

ATELIER

DEK

DEKPROJEKT s.r.o.
Zakázka číslo: 2022-002235-LiM

Akustická studie

Řešení prostorové akustiky

ZŠ a MŠ Jarov
V Zahradkách 1966/48
130 00 Praha 3 - Žižkov

Vypracovala

Ing. Martina Liberská

Zpracováno v období

Únor-březen 2022

Verze dokumentu

První vydání

Obsah

1. VŠEOBECNĚ.....	3
1.1 Předmět.....	3
1.2 Úkol.....	3
1.3 Objednatel.....	3
1.4 Dodavatel.....	3
1.5 Vypracovala.....	3
1.6 Kontrolovali.....	3
1.7 Zpracováno v období.....	3
2. PODKLADY.....	3
3. SITUACE.....	4
4. POŽADAVKY.....	5
5. VÝPOČTOVÝ MODEL.....	5
6. NÁVRH ŘEŠENÍ.....	6
7. ZÁVĚR.....	16

1. VŠEOBECNĚ**1.1 Předmět**

ZŠ Jarov
V Zahrádkách 1966/48
130 00 Praha 3 - Žižkov

1.2 Úkol

Řešení prostorové akustiky

1.3 Objednatel

A plus spol. s r. o.

Vysočanská 568/49
190 00 Praha 9
IČO: 49705857

Jakub Mík
tel: +420 731 448 907
email: aplus@apluscz.eu

1.4 Dodavatel

DEKPROJEKT s.r.o.

Tiskařská 10/257
(budova TTC)
108 00 Praha 10-Malešice
tel.: +420 234 054 284

IČ: 27 64 24 11
DIČ: CZ 699000797
bankovní spojení:
35-7899980247/0100
KB Praha 9

Zapsáno v obchodním rejstříku, vedeném Městským soudem v Praze oddíl C., vložka 120996

1.5 Vypracovala

Ing. Martina Liberská

1.6 Kontrolovali

Ing. Jan Pešta, Ing. Tomáš Kupsa

1.7 Zpracováno v období

Únor-březen 2022

2. PODKLADY

- [1] Objednávka dle poptávky D2022-055079 ze dne 19.01.2022
- [2] Projektová dokumentace dodaná objednatelem do data zpracování studie
- [3] Stavební fyzika 1 - Akustika - Ing. Jan Kaňka, Ph.D. - Nakladatelství ČVUT 2007
- [4] ČSN 73 0525 (73 0525) Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady.
- [5] ČSN 73 0527 (73 0527) Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely
- [6] ČSN EN 12354-6 – Stavební akustika – Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků – Část 6: Zvuková pohltivost v uzavřených prostorech
- [7] Stavební fyzika 10 – Akustika stavebních konstrukcí, Doc. Ing. Jiří Čechura, CSc., 1999
- [8] Výpočetní program ODEON 15.16 Auditorium

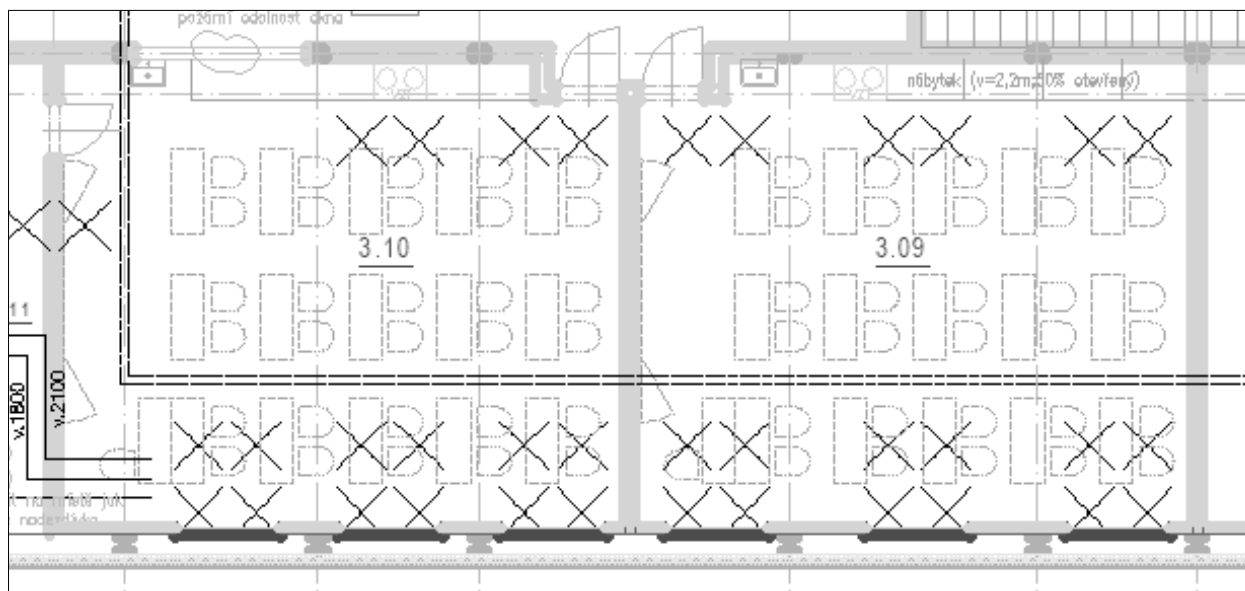
Pozn.: Všechny uvedené předpisy jsou v aktuálním znění (včetně změn platných ke dni zpracování posudku).

