

# AKUSTICKÉ CENTRUM

Název zakázky: **Základní škola a Mateřská škola  
Věry Čáslavské  
Šantrochova 2/1800  
162 00 Praha 6**

**Návrh úprav prostorové akustiky  
učebny č. 043 v 1.PP**

Zakázka č.: **1-0119-2884**

Zadavatel: **AVEK s.r.o.  
Prosecká 683/115  
190 00 Praha 9**

Obsah  
dokumentace: **Akustická studie**

Datum: **Leden 2019**

<b>AKUSTICKÉ CENTRUM</b>	
s.r.o.	
CC	Bělohorská 210/131, 169 00 Praha 6
IČ: 27420035, DIČ: CZ27420035	
Tel.: 235315094-5, Fax: 235315096	
ac@akustickecentrum.cz, www.akustickecentrum.cz	

© AKUSTICKÉ CENTRUM 2019

Výsledky obsažené v tomto dokumentu jsou duševními vlastnictvími společnosti AKUSTICKÉ

CENTRUM. Všechna práva vyhrazena. Provozováno v rámci projektu financovaného z veřejných prostředků určených na realizaci

nebo předání třetí osobě je zakázáno.

e-mail: [ac@akustickecentrum.cz](mailto:ac@akustickecentrum.cz), [www.akustickecentrum.cz](http://www.akustickecentrum.cz)

IČ: 27420035, DIČ: CZ27420035

# AKUSTICKÉ CENTRUM

Název zakázky: **Základní škola a Mateřská škola  
Věry Čáslavské  
Šantrochova 2/1800  
162 00 Praha 6**

**Návrh úprav prostorové akustiky  
učebny č. 043 v 1.PP**

Zodpovědný  
pracovník:

**Ing. Robert Fleischman**

Spolupráce:

**kolektiv Akustického centra**

Supervize:

**Ing. David Kail**

Výsledky obsažené v tomto dokumentu jsou duševním vlastnictvím společnosti AKUSTICKÉ CENTRUM s.r.o. Jejich veřejná publikace a další využití nad rámec původního smluvního určení nebo předání třetí osobě je vázáno na souhlas zpracovatele.



## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Výchozí údaje.....</b>	<b>4</b>
	2.1 Podklady.....	4
	2.2 Použitá literatura.....	4
	2.3 Základní charakteristiky řešeného prostoru.....	5
<b>3</b>	<b>Normativní požadavky a doporučení.....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Návrh akustických úprav .....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Použité akustické prvky.....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>11</b>

# 1 Úvod

Tato studie byla vypracována na základě objednávky firmy AVEK s.r.o. za účelem návrhu prostorově akustických úprav učebny č. 043 Základní školy Věry Čáslavské, Šantrochova 2/1800, Praha 6.

**Studie v souladu s objednávkou obsahuje:**

- stanovení prostorově akustických požadavků na učebnu č. 043 dle příslušných předpisů,
- návrh prostorově akustických úprav školní učebny.

## 2 Výchozí údaje

### 2.1 Podklady

- 1) Půdorys 1.PP a řez předmětné části ZŠ s navrhovanými stavebními úpravami – zprac. Ing. Vít Kocourek AVEK, 7/2018
- 2) Informace poskytnuté zástupcem objednatele Ing. Vítem Kocourkem

### 2.2 Použitá literatura

- 1) Vyhláška č. 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých ve znění vyhlášky č. 343/2009 Sb.
- 2) ČSN 73 0525 - Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady, únor 1998.
- 3) ČSN 73 0527 - Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely, březen 2005.
- 4) Kolmer F., Kyncl J. – Prostorová akustika, SNTL, Praha, 1980.
- 5) M. Krňák – Akustické obklady, VÚZORT.
- 6) J. Vaverka a kol. - Stavební fyzika 1 – urbanistická, stavební a prostorová akustika, VUTIUM, Brno 1998.
- 7) Katalogové listy použitých akustických materiálů.



## 2.3 Základní charakteristiky řešeného prostoru

Řešenou učebnu je zamýšleno vybudovat v 1.PP předmětné základní školy. Učebna bude přebudována z fitness místnosti.

