

AKUSTICKÁ STUDIE č. 24010S104

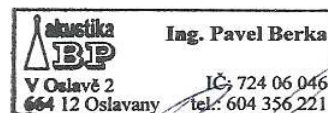
Objednatel: Střední odborná škola Nové Město na Moravě
Bělisko 295
592 31 Nové Město na Moravě
IČO: 670 09 425
Vyřizuje: pan Filip Marek
☎ 777 126 995

Akce: Střední odborná škola Nové Město na Moravě
REKONSTRUKCE KUCHYNĚ BĚLISKO
Bělisko 295, 592 31 Nové Město na Moravě

TEORETICKÉ POSOUZENÍ DOBY DOZVUKU

Zakázka č.: 24010S104
Počet stran: 16
Výtisk č.: 3 – pdf
Počet výtisků: 3

Zpracoval: Ing. Pavel Berka, Ph.D.
Ing. David Svoboda



Soběšice, listopad 2024

Na základě požadavku zástupce objednatele **Střední odborná škola Nové Město na Moravě**, Bělisko 295, 592 31 Nové Město na Moravě, bylo provedeno teoretické posouzení doby dozvuku v rámci akce „**Střední odborná škola Nové Město na Moravě REKONSTRUKCE KUCHYNĚ BĚLISKO** Bělisko 295, 592 31 Nové Město na Moravě.

Rozsah teoretického posouzení byl stanoven na základě jednání a požadavků zástupce objednatele. O získaných poznatcích podávám tuto zprávu, která obsahuje:

1. Seznam použitých podkladů	2
2. Popis a identifikace	3
2.1 Popis celkové situace	3
2.2 Identifikační údaje	4
3. Datum objednávky	4
4. Metoda výpočtu	4
4.1 Použité metody	4
4.2 Použité veličiny	4
4.3 Popis metody výpočtu	5
4.4 Vstupní parametry výpočtu	5
5. Výsledky výpočtu a měření	7
6. Interpretace výsledků	10
6.1 Požadavky	10
6.2 Odborné stanovisko	11
Příloha 1 Schéma umístění pohltivých úprav	15

1. Seznam použitých podkladů

Při zpracování akustické studie byly využity následující podklady objednatele:

- rozsah řešených prostor;
- výkresová dokumentace:
 - půdorysy;
 - řezy;
- ústní informace o navrhovaných kapacitách řešených místností;
- doplňující ústní informace o uvažovaných povrchových úpravách místností.

Dále byly využity následující podklady:

- technická dokumentace ISOVER;
- technická dokumentace RIGIPS;
- technická dokumentace KNAUF;
- technická dokumentace ROCKFON;
- technická dokumentace NOVATOP;
- technická dokumentace ECOPHON.

Použitá literatura:

- [1] Vaverka, J., Havránek, J., Kozel, V., Singl, P. *Akustika staveb*. Souhrn kritériálních požadavků a výpočtových metod v oboru stavební a prostorové akustiky. VUT FA, Brno, 1996. ISBN 80-214-0743-3
- [2] Mouric, K. *Stavební akustika*. Praha, ČVUT, 1974.
- [3] ČSN 73 0532 *Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky*, Praha, 2020.

- [4] Lukašík, L., Polehradský, M., Božek, V., Čupr, K. *Stavební tepelná technika, akustika a denní osvětlení budov*. Akustika a denní osvětlení v pozemním stavitelství. VUT FAST, Brno, 1975.
- [5] Čechura, J. *Stavební fyzika 10*. Akustika stavebních konstrukcí. ČVUT, Praha, 1999. ISBN 80-01-01593-9.
- [6] ČSN EN 12354-1 Stavební akustika. Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků. *Část 1: Vzduchová neprůzvučnost mezi místnostmi*. Praha, 2001.
- [7] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. ze dne 24. srpna 2011 “o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací” ve znění pozdějších předpisů.
- [8] ČSN 73 0527 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely.
- [9] ČSN 73 0525 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné Zásady.
- [10] ČSN EN 12354-6 Stavební akustika – Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků – Část 6: Zvuková pohltivost v uzavřených prostorech.
- [11] ČSN EN 12354-2 Stavební akustika. Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků. *Část 2: Kročejová neprůzvučnost mezi místnostmi*. Praha, 2001.

2. Popis a identifikace

2.1 Popis celkové situace

Předmětem předané projektové dokumentace, v rámci akce „**Střední odborná škola Nové Město na Moravě REKONSTRUKCE KUCHYNĚ BĚLISKO** Bělisko 295, 592 31 Nové Město na Moravě, jsou stavební úpravy objektu střední školy.

Cílem studie je dle požadavku zástupce objednatele provést posouzení doby dozvuku vybraných učeben a jídelny. Učebny č. 101 a 102 obdélníkového tvaru jsou umístěny v 1.NP objektu. Jídlna č. 201 nepravidelného obdélníkového tvaru je umístěna v 2.NP objektu.

Navržené parametry učeben č. 101 a 102:

- povrchy stěn – omítky;
- dveře, okna;
- povrch stropu – akustický kazetový podhled – pohltivý;
- nášlapná vrstva podlahy – PVC;
- vybavení – židle, stoly;
- obsazenost místností – 30 dětí.

Navržené parametry jídelny č. 201:

- povrchy stěn – omítky;
- dveře, okna;
- povrch stropu – akustický kazetový podhled – pohltivý (+ omítka průvlaku);
- nášlapná vrstva podlahy – keramická dlažba;
- vybavení – židle, stoly;
- obsazenost místností – 88 dětí.

2.2 Identifikační údaje

Úloha č. 1 – posouzení doby dozvuku m. č. 101 Učebna dle části PD, autor Filip Marek, v rámci akce „Střední odborná škola Nové Město na Moravě REKONSTRUKCE KUCHYNĚ BĚLISKO Bělisko 295, 592 31 Nové Město na Moravě.
Objem místnosti cca $V = 186,63 \text{ m}^3$.

