



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_026_2024

**Prostorová akustika – výpočet a hodnocení doby dozvuku
ve školských prostorech – 5x učebna**

Název akce:	„Gymnázium Jihlava – vestavba učeben v půdním prostoru“, na adrese Jana Masaryka 1560/1, Jihlava
Název, adresa řešené lokality:	K. ú. Jihlava [659673]
Identifikační údaje zadavatele:	ARTPROJEKT JIHLAVA, spol. s.r.o., IČO: 25558692 Minoritské nám. 1153/11 586 01 Jihlava
Zástupce zadavatele:	Jiří Navrátil (ARTPROJEKT JIHLAVA, spol. 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:	2024-11-04

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	4
3. Citované dokumenty	5
4. Stručný popis prostoru	7
5. Návrh akustických úprav prostoru	8
6. Základní hodnocení výsledků	13
7. Příloha	21

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
- VZT vzduchotechnika
- MZ Ministerstvo zdravotnictví ČR
- NV nařízení vlády
- NP nadzemní podlaží
- ČSN česká technická norma
- ISO Mezinárodní organizace pro normalizaci
- HL hygienický limit
- KHS Krajská hygienická stanice
- MN metodický návod
- NV nařízení vlády
- PD projektová dokumentace
- DUR dokumentace pro územní rozhodnutí
- DSP dokumentace pro stavební povolení
- DPS dokumentace pro provedení stavby
- DOS dokumentace pro ohlášení stavby
- KN katastr nemovitostí
- k. ú. katastrální území

2. Účel posouzení

Předkládaný posudek byl zpracován na základě objednávky zadavatele za účelem posouzení doby dozvuku ve školských prostorech: 5x učebna^a projektu „Gymnázium Jihlava – vestavba učeben v půdním prostoru“, na adrese Jana Masaryka 1560/1, Jihlava (dále jen „navrhovaný záměr“), dle ČSN 73 0527 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely, v aktuálním znění.

Posouzení doby dozvuku bylo provedeno pro účely stavebního povolení navrhovaného záměru.

▪ **Posudek v souladu se zadáním obsahuje:**

- výpočet očekávaných hodnot doby dozvuku po návrhu akustických úprav ve školských prostorech učebny robotů 4.10, učebny 4.13, učebny 4.14, počítačové učebny 4.15 a počítačové učebny 4.16 (4. NP) navrhovaného záměru,
- hodnocení očekávaných hodnot doby dozvuku po návrhu akustických úprav ve školských prostorech učebny robotů 4.10, učebny 4.13, učebny 4.14, počítačové učebny 4.15 a počítačové učebny 4.16 navrhovaného záměru dle ČSN 73 0527 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely, v aktuálním znění.

^a Prostory byly vybrány zadavatelem tohoto posudku.

3. Citované dokumenty

3.1. Právní předpisy

- 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.
- Vyhláška č. 160/2024 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých a dětských skupin, ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. 283/2021 Sb., stavební zákon, 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 EN ISO 11654 Akustika – Absorbéry zvuku používané v budovách – Hodnocení zvukové pohltivosti, v aktuálním znění.
- ČSN ISO 1996 – 1 Akustika – Popis, měření a hodnocení hluku prostředí – Část 1: Základní veličiny a postupy pro hodnocení, v aktuálním znění.
- ČSN ISO 1996 – 2 Akustika – Popis, měření a hodnocení hluku prostředí – Část 2: Určování hladin akustického tlaku, 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 ISO 12354 – 1 Stavební akustika – Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků – Část 1: Vzduchová neprůzvučnost mezi místnostmi, v aktuálním znění.
- ČSN EN ISO 12354 – 2 Stavební akustika – Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků – Část 2: Kročejová neprůzvučnost mezi místnostmi, v aktuálním znění.
- ČSN EN ISO 12354 – 3 Stavební akustika – Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků – Část 3: Vzduchová neprůzvučnost vůči venkovnímu zvuku, 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 717 – 1 Akustika – Hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách – Část 1: Vzduchová neprůzvučnost, v aktuálním znění.
- ČSN EN ISO 717 – 2 Akustika – Hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách – Část 1: Kročejová neprůzvučnost, v aktuálním znění.
- ČSN EN ISO 16283-3 Akustika – Měření zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách in situ – Část 3: Zvuková izolace obvodových plášťů, v aktuálním znění.
- ČSN EN ISO 10140-1 – Akustika – Laboratorní měření zvukové izolace stavebních konstrukcí – Část 1: Aplikační pravidla pro určité výrobky, v aktuálním znění.
- ČSN EN ISO 10140-2 – Akustika – Laboratorní měření zvukové izolace stavebních konstrukcí – Část 2: Měření vzduchové neprůzvučnosti, v aktuálním znění.
- ČSN EN ISO 10140-3 – Akustika – Laboratorní měření zvukové izolace stavebních konstrukcí – Část 3: Měření kročejové neprůzvučnosti, v aktuálním znění.
- ČSN EN ISO 10140-4 – Akustika – Laboratorní měření zvukové izolace stavebních konstrukcí – Část 4: Měřicí postupy a požadavky, v aktuálním znění.

- ČSN EN ISO 10140-5 – Akustika – Laboratorní měření zvukové izolace stavebních konstrukcí – Část 5: Požadavky na zkušební zařízení a přístrojové vybavení, v aktuálním znění.
- ČSN EN 15665 Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov, v aktuálním znění.
- Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí, Věstník MZ ČR, Částka 14/2023.
- Odborné doporučení pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí, verze 1.0, březen 2018.

3.3. Použité podklady

- Podklady dodané zadavatelem:^b
 - PD arch. stavební navrhovaného záměru ve stupni DSP, zpracovaná k datu 12/2023, zpracovatel: společnost ARTPROJEKT JIHLAVA, spol. s.r.o., IČO: 25558692.
- Internetové stránky:
 - www.mapy.cz
 - www.cuzk.cz
 - www.ecophon.com

3.4. Použité programové vybavení

- Microsoft Word, verze 2402.
- Microsoft Excel, verze 2402.
- ODEON 13.04 Combined.
- NTi Room Acoustics Reporter, verze 1.41.0.0.
- 4MCAD 21 Professional.
- INSUL, verze 10.0.2.
- DEKSOFT Akustika, verze 1.1.0.

^b Zpracovatel za podklady dodané zadavatelem tohoto posudku neodpovídá.

4. Stručný popis prostoru

Jedná se celkem o 5 školských prostor: učebnu robotů 4.10, učebnu 4.13, učebnu 4.14, počítačovou učebnu 4.15 a počítačovou učebnu 4.16 (4. NP) navrhovaného záměru „Gymnázium Jihlava – vestavba učeben v půdním prostoru“, na adrese Jana Masaryka 1560/1, Jihlava. Veškeré rozměry a vnitřní povrchy zmíněných prostor byly převzaty z PD arch. stavební navrhovaného záměru nebo vyspecifikovány zadavatelem tohoto posudku.

4.1. Učebna robotů 4.10

Předmětný prostor – učebna robotů 4.10 se projektuje ve 4. NP (podkroví) navrhovaného záměru, účel užívání zmíněného prostoru bude (dle ČSN 73 0527) kmenová učebna. Předmětný prostor bude mít půdorysnou plochu $\sim 59,83 \text{ m}^2$ s nejvyšší světlou výškou 4,105 m a objemem $\sim 183,59 \text{ m}^3$. Podlaha je uvažována vinyl. Stěny budou SDK. Ve stěnách místnosti budou umístěny okna a dveře. Je uvažováno se zcela zařízenou místností nábytkem – stoly, židle apod. Předpokládaná max. obsazenost prostoru je uvažována: 16 osob (15 dětí + 1 vyučující).

4.2. Učebna 4.13

Předmětný prostor – učebna 4.13 se projektuje ve 4. NP (podkroví) navrhovaného záměru, účel užívání zmíněného prostoru bude (dle ČSN 73 0527) kmenová učebna. Předmětný prostor bude mít půdorysnou plochu $\sim 66,87 \text{ m}^2$ s nejvyšší světlou výškou 4,105 m a objemem $\sim 206,34 \text{ m}^3$. Podlaha je uvažována vinyl. Stěny budou SDK. Ve stěnách místnosti budou umístěny okna a dveře. Je uvažováno se zcela zařízenou místností nábytkem – stoly, židle apod. Předpokládaná max. obsazenost prostoru je uvažována: 16 osob (15 dětí + 1 vyučující).

4.3. Učebna 4.14

Předmětný prostor – učebna 4.14 se projektuje ve 4. NP (podkroví) navrhovaného záměru, účel užívání zmíněného prostoru bude (dle ČSN 73 0527) kmenová učebna. Předmětný prostor bude mít půdorysnou plochu $\sim 59,69 \text{ m}^2$ s nejvyšší světlou výškou 4,105 m a objemem $\sim 188,43 \text{ m}^3$. Podlaha je uvažována vinyl. Stěny budou SDK. Ve stěnách místnosti budou umístěny okna a dveře. Je uvažováno se zcela zařízenou místností nábytkem – stoly, židle apod. Předpokládaná max. obsazenost prostoru je uvažována: 16 osob (15 dětí + 1 vyučující).

4.4. Počítačová učebna 4.15

Předmětný prostor – počítačová učebna 4.15 se projektuje ve 4. NP (podkroví) navrhovaného záměru, účel užívání zmíněného prostoru bude (dle ČSN 73 0527) kmenová učebna. Předmětný prostor bude mít půdorysnou plochu $\sim 49,99 \text{ m}^2$ s nejvyšší světlou výškou 4,105 m a objemem $\sim 162,5 \text{ m}^3$. Podlaha je uvažována vinyl. Stěny jsou SDK. Ve stěnách místnosti budou umístěny okna a dveře. Je uvažováno se zcela zařízenou místností nábytkem – stoly, židle apod. Předpokládaná max. obsazenost prostoru je uvažována: 16 osob (15 dětí + 1 vyučující).

4.5. Počítačová učebna 4.16

Předmětný prostor – počítačová učebna 4.16 se projektuje ve 4. NP (podkroví) navrhovaného záměru, účel užívání zmíněného prostoru bude (dle ČSN 73 0527) kmenová učebna. Předmětný prostor bude mít půdorysnou plochu $\sim 61,09 \text{ m}^2$ s nejvyšší světlou výškou 4,105 m a objemem $\sim 188,5 \text{ m}^3$. Podlaha je uvažována vinyl. Stěny budou SDK. Ve stěnách místnosti budou umístěny okna a dveře. Je uvažováno se zcela zařízenou místností nábytkem – stoly, židle apod. Předpokládaná max. obsazenost prostoru je uvažována: 16 osob (15 dětí + 1 vyučující).