Učebna bude obdélníkového půdorysu o rozměrech 13 305 × 6 200 mm, světlá výška ke stavebnímu stropu bude 3 330 mm. V místech podél boční stěny s okny vede u stropu potrubí topení. Toto potrubí bude uzavřeno do kastlíku z SDK (světlá výška prostoru v místech pod kastlíkem bude 2 845 mm). Vstup do učebny z chodby bude dveřmi v zadní stěně, v čelní stěně budou dveře vedoucí do kabinetu. Na podlaze bude položeno marmoleum. Přední stěna učebny bude z SDK, ostatní stěny budou zděné, omítnuté hladkou omítkou. Stavební strop bude opět omítnut hladkou omítkou (v akustickém návrhu je uvažováno s instalací zvukově pohltivého podhledu pod tento strop). V levé boční stěně učebny bude celkem 7 oken (2 300 × 1 200 mm) zasklených izolačním dvojsklem. V prostoru budou umístěny 3 řady lavic (v každé řadě 8 – 9 lavic za sebou) pro celkem max. 50 žáků (+ příslušný počet židlí), před čelní stěnou bude 1 stůl pro učitele. U čelní stěny bude školní tabule, podél pravé boční stěny budou od umyvadla směrem k čelní stěně umístěny nízké skříňky s dveřmi (výška cca 800 mm, hloubka cca 400 mm).

Učebna bude využívána pro výuku s počítači (popř. tablety) a také jako družina.

### Základní rozměrové charakteristiky prostoru učebny:

- půdorysná plocha..... 82,5 m<sup>2</sup>
- celková povrchová plocha.....287,1 m<sup>2</sup>
- objem.....258,2 m<sup>3</sup>

Pozn.: Při vyčíslení základních rozměrových charakteristik učebny byla s ohledem na akustický význam geometrie a rozměrů prostorů přijata některá zjednodušení. Uvedené hodnoty ploch a objemů tedy nemusejí přesně souhlasit s fyzickými rozměrovými charakteristikami místnosti.



### 3 Normativní požadavky a doporučení

Vyhláškou č. 410/2005 Sb., v platném znění, jsou stanoveny hygienické požadavky na optimální dobu dozvuku ve školách následovně:

*§ 4b: V zařízeních pro výchovu a vzdělávání a provozovnách pro výchovu a vzdělávání musí být dodrženy normové hodnoty podle příslušné české technické normy upravující optimální doby dozvuku.*

Z hlediska stanovení optimální doby dozvuku v prostorech pro školské účely a veřejné účely (tedy i pro školní učebny) je rozhodující norma ČSN 73 0527. Další normativní požadavky na akustické řešení školních učeben jsou uvedeny v normách ČSN 73 0525 a ČSN 73 0527.

Požadované akustické kvality uzavřených prostorů se dosáhne volbou vhodných typů akustických prvků, nalezením jejich optimálního množství (výměr) a příhodným rozmístěním těchto výměr na stěnách a na stropě místnosti. Hlavní kritérium pro výběr prvků a stanovení jejich potřebného množství představuje kmitočtový průběh doby dozvuku dané místnosti, tedy hodnoty doby dozvuku v jednotlivých oktávových pásmech 125 Hz až 4 kHz, resp. 250 Hz až 2 kHz.

#### Optimální doba dozvuku

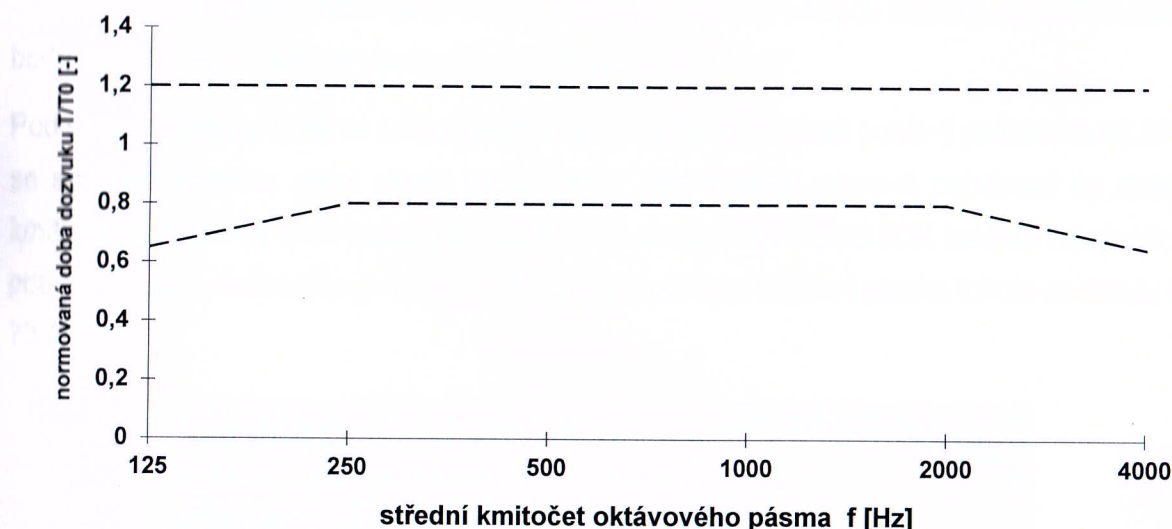
Norma ČSN 73 0527 udává optimální hodnotu doby dozvuku  $T_0$  v oktávovém pásmu 1 kHz (resp. 500 Hz) v závislosti na účelu a případně též objemu prostoru. Je v ní uvedeno i normované toleranční pásmo kmitočtového průběhu doby dozvuku  $T/T_0$  pro jednotlivé typy prostorů.

