

## Akustická studie

# POSOUZENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY ZŠ Na Pražské, Pelhřimov

Objednatel: **Saint-Gobain Construction Products CZ a. s.; Smrčkova 2485/4;  
180 00 Praha 8**

Číslo zakázky: **22 051**

Počet stran: **8**

Zhotovitel:



**AKUSTING, spol. s r. o., Cejl 76, 602 00 BRNO**  
tel.+ fax +420 545 210 297

Vypracovala: **Ing. Hana Vojířová**

1  
791095

**AKUSTING**  
spol. s r.o.  
Cejl 76, 602 00 Brno  
DIČ: CZ 276 79 748

Kontroloval: **Petra Bílá**

Bílá

Datum: **16. února 2022**

Veškerá práva k využití si vyhrazuje AKUSTING společně se zadavatelem. Výsledky obsažené v dokumentaci jsou duševním vlastnictvím firmy AKUSTING. Jejich veřejná publikace a další využití nad rámec původního smluvního určení nebo předání třetí osobě je vázáno na souhlas zpracovatele.

DIČ: **CZ 27679748**  
IČO: **27679748**

e-mail: **akusting@akusting.cz**  
http: **www.akusting.cz**

## 1 Úvod

Tato zpráva obsahující modelaci prostorů, výpočty a vyhodnocení s ohledem na platnou legislativu byla vypracována jako podklad pro návrh akustických úprav aplikovaných ve vnitřních prostorech učeben v budově ZŠ Na Pražské v Pelhřimově pro zlepšení poslechových podmínek. Zakázka je vedena pod číslem 22 051.

Pro posouzení jsou použity příslušné normy ČSN a odborná literatura.

Úkolem práce bylo posouzení akustického řešení učeben směřující k dosažení optimálních poslechových podmínek.

## 2 Použité podklady a legislativa

- 1 Vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých ze dne 4. října 2005 ve znění pozdějších předpisů.
- 2 ČSN 73 0525: Akustika. Projektování v oboru prostorové akustiky. Všeobecné zásady. Český normalizační institut; únor 1998.
- 3 ČSN 73 0527: Akustika. Projektování v oboru prostorové akustiky. Prostory pro kulturní účely. Prostory ve školách. Prostory pro veřejné účely. Český normalizační institut; březen 2005.
- 4 Výstavba školských zařízení - Akustické řešení školních staveb; Ministerstvo školství ČSR; duben 1972.
- 5 Část projektové dokumentace stavby; Atelier 99 s.r.o.; prosinec 2021

## 3 Seznam použitých zkratk a symbolů

$f$	/Hz/	-	frekvence
$T$	/s/	-	doba dozvuku
$T_o$	/s/	-	optimální doba dozvuku
$T_N; T_{ob}$	/s/	-	doba dozvuku neobsazeného prostoru, doba dozvuku obsazeného prostoru
$V$	/m <sup>3</sup> /	-	objem místnosti
$\alpha_w$	/0/	-	vážený činitel zvukové pohltivosti
$\alpha$	/0/	-	činitel zvukové pohltivosti
$\alpha_{125-4kHz}$	/0/	-	frekvenční průběh zvukové pohltivosti v oktávách
$c$ [m.s <sup>-1</sup> ]		-	rychlost šíření zvuku ve vzduchu

## 4 Legislativa

Vyhláška č. 410/2005 Sb. stanovuje, že v zařízeních pro výchovu a vzdělávání musí být dodrženy normové hodnoty podle příslušné české technické normy upravující optimální dobu dozvuku. Touto normou je ČSN 73 0527.

Normy **ČSN 73 0527** a **ČSN 73 0525** uvádí zásady pro projektování a realizaci uzavřených prostorů pro kulturní účely, prostorů ve školách a prostorů pro veřejné účely. Platí pro nově zřizované, rekonstruované nebo adaptované prostory, v nichž kvalita poslechových podmínek či akustická pohoda hraje významnou roli. Rozhodujícím krokem pro vytvoření příznivých akustických poměrů v uzavřeném prostoru je dosažení optimální doby dozvuku, odpovídající danému účelu prostoru.