Úloha č. 2 – posouzení doby dozvuku m. č. 102 Učebna dle části PD, autor Filip Marek, v rámci akce „Střední odborná škola Nové Město na Moravě REKONSTRUKCE KUCHYNĚ BĚLISKO Bělisko 295, 592 31 Nové Město na Moravě.
Objem místnosti cca $V = 200,41 \text{ m}^3$.

Úloha č. 3 – posouzení doby dozvuku m. č. 201 Jídelna dle části PD, autor Filip Marek, v rámci akce „Střední odborná škola Nové Město na Moravě REKONSTRUKCE KUCHYNĚ BĚLISKO Bělisko 295, 592 31 Nové Město na Moravě.
Objem místnosti cca $V = 377,50 \text{ m}^3$.

3. Datum objednávky

Objednávka přijata: 29. 10. 2024.

4. Metoda výpočtu

4.1 Použité metody

Viz seznam použité literatury.

4.2 Použité veličiny

Tabulka č. 1: Veličiny – doba dozvuku

Značka	Fyzikální veličina	Jednotka
T	doba dozvuku	s
T_{30}	doba dozvuku vycházející s poklesu mezi 5 dB a 35 dB	s
T_o	optimální doba dozvuku	
T_{str}	jednočíselná doba dozvuku (střední) vypočítaná zprůměrováním T v oktávových pásmech 500 Hz a 1000 Hz	s
f	kmitočet	Hz
A	celková ekvivalentní plocha pohlcování	m^2
α	činitel zvukové pohltivosti	-
V	objem místnosti	m^3
d_{min}	minimální vzdálenost mikrofonu od zdroje	m
c	rychlost šíření zvuku	m.s^{-1}

4.3 Popis metody výpočtu

Doba dozvuku uzavřeného prostoru o objemu V (m^3) byla vypočítána v souladu s ČSN 73 0525 a ČSN EN 12354-6 v oktávových pásmech 125 Hz až 4000 Hz.

Doba dozvuku uzavřeného prostoru o objemu V (m^3) se vypočítá na základě vzorce

$$T = \frac{55,3}{c_0} \frac{V(1 - \Psi)}{A} \quad (\text{s}) \quad (1)$$

kde A je celková ekvivalentní plocha pohlcování,
 Ψ je poměrný objem objektů,
 c_0 je rychlost zvuku ve vzduchu.

4.4 Vstupní parametry výpočtu

Tabulka č. 2: Parametry místnosti – úloha č. 1, 2, 3

Sledované parametry místností	Označení úlohy		
	Úloha č. 1	Úloha č. 2	Úloha č. 3
Objem místnosti cca	186,63 m ³	200,41 m ³	377,50 m ³
Stěny – omítky	89,85 m ²	93,55 m ²	134,77 m ²
Stěny – dveře (dřevěné)	1,77 m ²	1,77 m ²	5,52 m ²
Stěny – okna (skleněné)	15,12 m ²	15,12 m ²	17,30 m ²
Strop – RIGIPS Gyptone Point 80 400/50	54,41 m ²	58,43 m ²	-
Strop – RIGIPS Gyptone Point 80 200/50	-	-	63,36 m ²
Strop – RIGIPS Base 31 100/75	-	-	51,06 m ²
Strop – omítka (průvlaky)	-	-	3,95 m ²
Podlaha – PVC	54,41 m ²	58,43 m ²	-
Podlaha – keramická dlažba	-	-	121,76 m ²
Další – děti ve třídě s odrazivým vybavením	30 ks	30 ks	88 ks

Úloha č. 1 – posouzení doby dozvuku m. č. 101 Učebna dle části PD, autor Filip Marek, v rámci akce „Střední odborná škola Nové Město na Moravě REKONSTRUKCE KUCHYNĚ BĚLISKO Bělisko 295, 592 31 Nové Město na Moravě.

Objem místnosti cca $V = 186,63 \text{ m}^3$.

Pro úpravu doby dozvuku místnosti byl v rámci PD navržen:

- akustický kazetový podhled RIGIPS Gyptone Point 80, výška svěšení 470 mm s vloženou minerální izolací tl. 50 mm (např. Isover Piano).

Návrh dle PD je bez dalších akustických úprav. Činitele zvukové pohltivosti α běžných povrchových úprav a ekvivalentní pohltivé plochy A_{obj} objektů viz [5], [10].

Úloha č. 2 – posouzení doby dozvuku m. č. 102 Učebna dle části PD, autor Filip Marek, v rámci akce „Střední odborná škola Nové Město na Moravě REKONSTRUKCE KUCHYNĚ BĚLISKO Bělisko 295, 592 31 Nové Město na Moravě.

Objem místnosti cca $V = 200,41 \text{ m}^3$.

Pro úpravu doby dozvuku místnosti byl v rámci PD navržen:

- akustický kazetový podhled RIGIPS Gyptone Point 80, výška svěšení 470 mm s vloženou minerální izolací tl. 50 mm (např. Isover Piano).

Návrh dle PD je bez dalších akustických úprav. Činitele zvukové pohltivosti α běžných povrchových úprav a ekvivalentní pohltivé plochy A_{obj} objektů viz [5], [10].