3. SITUACE

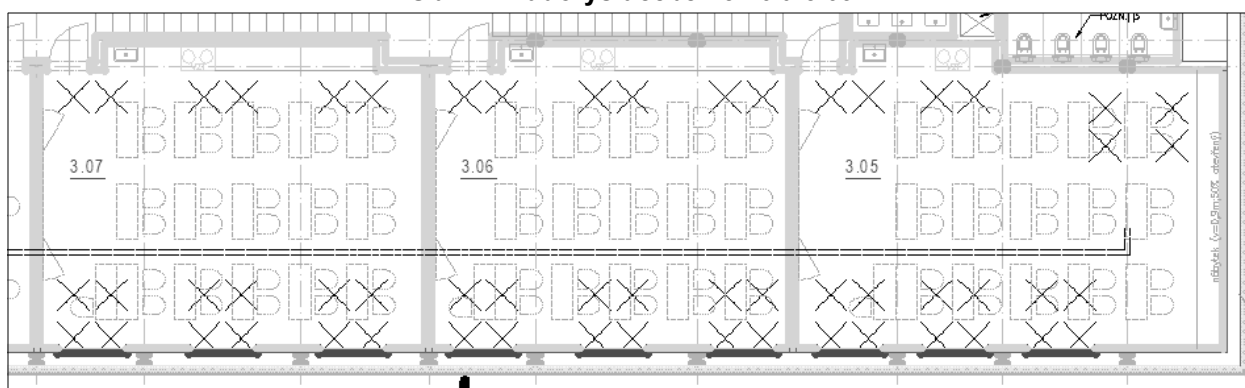
Předmětem akustické studie je pět učeben podkroví základní školy Jarov na adrese v Zahrádkách 1966/48 v Praze 3 – Žižkov. Úkolem studie je řešení prostorové akustiky pěti učeben pro splnění požadavků ČSN 73 0527. Rozměry posuzovaných učeben jsou:

- učebna 3.05 – 10,0 x 7,1 m, objem 238,4 m³
- učebna 3.06 – 8,4 x 7,1 m, objem 240,3 m³
- učebna 3.07 – 9,0 x 7,1 m, objem 256,6 m³
- učebna 3.09 – 8,5 x 7,1 m, objem 234,9 m³
- učebna 3.10 – 8,6 x 7,1 m, objem 239,9 m³

Stropy učeben kopírují tvar podkroví, proto nejsou uvedeny světlé výšky místností. Na obrázku 1 jsou zobrazeny půdorysy posuzovaných učeben.



Obr. 1 - Půdorys učeben 3.10 a 3.09



Obr. 2 - Půdorys učeben 3.07, 3.06 a 3.05

Akustická studie nenahrazuje projektovou dokumentaci. Součástí akustické studie není posouzení navrhovaných úprav a konstrukcí vůči jiným než ve studii uvedeným akustickým požadavkům. Návrh je nutné posoudit z hlediska tepelně-vlhkostního režimu skladeb, z hlediska požární bezpečnosti staveb, statiky a dalších hledisek. Navrhované konstrukce musí být realizovány dle projektové dokumentace a technických postupů výrobců.

4. POŽADAVKY

ČSN 73 0527 (73 0527) Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely

Požadavky a doporučení na optimální dobu dozvuku ve vzdělávacích zařízeních, stavebách pro kulturní, školské a veřejné účely stanovuje norma ČSN 73 0527.

Optimální doba dozvuku T_0 pro prostor učeben se stanoví pro objem prostoru, k němuž se dospěje na základě počtu osob a doporučeného objemu připadajícího na jednu osobu. U většiny místností se jedná o učebnu s objemem do 250 m³. V jednom případě se jedná o posluchárnu s objemem přes 250 m³.

Hodnoty optimální doby dozvuku pro učebnu jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 1 - Optimální doba dozvuku dle ČSN 73 0527

Prostor	Objem (orientačně)	Optimální doba dozvuku [s]
Učebna	do 250 m ³	0,70
Posluchárna (učebna 3.07)	nad 250 m ³	0,64

Učebny jsou dle ČSN 73 0527 posuzovány v **obsazeném stavu**. V učebnách je uvažováno s 30 žáky a jedním učitelem.

Doba dozvuku se vypočítá podle ČSN 73 0525 pro oktávová pásma se středními kmitočty od 125 Hz do 4000 Hz. Kmitočtový průběh vypočítané doby dozvuku T se ve vztahu k optimální době dozvuku prověřuje pomocí kmitočtové závislosti přípustného rozmezí. Hodnoty přípustného rozmezí pro jednotlivá oktávová pásma jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 2 - Rozmezí T/T_0 v prostorech učeben

Určení	Meze	Střední kmitočet oktávového pásma f [Hz]											
		125		250		500		1000		2000		4000	
		T/T_0	T [s]	T/T_0	T [s]	T/T_0	T [s]	T/T_0	T [s]	T/T_0	T [s]	T/T_0	T [s]
Učebna	Horní	1,20	0,84	1,20	0,84	1,20	0,84	1,20	0,84	1,20	0,84	1,20	0,84
	Dolní	0,65	0,46	0,80	0,56	0,80	0,56	0,80	0,56	0,80	0,56	0,65	0,46
Posluchárna	Horní	1,20	0,77	1,20	0,77	1,20	0,77	1,20	0,77	1,20	0,77	1,20	0,77
	Dolní	0,65	0,42	0,80	0,51	0,80	0,51	0,80	0,51	0,80	0,51	0,65	0,42

5. VÝPOČTOVÝ MODEL

Výpočet doby dozvuku byl proveden ve výpočtovém programu ODEON 15.16 Auditorium. Software ODEON byl vyvinut pro simulaci a měření prostorové akustiky budov. Oproti zjednodušenému výpočtu podle ČSN EN 12354-6 přílohy D, výpočet v programu ODEON umožňuje přesné zadání tvaru prostoru, podrobné členění a to včetně detailů.

Při výpočtu je uvažováno s dokonale difuzním zvukovým polem, které není reálně dosažitelné. Výpočtová metodika proto slouží pouze jako pomůcka pro návrh akustických úprav pro zlepšení prostorové akustiky prostoru. Vypočtené hodnoty doby dozvuku se mohou od hodnot reálně naměřených mírně lišit.

6. NÁVRH ŘEŠENÍ

V posuzovaných učebnách byla navržena akustická opatření pro splnění požadavků dle ČSN 73 0527. Ve všech učebnách je navržen akustický obklad Rigips Gyptone BIG Line 5 s hloubkou odsazení 200 mm bez vložené minerální izolace. V některých učebnách je navržen obklad Akusto Wall C.

Místnost 3.05

V učebně byla navržena akustická opatření ve zkosených částech stropu. Poloha a velikost akustických obkladů je uvedena na obrázku 4. Zbytek povrchů je uvažován jako odrazivý. V následující tabulce jsou uvedeny uvažované činitele pohltivosti navržených obkladů.