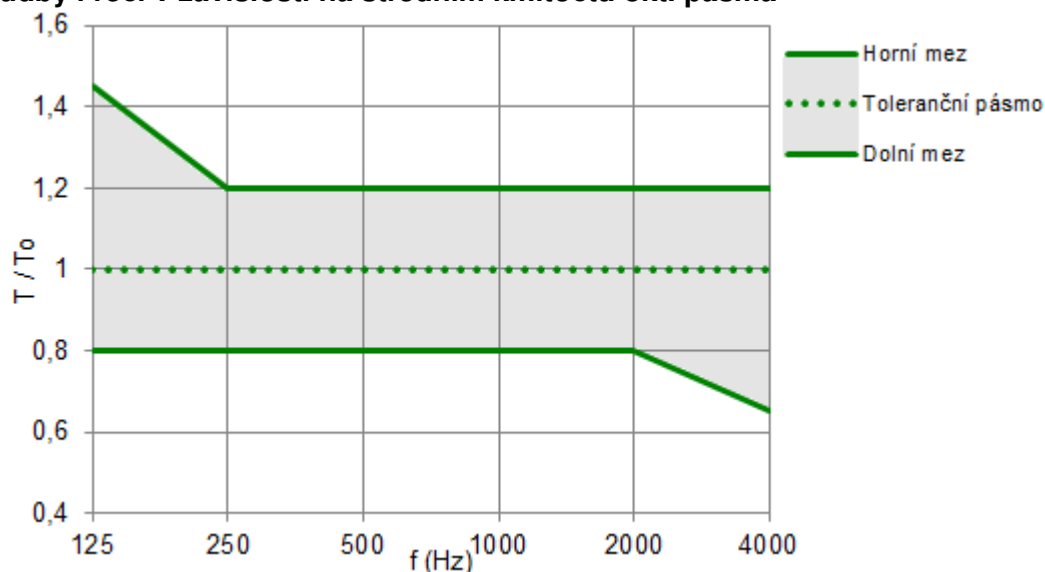
**Pro uzavřené prostory** pro kulturní účely, prostory ve školách a prostory pro veřejné účely stanovují normy pro daný objem místnosti  $V$  ( $m^3$ ) a s ohledem na **využití místnosti** optimální dobu dozvuku  $T_0$  (s) a přípustné rozmezí poměru dob dozvuku  $T/T_0$  v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma. Důležité je, aby byla doba dozvuku ve frekvenčním spektru vyrovnaná. Pro tělocvičny a jídelny se doporučují širokopásmové obklady celého stropu. Tím se dosáhne příznivých akustických poměrů.

V normě jsou uvedeny hodnoty optimální doby dozvuku pro místnosti o objemu nad  $100 m^3$ . Pro místnosti menší je možné hodnoty  $T_0$  odečíst z grafu dle příslušné křivky. Vzhledem k objemu posuzovaných místností je použito hodnot z tabulky 2 normy.

Jazyková učebna	do $180 m^3$	→	<b><math>T_0 = 0,45 s</math></b>
Jazyková učebna	do $250 m^3$	→	<b><math>T_0 = 0,50 s</math></b>
Základní učebny	do $250 m^3$	→	<b><math>T_0 = 0,60 s</math></b>

Přípustná toleranční pásma pro odchylky doby dozvuku od optimální hodnoty ( $T/T_0$ ) jsou uvedena v grafu 4.1 a 4.2. Odpovídající toleranční pásmo je určeno převažujícím typem signálu v posuzované místnosti. Doba dozvuku se pro učebny vypočte pro oktávová pásma od 125 Hz do 4000 Hz.

**Graf 4.1: Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku  $T/T_0$  obsazeného prostoru určeného k přednesu hudby i řeči v závislosti na středním kmitočtu okt. pásma**



## 5 Posouzení akustického řešení

Pro optimální poslechové podmínky posuzujeme následující akustické úpravy, podložené akustickými výpočty dle Eyringa.