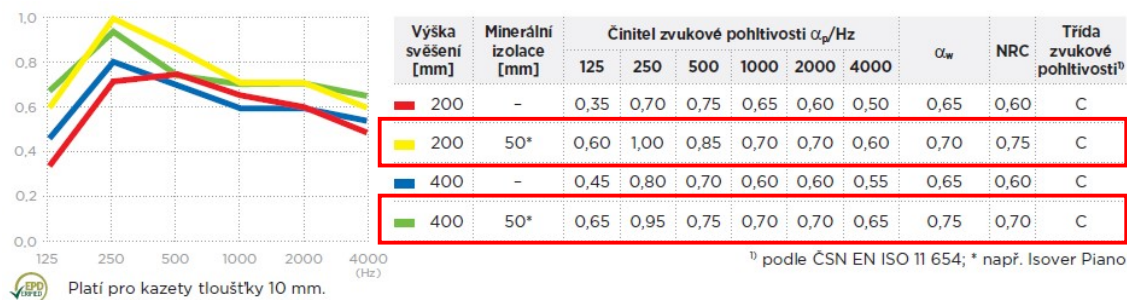
Úloha č. 3 – posouzení doby dozvuku m. č. 201 Jídelna dle části PD, autor Filip Marek, v rámci akce „Střední odborná škola Nové Město na Moravě REKONSTRUKCE KUCHYNĚ BĚLISKO Bělisko 295, 592 31 Nové Město na Moravě.

Objem místnosti cca $V = 377,50 \text{ m}^3$.

Pro úpravu doby dozvuku místnosti byl v rámci PD navržen:

- akustický kazetový podhled RIGIPS Gyptone Point 80, výška svěšení 200 mm s vloženou minerální izolací tl. 50 mm (např. Isover Piano);
- akustický kazetový podhled RIGIPS Base 31, výška svěšení 200 mm s vloženou minerální izolací tl. 75 mm (např. Isover MULTIPLAT 35).

Návrh dle PD je bez dalších akustických úprav. Činitele zvukové pohltivosti α běžných povrchových úprav a ekvivalentní pohltivé plochy A_{obj} objektů viz [5], [10].



Obr. 1 Činitel zvukové pohltivosti α akustického podhledu Gyptone Point 80 – převzato z technické dokumentace RIGIPS



Obr. 2 Činitel zvukové pohltivosti α akustického podhledu Base 31 – převzato z technické dokumentace RIGIPS

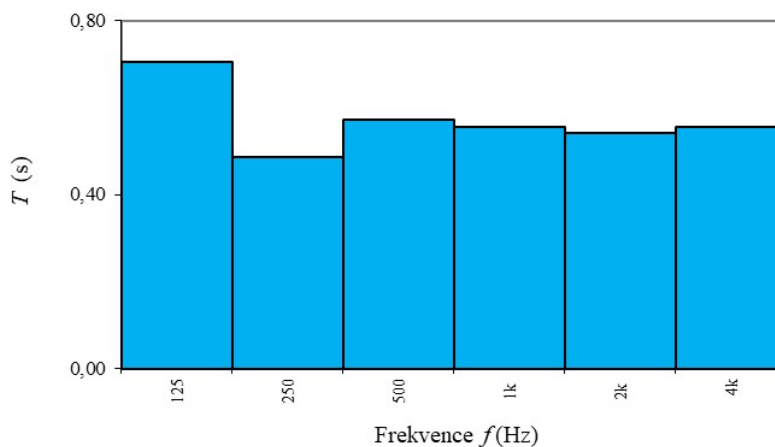
Pozn.: V řešených místnostech jsou navrženy podhledy se svěšením 470 mm (m.č. 101 a 102) a 200 mm (m.č. 201). Vzhledem k absenci hodnot činitele zvukové pohltivosti α (-) pro kombinace výšek s / bez vložené izolace, byly analogicky aplikovány uvedené hodnoty činitele zvukové pohltivosti α (-). Lze proto reálně očekávat obdobné doby dozvuku na jednotlivých frekvencích v těchto místnostech.

5. Výsledky výpočtu a měření

Úloha č. 1 – posouzení doby dozvuku m. č. 101 Učebna dle části PD, autor Filip Marek, v rámci akce „Střední odborná škola Nové Město na Moravě REKONSTRUKCE KUCHYNĚ BĚLISKO Bělisko 295, 592 31 Nové Město na Moravě.
Objem místnosti cca $V = 186,63 \text{ m}^3$.

Tabulka č. 3: Akustické parametry místnosti č. 101 dle předané PD

Místnost před úpravou	101 Učebna
Frekvence	Doba dozvuku
	Úloha č. 1
f	T
Hz	s
125	0,70
250	0,48
500	0,57
1k	0,55
2k	0,54
4k	0,56

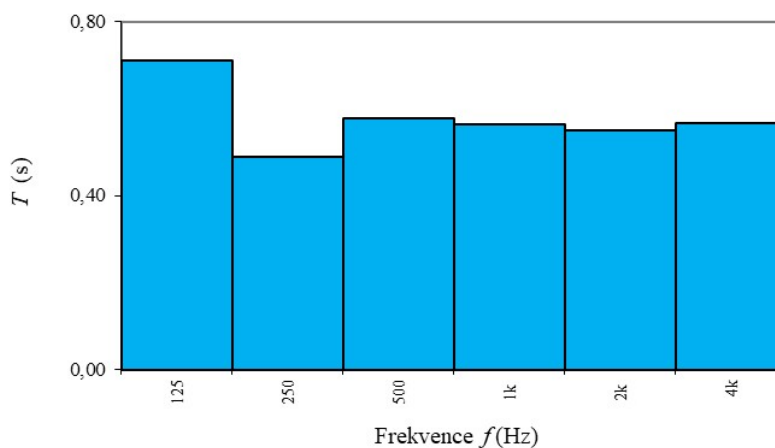


Obr. 3 Spočtená doba dozvuku T (s)

Úloha č. 2 – posouzení doby dozvuku m. č. 102 Učebna dle části PD, autor Filip Marek, v rámci akce „Střední odborná škola Nové Město na Moravě REKONSTRUKCE KUCHYNĚ BĚLISKO Bělisko 295, 592 31 Nové Město na Moravě.
Objem místnosti cca $V = 200,41 \text{ m}^3$.

