

**Akustická studie**  
**Prostorová akustika**

**Základní škola v Petřvaldu**  
**Školní 246**  
**735 41 Petřvald**

Zpracováno v období:  
Březen 2017

## Obsah

<b>1. VŠEOBECNĚ.....</b>	<b>3</b>
1.1. Předmět .....	3
1.2. Úkol .....	3
1.3. Objednatel.....	3
1.4. Zpracovatel .....	3
1.5. Vypracoval.....	3
1.6. Kontroloval.....	3
1.7. Zpracováno v období.....	3
<b>2. PODKLADY.....</b>	<b>4</b>
<b>3. SITUACE.....</b>	<b>4</b>
<b>4. POŽADAVKY.....</b>	<b>4</b>
<b>5. NÁVRH AKUSTICKÝCH ÚPRAV.....</b>	<b>6</b>
5.1. Výpočtový model.....	6
5.2. Návrh úprav.....	6
5.3. Výpočet.....	7
5.4. Posouzení.....	7
<b>6. ZÁVĚR.....</b>	<b>8</b>

# 1. VŠEOBECNĚ

- 1.1. Předmět** Základní škola v Petřvaldu, Školní 248, 735 41 Petřvald
- 1.2. Úkol** Akustická studie
- 1.3. Objednatel**  
**Ing.arch. Stanislav Vrubel**  
Bohuslávská 1326  
Lipník nad Bečvou  
751 31  
IČ: 63706792  
kontaktní osoba:  
Ing.arch. Stanislav Vrubel  
Tel.: +420 722 945 242  
mail:  
archall.lipnik@seznam.cz
- 1.4. Zpracovatel**  
**DEKPROJEKT s.r.o.**  
Tiskařská 10/257  
budova TTC TECHKOM  
CENTRUM  
108 00, Praha 10  
tel.: +420 234 054 284-5  
fax.: +420 234 054 291  
IČO: 27 64 24 11  
DIČ: CZ 27 64 24 11  
bankovní spojení:  
35-7899980247/0100  
KB Praha 9  
Zapsáno v obchodním rejstříku, vedeném Městským soudem v Praze oddíl C., vložka 120996
- 1.5. Vypracoval** Ing. Petr Kropáč
- 1.6. Kontroloval** Ing. Roman Pavelka
- 1.7. Zpracováno v období** Březen 2017

## 2. PODKLADY

- [1] Objednávka ze dne 07.03.2017
- [2] Projektová dokumentace - Základní škola v Petřvaldu“ Ing.arch. Stanislav Vrabel
- [3] Stavební fyzika 10 – Akustika stavebních konstrukcí – Doc. Ing. Jiří Čechura, Csc.
- [4] ČSN 73 0525 (73 0525) Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady.
- [5] ČSN 73 0527 (73 0527) Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – prostory pro kulturní účely – prostory ve školách – prostory pro veřejné účely.
- [6] Stavební fyzika I – Urbanistická, stavební a prostorová akustika – Prof. Ing. Jiří Vaverka DrSc., VUTIUM 1998.
- [7] ČSN EN 12354-6 (73 0512) Stavební akustika – Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků – Část 6: Zvuková pohltivost v uzavřených prostorech
- [8] ČSN EN ISO 11654 (73 0528) Akustika – Absorbéry zvuku používané v budovách – Hodnocení zvukové pohltivosti
- [9] [www.ecophon.cz](http://www.ecophon.cz)
- [10] [www.cetris.cz](http://www.cetris.cz)

*Pozn.: U předpisů a norem platí poslední znění včetně novelizací a změn vydaných k datu zpracování studie*

## 3. SITUACE

Jedná se o rekonstrukci stávajícího objektu základní školy v obci Petřvald. Součástí plánované rekonstrukce jsou také prostory určené pro vzdělávání. Objednatel je požadováno posouzení vybraných vnitřních prostorů (učebny 1.14 – Odborná učebna dílen, 1.11 – Odborná učebna fyziky a chemie) z hlediska prostorové akustiky, včetně návrhu akustických úprav vedoucích ke splnění požadavků dle ČSN 73 0527. Požadavkem objednatele je dále návrh takového řešení v učebně, kterým nebude omezeno otevírání oken, které svým nadpražím dosahují téměř ke stropní konstrukci.

