

Akustická studie

Řešení prostorové akustiky a posouzení zvukové izolace

Modernizace odborných učeben
na obchodní akademii Karlovy Vary
p.č. 2739
k.ú. Karlovy Vary

Vypracovala

Ing. Elizaveta Fatyanova

Zpracováno v období

Říjen – listopad 2023

Verze dokumentu

První vydání

Obsah

1. VŠEOBECNĚ.....	4
1.1 Předmět.....	4
1.2 Úkol.....	4
1.3 Objednatel.....	4
1.4 Dodavatel.....	4
1.5 Vypracovala.....	4
1.6 Kontroloval.....	4
1.7 Zpracováno v období.....	4
2. PODKLADY.....	4
3. SITUACE.....	5
4. POSOUZENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY V MÍSTNOSTECH S ČÍSELNÝMI POŽADAVKY NA DOBU DOZVUKU DLE ČSN 73 0527.....	7
4.1 Požadavky.....	7
4.2 Výpočtový model.....	8
4.3 Učebna 115.....	9
4.3.1 Návrh úprav.....	9
4.3.2 Posouzení.....	10
4.4 Učebny 116, 204.....	11
4.4.1 Návrh úprav.....	11
4.4.2 Posouzení.....	12
4.5 Učebna 201.....	13
4.5.1 Návrh úprav.....	13
4.5.2 Posouzení.....	14
4.6 Učebna 202.....	15
4.6.1 Návrh úprav.....	15
4.6.2 Posouzení.....	16
4.7 Učebny 303, 314.....	17
4.7.1 Návrh úprav.....	17
4.7.2 Posouzení.....	18
4.8 Učebna 402.....	19
4.8.1 Návrh úprav.....	19
4.8.2 Posouzení.....	20
4.9 Učebna 413.....	21
4.9.1 Návrh úprav.....	21
4.9.2 Posouzení.....	22
5. NÁVRH AKUSTICKÝCH ÚPRAV V MÍSTNOSTECH BEZ ČÍSELNÝCH POŽADAVKŮ NA DOBU DOZVUKU DLE ČSN 73 0527.....	23
5.1 Požadavky.....	23
5.2 Návrh úprav.....	23
6. POSOUZENÍ ZVUKOVÉ IZOLACE DĚLÍCÍCH KONSTRUKCÍ.....	25
6.1 Požadavky.....	25
6.2 Posouzení.....	26
6.2.1 Stropní konstrukce mezi učebnou v 3. NP a serverovnou v 2. NP.....	26

6.2.2 Stropní konstrukce mezi ředitelnou v 1. NP a serverovnou v 2. NP.....	26
6.2.3 Stěna mezi serverovnou a učebnou 204.....	27
6.2.4 Stěna mezi serverovnou a učebnou 202.....	28
7. ZÁVĚR.....	29

1. VŠEOBECNĚ

- 1.1 Předmět** Modernizace odborných učeben
na obchodní akademii Karlovy Vary
p.č. 2739
k.ú. Karlovy Vary
- 1.2 Úkol** Řešení prostorové akustiky a posouzení zvukové izolace
- 1.3 Objednatel** **ARTENDR s.r.o.**
Nádražní 67
281 51 Velký Osek
IČO: 24190853
kontaktní osoba:
Ing. Karolína Paul
tel: +420 721 068 291
email: karolina.paul@artendr.cz
- 1.4 Dodavatel** **DEKPROJEKT s.r.o.**
Tiskařská 10/257
budova TTC
108 00 Praha 10
tel.: +420 234 054 284
email: info@atelier-dek.cz
IČO: 27642411
DIČ: CZ699000797
Bankovní spojení:
Komerční banka Praha 9
35-7899980247/0100
Zapsáno v obchodním rejstříku, vedeném Městským soudem v
Praze oddíl C., vložka 120996
- 1.5 Vypracovala** Ing. Elizaveta Fatyanova
- 1.6 Kontroloval** Ing. Jan Pešta, Ing. Tomáš Kupsa
- 1.7 Zpracováno v období** Říjen - listopad 2023

2. PODKLADY

- [1] Objednávka ze dne 25.09.2023 dle nabídky D2023-068611
- [2] ČSN 73 0527 (73 0527) Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – prostory pro kulturní účely – prostory ve školách – prostory pro veřejné účely.
- [3] ČSN 73 0532 (73 0532) Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a související akustické vlastnosti stavebních výrobků – Požadavky
- [4] ČSN EN 12354-6 (73 0512) Stavební akustika – Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků – Část 6: Zvuková pohltivost v uzavřených prostorech
- [5] ČSN EN ISO 11654 (73 0528) Akustika – Absorbéry zvuku používané v budovách – Hodnocení zvukové pohltivosti
- [6] Výpočtový program ODEON 15.16 Auditorium
- [7] Výpočtový program Insul 9.0
- [8] Výpočetní program DEKSOFT Akustika
- [9] Část projektové dokumentace zasláná objednatelem

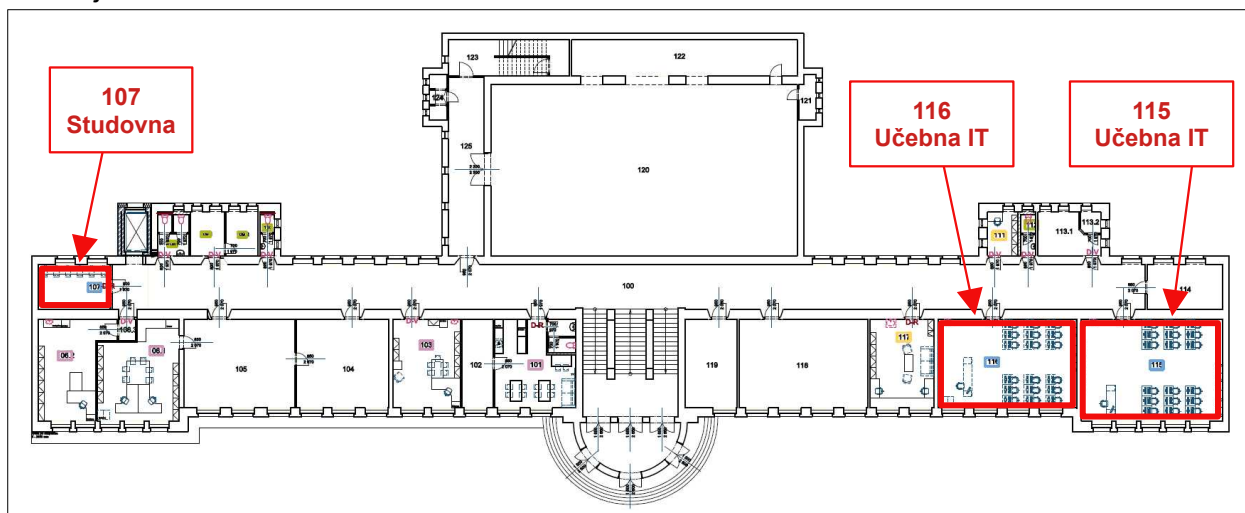
3. SITUACE

Předmětem studie je modernizace odborných učeben na obchodní akademii Karlovy Vary na p.č. 2739 v k.ú. Karlovy Vary. Úkolem akustické studie v rámci dokumentace pro provedení stavby a stavební povolení je řešení prostorové akustiky v učebnách pro splnění normových požadavků na dobu dozvuku dle požadavků ČSN 73 0527 a teoretické stanovení vzduchové neprůzvučnosti vnitřních konstrukcí oddělujících prostor nové serverovny 203.2 vůči požadavkům ČSN 73 0532.

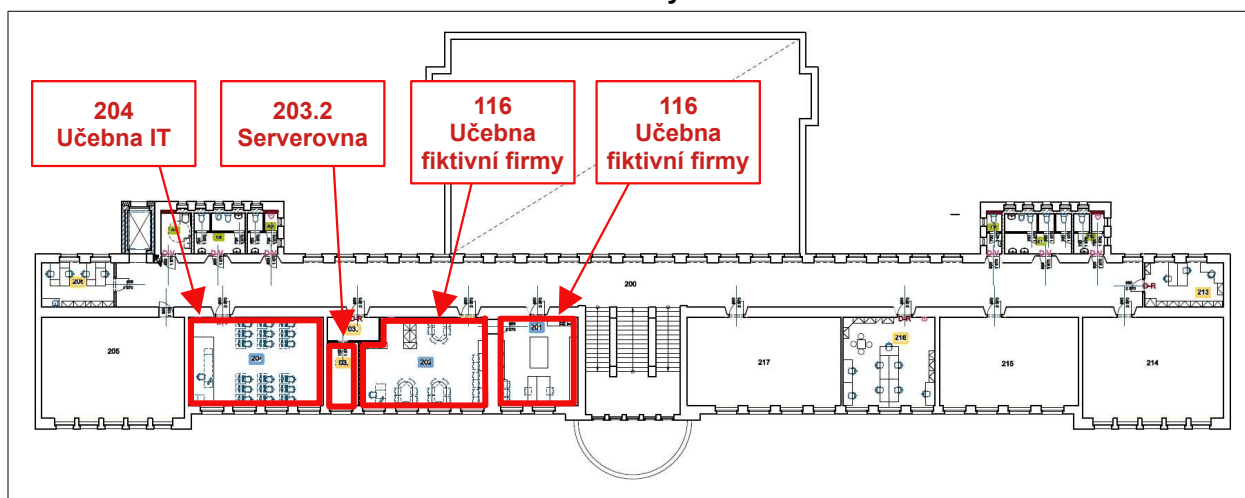
Objednatel je požadováno posouzení rekonstruovaných učeben z hlediska prostorové akustiky dle požadavků ČSN 73 0527 pro odborné učebny (učebny IT 115, 116 a 204, učebny fiktivní firmy 201 a 202), pro jazykové učebny (učebny cizích jazyků 303, 314 a 402) a pro multimediální učebnu 413.

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

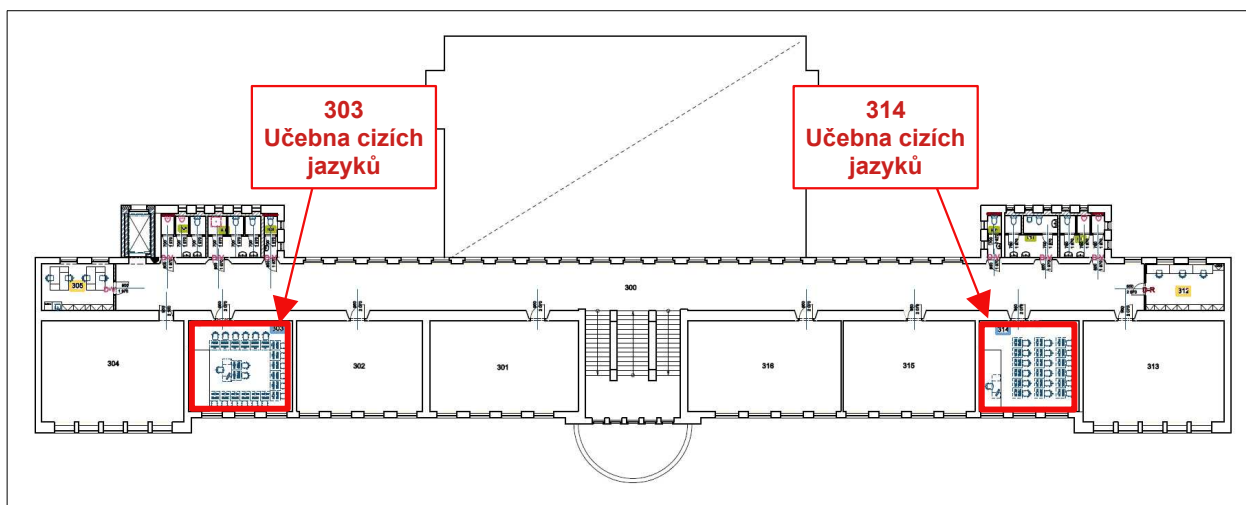
Půdorysy 1. NP až 4. NP a řez s vyznačením řešených prostorů červenou barvou jsou zobrazeny na následujících obrázcích.