Předmětná učebna spadá do kategorie učeben o objemu do 250 m<sup>3</sup>, pro niž je v normě ČSN 73 0527 stanovena optimální doba dozvuku v oktávovém pásmu 1 kHz  $T_0 = \text{cca } 0,70 \text{ s}$  (uvedená učebna má objem cca 258 m<sup>3</sup>, mírná odchylka objemu od kategorie učeben do 250 m<sup>3</sup> je z hlediska stanovení optimální doby dozvuku nevýznamná).

Doba dozvuku se dle ČSN 73 0525 a ČSN 73 0527 vyhodnocuje za předpokladu plně obsazeného stavu učebny.

Normované toleranční pásmo kmitočtového průběhu doby dozvuku pro prostory, kde je převažujícím akustickým signálem řeč (tedy mj. pro školní učebny), je uvedeno na obr. 1.

Protože smyslem akustických úprav školních učeben je dosažení dobré srozumitelnosti mluveného slova a potlačení hluku vyvolaného především hovorem, je z praktického hlediska důležité především nepřekročení horní meze v oblasti oktávových pásem 250 Hz až 4 kHz.



Obr. 1: Toleranční pásmo kmitočtového průběhu doby dozvuku pro prostory určené k přednesu řeči

## 4 Návrh akustických úprav

Návrh akustických úprav byl proveden na základě opakovaných výpočtů doby dozvuku při zahrnutí zvukové pohltivosti neakustických materiálů, tvořících povrch daného prostoru (hodnoty činitele zvukové pohltivosti byly v některých případech vzaty z databáze společnosti Akustické centrum, v některých případech bylo nutno provést kvalifikovaný odhad), a zvukové pohltivosti akustických obkladů, jimiž má být docíleno požadované akustické kvality. Pro výpočty doby dozvuku byl použit tzv. Eyringův vzorec:

$$T_E = 0,164 \frac{V}{-S \ln(1 - \alpha) + 4mV},$$

kde  $V$  ... objem prostoru

$S$  ... celková vnitřní povrchová plocha prostoru

$\alpha$  ... průměrný činitel zvukové pohltivosti prostoru

$m$  ... činitel útlumu zvuku ve vzduchu

### Učebna m. č. 043

Prostorově akustické prvky pro zajištění optimálních podmínek pro přednes a poslech mluveného slova a splnění požadavků ČSN 73 0527 na optimální dobu dozvuku budou nainstalovány na zadní stěnu a pod strop učebny.

Zadní stěna bude obložena v pásu šíře 5 100 mm (od vstupních dveří až k navazující boční stěně) širokopásmově zvukově pohltivým obkladem Sonit D30V. Spodní hrana obkladu bude ve výšce



800 mm, horní hrana obkladu bude ve výšce 2 600 mm nad podlahou učebny. Tloušťka obkladu bude cca 130 mm. Celková plocha tohoto obkladu činí 9,18 m<sup>2</sup>.

Pod stropem učebny bude se svěšením 200 mm instalován zvukově pohltivý podhled Sonit SP5V se speciální úpravou zadní strany na ½ plochy (pro zvýšení zvukové pohltivosti na nízkých kmitočtech). Podhled bude instalován v celé ploše stropu kromě části SDK kastlíku zakrývajícího potrubí topení a omítnutého průvlaku v přední části učebny. Celková plocha tohoto podhledu činí 73,18 m<sup>2</sup>.



