



Marvelab s.r.o.

*Laboratoř je autorizována podle zákona č. 258/2000 Sb.,
o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů*


Marvelab s.r.o.,

Rudolfovská tř. 202/88, 370 01 České Budějovice 4, www.marvelab.cz
IČ: 09090851, DIČ: CZ09090851

Akustický posudek č. AP_016_2023

Prostorová akustika

– výpočet a hodnocení doby dozvuku – 2x školní učebna

Název akce:	„ZŠ Pelhřimov, Komenského 1326 – oprava podlah, podhledů a elektroinstalace“
Název, adresa řešené lokality:	K. ú. Pelhřimov [718912]
Identifikační údaje zadavatele:	PROJEKT CENTRUM NOVA s.r.o., IČO: 280 94 026 Palackého 48 393 01 Pelhřimov
Zástupce zadavatele:	Ing. Michal Kot (PROJEKT CENTRUM NOVA s.r.o.)
Posouzení vypracoval:	Ing. Pavel Turek a Petr Fošum
Posouzení schválil:	Ing. Pavel Turek, tel. 606 822 151
Číslo kopie:	1 2 3 EV
Datum vydání studie:	2023-09-04
	Razítko a podpis: 

Autorská práva: Akustický posudek je autorským dílem ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. (autorský zákon). Kopírování, zveřejňování a jiné šíření jakékoliv části posudku je zákonem zakázáno. Bez předchozího písemného souhlasu autora nelze provádět změny posudku. Veškerá práva vlastníků autorských práv jsou vyhrazena a chráněna zákonem.

Obsah:

1. Definice deskriptorů a zkratk	3
2. Účel posouzení	3
3. Citované dokumenty	3
4. Stručný popis prostoru	5
5. Návrh akustických úprav prostoru	6
6. Základní hodnocení výsledků	8
7. Příloha	11

1. Definice deskriptorů a zkratk

- T doba potřebná k poklesu prostorově průměrné hustoty zvukové energie v uzavřeném prostoru o 60 dB po ukončení vyzařování zdroje
- T_o optimální doba dozvuku
- $\alpha_{stř}$ střední činitel zvukové pohltivosti
- α_E Eyringův činitel zvukové pohltivosti
- PD projektová dokumentace
- DSP dokumentace pro stavební povolení
- DPS dokumentace pro provedení stavby
- NV nařízení vlády
- KN katastr nemovitostí
- k. ú. katastrální území

2. Účel posouzení

Předkládaný posudek byl zpracován na základě objednávky zadavatele za účelem posouzení doby dozvuku ve 2 školních učebnách projektu „ZŠ Pelhřimov, Komenského 1326 – oprava podlah, podhledů a elektroinstalace“ (dále jen „navrhovaný záměr“) dle Vyhlášky 343/2009 Sb. a ČSN 73 0527.

- **Akustický posudek v souladu se zadáním obsahuje:**
 - výpočet očekávaných hodnot dob dozvuku ve vybraných referenčních učebnách ozn. 0.05 a 0.20 (1. NP) navrhovaného záměru po návrhu akustických úprav,
 - hodnocení výsledných hodnot dob dozvuku dle Vyhlášky 343/2009 Sb. a ČSN 73 0527.

3. Citované dokumenty

3.1. Právní předpisy

- Vyhláška 343/2009 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění pozdějších předpisů.

3.2. Technické normy

- ČSN 01 1600 Akustika – Terminologie, v aktuálním znění.
- ČSN 73 0525 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady, v aktuálním znění,
- ČSN 73 0526 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Studia a místnosti pro snímání, zpracování a kontrolu zvuku, v aktuálním znění,
- ČSN 73 0527 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely, v aktuálním znění,
- ČSN 73 0532 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních konstrukcí a výrobků – Požadavky, v aktuálním znění.
- ČSN EN 12354-6 Stavební akustika – Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků – Část 6: Zvuková pohltivost v uzavřených prostorech, v aktuálním znění.
- ČSN EN ISO 11654 Akustika – Absorbéry zvuku používané v budovách – Hodnocení zvukové pohltivosti.

3.3. Použité podklady

- Podklady dodané zadavatelem:^a
 - PD navrhovaného záměru ve stupni DSP+DPS, zpracovaná k datu 03/2020, zpracovatel – společnost PROJEKT CENTRUM NOVA s.r.o., IČO: 280 94 026.
- Internetové stránky:
 - www.mapy.cz
 - www.cuzk.cz
 - www.ecophon.com
- Interní výpočetní postupy prostorové akustiky autorizované laboratoře SZÚ, č. J0180100622 – společnost Marvelab s.r.o., IČ: 090 90 851.

3.4. Použitý SW

- Microsoft office 2023.
- 4MCAD 21 Professional.
- ODEON 13.00 Combined

^a Zpracovatel tohoto posudku za podklady dodané zadavatelem neodpovídá.

4. Stručný popis prostoru

Jedná se o 2x školní učebnu ozn. 0.05 a 0.20 v 1. NP navrhovaného záměru. Veškeré rozměry a vnitřní povrchy zmíněných prostor byly převzaty z PD nebo vyspecifikovány zadavatelem tohoto posudku.

