

Autorizace: Autorizovaný inženýr pro techniku prostředí staveb,
specializace technická zařízení, ČKAIT 13375 (IE01)

Mobil: +420 736 688 208
E-mail: plachy.michael@email.cz

Adresa: Bulharská 725/24, Praha 10 – Vršovice

IČO: 62562096

Kancelář: Hloubětínská 5, Praha 14 – Hloubětín

TECHNICKÁ ZPRÁVA

AKUSTIKA

Akce: **NASTAVENÍ AKUSTICKÉHO PROSTŘEDÍ VYBRANÝCH
UČEBEN V ZŠ A MŠ ANTONÍNA ČERMÁKA**

Místo: Základní škola a Mateřská škola Antonína Čermáka, Antonína Čermáka
1022/6, 160 00 Praha 6-Bubeneč

Objednatel: Základní škola a Mateřská škola Antonína Čermáka, Antonína Čermáka
1022/6, 160 00 Praha 6-Bubeneč, IČ: 48133850,
Mgr. Petr Karvánek, ředitel školy

Profese: Prostorová akustika

Stupeň PD: DPS

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

Datum: 3/ 2022

Počet stran: 10

Vyhotovení: elektronické (Paré č. 0) a tiskem
počet tiskem vydaných podepsaných paré s razítkem: 0 celkem
PARÉ Č. 0|0

Razítko a podpis:

OBSAH

1. ZADÁNÍ	2
2. PODKLADY, UŽITÉ NORMY A LITERATURA	2
3. ZPŮSOB UŽÍVÁNÍ PROSTOR A AKUSTIKA	3
4. NORMOVÉ HODNOTY DOBY DOZVUKU	3
5. MODELOVÝ VÝPOČET DOBY DOZVUKU	4
6. ZPŮSOB ÚPRAVY PROSTOROVÉ AKUSTIKY	4
SKLÁDANÝ PODHLED S PANELEY AKUSTICKY POHLTIVÝMI	5
SKLÁDANÝ PODHLED S PANELEY AKUSTICKY ODRAZIVÝMI	5
OBKLAD STĚN AKUSTICKÝMI PANELEY	6
7. ROZLOŽENÍ AKUSTICKÝCH OBKLADŮ A VÝČET PLOCH	6
8. POKYNY PRO REALIZACI AKUSTICKÝCH OPATŘENÍ	6
9. POŽADAVKY Z HLEDISKA DALŠÍCH PROFESÍ	7
10. PŘÍLOHY	7
Výpočty doby dozvuku a dalších akustických parametrů.....	7
Uložení akustických obkladů – samostatné přílohy	7
Projektový výkaz výměr – samostatná příloha.....	7

1. ZADÁNÍ

Předmětem objednávky je zpracování projektu nastavení vnitřního akustického prostředí vybraných prostor pro výuku, na úroveň optimálních a závazných normových hodnot doby dozvuku, podle typu výuky a využívání. Jedná se o prostory: Učebna č.19 - Hudební výchova a Učebna č. 7 – Výtvarná výchova, která také slouží jako kmenová učebna. Řešení bude zpracováno ve stupni Dokumentace k provádění stavby (DPS).