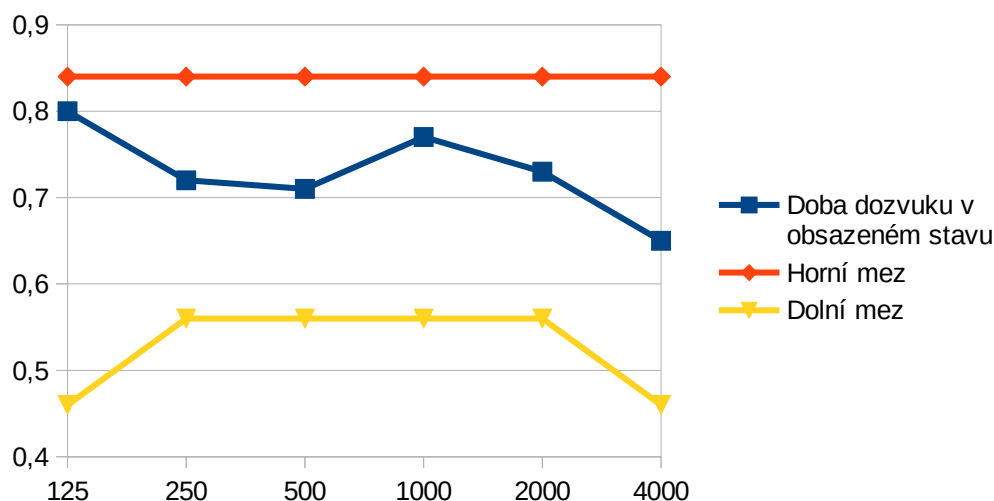
Tab. 3 - Uvažované činitele pohltivosti navrhovaných obkladů

Použitý obklad	Tloušťka obkladu [mm]	Tloušťka izolace [mm]	Celková hloubka systému [mm]	Činitel zvukové pohltivosti					
				125	250	500	1000	2000	4000
Rigips Gyptone BIG Line 5	12,5	0	212,5	0,60	0,64	0,70	0,61	0,60	0,54

V následující tabulce jsou uvedeny vypočtené hodnoty doby dozvuku.

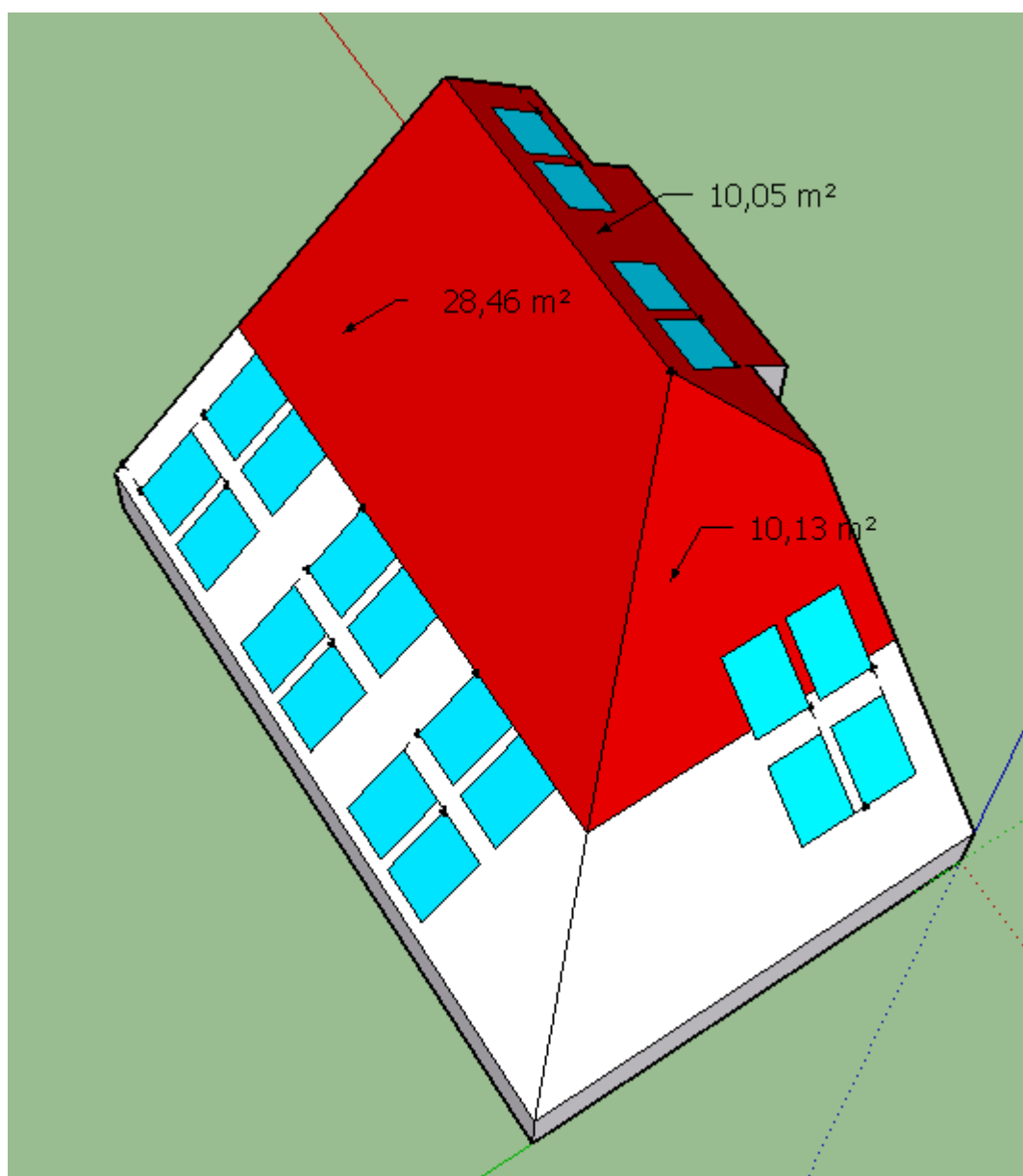
Tab. 4 - Vypočtené hodnoty doby dozvuku v učebně

Parametr		Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
		125	250	500	1000	2000	4000
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku T [s]	Horní mez	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
	Dolní mez	0,47	0,58	0,58	0,58	0,58	0,47
Vypočtená doba dozvuku (Odeon Auditorium)		0,84	0,80	0,80	0,93	0,89	0,78
Výsledná doba dozvuku v obsazeném stavu		0,80	0,72	0,71	0,77	0,73	0,65



Obr. 3 - Grafické porovnání vypočtené doby dozvuku v učebně

Z tabulky a grafu je zřejmé, že vypočtené hodnoty doby dozvuku jsou ve všech hodnocených pásmech v požadovaném rozmezí.