Tabulka č. 4: Akustické parametry místnosti č. 102 dle předané PD

Místnost před úpravou	102 Učebna
Frekvence	Doba dozvuku
	Úloha č. 2
f	T
Hz	s
125	0,71
250	0,49
500	0,58
1k	0,56
2k	0,55
4k	0,57

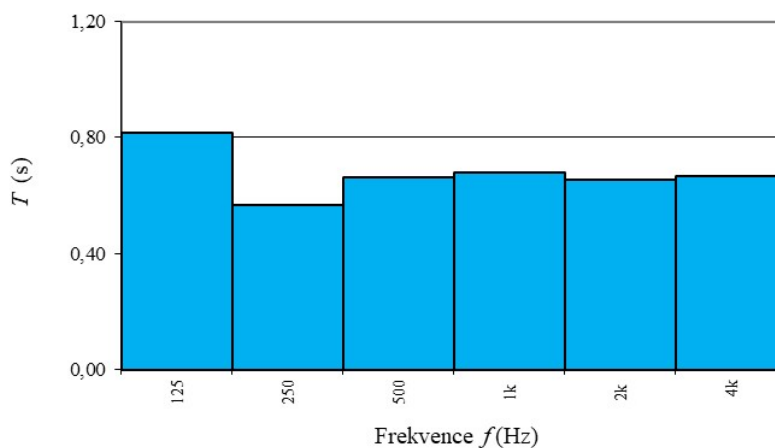


Obr. 4 Spočtená doba dozvuku T (s)

Úloha č. 3 – posouzení doby dozvuku m. č. 201 Jídelna dle části PD, autor Filip Marek, v rámci akce „Střední odborná škola Nové Město na Moravě REKONSTRUKCE KUCHYNĚ BĚLISKO Bělisko 295, 592 31 Nové Město na Moravě.
Objem místnosti cca $V = 377,50 \text{ m}^3$.

Tabulka č. 5: Akustické parametry místnosti č. 201 dle předané PD

Místnost před úpravou	201 Jídelna
Frekvence	Doba dozvuku
	Úloha č. 3
f	T
Hz	s
125	0,82
250	0,57
500	0,66
1k	0,68
2k	0,65
4k	0,67



Obr. 5 Spočtená doba dozvuku T (s)

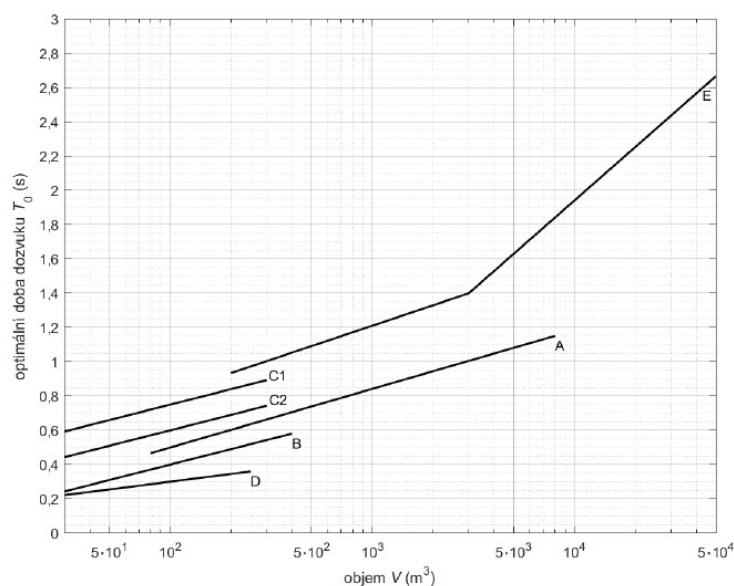
6. Interpretace výsledků

6.1 Požadavky

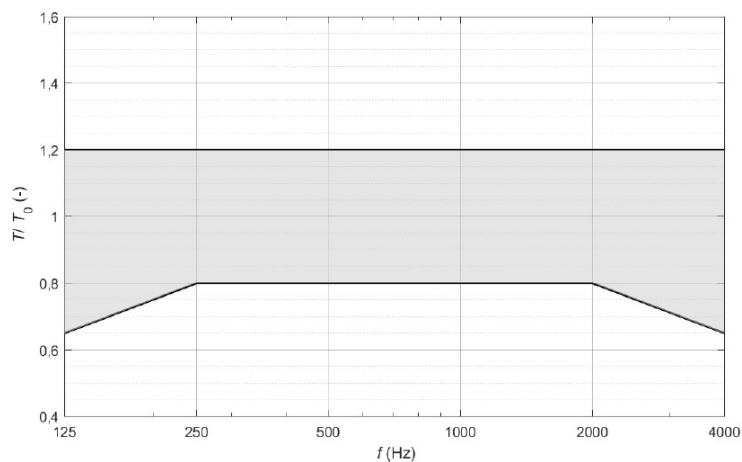
Úloha č. 1 a 2 – ČSN 73 0527/2023 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely.

