

Ing. Michael Plachý

Akustik – autorizovaný inženýr

» Projekty akusticky náročných prostor «

Kancelář: Hloubětínská 5, Praha 14 – Hloubětín

Mobil: +420 736 688 208

E-mail: plachy.michael@email.cz

IČO: 62562096

TECHNICKÁ ZPRÁVA A K U S T I K A

DOKUMENTACE DSP

Akce: Stavební úpravy ZUŠ B. M. Černohorského Nymburk

Místo: Základní umělecká škola B. M. Černohorského, Nymburk, Palackého třída 574,
288 02 Nymburk

Investor: Středočeský kraj, Zborovská 81/11, 150 00 Praha 5 – Smíchov

Stupeň PD: DSP

G.projektant: ANDAMI s.r.o., Kostomlatská 2188, 288 02 Nymburk
Ing. Dalibor Andrejs – zodpovědný projektant
Ing. arch. Ing. Michaela Andrejsová

Objednatel: ESPRIT s.r.o.
V ráji 33
198 00 Praha 9 – Dolní Počernice
www.esprit-pha.cz

Profese: Prostorová akustika

Zpracovatel: Ing. Michael Plachý
– autorizovaný inženýr v oboru technika prostředí staveb,
specializace technická zařízení, ČKAIT 13375 (IE01)

Datum: 21.2. 2019

Počet stran: 9

Vyhotovení: elektronická verze



Ing. Michael Plachý

OBSAH

| | |
|--|---|
| ÚVODEM | 2 |
| 1. ZADÁNÍ | 2 |
| 2. UŽITÉ PLATNÉ STANDARDY A LITERATURA | 2 |
| 3. KONSTRUKČNÍ USPOŘÁDÁNÍ PROSTOR | 3 |
| 4. NORMOVÉ HODNOTY DOBY DOZVUKU | 4 |
| 5. ŘEŠENÍ AKUSTICKÝCH ÚPRAV | 5 |
| 6. VÝČET AKUSTICKÝCH OBKLADŮ | 5 |
| 7. ZÁVĚREM | 5 |
| 8. PŘÍLOHY – ČÍSLOVANÉ | 6 |

ÚVODEM

Technická zpráva popisuje řešení úpravy a nastavení parametrů prostorové akustiky generálním projektantem určených učeben ZUŠ. Návrh řešení akustických úprav je ve stupni DSP.

1. ZADÁNÍ

Předmětem objednávky je zpracování projektu odhlučnění a nastavení doby dozvuku učeben č.3.08 a č.3.09, podle závazných normových hodnot doby dozvuku. Podkladem je výkresová dokumentace ve formátu dwg a kooperace s projekčním týmem.

2. UŽITÉ PLATNÉ STANDARDY A LITERATURA

- [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 EN ISO 11654 *Akustika – Absorbéry zvuku používané v budovách – Hodnocení zvukové pohltivosti*. Prosinec 1998.
- [4] ČSN EN ISO 3382-2 *Akustika – Měření parametrů prostorové akustiky – Část 2: Doba dozvuku v běžných prostorech*. Únor 2009.
- [5] Vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, se změnami: 343/2009 Sb., 465/2016 Sb. Účinnost od 16.11.2005.
- [6] Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby. Účinnost od 26.08.2009, v platném znění.
- [7] VAVERKA, J. *Stavební fyzika. Díl 1. Urbanistická, stavební a prostorová akustika*. VUTIUM, 1998, s. 343.

Z hlediska projektování prostorové akustiky parametry školských učeben a poslucháren a prostor pro výchovu dětí a mladistvých stanovují české národní normy [1], ČSN 73 0525 a [2], ČSN 73 0527. Základním parametrem prostorové akustiky je doba dozvuku, kterou je obecně řečeno doba, za kterou zvukem vybuzený prostor zcela dozní. Optimální hodnoty doby dozvuku, její meze a posuzovaný kmitočtový rozsah, stanovuje norma [2] ČSN 73 0527.

Provedení modelových výpočtů doby dozvuku předepisuje norma [1] ČSN 73 0525. Realizační postupy úprav prostorové akustiky jsou popsány v obou normách [1] a [2].