## 4. POŽADAVKY

Optimální doba dozvuku  $T_0$  prostoru daného účelu se stanoví pro objem prostoru. Číselně vyjádřené hodnoty optimální doby dozvuku v sekundách se týkají prostoru v obsazeném stavu a vztahují se ke kmitočtu 1000 Hz.

Hodnota optimální doby dozvuku pro učebnu s vnitřním objemem do 250 m<sup>3</sup> je  $T_0 = 0,7$  s.

Hodnota optimální doby dozvuku pro učebnu s vnitřním objemem do 6000 m<sup>3</sup> se určí z následujícího vztahu:

$$T_0 = 0,3424 \cdot \log(V) - 0,185 \text{ [s]}$$

kde  $V$  [m<sup>3</sup>] je objem posuzovaného prostoru.

Hodnota optimální doby dozvuku pro posuzované prostory je uvedena v následující tabulce.

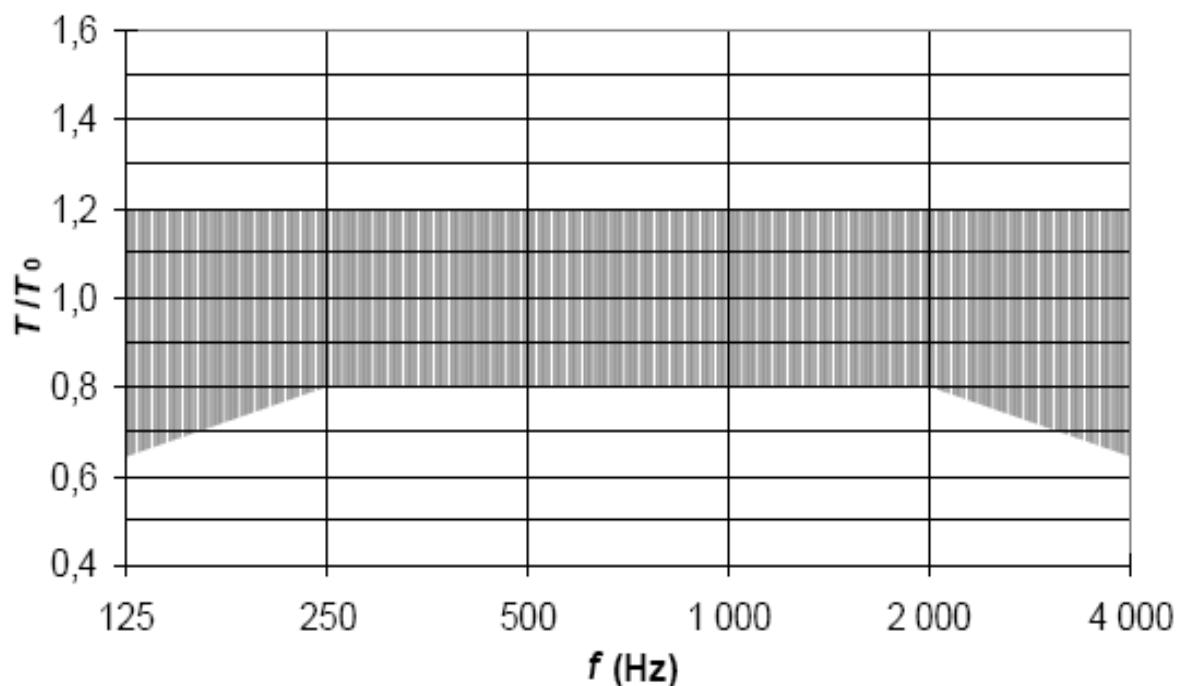
Místnost	Objem [m <sup>3</sup> ]	Optimální doba dozvuku [s]
1.14 – Odborná učebna dílen	242	0,7
1.11 – Odborná učebna fyziky a chemie	297	0,66

Tab. /1/ Optimální doba dozvuku

Doba dozvuku se vypočítá podle ČSN EN 12354-6 pro oktávová pásma se středními kmitočty od 125 Hz do 4 000 Hz. Kmitočtový průběh vypočítané doby dozvuku  $T$  se ve vztahu k optimální době dozvuku  $T_0$  prověřuje pomocí kmitočtové závislosti přípustného rozmezí. **Hodnoty přípustného rozmezí pro jednotlivá oktávová pásma jsou uvedeny v následujících tabulkách.**