2. PODKLADY, UŽITÉ NORMY A LITERATURA

- [1] VLASTNÍ ZAMĚŘENÍ GEOMETRIE A VYBAVENÍ PROSTORU. (DWG) A (PDF)
- [2] PROJEDNÁNÍ S OBJEDNATELEM.
- [3] ČSN 73 0525 AKUSTIKA – PROJEKTOVÁNÍ V OBORU PROSTOROVÉ AKUSTIKY – VŠEOBECNÉ ZÁSADY. ÚNOR 1998.
- [4] ČSN 73 0527 AKUSTIKA – PROJEKTOVÁNÍ V OBORU PROSTOROVÉ AKUSTIKY – PROSTORY PRO KULTURNÍ ÚČELY – PROSTORY VE ŠKOLÁCH – PROSTORY PRO VEŘEJNÉ ÚČELY. BŘEZEN 2005.
- [5] ČSN EN ISO 11654 AKUSTIKA – ABSORBÉRY ZVUKU POUŽÍVANÉ V BUDOVÁCH – HODNOCENÍ ZVUKOVÉ POHLTIVOSTI. PROSINEC 1998.
- [6A] ČSN EN ISO 3382-1 AKUSTIKA – MĚŘENÍ PARAMETRŮ PROSTOROVÉ AKUSTIKY – ČÁST 1: PROSTORY PRO PŘEDNES HUDBY A ŘEČI. PROSINEC 2009.
- [6B] ČSN EN ISO 3382-2 AKUSTIKA – MĚŘENÍ PARAMETRŮ PROSTOROVÉ AKUSTIKY – ČÁST 2: DOBA DOZVUKU V BĚŽNÝCH PROSTORECH. ÚNOR 2009.
- [7] ČSN EN 12354-6 STAVEBNÍ AKUSTIKA – VÝPOČET AKUSTICKÝCH VLASTNOSTÍ BUDOV Z VLASTNOSTÍ STAVEBNÍCH PRVKŮ – ČÁST 6: ZVUKOVÁ POHLTIVOST V UZAVŘENÝCH PROSTORECH. ÚČINNOST OD 1.7.2004.
- [8] ČSN 73 0532 AKUSTIKA – OCHRANA PROTI HLUKU V BUDOVÁCH A POSUZOVÁNÍ AKUSTICKÝCH VLASTNOSTÍ STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ A VÝROBKŮ – POŽADAVKY. PROSINEC 2020
- [9] VYHLÁŠKA Č. 410/2005 Sb. VYHLÁŠKA O HYGIENICKÝCH POŽADAVCÍCH NA PROSTORY A PROVOZ ZAŘÍZENÍ A PROVOZOVEN PRO VÝCHOVU A VZDĚLÁVÁNÍ DĚTÍ A MLADISTVÝCH, AKTUÁLNÍ ZNĚNÍ 14.1.2017.
- [10] VYHLÁŠKA Č. 268/2009 Sb., VYHLÁŠKA O TECHNICKÝCH POŽADAVCÍCH NA STAVBY, ZNĚNÍ 19.10.2017.
- [11] VAVERKA, J. STAVEBNÍ FYZIKA. DÍL 1. URBANISTICKÁ, STAVEBNÍ A PROSTOROVÁ AKUSTIKA. VUTIUM, 1998, s. 343.

3. ZPŮSOB UŽÍVÁNÍ PROSTOR A AKUSTIKA

Nastavení akustického prostředí vždy velmi úzce souvisí se způsobem užívání.

Učebna č.19 - Hudební výchova

Učebna bude prioritně určena pro hudební výchovu. Výuka probíhá jak ve formě reprodukce hudebních děl instalovaným reprodukcčním zařízením, tak i formou výuky společného zpěvu. Pro obě formy výuky je normou [4], ČSN 73 0527, stanovena velmi rozdílná optimální doba dozvuku T_0 . Rozmezí přípustných hodnot doby dozvuku je zde jednotně stanoveno pro přednes řeči a hudby.

U prostor určených pro hudební výchovu při reprodukování hudby je $T_0(1\text{kHz})=0,5\text{ s}$ a v učebnách, kde je prioritní dána výuce společného zpěvu je $T_0(1\text{kHz})=0,9\text{ s}$, aby zpěv měl zvukovou podporu prostoru, která je u reprodukování hudby nežádoucí, protože ji obsahuje již záznam samotný, a poslech je tak dalším příspěvkem prostoru zkreslován.

Pro kombinovanou výuku hudební výchovy je z praktického hlediska ještě přiměřená hodnota doby dozvuku $T_0(1\text{kHz})=0,7\text{ s}$, s rozmezím přípustných hodnot doby dozvuku stanovených pro přednes řeči.

Učebna č.7 - Výtvarná výchova

Učebna je využívána nejen pro výuku výtvarné výchovy, ale slouží také pro výuku dalších předmětů, a také jako kmenová učebna. Z hlediska akustiky je tedy prioritní nastavení doby dozvuku prostoru pro optimální přednes a přenos řeči, a srozumitelnost řeči. Hodnota optimální doby dozvuku T_0 učebny s vysokým objemem, který je hraniční s objemem menších poslucháren, pak závisí na objemu prostoru. Z hlediska normativního začlenění je učebna dále posuzována jako posluchárna.