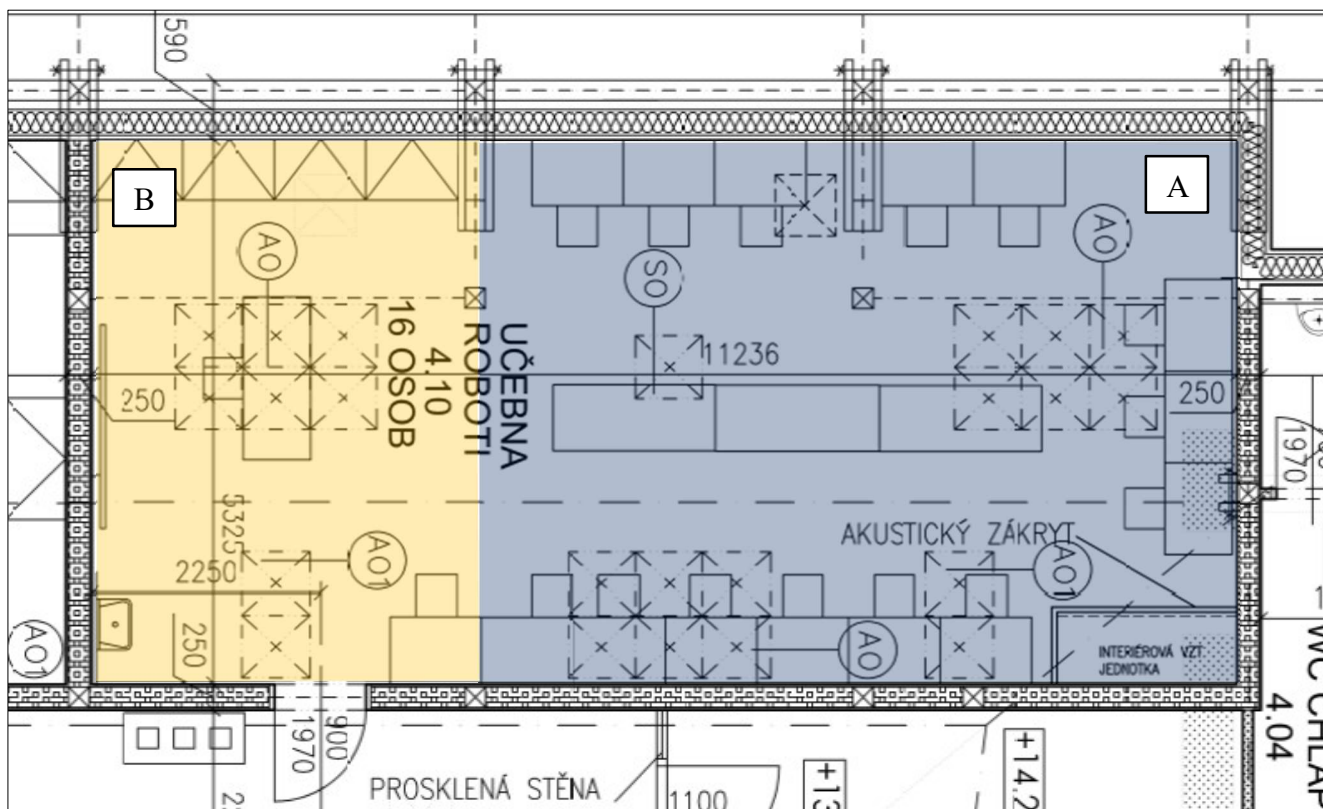
5. Návrh akustických úprav prostoru

Požadavky na dobu dozvuku dle ČSN 73 0527 lze v předmětných prostorech dodržet např. instalací akustického obkladu stropu – akustické omítky na SDK mezi krokvemi. Ostatní neuvedené vnitřní povrchy předmětných prostor byly převzaty z PD arch. stavební navrhovaného záměru. Navržené materiálové řešení obkladů prostor je tabelárně a graficky uvedeno v podkapitolách níže.

5.1. Učebna roboti 4.10

Ozn. části podhledu	Typ materiálu	Plocha ^c
		[m ²]
A	Akustická omítka kontaktně na SDK desce mezi krokvemi – např. ECOPHON FADE ONE SMOOTH, tl. 40 mm	~38,73
B	SDK deska	~19,94

Tabulka 1: Podrobný popis materiálového řešení navrženého podhledu v prostoru učebna roboti 4.10



Obrázek 1: Půdorys 4. NP, schéma materiálového řešení navrženého podhledu v prostoru učebna roboti 4.10

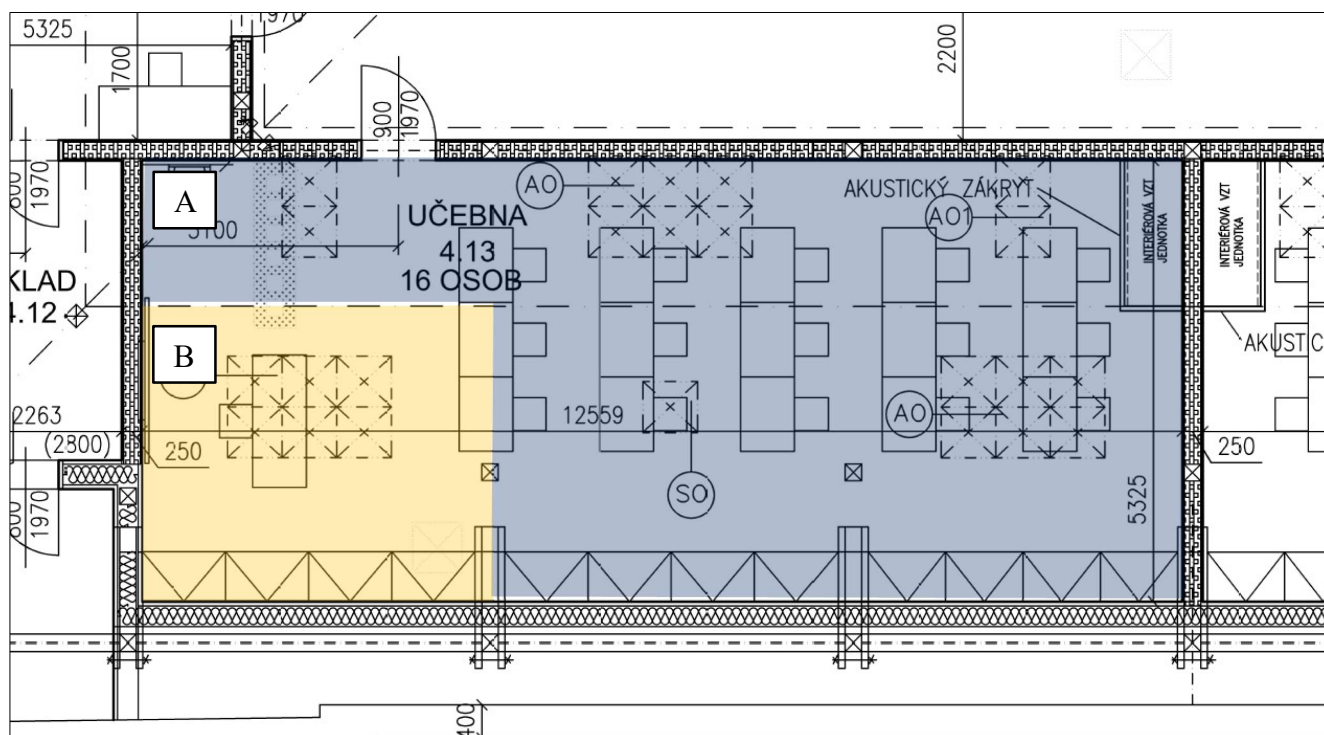
Pozn.: Při montáži navrženého akustického podhledu musejí být dodrženy veškeré technologické postupy, tloušťky jednotlivých vrstev, vzdálenosti svěšení podhledu a detaily provedení. Do podhledu je možné instalovat potřebné množství svítidel, elektro apod.

^c Uvedená plocha je bez plochy oken a dřevěných prvků (krokví apod.).

5.2. Učebna 4.13

Ozn. části podhledu	Typ materiálu	Plocha ^d
		[m ²]
A	Akustická omítka kontaktně na SDK desce mezi krokvemi – např. ECOPHON FADE ONE SMOOTH, tl. 40 mm	~53,28
B	SDK deska	~14,66

Tabulka 2: Podrobný popis materiálového řešení navrženého podhledu v prostoru učebna 4.13



Obrázek 2: Půdorys 4. NP, schéma materiálového řešení navrženého podhledu v prostoru učebna 4.13

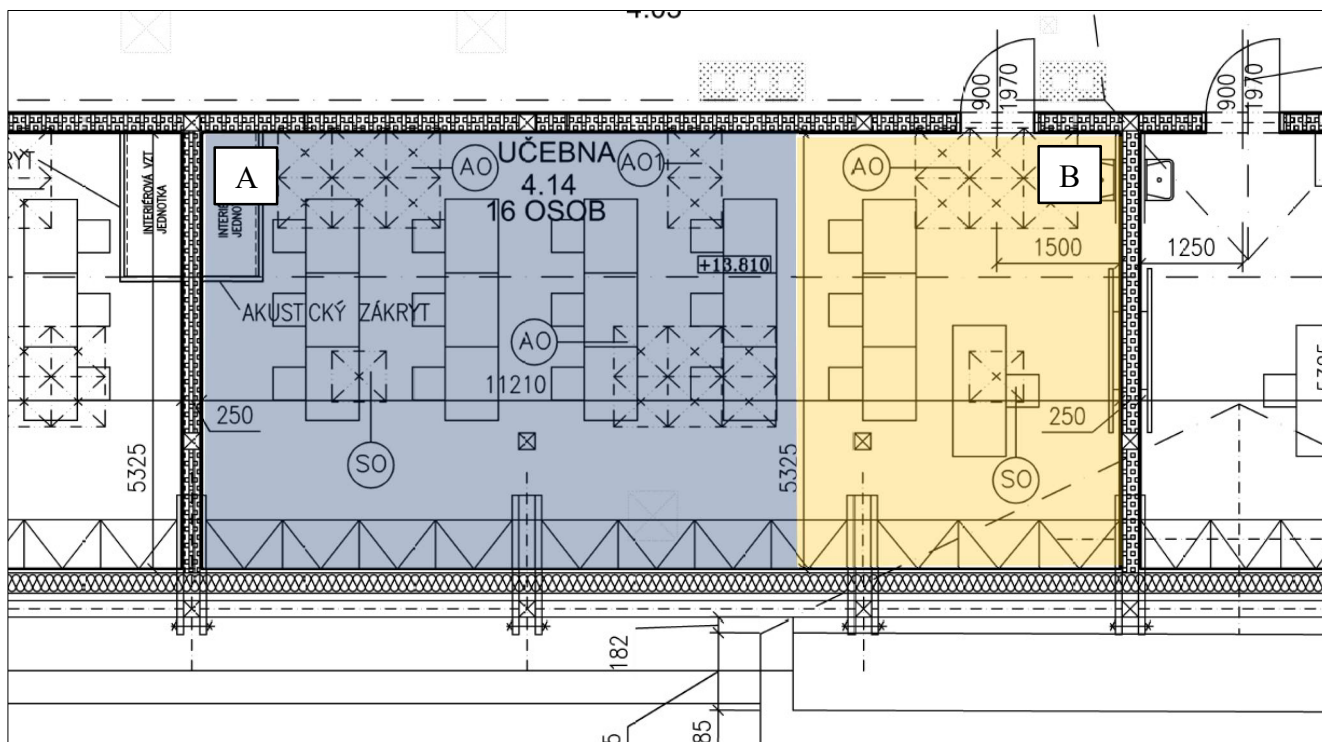
Pozn.: Při montáži navrženého akustického podhledu musejí být dodrženy veškeré technologické postupy, tloušťky jednotlivých vrstev, vzdálenosti svěšení podhledu a detaily provedení. Do podhledu je možné instalovat potřebné množství svítidel, elektro apod.

^d Uvedená plocha je bez plochy oken a dřevěných prvků (krokví apod.).