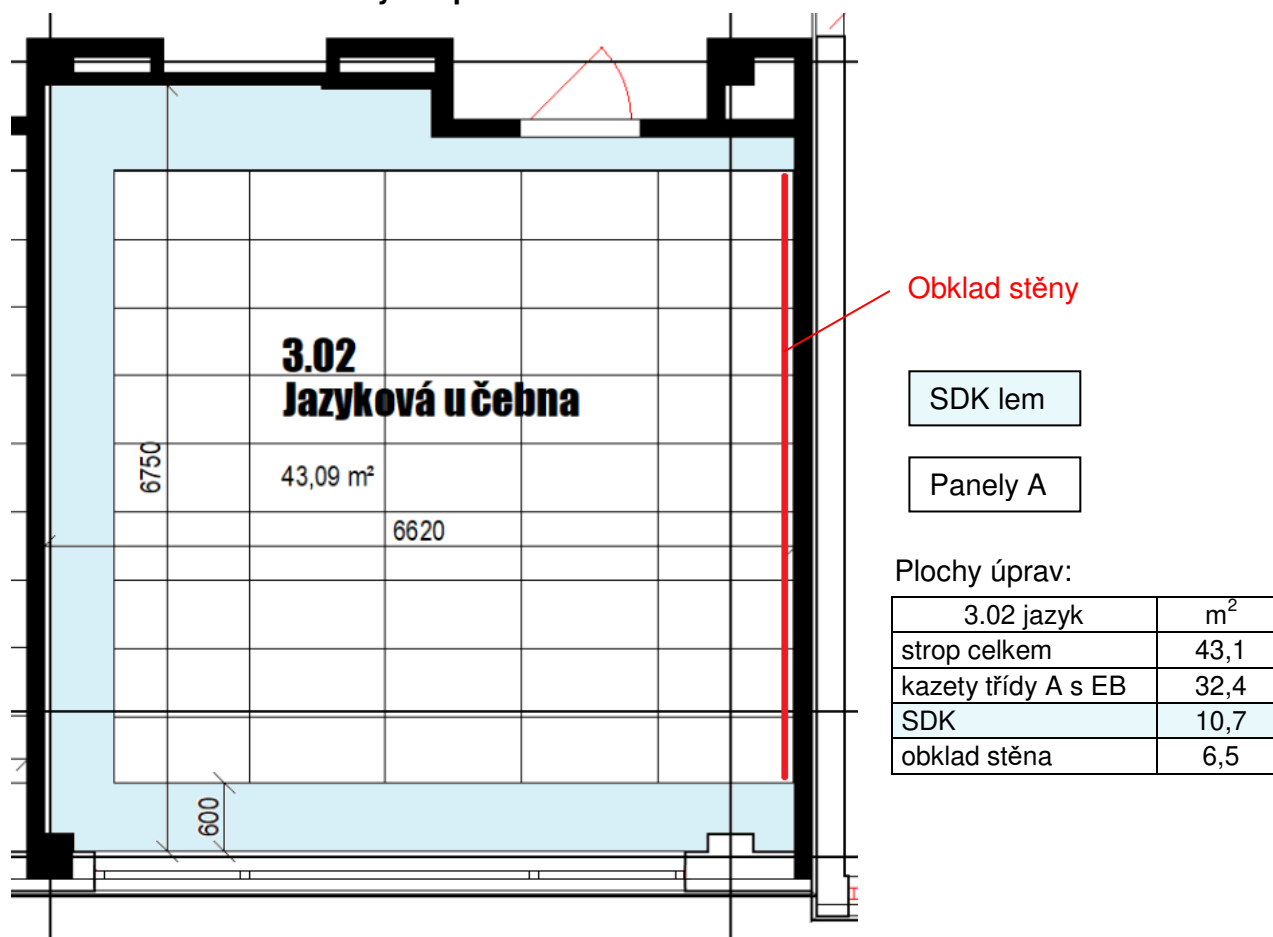
Doba dozvuku v akusticky neupravených učebnách neleží v tolerančním pásmu a je třeba doplnit akustické úpravy, které sníží dobu dozvuku v celém spektru.

Snížení doby dozvuku je vhodné řešit úpravou stropu doplněnou o pohltivý obklad na zadní stěně. V učebnách jsou velké plochy oken. Pro úpravu byly použity svěšené panely absorpční třídy A (Ecophon Focus Dg). Do dutiny za podhledem byly vkládány nízkofrekvenční absorbéry, pro zvýšení pohltivosti na nízkých frekvencích (Ecophon Extra Bass). Optimální výška svěšení podhledu je 200 mm. Pokud to není možné, pak může být svěšení nižší, ale ne méně než 120 mm. Pohltivý podhled má podél bočních stěn a v přední části lem z plného SDK. Do dutiny na SDK je vhodné doplnit vrstvu minerální vaty tloušťky 50 mm s objemovou hmotností nad  $40 \text{ kg.m}^{-3}$ . Na zadní stěny byl doplněn pohltivý obklad s jádrem ze skelné vaty se sklovláknitou tkaninou na povrchu (Ecophon Akusto Wall A).