4. NORMOVÉ HODNOTY DOBY DOZVUKU

Cílové akustické prostředí v učebnách, kde je pro výuku prioritní řečová komunikace nebo hudební projev, je dáno optimální hodnotou doby dozvuku a rozmezím přípustných hodnot přes rozsah 6 oktávových pásem, ve kterém se doba dozvuku dokončeného a obsazeného prostoru může pohybovat. Tyto normové hodnoty jsou dány normou [4], ČSN 73 0527, a jejich dodržení je závazné podle [9], Vyhlášky č. 410/2005 Sb., § 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“.

Dodržením normových hodnot se vytváří prostředí s velmi nízkou hlučností a ztrátou srozumitelnosti souhlásek, a tím prostředí potřebné pro tvůrčí kolektivní výuku, rozvoj vztahů, vytvoření rovných podmínek pro inkluzivní vzdělávání, a zároveň motivační prostředí pro osobní rozvoj.

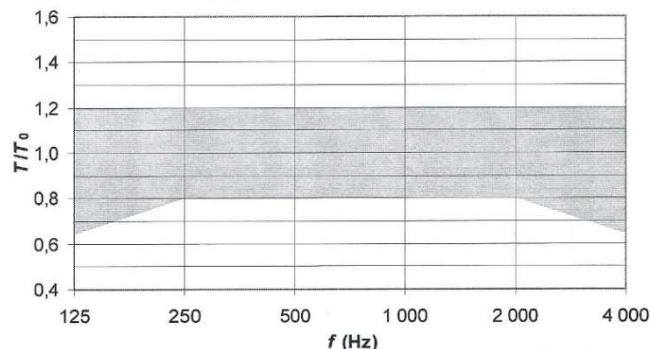
Učebny

Podle typu užívání je pro učebny stanovena normová hodnota optimální doby dozvuku $T_0(1\text{kHz})$. Pro některé specializované učebny, kde je prioritní spíše rukodělná nebo pohybová činnost, nebo pro některé vybrané školské prostory, se preferuje předepsaný způsob úpravy.

Učebna č.m.	Typ učebny	Počet žáků	Objem [m ³]	Optimální doba dozvuku $T_0(1\text{kHz})$ (dle ČSN 73 0527)
Učebna č.19	Hudební výchova (kombinovaná)	28	202	0,70 s

Učebna č.7	Výtvarná výchova a kmenová učebna	28	245	0,63 s
------------	--------------------------------------	----	-----	--------

Odchýlení průběhu výsledné doby dozvuku T [s] v učebnách od optimální doby dozvuku T_0 [s], v rozsahu 6 oktáv, je stanoveno přípustným rozmezím hodnot:



Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 obsazeného prostoru určeného k přednesu řeči v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma, podle ČSN 73 0527.

Závěrečné měření doby dozvuku

Dodržení normových hodnot po realizaci opatření prostorové akustiky je předmětem závěrečné zkoušky akreditovanou laboratoří. K provedení zkoušky se předpokládá kompletní dokončení prostoru a jeho vybavení veškerým zařízením a doplňky. Závěrečné měření, prokazující dodržení normových hodnot, je dokladem účelně investovaných prostředků, nebo dokladem pro kolaudaci výukových prostor.

5. MODELOVÝ VÝPOČET DOBY DOZVUKU

Užitý modelový výpočet doby dozvuku je proveden podle předpisu norem [1] ČSN 73 0525 a [2] ČSN 73 0527, a je realizován ve výpočtovém prostředí Microsoft Excel. Počítá s výše uvedenými vlastnostmi akustických materiálů a konstrukcí, a se stanoveným množstvím obkladů. V prostorách učeben a poslucháren také se 100 % obsazeností učeben žáky. Ve výpočtu jsou použity činitelé zvukové pohltivosti obvyklých povrchů v budovách a ekvivalentní pohltivé plochy objektů, které uvádí norma [7].