4.1. Učebna ozn. 0.05

Předmětná učebna ozn. 0.05 se nachází v 1. NP objektu ZŠ Pelhřimov. Místnost bude mít po stavebních úpravách půdorysnou plochu 50,27 m² se světlou výškou 3,300 m a objemem 165,89 m³. Podlaha v místnosti je uvažována PVC krytina a keramická dlažba v okolí umyvadla. Stěny jsou cihelné a pórobetonové zdi s omítkami s keramickým obkladem okolo umyvadla. V obvodových stěnách místnosti jsou umístěna okna. Je uvažováno se zcela zařízenou místností nábytkem – stoly, židle, umyvadlo, zrcadlo. Max. obsazenost místnosti bude 14 dětí + 2 vyučující.

4.2. Počítačová učebna ozn. 0.20

Předmětná učebna ozn. 0.20 se nachází v 1. NP objektu ZŠ Pelhřimov. Místnost bude mít po stavebních úpravách půdorysnou plochu 21,7 m² se světlou výškou 3,300 m a objemem 71,57 m³. Podlaha v místnosti je uvažována PVC krytina. Stěny jsou cihelné a pórobetonové zdi s omítkami s keramickým obkladem okolo umyvadla. V obvodových stěnách místnosti jsou umístěna okna. Je uvažováno se zcela zařízenou místností nábytkem – stoly, židle, umyvadlo, zrcadlo. Max. obsazenost místnosti bude 14 dětí + 2 vyučující.

