

Akustická studie

AVT GROUP 

KONZULTACE

PROJEKTY

REALIZACE

Akce:

PŘESTAVBA PAVILÓNU ČECHTICKÁ PRO ŠKOLSKÉ POTŘEBY

Studie prostorové akustiky

Posouzení hluku ze stavební činnosti

Objednatel:

Quality Group s.r.o.

Příkop 843/4

602 00 Brno

IČO: 08879737

Číslo zakázky:

2300195

Datum:

02/2023

Vypracoval:

Ing. Miroslav Dostál

M +420 774 717 244

E md@avtg.cz



Schválil:

Ing. Jiří Toul

M +420 602 882 222

E jt@avtg.cz



AVT Group a.s.
V Lomech 2376 / 10a
149 00 Praha 4 - Chodov
IČ: 01691988 DIČ: CZ01691988
E-mail: info@avtg.cz



Obsah

| | | |
|------|--|----|
| 1 | Úvod | 3 |
| 2 | Legislativa a použité podklady | 3 |
| 3 | Seznam použitých zkratk a symbolů | 4 |
| 4 | Vstupní požadavky na dobu dozvuku | 4 |
| 5 | Návrh akustických úprav..... | 6 |
| 5.1. | Učebna ozn. 1.07..... | 6 |
| 5.2. | Učebna ozn. 1.13..... | 8 |
| 6 | Specifikace navržených akustických materiálů | 10 |
| 7 | Zhodnocení stavební činnosti | 11 |
| 7.1. | Chráněný venkovní prostor staveb..... | 11 |
| 7.2. | Hygienické limity pro CHVePS a CHVeP..... | 11 |
| 7.3. | Popis a zhodnocení situace..... | 12 |
| 8 | Závěr | 13 |

1 Úvod

Tato zpráva, obsahující návrh řešení prostorové akustiky pobytových místností žáků ZŠ Čechtická 758/6 v Praze, byla vypracována na základě objednávky paní Ing. Jany Řežábkové z projekční kanceláře Quality Group s.r.o., ze dne 21. února 2023. Zakázka je u zpracovatele vedena pod číslem 2300195.

Práce slouží pro vydání stanoviska k projektové dokumentaci pro stavební řízení dle požadavků místně příslušné Krajské hygienické stanice ze dne 10.2.2023, Sp. zn.: S-HSHMP 02528/2023. Pro posouzení je použito příslušných norem ČSN a odborná literatura.

Úkolem této studie byl návrh a posouzení akustických úprav ve vnitřním prostoru učeben směřující k dosažení optimálních akustických podmínek. Na základě výpočtů kmitočtových závislostí dob dozvuku jsou specifikovány potřebné plochy a parametry akustických obkladů.

Součástí práce je zhodnocení hlukových emisí ze stavební činnosti rekonstrukce objektu vzhledem k nejbližšímu chráněnému venkovnímu prostoru okolních staveb. Posouzení je provedeno dle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. v platném znění.

2 Legislativa a použité podklady

- [1] Zákon 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů ze dne 14. července 2000 ve znění pozdějších předpisů.
- [2] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění pozdějších předpisů.
- [3] Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v mimopracovním prostředí; Věstník MZ ČR. Ročník 2017; Částka 11; vydáno 18. října 2017.
- [4] ČSN EN ISO 3382-1: Akustika. Měření parametrů prostorové akustiky. Část 1: Prostory pro přednes hudby a řeči. Úřad pro technickou normalizaci; prosinec 2009.
- [5] ČSN EN ISO 3382-2: Akustika. Měření parametrů prostorové akustiky. Část 2: Doba dozvuku v běžných prostorech. Úřad pro technickou normalizaci; únor 2009.
- [6] ČSN 73 0525: Akustika. Projektování v oboru prostorové akustiky. Všeobecné zásady. Český normalizační institut; únor 1998.
- [7] ČSN 73 0527: Akustika. Projektování v oboru prostorové akustiky. Prostory pro kulturní účely. Prostory ve školách. Prostory pro veřejné účely. Český normalizační institut; březen 2005.
- [8] ČSN EN ISO 11654: Akustika. Absorbéry zvuku používané v budovách. Hodnocení zvukové pohltivosti. Český normalizační institut; prosinec 1998.
- [9] VAVERKA, Jiří. Stavební fyzika. Vyd. 1. Brno: VUTIUM, 1998, 343 s. ISBN 80-214-1283-6.
- [10] Výstavba školských zařízení – Akustické řešení školních staveb; Ministerstvo školství ČSR; duben 1972.
- [11] Část projektové dokumentace: „PŘESTAVBA PAVILÓNU ČECHTICKÁ PRO ŠKOLSKÉ POTŘEBY“; generální projektant: Quality Group s.r.o.; leden 2023.
- [12] mapy.cz; maps.google.cz; nahliznidokn.cuzk.cz; rigips.cz.