Uvedené normy z oblasti akustiky jsou ve školství závazné na základě § 4b, Vyhlášky č.343/2009 Sb., [5]... „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“.

Metodiku měření doby dozvuku v těchto prostorech stanovuje zejména norma [4] ČSN EN ISO 3382-1.

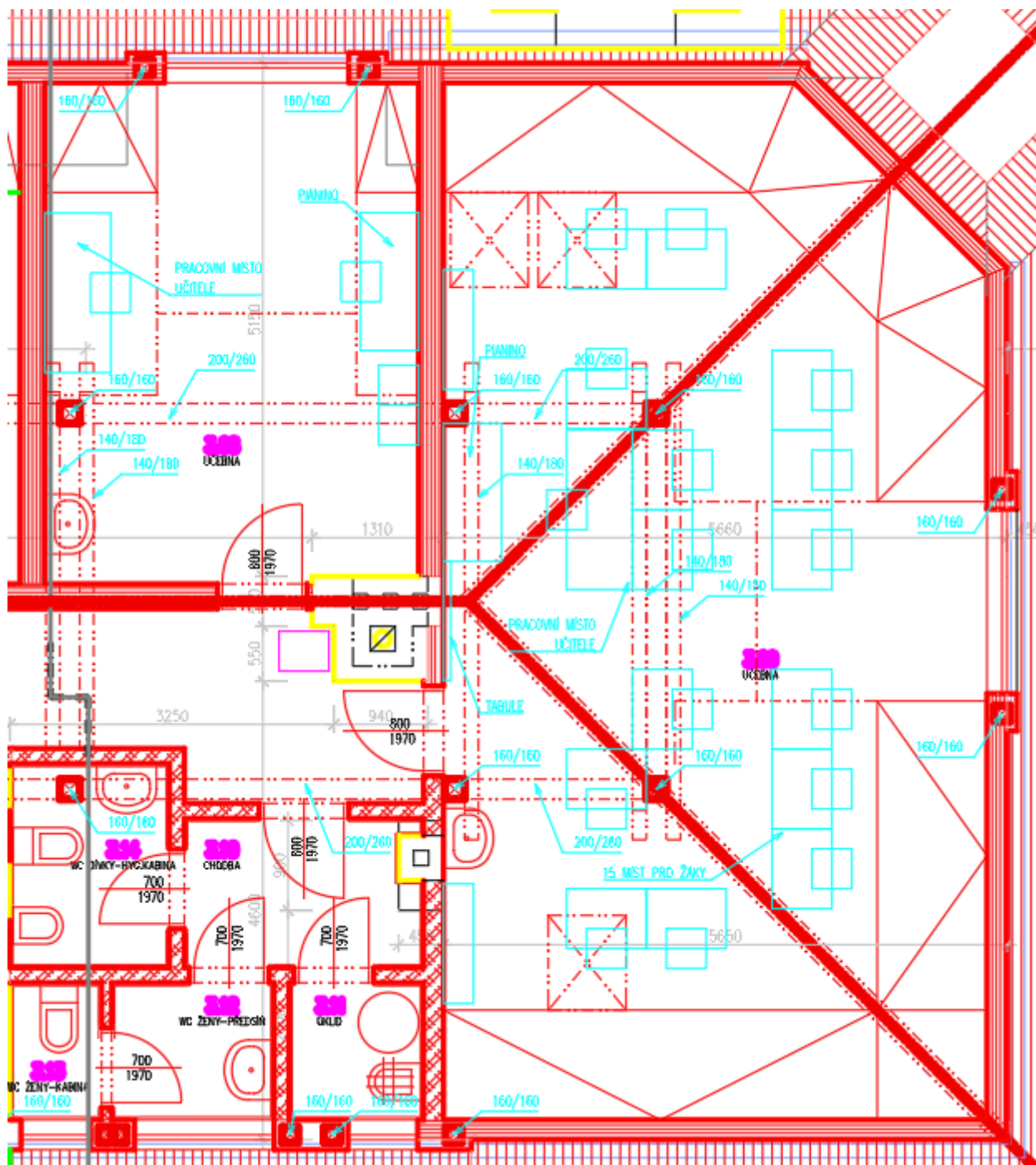
Hodnocení zvukově absorpčních vlastností akustických materiálů se posuzuje podle [3] ČSN EN ISO 11654, a stavebně-technické požadavky jsou určeny Vyhláškou č.268/2009 Sb., [6].