Obr. 4 - Rozmístění obkladů a jejich plocha

Místnost 3.06

V učebně byla navržena akustická opatření ve zkosených částech stropu a na stěně umístěné proti pozici mluvčího. Poloha a velikost akustických obkladů je uvedena na obrázku 6. Zbytek povrchů je uvažován jako odrazivý. V následující tabulce jsou uvedeny uvažované činitele pohltivosti navržených obkladů.

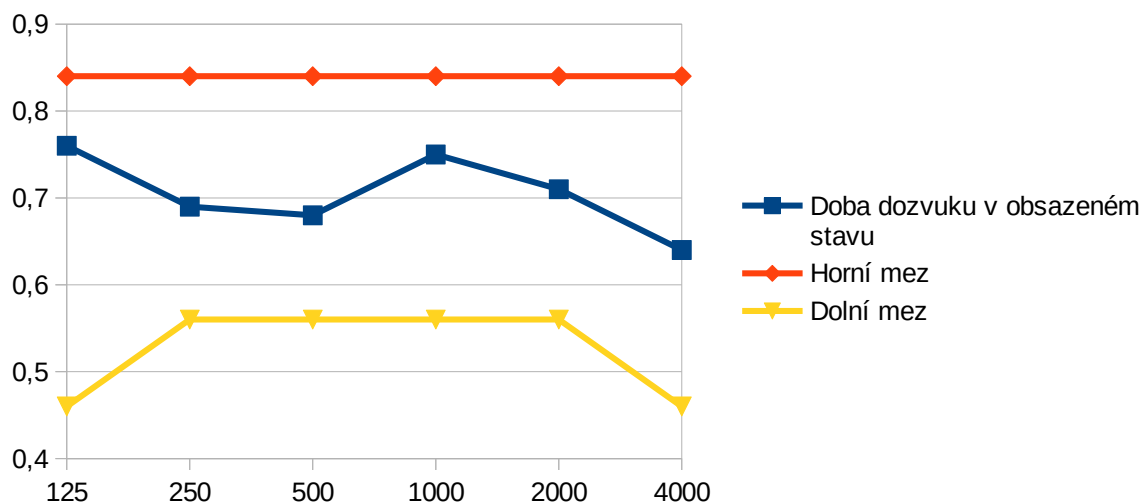
Tab. 3 - Uvažované činitele pohltivosti navrhovaných obkladů

Použitý obklad	Tloušťka obkladu [mm]	Tloušťka izolace [mm]	Celková hloubka systému [mm]	Činitel zvukové pohltivosti					
				125	250	500	1000	2000	4000
Rigips Gyptone BIG Line 5	12,5	0	212,5	0,60	0,64	0,70	0,61	0,60	0,54

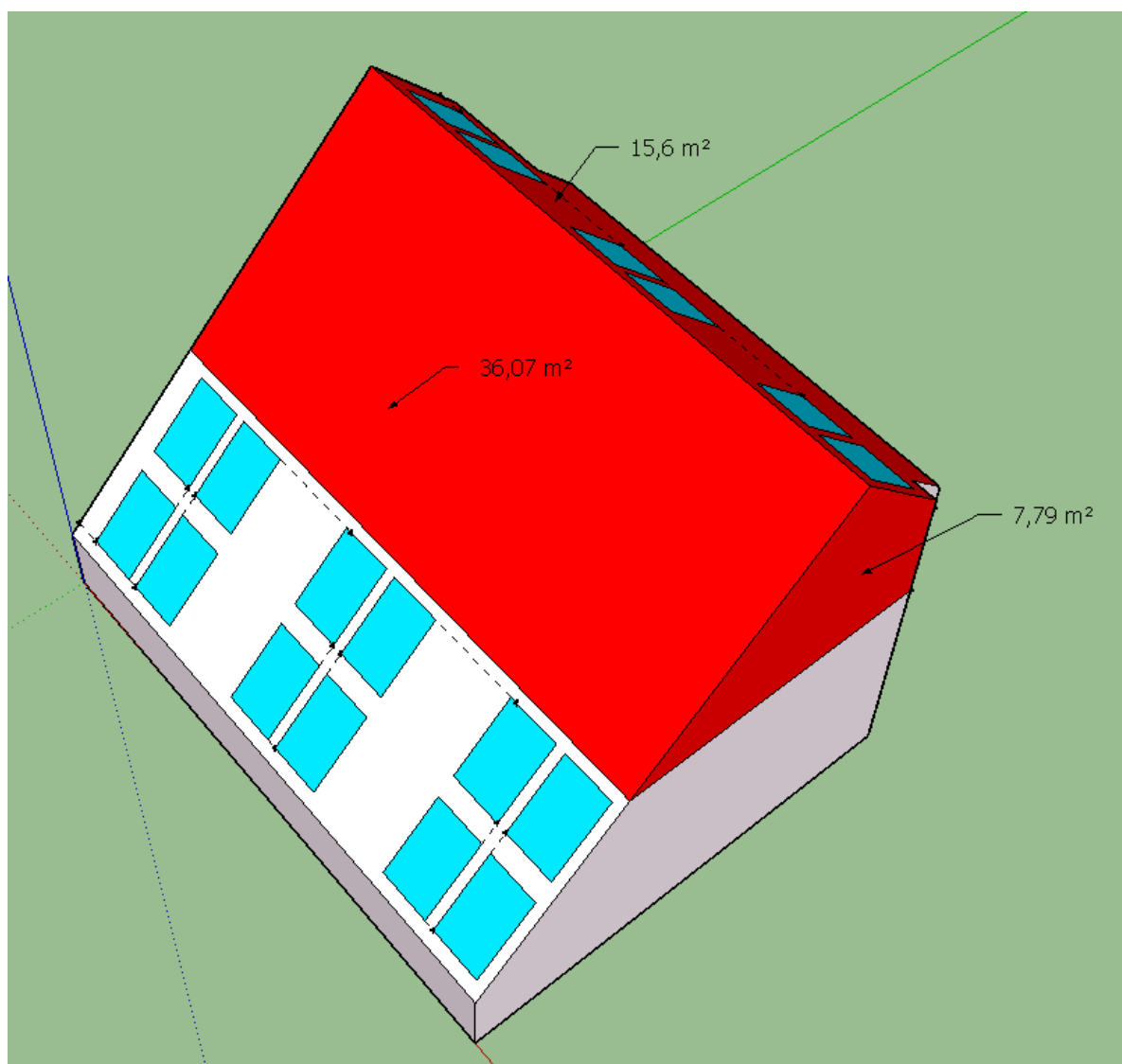
V následující tabulce jsou uvedeny vypočtené hodnoty doby dozvuku.