5.3. Učebna 4.14

Ozn. části podhledu	Typ materiálu	Plocha ^e
		[m ²]
A	Akustická omítka kontaktně na SDK desce mezi krokvemi – např. ECOPHON FADE ONE SMOOTH, tl. 40 mm	~43,34
B	SDK deska	~15,07

Tabulka 3: Podrobný popis materiálového řešení navrženého podhledu v prostoru učebna 4.14



Obrázek 3: Půdorys 4. NP, schéma materiálového řešení navrženého podhledu v prostoru učebna 4.14

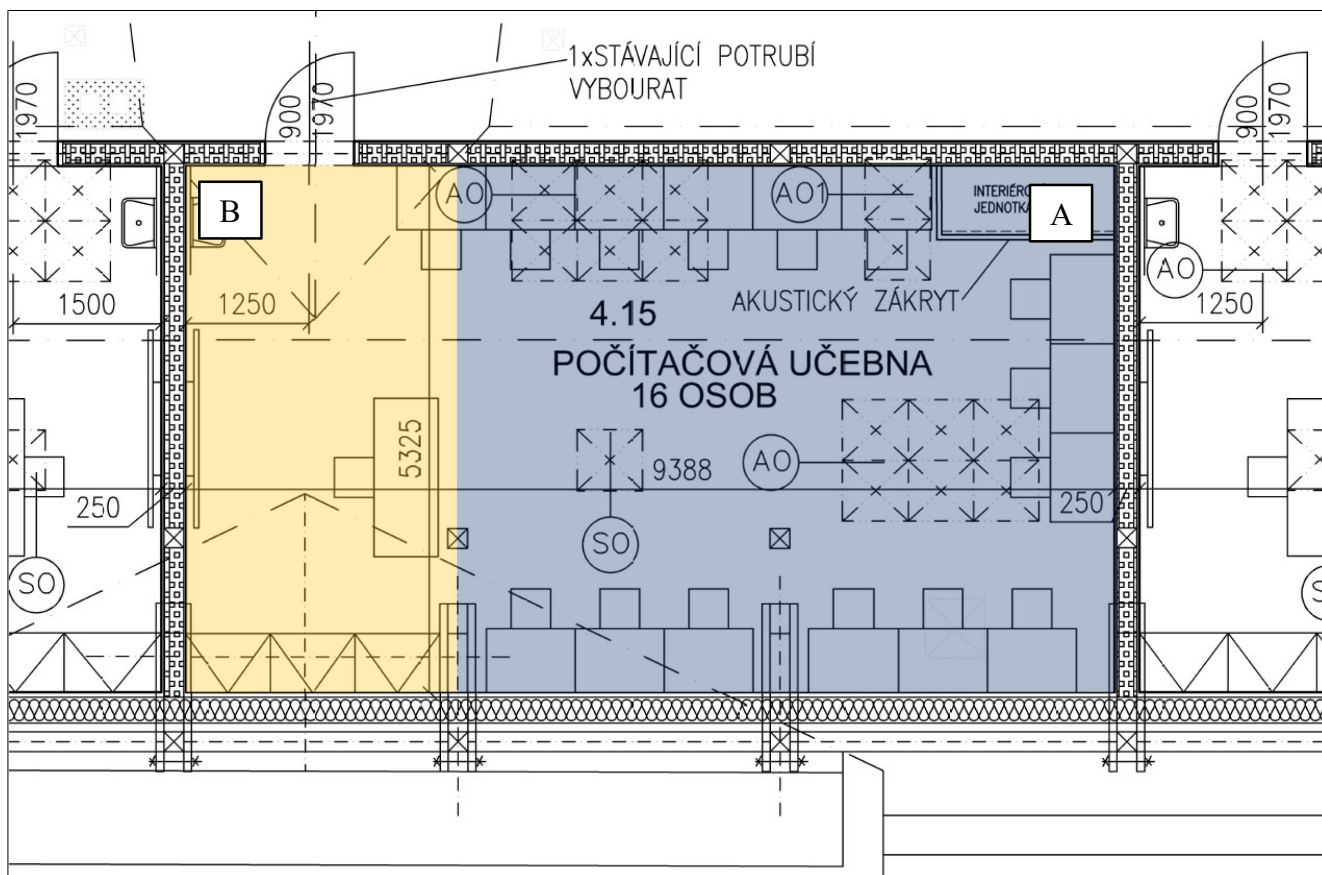
Pozn.: Při montáži navrženého akustického podhledu musejí být dodrženy veškeré technologické postupy, tloušťky jednotlivých vrstev, vzdálenosti svěšení podhledu a detaily provedení. Do podhledu je možné instalovat potřebné množství svítidel, elektro apod.

^e Uvedená plocha je bez plochy oken a dřevěných prvků (krokví apod.).

5.4. Počítačová učebna 4.15

Ozn. části podhledu	Typ materiálu	Plocha ^f
		[m ²]
A	Akustická omítka kontaktně na SDK desce mezi krokvemi – např. ECOPHON FADE ONE SMOOTH, tl. 40 mm	~32,2
B	SDK deska	~16,07

Tabulka 4: Podrobný popis materiálového řešení navrženého podhledu v prostoru počítačová učebna 4.15



Obrázek 4: Půdorys 4. NP, schéma materiálového řešení navrženého podhledu v prostoru počítačová učebna 4.15

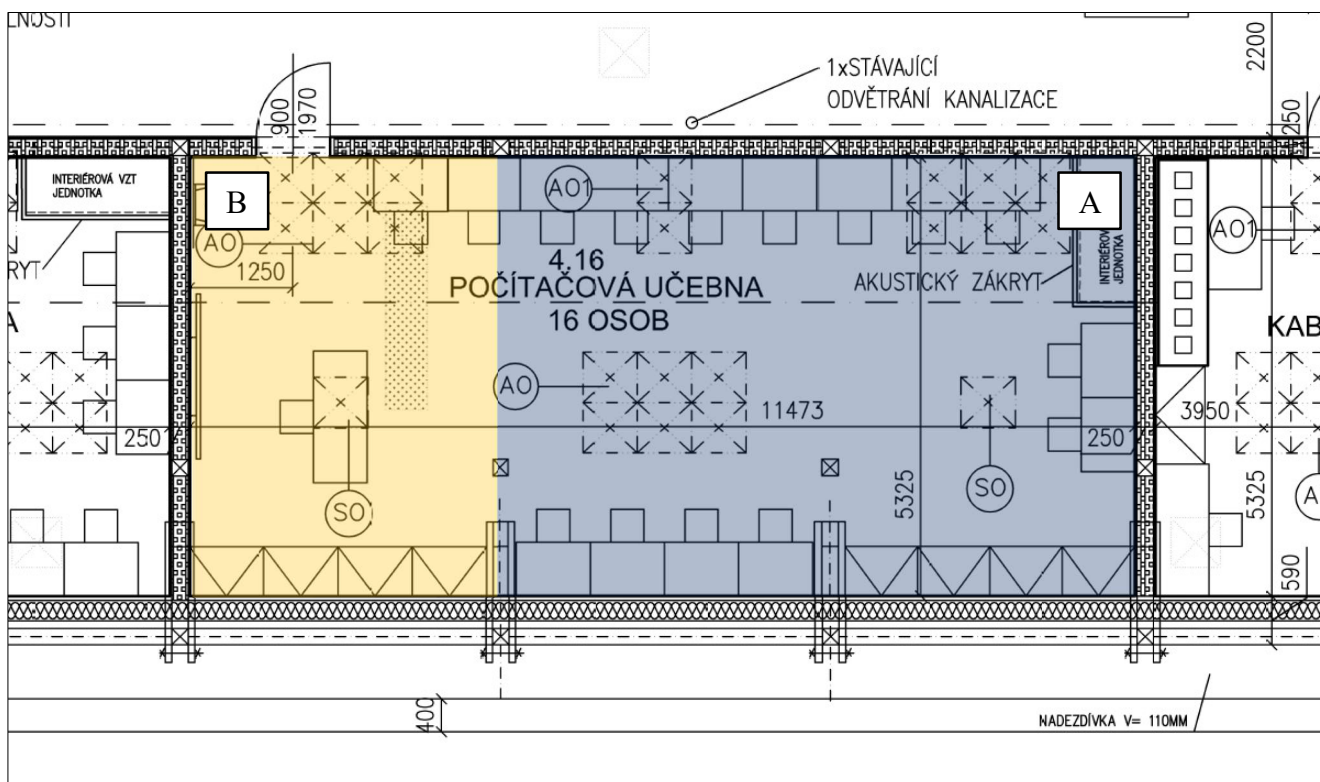
Pozn.: Při montáži navrženého akustického podhledu musejí být dodrženy veškeré technologické postupy, tloušťky jednotlivých vrstev, vzdálenosti svěšení podhledu a detaily provedení. Do podhledu je možné instalovat potřebné množství svítidel, elektro apod.

^f Uvedená plocha je bez plochy oken a dřevěných prvků (krokví apod.).

5.5. Počítačová učebna 4.16

Ozn. části podhledu	Typ materiálu	Plocha ^g
		[m ²]
A	Akustická omítka kontaktně na SDK desce mezi krokveři – např. ECOPHON FADE ONE SMOOTH, tl. 40 mm	~40,87
B	SDK deska	~20,57

Tabulka 5: Podrobný popis materiálového řešení navrženého podhledu v prostoru počítačová učebna 4.16



Obrázek 5: Půdorys 2. NP, schéma materiálového řešení navrženého podhledu v prostoru počítačová učebna 4.16

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.

5.6. 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).

^g Uvedená plocha je bez plochy oken a dřevěných prvků (krokví apod.).

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

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.

▪ Kmenová učebna – učebna roboti 4.10:

Výpočet optimální doby dozvuku T_o [s] pro předmětný prostor:

Norma ČSN 73 0527 požaduje pro kmenovou učebnu s tolerančním pásmem pro řeč optimální dobu dozvuku T_o dle vztahu:

(rozsah: od $V = 80 \text{ m}^3$ do $V = 8\,000 \text{ m}^3$, kde V je objem prostoru v m^3).

$$\begin{aligned} T_o &= 0,342 \cdot \log(V) - 0,185 \\ T_o &= 0,342 * \log(183,59) - 0,185 = \mathbf{0,59 \text{ s}} \end{aligned}$$

▪ Kmenová učebna – učebna 4.13:

Výpočet optimální doby dozvuku T_o [s] pro předmětný prostor:

Norma ČSN 73 0527 požaduje pro kmenovou učebnu s tolerančním pásmem pro řeč optimální dobu dozvuku T_o dle vztahu:

(rozsah: od $V = 80 \text{ m}^3$ do $V = 8\,000 \text{ m}^3$, kde V je objem prostoru v m^3).

$$\begin{aligned} T_o &= 0,342 \cdot \log(V) - 0,185 \\ T_o &= 0,342 * \log(206,34) - 0,185 = \mathbf{0,61 \text{ s}} \end{aligned}$$

▪ Kmenová učebna – učebna 4.14:

Výpočet optimální doby dozvuku T_o [s] pro předmětný prostor:

Norma ČSN 73 0527 požaduje pro kmenovou učebnu s tolerančním pásmem pro řeč optimální dobu dozvuku T_o dle vztahu:

(rozsah: od $V = 80 \text{ m}^3$ do $V = 8\,000 \text{ m}^3$, kde V je objem prostoru v m^3).

$$\begin{aligned} T_o &= 0,342 \cdot \log(V) - 0,185 \\ T_o &= 0,342 * \log(188,43) - 0,185 = \mathbf{0,59 \text{ s}} \end{aligned}$$

▪ Kmenová učebna – počítačová učebna 4.15:

Výpočet optimální doby dozvuku T_o [s] pro předmětný prostor:

Norma ČSN 73 0527 požaduje pro kmenovou učebnu s tolerančním pásmem pro řeč optimální dobu dozvuku T_o dle vztahu:

(rozsah: od $V = 80 \text{ m}^3$ do $V = 8\,000 \text{ m}^3$, kde V je objem prostoru v m^3).

$$T_o = 0,342 \cdot \log(V) - 0,185$$

$$T_o = 0,342 \cdot \log(162,5) - 0,185 = \mathbf{0,57 \text{ s}}$$

▪ Kmenová učebna – počítačová učebna 4.16:

Výpočet optimální doby dozvuku T_o [s] pro předmětný prostor:

Norma ČSN 73 0527 požaduje pro kmenovou učebnu s tolerančním pásmem pro řeč optimální dobu dozvuku T_o dle vztahu:

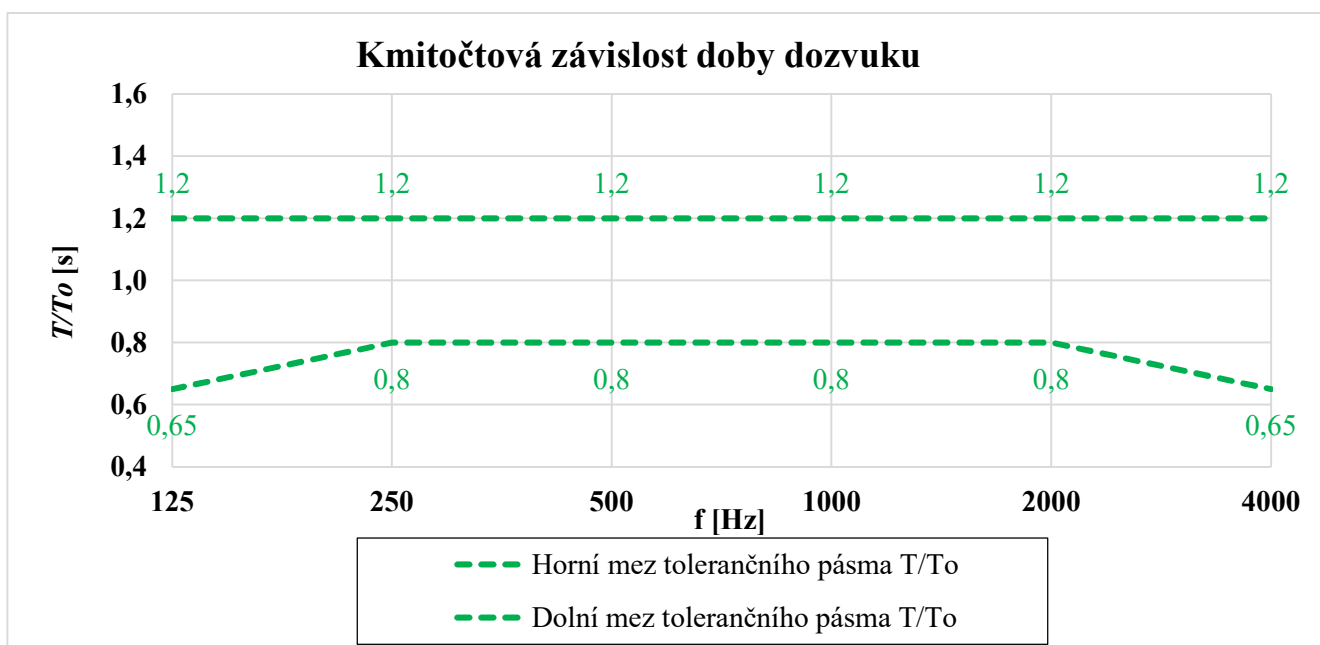
(rozsah: od $V = 80 \text{ m}^3$ do $V = 8\,000 \text{ m}^3$, kde V je objem prostoru v m^3).

$$T_o = 0,342 \cdot \log(V) - 0,185$$

$$T_o = 0,342 \cdot \log(188,5) - 0,185 = \mathbf{0,59 \text{ s}}$$

Určení	Obr.	Meze	Střední kmitočet f oktávového pásma v Hz									
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
Řeč	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 6: Přípustná toleranční pásma rozmezí poměru dob dozvuku T/T_o



Obrázek 6: Přípustné toleranční pásmo poměru dob dozvuku T/T_o obsazeného prostoru určeno 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 doby dozvuku v prostoru učebny robotů 4.10, učebny 4.13, učebny 4.14, počítačové učebny 4.15 a počítačové učebny 4.16 (4. NP) navrhovaného záměru bylo dle ČSN provedeno pro 100 % obsazený stav.

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.

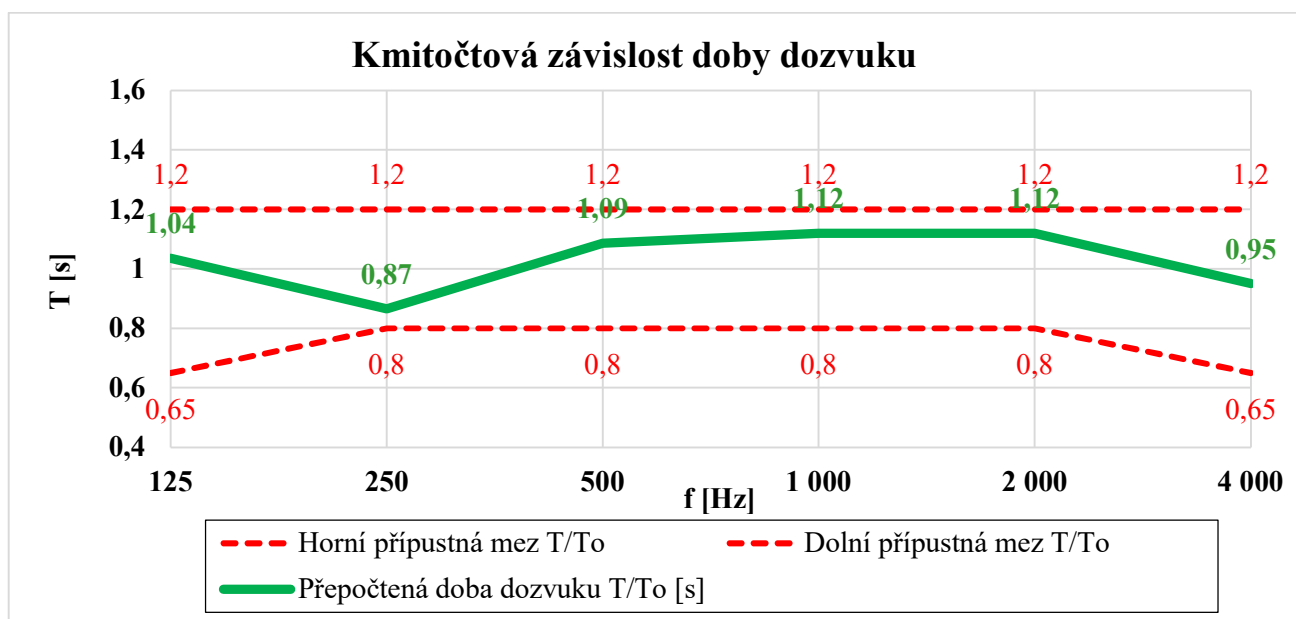
Hodnoty zvukové pohltivosti navržených akustických podhledů byly použity z aktuálně platného katalogu společnosti ECOPHON. Pro přiblížení teoretických výpočtů vzhledem k prováděným měřením při obdobných podmínkách je při výpočtu uvažováno s korigovanými hodnotami na středních frekvencích pro přiblížení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

Pozn.: Detailní opis zadání matematického modelu je uložen v archivu autorizované laboratoře (zpracovatel této studie) a na žádost může být předložen. Výpis navržených materiálů včetně jejich pohltivosti je uveden v příloze tohoto posudku.

6.3.1 Učebna roboti 4.10

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 %	0,61	0,51	0,64	0,66	0,66	0,56
Optimální doba dozvuku T_0 [s]	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
Přepočtená doba dozvuku T/ T_0 [s] - obsazený stav 100 %	1,04	0,87	1,09	1,12	1,12	0,95
Horní přípustná mez T/T_0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Dolní přípustná mez T/T_0	0,65	0,8	0,8	0,8	0,8	0,65

Tabulka 7: Výpočet a hodnocení doby dozvuku – obsazený stav 100 %

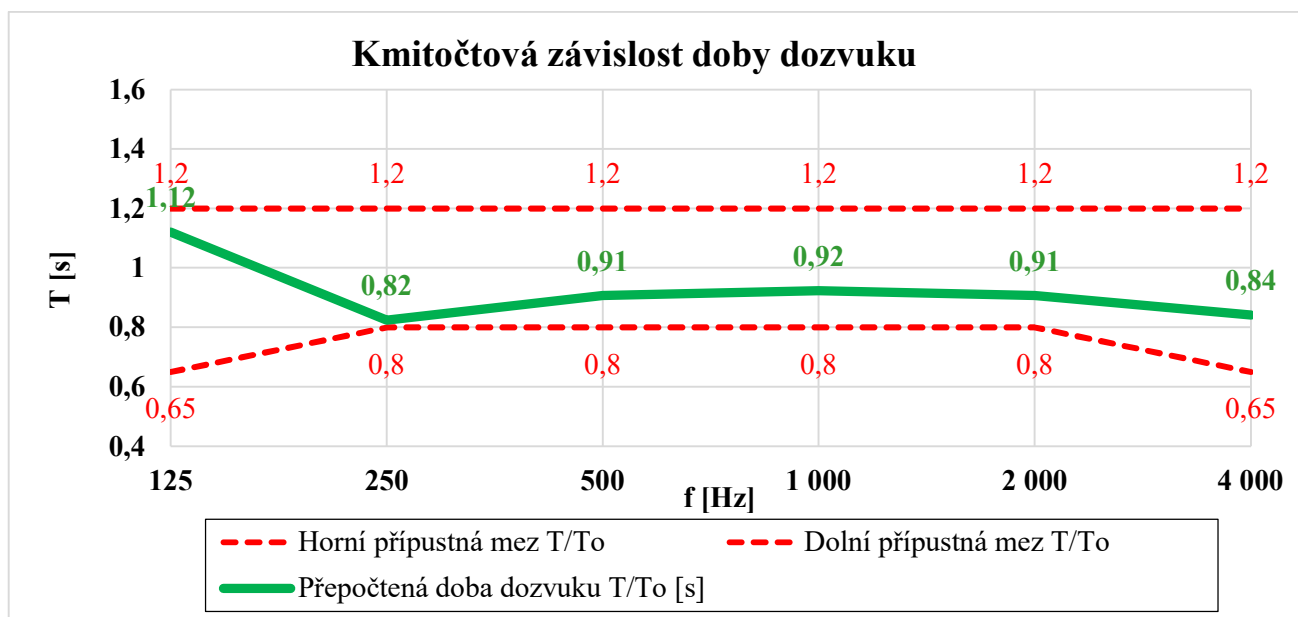


Graf 1: Hodnocení výsledné doby dozvuku – obsazený stav 100 %

6.3.2 Učebna 4.13

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 %	0,68	0,5	0,55	0,56	0,55	0,51
Optimální doba dozvuku To [s]	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
Přepočtená doba dozvuku T/To [s] - obsazený stav 100 %	1,12	0,82	0,91	0,92	0,91	0,84
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 8: Výpočet a hodnocení doby dozvuku – obsazený stav 100 %