Požadavky na srozumitelnost řeči, její parametry a výpočty jsou provedeny dle literatury [7] .

3. KONSTRUKČNÍ USPOŘÁDÁNÍ PROSTOR

Jedná se o stavební úpravy podkrovních prostor. Prostorové parametry učeben odpovídají platným normám. Vzhledem ke stanovisku požární ochrany je podhled vyloučen z instalace akustických obkladových materiálů a konstrukcí. Světlá výška rovinné části stropu je 3100mm.

Stěny a strop jsou navrženy z lehkých SDK konstrukcí. Nášlapná vrstva podlahy je uvažována na bázi zátěžového koberce. Učebny jsou kromě běžného nezbytného nábytku vybaveny větším množstvím dutinového nábytku ve snížené části místnosti.



Obr. 1 Půdorys učeben 3.08 (menší) a 3.09 (větší)

4. NORMOVÉ HODNOTY DOBY DOZVUKU

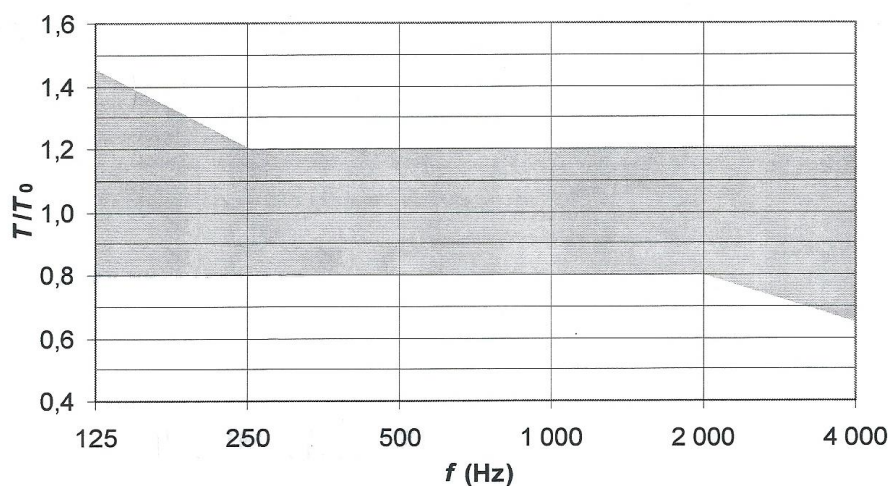
Požadavky na objem, typ školského prostoru a dobu dozvuku jsou uvedeny v následující tabulce.

| Prostor | Objem (m ³) (orientačně) | Doba T_0 (s) (Akustická úprava) | Obrázek s rozmezím hodnot T/T_0 | Poznámka |
|---|--|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Učebna a posluchárna | do 250 | 0,7 | A.4 | |
| Posluchárna | přes 250 | Závislost 3 - A.1 | A.4 | |
| Jazyková učebna (laboratoř) | 130 až 180 | 0,45 | A.4 | |
| Audiovizuální učebna | 200 | 0,6 | A.4 | |
| Učebna hudební výchovy | 200 | 0,9 | A.3 | |
| Učebna hudební výchovy při reprodukování hudbě | 200 | 0,5 | A.3 | |
| Učebna hry na individuální nástroje a sólového zpěvu | 80 až 120 | 0,7 | A.3 | |
| Učebna orchestrální hry hudebních škol | – | Závislost 2 - A.1 | A.2 | Objem $V \geq 600$ m ³ |
| Tělocvična a plavecká hala všech typů škol | – | Závislost 5 - A.1 | A.8 | |
| Sborovna nebo konferenční místnost | – | (širokopásmový obklad stropu) | – | |
| Učebna pracovní výuky | – | " | – | |

Výtah z tabulky 2 (ČSN 73 0527) - Požadavky na prostory ve školách

Dobu dozvuku je vhodné dále posuzovat podle akustického výkonu hudebních nástrojů, pro které je prostor určen. Číselně vyjádřená doba dozvuku se v případě učeben týká prostoru v obsazeném stavu.

