

**ESPRIT s.r.o.**  
Litožnická 400  
190 11 PRAHA 9  
Czech Republic



tel: (00420) 2 819 31 228  
fax: (00420) 2 819 31 228  
m.t: (00420) 739 666 576  
obchod@esprit-pha.cz  
[www.esprit-pha.cz](http://www.esprit-pha.cz)

---

prodejna, vzorkovna. V Ráji 33, 198 00 Praha 9 - Dolní Počernice

## TECHNICKÁ ZPRÁVA

### KNIHOVNA PETRA BEZRUČE - POBOČKA LIPTOVSKÁ REKONSTRUKCE S PŘÍSTAVBOU

**Pro:**

**Ing. arch. Jaroslav Chvátal**  
Bílovecká 2411/1  
Opava  
746 01

**Zpracovatel:**

Miroslav Hrabal  
ESPRIT s.r.o.  
V ráji 33, Praha 9 - Dolní Počernice  
mobil: 739 666 576  
tel.: 281 930 966  
e-mail: [hrabal@esprit-pha.cz](mailto:hrabal@esprit-pha.cz)  
[www.esprit-pha.cz](http://www.esprit-pha.cz)

**Datum:** 22.8. 2022

## 1. Úvod

Předmětem technické zprávy je návrh úprav prostorové akustiky v knihovně, na normou stanovenou hodnotu a vytvoření akustických podmínek pro provoz.

## 2. Použité podklady

- [1] ČSN 73 0525 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady, únor 1998.
- [2] ČSN 73 0527 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely, březen 2005.
- [3] ČSN ISO 3382 Akustika – měření doby dozvuku místností a sálu s uvedením jejich akustických parametrů.
- [4] Technické listy výrobců materiálů a akustické studie školních prostor
- [5] *Akustika stavebních objektů*. 1. vyd. Brno. ERA, 2009, KAŇKA, J., *Stavební Fyzika I* – Jiří vaverka, Václav Kozel, Libor Ládyš, Miloš Liberko
- [6] Master Handbook of Acoustics, sixth edition, F. Alton Everest and Ken C. Pohlmann
- [7] Dodaná projektová dokumentace

## 3. Požadavky norem a legislativy

Žáci a studenti musí během vyučovacího procesu sluchem zaznamenat a osvojit si velké množství pro ně dosud neznámých slov, nových pojmů, poznatků a jejich vzájemných souvislostí. S novými pojmy se setkávají denně nejen při výuce cizích jazyků, kde každé slovo je pojmem, ale i v rodném jazyce při výuce prakticky všech ostatních předmětů kde výuka probíhá na základě odborné terminologie daného oboru.

Při výuce probíhá komunikace ve třídě v několika rovinách. Nosnou komunikační rovinou je učitel – žáci, protože učitel výuku vede a od něho plynou nové pojmy. Protože výuka je v zásadě společenská událost, je důležitá komunikace i ve zpětném směru žák – učitel a také žák – žáci. Neporozumění jednoho druhému vždy znamená určité momentální vyloučení ze společného dění. Pro kvalitní výuku je tedy důležitá bezchybná srozumitelnost mluveného slova.

Otázkou je, zda v každém běžném výukovém prostoru může být dosaženo bezchybné srozumitelnosti, tedy zda mohou žáci vždy dokonale rozumět tomu co právě učitel říká?

Z technického hlediska lze dokázat, že tomu tak často není a že právě žáci sedící dále od učitele, až po ty co jsou v posledních lavicích, mají nárok porozumět novým dosud neznámým pojmům se znatelně nižší úspěšností než 100%.