3 Seznam použitých zkratk a symbolů

| | | | |
|----------------|----------------------|---|---|
| f | (Hz) | - | frekvence |
| T | (s) | - | doba dozvuku |
| T_0 | (s) | - | optimální doba dozvuku |
| T_{20} | (s) | - | doba dozvuku určená z poklesu v rozmezí 5 dB až 25 dB |
| T_{30} | (s) | - | doba dozvuku určená z poklesu v rozmezí 5 dB až 35 dB |
| T_N | (s) | - | doba dozvuku neupraveného prostoru |
| T_U | (s) | - | doba dozvuku upraveného prostoru |
| h | (m) | - | výška místnosti |
| V | (m ³) | - | objem místnosti |
| c | (m.s ⁻¹) | - | rychlost šíření zvuku ve vzduchu |
| α | (-) | - | činitel zvukové pohltivosti |
| MV | (-) | - | minerální vata |
| L_{Aeq} | (dB) | - | ekvivalentní hladina akustického tlaku vážená filtrem A |
| CHVePS, CHVnPS | | - | chráněný venkovní prostor staveb, chráněný vnitřní prostor staveb |
| BD, RD | | - | bytový dům, rodinný dům |
| NV, HL, KHS | | - | Nařízení vlády, hygienický limit, Krajská hygienická stanice |

4 Vstupní požadavky na dobu dozvuku

Normy ČSN 73 0527 a ČSN 73 0525 uvádí zásady pro projektování a realizaci uzavřených prostorů pro kulturní účely, prostorů ve školách a prostorů pro veřejné účely. Platí pro nově zřizované, rekonstruované nebo adaptované prostory, v nichž kvalita poslechových podmínek či akustická pohoda hraje významnou roli. Rozhodujícím krokem pro vytvoření příznivých akustických poměrů v uzavřeném prostoru je dosažení optimální doby dozvuku, odpovídající danému účelu prostoru.

Pro uzavřené prostory pro kulturní účely, prostory ve školách a prostory pro veřejné účely stanovují normy pro daný objem místnosti V (m³) a s ohledem na využití místnosti optimální dobu dozvuku T_0 (s) a přípustné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma. Důležité je, aby byla doba dozvuku ve frekvenčním spektru vyrovnaná.

V normě jsou uvedeny hodnoty optimální doby dozvuku pro místnosti o objemu nad 100 m³. Pro místnosti menší je možné hodnoty T_0 odečíst z grafu dle příslušné křivky.

Akustické úpravy je možno rozdělit na:

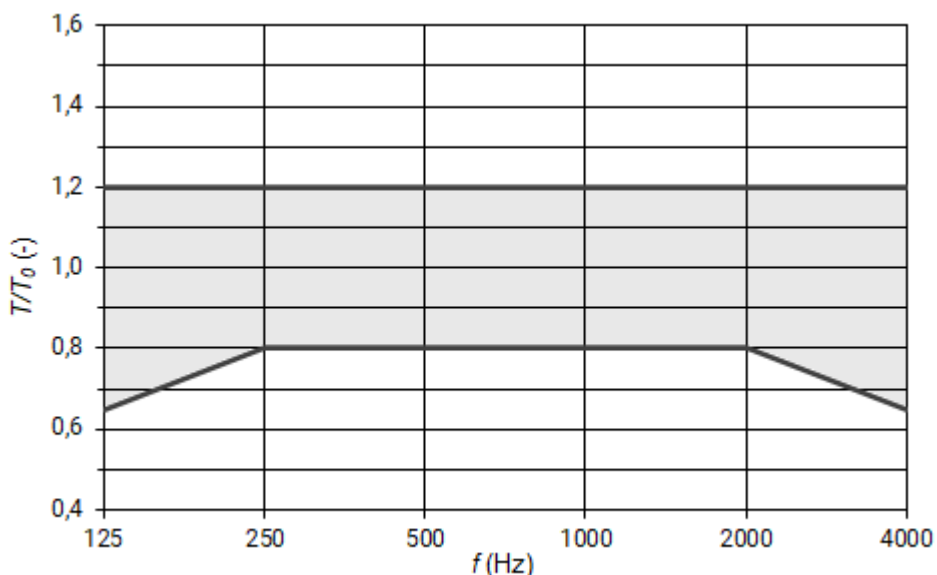
- úpravy pro snížení hlučnosti prostředí – patří sem všechny školní prostory, kde hluk vzniká vlastní činností, jako jsou školní jídelny, tělocvičny, školní dílny, herny družin apod. Maximální hladina hluku sice není předepsána, ale je jí třeba pro její vysokou hodnotu snížit.
- úpravy pro zlepšení srozumitelnosti řeči nebo vytvoření podmínek dobrého poslechu hudby – sem patří učebny ve školách všech typů, posluchárny a přednáškové sály. Jedná se o akusticky funkční místnosti, kde je nutno docílit optimální podmínky pro poslech řeči či hudby zajištěním optimální doby dozvuku.

Doba dozvuku T učebny se podle ČSN 73 0527 hodnotí pro oktařová pásma se středními kmitočty od 125 Hz do 4000 Hz. Účelem akustických úprav učeben je upravit dobu dozvuku T tak, aby závislost hodnot T/T_0 na středních kmitočtech oktařových pásem vyhovovala přípustnému rozmezí těchto hodnot. Odpovídající rozmezí T/T_0 je uvedeno v Grafu 4.1.