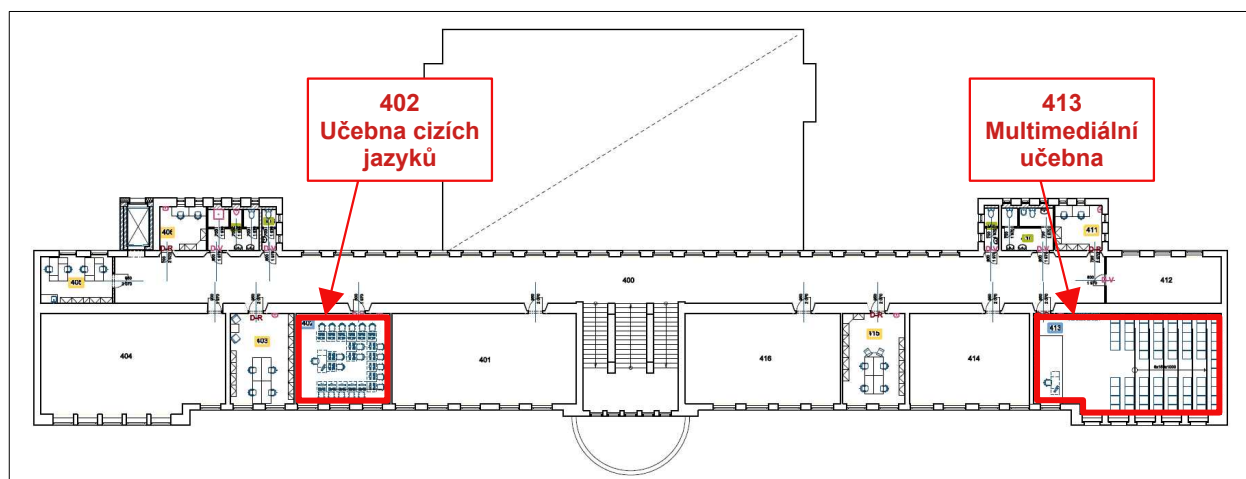
Obr. /1/ Půdorys 1. NP



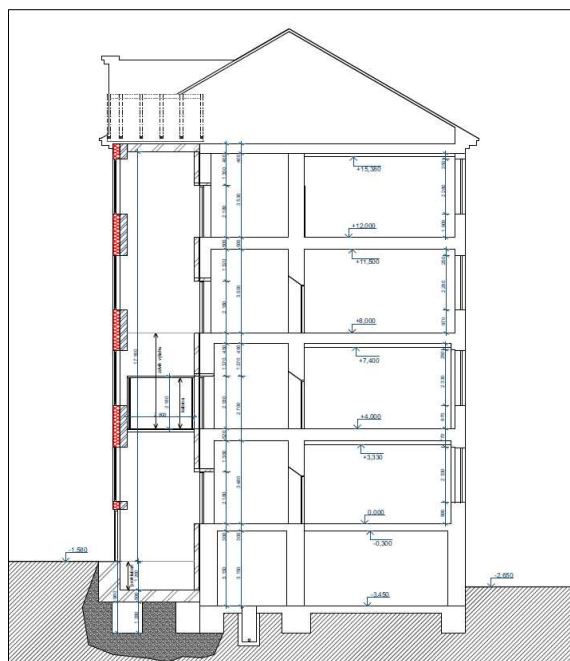
Obr. /2/ Půdorys 2. NP



Obr. /3/ Půdorys 3. NP



Obr. /4/ Půdorys 4. NP



Obr. /5/ Řez

4. POSOUZENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY V MÍSTNOSTECH S ČÍSELNÝMI POŽADAVKY NA DOBU DOZVUKU DLE ČSN 73 0527

4.1 Požadavky

Optimální doba dozvuku T_0 prostorů daných účelů se stanoví podle využití a pro objem prostoru. Číselně vyjádřená hodnota optimální doby dozvuku v sekundách se vztahuje ke kmitočtu 1000 Hz a týká se prostorů v obsazeném stavu.

Hodnoty optimální doby dozvuku pro posuzované prostory jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. /1/ Optimální doba dozvuku

Popis prostoru		Orientační objem [m ³]	Optimální doba dozvuku [s]
Učebna 115	Učebna IT	232 m ³	0,62
Učebny 116, 204		161 m ³	0,57
Učebna 201	Učebna fiktivní firmy	116 m ³	0,52
Učebna 202		178 m ³	0,58
Učebny 303, 314, 402	Učebna cizích jazyků	152 m ³	0,45
Učebna 413	Multimediální učebna	282 m ³	0,54

Doba dozvuku se vypočítá podle ČSN EN 12354-6 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 T_0 prověřuje pomocí kmitočtové závislosti přípustného rozmezí. Hodnoty přípustného rozmezí pro jednotlivá oktávová pásma jsou uvedeny v následující tabulce.

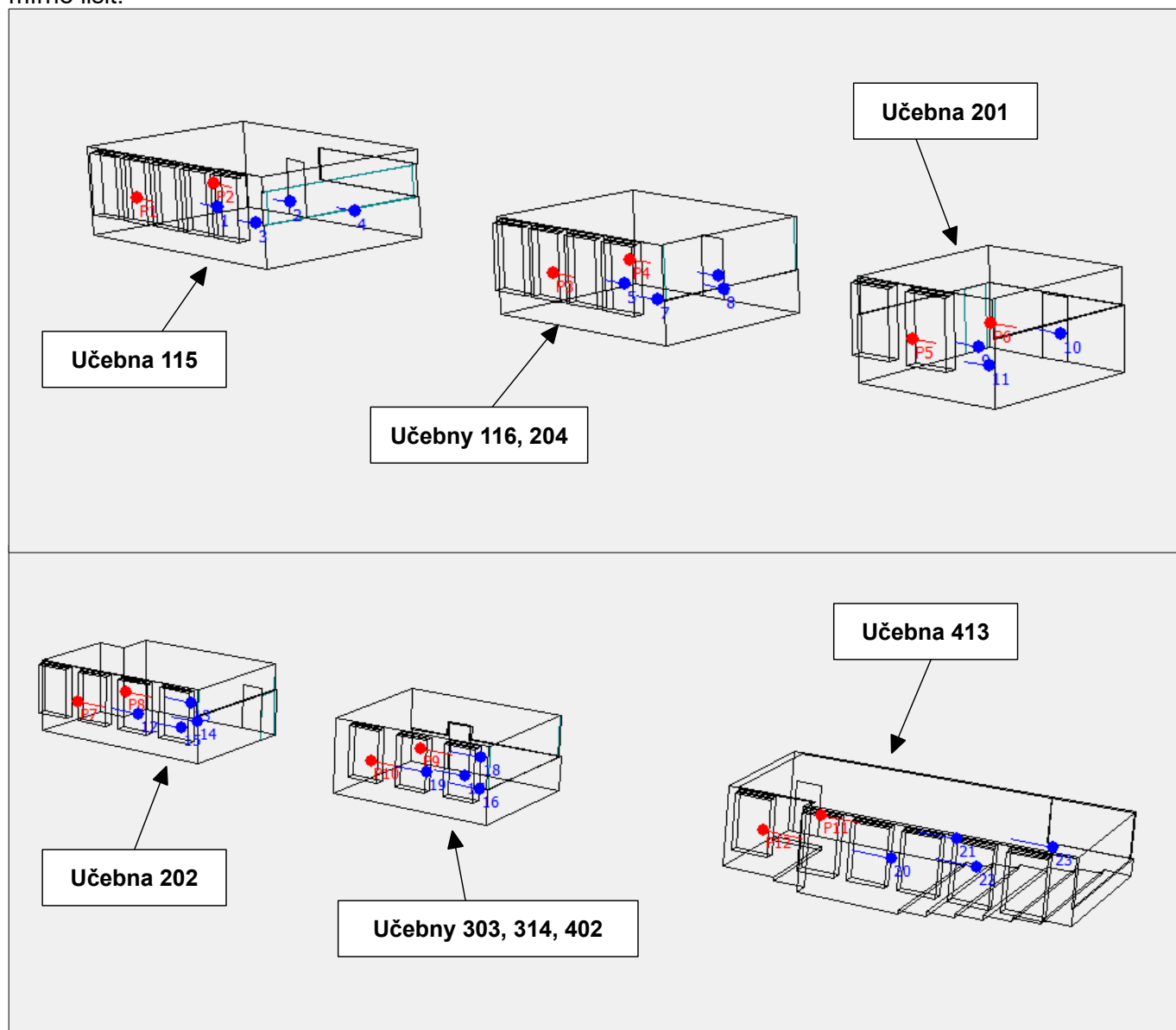
Tab./2 Přípustné rozmezí T/T_0

Účel prostoru	Místnost	Meze	Střední kmitočet f (Hz) oktávového pásma											
			125		250		500		1000		2000		4000	
			T/T_0	T	T/T_0	T	T/T_0	T	T/T_0	T	T/T_0	T	T/T_0	T
Odborné učebny	Učebna 115	horní	1,20	0,74	1,20	0,74	1,20	0,74	1,20	0,74	1,20	0,74	1,20	0,74
		dolní	0,65	0,40	0,80	0,50	0,80	0,50	0,80	0,50	0,80	0,50	0,65	0,40
	Učebny 116, 204	horní	1,20	0,68	1,20	0,68	1,20	0,68	1,20	0,68	1,20	0,68	1,20	0,68
		dolní	0,65	0,37	0,80	0,46	0,80	0,46	0,80	0,46	0,80	0,46	0,65	0,37
	Učebna 201	horní	1,20	0,62	1,20	0,62	1,20	0,62	1,20	0,62	1,20	0,62	1,20	0,62
		dolní	0,65	0,34	0,80	0,42	0,80	0,42	0,80	0,42	0,80	0,42	0,65	0,34
	Učebna 202	horní	1,20	0,70	1,20	0,70	1,20	0,70	1,20	0,70	1,20	0,70	1,20	0,70
		dolní	0,65	0,38	0,80	0,46	0,80	0,46	0,80	0,46	0,80	0,46	0,65	0,38
Jazykové učebny	Učebny 303, 314, 402	horní	1,20	0,54	1,20	0,54	1,20	0,54	1,20	0,54	1,20	0,54	1,20	0,54
		dolní	0,65	0,30	0,80	0,36	0,80	0,36	0,80	0,36	0,80	0,36	0,65	0,36
Multimediální učebny	Učebna 413	horní	1,20	0,65	1,20	0,65	1,20	0,65	1,20	0,65	1,20	0,65	1,20	0,65
		dolní	0,65	0,35	0,80	0,43	0,80	0,43	0,80	0,43	0,80	0,43	0,65	0,35

4.2 Výpočtový model

Výpočet doby dozvuku byl proveden za pomoci softwaru ODEON [6]. 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 určité úrovně detailů. Následně byla k vypočteným hodnotám doby dozvuku přičtena pohltivost osob. Jedná se o shodný postup jako při měření doby dozvuku.

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.



Obr./6/ Výpočtový model

4.3 Učebna 115

Učebna 115 bude využívána jako učebna IT. V učebně je uvažováno s kapacitou 18 žáků, pro výpočet je předpokládána obsazenost učebny z 80 % tj. 15 žáků a jeden učitel. Pohltivost žáků je uvažována dle ČSN 73 0527 pro žáky sedící u stolů dle výpočtu v prostoru bez nábytku.

4.3.1 Návrh úprav

Na celou plochu stropu se umístí podhled z perforovaných sádrokartonových desek s čtvercovým děrováním se svěšením 200 mm (od plného odrazivého prvku skladby stropní konstrukce) s vloženou minerální izolací tloušťky 50 mm (referenční výrobek Rigiton RL 12-25Q, referenční výrobce doporučuje Akustic SSP 2 nebo MULTIPLAT 35).

Na interiérovou stěnu naproti oknům se umístí obklad z perforovaných sádrokartonových desek v odsazení 60 mm s vloženou minerální izolací tloušťky 50 mm (referenční výrobek Gyptone Big Quattro 46, referenční výrobce doporučuje izolaci např. Isover Piano) výšky 1,2 m od výšky cca 1,5 m nad podlahou o ploše cca 6 m².

Na exteriérovou stěnu naproti tabuli se umístí obklad z perforovaných sádrokartonových desek bez minerální izolace (referenční výrobek Gyptone Big Quattro 46) výšky 1,2 m, od výšky cca 1,5 m nad podlahou o ploše 8 m².

