# TECHNICKÁ ZPRÁVA

## - MODERNIZACE KONCERTNÍHO SÁLU ZUŠ PELHŘIMOV – PROSTOROVÁ AKUSTIKA – SÁL

Investor: ZUŠ Pelhřimov, Pod Kalvárií 850, Pelhřimov

Stupeň: dokumentace pro výběr dodavatele
Počet listů/ z toho příloh: 6/0
Výtisk č: 1

Zpracoval: AVA - Ing. Rostislav Daněk

Dne: 28. 11. 2024 **AKU04 - PROSTOROVÁ AKUSTIKA**

## 1. Úvod

Tato zpráva dokumentuje navržené akustické úpravy pro snížení doby dozvuku v prostoru koncertního sálu ZUŠ Pelhřimov. Navržené akustické úpravy úzce navazují na projekt interiéru. Součástí souboru PD akustika jsou následující části:

1) výkresy AKU01 – AKU03 – řešení akustického stropu a stěn sálu,
2) technická zpráva,
3) výkaz výměr.

## 2. Podklady, přípustné hodnoty, metodika

### 2.1. Podklady

- ČSN 73 0525, ČSN 73 0527,
- dokumentace – ZUŠ Pelhřimov,
- Vaverka, Havránek, Kozel, Siegl: Akustika, VUT Brno 1996,

### 2.2. Metodika

**Dle normy** ČSN 73 0527 je doporučená doba dozvuku pro víceúčelový sál pro daný objem obsazeného sálu cca 4100 m3 následující:

Víceúčelový sál s převažující ozvučenou produkcí:

- objemu cca 390 m3 **– T(0) = 0,67 s** dle křivky F a tolerančního pole dle obr. A.4, normy ČSN 73 0527 v obsazeném stavu,

Víceúčelový sál s převažujícím mluveným slovem, činoherní divadla:

- objemu cca 390 m3 **– T(0) = 0,77 s** dle křivky E a tolerančního pole dle obr. A.4, normy ČSN 73 0527 v obsazeném stavu,

Pozn: návrh byl přizpůsoben způsobu provozování sálu, kdy v mnoha případech je sál využíván jako učebna při zkoušení před koncerty, tj. obsazenost minimální (žák – učitel). Při školních besídkách naopak plná obsazenost. Tj. při téměř prázdném sále (výuka, zkoušky) je výsledná doba dozvuku navržena tak, že se blíží hodnotě 0,75 - 0,8 s, při plném obsazení sálu (předpoklad použití ozvučení) poté k hodnotám 0,65 s.