Parametry posuzující míru srozumitelnosti řeči na základě ztráty srozumitelnosti souhlásek (ZSS) jsou dokladovány podle literatury [11].

6. ZPŮSOB ÚPRAVY PROSTOROVÉ AKUSTIKY

Způsob dosažení cílových hodnot prostorové akustiky respektuje vzájemnou návaznost na další stavebně-technické profese a instalovanou techniku, a také uživatelskou bezpečnost, provozní hospodárnost a ekonomicky přiměřenou životnost v rámci životního cyklu prostor, a také dosažení příznivého pohledového řešení.

UČEBNY č.19 a č.7

Použitý systém akustické úpravy

Stanovená doba dozvuku a další akustické parametry budou u těchto učeben dosaženy instalací akustických podhledů a stěnových obkladů. Rovinné zastropení je kryto skládaným podhledem, se skladbou a strukturou v akusticky vícefunkčním provedení. Akustické obklady stěn kontrolují zvukové pole ve výšce působnosti osob a zdrojů zvuku.

Aby se dosáhlo cílových parametrů hodnot a průběhu doby dozvuku, je potřebné dodržet předepsané množství, pohltivé vlastnosti, a stanovenou geometrii rozložení akustických materiálů a konstrukcí.

Podhledový závěsný systém

Je použit závěsný podhledový systém typu T24 s viditelnými profily a se svěšením podle výkresové dokumentace. Do rastru jsou vloženy panely zvukově odrazivé a pohltivé. Při montáži rastru je potřebné dodržet kótované rozměry dořezů, zejména rozměrů dále označených „!“, a pokynů ve výkresové dokumentaci, a také skladbu a umístění jednotlivých konstrukcí.

SKLÁDANÝ PODHLED S PANELY AKUSTICKY POHLTIVÝMI



Samonosné kompaktní kazety z minerální vlny s vysokou akustickou absorpcí, na lícním povrchu s jednobarevným povlakem ze skelných vláken. Na rubové straně kazety se nachází povlak z přírodních skelných vláken. Formát 600x600x40 mm, hrana přímá A, závěsný systém T24.

POHLTIVÝ PODHLEDOVÝ PANEL – AKUSTICKÉ VLASTNOSTI:

dokladovaný vážený činitel pohltivosti $\alpha_w = 1,00$ [-] (podle ČSN EN ISO 354 a ČSN EN ISO 11654), minimální hodnota praktického činitele pohltivosti v oktávovém pásmu se středním kmitočtem 125 Hz je $\alpha_p(125 \text{ Hz}) = 0,45$ [-].

Referenční výrobek: Eurocoustic Tonga 40mm.

SKLÁDANÝ PODHLED S PANELY AKUSTICKY ODRAZIVÝMI



Sádkartonové kazety s akrylátovým matným nátěrem bílé barvy (RAL 9016/NCS S0500N) (možno přemalovat), formátu 600x600x8 mm, doplněné o přídatnou minerální izolaci ze skelných vláken (cca 19,5 kg/m³) s níže danými akustickými vlastnostmi.

ODRAZIVÝ PODHLEDOVÝ PANEL – AKUSTICKÉ VLASTNOSTI:

maximální pohltivost ve třídě E, nebo bez klasifikace, hodnota praktického činitele pohltivosti v oktávovém pásmu se středním kmitočtem 125 Hz je $\alpha_p(125 \text{ Hz}) = 0,25$ [-] nebo vyšší, a v oktávových pásmech se středními kmitočty v rozsahu 250 Hz až 4 kHz není větší než 0,20 [-].

Referenční výrobek: Rigips Casoprano Casoroc.

PŘÍDAVNÁ MINERÁLNÍ IZOLACE – AKUSTICKÉ VLASTNOSTI:

dokladovaný vážený činitel pohltivosti $\alpha_w = 1,00$ [-] (podle ČSN EN ISO 354 a ČSN EN ISO 11654) atestovaný pro minerální vlnu o tloušťce 100 mm, při měření bez vzduchové mezery, s minimální hodnotou praktického činitele pohltivosti v oktávovém pásmu se středním kmitočtem 125 Hz je $\alpha_p(125 \text{ Hz}) = 0,60$ [-].