Tab. 4 - Vypočtené hodnoty doby dozvuku v učebně

Parametr		Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
		125	250	500	1000	2000	4000
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku T [s]	Horní mez	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
	Dolní mez	0,47	0,58	0,58	0,58	0,58	0,47
Vypočtená doba dozvuku (Odeon Auditorium)		0,80	0,76	0,77	0,90	0,87	0,76
Výsledná doba dozvuku v obsazeném stavu		0,76	0,69	0,68	0,75	0,71	0,64

**Obr. 5 - Grafické porovnání vypočtené doby dozvuku v učebně**

Z tabulky a grafu je zřejmé, že vypočtené hodnoty doby dozvuku jsou ve všech hodnocených pásmech v požadovaném rozmezí.



Obr. 6 - Rozmístění obkladů a jejich plocha

Místnost 3.07

V učebně byla navržena akustická opatření ve zkosených částech stropu a na stěně umístěné proti pozici mluvčího. Poloha a velikost akustických obkladů je uvedena na obrázku 8. Zbytek povrchů je uvažován jako odrazivý. V následující tabulce jsou uvedeny uvažované činitele pohltivosti navržených obkladů.

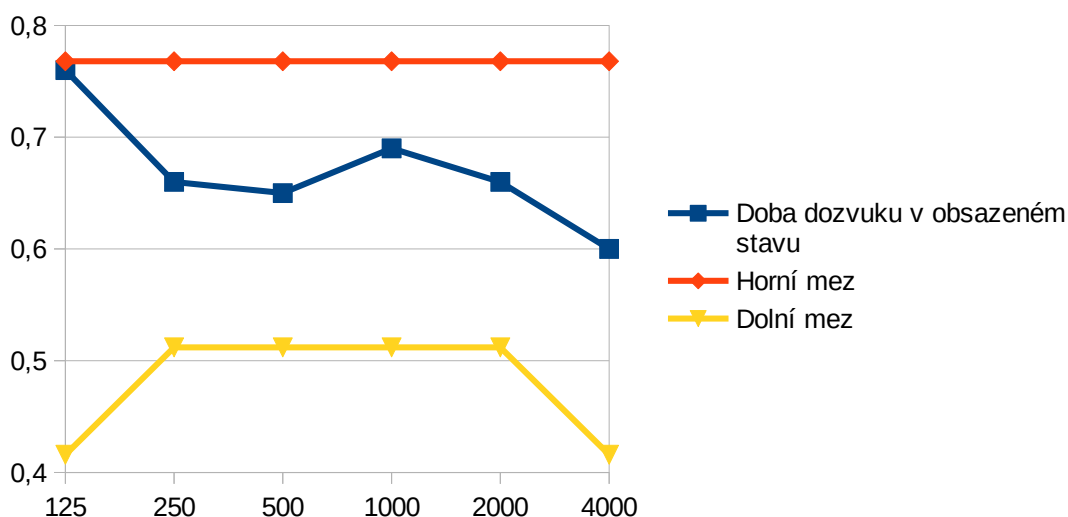
Tab. 3 - Uvažované činitele pohltivosti navrhovaných obkladů

Použitý obklad	Tloušťka obkladu [mm]	Tloušťka izolace [mm]	Celková hloubka systému [mm]	Činitel zvukové pohltivosti					
				125	250	500	1000	2000	4000
Rigips Gyptone BIG Line 5 (vyzn. červeně)	12,5	0	212,5	0,60	0,64	0,70	0,61	0,60	0,54
Akusto Wall C Akutex FT (vyzn. žlutě)	40,0	0	43	0,25	0,80	0,95	1,00	1,00	1,00

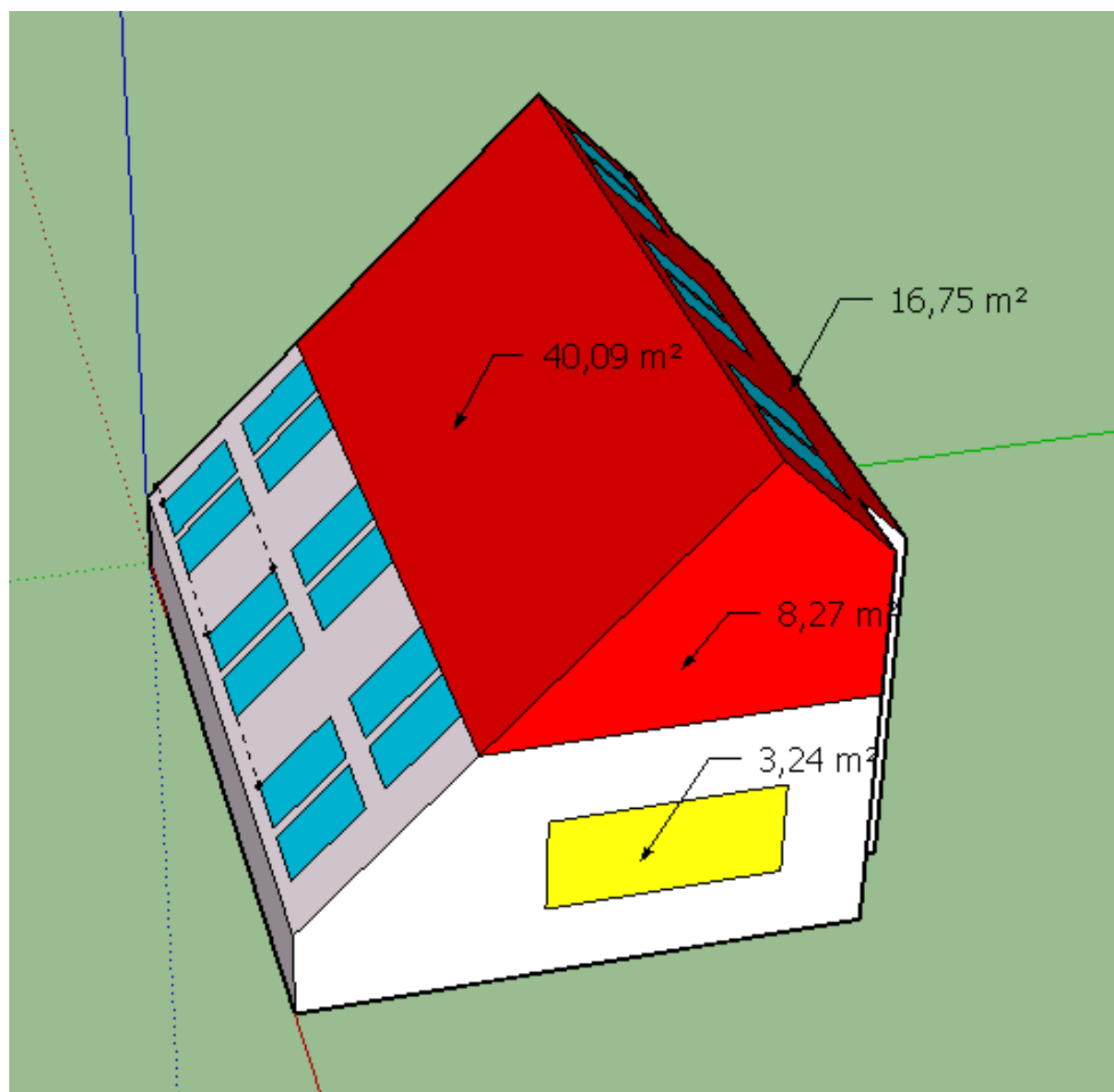
V následující tabulce jsou uvedeny vypočtené hodnoty doby dozvuku.