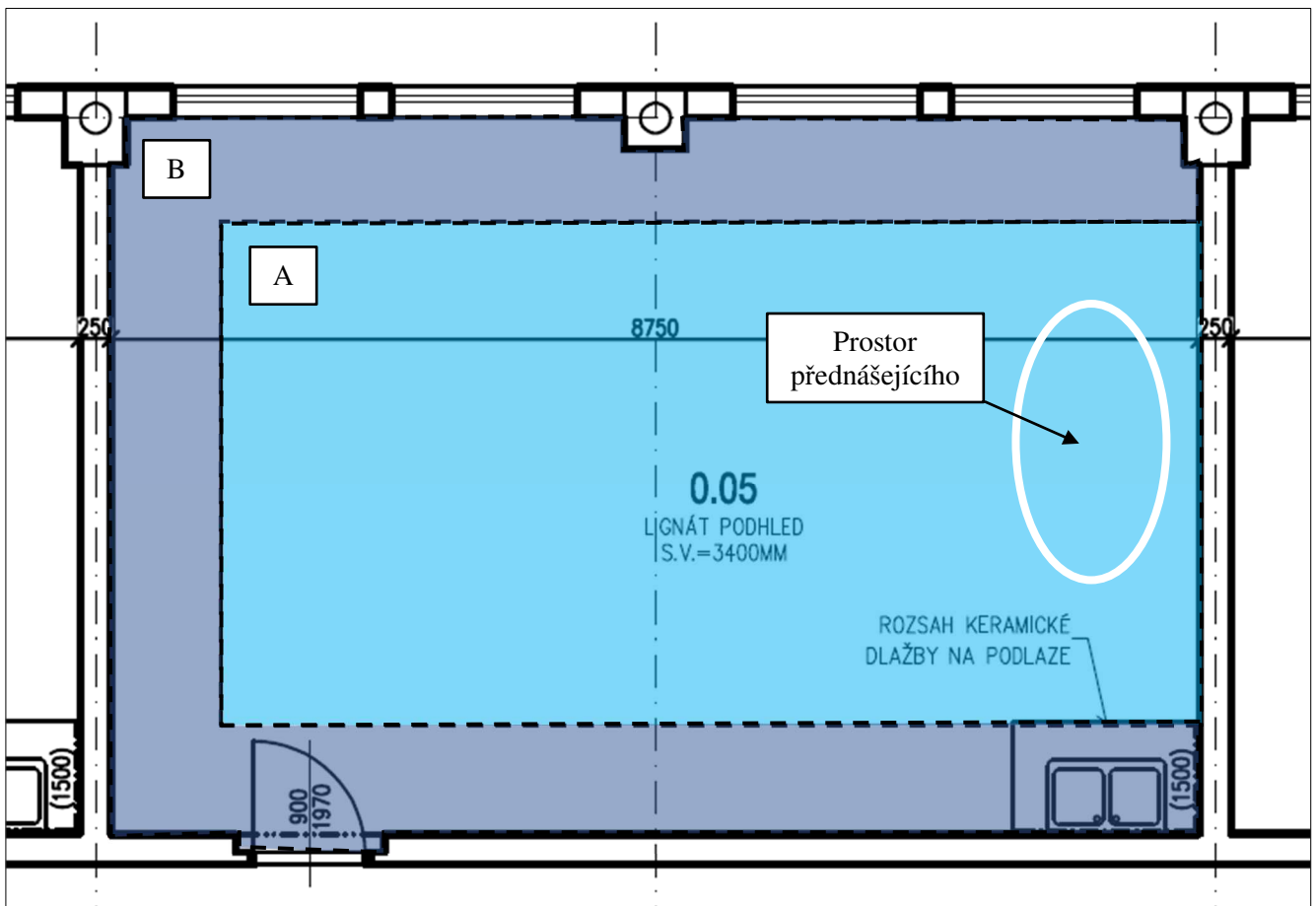
5. Návrh akustických úprav prostoru

Požadavky na dobu dozvuku dle ČSN 73 0527 lze v předmětných prostorech dodržet např. instalací akustického stropního obkladu – svěšeného pohltivého podhledu. Navržené materiálové řešení podhledu jednotlivých prostor je tabelárně a graficky uvedeno v podkapitolách níže.

5.1. Učebna ozn. 0.05

Ozn. části podhledu	Typ materiálu	Tl. materiálu	Svěšení podhledu od stropní konstrukce	Plocha materiálu
		[mm]	[mm]	[m ²]
A	ECOPHON – MASTER RIGID E/GAMMA	20	≥ 200	~37,08
B – po obvodu	ECOPHON – MASTER RIGID E + EXTRABASS	70	≥ 200	~13,17

Tabulka 1: Podrobný popis materiálového řešení navrženého podhledu v učebně ozn. 0.05



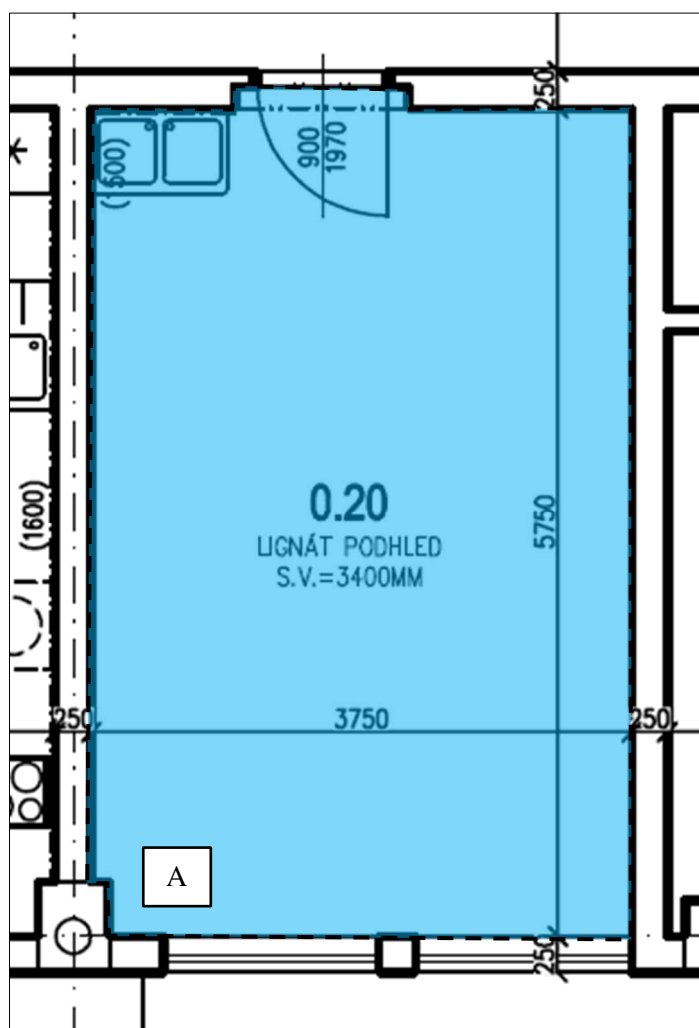
Obrázek 1: Půdorys 1. NP, schéma materiálového řešení navrženého podhledu v učebně ozn. 0.05

Pozn.: Při montáži navrženého akustického podhledu musejí být dodrženy veškeré technologické postupy, tloušťky jednotlivých vrstev, vzdálenosti svěšení podhledu a detaily provedení. Do podhledu je možné instalovat potřebné množství svítidel, elektro apod.

5.2. Počítačová učebna ozn. 0.20

Ozn. části podhledu	Typ materiálu	Tl. materiálu	Svěšení podhledu od stropní konstrukce	Plocha materiálu
		[mm]	[mm]	[m ²]
A – celoplošně	ECOPHON – MASTER RIGID E/GAMMA	20	≥ 200	~21,71

Tabulka 2: Podrobný popis materiálového řešení navrženého podhledu v učebně ozn. 0.20



Obrázek 2: Půdorys 1. NP, schéma materiálového řešení navrženého podhledu v učebně ozn. 0.20

Pozn.: Při montáži navrženého akustického podhledu musejí být dodrženy veškeré technologické postupy, tloušťky jednotlivých vrstev, vzdálenosti svěšení podhledu a detaily provedení. Do podhledu je možné instalovat potřebné množství svítidel, elektro apod.