Tabulka č. 6: Požadavky na školské prostory a prostory pro vzdělání dle ČSN 73 0527/2023 (Tabulka 5)

Prostor	Křivka průběhu pro stanovení optimální doby dozvuku T_o (s) (viz příloha A, obrázek A.2)	Toleranční pásmo (viz příloha A)
Kmenové učebny	A	řeč (obrázek A.5)



Obr. 6 "A.2" – Graf pro stanovení hodnoty optimální doby dozvuku v závislosti na objemu – školské prostory a prostory pro vzdělání



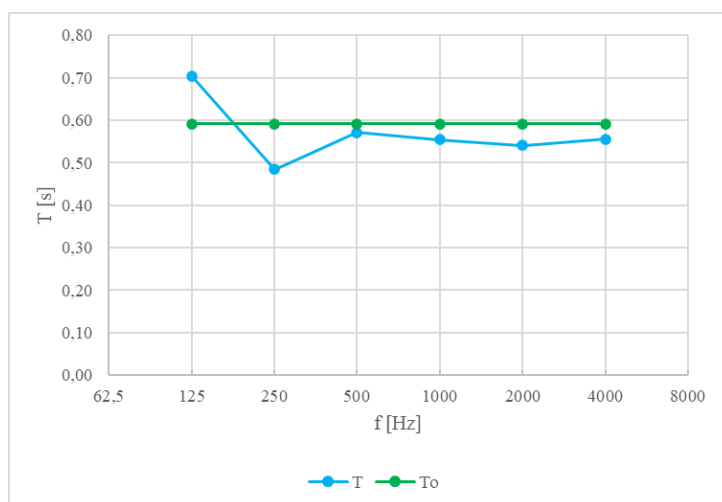
Obr. 7 "A.5" – Přípustné toleranční pásmo poměru dob dozvuku T/T_o obsazeného prostoru určeného k přednesu řeči v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma

6.2 Odborné stanovisko

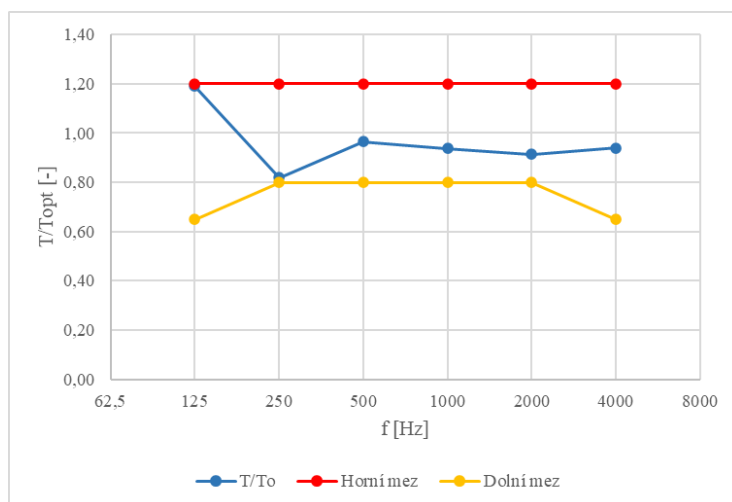
Úloha č. 1 – posouzení doby dozvuku m. č. 101 Učebna dle části PD, autor Filip Marek, v rámci akce „Střední odborná škola Nové Město na Moravě REKONSTRUKCE KUCHYNĚ BĚLIŠKO Bělisko 295, 592 31 Nové Město na Moravě.

Tabulka č. 7: Zhodnocení parametrů – úloha č. 1

Frekvence f (Hz)	Optimální doba dozvuku T_o (s)	Vypočet T/T_o	Přípustné rozmezí T/T_o dle "A.5"	Poznámka
				Úloha č. 1
125	0,59	1,19	0,65 ~ 1,2	VYHOVÍ
250		0,82	0,8 ~ 1,2	VYHOVÍ
500		0,97	0,8 ~ 1,2	VYHOVÍ
1k		0,94	0,8 ~ 1,2	VYHOVÍ
2k		0,91	0,8 ~ 1,2	VYHOVÍ
4k		0,94	0,65 ~ 1,2	VYHOVÍ



Obr. 8 Vypočtená doba dozvuku T a optimální doba dozvuku T_o – úloha č. 1

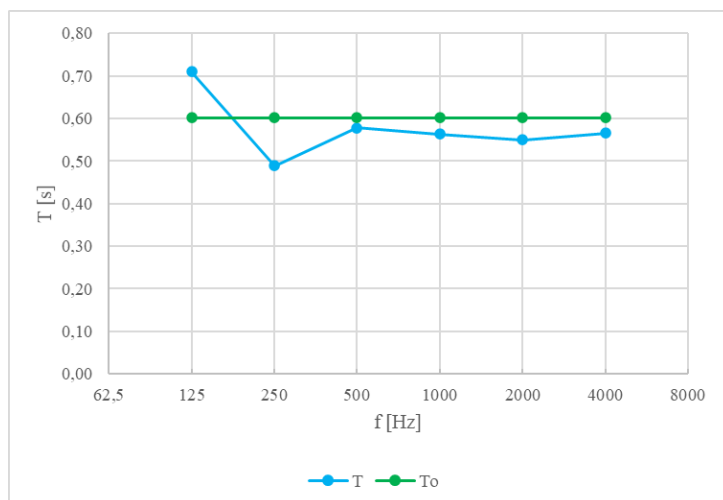


Obr. 9 Poměr doby dozvuku T/T_o a jeho přípustné meze – úloha č. 1

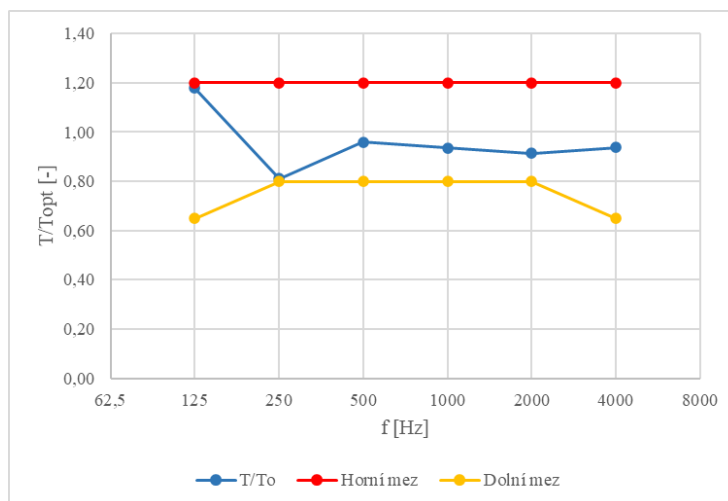
Úloha č. 2 – posouzení doby dozvuku m. č. 102 Učebna dle části PD, autor Filip Marek,
v rámci akce „**Střední odborná škola Nové Město na Moravě REKONSTRUKCE KUCHYNĚ BĚLIŠKO** Bělisko 295, 592 31 Nové Město na Moravě.