Referenční výrobek: Isover EVO.

PŘÍDAVNÁ MINERÁLNÍ VLNA – MONTÁŽ:

- bude vložena nebo stlačena tak, aby bez mezer vyplnila celou dutinu nad zvukově odrazivým podhledem, i mezi sousedními bloky,
- její celková tloušťka bude větší nebo případně rovná hloubce svěšení podhledu.

OBKLAD STĚN AKUSTICKÝMI PANELE



Univerzální akustický vysoce pohltivý panel, v kovovém perforovaném provedení s možností solitérního uložení, základní rozměr 1250x650x100 mm a modulární násobky dle další specifikace, panel je z čelní strany opatřen celoobvodovým úkosem, barva kovového povrchu dle vzorníku RAL, povrch jemná struktura, barva kaširování perforací bílá nebo černá skelná tkanina, panel je přisazen na zeď nebo na strop se čtyřbodovým uchycením, spára mezi panelem a podkladem je vzduchotěsně, celoobvodově tmelena pružným tmelem (s volbou podle barvy stěny, stropu).

Z hlediska akustiky je potřebné u obkladu stěn dodržet následující hodnoty praktického činitele pohltivosti α_p (podle [3], ČSN EN ISO 11654):

f [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
α_p [-]	0,75	1,00	1,00	1,00	0,95	0,85

Referenční výrobek: AKUPAN 4-hran.

Stěnový obklad je nutné instalovat v kontaktní výšce dospělých osob i dětí, a proto je žádoucí jeho **dostatečná mechanická odolnost, trvanlivost, a bezpečnost, včetně bezpečné velikosti perforace**. Panel v kovovém provedení je možné využít i jako magnetickou nástěnku pro menší formáty papíru.

7. ROZLOŽENÍ AKUSTICKÝCH OBKLADŮ A VÝČET PLOCH

Rozložení akustických obkladů výše uvedených vlastností na stěnách a stropě učebny je uvedeno v příložené výkresové dokumentaci ve formátu pdf – viz kap. **PŘÍLOHY**. Pro instalaci solitérních prvků nejsou ve výkresech všechny rozměry kótovány, protože je potřebné dosáhnout pohledově přesné liniové návaznosti, nebo vystředění proti okolním ohraničujícím tvarům. Proto může návaznost být místně naznačena pouze záchytnou linkou.

Výčet ploch akustických obkladů a souvisejících konstrukcí, a výčet požadovaných akustických měření je uveden v příloženém výkazu výměr – viz kap. **PŘÍLOHY**.

8. POKYNY PRO REALIZACI AKUSTICKÝCH OPATŘENÍ

- Z hlediska akustické funkce je nutné dodržet výše uvedenou pohltivost akustických obkladů a velikost jejich ploch, dodržet předpis jejich uložení a geometrického rozložení, zejména kótovaných pozic akustických obkladů.
- Změnu projektem doporučené pozice stěnových obkladů je vhodné provést na základě konzultace s akustikem.
- Realizace akustických opatření vyžaduje odbornou montáž a odborný dohled. V rámci montáže akustických opatření bude provedeno kontrolní měření doby dozvuku, aby mohla být provedena případná včasná korekce navrhovaných úprav (podle [1], ČSN 73 0525 a [2], ČSN 73 0527), anebo byl vyhodnocen vliv případných změn na stavbě.
- Závěrečné hodnotící měření doby dozvuku provedené akreditovanou laboratoří slouží jako doklad ke kolaudaci nebo jako doklad účelně investovaných prostředků. V době měření by měl být prostor stavebně dokončen a vybaven – viz kap. 4 .

- Změny v projektu nebo na stavbě se doporučuje konzultovat s autorem projektu akustiky.