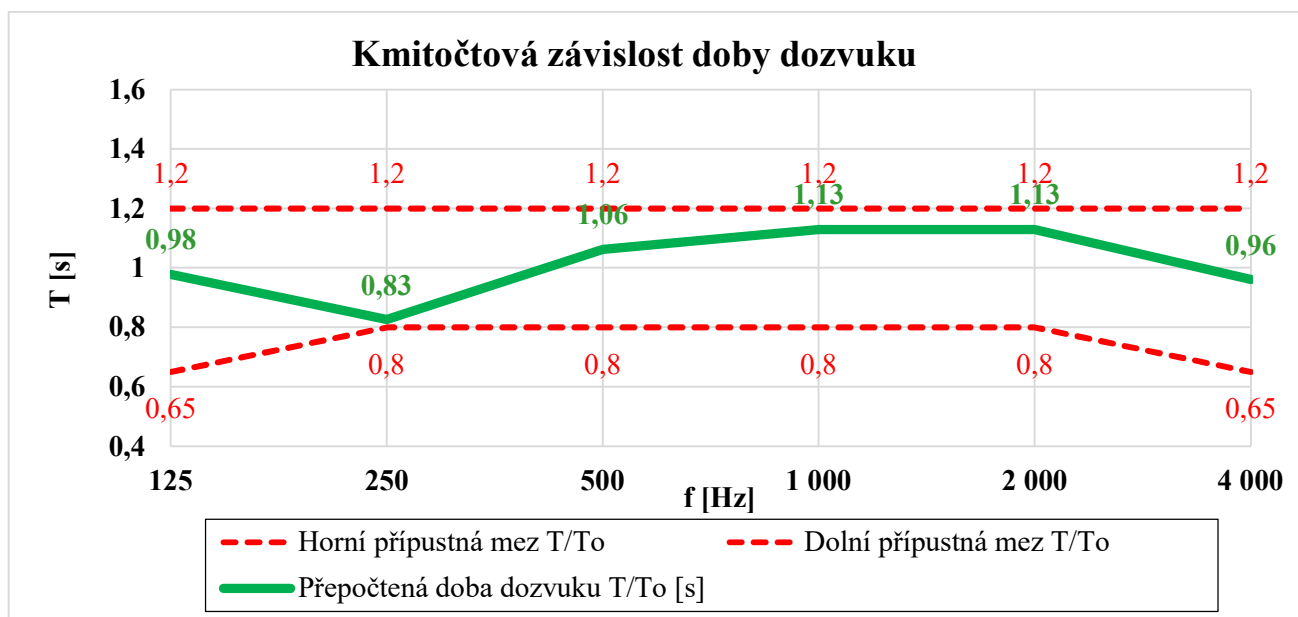


Graf 2: Hodnocení výsledné doby dozvuku – obsazený stav 100 %

6.3.3 Učebna 4.14

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 %	0,58	0,49	0,63	0,67	0,67	0,57
Optimální doba dozvuku To [s]	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
Přepočtená doba dozvuku T/To [s] - obsazený stav 100 %	0,98	0,83	1,06	1,13	1,13	0,96
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 9: Výpočet a hodnocení doby dozvuku – obsazený stav 100 %

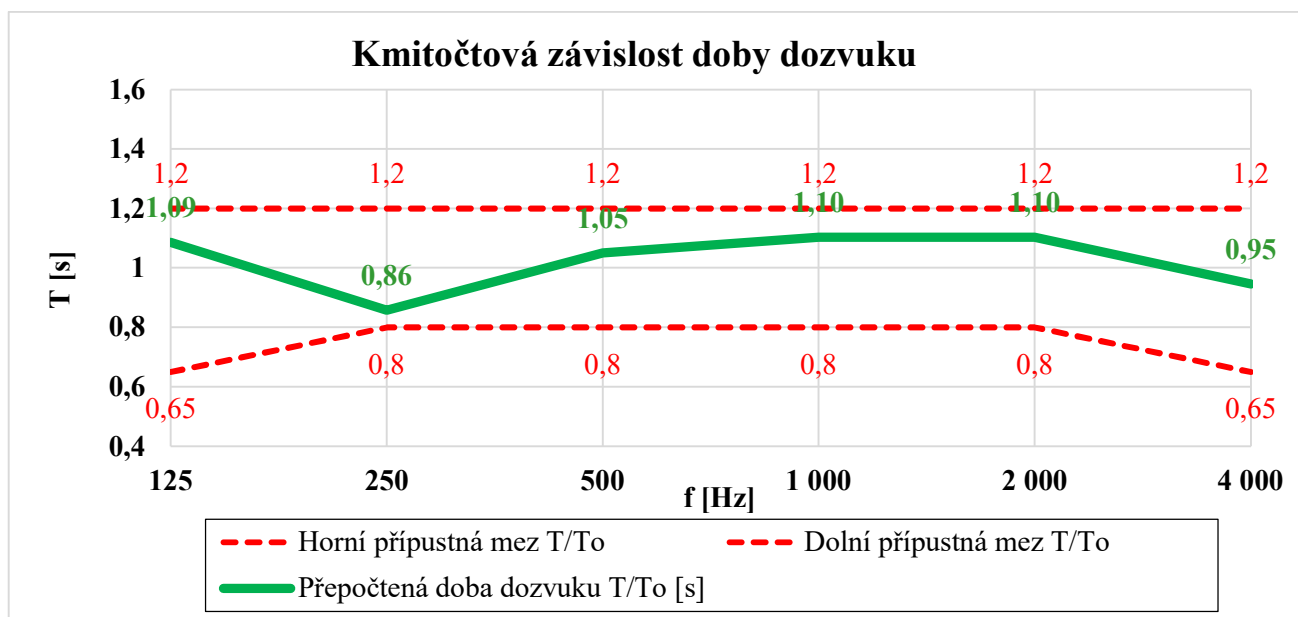


Graf 3: Hodnocení výsledné doby dozvuku – obsazený stav 100 %

6.3.4 Počítačová učebna 4.15

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 %	0,62	0,49	0,6	0,63	0,63	0,54
Optimální doba dozvuku To [s]	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
Přepočtená doba dozvuku T/To [s] - obsazený stav 100 %	1,09	0,86	1,05	1,10	1,10	0,95
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 10: Výpočet a hodnocení doby dozvuku – obsazený stav 100 %

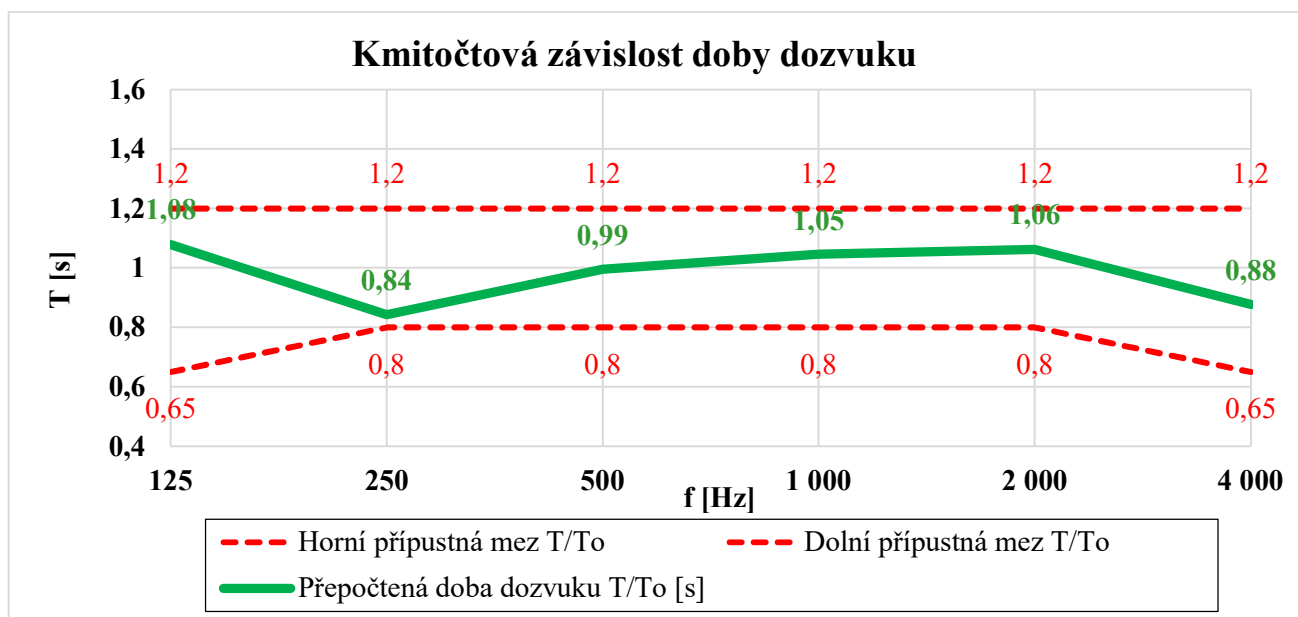


Graf 4: Hodnocení výsledné doby dozvuku – obsazený stav 100 %

6.3.5 Počítačová učebna 4.16

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	0,50	0,59	0,62	0,63	0,52
Optimální doba dozvuku To [s]	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
Přepočtená doba dozvuku T/To [s] - obsazený stav 100 %	1,08	0,84	0,99	1,05	1,06	0,88
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 11: Výpočet a hodnocení doby dozvuku – obsazený stav 100 %



Graf 5: 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 školských prostorech: 5x učebna^h projektu „Gymnázium Jihlava – vestavba učeben v půdním prostoru“, na adrese Jana Masaryka 1560/1, Jihlava (dále jen „navrhovaný záměr“), dle ČSN 73 0527 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely, v aktuálním znění.

Posouzení doby dozvuku bylo provedeno pro účely stavebního povolení navrhovaného záměru.

Za dodržení podmínek uvedených v tomto posudku budou ve školských prostorech učebny robotů 4.10, učebny 4.13, učebny 4.14, počítačové učebny 4.15 a počítačové učebny 4.16 (4. 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.

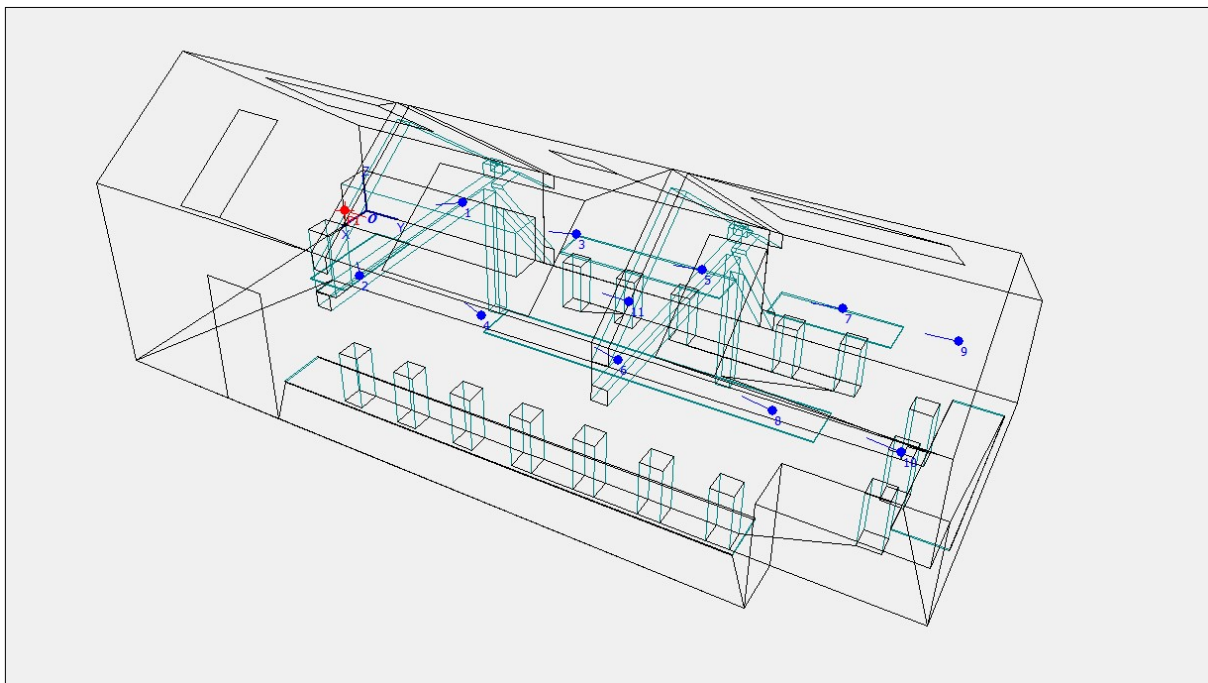
Pozn.: Předmětem tohoto posudku není posouzení stavební akustiky stavby (vzduchová a kročejová neprůzvučnost stavebních konstrukcí) ani hluk působící z objektu do okolí a naopak.

^h Prostory byly vybrány zadavatelem tohoto posudku.