Tabulka č. 8: Zhodnocení parametrů – úloha č. 2

Frekvence f (Hz)	Optimální doba dozvuku T_o (s)	Vypočet T/T_o	Přípustné rozmezí T/T_o dle „A.5“	Poznámka
				Úloha č. 2
125	0,60	1,18	0,65 ~ 1,2	VYHOVÍ
250		0,81	0,8 ~ 1,2	VYHOVÍ
500		0,96	0,8 ~ 1,2	VYHOVÍ
1k		0,94	0,8 ~ 1,2	VYHOVÍ
2k		0,91	0,8 ~ 1,2	VYHOVÍ
4k		0,94	0,65 ~ 1,2	VYHOVÍ



Obr. 10 Vypočtená doba dozvuku T a optimální doba dozvuku T_o – úloha č. 2

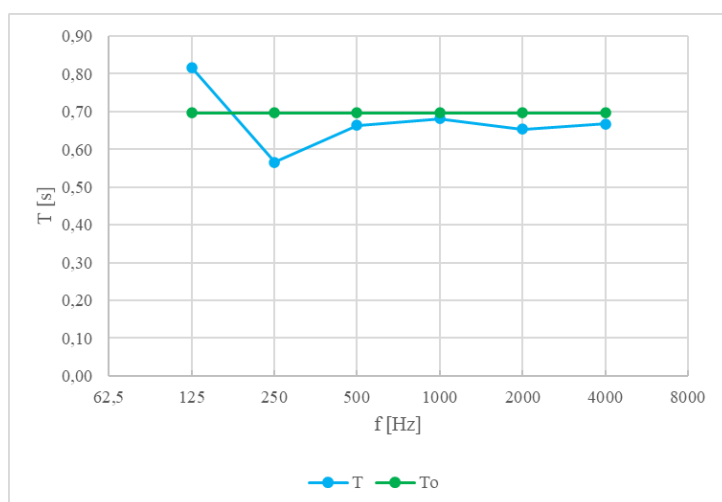


Obr. 11 Poměr doby dozvuku T/T_o a jeho přípustné meze – úloha č. 2

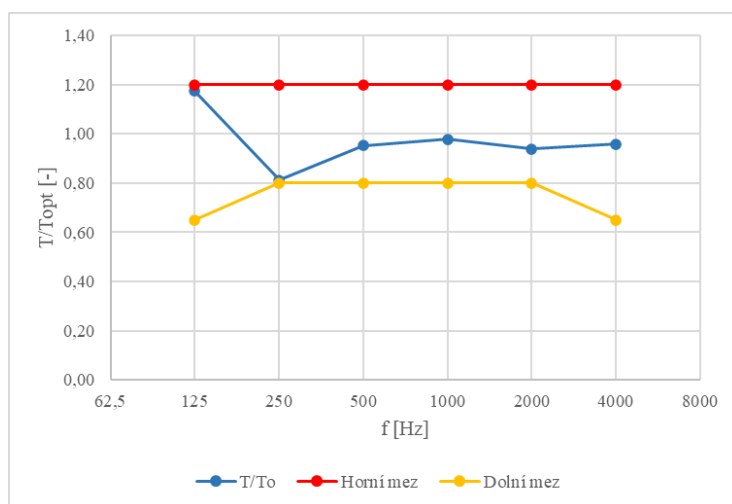
Úloha č. 3 – posouzení doby dozvuku m. č. 201 Jídelna dle části PD, autor Filip Marek, v rámci akce „Střední odborná škola Nové Město na Moravě REKONSTRUKCE KUCHYNĚ BĚLISKO Bělisko 295, 592 31 Nové Město na Moravě.

Tabulka č. 9: Zhodnocení parametrů – úloha č. 3

Frekvence f (Hz)	Optimální doba dozvuku T_o (s) ¹⁾	Vypočet T/T_o	Přípustné rozsahy T/T_o dle "A.5" ¹⁾	Poznámka
				Úloha č. 3
125	0,70	1,17	0,65 ~ 1,2	VYHOVÍ
250		0,81	0,8 ~ 1,2	VYHOVÍ
500		0,95	0,8 ~ 1,2	VYHOVÍ
1k		0,98	0,8 ~ 1,2	VYHOVÍ
2k		0,94	0,8 ~ 1,2	VYHOVÍ
4k		0,96	0,65 ~ 1,2	VYHOVÍ



Obr. 12 Vypočtená doba dozvuku T a optimální doba dozvuku T_o – úloha č. 3



Obr. 13 Poměr doby dozvuku T/T_o a jeho přípustné meze – úloha č. 3

Pozn. ¹⁾ Norma ČSN 73 0527/2023 nestanovuje požadavky na dobu dozvuku v prostorech jídelny školy. Z toho důvodu byly na jídelnu vztaheny obdobné požadavky jako na kmenovou učebnu.

Na základě vyhodnocení výsledků výpočtů úlohy č. 1 až 3, bylo zjištěno, že návrh zpracovaný v rámci PD, vzhledem k charakteru provozu posuzovaného prostoru, **vyhovuje požadavku z hlediska ČSN 73 0527/2023 z hlediska sledovaného frekvenčního rozsahu.**

ČSN 73 0527 uvádí postup v rámci řešení akustiky v kap. 4 Měření doby dozvuku podle ČSN ISO 3382, případně impulsová měření, zpracovaná podle přílohy C v ČSN 73 0525, ve stavebně dokončeném prostoru před zahájením realizace akustických úprav a v jejím průběhu po etapách předepsaných projektem. Po každém měření se jeho výsledky porovnají s vypočítanými hodnotami a při zjištění významných rozdílů se uskuteční nový výpočet doby dozvuku, podle něhož se buď upraví plošný rozsah navrhovaného akustického obkladu, nebo se zvolí vhodnější typ obkladu.