5.3. Podmínky a doporučení

- Nad akustickým podhledem musí být dostatečně tuhá stavební konstrukce vykazující plošnou hmotnost $m' \geq 15 \text{ kg / m}^2$.
- Obecně je dáno, že z hlediska výraznější akustické účinnosti je akustický podhled doporučeno odsadit od tuhé konstrukce stavby (stropu) $\geq 200 \text{ mm}$. A to z důvodu vyšší pohltivosti zvuku na nízkých frekvencích (63-250 Hz).

6. Základní hodnocení výsledků

6.1. Požadavky dle Vyhlášky 343/2009 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^{9a)}).

^{9a)} ČSN 73 0527.

6.2. Požadavky dle ČSN 73 0527

Hodnocení doby dozvuku bylo provedeno dle ČSN 73 0527 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely v aktuálním znění. V zařízeních pro výchovu a vzdělávání a provozovnách pro výchovu vzdělávání musí být dodrženy normové hodnoty dle zmíněné technické normy upravující optimální dobu dozvuku. Dané požadavky na prostorovou akustiku projektovaného či rekonstruovaného uzavřeného prostoru vycházejí z jednoho nebo více účelů, k nimž má tento prostor být využit.

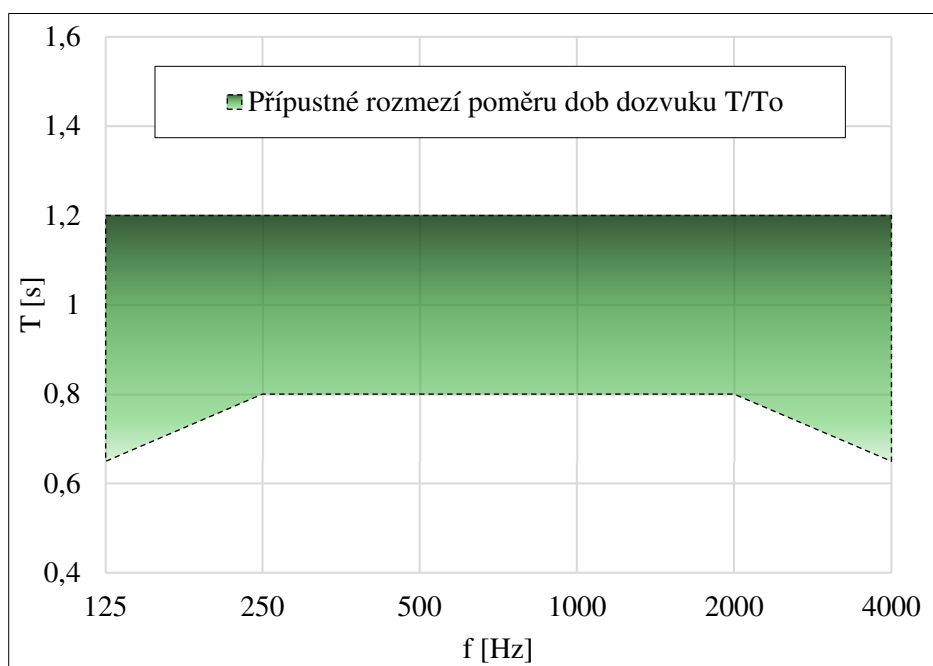
Níže jsou uvedeny normové požadavky na předmětné prostory – učebna a posluchárna.

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	-

Tabulka 3: Požadavky na prostory ve školách

Určení	Obr.	Meze	Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma									
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Řeč	A.4	Horní	-	-	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	-	-
		Dolní	-	-	0,65	0,8	0,8	0,8	0,8	0,65	-	-

Tabulka 4: B.1 – Meze přípustného rozmezí poměru dob dozvuku T/T₀ prostorů daného určení



Obrázek 3: A.4 – Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku T/T₀ obsazeného prostoru určeného k přednesu řeči v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma

6.3. Výpočet a hodnocení doby dozvuku

Předmětné prostory byly prověřeny matematickým modelem šíření zvuku v trojrozměrném prostoru s využitím počítačové techniky. Výpočet a hodnocení dob dozvuku bylo provedeno vždy pro 100 % obsazenost každého prostoru.