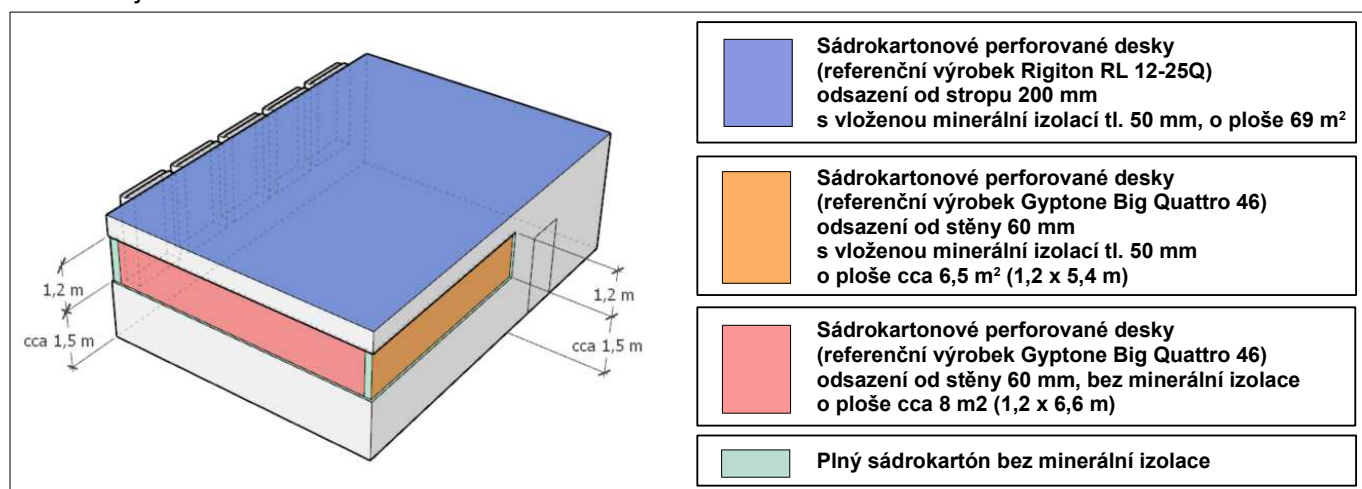
Plocha a umístění pohltivých obkladů jsou zřejmé z následujícího obrázku, zbylé části kolem pohltivého obkladu se vyplní plnou sádrokartonovou deskou odsazenou v zarovnání s pohltivým obkladem.

Uvažované činitele pohltivosti navržených obkladů jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab./3/ Průběh činitele pohltivosti v oktávových pásmech – učebna 115

Použité obklady	Střední kmitočet f (Hz) oktávového pásma					
	125	250	500	1000	2000	4000
perforované sdk desky bez rastru, svěšení 200 mm, s vloženou minerální izolací tl. 50 mm	0,70	0,85	0,85	0,90	0,85	0,90
perforované sdk desky v rastru děrování 600 mm, odsazení 60 mm, s vloženou minerální izolací tl. 50 mm	0,63	0,61	0,59	0,53	0,47	0,43
perforované sdk desky v rastru děrování 600 mm, odsazení 60 mm, bez minerální izolace	0,20	0,45	0,60	0,50	0,45	0,40

Ostatní povrchy jsou uvažovány jako odrazivé (všechny povrchy mají hodnotu váženého činitele zvukové pohltivosti $\alpha_w \leq 0,1$). Uvažované činitele pohltivosti navržených pohltivých obkladů jsou uvedeny v následující tabulce.



Obr./7/ Rozmístění pohltivých ploch – učebna 115

4.3.2 Posouzení

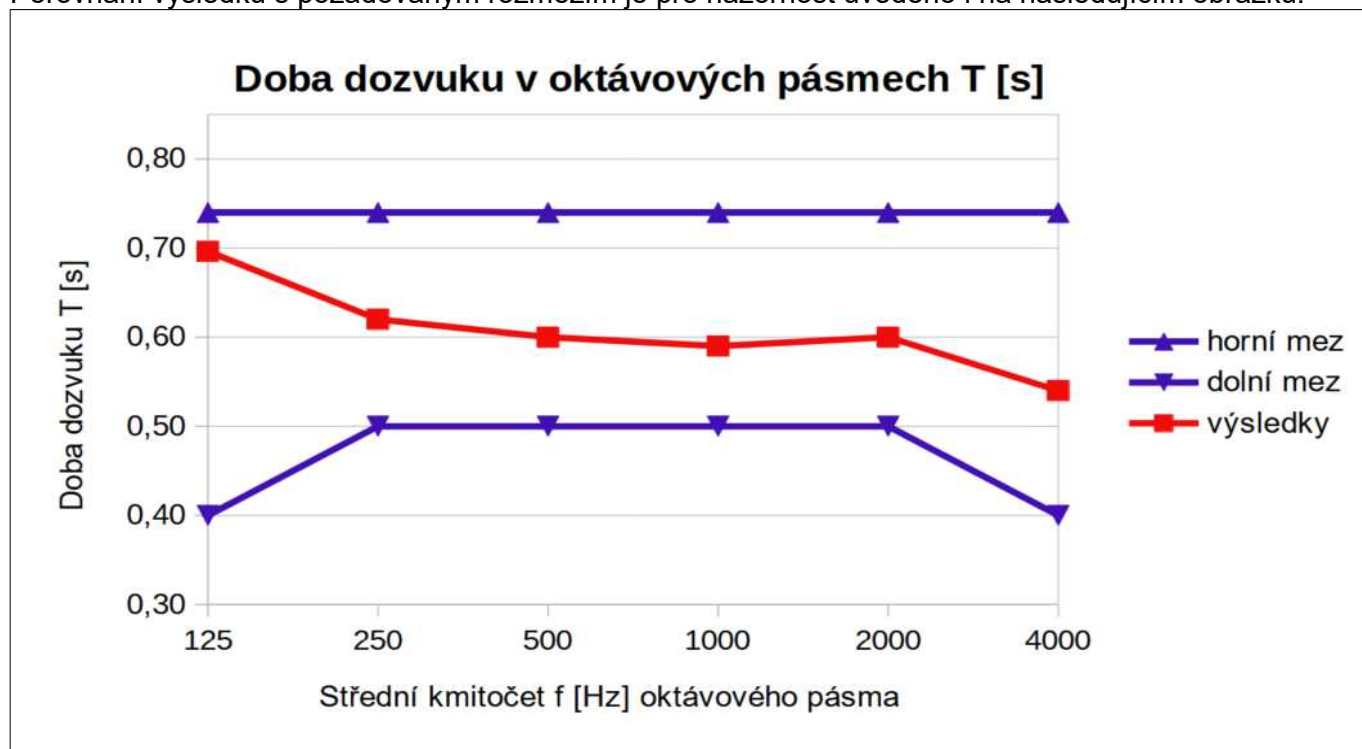
K hodnocení prostorové akustiky projektovaného prostoru je použit software ODEON 15.16 Auditorium. Dále jsou uvedeny vypočtené hodnoty doby dozvuku pro projektovanou místnost a jejich porovnání s normovými požadavky dle ČSN 73 0527.

Tab./4/ Posouzení vypočtené doby dozvuku – učebna 115

Parametr		Znač.	Jedn.	Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
				125	250	500	1000	2000	4000
Vypočtená doba dozvuku v oktávových pásmech		T	s	0,70	0,62	0,60	0,59	0,60	0,54
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku	Horní mez	$T_{E,N}$	s	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
	Dolní mez	$T_{E,N}$	s	0,40	0,50	0,50	0,50	0,50	0,40
Hodnocení				+	+	+	+	+	+

Z tabulky je zřejmé, že vypočtené hodnoty doby dozvuku leží ve všech kmitočtových pásmech v požadovaném rozmezí stanoveném pro odbornou učebnu dle ČSN 73 0527.

Porovnání výsledků s požadovaným rozmezím je pro názornost uvedeno i na následujícím obrázku.

**Obr./8/ Grafické porovnání výsledků s požadavky ČSN 73 0527 – učebna 115**

4.4 Učebny 116, 204

Učebny 116 a 204 budou využívány jako učebna IT. V učebnách je uvažováno s kapacitou 18 žáků, pro výpočet je předpokládána obsazenost učebny z 80 % tj. 15 žáků a jeden učitel. Pohltivost žáků je uvažována dle ČSN 73 0527 pro žáky sedící u stolů dle výpočtu v prostoru bez nábytku. Učebny jsou rozměrově téměř stejné a mají stejné využití proto návrh pohltivých úprav platí pro obě dvě učebny.

4.4.1 Návrh úprav

Na celou plochu stropu se umístí podhled z perforovaných sádrokartonových desek s čtvercovým děrováním se svěšením 200 mm (od plného odrazivého prvku skladby stropní konstrukce) s vloženou minerální izolací tloušťky 50 mm (referenční výrobek Rigiton RL 12-25Q, referenční výrobce doporučuje Akustic SSP 2 nebo MULTIPLAT 35).

Na interiérovou stěnu naproti tabuli se umístí obklad z perforovaných sádrokartonových desek v odsazení 60 mm s vloženou minerální izolací tloušťky 50 mm (referenční výrobek Gyptone Big Quattro 46, referenční výrobce doporučuje izolaci např. Isover Piano) výšky 1,8 m od výšky cca 1,5 m nad podlahou o ploše cca 11 m².

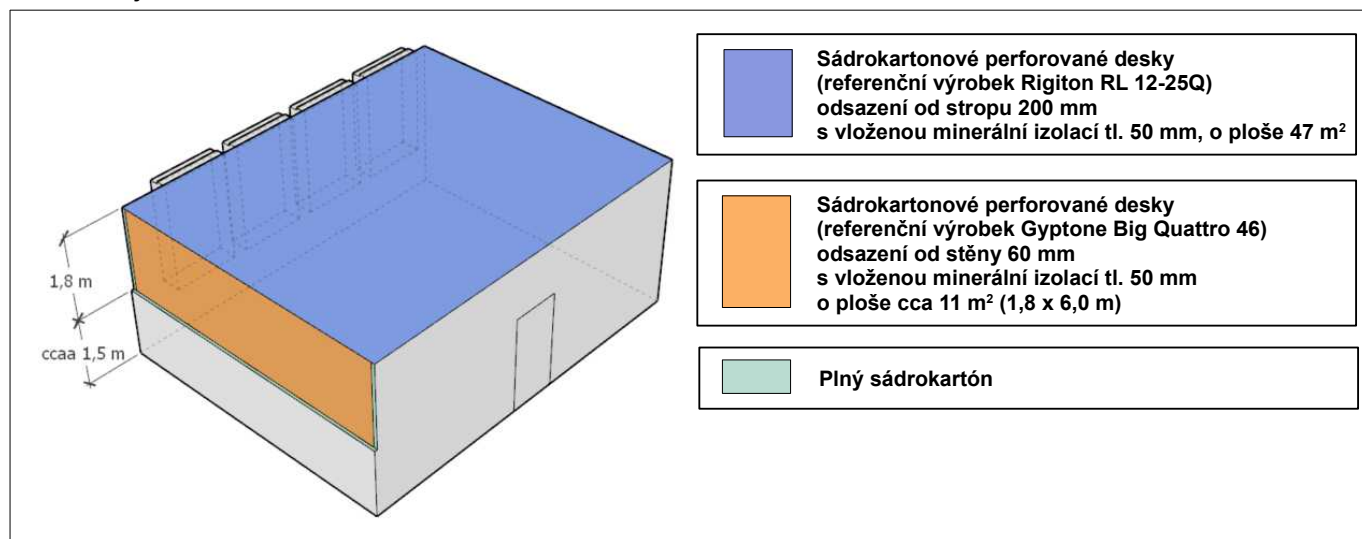
Plocha a umístění pohltivých obkladů jsou zřejmé z následujícího obrázku, zbylé části kolem pohltivého obkladu se vyplní plnou sádrokartonovou deskou odsazenou v zarovnání s pohltivým obkladem.

Uvažované činitele pohltivosti navržených obkladů jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab./5/ Průběh činitele pohltivosti v oktavových pásmech – učebny 116, 204

Použité obklady	Střední kmitočet f (Hz) oktavového pásma					
	125	250	500	1000	2000	4000
perforované sdk desky bez rastru, svěšení 200 mm, s vloženou minerální izolací tl. 50 mm	0,70	0,85	0,85	0,90	0,85	0,90
perforované sdk desky v rastru děrování 600 mm, odsazení 60 mm, s vloženou minerální izolací tl. 50 mm	0,63	0,61	0,59	0,53	0,47	0,43

Ostatní povrchy jsou uvažovány jako odrazivé (všechny povrchy mají hodnotu váženého činitele zvukové pohltivosti $\alpha_w \leq 0,1$). Uvažované činitele pohltivosti navržených pohltivých obkladů jsou uvedeny v následující tabulce.