Tab. 4 - Vypočtené hodnoty doby dozvuku v učebně

Parametr		Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
		125	250	500	1000	2000	4000
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku T [s]	Horní mez	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
	Dolní mez	0,42	0,51	0,51	0,51	0,51	0,42
Vypočtená doba dozvuku (Odeon Auditorium)		0,80	0,72	0,72	0,81	0,79	0,70
Výsledná doba dozvuku v obsazeném stavu		0,76	0,66	0,65	0,69	0,66	0,60

**Obr. 7 - Grafické porovnání vypočtené doby dozvuku v učebně**

Z tabulky a grafu je zřejmé, že vypočtené hodnoty doby dozvuku jsou ve všech hodnocených pásmech v požadovaném rozmezí.



Obr. 8 - Rozmístění obkladů a jejich plocha

Místnost 3.09

V učebně byla navržena akustická opatření ve zkosených částech stropu a na stěně umístěné proti pozici mluvčího. Poloha a velikost akustických obkladů je uvedena na obrázku 10. Zbytek povrchů je uvažován jako odrazivý. V následující tabulce jsou uvedeny uvažované činitele pohltivosti navržených obkladů.

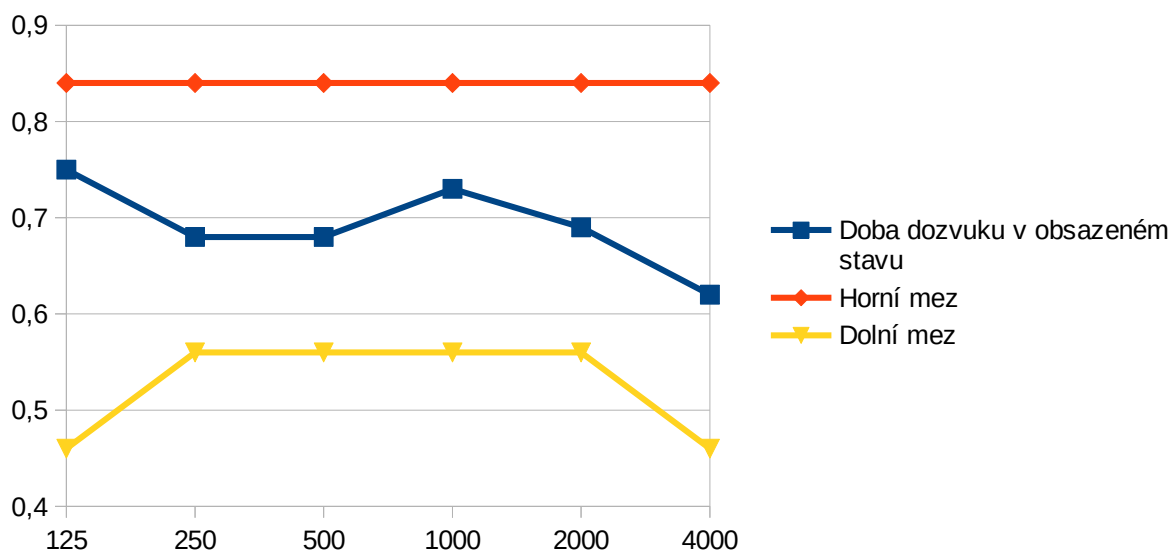
Tab. 3 - Uvažované činitele pohltivosti navrhovaných obkladů

Použitý obklad	Tloušťka obkladu [mm]	Tloušťka izolace [mm]	Celková hloubka systému [mm]	Činitel zvukové pohltivosti					
				125	250	500	1000	2000	4000
Rigips Gyptone BIG Line 5	12,5	0	212,5	0,60	0,64	0,70	0,61	0,60	0,54