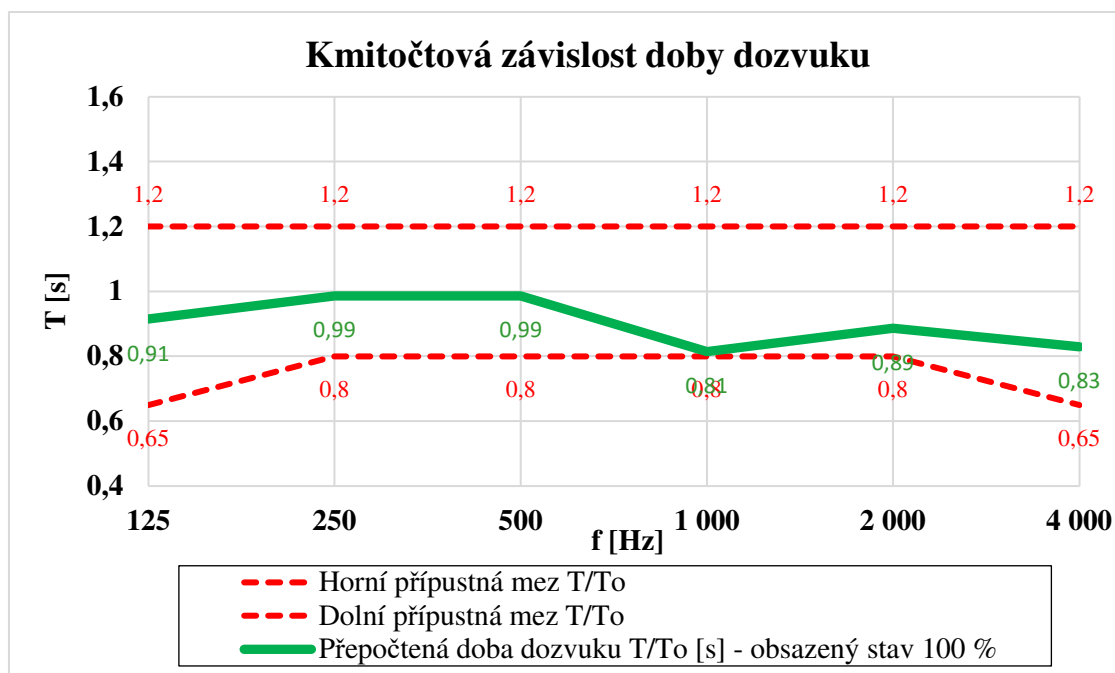
Činitele zvukové pohltivosti α v jednotlivých frekvenčních pásmech byly za účelem výpočtu převzaty z hodnot experimentálně zjištěných činitelů zvukové pohltivosti uváděných v odborných literaturách – např. dle měření VÚZORT (katalog Akustické obklady) a katalogu VUT Brno – Akustika staveb a dle ČSN EN 12354-6. Tyto hodnoty je nutno však považovat pouze jako orientační – skutečné hodnoty se mohou částečně lišit.

Hodnoty zvukové pohltivosti navržených akustických podhledů byly použity z aktuálně platného katalogu společnosti ECOPHON. Pro přiblížení teoretických výpočtů vzhledem k prováděným měřením při obdobných podmínkách je při výpočtu uvažováno s korigovanými hodnotami na středních frekvencích pro přiblížení reálného prostředí a podmínek při realizaci.

6.3.1 Učebna ozn. 0.05

Výpočet doby dozvuku (dle Eyringova vzorce) - obsazený stav 100 %	f [Hz]					
	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Vypočtená doba dozvuku T [s] - obsazený stav 100 %	0,64	0,69	0,69	0,57	0,62	0,58
Optimální doba dozvuku To [s]	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Přepočtená doba dozvuku T/To [s] - obsazený stav 100 %	0,91	0,99	0,99	0,81	0,89	0,83
Horní přípustná mez T/To	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Dolní přípustná mez T/To	0,65	0,8	0,8	0,8	0,8	0,65