Obr./9/ Rozmístění pohltivých ploch – učebny 116, 204

4.4.2 Posouzení

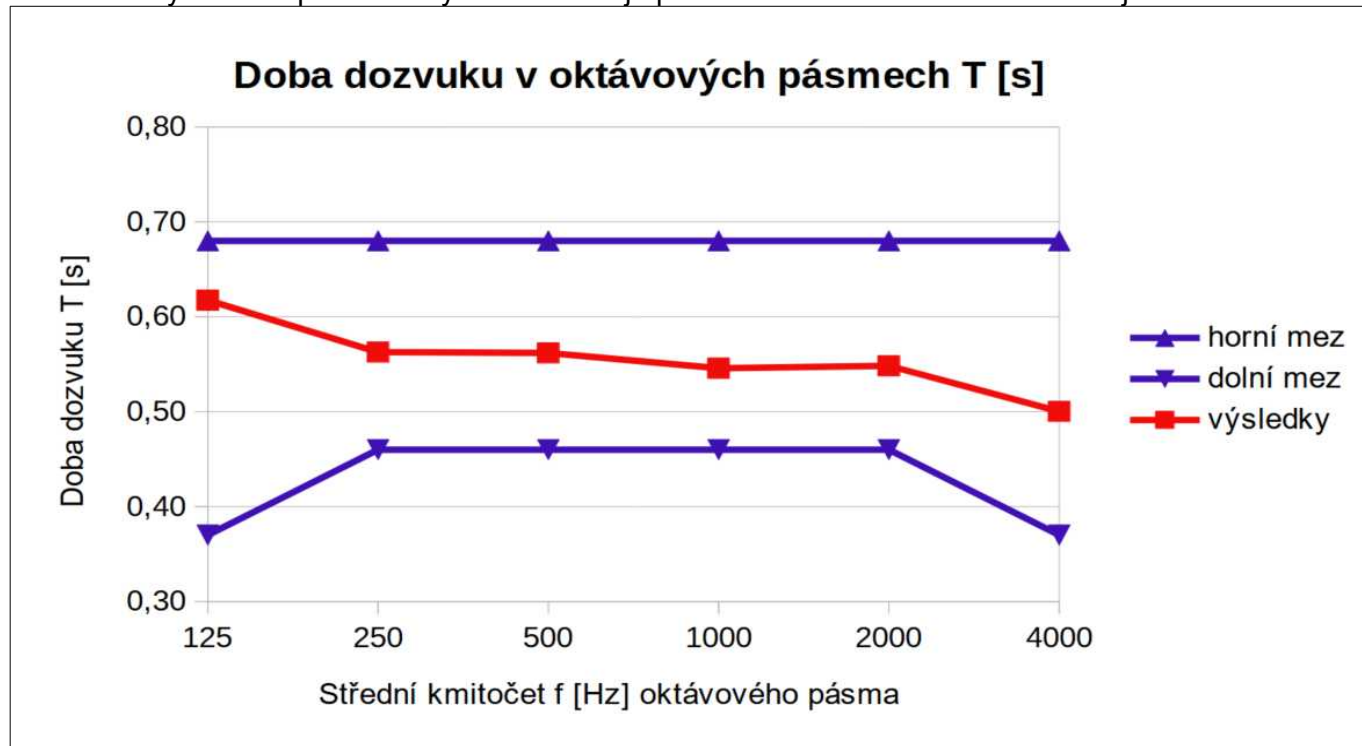
K hodnocení prostorové akustiky projektovaného prostoru je použit software ODEON 15.16 Auditorium. Dále jsou uvedeny vypočtené hodnoty doby dozvuku pro projektovanou místnost a jejich porovnání s normovými požadavky dle ČSN 73 0527.

Tab./6/ Posouzení vypočtené doby dozvuku – učebny 116, 204

Parametr		Znač.	Jedn.	Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
				125	250	500	1000	2000	4000
Vypočtená doba dozvuku v oktávových pásmech		T	s	0,62	0,56	0,56	0,55	0,55	0,50
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku	Horní mez	$T_{E,N}$	s	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
	Dolní mez	$T_{E,N}$	s	0,37	0,46	0,46	0,46	0,46	0,37
Hodnocení				+	+	+	+	+	+

Z tabulky je zřejmé, že vypočtené hodnoty doby dozvuku leží ve všech kmitočtových pásmech v požadovaném rozmezí stanoveném pro odbornou učebnu dle ČSN 73 0527.

Porovnání výsledků s požadovaným rozmezím je pro názornost uvedeno i na následujícím obrázku.

**Obr./10/ Grafické porovnání výsledků s požadavky ČSN 73 0527 – učebny 116, 204**

4.5 Učebna 201

Učebna 201 bude využívána jako učebna fiktivní firmy. V učebně je uvažováno s kapacitou 5 žáků, pro výpočet je předpokládána obsazenost učebny z 80 % tj. 4 žáků a jeden učitel. Pohltivost žáků je uvažována dle ČSN 73 0527 pro žáky sedící u stolů dle výpočtu v prostoru bez nábytku.

4.5.1 Návrh úprav

Na celou plochu stropu se umístí podhled z perforovaných sádkartonových desek s čtvercovým děrováním se svěšením 200 mm (od plného odrazivého prvku skladby střešní konstrukce) s vloženou minerální izolací tloušťky 50 mm (referenční výrobek Rigiton RL 12-25Q, referenční výrobce doporučuje Akustic SSP 2 nebo MULTIPLAT 35).

Na 3 interiérové stěny se umístí obklad z perforovaných sádkartonových desek v odsazení 60 mm s vloženou minerální izolací tloušťky 50 mm (referenční výrobek Gyptone Big Quattro 46, referenční výrobce doporučuje izolaci např. Isover Piano) výšky 1,2 m od výšky cca 2,15 m nad podlahou o celkové ploše cca 21 m².

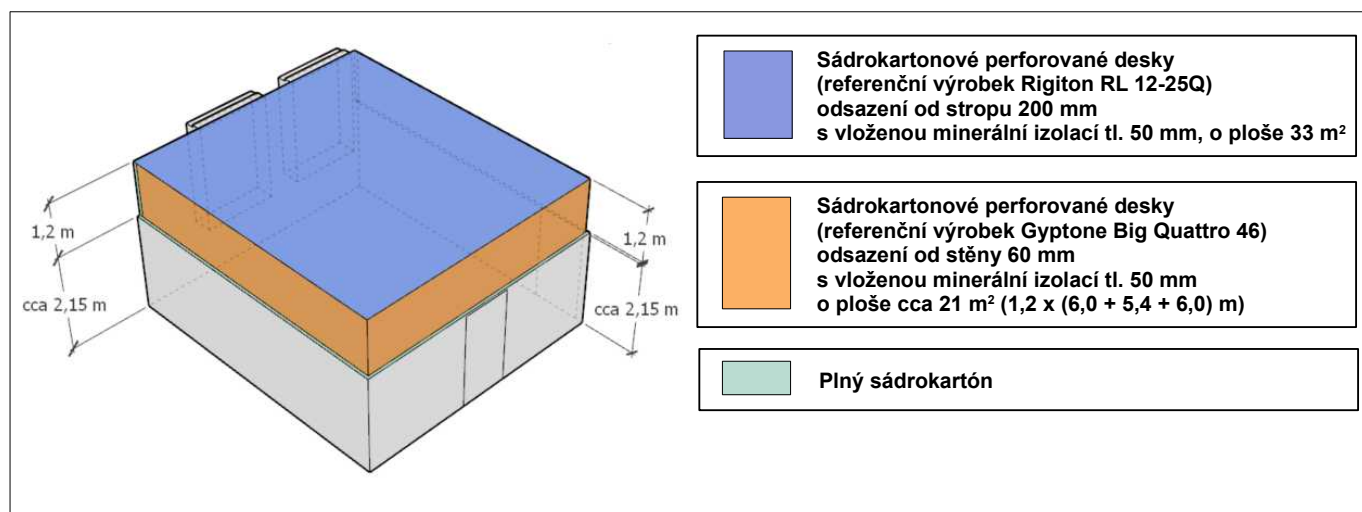
Plocha a umístění pohltivých obkladů jsou zřejmé z následujícího obrázku, zbylé části kolem pohltivého obkladu se vyplní plnou sádkartonovou deskou odsazenou v zarovnání s pohltivým obkladem.

Uvažované činitele pohltivosti navržených obkladů jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab./7/ Průběh činitele pohltivosti v oktávových pásmech – učebna 201

Použité obklady	Střední kmitočet f (Hz) oktávového pásma					
	125	250	500	1000	2000	4000
perforované sdk desky bez rastru, svěšení 200 mm, s vloženou minerální izolací tl. 50 mm	0,70	0,85	0,85	0,90	0,85	0,90
perforované sdk desky v rastru děrování 600 mm, odsazení 60 mm, s vloženou minerální izolací tl. 50 mm	0,63	0,61	0,59	0,53	0,47	0,43

Ostatní povrchy jsou uvažovány jako odrazivé (všechny povrchy mají hodnotu váženého činitele zvukové pohltivosti $\alpha_w \leq 0,1$). Uvažované činitele pohltivosti navržených pohltivých obkladů jsou uvedeny v následující tabulce.



Obr./11/ Rozmístění pohltivých ploch – učebna 201

4.5.2 Posouzení

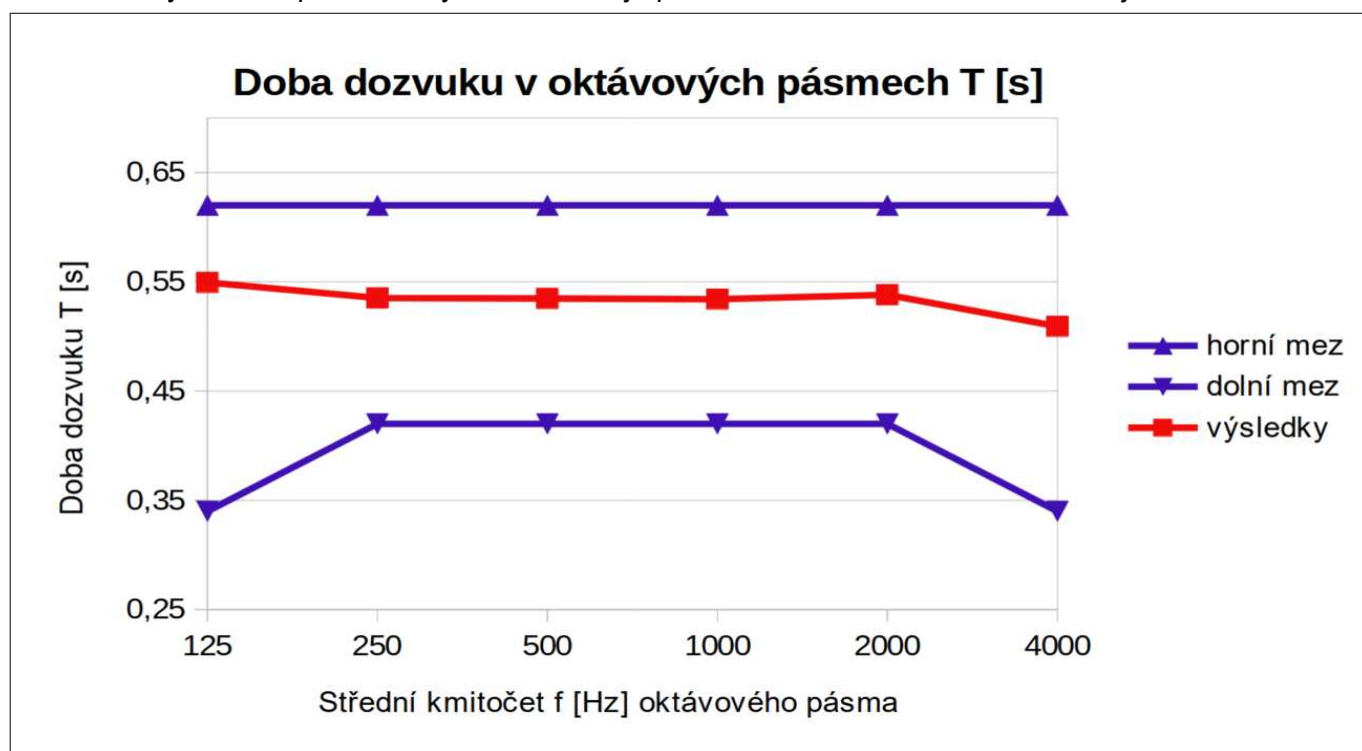
K hodnocení prostorové akustiky projektovaného prostoru je použit software ODEON 15.16 Auditorium. Dále jsou uvedeny vypočtené hodnoty doby dozvuku pro projektovanou místnost a jejich porovnání s normovými požadavky dle ČSN 73 0527.