9. POŽADAVKY Z HLEDISKA DALŠÍCH PROFESÍ

- Z hlediska požárního budou pro akustické úpravy použity pouze materiály a konstrukce ve třídě reakce na oheň A – nehořlavé (podle ČSN EN 13 501), aby nebyly narušeny parametry požární bezpečnosti upravovaných prostor.
- Stávající osvětlovací tělesa budou přeložena na líc podhledu. V případě výměny osvětlovacích těles budou použita liniová osvětlovací tělesa s podvěšením nebo přisazením k akustickému podhledu, plošná svítidla, kde jeden z rozměrů je blízký 60 cm, je nutné pouze podvěsit alespoň 300 mm pod podhled.

Do akustických podhledů nebudou instalována rastrová svítidla.

10. PŘÍLOHY

Výpočty doby dozvuku a dalších akustických parametrů

2 STRANY PŘÍLOH A4

Uložení akustických obkladů – samostatné přílohy

2 STRANY PŘÍLOH A4

Projektový výkaz výměr – samostatná příloha

1 STRANA PŘÍLOH A4

Ing. Michael Plachý

VÝPOČET DOBY DOZVUKU A VYBRANÝCH AKUSTICKÝCH PARAMETRŮ

Název:

ZŠ Antonína Čermáka - Učebna 19 - Hudební výchova DPS 2022

rozměry - d x $š$ x v (nebo φ v.), max. [m] 8,886 x 6,536 x 3,476

Poznámka:

Učebna - plocha stropu omítka - plochy stěn omítka, okna 4x, dveře 2x, hluboké niky oken - podlaha marmoleum - vybavení interiéru - školský sedací nábytek - AV technika - **plně obsazení 28 žáků** ÚPRAVA: akusticky multifunkční skládaný pohled, solitérní pohltivé prvky na stěnách .

Objem prostoru:

201,9 m³

Čistý objem vzduchu /1 žáka: 6,9 [m³]

Typové zařazení prostoru:

HUDEBNÍ VÝCHOVA (KOMBINOVANÁ: ZPĚV-REPRODUKCE-VÝUKA)

Standardizovaná doba dozvuku: (pro T ₀ (1 kHz) [s] a obsazený stav, podle ČSN 73 0527)	0,70 s	Požadavky na prostory ve školách-OPTIMALIZACE
	0,84 s	horní mez T ₀ (1kHz) [s], podle A.4
	0,56 s	dolní mez T ₀ (1kHz) [s], podle A.4

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

Výpočtové vztahy: podle ČSN 73 0525

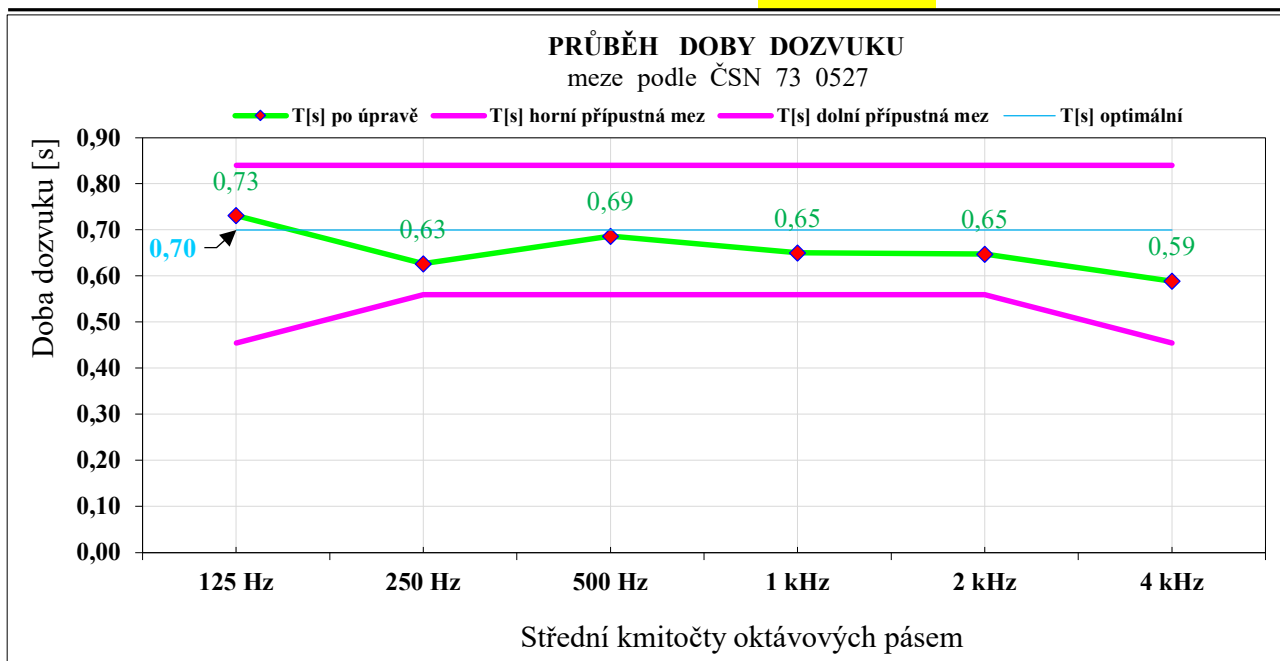
Prostorové a akustické charakteristiky učebny: - S ÚPRAVAMI a pro PLNĚ OBSAZENÍ (28 žáků):