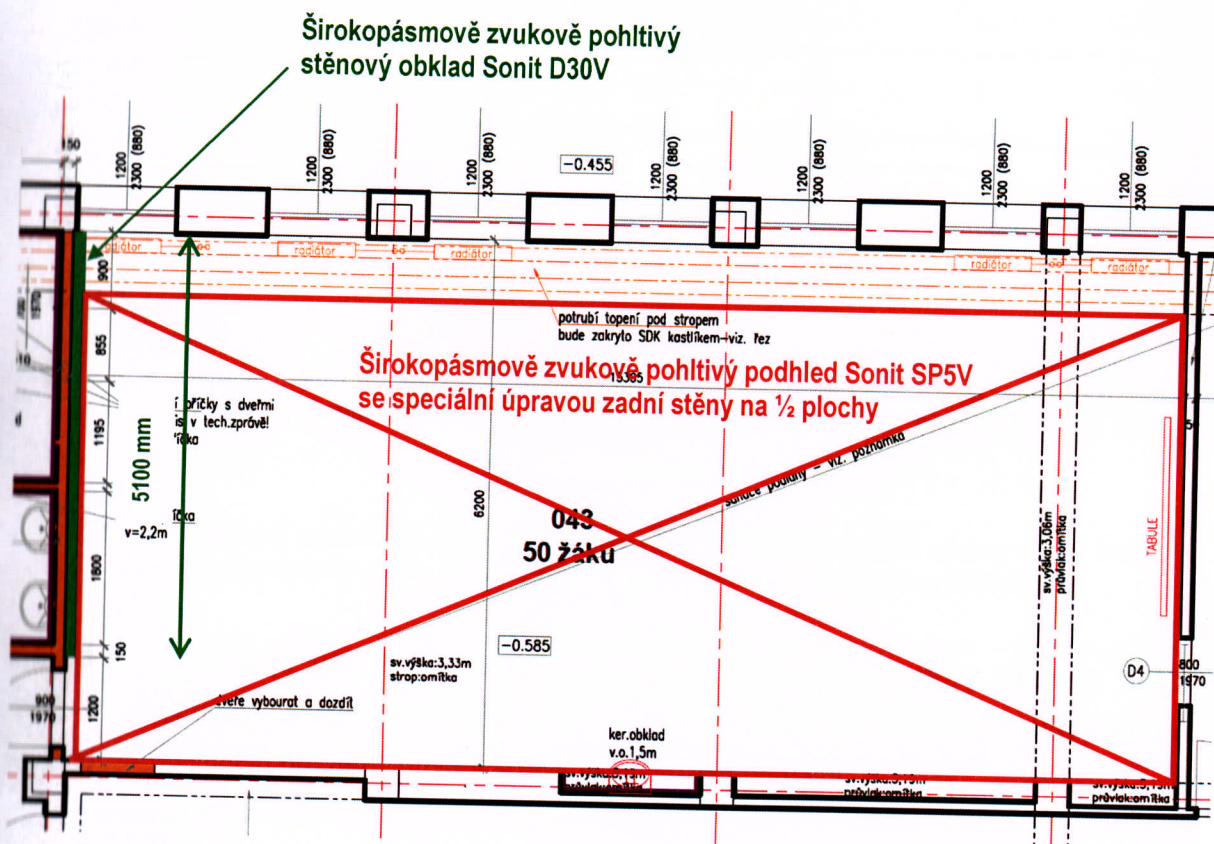
Obr. 2: Ukázka instalace zvukově pohltivého stěnového obkladu Sonit D30V na zadní stěně učebny



Obr. 3: Ukázka instalace zvukově pohltivého podhledu Sonit SP5V se speciální úpravou zadní strany na ½ plochy



Rozmístění prostorově akustických úprav v učebně m. č. 043 je patrné z následujícího obrázku.