Průběh doby dozvuku učeben s hudební náplní se posuzuje v celkovém kmitočtovém rozsahu 6 oktáv podle toleranční masky určenou pro přednes hudby i řeči:



Obr. 2 Obrázek A.3 - Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 obsazeného prostoru určeného k přednesu hudby i řeči v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma.

5. ŘEŠENÍ AKUSTICKÝCH ÚPRAV

Protože se v místnosti z požárně technických důvodů neuvažuje akustický podhled, místnost bude akusticky upravena mechanicky odolným a bezpečným kovovým perforovaným obkladem stěn, který bude použit v obou uvažovaných místnostech

Stěnový obklad se předpokládá na bázi kovových perforovaných panelů o tl. 100 mm, s následujícími hodnotami praktického činitele pohltivosti α_p :

| f [Hz] | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|
| α_p [-] | 0,50 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,95 | 0,85 |

Hodnoty praktického činitele pohltivosti je potřebné dodržet nebo zvýšit v oktávovém pásmu 125 Hz, dodržet pro pásma 250 Hz až 1 kHz. Stěnové obklady budou situovány zejména do výšky stojící až sedící osoby. Rozložení stěnových obkladů bude upřesněno v rámci montáže, s ohledem na dispozici místnosti a mobiliáře. **Stanovené množství stěnového obkladu bude rozloženo na 3 až 2 plochy na různých stěnách místnosti. Formát obkladu se předpokládá 1350x800x100 mm. Referenčním typem je např. Eurocoustic Acoustiroc, doplněný přídatnou izolací o tl.60mm Isover EVO. Obvod bude zalemován kovovým profilem „U“.**

Předpokládá se dodržení průběhu doby dozvuku v učebně kontrolovat měřením v rámci montáže, podle předpisu normy [1], ČSN 73 0525 a [2], ČSN 73 0527.

6. VÝČET AKUSTICKÝCH OBKLADŮ

Akustické úpravy jsou podle výpočtů doby dozvuku navrženy pro výsledné množství akustických obkladů:

Učebna č. 3.08

Optimální doba dozvuku: 0,70 s

- Stěnový akustický obklad 4,32 m²

Učebna č. 3.09

Optimální doba dozvuku: 0,70 s

- Stěnový akustický obklad 4,32 m²

Další položky:

Etapové měření doby dozvuku, včetně řešení případných korekcí

- kpl

Závěrečné měření doby dozvuku

- kpl

7. ZÁVĚREM

Cílem těchto úprav je zajistit optimální akustické řešení učeben jak z hlediska odhlučnění, tak i zejména dosažení odstranění nežádoucích rezonancí učeben, zejména u hlubokotónových nástrojů.

8. PŘÍLOHY

- VÝPOČTOVÝ MODEL DOBY DOZVUKU A DALŠÍCH AKUSTICKÝCH PARAMETRŮ,

CELKEM 4 STRANY PŘÍLOH.

Ing. Michael Plachý

VÝPOČET DOBY DOZVUKU A VYBRANÝCH AKUSTICKÝCH PARAMETRŮ

Název:

ZUŠ Nymburk - Učebna 3.08

DSP 2019

rozměry - $d \times \underline{š} \times \underline{v}$ (nebo $\phi \times v$), max. [m] 5,025 x 3,351 x 2,790

Poznámka:

Učebna - podkroví - ohraničující plochy SDK - podlaha koberec - vybavení interiéru - okna, dveře, dutinový nábytek - běžné obsazení 1 žák, Pozn.: pouze stěnový akustický obklad

Objem prostoru:

47,0 m³

Čistý objem vzduchu / 1 žák: 0,0 [m³]

Typové zařazení prostoru:

UČEBNA HRY NA INDIVIDUÁLNÍ NÁSTROJE A SÓLOVÉHO ZPĚVU

Normová hodnota doby dozvuku:

0,70 s

pro orientační objem 80 až 120 m³

(pro T_0 (1 kHz) [s] a obsazený stav, podle

0,84 s

horní mez T_0 (1kHz) [s], přípustné meze dle A.3

ČSN 73 0527)

0,67 s

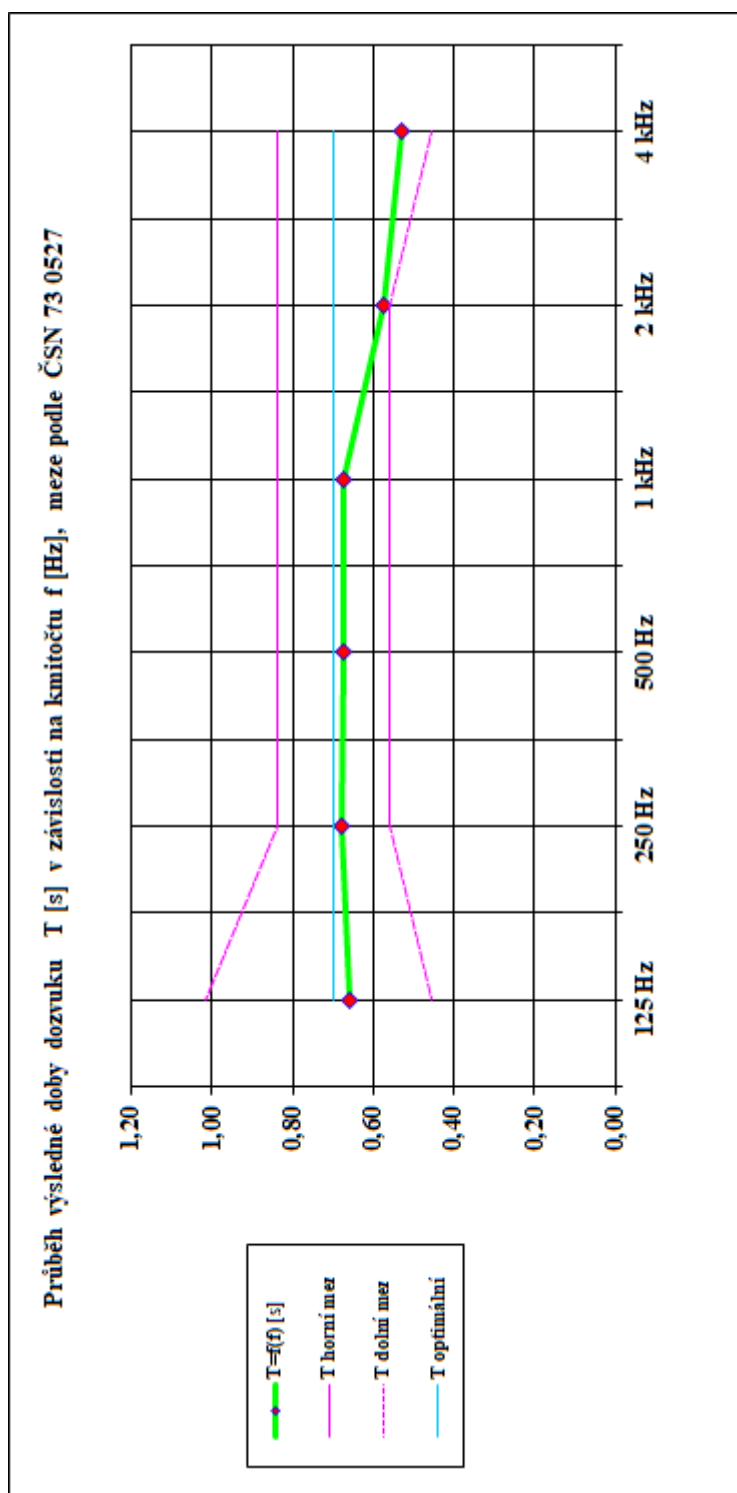
dolní mez T_0 (1kHz) [s], přípustné meze dle A.3

Vzduch: teplota 20°C, relativní vlhkost 60%, tlak normální, výpočet útlumu zvuku ve vzduchu dle ČSN 73 0525