Geometrie		Akustické parametry				
Povrch	216,9 m ²	Průměrná ekvivalentní absorb.plocha	43,67 m ² /okt.	Stř.volná dráha	3,72 m	
Objem	201,9 m ³	Průměrný koef.absorpce (Eyringův)	0,2249 [-]	Čas	0,011 s	
Max.vzdálenost mluvčí-posluchač l _{mp} :		Poloměr dozvuku r _d	1,00 m	Mezní frekv.(125Hz)	120,4 Hz	
l _{mpmax} =	9,0 m	$\pi * r_d$	3,16 m	ZSS (pro l _{mp} ≥ $\pi*r_d$)	5,84 %)*	
Vypočtená doba dozvuku - meze přípustného rozmezí poměru doby dozvuku pro ŘEČ						
Kmitočet f [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Doba dozvuku T[s]	0,73	0,63	0,69	0,65	0,65	0,59
horní mez	0,84	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 (ZSS) [%] v upravené a plně obsazené učebně:

Ztráta srozumitelnosti souhlásek (ZSS) [%] :	0 až 2	3 až 5	6 až 12	12 až 25
Nejhorší míra srozumitelnosti při poslechu učitele (v pohybu), v klidném prostoru, na vzdálenost > 3,1m (ZSS 5,84 %) :	výborná	dobrá	dostatečná	nedostatečná



VÝPOČET DOBY DOZVUKU A VYBRANÝCH AKUSTICKÝCH PARAMETRŮ

Název:

ZŠ Antonína Čermáka - Učebna 7 - Výtvarná výchova	DPS 2022
rozměry - d . x $š$. x v . (nebo φ v.), max. [m]	10,982 x 6,513 x 3,410

Poznámka:

Učebna - plocha stropu omítka - plochy stěn omítka, okna 5x, dveře 2x, hluboké niky oken - podlaha marmoleum - vybavení interiéru - školský sedací nábytek - AV technika - plné obsazení 28 žáků ÚPRAVA: akusticky multifunkční skládaný pohled, solitérní pohltivé prvky na stěnách.

Objem prostoru:

243,9 m³

Čistý objem vzduchu /1 žáka: 8,3 [m³]

Typové zařazení prostoru:

VÝTVARNÁ VÝCHOVA (jako POSLUCHÁRNA)

Standardizovaná doba dozvuku: (pro T ₀ (1 kHz) [s] a obsazený stav, podle ČSN 73 0527)	0,63 s	Požadavky na prostory ve školách-OPTIMALIZACE
	0,76 s	horní mez T ₀ (1kHz) [s], podle A.4
	0,51 s	dolní mez T ₀ (1kHz) [s], podle A.4

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 (28 žáků):