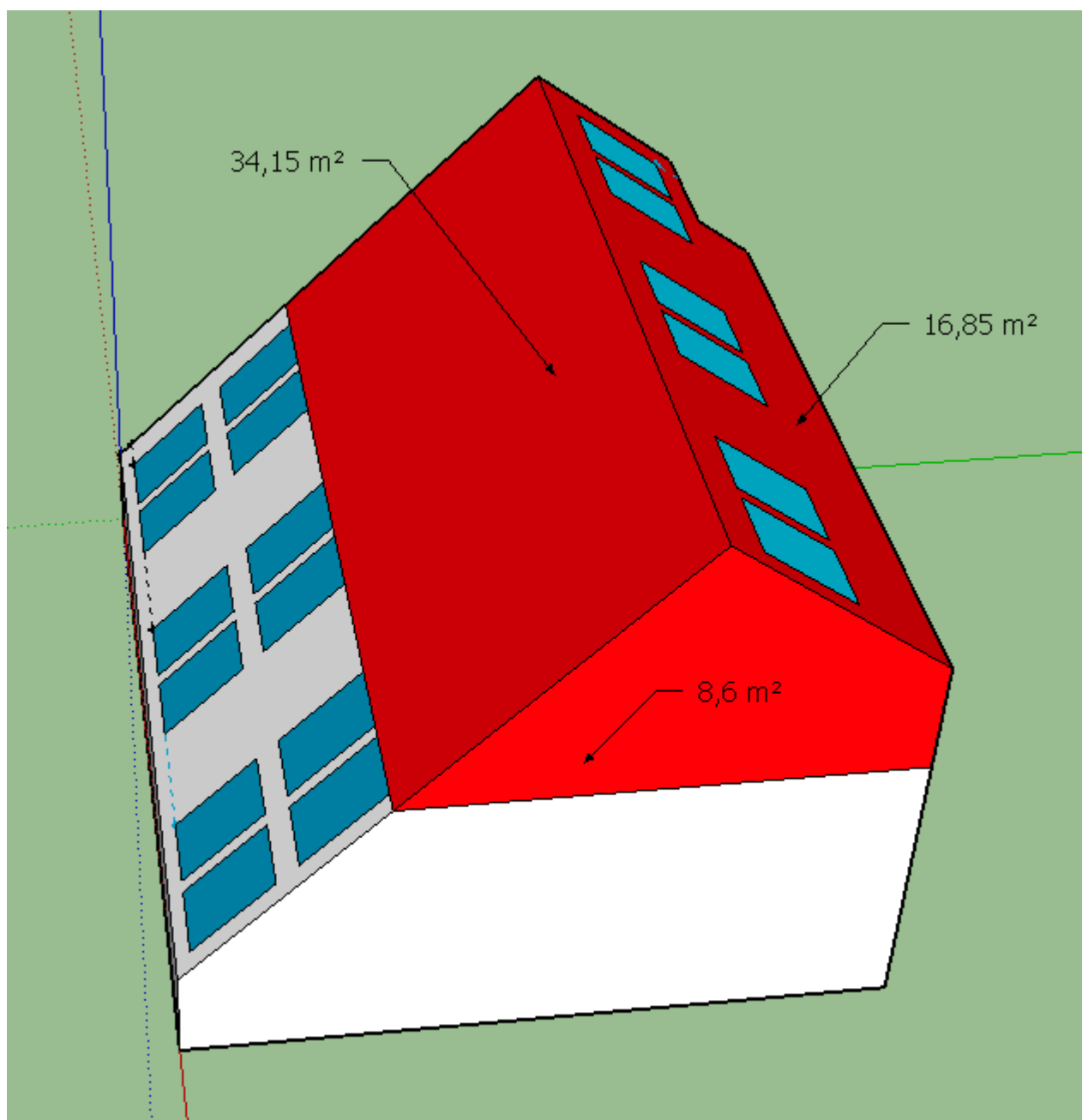
V následující tabulce jsou uvedeny vypočtené hodnoty doby dozvuku.

Tab. 4 - Vypočtené hodnoty doby dozvuku v učebně

Parametr		Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
		125	250	500	1000	2000	4000
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku T [s]	Horní mez	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
	Dolní mez	0,47	0,58	0,58	0,58	0,58	0,47
Vypočtená doba dozvuku (Odeon Auditorium)		0,79	0,75	0,76	0,88	0,84	0,73
Výsledná doba dozvuku v obsazeném stavu		0,75	0,68	0,68	0,73	0,69	0,62

**Obr. 9 - Grafické porovnání vypočtené doby dozvuku v učebně**

Z tabulky a grafu je zřejmé, že vypočtené hodnoty doby dozvuku jsou ve všech hodnocených pásmech v požadovaném rozmezí.



Obr. 10 - Rozmístění obkladů a jejich plocha

Místnost 3.10

V učebně byla navržena akustická opatření ve zkosených částech stropu a na stěně umístěné proti pozici mluvčího. Poloha a velikost akustických obkladů je uvedena na obrázku 12. Zbytek povrchů je uvažován jako odrazivý. V následující tabulce jsou uvedeny uvažované činitele pohltivosti navržených obkladů.

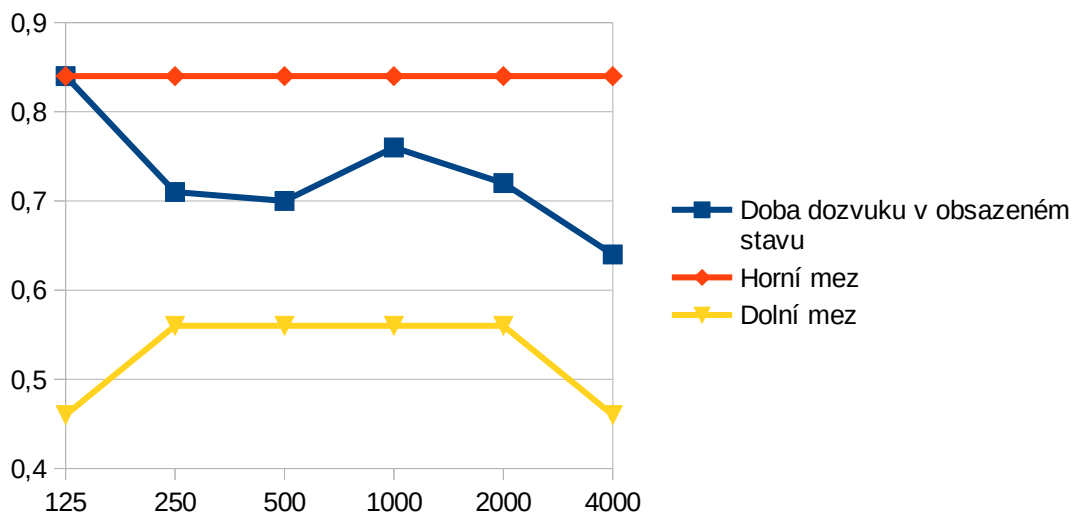
Tab. 3 - Uvažované činitele pohltivosti navrhovaných obkladů