Výpočtové vztahy: podle ČSN 73 0525

Prostorové a akustické charakteristiky učebny: - S ÚPRAVAMI a pro PLNÉ OBSAZENÍ (1 žák):

| Geometrie | | Akustické parametry | | | | |
|--|---------------------|-------------------------------------|----------------------------|--|--------------|-------|
| Povrch | 80,4 m ² | Průměrná ekvivalentní absorb.plocha | 11,01 m ² /okt. | Stř.volná dráha | 2,34 m | |
| Objem | 47,0 m ³ | Průměrný koef.absorpce (Eyringův) | 0,1472 [-] | Čas | 0,007 s | |
| Max.vzdálenost mluvčí-posluchač l _{mp} : | | Poloměr dozvuku r _d | 0,48 m | Mezní frekv.(125Hz) | 237,1 Hz | |
| l _{mpmax} = | 8,0 m | π * r _d | 1,50 m | ZSS (pro l _{mp} ≥π*r _d) | 5,61 %)* | |
| Vypočtená doba dozvuku - meze přípustného rozmezí poměru dob dozvuku pro ŘEČ | | | | | | |
| Kmitočet f [Hz] | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz |
| Doba dozvuku T[s] | 0,66 | 0,68 | 0,67 | 0,67 | 0,57 | 0,53 |
| horní mez | 1,02 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 |
| T ₀ (1kHz) optimální | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 |
| dolní mez | 0,46 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,46 |
|)* ZSS - ztráta srozumitelnosti souhlásek | | | | | | |
| Ztráta srozumitelnosti souhlásek [%] : | | 0 až 2 | 3 až 5 | 6 až 12 | 12 až 25 | |
| Nejhorší dosažitelná míra srozumitelnosti v celém prostoru při poslechu 1 mluvčího, jako zvukově zcela dominantního zdroje, pro vzdálenosti větší než 1,5 m je : | | výborná | dobrá | dostatečná | nedostatečná | |



VÝPOČET DOBY DOZVUKU A VYBRANÝCH AKUSTICKÝCH PARAMETRŮ

Název:

ZUŠ Nymburk - Učebna 3.09 - HUDEBNÍ NAUKA

DSP 2019

rozměry - $d \cdot x \cdot \underline{z} \cdot x \cdot \underline{v}$ (nebo $\varphi \cdot v$), max. [m] 8,200 x 4,468 x 2,343

Poznámka:

Učebna - podkroví - ohraničující plochy SDK - podlaha koberec - vybavení interiéru - okna, dveře, dutinový nábytek - běžné obsazení 15 žáků, Pozn.: pouze stěnový akustický obklad

Objem prostoru:

85,9 m³Čistý objem vzduchu / 1 žák: 0,0 [m³]

Typové zařazení prostoru:

UČEBNA HRY NA INDIVIDUÁLNÍ NÁSTROJE A SÓLOVÉHO ZPĚVU

| | | |
|--|--------|---|
| Normová hodnota doby dozvuku: | 0,70 s | pro orientační objem 80 až 120 m ³ |
| (pro T ₀ (1 kHz) [s] a obsazený stav, podle ČSN 73 0527) | 0,84 s | horní mez T ₀ (1kHz) [s], přípustné meze dle A.3 |
| | 0,67 s | dolní mez T ₀ (1kHz) [s], přípustné meze dle A.3 |