Tab./8/ Posouzení vypočtené doby dozvuku – učebna 201

Parametr		Znač.	Jedn.	Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
				125	250	500	1000	2000	4000
Vypočtená doba dozvuku v oktávových pásmech		T	s	0,55	0,54	0,53	0,53	0,54	0,51
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku	Horní mez	$T_{E,N}$	s	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
	Dolní mez	$T_{E,N}$	s	0,34	0,42	0,42	0,42	0,42	0,34
Hodnocení				+	+	+	+	+	+

Z tabulky je zřejmé, že vypočtené hodnoty doby dozvuku leží ve všech kmitočtových pásmech v požadovaném rozmezí stanoveném pro odbornou učebnu dle ČSN 73 0527.

Porovnání výsledků s požadovaným rozmezím je pro názornost uvedeno i na následujícím obrázku.

**Obr./12/ Grafické porovnání výsledků s požadavky ČSN 73 0527 – učebna 201**

4.6 Učebna 202

Učebna 202 bude využívána jako učebna fiktivní firmy. V učebně je uvažováno s kapacitou 24 žáků, pro výpočet je předpokládána obsazenost učebny z 80 % tj. 20 žáků a jeden učitel. Pohltivost žáků je uvažována dle ČSN 73 0527 pro žáky sedící u stolů dle výpočtu v prostoru bez nábytku.

4.6.1 Návrh úprav

Na celou plochu stropu se umístí podhled z perforovaných sádrokartonových desek s čtvercovým děrováním se svěšením 200 mm (od plného odrazivého prvku skladby střešní konstrukce) s vloženou minerální izolací tloušťky 50 mm (referenční výrobek Rigiton RL 12-25Q, referenční výrobce doporučuje Akustic SSP 2 nebo MULTIPLAT 35).

Na 1 interiérovou stěnu naproti tabuli se umístí obklad z perforovaných sádrokartonových desek v odsazení 60 mm s vloženou minerální izolací tloušťky 50 mm (referenční výrobek Gyptone Big Quattro 46, referenční výrobce doporučuje izolaci např. Isover Piano) výšky 1,2 m od výšky cca 2,15 m nad podlahou o celkové ploše cca 7 m².

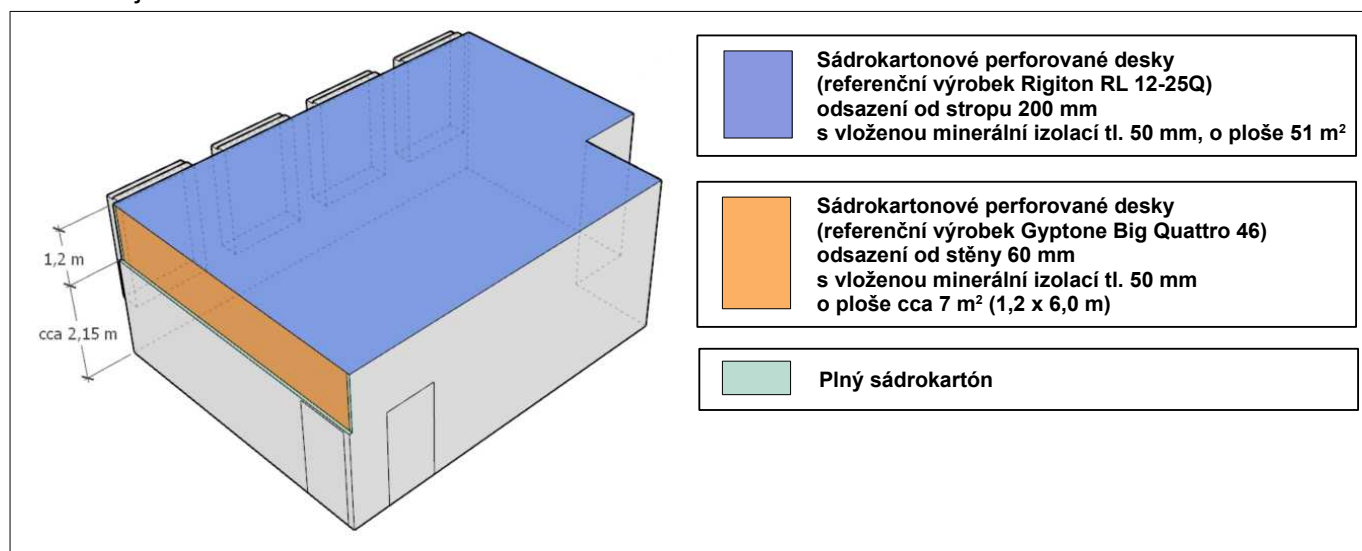
Plocha a umístění pohltivých obkladů jsou zřejmé z následujícího obrázku, zbylé části kolem pohltivého obkladu se vyplní plnou sádrokartonovou deskou odsazenou v zarovnání s pohltivým obkladem.

Uvažované činitele pohltivosti navržených obkladů jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab./9/ Průběh činitele pohltivosti v oktavových pásmech – učebna 202

Použité obklady	Střední kmitočet f (Hz) oktavového pásma					
	125	250	500	1000	2000	4000
perforované sdk desky bez rastru, svěšení 200 mm, s vloženou minerální izolací tl. 50 mm	0,70	0,85	0,85	0,90	0,85	0,90
perforované sdk desky v rastru děrování 600 mm, odsazení 60 mm, s vloženou minerální izolací tl. 50 mm	0,63	0,61	0,59	0,53	0,47	0,43

Ostatní povrchy jsou uvažovány jako odrazivé (všechny povrchy mají hodnotu váženého činitele zvukové pohltivosti $\alpha_w \leq 0,1$). Uvažované činitele pohltivosti navržených pohltivých obkladů jsou uvedeny v následující tabulce.



Obr./13/ Rozmístění pohltivých ploch – učebna 202

4.6.2 Posouzení

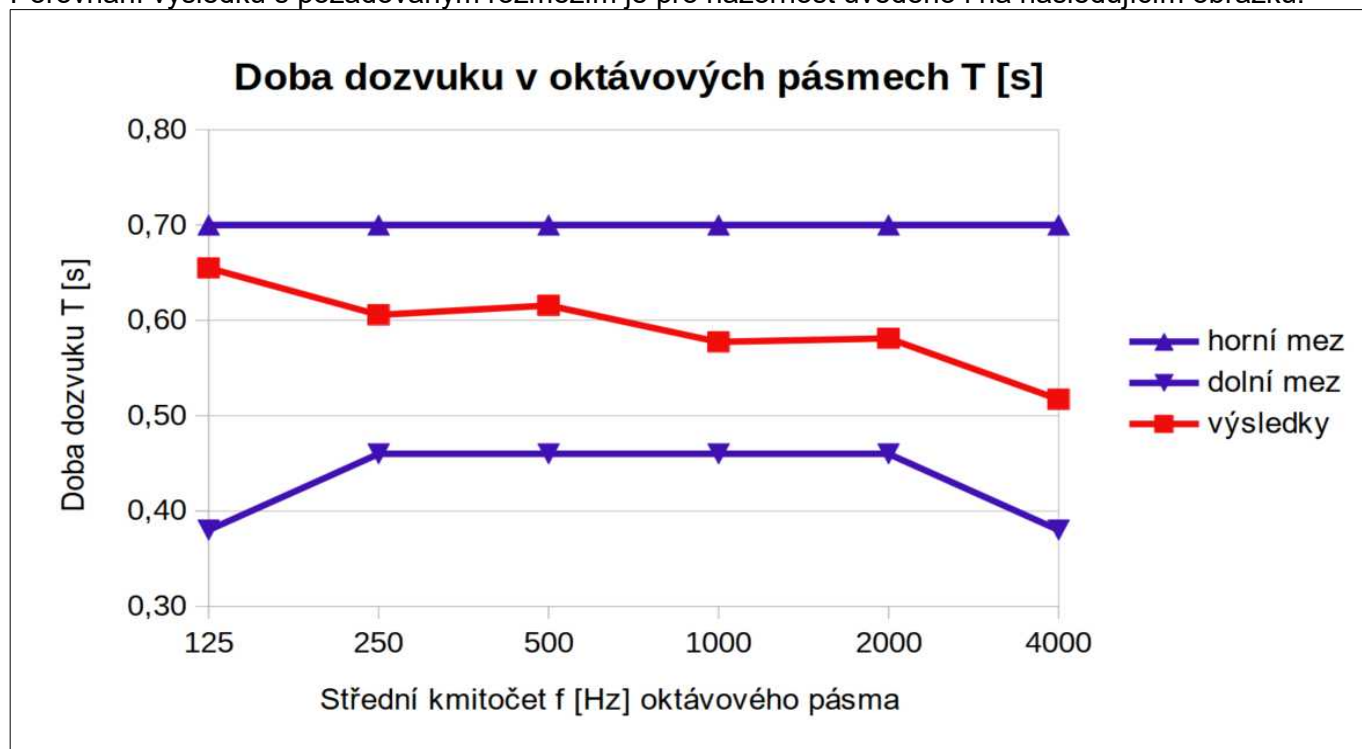
K hodnocení prostorové akustiky projektovaného prostoru je použit software ODEON 15.16 Auditorium. Dále jsou uvedeny vypočtené hodnoty doby dozvuku pro projektovanou místnost a jejich porovnání s normovými požadavky dle ČSN 73 0527.

Tab./10/ Posouzení vypočtené doby dozvuku – učebna 202

Parametr		Znač.	Jedn.	Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
				125	250	500	1000	2000	4000
Vypočtená doba dozvuku v oktávových pásmech		T	s	0,65	0,61	0,62	0,58	0,58	0,52
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku	Horní mez	$T_{E,N}$	s	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
	Dolní mez	$T_{E,N}$	s	0,38	0,46	0,46	0,46	0,46	0,38
Hodnocení				+	+	+	+	+	+

Z tabulky je zřejmé, že vypočtené hodnoty doby dozvuku leží ve všech kmitočtových pásmech v požadovaném rozmezí stanoveném pro odbornou učebnu dle ČSN 73 0527.

Porovnání výsledků s požadovaným rozmezím je pro názornost uvedeno i na následujícím obrázku.

**Obr./14/ Grafické porovnání výsledků s požadavky ČSN 73 0527 – učebna 202**

4.7 Učebny 303, 314

Učebna 303 a 314 budou využívány jako učebny cizích jazyků. V učebnách je uvažováno s kapacitou 20 žáků, pro výpočet je předpokládána obsazenost učebny z 80 % tj. 16 žáků a jeden učitel. Pohltivost žáků je uvažována dle ČSN 73 0527 pro žáky sedící u stolů dle výpočtu v prostoru bez nábytku. Učebny jsou rozměrově téměř stejné a mají stejné využití proto návrh pohltivých úprav platí pro obě dvě učebny.

4.7.1 Návrh úprav

Na celou plochu stropu se umístí podhled z perforovaných sádrokartonových desek s čtvercovým děrováním se svěšením 200 mm (od plného odrazivého prvku skladby střešní konstrukce) s vloženou minerální izolací tloušťky 50 mm (referenční výrobek Rigiton RL 12-25Q, referenční výrobce doporučuje Akustic SSP 2 nebo MULTIPLAT 35).

Na 2 interiérové stěny se umístí obklad z perforovaných sádrokartonových desek v odsazení 60 mm s vloženou minerální izolací tloušťky 50 mm (referenční výrobek Gyptone Big Quattro 46, referenční výrobce doporučuje izolaci např. Isover Piano) výšky 1,8 m od výšky cca 1,5 m nad podlahou o celkové ploše cca 23 m².