### 5.1 3.02 Jazyková učebna

Celý strop místnosti byl upraven z panelů absorpční třídy A. Na celý strop byl doplněn nízkofrekvenční absorbér. Podél bočních stěn a v přední části byl ponechán SDK lem s minerální vatou na v dutině. Na zadní stěnu, na střed, byl dále doplněn pohltivý obklad stěny výšky 1200 mm, instalovaný 1,2 až 1,5 m nad podlahou v délce 5,4 m. Bylo uvažováno obsazení 10 žáků.

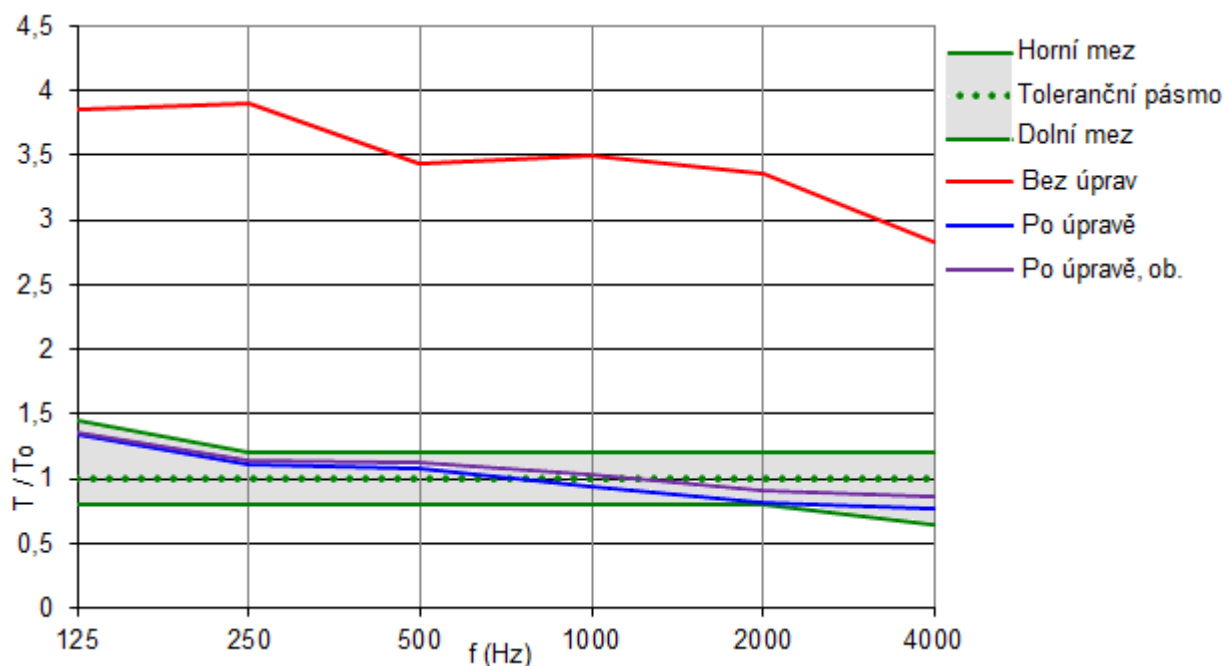
Obr. 5.1: Schéma akustických úprav



**Tab. 5.1: Doba dozvuku v učebně 3.02**

3.02 Jazyková učebna		f / Hz					
$T_0 = 0.45 \text{ s}$		125	250	500	1000	2000	4000
Bez úprav	$T_N$	1,73	1,76	1,54	1,57	1,51	1,28
Po úpravě	$T_{up}$	0,62	0,51	0,51	0,47	0,41	0,39
Po úpravě obsazeno	$T_{up,obs}$	0,61	0,50	0,49	0,42	0,37	0,34