Pozn.: Navržená plocha úpravy by neměla být snížena instalací osvětlovacích prvků apod.

Dle ČSN 73 0527 a na základě výsledků měření v již realizovaných stavbách z hlediska ověření optimální plochy materiálu pro akustické úpravy doporučujeme ve sledovaných prostorech provést realizaci finálních úprav etapovitě:

- realizovat plochy ohraničující řešený vnitřní prostor (stěny, podlaha, strop);
- provést měření doby dozvuku ověřující přesnost výpočtu;
- upřesnit plochu dodatečné úpravy – akustického podhledu;
- realizovat akustický podhled;
- provést měření doby dozvuku ověřující přesnost výpočtu;
- provést finální měření doby dozvuku vybaveného prostoru v obsazeném a neobsazeném stavu.

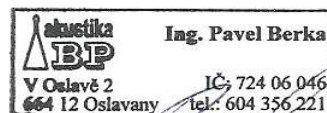
Předběžné posouzení se týká pouze posuzovaných míst a zdrojů za dané situace na daném místě a nemůže být vztahováno k jinému prostředí či situaci.

Tento protokol může být rozšiřován pouze v celkovém počtu stran.

Celkový počet stran: 16

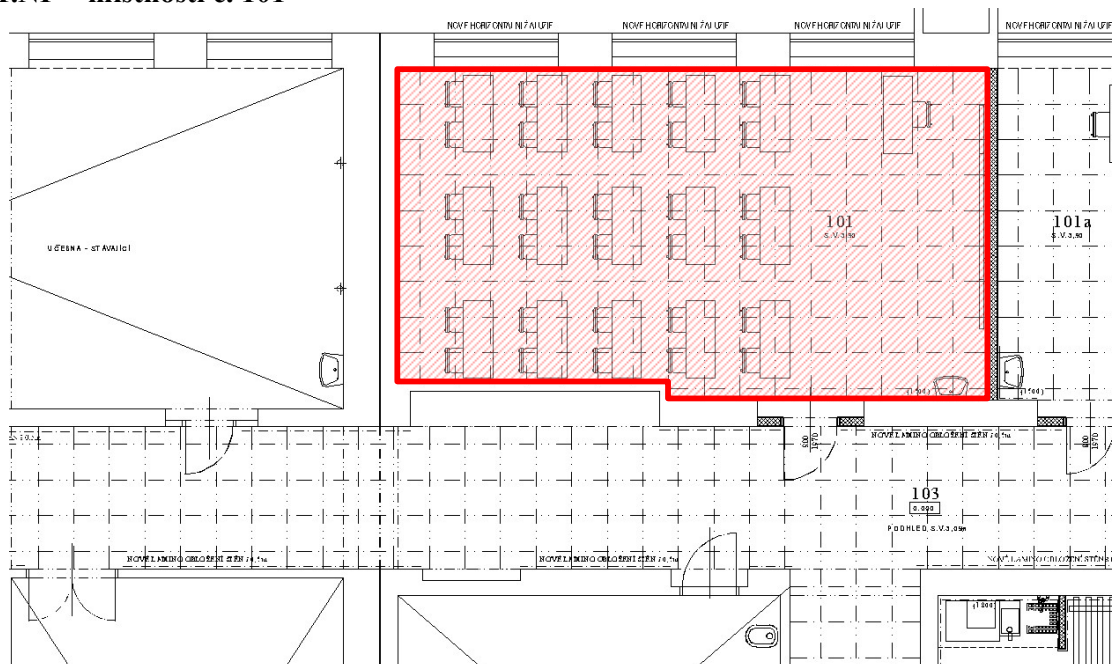
V Soběšicích 18. 11. 2024

Ing. Pavel Berka, Ph.D.