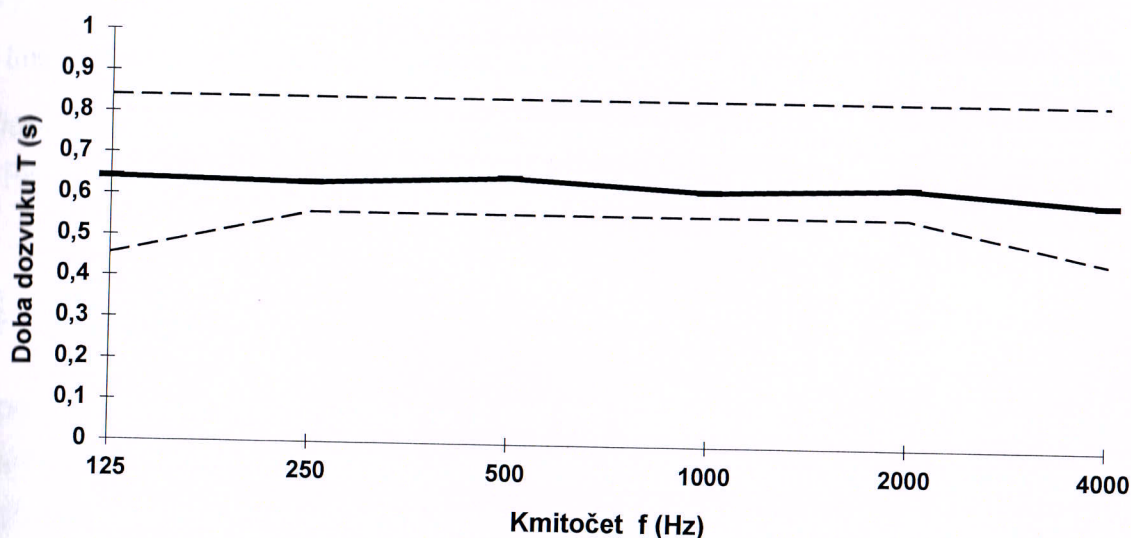


Obr. 4: Rozmístění prostorově akustických úprav v učebně m. č. 043  
(zakresleno do půdorysu učebny)

Vypočtený kmitočtový průběh doby dozvuku takto akusticky upravené učebny m. č. 043 v plně obsazeném stavu je uveden v tab. 1 a graficky znázorněn na obr. 5 (spolu s mezemi odnormovaného tolerančního pásma).

Oktákové pásmo $f$ (Hz)	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Doba dozvuku $T$ (s)	<b>0,64</b>	<b>0,63</b>	<b>0,65</b>	<b>0,62</b>	<b>0,63</b>	<b>0,60</b>

Tab. 1: Vypočtené hodnoty doby dozvuku akusticky upravené učebny (m. č. 043)  
v plně obsazeném stavu



Obr. 5: Vypočtený kmitočtový průběh doby dozvuku akusticky upravené učebny (m. č. 043) v plně obsazeném stavu (meze tolerančního pásma jsou vyznačeny čárkovaně)

Z uvedeného grafu je patrné, že se vypočtený kmitočtový průběh doby dozvuku učebny m. č. 043 nachází v mezích tolerančního pásma, takže navržené akustické úpravy jsou dle provedených výpočtů pro daný prostor a účel jeho využití optimální.

## 5 Použité akustické prvky

### Obklad Sonit D30V

Stěnový akustický obklad, tvořený elementy z materiálu Sonit, což je barvený velikostně tříděný křemenný písek pojený epoxidovou kompozicí. Elementy mají tvar dlaždice formátu 300 × 300 mm a tloušťky 30 mm, spadají do třídy reakce na oheň A2-s2,d0. Za obkladové elementy se vkládá přídatná vložka z min. vlny balené v tenké PE fólii.

Montáž se provádí na skrytou ocelovou konstrukci, celková tloušťka obkladu včetně konstrukce je cca. 130 mm. Barva jednotlivých prvků je dána vzorníkem firmy SONING.

### Podhled Sonit SP5V se speciální úpravou zadní strany

Kombinovaný akustický podhled s vysokým činitelem zvukové pohltivosti v celém sledovaném kmitočtovém pásmu (tj. i na nízkých kmitočtech). Materiálem všech podhledových desek je velikostně tříděný křemenný písek pojený epoxidovou kompozicí. Desky jsou určeny pro použití do standardního kovového podhledového rastru 600 × 600 mm a mají rozměry 595 × 595 mm. Tloušťka desek je 6 mm. Podhled spadá do třídy reakce na oheň A2-s2,d0. Polovina



podhledových desek je z horní strany opatřena zátěrem ze speciálního tmelu. Desky bez tmelu a s tmelem budou instalovány v pravidelně se střídajících příčných pásech přes celou učebnu.

Vlastní podhledové desky jsou shora opatřeny přídatnou akustickou vložkou tl. 40 mm zabalenou v PE fólii. Barva jednotlivých prvků je dána vzorníkem firmy SONING.

## 6 Závěr

Úpravy prostorové akustiky učebny m. č. 043 byly navrženy tak, aby byly dodrženy požadavky normy ČSN 73 0527 na kmitočtový průběh doby dozvuku školní učebny o objemu do 250 m<sup>3</sup>. V případě instalace doporučených prostorově akustických úprav bude v učebně m. č. 043 dodržena doba dozvuku dle požadavku vyhlášky č. 410/2005 Sb., v platném znění.

Akustické parametry učebny závisejí na mnoha faktorech, z nichž některé nelze s dostatečnou přesností předvídat. Navržené akustické úpravy proto musí realizovat odborná akustická firma, která je schopna v průběhu montážních prací provádět kontrolní měření doby dozvuku a na základě jejich výsledků případně provádět drobné korekce souboru akustických úprav.

Případné změny je možno konzultovat s autorem této studie.

Za Akustické centrum s.r.o.

Ing. Robert Fleischman