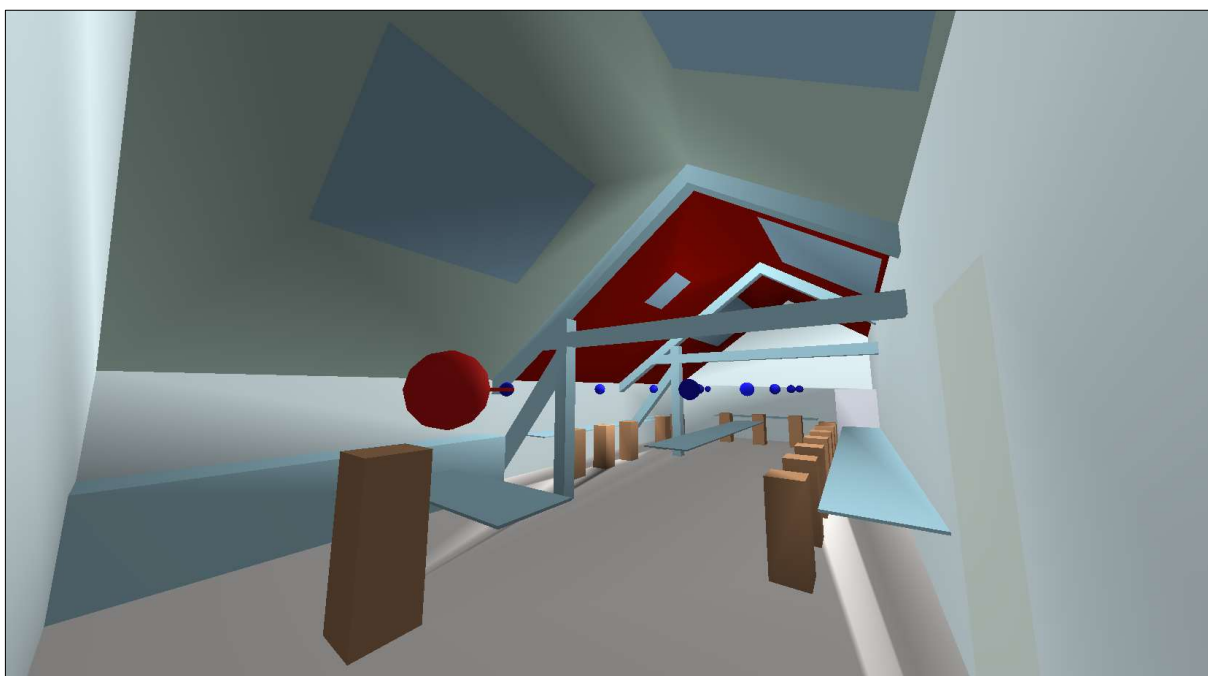
7. Příloha

7.1. Příloha A – matematický model výpočtu

7.1.1 Učebna roboti 4.10

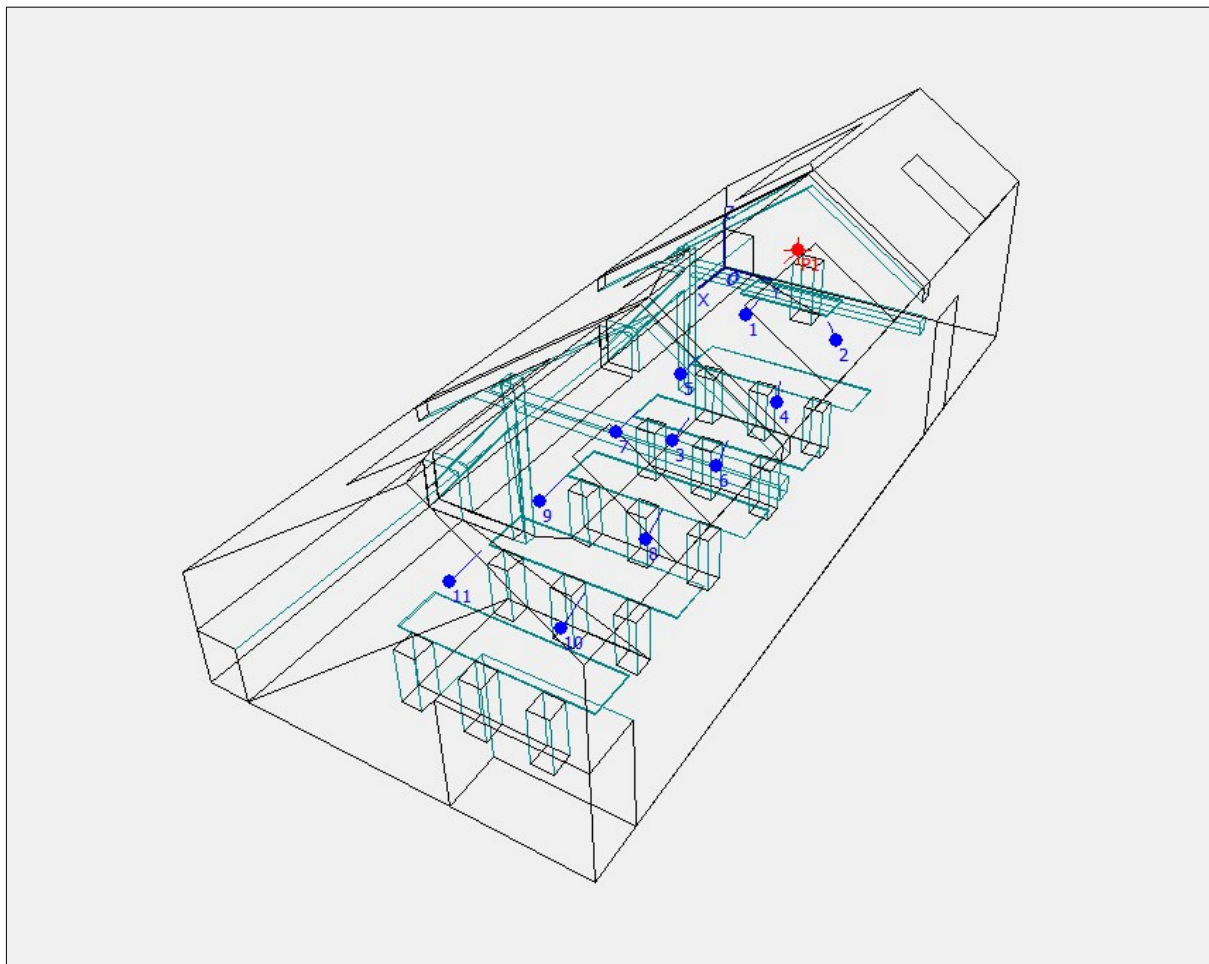


Obrázek 7: Matematický model výpočtu

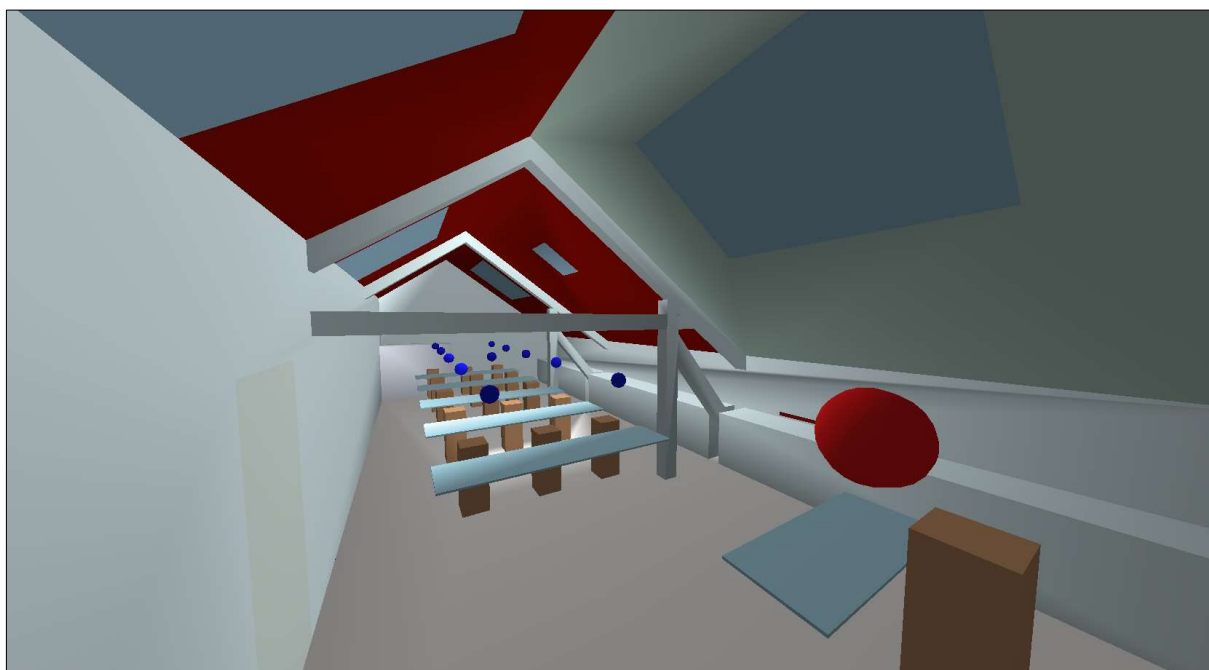


Obrázek 8: Matematický model výpočtu

7.1.2 Učebna 4.13

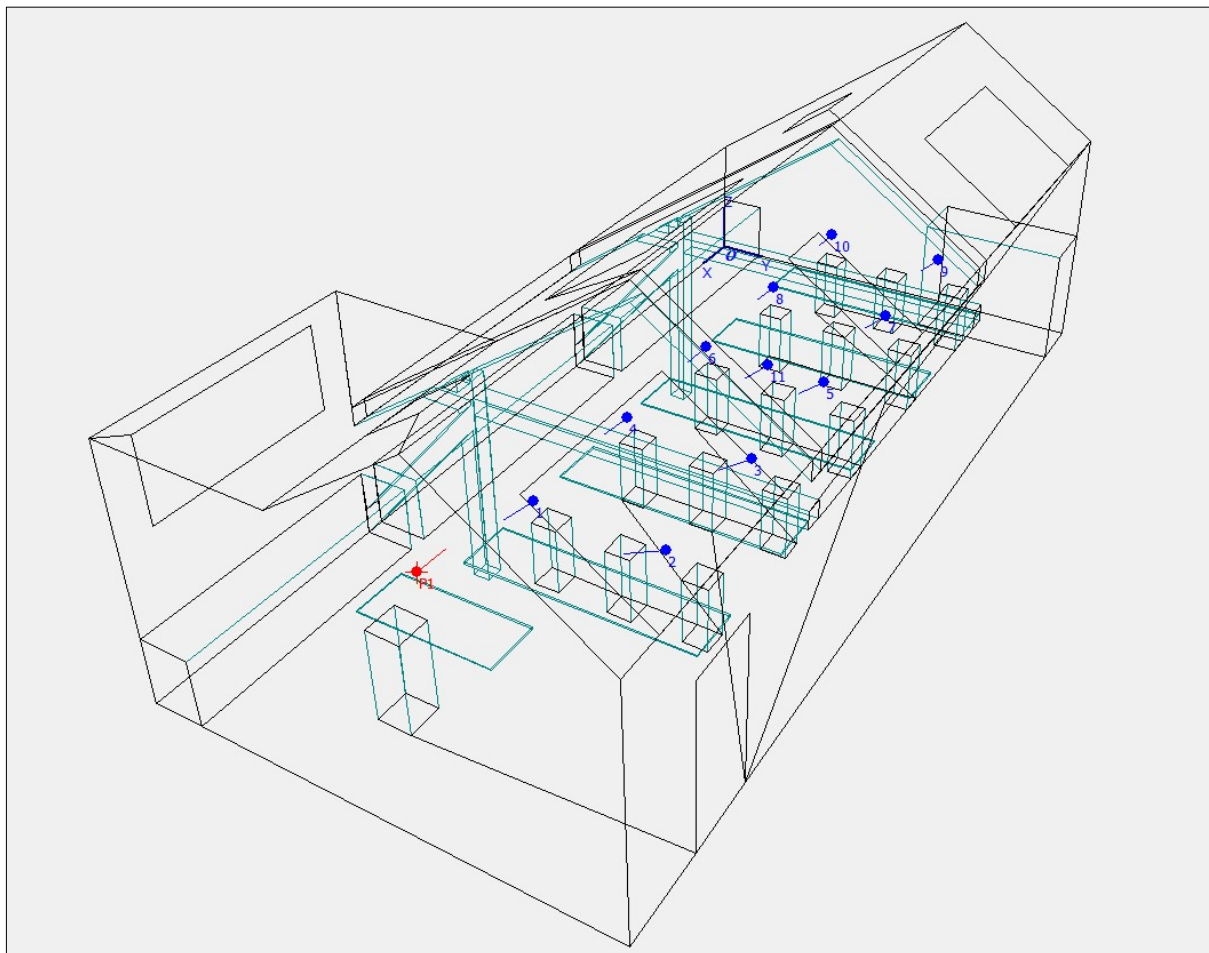


Obrázek 9: Matematický model výpočtu

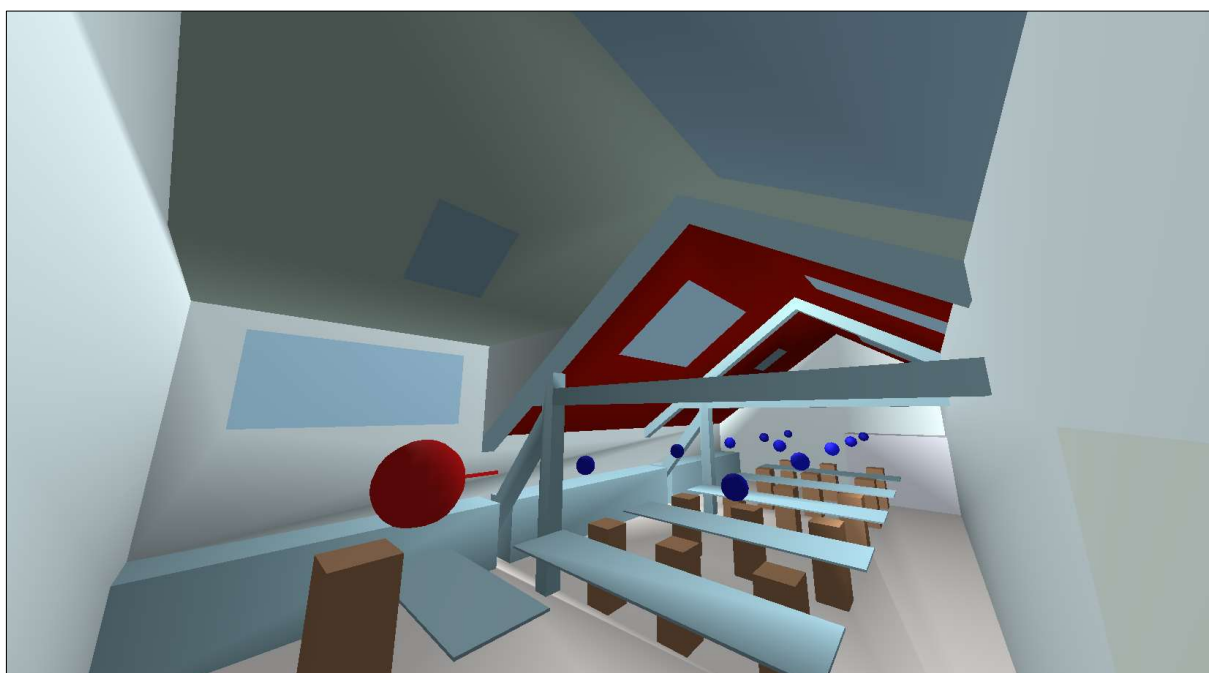


Obrázek 10: Matematický model výpočtu

7.1.3 Učebna 4.14

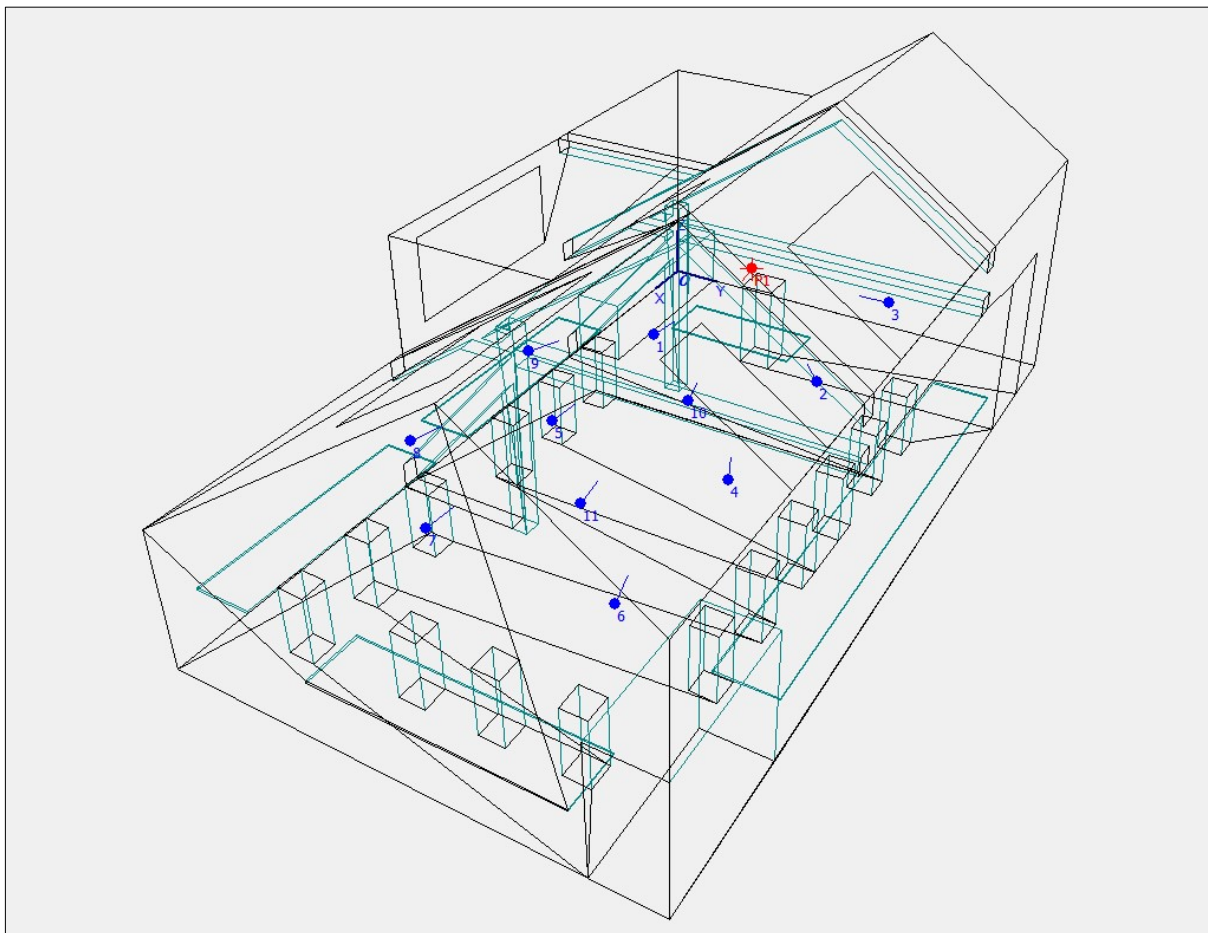


Obrázek 11: Matematický model výpočtu

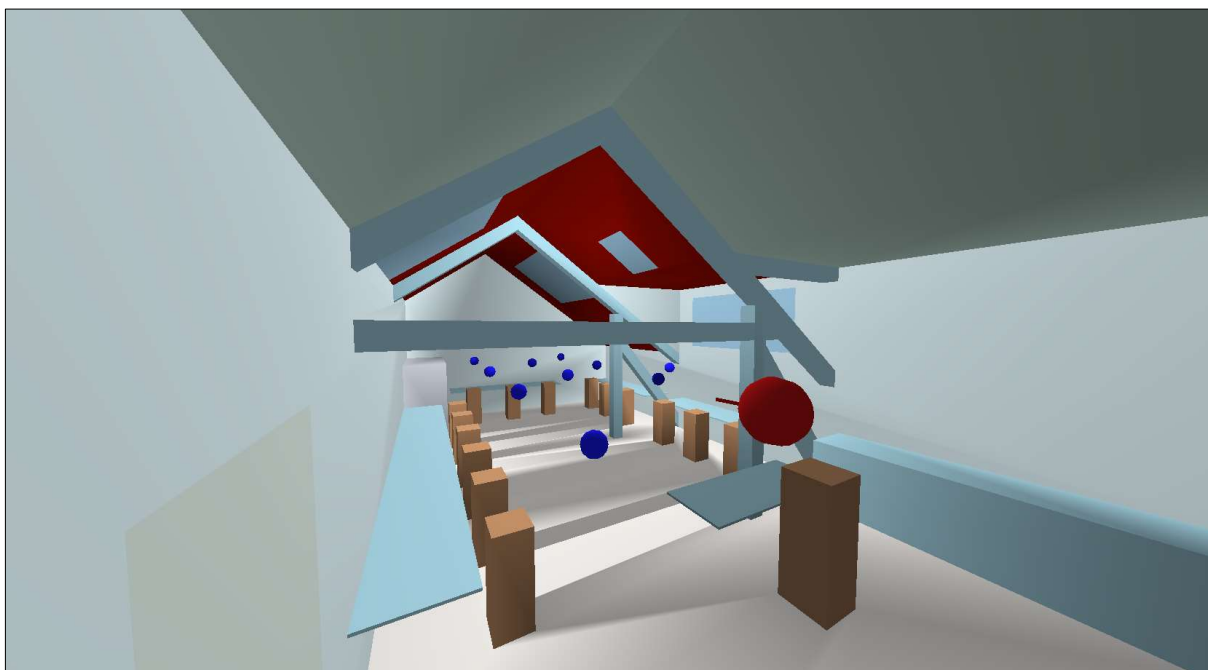


Obrázek 12: Matematický model výpočtu

7.1.4 Počítačová učebna 4.15

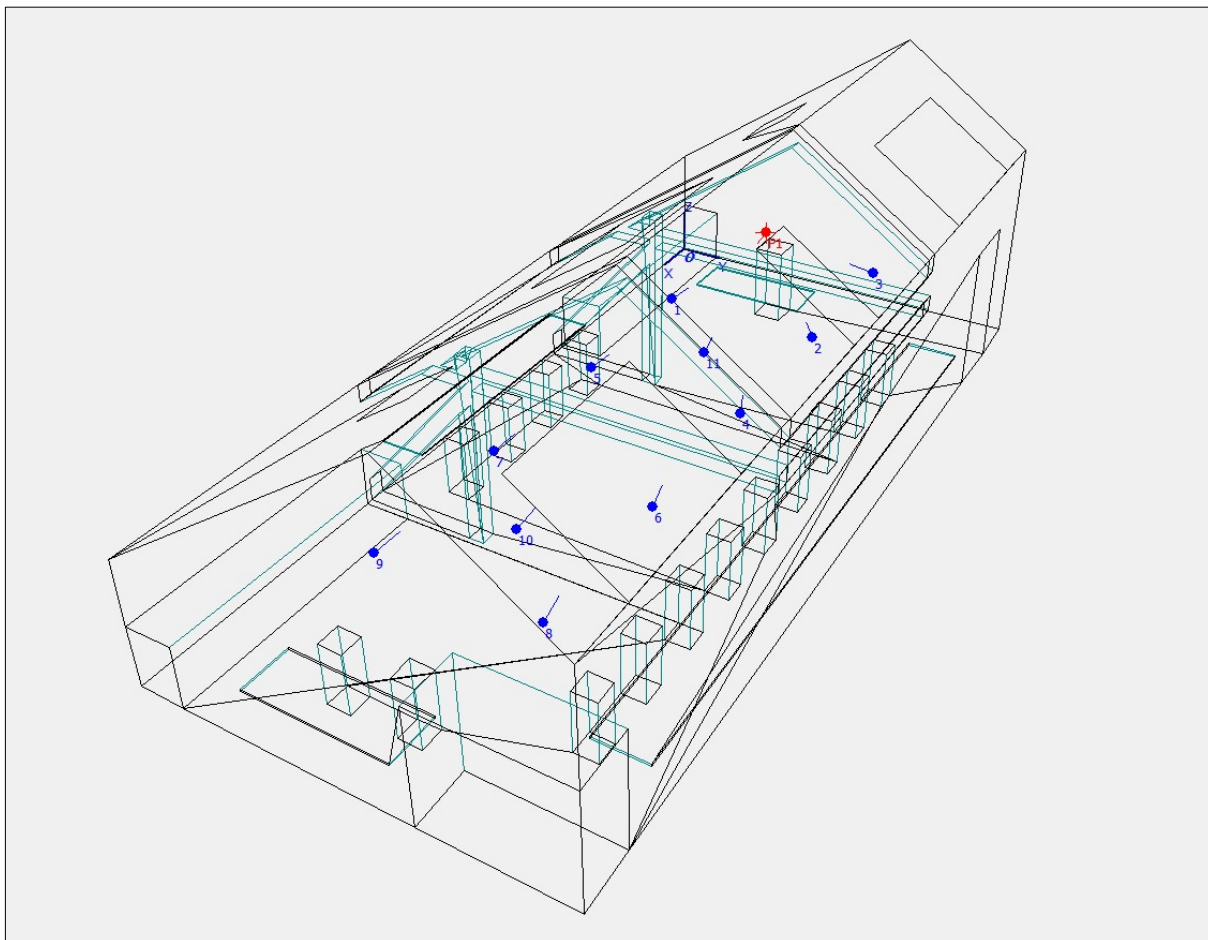


Obrázek 13: Matematický model výpočtu

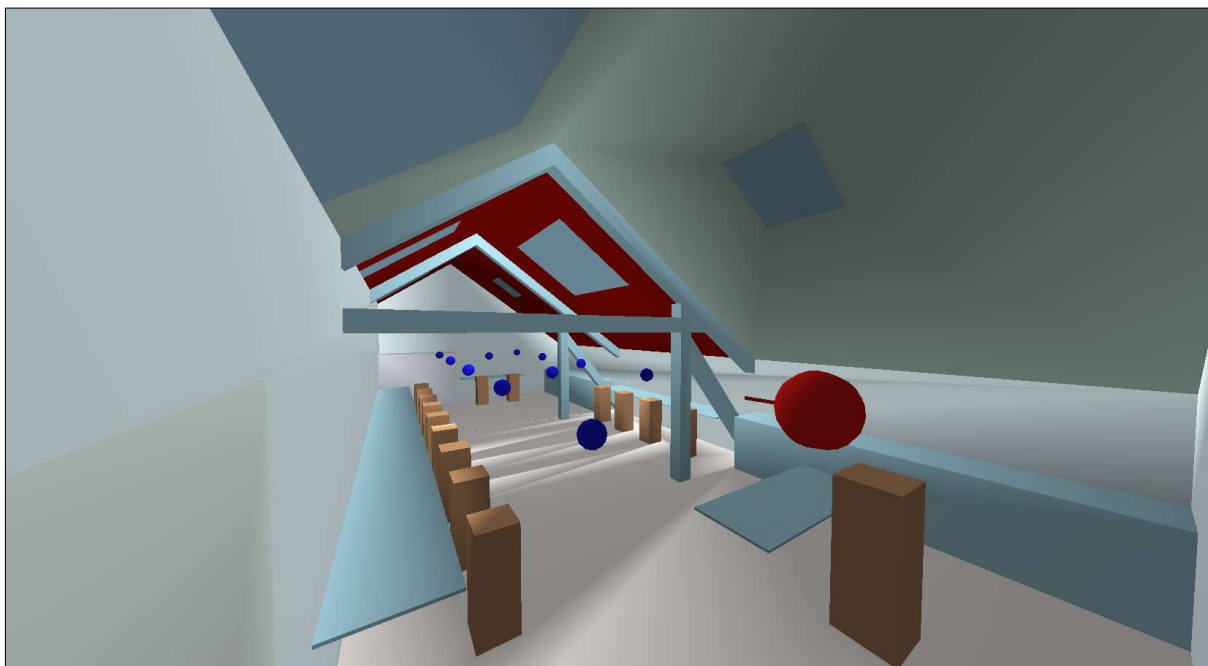


Obrázek 14: Matematický model výpočtu

7.1.5 Počítačová učebna 4.16



Obrázek 15: Matematický model výpočtu



Obrázek 16: Matematický model výpočtu

7.2. Příloha B – výpis použitých materiálů včetně jejich pohltivosti

7.2.1 Učebna roboti 4.10

Material Library for room									
Mat No	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Material description
63	0,110	0,110	0,130	0,050	0,020	0,020	0,030	0,030	SDK DESKA
6000	0,020	0,020	0,020	0,030	0,040	0,040	0,050	0,050	Linoleum or vinyl stuck to concrete (Petersen, 1983)
10006	0,350	0,350	0,250	0,180	0,120	0,070	0,040	0,040	Glass, ordinary window glass (Harris, 1991)
97	0,100	0,100	0,130	0,120	0,050	0,050	0,050	0,020	Kovová stěna, zařízení
10007	0,140	0,140	0,100	0,060	0,080	0,100	0,100	0,100	Solid wooden door (Bobran, 1973)
3	0,150	0,150	0,200	0,300	0,450	0,500	0,550	0,550	ŽACI/UCITELE SEDÍCI U STOLU S VYBAVENIM - NORMA
69	0,250	0,250	0,700	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950	ECOPHON FADE ONE Smooth - tl. 40 mm
4	0,300	0,300	0,250	0,100	0,080	0,050	0,040	0,040	Dřevotřísková deska (literatura)
33	0,200	0,200	0,120	0,070	0,050	0,060	0,130	0,130	SDK DESKA - STROP

Obrázek 17: Výpis použitých materiálů