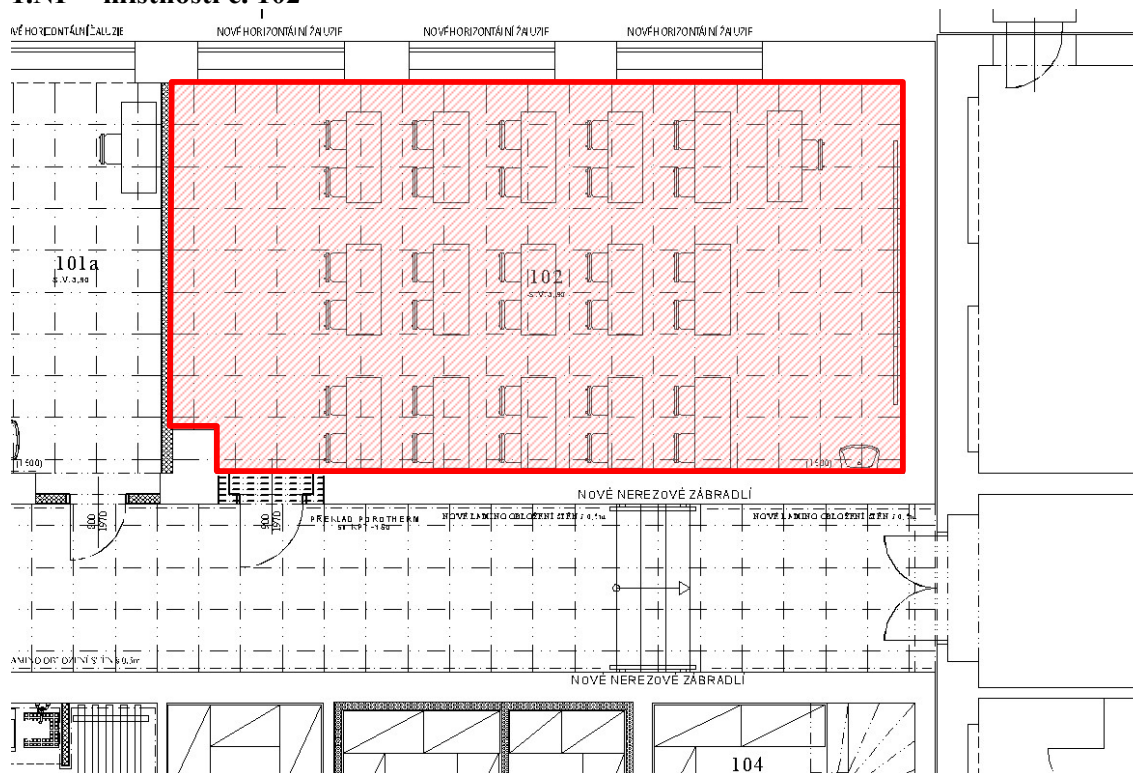


Příloha 1 Schéma umístění pohltivých úprav

1.NP – místnosti č. 101



1.NP – místnosti č. 102

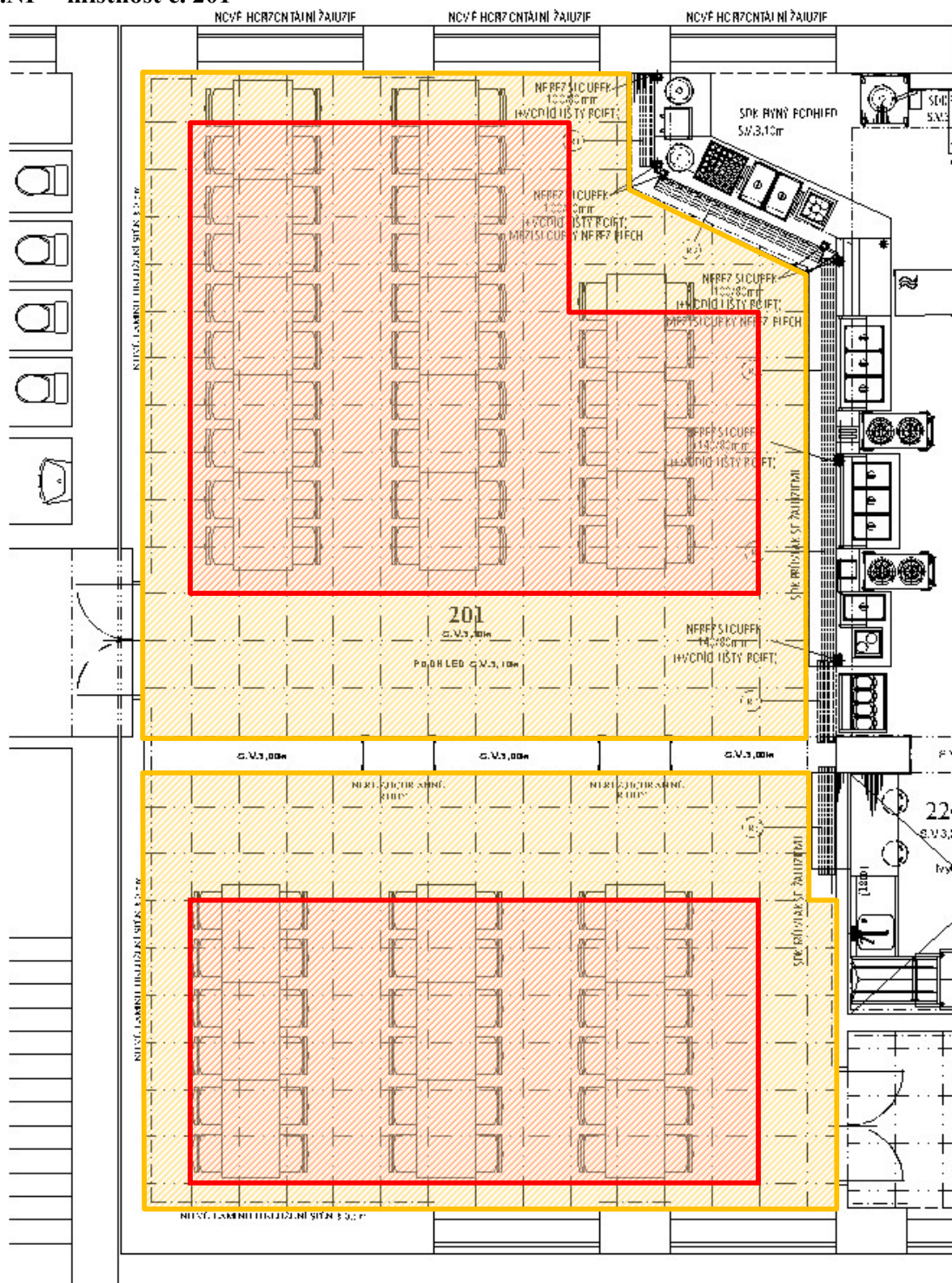


Legenda značení:



Akustický kazetový podhled RIGIPS Gyptone Point 80, výška svěšlení 470 mm s vloženou minerální izolací tl. 50 mm (např. Isover Piano)

2.NP – místnost č. 201



Legenda značení:

- Akustický kazetový podhled RIGIPS Gyptone Point 80, výška svěšení 200 mm s vloženou minerální izolací tl. 50 mm (např. Isover Piano)
- Akustický kazetový podhled RIGIPS Base, výška svěšení 200 mm s vloženou minerální izolací tl. 75 mm (např. Isover MULTIPLAT 35)