Vzhledem k tomu, že z pěti učeben jsou čtyři rozměrově totožné (m. č. 1.05; 1.07; 2.06 a 2.07), byla vytipována jedna typová (m. č. 1.07), pro kterou byly navrženy akustické úpravy, po jejichž realizaci dojde ke snížení doby dozvuku do požadovaných mezí. Dále byla řešena učebna m. č. 1.13. Předepsaná doba dozvuku pro učebny a posluchárny do 250 m³ je $T_0 = 0,7$ s. Učebny hodnotíme v obsazeném stavu.

Dle Tabulky 2 – Požadavky na prostory ve školách v ČSN 73 0527 stanovujeme požadavky na tyto místnosti:

| | | | | |
|-------------------|--------------------------|---|---------------------------------|-----------------|
| m. č. 1.07 | 173 m³ | → | $T_0 = 0,7$ s | (učebna) |
| m. č. 1.13 | 83 m³ | → | $T_0 = 0,7$ s | (učebna) |



Graf 4.1: Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 určeného k přednesu řeči v závislosti na středním kmitočtu oktařového pásma dle [7]

5 Návrh akustických úprav

Pro optimální poslechové podmínky navrhujeme následující akustické úpravy podložené akustickými výpočty dle Eyringa.

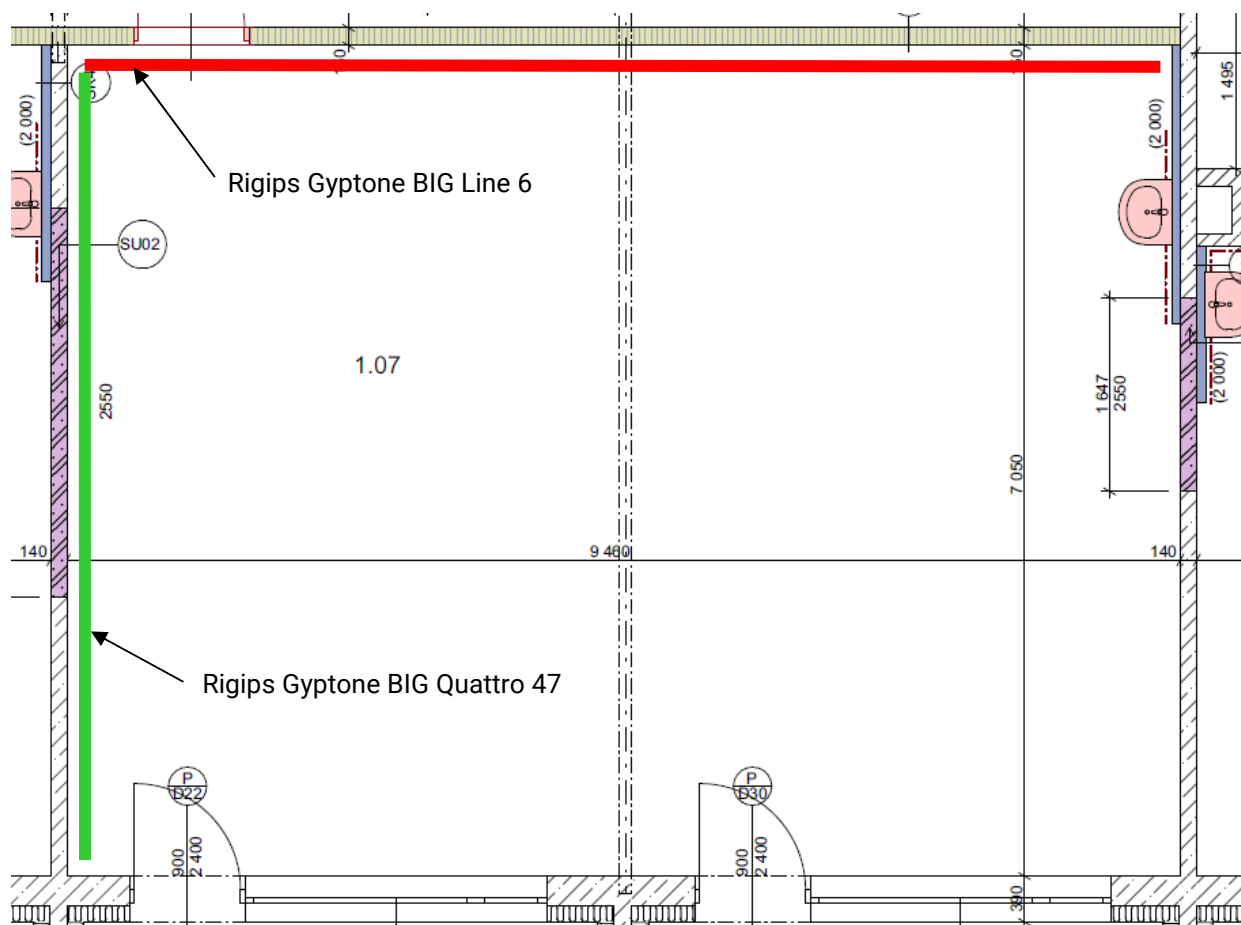
5.1. Učebna ozn. 1.07

Posuzovaná místnost má obdélníkový půdorys o rozměrech cca 9,5 m x 7,1 m a světlou výškou 2,6 m. Strop i stěny jsou omítnuté, na podlaze je uvažováno PVC. Jedna stěna je z větší části prosklená. Všechny povrchy v místnosti jsou v neupraveném stavu velmi odrazivé.