**Graf 5.1: Průběh doby dozvuku v učebně 3.02 před a po úpravě ( $T_0=0,45 \text{ s}$ )**



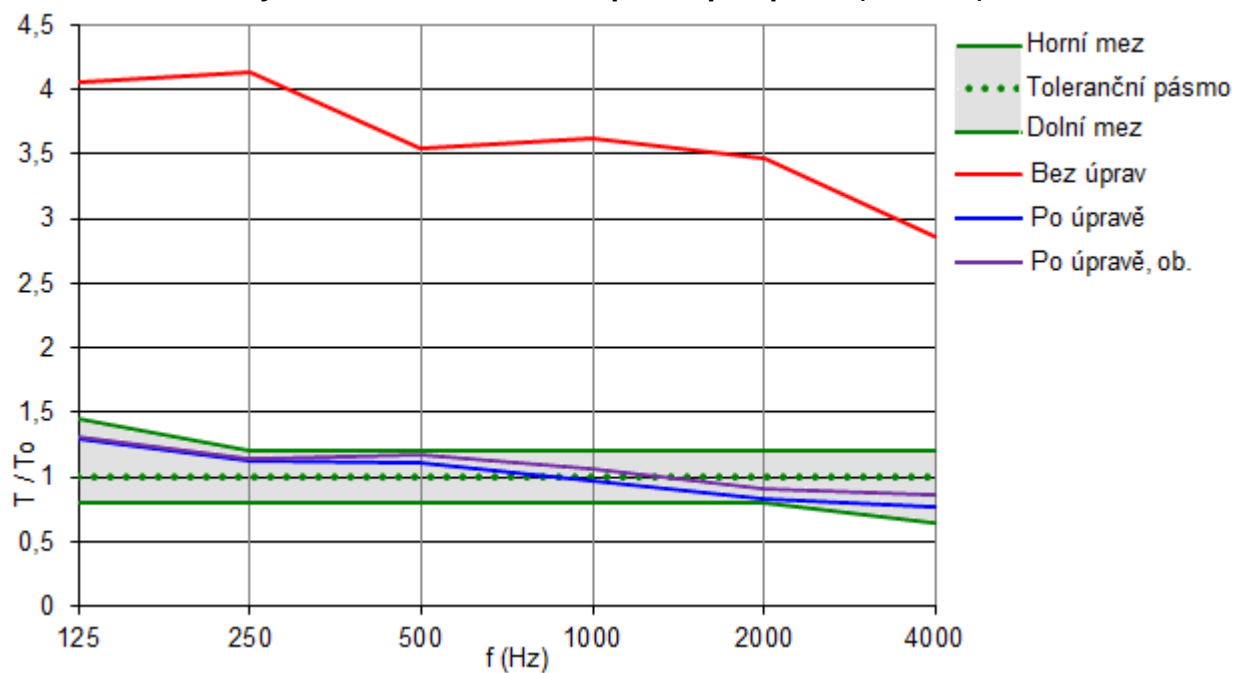
## 5.2 3.03 Jazyková učebna

Celý strop místnosti byl upraven z panelů absorpční třídy A. Na celý strop byl doplněn nízkofrekvenční absorbér. Podél bočních stěn a v přední části byl ponechán SDK lem s minerální vatou na v dutině. Na zadní stěnu, na střed, byl dále doplněn pohltivý obklad stěny výšky 1200 mm, instalovaný 1,2 až 1,5 m nad podlahou v délce 5,4 m. Bylo uvažováno obsazení 15 žáků.