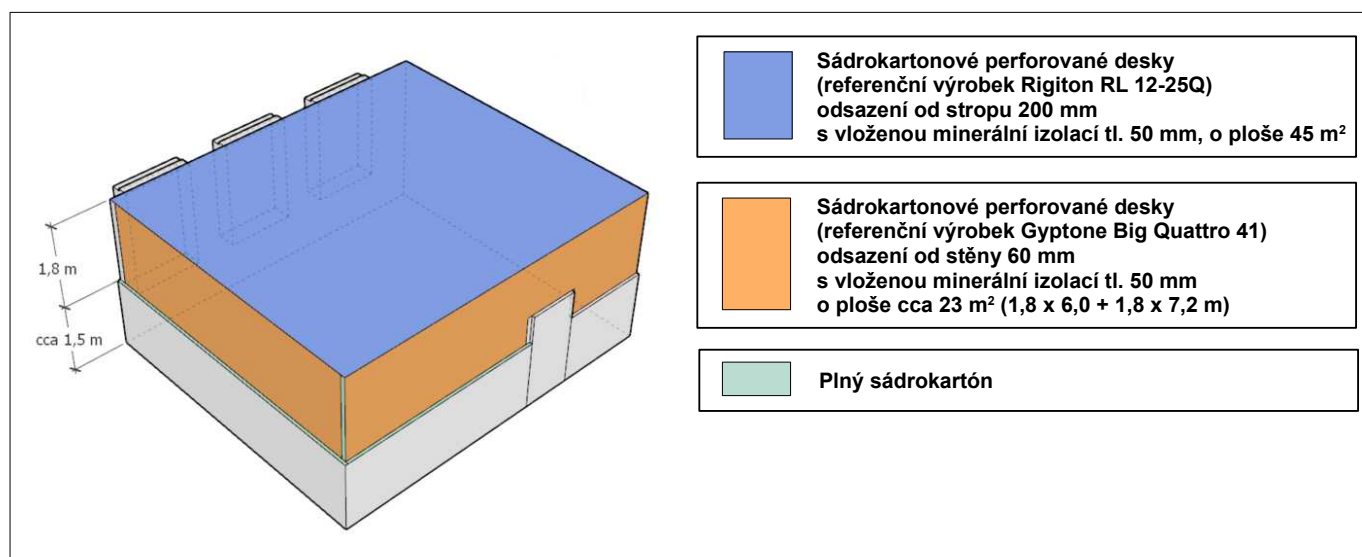
Plocha a umístění pohltivých obkladů jsou zřejmé z následujícího obrázku, zbylé části kolem pohltivého obkladu se vyplní plnou sádrokartonovou deskou odsazenou v zarovnání s pohltivým obkladem.

Uvažované činitele pohltivosti navržených obkladů jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab./11/ Průběh činitele pohltivosti v oktákových pásmech – učebny 303, 314

Použité obklady	Střední kmitočet f (Hz) oktávového pásma					
	125	250	500	1000	2000	4000
perforované sdk desky bez rastru, svěšení 200 mm, s vloženou minerální izolací tl. 50 mm	0,70	0,85	0,85	0,90	0,85	0,90
perforované sdk desky v rastru děrování 600 mm, odsazení 60 mm, s vloženou minerální izolací tl. 50 mm	0,63	0,61	0,59	0,53	0,47	0,43

Ostatní povrchy jsou uvažovány jako odrazivé (všechny povrchy mají hodnotu váženého činitele zvukové pohltivosti $\alpha_w \leq 0,1$). Uvažované činitele pohltivosti navržených pohltivých obkladů jsou uvedeny v následující tabulce.



Obr./15/ Rozmístění pohltivých ploch – učebny 303, 314

4.7.2 Posouzení

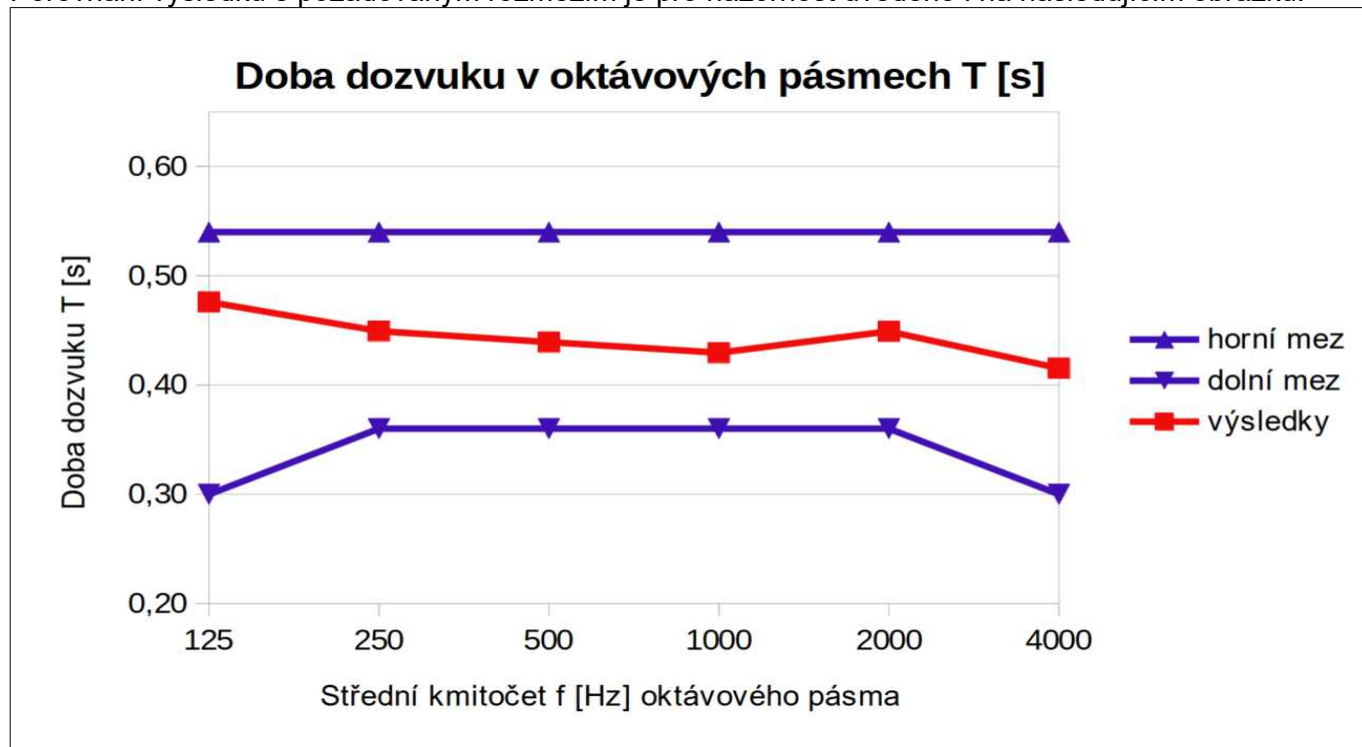
K hodnocení prostorové akustiky projektovaného prostoru je použit software ODEON 15.16 Auditorium. Dále jsou uvedeny vypočtené hodnoty doby dozvuku pro projektovanou místnost a jejich porovnání s normovými požadavky dle ČSN 73 0527.

Tab./12/ Posouzení vypočtené doby dozvuku – učebny 303,314

Parametr		Znač.	Jedn.	Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
				125	250	500	1000	2000	4000
Vypočtená doba dozvuku v oktávových pásmech		T	s	0,48	0,45	0,44	0,43	0,45	0,42
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku	Horní mez	$T_{E,N}$	s	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
	Dolní mez	$T_{E,N}$	s	0,30	0,36	0,36	0,36	0,36	0,30
Hodnocení				+	+	+	+	+	+

Z tabulky je zřejmé, že vypočtené hodnoty doby dozvuku leží ve všech kmitočtových pásmech v požadovaném rozmezí stanoveném pro jazykovou učebnu dle ČSN 73 0527.

Porovnání výsledků s požadovaným rozmezím je pro názornost uvedeno i na následujícím obrázku.

**Obr./16/ Grafické porovnání výsledků s požadavky ČSN 73 0527 – učebny 303, 314**

4.8 Učebna 402

Učebna 402 bude využívána jako učebna cizích jazyků. V učebně je uvažováno s kapacitou 20 žáků, pro výpočet je předpokládána obsazenost učebny z 80 % tj. 16 žáků a jeden učitel. Pohltivost žáků je uvažována dle ČSN 73 0527 pro žáky sedící u stolů dle výpočtu v prostoru bez nábytku.

Učebny 402, 303 a 313 jsou rozměrově téměř stejné a mají stejné využití. Učebna 402 se nachází v posledním podlaží objektu a nad ní se nachází nevytápěný půdní prostor. Při provedení posouzení tepelně vlhkostního chování skladeb pro prevenci před rizikem růstu plísně a tvorby kondenzátu nad podhledem je možné i pro tento prostor použít stejný návrh úprav jako v učebnách 303 a 313 s podhledem s vloženou minerální izolací. V této kapitole bude uveden návrh s podhledem bez aplikace minerální izolace.

4.8.1 Návrh úprav

Na větší část plochy stropu se umístí podhled z perforovaných sádkartonových desek s čtvercovým děrováním se svěšením 200 mm (od plného odrazivého prvku skladby stropní konstrukce) bez vložené minerální izolace (referenční výrobek Gyptone Big Quattro 46) o ploše cca 40 m².

Na 2 interiérové stěny se umístí obklad z perforovaných sádkartonových desek v odsazení 60 mm s vloženou minerální izolací tloušťky 50 mm (referenční výrobek Gyptone Big Quattro 41, referenční výrobce doporučuje izolaci např. Isover Piano) výšky 1,8 m od výšky cca 1,5 m nad podlahou na stěně naproti oknům a výšky 2,4 m od výšky cca 0,9 m nad podlahou na stěně naproti tabulí o celkové ploše cca 27 m².

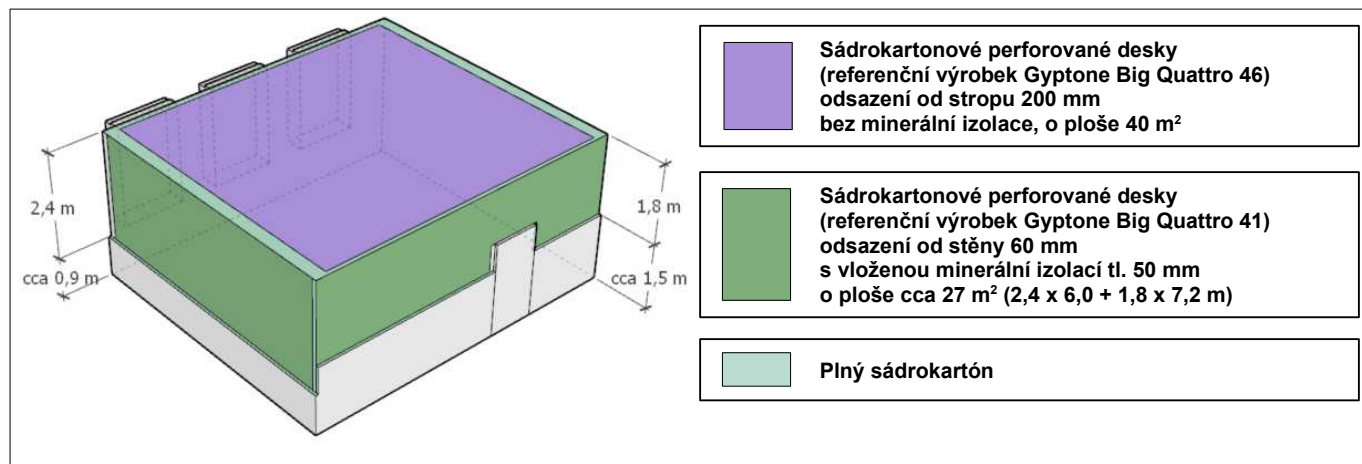
Plocha a umístění pohltivých obkladů jsou zřejmé z následujícího obrázku, zbylé části kolem pohltivého obkladu se vyplní plnou sádkartonovou deskou odsazenou v zarovnání s pohltivým obkladem.

Uvažované činitele pohltivosti navržených obkladů jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab./13/ Průběh činitele pohltivosti v oktávových pásmech – učebna 402

Použité obklady	Střední kmitočet f (Hz) oktávového pásma					
	125	250	500	1000	2000	4000
perforované sdk desky v rastru děrování 600 mm, odsazení 200 mm, bez minerální izolace	0,65	0,60	0,59	0,45	0,40	0,38
perforované sdk desky v rastru děrování 600 mm, odsazení 60 mm, s vloženou minerální izolací tl. 50 mm	0,58	0,66	0,74	0,72	0,69	0,62

Ostatní povrchy jsou uvažovány jako odrazivé (všechny povrchy mají hodnotu váženého činitele zvukové pohltivosti $\alpha_w \leq 0,1$). Uvažované činitele pohltivosti navržených pohltivých obkladů jsou uvedeny v následující tabulce.