Celá boční stěna s plochou cca 24,6 m² bude obložena akustickým obkladem z perforovaného sádrokartonu s odsazením tl. 400 mm. Vzduchová mezera bude zatlumena minerální vatou tloušťky 100 mm. Ve výpočtech uvažujeme Rigips Gyptone BIG Line 6 a minerální vatou Isover Rio.

Celá zadní stěna s plochou cca 18,3 m² bude obložena akustickým obkladem z perforovaného sádrokartonu s odsazením tl. 100 mm. Vzduchová mezera bude zatlumena minerální vatou tloušťky 75 mm. Ve výpočtech uvažujeme Rigips Gyptone BIG Quattro 47 a minerální vatou Isover Domo.

Lze aplikovat i jiné než navržené rozmístění akustických obkladů. Při dodržení předepsaných ploch však vždy platí zásada, že by proti sobě neměly být dvě odrazivé plochy.

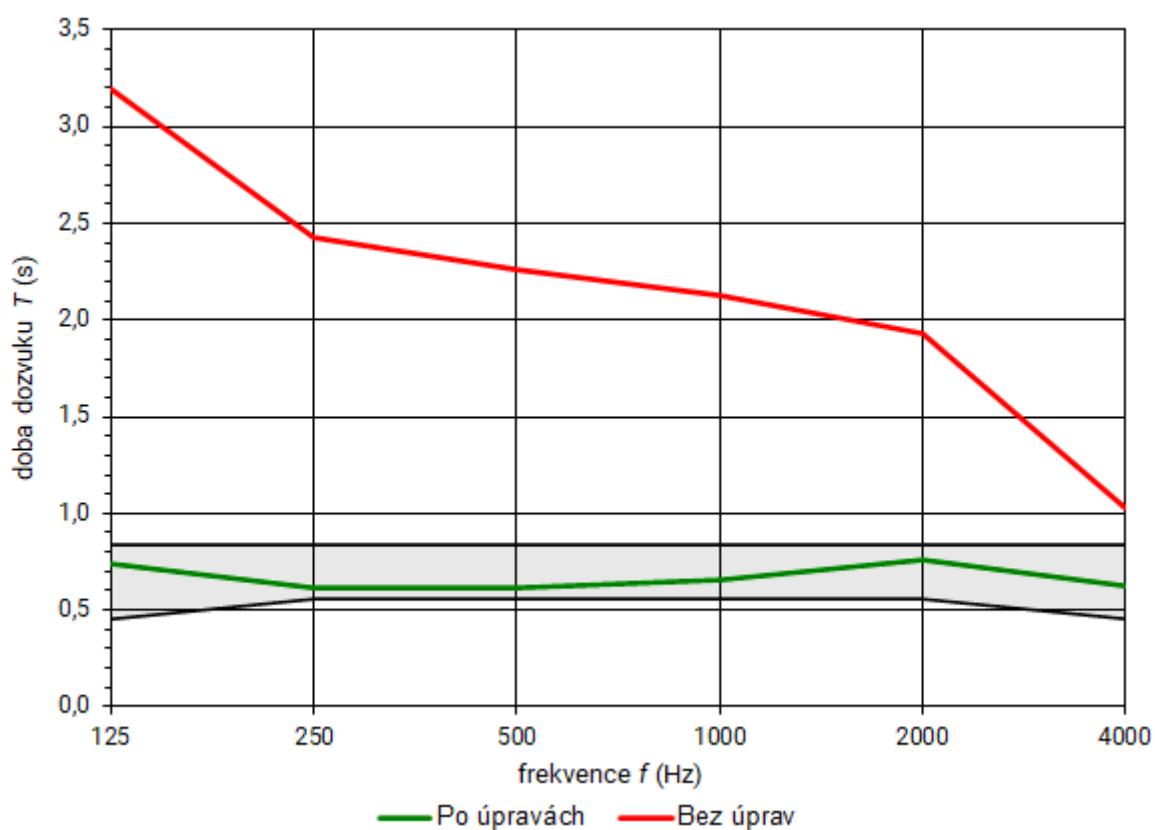


Obr. 5.1: Půdorys typové učebny – m. č. 1.07 se schematickým zakreslením umístění akustických obkladů

V následující tabulce a grafu předkládáme srovnání doby dozvuku akusticky neupraveného a upraveného stavu místnosti č. 1.07.