7.2.2 Učebna 4.13

Material Library for room									
Mat No	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Material description
6000	0,020	0,020	0,020	0,030	0,040	0,040	0,050	0,050	Linoleum or vinyl stuck to concrete (Petersen, 1983)
10006	0,350	0,350	0,250	0,180	0,120	0,070	0,040	0,040	Glass, ordinary window glass (Harris, 1991)
3	0,150	0,150	0,200	0,300	0,450	0,500	0,550	0,550	ŽACI/UCITELE SEDÍCI U STOLU S VYBAVENIM - NORMA
97	0,100	0,100	0,130	0,120	0,050	0,050	0,050	0,020	Kovová stěna, zařízení
63	0,110	0,110	0,130	0,050	0,020	0,020	0,030	0,030	SDK DESKA
69	0,250	0,250	0,700	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950	ECOPHON FADE ONE Smooth - tl. 40 mm
10007	0,140	0,140	0,100	0,060	0,080	0,100	0,100	0,100	Solid wooden door (Bobran, 1973)
33	0,200	0,200	0,120	0,070	0,050	0,060	0,130	0,130	SDK DESKA - STROP
4	0,300	0,300	0,250	0,100	0,080	0,050	0,040	0,040	Dřevotřísková deska (literatura)
93	0,150	0,150	0,100	0,060	0,060	0,050	0,050	0,050	Dřevěný obklad a zařízení

Obrázek 18: Výpis použitých materiálů

7.2.3 Učebna 4.14

Material Library for room									
Mat No	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Material description
63	0,110	0,110	0,130	0,050	0,020	0,020	0,030	0,030	SDK DESKA
6000	0,020	0,020	0,020	0,030	0,040	0,040	0,050	0,050	Linoleum or vinyl stuck to concrete (Petersen, 1983)
10006	0,350	0,350	0,250	0,180	0,120	0,070	0,040	0,040	Glass, ordinary window glass (Harris, 1991)
10007	0,140	0,140	0,100	0,060	0,080	0,100	0,100	0,100	Solid wooden door (Bobran, 1973)
3	0,150	0,150	0,200	0,300	0,450	0,500	0,550	0,550	ŽACI/UCITELE SEDÍCI U STOLU S VYBAVENIM - NORMA
97	0,100	0,100	0,130	0,120	0,050	0,050	0,050	0,020	Kovová stěna, zařízení
4	0,300	0,300	0,250	0,100	0,080	0,050	0,040	0,040	Dřevotřísková deska (literatura)
69	0,250	0,250	0,700	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950	ECOPHON FADE ONE Smooth - tl. 40 mm
33	0,200	0,200	0,120	0,070	0,050	0,060	0,130	0,130	SDK DESKA - STROP