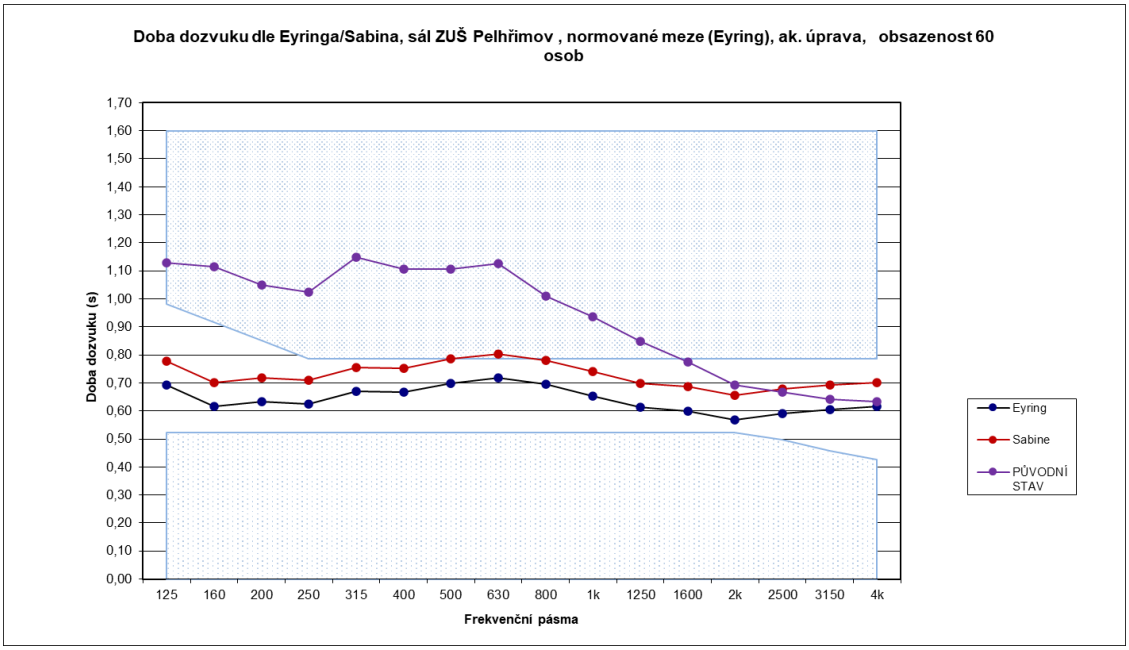
## 3. Popis situace

Jedná se o stávající víceúčelový koncertní sál ZUŠ Pelhřimov, který je umístěn v podkroví objektu školy. Sál má velmi nepravidelný tvar a strop kopíruje šikmou střechu. V sále bude instalována zvuková aparatura a předpokládají se produkce s i bez použití ozvučení (dle programu). Větrání sálu bude realizováno pomocí VZT, chlazení pomocí stropních split jednotek.

Využití sálu zůstává stávající a slouží pro potřeby ZUŠ – zejména výuka, zkoušky, koncerty, besedy, přednášky apod., tj. jedná se o víceúčelové užití prostoru.

## 4. Výpočet doby dozvuku – simulace – kulturní sál 1.09

- doba dozvuku, normované meze pro víceúčelový sál, obsazenost 60 osob:




*Pozn: bylo provedeno měření doby dozvuku stávajícího stavu – viz. graf.*

Z uvedeného grafu je patrná vyrovnaná doba dozvuku v celém sledovaném frekvenčním pásmu.

*Vypočtené hodnoty dle Sabine:*

| 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1k | 1250 | 1600 | 2k | 2500 | 3150 | 4k |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,78 | 0,70 | 0,72 | 0,71 | 0,75 | 0,75 | 0,78 | 0,80 | 0,78 | 0,74 | 0,70 | 0,69 | 0,66 | 0,68 | 0,69 | 0,70 |

*Vypočtené hodnoty dle Eyring:*

| 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1k | 1250 | 1600 | 2k | 2500 | 3150 | 4k |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,69 | 0,62 | 0,63 | 0,62 | 0,67 | 0,67 | 0,70 | 0,72 | 0,69 | 0,65 | 0,61 | 0,60 | 0,57 | 0,59 | 0,61 | 0,62 |

Srozumitelnost řečové pásmo (bez použití ozvučení) – Q=2,5, T= 0,7 s, V = cca 930 m3:

pro ZSS.....0-2 výborná,

pro ZSS .....3-5 dobrá,

pro ZSS.....6-12 vyhovující.

Zvolme komunikační vzdálenosti:

4 m.....ZSS = 1,6 – VÝBORNÁ,

7 m.....ZSS = 4,9– DOBRÁ,

10 m .....ZSS = 10,1 – VYHOVUJÍCÍ,

Z výpočtu je patrné, že srozumitelnost řeči bez ozvučení bude vyhovující i v zadních řadách hlediště.

## 5. Navrhované řešení

Z hlediska komplikovanosti tvaru sálu s potřebou umístit do malého prostoru poměrně velký počet diváků, byl navržen akustický obklad a stavební úpravy následující ploch v provedení:

1) strop sálu – volně zavěšené akustické Gaussovy difuzory, pohledové vedené VZT, zavěšené split jednotky klimatizace,

2) obklad zadní stěny sálu (stěna A) s realizací průhledu a průchodu do technické místnosti (nová SDK příčka),

3) obklad bočních stěn sálu do výšky v = 1550 mm od podlahy, kryty topení,

4) obklad boční stěny podia v celém rozsahu (stěna E) s přípravou na průchod do šatny, která sousedí se sálem,

5) nepohledové rezonátory REZ 01 uložené pod akustickým obkladem,

6) nové podium v = 320 mm, nová podlaha,

7) dodávka nových židlí,

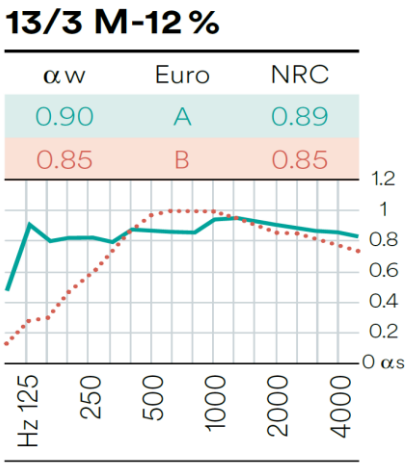
**ad 1)** Akustická úprava stropu sálu

**1)** stropní Gaussovy difuzory v provedení lepených ohýbaných dýhovaných desek MDF. Difuzory budou zavěšeny pomocí lankových závěsů do nosných prvků krovu. Detailní popis viz. výkresová dokumentace – výkres AKU01.,