Obr./17/ Rozmístění pohltivých ploch – učebna 402

4.8.2 Posouzení

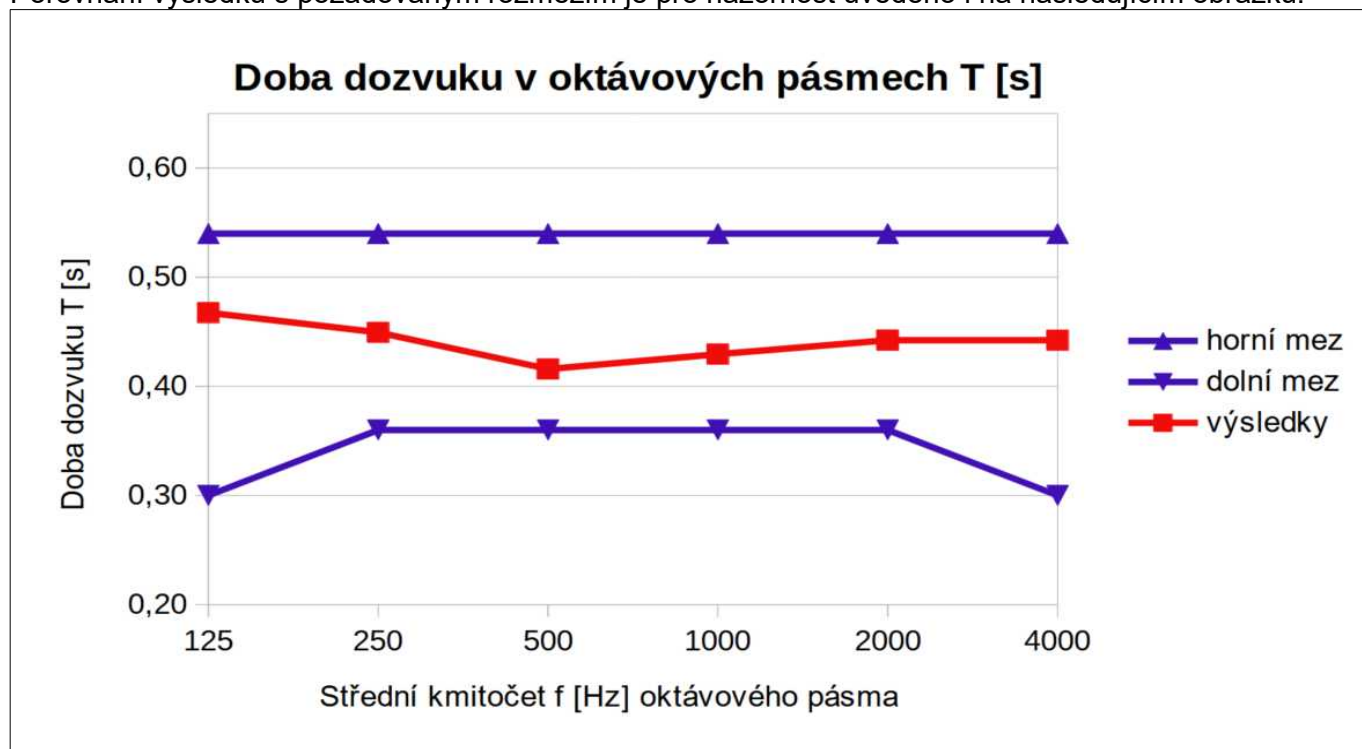
K hodnocení prostorové akustiky projektovaného prostoru je použit software ODEON 15.16 Auditorium. Dále jsou uvedeny vypočtené hodnoty doby dozvuku pro projektovanou místnost a jejich porovnání s normovými požadavky dle ČSN 73 0527.

Tab./14/ Posouzení vypočtené doby dozvuku – učebna 402

Parametr		Znač.	Jedn.	Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
				125	250	500	1000	2000	4000
Vypočtená doba dozvuku v oktávových pásmech		T	s	0,47	0,45	0,42	0,43	0,44	0,44
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku	Horní mez	$T_{E,N}$	s	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54
	Dolní mez	$T_{E,N}$	s	0,30	0,36	0,36	0,36	0,36	0,30
Hodnocení				+	+	+	+	+	+

Z tabulky je zřejmé, že vypočtené hodnoty doby dozvuku leží ve všech kmitočtových pásmech v požadovaném rozmezí stanoveném pro jazykovou učebnu dle ČSN 73 0527.

Porovnání výsledků s požadovaným rozmezím je pro názornost uvedeno i na následujícím obrázku.

**Obr./18/ Grafické porovnání výsledků s požadavky ČSN 73 0527 – učebna 402**

4.9 Učebna 413

Učebna 413 bude využívána jako multimediální učebna. V prostoru je uvažováno s kapacitou 72 osob, dle postupu dle ČSN 73 0527 pro výpočet je předpokládána obsazená plocha cca 45 m² (dle dodaného objednatelem výkresu rozmístění míst k sezení) .

4.9.1 Návrh úprav

Na větší část plochy stropu se umístí pohled z perforovaných sádkartonových desek s čtvercovým děrováním se svěšením 200 mm (od plného odrazivého prvku skladby stropní konstrukce) bez vložené minerální izolace (referenční výrobek Gyptone Big Quattro 46) o ploše cca 81 m².

Na interiérovou stěnu naproti oknům se umístí obklad z perforovaných sádkartonových desek v odsazení 60 mm s vloženou minerální izolací tloušťky 50 mm (referenční výrobek Gyptone Big Quattro 46, referenční výrobce doporučuje izolaci např. Isover Piano) výšky 1,8 m o ploše cca 5 m².

Na exteriérovou stěnu naproti tabuli se umístí obklad z perforovaných sádkartonových desek bez minerální izolace (referenční výrobek Gyptone Big Quattro 46) výšky 1,8 m, od výšky cca 0,65 m nad podlahou o ploše 12 m².

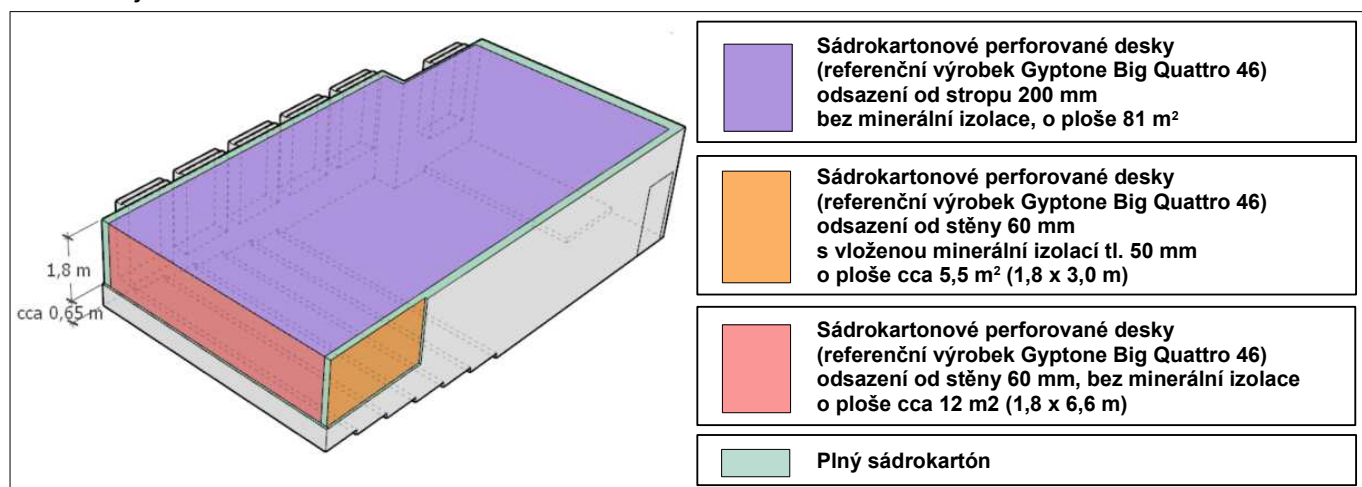
Plocha a umístění pohltivých obkladů jsou zřejmé z následujícího obrázku, zbylé části kolem pohltivého obkladu se vyplní plnou sádkartonovou deskou odsazenou v zarovnání s pohltivým obkladem.

Uvažované činitele pohltivosti navržených obkladů jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab./15/ Průběh činitele pohltivosti v oktavových pásmech – učebna 413

Použité obklady	Střední kmitočet f (Hz) oktavového pásma					
	125	250	500	1000	2000	4000
perforované sdk desky v rastru děrování 600 mm, odsazení 200 mm, bez minerální izolace	0,65	0,60	0,59	0,45	0,40	0,38
perforované sdk desky v rastru děrování 600 mm, odsazení 60 mm, s vloženou minerální izolací tl. 50 mm	0,63	0,61	0,59	0,53	0,47	0,43
perforované sdk desky v rastru děrování 600 mm, odsazení 60 mm, bez minerální izolace	0,20	0,45	0,60	0,50	0,45	0,40

Ostatní povrchy jsou uvažovány jako odrazivé (všechny povrchy mají hodnotu váženého činitele zvukové pohltivosti $\alpha_w \leq 0,1$). Uvažované činitele pohltivosti navržených pohltivých obkladů jsou uvedeny v následující tabulce.



Obr./19/ Rozmístění pohltivých ploch – učebna 413

4.9.2 Posouzení

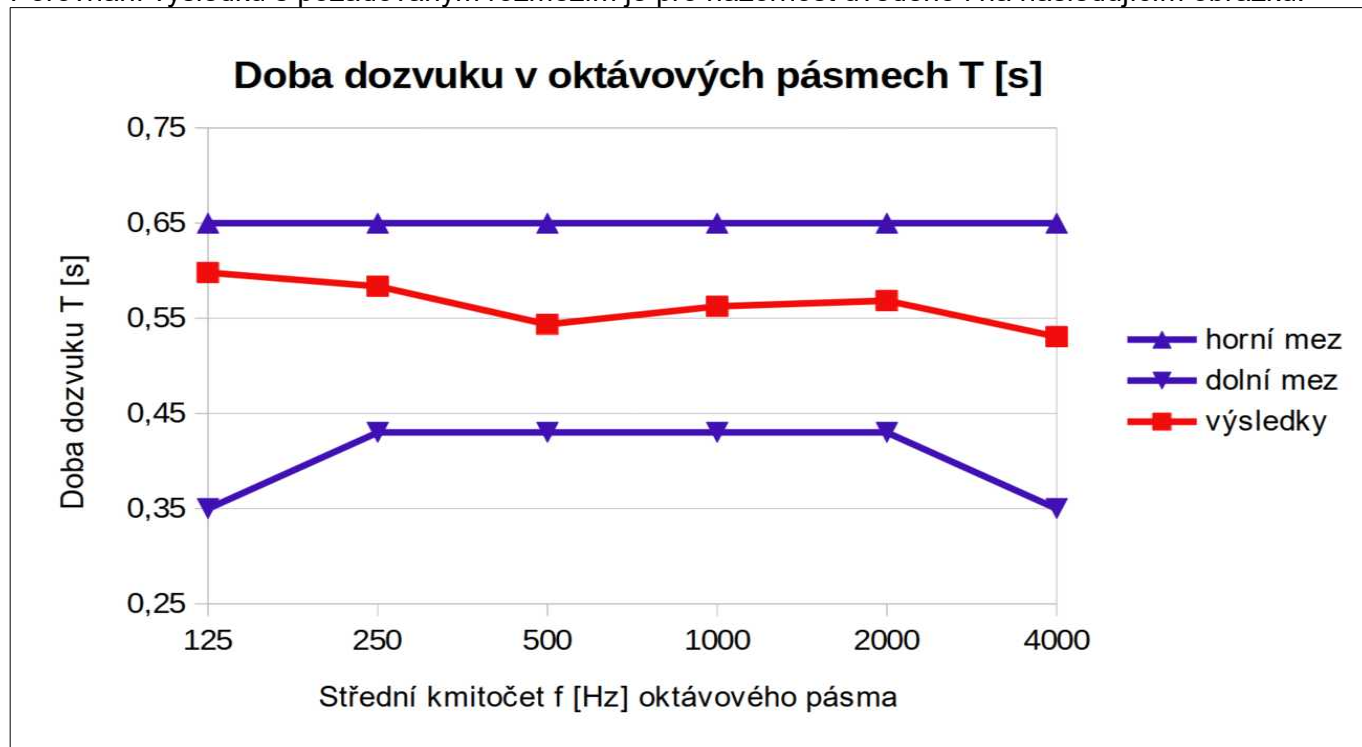
K hodnocení prostorové akustiky projektovaného prostoru je použit software ODEON 15.16 Auditorium. Dále jsou uvedeny vypočtené hodnoty doby dozvuku pro projektovanou místnost a jejich porovnání s normovými požadavky dle ČSN 73 0527.