Tabulka 5: Výpočet a hodnocení doby dozvuku – obsazený stav 100 %

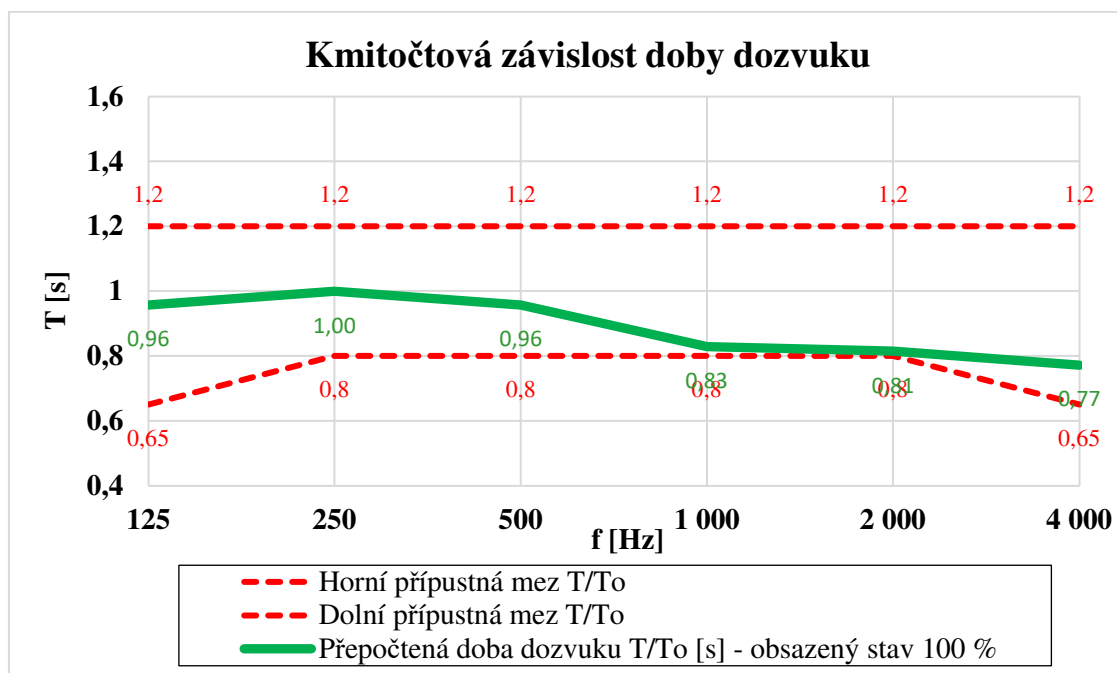


Graf 1: Hodnocení výsledné doby dozvuku – obsazený stav 100 %

6.3.2 Počítačová učebna ozn. 0.20

Výpočet doby dozvuku (dle Eyringova vzorce) - obsazený stav 100 %	f [Hz]					
	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Vypočtená doba dozvuku T [s] - obsazený stav 100 %	0,67	0,7	0,67	0,58	0,57	0,54
Optimální doba dozvuku To [s]	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Přepočtená doba dozvuku T/To [s] - obsazený stav 100 %	0,96	1,00	0,96	0,83	0,81	0,77
Horní přípustná mez T/To	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Dolní přípustná mez T/To	0,65	0,8	0,8	0,8	0,8	0,65

Tabulka 6: Výpočet a hodnocení doby dozvuku – obsazený stav 100 %



Graf 2: Hodnocení výsledné doby dozvuku – obsazený stav 100 %

6.4. Přezkoumání výsledků

Předkládaný posudek byl zpracován na základě objednávky zadavatele za účelem posouzení doby dozvuku ve 2 školních učebnách projektu „ZŠ Pelhřimov, Komenského 1326 – oprava podlah, podhledů a elektroinstalace“ (dále jen „navrhovaný záměr“) dle Vyhlášky 343/2009 Sb. a ČSN 73 0527.

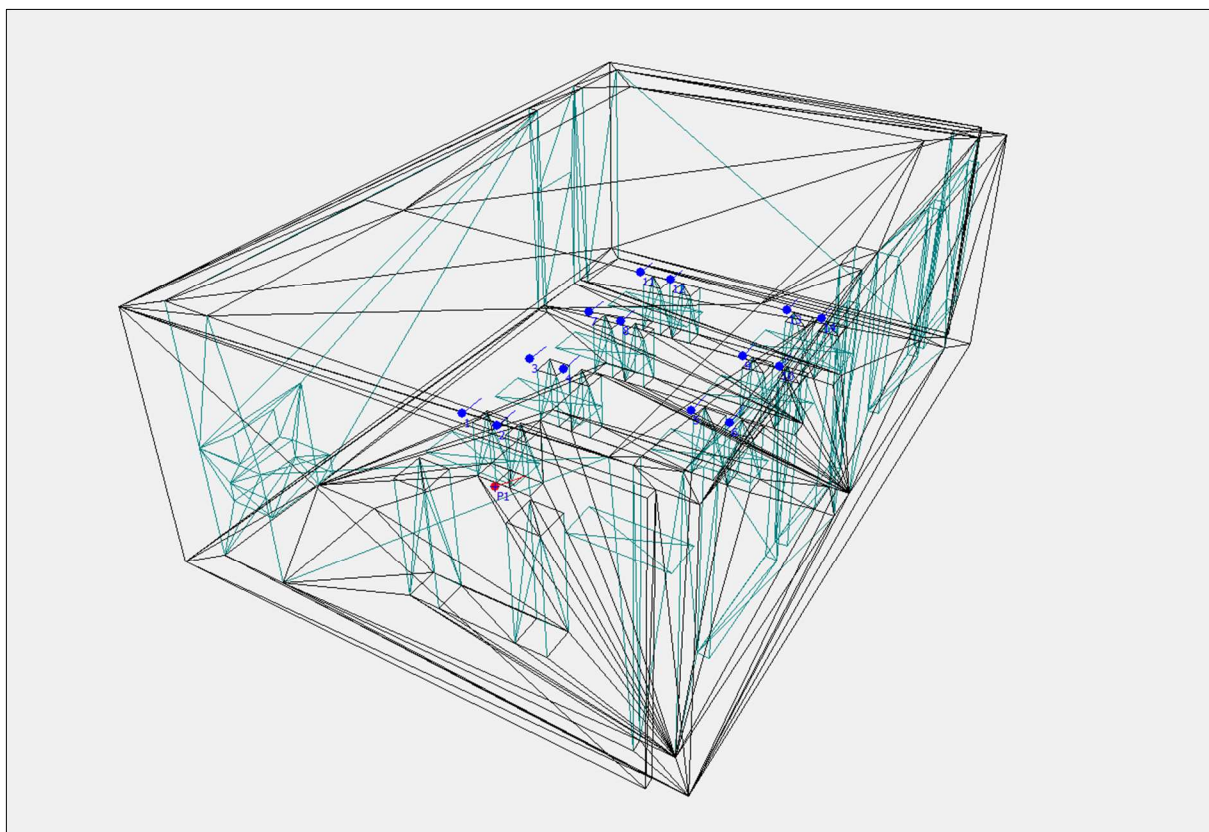
Za dodržení podmínek uvedených v tomto posudku budou ve vybraných referenčních učebnách ozn. 0.05 a 0.20 (1. NP) navrhovaného záměru dle orientačních výpočtů **splněny** požadavky Vyhlášky 343/2009 Sb. a ČSN 73 0527, což je jeden z předpokladů pro kladné hodnocení při měření „in situ“. Splnění normových požadavků na dobu dozvuku se dle ČSN 73 0527 prokazuje měřením.

