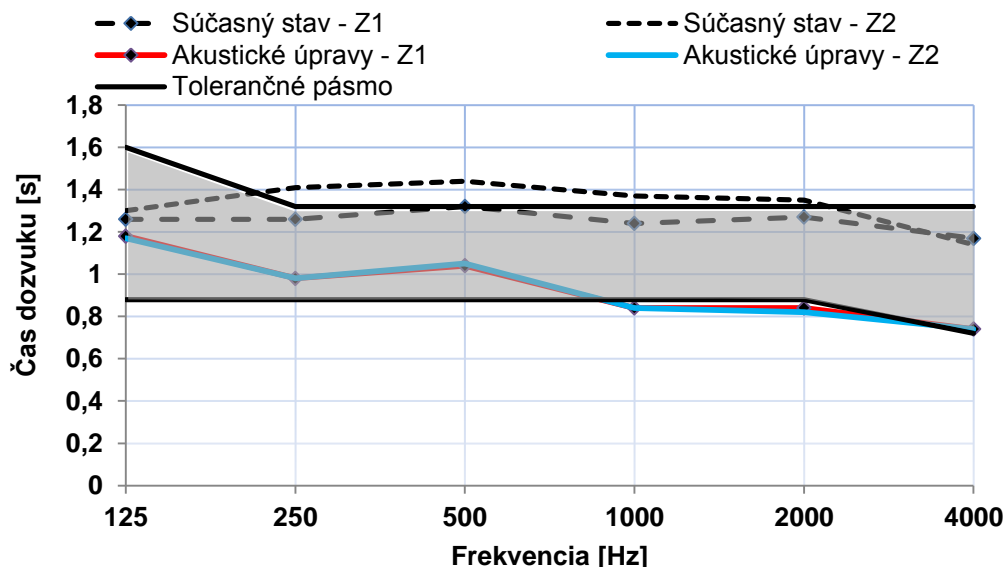
**Tabuľka 5** Porovnanie času dozvuku sály kultúrneho strediska v súčasnom stave

		Frekvencia [Hz]					
		125	250	500	1000	2000	4000
Umiestnenie zdroja zvuku Z1	Meranie $T_{30}$ [s]	1,29	1,37	1,34	1,51	1,37	1,27
	Simulácia $T_{30}$ [s]	1,26	1,26	1,32	1,24	1,27	1,17
Umiestnenie zdroja zvuku Z2	Meranie $T_{30}$ [s]	1,33	1,32	1,37	1,48	1,38	1,28
	Simulácia $T_{30}$ [s]	1,3	1,41	1,44	1,37	1,35	1,14

**Komentár:** Z tabuľky 5 a grafu 2 je možné konštatovať, že nastavenie akustického modelu v simuláciách je správne, a že 3D model je akusticky vykalibrovaný a pripravený pre následné návrhy akustických úprav kultúrneho strediska. Rozdiel na frekvencii 1000 Hz pri zdroji zvuku Z1 je vyšší, čo môže byť spôsobené blízkosťou zdroja zvuku k bočnej stene javiska.

## 7.2. Posúdenie vplyvu modernizácie na čas dozvuku

V grafe 3 je zobrazený výstup času dozvuku zo softvéru Odeon pre jednotlivé oktávové pásma spolu s tolerančnými medzami pre obe umiestnenia zdroja zvuku. Tabuľka 6 uvádza presné hodnoty času dozvuku Mestského kultúrneho strediska vo Filákovke pred a po modernizácii (pri simuláciách bolo uvažované s obsadenosťou hľadiska minimálne 50 %).



**Graf 3** Porovnanie kriviek času dozvuku v sále kultúrneho strediska vo Filákovke pred a po modernizácii pre obe polohy zdroja zvuku

**Tabuľka 6** Porovnanie času dozvuku v sále pred a po modernizácii – výstup zo softvéru ODEON

		Frekvencia [Hz]					
		125	250	500	1000	2000	4000
Umiestnenie zdroja zvuku Z1	$T_{30}$ [s] pred modernizáciou	1,26	1,26	1,32	1,24	1,27	1,17
	$T_{30}$ [s] po modernizácii	1,18	0,98	1,04	0,84	0,84	0,74
	Smerodajná odchýlka pre stav po modernizácii	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01

		Frekvencia [Hz]					
		125	250	500	1000	2000	4000
Umiestnenie zdroja zvuku Z2	$T_{30}$ [s] pred modernizáciou	1,3	1,41	1,44	1,37	1,35	1,14
	$T_{30}$ [s] po modernizácii	1,17	0,98	1,05	0,84	0,82	0,74
	Smerodajná odchýlka pre stav po modernizácii	0,01	0,02	0,02	0,04	0,03	0,02