Důvodem je ohraničený prostor školní třídy, který má schopnost deformovat akustickou informaci jdoucí od úst řečníka k uchu posluchače a snižovat srozumitelnost slova. Zpravidla vždy se jedná od učitele vzdálenější polovinu osazenstva učebny. Informace je deformována sledem silných zpožděných odrazů zvuku a dlouhým dozníváním ohraničeného prostoru. Zjednodušeně řečeno, dozvuk předcházejícího slova se míchá se zvukem slova právě vyslovovaného. Pro srozumitelnost řeči je důležitá srozumitelnost souhlásek, které jsou generovány s násobně menší energií než samohlásky a snadno zanikají v nevhodném akustickém poli místnosti.

Objektivně lze srozumitelnost posoudit a vyčíslit na základě metody ztráty srozumitelnosti souhlásek. Pro dosažení velmi dobré srozumitelnosti musí být ztráta srozumitelnosti souhlásek  $ZSS < 5\%$ . Do hodnoty  $ZSS \leq 8\%$  je srozumitelnost dobrá. Za

vyhovující lze považovat srozumitelnost při  $ZSS \leq 15\%$ . Hodnoty  $ZSS > 15\%$  jsou pro srozumitelnost řeči považovány za nevyhovující.

Pro výukové prostory musí být ztráta srozumitelnosti souhlásek velmi dobrá, tedy  $ZSS < 5\%$ . Vyšší **ztráta srozumitelnosti znamená, že určité procento souhlásek prostě žák není schopen zcela jednoznačně a okamžitě sluchem zpracovat**. Ztráta slova nebo více slov mnohdy znamená ztrátu dalších důležitých souvislostí a následně také ztrátu snahy porozumět dalšímu proudu informací a tím také snahu se aktivně na výuce podílet. Z didaktického hlediska je srozumitelnost mluveného slova důležitou součástí vyučovacího procesu. Kvalitní řešení výukových prostorů z hlediska akustiky je výchozím předpokladem fungující akustické komunikace a významnou součástí tvorby moderních výukových prostředí.

Z těchto důvodů platí pro školní výukové prostory také zákonem závazné technické normy z oblasti akustiky. Dosažení optimální doby dozvuku lze však obtížně dosáhnout bez profesionálního vyprojektování akustických úprav.

Konkrétní výsledky vlivu akustiky učebny na řečovou komunikaci prezentuje následující příklad, který řeší akustické prostředí v běžné školní třídě nově projektované školy. Jedná se o místnost s podlahovou plochou  $62,7 \text{ m}^2$ , objemem  $243,3 \text{ m}^3$ , rozměry  $9,3 \times 6,75 \times 3,88 \text{ [m]}$ . Počet přítomných sedících osob je 31. Nejvzdálenějšího žáka dělí od katedry vzdálenost cca  $7 \text{ m}$ . Doba dozvuku obsazené učebny se bude pohybovat kolem  $1,5 \text{ s}$  až  $1,8 \text{ s}$ .

Pro dosažení velmi dobré srozumitelnosti musí být ve výukovém prostoru, určeném výlučně pro řeč, ztráta srozumitelnosti souhlásek  $ZSS < 5\%$ . Tomu zde odpovídá maximální doba dozvuku  $T_0 \leq 0,56 \text{ s}$ .

Z uvedeného je vidět, že doba dozvuku akusticky neupraveného prostoru je několikanásobně vyšší. Ztráta srozumitelnosti souhlásek  $ZSS = 13,5 \%$  což znamená, že srozumitelnost může být klasifikována pouze jako „vyhovující“, a to už od přímé vzdálenosti od mluvčího cca  $3,5 \text{ m}$  a větší. Největší úhlopříčná vzdálenost katedry a nejvzdálenějšího žáka je zde cca  $7 \text{ m}$ . Z tohoto jasně vyplývá, že při takto vysoké ztrátě srozumitelnosti souhlásek není téměř  $40 \%$  žáků schopno některé neznámé pojmy, vyslovené průměrným mluvčím, zcela jednoznačně sluchem zpracovat. Tento problém lze jednoduše vyřešit pouze kvalitní akustickou úpravou učebny.