Geometrie		Akustické parametry			
Povrch	242,7 m ²	Průměrná ekvivalentní absorp.plocha	53,51 m ² /okt.	Stř.volná dráha	4,02 m
Objem	243,9 m ³	Průměrný koef.absorpce (Eyringův)	0,2492 [-]	Čas	0,012 s
Max.vzdálenost mluvčí-posluchač l _{mp} :		Poloměr dozvuku r _d	1,10 m	Mezní frekv.(125Hz)	104,1 Hz
l _{mpmax} =	11,0 m	$\pi * r_d$	3,46 m	ZSS (pro l _{mp} ≥ $\pi * r_d$)	5,85 %)*

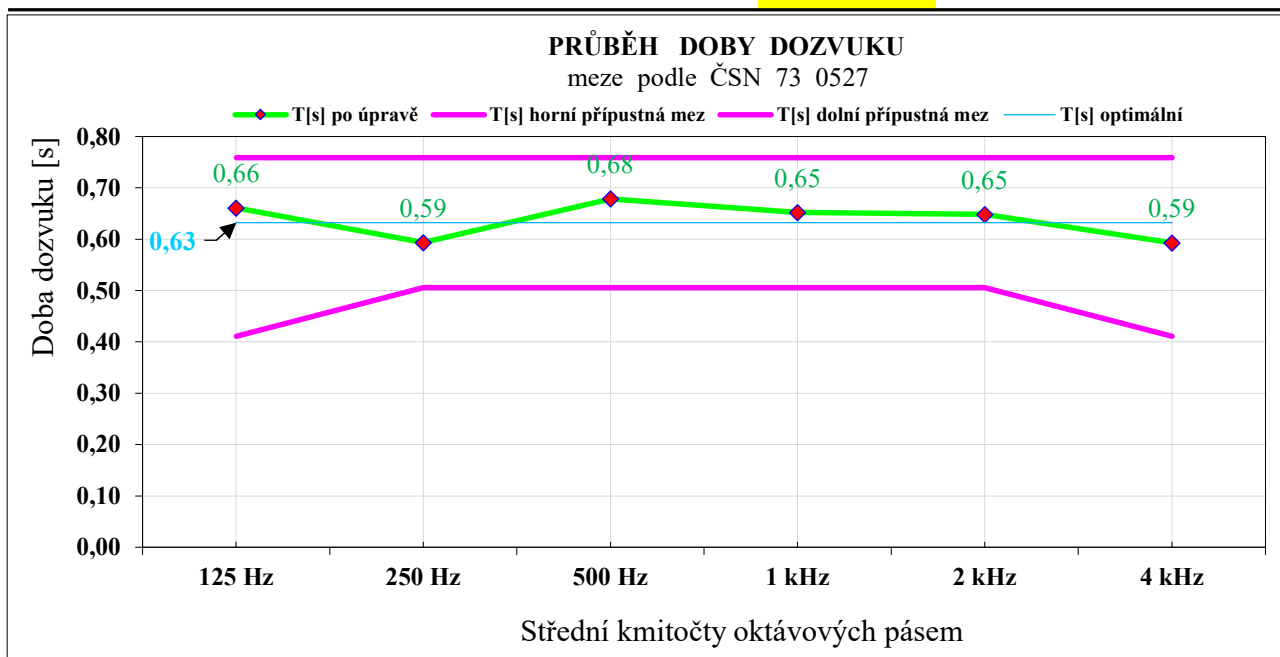
Vypočtená doba dozvuku - meze přípustného rozmezí poměru doby dozvuku pro **ŘEČ**

Kmitočet f [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Doba dozvuku T[s]	0,66	0,59	0,68	0,65	0,65	0,59
horní mez	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
T ₀ (1kHz) optimální	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
dolní mez	0,41	0,51	0,51	0,51	0,51	0,41

)* ZSS - ztráta srozumitelnosti souhlásek

Ztráta srozumitelnosti souhlásek (ZSS) [%] v upravené a plně obsazené učebně:

Ztráta srozumitelnosti souhlásek (ZSS) [%] :	0 až 2	3 až 5	6 až 12	12 až 25
Nejhorší míra srozumitelnosti při poslechu učitele (v pohybu), v klidném prostoru, na vzdálenost > 3,4m (ZSS 5,85 %) :	výborná	dobrá	dostatečná	nedostatečná



Razítko a podpis:

– KONEC DOKUMENTU –