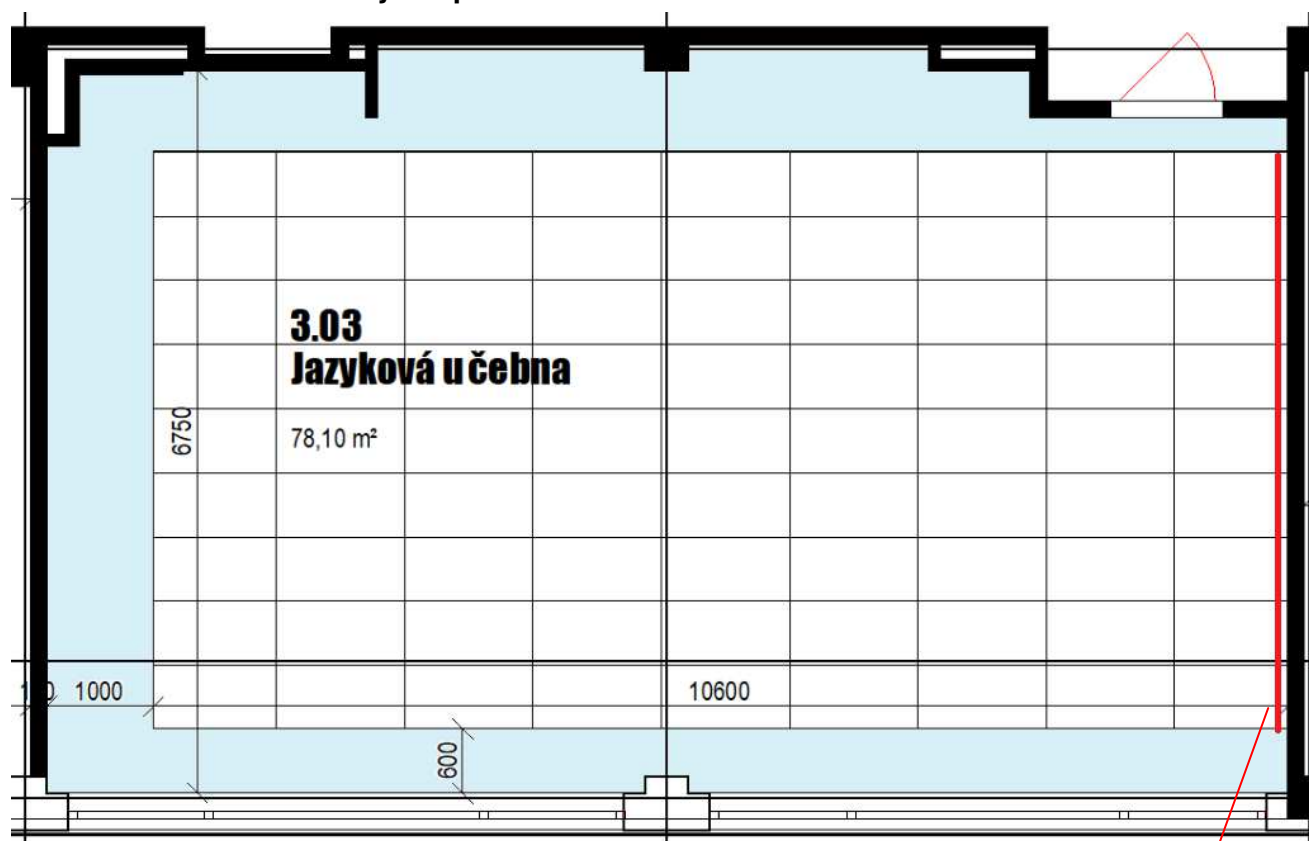
**Tab. 5.2: Doba dozvuku v učebně 3.03**

3.03 Jazyková učebna		f / Hz					
$T_0 = 0.5 \text{ s}$		125	250	500	1000	2000	4000
Bez úprav	$T_N$	2,03	2,07	1,78	1,81	1,73	1,43
Po úpravě	$T_{up}$	0,66	0,57	0,58	0,53	0,46	0,43
Po úpravě obsazeno	$T_{up,obs}$	0,65	0,56	0,56	0,48	0,41	0,38

Graf 5.2: Průběh doby dozvuku v učebně 3.03 před a po úpravě ( $T_0=0,5$  s)



Obr. 5.2: Schéma akustických úprav



SDK lem

Panely A

Plochy úprav:

	m <sup>2</sup>
3.02 jazyk	78,1
strop celkem	58,3
kazety třídy A s EB	19,8
SDK	6,5
obklad stěna	