Účel prostoru	Meze	Střední kmitočet $f$ (Hz) oktávového pásma											
		125		250		500		1000		2000		4000	
		$T/T_0$	$T$	$T/T_0$	$T$	$T/T_0$	$T$	$T/T_0$	$T$	$T/T_0$	$T$	$T/T_0$	$T$
Učebna 1.14	horní	1,2	0,84	1,2	0,84	1,2	0,84	1,2	0,84	1,2	0,84	1,2	0,84
	dolní	0,65	0,46	0,8	0,56	0,8	0,56	0,8	0,56	0,8	0,56	0,65	0,46
Učebna 1.11	horní	1,2	0,79	1,2	0,79	1,2	0,79	1,2	0,79	1,2	0,79	1,2	0,79
	dolní	0,65	0,43	0,8	0,53	0,8	0,53	0,8	0,53	0,8	0,53	0,65	0,43

Tab. /2/ Přípustné rozmezí  $T/T_0$  - učebny



Obr. /1/ Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku  $T/T_0$  obsazeného prostoru určeného k přednesu řeči v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma

## 5. NÁVRH AKUSTICKÝCH ÚPRAV

### 5.1. Výpočtový model

V následující tabulce jsou uvedeny uvažované konstrukce v posuzovaných prostorech

Popis konstrukce	Pohledový materiál	Učebna 1.14 Plocha [m <sup>2</sup> ]	Učebna 1.11 Plocha [m <sup>2</sup> ]
Podlaha	Tvrdá podlahovina	74,8	91,1
Stěny	Omítka	101,9	112,4
Strop	Omítka	74,8	91,1
Prosklení (okenní výplně)	Sklo	17,2	22,1
Vstupní dveře	Dřevo	3,4	5

Tab. /3/ Pohledové konstrukce

### 5.2. Návrh úprav

Do posuzovaných učeben navrhujeme v každé učebně provedení stropního podhledu z akusticky pohltivých panelů **Ecophon Gedina A tl. 15 mm** (svěšení pod stropem o 200 mm) + **Extra Bass** (tl. 50 mm). Podhledové panely budou zavěšeny pomocí stavitelných závěsů. Celková výška svěšení bude 200 mm.

V jednotlivých učebnách bude podhled proveden v následujících plochách stropu:

- Učebna 1.14 – 46,08 m<sup>2</sup> stropních panelů (tj. 128 ks panelů 600 x 600 mm)
- Učebna 1.11 – 60,48 m<sup>2</sup> stropních panelů (tj. 140 ks panelů 600 x 600 mm)

Podhled bude ostrovně rozmístěn tak, aby nebránil otevírání oken, které jsou umístěny téměř u stropu.

Dále bude v každé učebně proveden **obklad zadní stěny z MDF** (nebo HDF, DTD apod.) deskami tl. 8 mm ve kterých bude provedeno děrování kruhovými otvory v rastru 10 x 10 cm. Díry budou provedeny v průměru 8 mm. MDF desky budou šroubovány na dřevěný rošt, který bude připevněn na stěnu. Mezi MDF deskou a stěnou bude roštem vymezena dutina 60 mm. Do dutiny bude vložen akustický pohlcovač z desek ISOVER AKUSTIK PLATTE tl. 50 mm.

MDF desky mohou být nahrazeny deskami **CETRIS AKUSTIC FINISH** o stejných parametrech děrování a tloušťce desky jako je uvedeno výše.

V následující tabulce jsou uvedeni činitele pohltivosti jednotlivých pohledových materiálů. Hodnoty činitelů pohltivosti pro jednotlivé materiály byly převzaty z [3,6,7]. Pro materiály, pro něž nebyly činitele pohltivosti k dispozici, jsou tyto hodnoty stanoveny odborným odhadem, případně výpočtem.