#### Výhody akusticky upravených učeben:

podstatné snížení doby dozvuku v učebně přináší nejen **kvalitní srozumitelnost** mluveného slova, nebo i reprodukováného slova, např. při audiovizuálních prezentacích, ale i **několikanásobné snížení hlukového pozadí** a vytvoření ztišeného kulturního výukového prostředí, které je mnohem vhodnější pro soustředění se na výuku jak pro žáky, tak také pro učitele. Vyšší pohoda akustického poslechu pochopitelně vyžaduje od posluchačů **méně energie na soustředění**. Akustickou úpravou se také dosáhne **snížení rozdílů mezi mluvčími** s kvalitativně různými hlasovými dispozicemi. Vytvoření akustické pohody má také **značný pozitivní vliv na psychologii chování žáků a studentů**.

#### Požadavky technických norem a legislativy:

Akustické požadavky na školní učebny definuje platná norma:

ČSN 73 0527 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely, březen 2005.

Zákonem č.148/2006 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, s účinností od 1.6.2006 jsou všechny platné české normy v oblasti akustiky ustanoveny jako závazné.

Česká technická norma ČSN 73 0527, zabývající se projektováním prostorové akustiky, stanovuje pro učebny různého typu, v návaznosti na objem učebny, hodnoty optimální doby dozvuku v oktávovém pásmu  $1000 \text{ Hz}$ , a dále kmitočtová oktávová pásma důležitá pro sledování hodnot doby dozvuku, toleranční pásma pro dovolený pohyb doby dozvuku, apod.

Například:

Prostor	Objem [m <sup>3</sup> ] (orientačně)	Doba dozvuku T <sub>0</sub> [s]
Jazyková učebna	130 až 180	0,45
Učebna HV při reprodukované hudbě	200	0,5
Audiovizuální učebna	200	0,6
Učebna a posluchárna	do 250	0,7
Učebna hry na individuální nástroje a sólového zpěvu	80 až 120	0,7
Učebna hudební výchovy	200	0,9

*výtah vybraných typů výukových prostorů z ČSN 73 0527*

#### 4. Popis prostoru

Řešený hlavní prostor má objem 426 m<sup>3</sup>. S kapacitou cca 25 žáků při přednášce. Podlaha je navržena těžká plovoucí. Pod stropem bude celoplošně akustický podhled s pohltivostí alfa  $w = 1,00$ .

#### 5. Navržená akustická úprava

Akustické zatlumení prostoru je efektivní řešit celoplošným akustickým minerálním kazetovým podhledem. Proto doporučujeme širokopásmový pohltivý podhled. Jako širokopásmový akustický pohltivý kazetový podhled je možné doporučit typ **EUROCOUSTIC – Tonga Eurodesign**, deska z kamenné vaty kryté skelnou tkaninou probarvovanou ve výrobě a velikostí desek 600 x 600 x 40mm (*Tonga, barva bílá, tl. 40mm,  $\alpha_w=1,0$ , reakce na oheň třída A1, tep.odpor  $R=1,4m^2K/W$ , průhyb při 100% vlhkosti po dnech 0,00mm, kamenná vlna, hmotnost 4,0 kg/m<sup>2</sup>, index šíření plamene 0 mm/min, Air Indor Quality (AIQ) =A+, zároveň nepodporuje růst plísní a rozvoj bakterií.* ) Nosný rastr T24 bílý, hloubka podhledu 100mm.

#### 6. Celkové hodnocení akustické úpravy

Uvedené akustické úpravy vyhoví normou a legislativou daným požadavkům a vytvoří předpoklady pro velmi dobrou akustickou pohodu v učebnách. Výsledná hodnota je bližší dolní hranici doporučeného tolerančního pásma pro místnosti těchto rozměrů. To se projeví větší „tichostí“ a vysokou srozumitelností. Srozumitelnost je zásadní při porozumění. Při