Pozn.: Předmětem tohoto posudku není posouzení stavební akustiky stavby (vzduchová a kročejová neprůzvučnost stavebních konstrukcí) ani hluk působící z objektu do okolí a naopak.

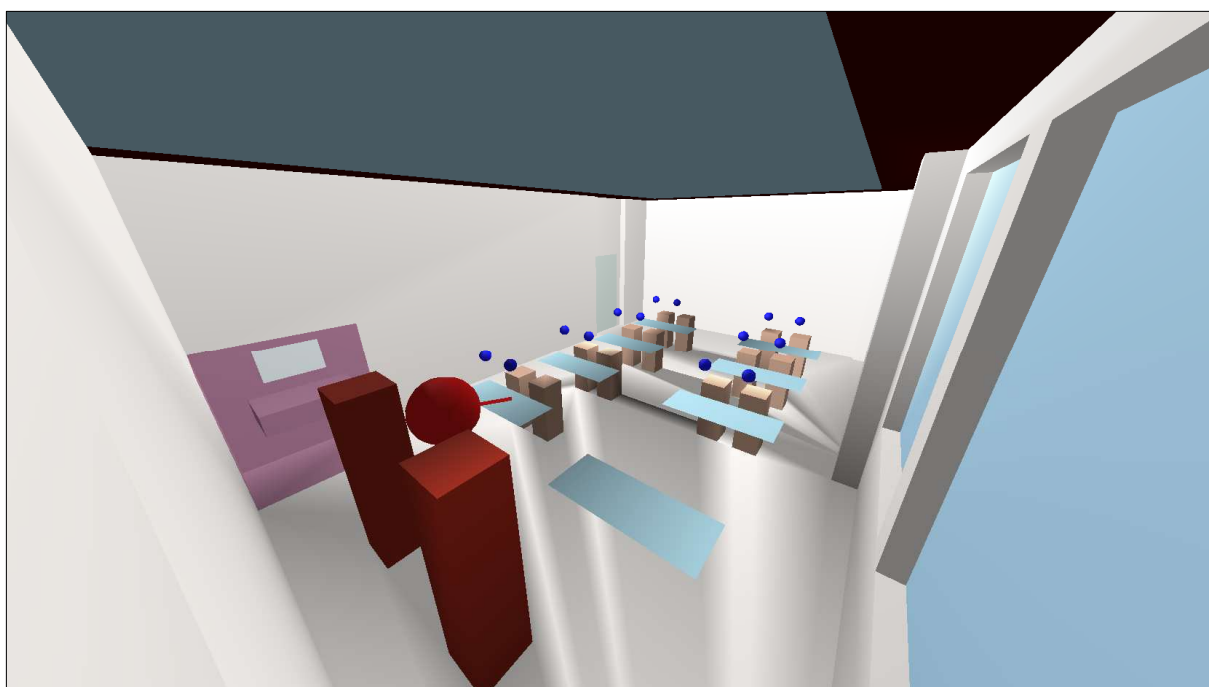
7. Příloha

7.1. Matematický model výpočtu

7.1.1 Učebna ozn. 0.05