Použitý obklad	Tloušťka obkladu [mm]	Tloušťka izolace [mm]	Celková hloubka systému [mm]	Číselník zvukové pohltivosti					
				125	250	500	1000	2000	4000
Rigips Gyptone BIG Line 5 (červeně)	12,5	0	212,5	0,60	0,64	0,70	0,61	0,60	0,54
Akusto Wall C Akutex FT (vyzn. žlutě)	40,0	0	43	0,25	0,80	0,95	1,00	1,00	1,00

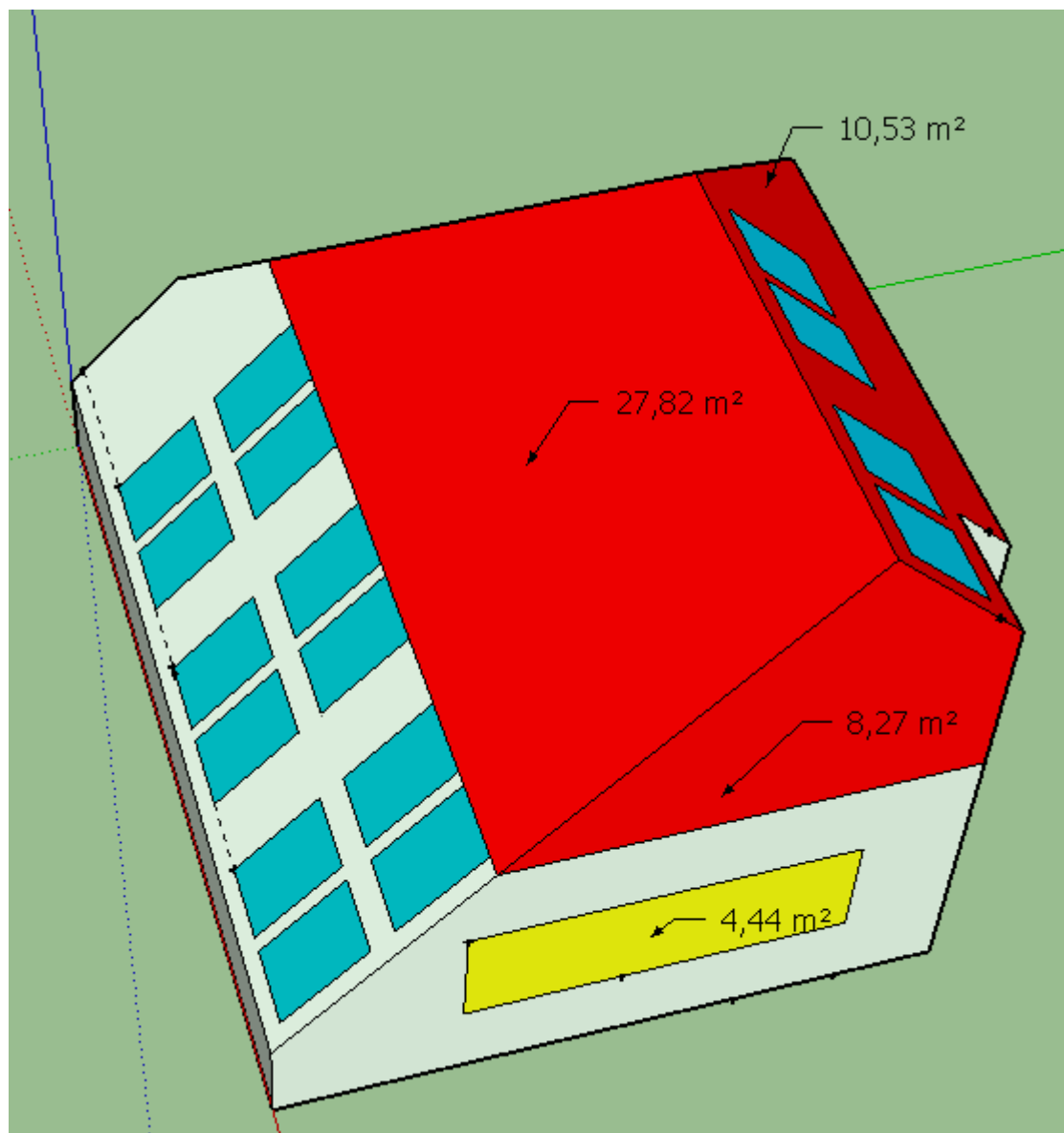
V následující tabulce jsou uvedeny vypočtené hodnoty doby dozvuku.

Tab. 4 - Vypočtené hodnoty doby dozvuku v učebně

Parametr		Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
		125	250	500	1000	2000	4000
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku T [s]	Horní mez	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
	Dolní mez	0,47	0,58	0,58	0,58	0,58	0,47
Vypočtená doba dozvuku (Odeon Auditorium)		0,89	0,78	0,78	0,92	0,88	0,76
Výsledná doba dozvuku v obsazeném stavu		0,84	0,71	0,70	0,76	0,72	0,64

**Obr. 11 - Grafické porovnání vypočtené doby dozvuku v učebně**

Z tabulky a grafu je zřejmé, že vypočtené hodnoty doby dozvuku jsou ve všech hodnocených pásmech v požadovaném rozmezí.



Obr. 12 - Rozmístění obkladů a jejich plocha

7. ZÁVĚR

Předmětem akustické studie je pět učeben v základní škole Jarov v Praze. Ve studii byl proveden návrh opatření pro dodržení požadavků dle ČSN 73 0527 v pěti učebnách. Navržená opatření jsou uvedena v kapitole 6.

Akustická studie nenahrazuje projektovou dokumentaci. Součástí akustické studie není posouzení navrhovaných úprav vůči jiným než ve studii uvedeným akustickým požadavkům. Návrh je nutné posoudit i z hlediska tepelné techniky, požární bezpečnosti a případně dalších hledisek. Navrhované konstrukce musí být realizovány dle technických postupů výrobců.

V Praze dne 3.4.2022

za DEKPROJEKT s.r.o.

Ing. Martina Liberská

Tel.: +420 739 488 137

e-mail: martina.liberska@dek-cz.com