**Komentár:** Pri modernizácii boli navrhnuté akustické materiály, ktoré sú bližšie špecifikované v kapitole 6.3. ako aj v špecifikovanom výkaze výmer, ktorý tvorí prílohu tejto akustickej štúdie. Z výsledkov je zrejmé, že vďaka inštalácii akustických materiálov v sále kultúrneho strediska sa zníži čas dozvuku nielen na stredných a vysokých frekvenciách, ale súčasne aj na nízkych basových frekvenciách. Z nízkych hodnôt smerodajnej odchýlky je zrejmé, že vďaka úpravám bude akustika sály pre všetky oktávové pásma vyrovnaná a medzi jednotlivými miestami v hľadisku budú minimálne rozdiely v čase dozvuku. Pre oktávové pásma 1000 Hz a 2000 Hz sú hodnoty mierne podhodnotené oproti požadovaným parametrom, čo nie je negatívne nakoľko sa v sále uvažuje aj s kino premietaním, kedy je nižší čas dozvuku vyslovene žiaduci.

### 7.3. Koeficienty pohltivosti materiálov po modernizácii kultúrneho strediska

**Tabuľka 7** Koeficienty pohltivosti zvuku  $\alpha$  materiálov po realizácii navrhnutých akustických úprav

Akustický prvok	Umiestnenie - výskyt	Frekvencia [Hz]					
		125	250	500	1000	2000	4000
Omietka a sadrokartónová stena <b>SDKO</b>	steny, strop	0,08	0,11	0,05	0,03	0,02	0,03
Dlážka a schody (koberec)	dlážka	0,09	0,08	0,21	0,26	0,27	0,37
Dvere	bočné steny, zadná stena	0,15	0,12	0,1	0,1	0,1	0,1
Okná (látkový výkryt <b>LV</b> )	bočné steny	0,03	0,04	0,11	0,17	0,24	0,35
Okienka	zadná steny	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Deliaca stena	stena medzi javiskom a sálou	0,11	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05
Stĺpy	javisko	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Dlážka na javisku, schody na javisko	javisko	0,19	0,14	0,09	0,06	0,06	0,05
Steny a strop na javisku	javisko	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Opona a závesy	javisko	0,04	0,23	0,14	0,57	0,53	0,4
Svetlá, lávky na javisku, reproduktory	bočné steny, javisko	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Vzduchotechnika	strop sály	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Javisková technika	javisko	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Kryt radiátora	bočné steny	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
Celočalúnené sedadlá	stred sály	0,35	0,45	0,57	0,61	0,59	0,55
Publikum	stred sály	0,62	0,72	0,8	0,83	0,84	0,85
Akustický obklad <b>SO50-S</b> a <b>SO50-O</b>	bočné steny, zadná stena	0,25	0,6	0,9	1,0	1,0	0,95 8
Akustický obklad <b>SO100-S</b>	bočné steny, zadná stena	0,6	0,9	0,9	0,95	0,9	0,9
Vykrývacie panely potiahnuté tkaninou <b>VPT</b>	bočné steny, zadná stena	0,08	0,11	0,05	0,45	0,5	0,55
Stropný akustický panel <b>SAP50</b>	strop	0,25	0,6	0,9	1,0	1,0	0,95
Stropný a stenový akustický panel <b>SAP100</b>	strop	0,6	0,9	0,9	0,95	0,9	0,9

## 8. Záver

Štúdia priestorovej akustiky Mestského kultúrneho strediska vo Fiľakove stanovuje optimálnu hodnotu času dozvuku  $T_{opt}$  na 1,1 s. Ide o hodnotu určenú na základe skúseností a podkladov normy ČSN 73 0527 pre kategóriu viacúčelovej sály. Štúdia posudzuje vplyv modernizácie sály na akustické podmienky. Akustické úpravy spočívajú predovšetkým v zaistení pohltivosti zvuku v celom frekvenčnom rozsahu, čo zabezpečujú akustické obklady, látkový výkryt, podhľadové prvky a tiež sedadlá s vysokým stupňom čalúnenia. Difúznosť zvukového poľa sály je zabezpečená stropným podhľadom.

Akustické úpravy v rámci modernizácie zabezpečia z pohľadu priestorovej akustiky dosiahnutie optimálnej hodnoty času dozvuku, a bude mať významný vplyv na zlepšenie akustických podmienok sály kultúrneho strediska.

Správu vypracoval:  
november 2017

  
Mgr. Izabela Riečanová - akustik

Správu kontroloval:  
november 2017

  
Ing. Martin Jedovnický, PhD. – akustik



**AkuDesign s.r.o.**  
Maróthyho 6  
811 06 Bratislava  
IČO: 46824057  
DIČ: 2023599853  
IČ DPH: SK2023599853