Tab. 5.1: Srovnání doby dozvuku učebny před a po navržených akustických úpravách

| Místnost č. 1.07 | $V = 173 \text{ m}^3$ $T_0 = 0,7 \text{ s}$ | Doba dozvuku T (s) | | | | | |
|-------------------------|--|----------------------|------|------|------|------|------|
| | | f (Hz) | | | | | |
| | | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| Bez úprav | T_N | 3,19 | 2,43 | 2,26 | 2,12 | 1,94 | 1,03 |
| Po akustických úpravách | T_U | 0,74 | 0,62 | 0,62 | 0,66 | 0,76 | 0,63 |



Graf 5.1: Grafické znázornění doby dozvuku typové učebny bez akustických úprav a po úpravách vzhledem k tolerančnímu pásmu

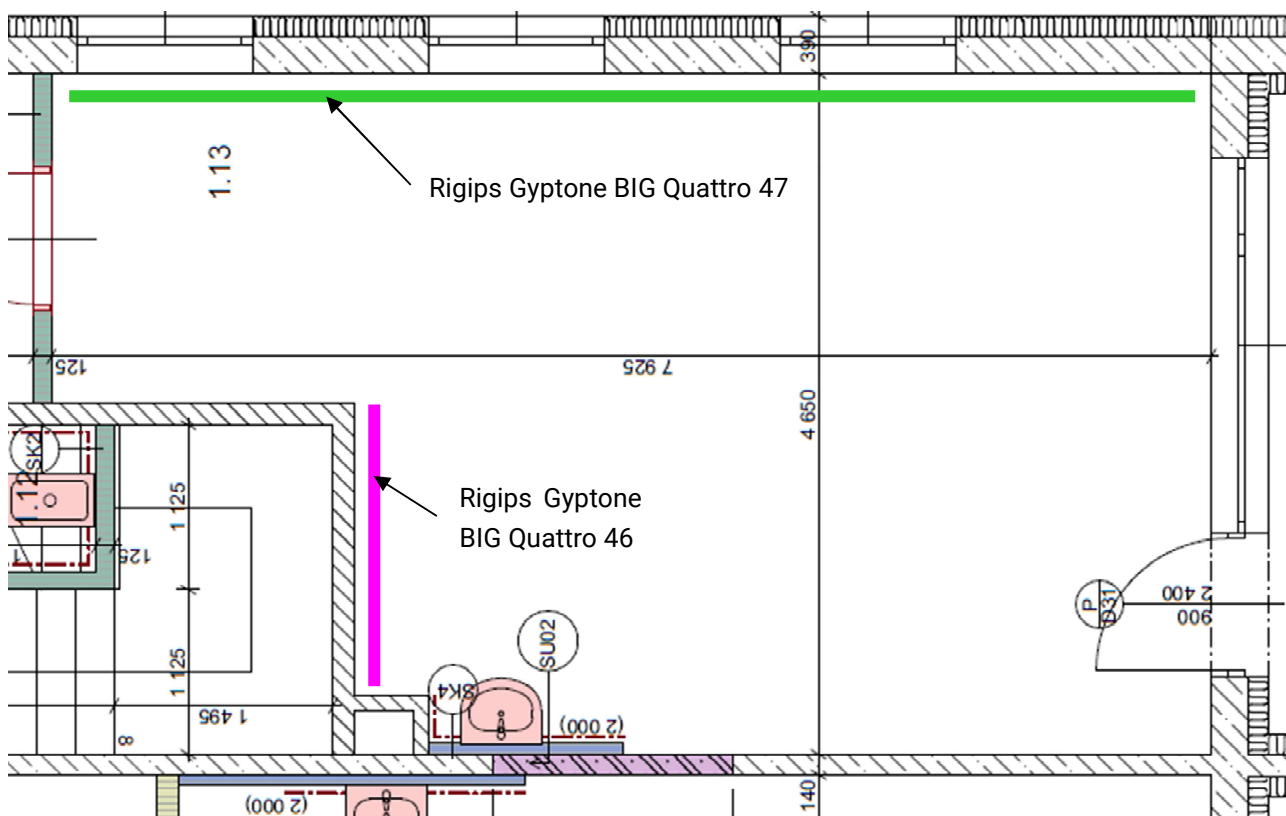
5.2. Učebna ozn. 1.13

Posuzovaná místnost má obdélníkový půdorys o rozměrech cca 5,9 m x 4,7 m a zúženým vstupem 2,3 m x 2,1 m. Světlá výška místnosti je 2,6 m. Strop i stěny jsou omítnuté, na podlaze je uvažováno PVC. Jedna stěna je z větší části prosklená, v boční stěně jsou 3 okna. Všechny povrchy v místnosti jsou v neupraveném stavu velmi odrazivé.

Celá boční stěna s plochou cca 15,2 m² (po odečtení oken) bude obložena akustickým obkladem z perforovaného sádkartonu s odsazením tl. 100 mm. Vzduchová mezera bude zatlumena minerální vatou tloušťky 75 mm. Ve výpočtech uvažujeme Rigips Gyptone BIG Quattro 47 a minerální vatou Isover Domo.