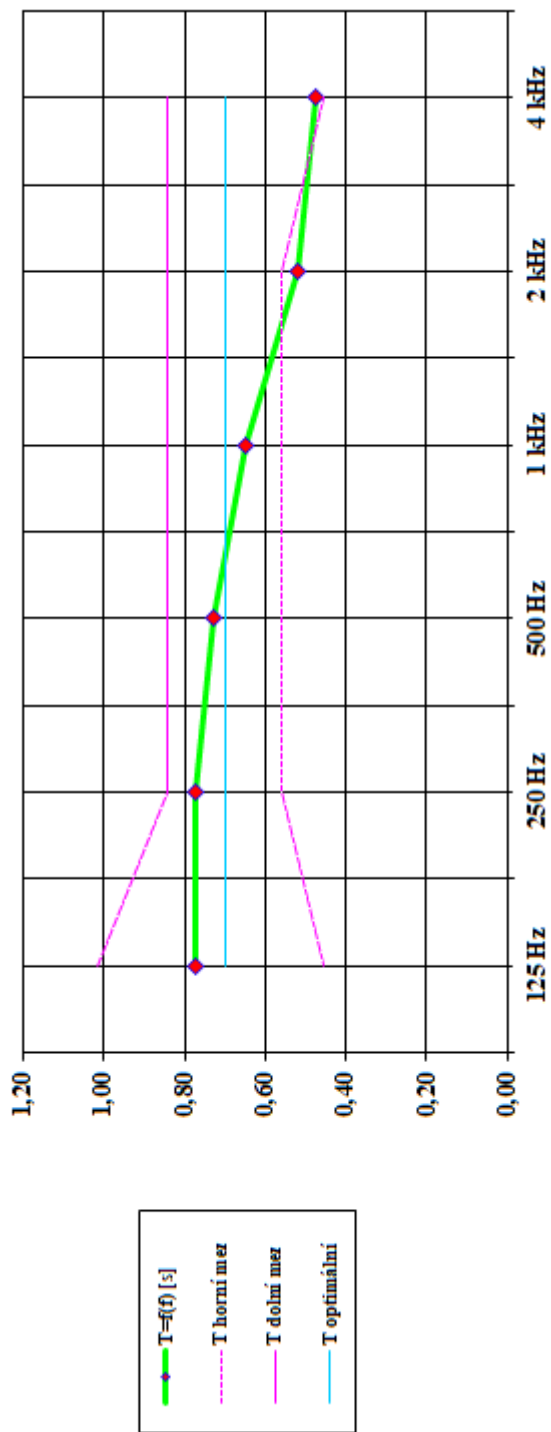
Vzduch: teplota 20°C, relativní vlhkost 60%, tlak normální, výpočet útlumu zvuku ve vzduchu dle ČSN 73 0525

Výpočtové vztahy: podle ČSN 73 0525

Prostorové a akustické charakteristiky učebny: - S ÚPRAVAMI a pro PLNÉ OBSAZENÍ (15 žáků):

| Geometrie | | Akustické parametry | | | | |
|--|----------------------|-------------------------------------|----------------------------|--|--------------|-------|
| Povrch | 132,6 m ² | Průměrná ekvivalentní absorb.plocha | 19,83 m ² /okt. | Stř.volná dráha | 2,59 m | |
| Objem | 85,9 m ³ | Průměrný koef.absorpce (Eyringův) | 0,1623 [-] | Čas | 0,008 s | |
| Max.vzdálenost mluvčí-posluchač l _{mp} : | | Poloměr dozvuku r _d | 0,66 m | Mezní frekv.(125Hz) | 189,7 Hz | |
| l _{mpmax} = | 0,0 m | π * r _d | 2,06 m | ZSS (pro l _{mp} ≥π*r _d) | 5,26 %)* | |
| Vypočtená doba dozvuku - meze přípustného rozmezí poměru dob dozvuku pro ŘEČ | | | | | | |
| Kmitočet f [Hz] | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1 kHz | 2 kHz | 4 kHz |
| Doba dozvuku T[s] | 0,77 | 0,78 | 0,73 | 0,65 | 0,52 | 0,47 |
| horní mez | 1,02 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 | 0,84 |
| T ₀ (1kHz) optimální | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 | 0,70 |
| dolní mez | 0,46 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,56 | 0,46 |
|)* ZSS - ztráta srozumitelnosti souhlásek | | | | | | |
| Ztráta srozumitelnosti souhlásek [%] : | | 0 až 2 | 3 až 5 | 6 až 12 | 12 až 25 | |
| Nejhorší dosažitelná míra srozumitelnosti v celém prostoru při poslechu 1 mluvčího, jako zvukově zcela dominantního zdroje, pro vzdálenosti větší než 2 m je : | | výborná | dobrá | dostatečná | nedostatečná | |

Průběh výsledné doby dozvuku T [s] v závislosti na kmitočtu f [Hz], meze podle ČSN 73 0527



m. Plachý

— KONEC DOKUMENTU —