Obklad stěny

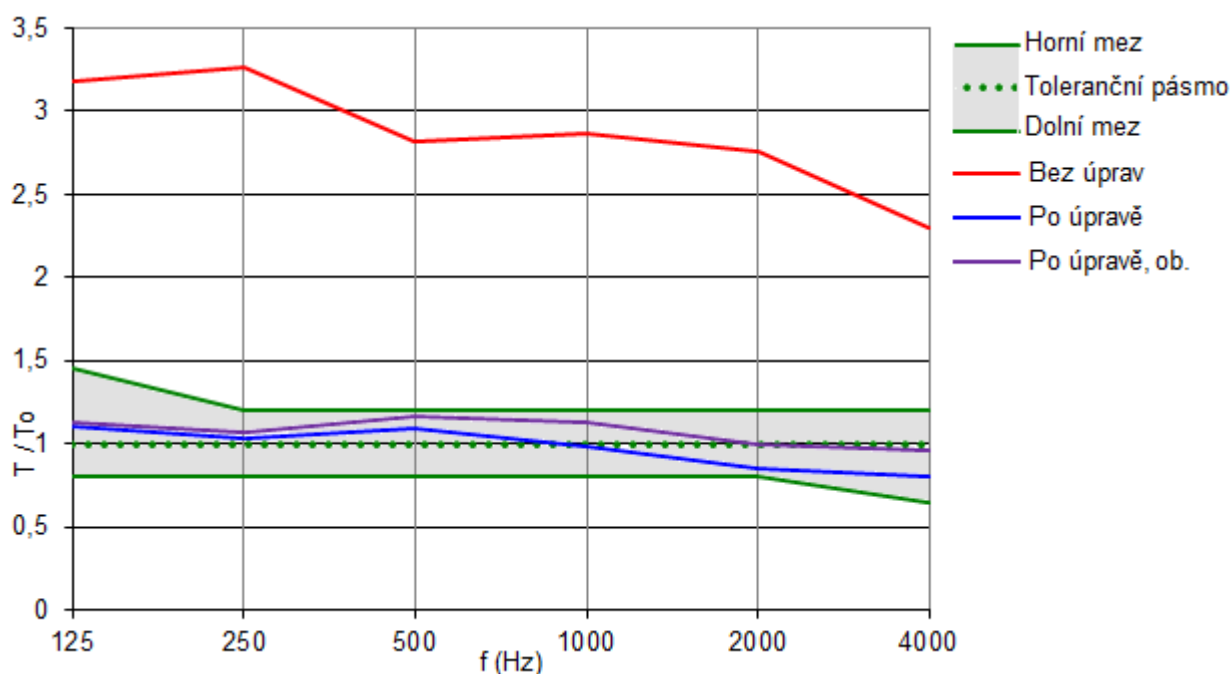
### 5.3 3.10 Počítačová učebna

Počítačové učebny řadíme do skupiny místností, kde hluk vzniká vlastní činností a je žádoucí snížit dobu dozvuku více než v běžné učebně. Celý strop místnosti byl upraven z panelů absorpční třídy A. Na celý strop byl doplněn nízkofrekvenční absorbér. Podél bočních stěn a v přední části byl ponechán SDK lem s minerální vatou na v dutině. Na zadní stěnu, na střed, byl dále doplněn pohltivý obklad stěny výšky 1200 mm, instalovaný 1,2 až 1,5 m nad podlahou v délce 5,4 m. Bylo uvažováno obsazení 15 žáků.

**Tab. 5.3: Doba dozvuku v učebně 3.10**

3.10 PC učebna		f / Hz					
$T_o = 0.6$ s		125	250	500	1000	2000	4000
Bez úprav	$T_N$	1,91	1,96	1,69	1,72	1,66	1,38
Po úpravě	$T_{up}$	0,67	0,64	0,70	0,68	0,60	0,58
Po úpravě obsazeno	$T_{up,obs}$	0,67	0,62	0,65	0,59	0,51	0,48

**Graf 5.3: Průběh doby dozvuku v učebně 3.10 před a po úpravě ( $T_o=0,6$  s)**



**Obr. 5.3: Schéma akustických úprav**



Plochy úprav:

3.02 jazyk	m <sup>2</sup>
strop celkem	60,7
kazety třídy A s EB	42,8
SDK	17,9
obklad stěna	6,5

SDK lem

Panely A

Obklad stěny

## 6 Závěrečné shrnutí, další doporučení

Podrobné akustické výpočty prokázaly, že neupravené učebny neodpovídají z hlediska doby dozvuku požadavkům platných norem. Pro zlepšení poslechových podmínek a snížení dob dozvuku blíže optimálním hodnotám byly do prostorů rozmístěny akustické prvky. Po realizaci dojde k poklesu dob dozvuku v potřebných částech frekvenčního spektra.

Plochy úprav uváděných ve studii budou mírně odlišné od skutečného stavu. Důležité je, aby byla dodržena plocha kazet s pohltivostí třídy A a plocha nízkofrekvenčních absorbérů. Obecně není přetlumení zde posuzovaných učeben takový problém, jako jejich případné nedotlumení. Lem z odrazivého materiálu podél stěn (zde SDK), není úplně ideální řešení. Vhodnější je řešení s pohltivými plochami podél stěn a odrazivějším středem. Do dutiny na SDK lem je třeba doplnit minerální vatu.

Akustickou pohodu a srozumitelnost v učebnách může dále nepříznivě ovlivňovat odraz od zadní stěny a tzv. třepotavá ozvěna vznikající mezi rovnoběžnými odrazivými stěnami.

Doporučujeme provést alespoň v jedné učence kalibrační měření doby dozvuku, aby se lépe odhalila například třepotavá ozvěna. I sebpřesnější výpočet měření nenahradí.

...