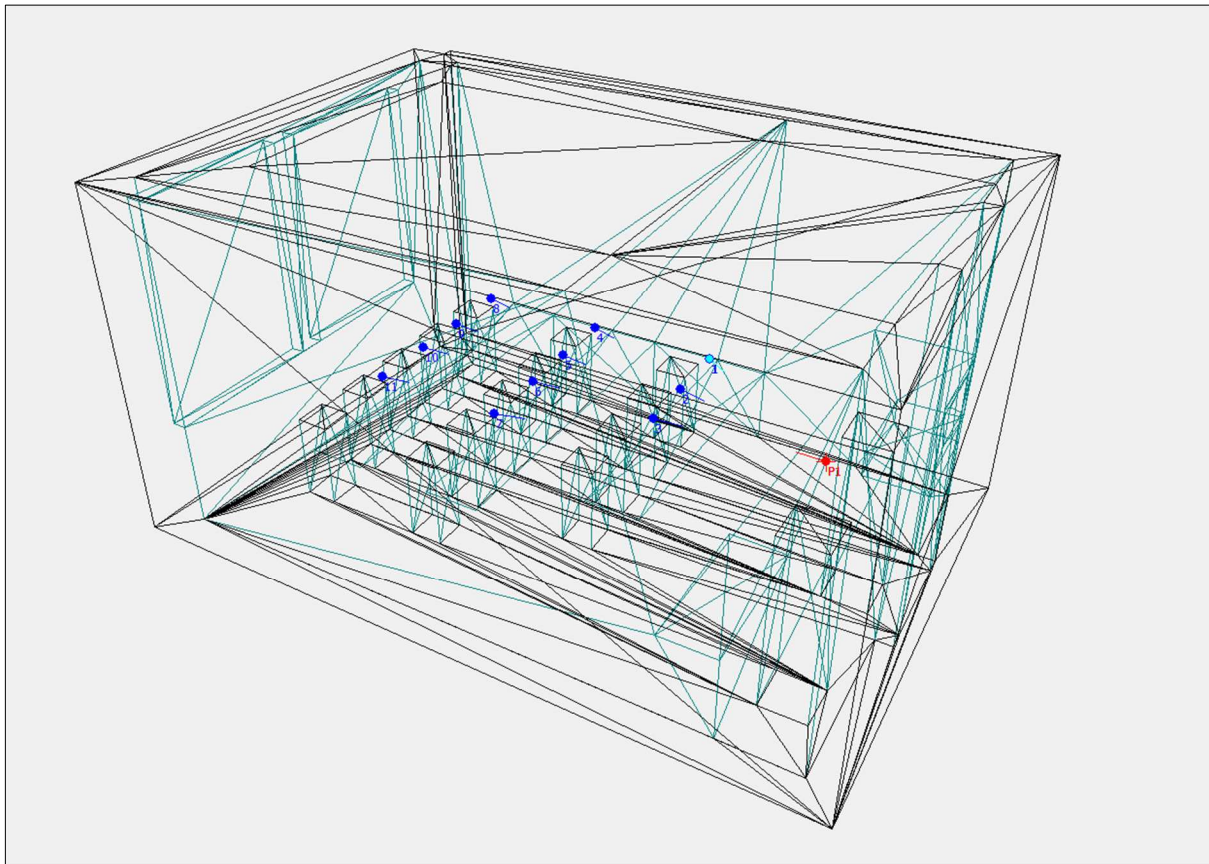


Obrázek 4: Matematický model výpočtu

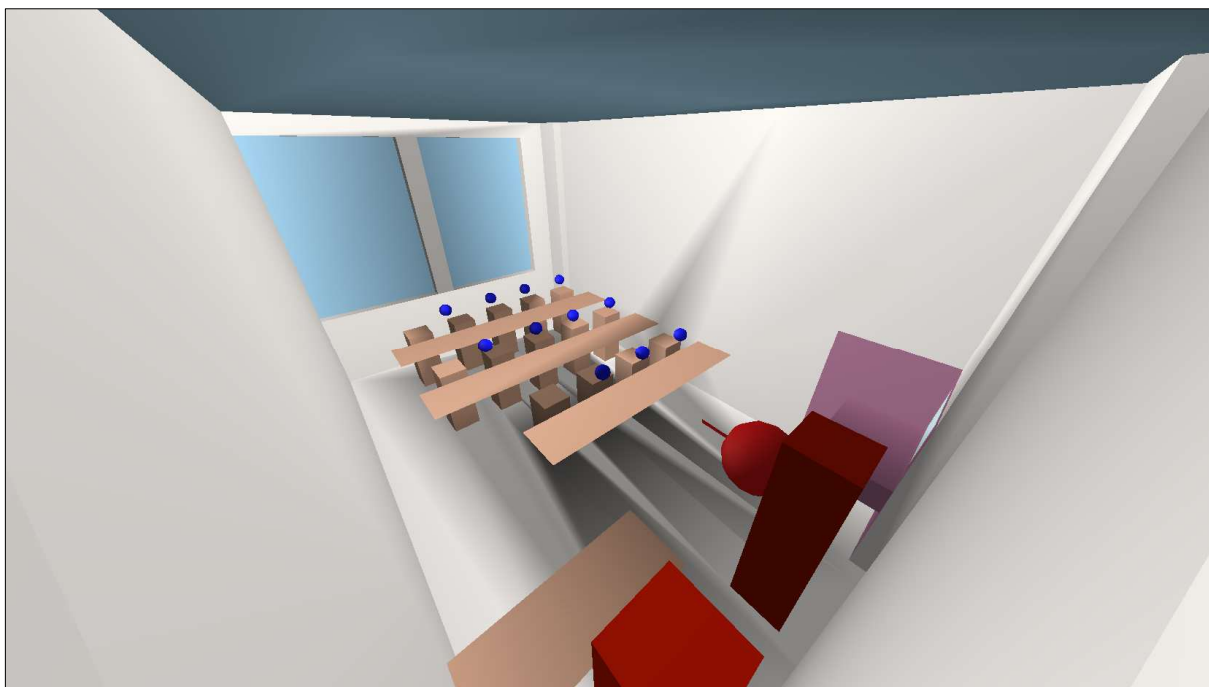


Obrázek 5: Matematický model výpočtu

7.1.2 Počítačová učebna ozn. 0.20



Obrázek 6: Matematický model výpočtu



Obrázek 7: Matematický model výpočtu