**ad 2)** Akustická zadní stěny sálu, stěna A

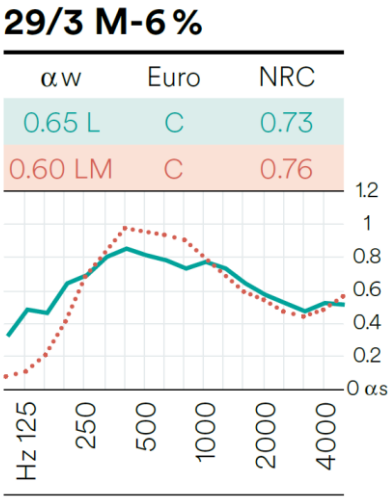
**2)** bude demontována stávající a realizována nová SDK příčka dle výkresu s průchodem a průhledem do technické místnosti. Otvory budou opatřeny dýhovanými obložkami OBL 1 a OBL 2,

**3)** stěnový obklad horizontálně **drážkovaná/vrtaná lamela – D1** – jedná se o drážkované dýhované desky/lamely s vodorovným drážkováním tl. 3 mm, osově vzdálené 16 mm (vzdálenost mezi drážkami 13 mm). Ze zadní strany je deska vrtána otvory a opatřena akustickým vliesem – *referenční typ TOPAKUSTIK 13/3 M – 6 - 12%.* Za otvory desky bude umístěna desková tlumící akustická vložka z minerální vaty tl. 30 - 50 mm s doporučenou objemovou hmotností 40 kg/m3. Provedení na dýhované MDF desce tl. 19 mm (tl. vč. dýhy). Vnitřní prostor bude tlumen minerální vatou (tl. 30 - 50 mm), hloubka obkladu je 180 mm. Provedení panelu dle zvyklostí prováděcí firmy v předpokládané šířce lamely okolo 300 mm (je možné zvolit), bude vzorkováno, barevnost odsouhlasena investorem. Spojení lamel pero-drážka **v provedení neviditelného spoje** (tj. spoj probíhá ve drážce obkladu). Detailní popis viz. výkresová dokumentace. Požární odolnost B-s1,d0, is = do 75 mm/min. Požadované akustické vlastnosti dokumentuje graf (měřeno pro vzdálenost 56 a 216 mm od zdi):




**ad 3)** Obklad bočních stěn sálu – stěna B,C,D,F,G

**4)** stěnový obklad horizontálně **drážkovaná/vrtaná lamela – D2** – jedná se o drážkované dýhované desky/lamely s vodorovným drážkováním tl. 3 mm, osově vzdálené 32 mm (vzdálenost mezi drážkami 13 mm). Ze zadní strany je deska vrtána otvory a opatřena akustickým vliesem – *referenční typ TOPAKUSTIK 29/3 M – 6%.* Za otvory desky bude umístěna desková tlumící akustická vložka z minerální vaty tl. 30 - 50 mm s doporučenou objemovou hmotností 40 kg/m3. Provedení na dýhované MDF desce tl. 19 mm (tl. vč. dýhy). Vnitřní prostor bude tlumen minerální vatou (tl. 30 - 50 mm), hloubka obkladu je 250 mm. Provedení panelu dle zvyklostí prováděcí firmy, bude vzorkováno, barevnost odsouhlasena investorem. Spojení lamel pero-drážka, drážka 12 mm. Detailní popis viz. výkresová dokumentace. Požární odolnost B-s1,d0, is = do 75 mm/min. Požadované akustické vlastnosti dokumentuje graf (měřeno pro vzdálenost 56 a 216 mm od zdi):




**5)** stěnový obklad plný typu **kmitací panel/lamela – KP1** – jedná se o nízkofrekvenční rezonanční panel s fr = 130 – 150 Hz v provedení na dýhované MDF desce tl. 19 mm (tl. vč. dýhy) kotvené na nosném latění přes gumovou podložku. Vnitřní prostor bude tlumen minerální vatou v PE folii (tl. 50 mm), hloubka obkladu je 250 mm. Provedení panelu dle zvyklostí prováděcí firmy, bude vzorkováno, barevnost odsouhlasena investorem. Spojení lamel pero-drážka. Drážka 12 mm. Detailní popis viz. výkresová dokumentace. Požární odolnost B-s1,d0, is = do 75 mm/min.,