Obrázek 19: Výpis použitých materiálů

7.2.4 Počítačová učebna 4.15

Material Library for room									
Mat No	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Material description
63	0,110	0,110	0,130	0,050	0,020	0,020	0,030	0,030	SDK DESKA
6000	0,020	0,020	0,020	0,030	0,040	0,040	0,050	0,050	Linoleum or vinyl stuck to concrete (Petersen, 1983)
97	0,100	0,100	0,130	0,120	0,050	0,050	0,050	0,020	Kovová stěna, zařízení
10007	0,140	0,140	0,100	0,060	0,080	0,100	0,100	0,100	Solid wooden door (Bobran, 1973)
3	0,150	0,150	0,200	0,300	0,450	0,500	0,550	0,550	ŽACI/UCITELE SEDÍCI U STOLU S VYBAVENIM - NORMA
69	0,250	0,250	0,700	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950	ECOPHON FADE ONE Smooth - tl. 40 mm
4	0,300	0,300	0,250	0,100	0,080	0,050	0,040	0,040	Dřevotřísková deska (literatura)
10006	0,350	0,350	0,250	0,180	0,120	0,070	0,040	0,040	Glass, ordinary window glass (Harris, 1991)
33	0,200	0,200	0,120	0,070	0,050	0,060	0,130	0,130	SDK DESKA - STROP

Obrázek 20: Výpis použitých materiálů

7.2.5 Počítačová učebna 4.16

Material Library for room									
Mat No	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Material description
63	0,110	0,110	0,130	0,050	0,020	0,020	0,030	0,030	SDK DESKA
6000	0,020	0,020	0,020	0,030	0,040	0,040	0,050	0,050	Linoleum or vinyl stuck to concrete (Petersen, 1983)
10006	0,350	0,350	0,250	0,180	0,120	0,070	0,040	0,040	Glass, ordinary window glass (Harris, 1991)
10007	0,140	0,140	0,100	0,060	0,080	0,100	0,100	0,100	Solid wooden door (Bobran, 1973)
97	0,100	0,100	0,130	0,120	0,050	0,050	0,050	0,020	Kovová stěna, zařízení
3	0,150	0,150	0,200	0,300	0,450	0,500	0,550	0,550	ŽACI/UCITELE SEDÍČÍ U STOLU S VYBAVENIM - NORMA
4	0,300	0,300	0,250	0,100	0,080	0,050	0,040	0,040	Dřevotřísková deska (literatura)
69	0,250	0,250	0,700	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950	ECOPHON FADE ONE Smooth - tl. 40 mm
33	0,200	0,200	0,120	0,070	0,050	0,060	0,130	0,130	SDK DESKA - STROP

Obrázek 21: Výpis použitých materiálů