Pohledový materiál	Střední kmitočet f (Hz) oktávového pásma					
	125	250	500	1000	2000	4000
Prosklené výplně	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02
Omítka	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03
Podlaha	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06
Dřevo (dveře)	0,14	0,10	0,08	0,08	0,08	0,08
Ecophon Gedina A tl.15 mm + EXTRABASS (tl. 50 mm)	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Obklad stěn z MDF desek	0,85	0,40	0,15	0,05	0,05	0,05
Děti ve třídě s odrazivým vybavením, 1 osoba na plochu 1 m <sup>2</sup> *	0,10	0,20	0,25	0,35	0,40	0,40

Tab. /4/ Průběh činitele pohltivosti v oktávových pásmech

\* výpočtový předpoklad je 80% zaplněnost učeben

### 5.3. Výpočet

K hodnocení prostorové akustiky místností je použit výpočet dle ČSN EN 12354-6.

Výpočet dle ČSN EN 12354-6 zohledňuje velikosti ploch, pohltivost povrchu a rozmístění materiálů v prostoru.

Hodnoty činitele útlumu ve vzduchu byly uvažovány následující (pro relativní vlhkost vnitřního vzduchu 50%):

Kmitočet f [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Činitel útlumu ve vzduchu [np/m]	0,0001	0,0003	0,0006	0,0010	0,0019	0,0058

Tab. /5/ Činitel útlumu ve vzduchu

Parametr	Znač.	Jedn.	Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
			125	250	500	1000	2000	4000
Učebna 1.14	T <sub>E</sub>	s	0,60	0,55	0,60	0,59	0,58	0,53
Učebna 1.11	T <sub>E</sub>	s	0,63	0,55	0,58	0,59	0,56	0,51

Tab. /6/ Výpočet doby dozvuku

**Kontrolní měření doby dozvuku** v učebnách doporučujeme provést po dokončení realizace stropního i stěnového obkladu. Podle výsledků měření je možné provést výpočtovou optimalizaci návrhu plochy stropního obkladu. Ze zkušenosti lze říci, že předpokládaná doba dozvuku v pohltivých prostorech je o něco vyšší než doba dozvuku získaná výpočtem.

### 5.4. Posouzení

V následujících tabulkách je provedeno posouzení doby dozvuku pro jednotlivé prostory dle ČSN 73 0527.

Parametr	Znač.	Jedn.	Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
			125	250	500	1000	2000	4000
Doba dozvuku v oktávových pásmech	$T_E$	s	0,60	0,55	0,60	0,59	0,58	0,53
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku	Horní mez	$T_{E,N}$	s	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
	Dolní mez	$T_{E,N}$	s	0,46	0,56	0,56	0,56	0,46
Hodnocení			+	X	+	+	+	+

Tab. /7/ Posouzení doby dozvuku – Učebna 1.14

Parametr	Znač.	Jedn.	Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
			125	250	500	1000	2000	4000
Doba dozvuku v oktávových pásmech	$T_E$	s	0,63	0,55	0,58	0,59	0,56	0,51
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku	Horní mez	$T_{E,N}$	s	0,79	0,79	0,79	0,79	0,84
	Dolní mez	$T_{E,N}$	s	0,43	0,53	0,53	0,53	0,43
Hodnocení			+	+	+	+	+	+

Tab. /8/ Posouzení doby dozvuku – Učebna 1.11

Pozn.: + ... Vyhovuje požadavku, X ... Nevyhovuje požadavku

Z výsledků v tab.7 a 8. je zřejmé, že posuzované prostory **výpočtově splňují požadavky na optimální dobu dozvuku** s výjimkou vybraných frekvenčních pásem u některých učeben, kde došlo k minimální výpočtové odchylce (přetlumení). Ze zkušenosti lze říci, že změřená doba dozvuku v pohltivých prostorech je o něco vyšší než doba dozvuku získaná výpočtem.

## 6. ZÁVĚR

Výpočtová doba dozvuku posuzovaných učeben splňuje požadavky ČSN 73 0527. **Kontrolní měření doby dozvuku doporučujeme provést po realizaci navržených opatření.** Na základě měření může být provedena optimalizace návrhu stropních obkladů. Pro splnění požadavků ČSN 73 0527 je rozhodující měření.

V Olomouci dne 13.3.2017

za DEKPROJEKT s.r.o.

Ing. Petr Kropáč

Tel.: +420 739 488 141

e-mail: petr.kropac@dek-cz.com

*Petr Kropáč*



**ATELIER DEK**

DEKPROJEKT s.r.o.  
Tiskařská 10/257  
108 00 Praha 10  
DIČ: CZ699000797

10