Zadní stěna s plochou cca 6,2 m² bude obložena akustickým obkladem z perforovaného sádkartonu s odsazením tl. 400 mm. Vzduchová mezera bude nezatlumená. Ve výpočtech uvažujeme Rigips Gyptone BIG Quattro 46.

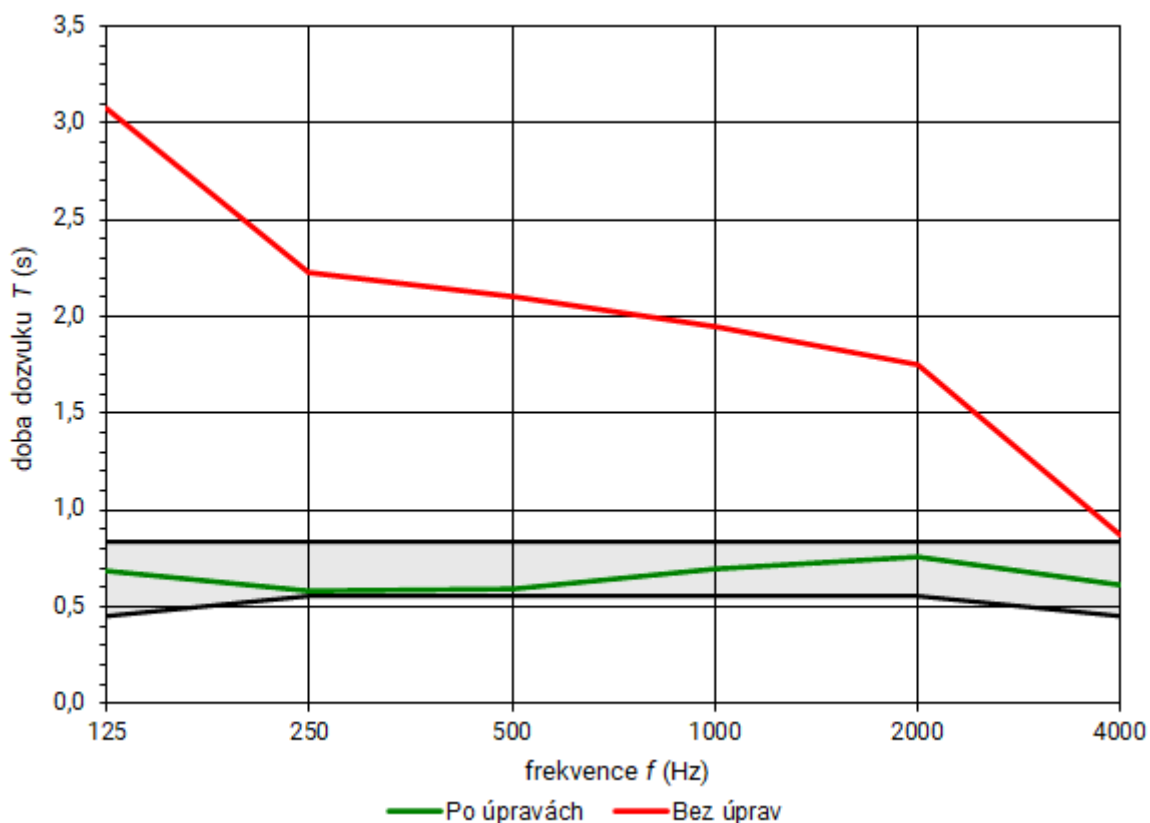
Lze aplikovat i jiné než navržené rozmístění akustických obkladů. Při dodržení předepsaných ploch však vždy platí zásada, že by proti sobě neměly být dvě odrazivé plochy.



Obr. 5.2: Půdorys učebny – m. č. 1.13 se schematickým zakreslením umístění akustických obkladů

Tab. 5.2: Srovnání doby dozvuku učebny před a po navržených akustických úpravách

| Místnost č. 1.13 | $V = 83 \text{ m}^3$ $T_0 = 0,7 \text{ s}$ | Doba dozvuku T (s) | | | | | |
|-------------------------|---|----------------------|------|------|------|------|------|
| | | f (Hz) | | | | | |
| | | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| Bez úprav | T_N | 3,08 | 2,23 | 2,11 | 1,94 | 1,75 | 0,87 |
| Po akustických úpravách | T_U | 0,66 | 0,59 | 0,60 | 0,68 | 0,72 | 0,59 |



Obr. 5.2: Grafické znázornění doby dozvuku učebny bez akustických úprav a po úpravách vzhledem k tolerančnímu pásmu