**6) kryt radiátorů – KR** – jedná se o kryt stávajících topných těles s možností přístupu k radiátorům – tj. kryt bude odnímatelný, s horizontálními štěrbinami pro zajištění proudění vzduchu okolo topného tělesa s instalovanou AL mřížkou ve vrchním záklopu obkladu. Provedení na dýhované MDF desce tl. 19 mm (tl. vč. dýhy) kotvené na nosném latění. Celková hloubka obkladu je 250 mm. Provedení panelu dle zvyklostí prováděcí firmy, bude vzorkováno, barevnost odsouhlasena investorem. Spojení lamel pero-drážka. Drážka 12 mm. Detailní popis viz. výkresová dokumentace. Požární odolnost B-s1,d0, is = do 75 mm/min.,

**ad 4)** Obklad boční stěny podia – stěna E

**7)** stěnový obklad horizontálně **drážkovaná/vrtaná lamela – D3** – jedná se o drážkované dýhované desky/lamely s vodorovným drážkováním tl. 3 mm, osově vzdálené 16 mm (vzdálenost mezi drážkami 13 mm). Ze zadní strany je deska vrtána otvory a opatřena akustickým vliesem – *referenční typ TOPAKUSTIK 13/3 M – 6 - 12%*. Za otvory desky bude umístěna desková tlumící akustická vložka z minerální vaty tl. 30 - 50 mm s doporučenou objemovou hmotností 40 kg/m3. Provedení na dýhované MDF desce tl. 19 mm (tl. vč. dýhy). Vnitřní prostor bude tlumen minerální vatou (tl. 30 - 50 mm), hloubka obkladu je 180 mm. Provedení panelu dle zvyklostí prováděcí firmy v předpokládané šířce lamely okolo 300 mm (je možné zvolit), bude vzorkováno, barevnost odsouhlasena investorem. Spojení lamel pero-drážka, drážka 12 mm. Detailní popis viz. výkresová dokumentace. Požární odolnost B-s1,d0, is = do 75 mm/min.,

**8)** stěnový obklad plný typu **kmitací panel/lamela – KP2** – jedná se o nízkofrekvenční rezonanční panel s fr = 130 – 150 Hz v provedení na dýhované MDF desce tl. 19 mm (tl. vč. dýhy) kotvené na nosném latění přes gumovou podložku. Vnitřní prostor bude tlumen minerální vatou v PE folii (tl. 50 mm), hloubka obkladu je 180 mm. Provedení panelu dle zvyklostí prováděcí firmy, bude vzorkováno, barevnost odsouhlasena investorem. Spojení lamel pero-drážka. Drážka 12 mm. Detailní popis viz. výkresová dokumentace. Požární odolnost B-s1,d0, is = do 75 mm/min.,

!!! Dva panely – jeden typu D3 a jeden KP 2 budou odnímatelné pro případnou realizaci průchodu ze sálu do vedlejší šatny. Dveřní otvor do šatny bude ve stávající příčce vybourán a dočasně zakryt do doby budoucí realizace,

**ad 5)** Nepohledové rezonátory Rez 01

**9) rezonátor – REZ 011** – jedná se o nízkofrekvenční štěrbinový dutinový rezonátor s fr = 130 Hz v provedení MDF deska tl. 19 mm + černý nástřik. Prvek bude instalován přímo na nosné zdivo přes Fe úhelníky. Provedení rezonátoru dle zvyklostí prováděcí firmy, detailní popis viz. výkresová dokumentace. Požární odolnost B-s1,d0, is = do 75 mm/min.,

**ad 6)** Podium + podlaha

**10) nové podium** – provedení 2 x záklop MDF 18 mm na nosné konstrukci z KVH hranolů 100 x 100 mm. Nášlapná vrstva podia bude ve stejném provedení jako nová podlaha sálu, tj. třívrstvá dřevěná lamela s kročejovou podložkou. Detailní provedení viz. PD a výkaz výměr.

**ad 7)** Dodávka židlí

V rámci celkové dodávky bude provedena i výměna židlí. Jedná se o stohovatelné židle s čalouněním sedáku a opěrky zad. Specifikace viz. výkaz výměr.

## 6. Požární charakteristiky

- laťování dřevo rostlé smrk/borovice – D-s2, d0 (podklad pod povrchové konstrukce - laťování),
- desky MDF + dýha – třída B-s1, d0 + povrch dýha + lak s is = do 75 mm/min,

## 7. Závěr

Navrženou úpravou dojde ke snížení doby dozvuku na požadovanou hodnotu – viz. odst. 2, tak aby byla v prostoru sálu dobrá srozumitelnost řeči a hudby při obvyklém počtu diváků.