6 Specifikace navržených akustických materiálů

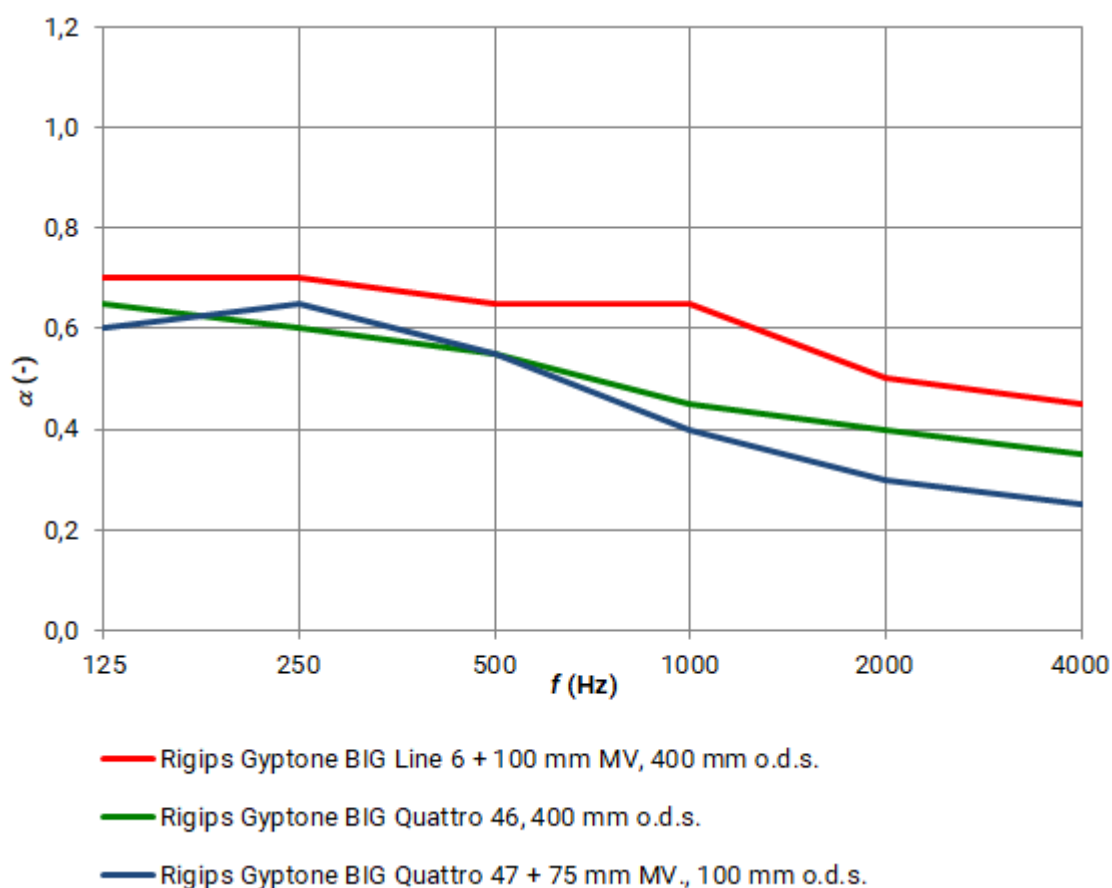
V následující tabulce a grafu přikládáme pohltivosti materiálů použitých ve výpočtech. Při realizaci lze použít obdobné materiály, je však nutné dodržet jejich předepsané činitele zvukové pohltivosti.

Tab. 6.1: Činitele zvukové pohltivosti α (-) navržených materiálů

| Činitele zvukové pohltivosti α (-) | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|
| frekvence f (Hz) | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| Rigips Gyptone BIG Line 6 + 100 mm MV, 400 mm o.d.s. | 0,70 | 0,70 | 0,65 | 0,65 | 0,50 | 0,45 |
| Rigips Gyptone BIG Quattro 46, 400 mm o.d.s. | 0,65 | 0,60 | 0,55 | 0,45 | 0,40 | 0,35 |
| Rigips Gyptone BIG Quattro 47 + 75 mm MV., 100 mm o.d.s. | 0,60 | 0,65 | 0,55 | 0,40 | 0,30 | 0,25 |

*o.d.s. = celková hloubka systému

**MV = minerální vata



Obr. 6.1: Činitele zvukové pohltivosti α (-) navržených materiálů

7 Zhodnocení stavební činnosti

7.1. Chráněný venkovní prostor staveb

Chráněný venkovní prostor staveb je definován v **§ 30 zákona č. 258/2000 Sb.** o ochraně veřejného zdraví.

Chráněným venkovním prostorem staveb se rozumí prostor do vzdálenosti 2 m před částí jejich obvodového pláště, významný z hlediska pronikání hluku zvenčí do chráněného vnitřního prostoru bytových domů, rodinných domů, staveb pro předškolní a školní výchovu a vzdělávání, staveb pro zdravotní a sociální účely, jakož i funkčně obdobných staveb.

7.2. Hygienické limity pro CHVePS a CHVeP

Nejvyšší přípustné hladiny hluku jsou uvedeny v **Nařízení vlády č. 272/2011 Sb.** o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací a jeho novelách. Nařízení vlády definuje nejvyšší přípustné ekvivalentní hladiny hluku pro chráněné venkovní prostory a chráněné venkovní prostory staveb pro denní a noční dobu.

Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A, s výjimkou hluku z leteckého provozu a vysokoenergetického impulsního hluku, se stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku A $L_{Aeq,T} = 50$ dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době, které jsou uvedeny v Tabulce 7.1. Pro vysoce impulsní hluk se přičte další korekce -12 dB. V případě hluku s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích, dráhách a z leteckého provozu, se přičte další korekce -5 dB.

Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A pro hluk ze stavební činnosti $L_{Aeq,s}$ se stanoví tak, že se k hygienickému limitu ekvivalentní hladiny akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$ stanovenému podle předchozího odstavce přičte další korekce podle tabulky 2 (část B přílohy č. 3 Nařízení vlády č. 272/2011 Sb.).

Tab. 7.1 - Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněném venkovním prostoru staveb pro hluk ze stavební činnosti

| Posuzovaná doba (hod.) | Korekce (dB) |
|-------------------------|--------------|
| od 6:00 do 7:00 | +10 |
| od 7:00 do 21:00 | +15 |
| od 21:00 do 22:00 | +10 |
| od 22:00 do 6:00 | +5 |

Hygienický limit pro hluk ze stavební činnosti v ekvivalentní hladině akustického tlaku A stanovený dle vztahu části B přílohy č. 3 Nařízení vlády 272/2011 Sb.:

Hygienický limit (7 hod. – 21 hod.):

$L_{Aeq,T} = 65$ dB

7.3. Popis a zhodnocení situace

Stavba se nachází na parcele č. 546 – zastavěná plocha a nádvoří, k.ú. Kamýk [728438] v intravilánu města Praha. Většina prací se bude realizovat v budově a na budově č. p.546, jiné objekty nebudou stavbou ovlivněny. Objekt se nachází v zastavěném území, plánovaná rekonstrukce je v souladu s charakterem území. Objekt historicky sloužil jako mateřská škola, poté byl přestavěn na kanceláře. Nově bude budova sloužit jako pavilon B Základní školy Písnická a vzniknou v něm 4 třídy nižšího stupně.

Nejsou navrženy žádné úpravy vnějšího pláště objektu. PD zahrnuje výměnu vstupních dveří a jednoho okna vnějšího pláště, které bude vyměněno za protipožární neotvíravé. Nové dispozice budou provedeny pomocí SDK příček s patřičnou neprůzvučností. Budou provedeny nové podlahy a omítky. Stávající vnitřní výplně dveří budou vyměněny za nové.

Bourací práce budou představovat odstranění nosných i nenosných svislých konstrukcí, odstranění stávajících zařízení a předmětů a vnitřních dveří. Součástí změn bude výměna nášlapných vrstev podlah.

Součástí změn bude výměna nášlapných vrstev podlah, celkové opravy povrchů stropů a stěn, nová elektroinstalace, nové rozvody vody a kanalizace, výměna stávajících otopných těles a stávajících rozvodů vytápění.

Pro stavební úpravy bude používány pracovní nástroje a zařízení v řádném technickém stavu. Budou prováděny průběžné technické prohlídky a údržba stavebních mechanismů. Práce budou realizovány ve vnitřním prostoru při zavřených oknech. Větrání bude při pracovních přestávkách a činnostech bez použití hlučných zařízení.

Stavba vzhledem k povaze prací nebude členěna do etap. Pracovní doba je předpokládána v maximálním rozsahu od 7:00 hod. do 21:00 hod..

Nejbližší chráněný venkovní prostor staveb je 2 m před fasádou bytového domu č. p. 924 vzdáleného cca 20 m od rekonstruovaného objektu. Vzhledem k tomu, že všechny hlučné práce budou probíhat pouze ve vnitřním prostoru se zavřenými okny, je předpoklad nepřekročení hygienických limitů pro hluk ze stavební činnosti ve výši 65 dB.

Při hladině akustického tlaku $L_{pA} = 110$ dB uvnitř rekonstruovaného objektu (což je maximální průměrná hodnota, která většinu času nebude nastávat) a uvažované neprůzvučnosti obvodového pláště $R_w = 60$ dB bude po odečtení korekce -6 dB na přenos hluku z vnitřního do vnějšího prostoru obvodový plášť vyzařovat akustický tlak cca $L_{pA} = 44$ dB. Při přepočtu na útlum vzdáleností bude v chráněném venkovním prostoru nejbližší stavby cca $L_{Aeq,T} = 18$ dB, což je hodnota hluboce podlimitní.

8 Závěr

Tato studie řeší návrh a posouzení akustických úprav vedoucích ke zlepšení poslechových podmínek v prostoru Pavilónu Čechtická pro školské potřeby. Na základě výpočtů doby dozvuku byly stanoveny materiály a jejich potřebné plochy, po jejichž instalaci se sníží doba dozvuku v celém frekvenčním spektru do požadovaných mezí stanovených dle ČSN 730527 v závislosti na uvažovaném využití prostoru.

Součástí práce bylo zhodnocení hluku ze stavební činnosti. Vzhledem k tomu, že hlučné práce budou probíhat výhradně ve vnitřním prostoru se zavřenými okny, emise ze stavební činnosti budou již před obvodovým pláštěm řešeného objektu podlimitní.