Tab./16/ Posouzení vypočtené doby dozvuku – učebna 413

Parametr		Znač.	Jedn.	Střední kmitočet f [Hz] oktávového pásma					
				125	250	500	1000	2000	4000
Vypočtená doba dozvuku v oktávových pásmech		T	s	0,60	0,58	0,54	0,56	0,57	0,53
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku	Horní mez	$T_{E,N}$	s	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
	Dolní mez	$T_{E,N}$	s	0,35	0,43	0,43	0,43	0,43	0,35
Hodnocení				+	+	+	+	+	+

Z tabulky je zřejmé, že vypočtené hodnoty doby dozvuku leží ve všech kmitočtových pásmech v požadovaném rozmezí stanoveném pro multimediální učebnu dle ČSN 73 0527.

Porovnání výsledků s požadovaným rozmezím je pro názornost uvedeno i na následujícím obrázku.

**Obr./20/ Grafické porovnání výsledků s požadavky ČSN 73 0527 – učebna 413**

5. NÁVRH AKUSTICKÝCH ÚPRAV V MÍSTNOSTECH BEZ ČÍSELNÝCH POŽADAVKŮ NA DOBU DOZVUKU DLE ČSN 73 0527

5.1 Požadavky

Požadavky na prostorovou akustiku jsou uvedeny v ČSN 73 0527. Požadavek pro studovny je uveden v kategorii 2 požadavků na prostory s provozní potřebou snížení hlučnosti a zajištění akustického pobytového komfortu. Požadavek na prostory se světlou výškou vyšší než 2,5 m se dle ČSN 73 0527 stanoví ze vztahu:

$$A / V \geq 1 / (2,49 + 4,69 \cdot \log h)$$

Kde:

A ... pohltivá plocha prostoru (m²) v oktákových pásmech od 250 Hz do 2000 Hz

V ... objem prostoru (m³)

h ... světlá výška prostoru (m)

Pohltivá plocha prostoru A se pak stanoví jako součin stanoveného průměrného činitele zvukové pohltivosti prostoru a celkové vnitřní plochy prostoru:

$$A = \alpha_e \cdot S$$

S ... celková vnitřní plocha prostoru (m²)

α_e ... průměrný činitel zvukové pohltivosti prostoru (-)

5.2 Návrh úprav

Jedná se o místnost pravidelného půdorysu s podlahovou plochou cca 16 m², světlou výškou 3,33 m a objemem cca 53 m³. Prostor je přirozeně osvětlen pomocí oken ve stěnách.

Požadovaná minimální pohltivá plocha pro tyto rozměry prostoru rovna:

$$A = 53 \cdot 0,202 = 10,7 \text{ m}^2$$

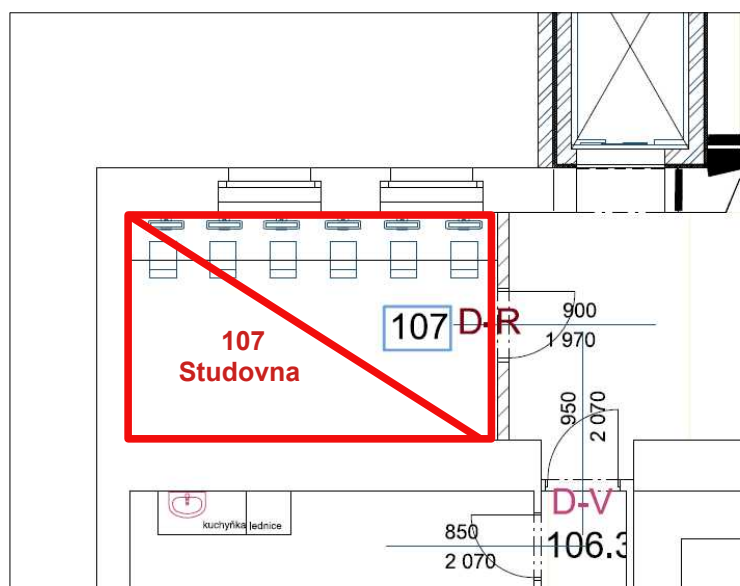
Požadavek se vztahuje na oktávosá pásma 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz a 2000 Hz.

S ohledem na skutečnost, že v prostoru se nenacházejí žádné další akusticky pohltivé prvky bude pro stanovení dále uvažována pouze nově doplňovaná pohltivá plocha. Navrhujeme použít podhled na celou přípustnou plochu stropu. Vzhledem k tomu, že požadovaná minimální pohltivá plocha A tvoří 10,7 m² a přípustná plocha pro instalaci podhledu S je 16 m² je možné využít podhled činitelem zvukové pohltivosti $\alpha \geq 0,67$ v oktávosých pásmech 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz a 2000 Hz. Tomu například odpovídá stejný druh podhledu jako ve většině učeben (referenční výrobek Rigiton RL 12-25Q se svěšením 200 mm s vloženou minerální izolací tl. 50 mm) případně jiný obklad s $\alpha \geq 0,67$ v oktávosých pásmech 250 Hz až 2000 Hz při umístění pohltivého obkladu na celou plochu stropní konstrukci.

Uvažované činitele pohltivosti navržených obkladů jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab./17/ Průběh činitele pohltivosti v oktávosých pásmech – Studovna 107

Použité obklady	Střední kmitočet f (Hz) oktávosého pásma					
	125	250	500	1000	2000	4000
perforované sdk desky bez rastru, svěšení 200 mm, s vloženou minerální izolací tl. 50 mm	0,70	0,85	0,85	0,90	0,85	0,90



Obr./21/ Vyznačení pohltivých úprav – studovna 107

6. POSOUZENÍ ZVUKOVÉ IZOLACE DĚLÍCÍCH KONSTRUKCÍ

6.1 Požadavky

Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách stanovuje norma ČSN 73 0532 [4] z roku 2020. Vážené jednočíselné hodnoty vzduchové neprůzvučnosti mezi místnostmi v budovách, určené vážením podle ČSN EN ISO 717-1 z třetinooktávových hodnot veličin, změřených podle ČSN EN ISO 16283-1, **nesmí být nižší než hodnoty stanovené v následující tabulce.**

Tab./18/ Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi ve školách a vzdělávacích institucích dle ČSN 730532 – výňatek

Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)					
Hlučný prostor (místnost zdroje hluku)		Požadavky na zvukovou izolaci			
		Stropy		Stěny	Dveře
		$R'_{w, D_{nTw}}$ dB	$L'_{n,w}, L'_{nT,w}$ dB	$R'_{w, D_{nTw}}$ dB	R_w dB
Školy a vzdělávací instituce – učebny, výukové prostory, kabinety učitelů					
1	Učebny, výukové prostory, kabinety	≥ 53	≤ 55	≥ 47	≥ 37
2	Společné prostory, chodby, schodiště	≥ 53	≤ 58	≥ 47	$\geq 32^a$ $\geq 27^b$
3	Hlučné prostory (dílňny, jídelny, herny, technická centra) $L_{A,max} \leq 85$ dB	≥ 55	≤ 48	≥ 52	-
4	Velmi hlučné prostory (hudební učebny, dílny, tělocvičny) $L_{A,max} \leq 90$ dB ^c	≥ 60	≤ 48	≥ 57	-

^a Platí pro vstupní dveře přímo do chráněného prostoru.
^b Platí pro vstupní dveře, je-li chráněný prostor oddělen předsíní nebo zádveřím s dalšími dveřmi.
^c Vzhledem k pravděpodobnému výskytu nízkých kmitočtů mohou být nutná i další opatření. Situace obvykle vyžaduje zvláštní posouzení.

Tab./19/ Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v administrativních a víceúčelových budovách, úřadech a firmách dle ČSN 730532 – výňatek

Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)					
Hlučný prostor (místnost zdroje hluku)		Požadavky na zvukovou izolaci			
		Stropy		Stěny	Dveře
		$R'_{w, D_{nTw}}$ dB	$L'_{n,w}, L'_{nT,w}$ dB	$R'_{w, D_{nTw}}$ dB	R_w dB
Administrativní a víceúčelové budovy, úřady a firmy – kanceláře a pracovní prostory, relaxační místnosti					
1	Kanceláře a pracovní s běžnou administrativní činností, chodby, pomocné provozní prostory	≥ 52	≤ 58	≥ 37	$\geq 27^a$
2	Kanceláře a pracovní se zvýšenými nároky, pracovní vedoucích pracovníků ^b	≥ 52	≤ 58	≥ 42	$\geq 27^a$
3	Kanceláře a pracovní pro důvěrná jednání nebo jiné činnosti vyžadující vysokou ochranu před hlukem ^b	≥ 52	≤ 58	≥ 50	$\geq 35^a$

^a Platí pro vstupní dveře do chráněného prostoru. Požadavek neplatí pro velkoplošné kanceláře (open-office), kde je ochrana před hlukem řešena jiným způsobem.
^b Požadavky platí rovněž mezi pracovními a přílehlými chodbami nebo jinými provozními prostory.

6.2 Posouzení

Výpočty vzduchové a kročejové neprůzvučnosti byly provedeny ve výpočtových programech DEKSOFT Akustika a Insul v závislosti na konkrétních skladbách konstrukcí a možnostech vypočtených programů. Odhadovaná nejistota výpočtu je 3 dB. Nejistota není zahrnuta do hodnocení vůči požadovaným hodnotám.

6.2.1 Stropní konstrukce mezi učebnou v 3. NP a serverovnou v 2. NP

Novou serverovnu 203.2 v 2. NP od učebny 302 v 3. NP odděluje stávající stropní konstrukce. Skladba stropní konstrukce byla zjištěná sondou. Nově do prostoru serverovny bude přidán podhled z plného sádkartonu. Skladba řešené konstrukce je následující (od horního líce):

- Stávající nášlapná vrstva
- Stávající dřevotřískové desky (2x 20 mm)
- Stávající škvárový zásyp (cca 100 mm)
- Stávající betonová mazanina (cca 60 mm)
- Stávající záklop (z hlediska zvukové izolace minimálně 10 mm)
 - Vzduchová vrstva (150 mm)
 - Vložená minerální izolace (tl. 50 mm)
 - Rošt z tenkostěnného ocelového profilu, rozteče 0,6 m
- Sádkartonová deska (12,5 mm)

Vzduchová neprůzvučnost skladby stropní konstrukce stanovené v programu Deksoft Akustika je rovna hodnotě $R_w = 63$ dB. Při zahrnutí korekce na boční přenosy $k = 5$ dB (dle ČSN 73 0532 lze očekávat hodnotu $k = 2-5$ dB) je očekávaná stavební vzduchová neprůzvučnost rovna hodnotě $R'_w = 58$ dB. Tato hodnota splňuje požadavek na vzduchovou neprůzvučnost stropů oddělujících učebny od hlučných prostorů a technických centrů s $L_{A,max} \leq 85$ dB $R'_w = 55$ dB.

Vzhledem k tomu, že sondy nebyly provedeny ve všech prostorech a odhadu vlastností některých stávajících vrstev stropní konstrukcí doporučujeme zvážit zvětšení rezervy oproti požadavkům na vzduchovou neprůzvučnost a přidání druhé sádkartonové desky do nového podhledu.

6.2.2 Stropní konstrukce mezi ředitelnu v 1. NP a serverovnou v 2. NP

Pod novým prostorem serverovny 203.2 v 2. NP se nachází stávající kancelář ředitele 104 v 1. NP. Po domluvě s objednatelem stropní konstrukce bude posouzena na požadavky pro kancelářské prostory. Nově proběhne demolice původních horních vrstev podlahy, nosná vrstva které zůstane stávající a navíc se přidá vrstva kročejové izolace a roznášecí betonová vrstva.

Vzhledem k tomu, že stávající skladby byly zjištěné pomocí sond pouze v některých místnostech a v tomto prostoru hloubka sondy byla pouze cca 200 mm při celkové tloušťce skladby stropní konstrukce dle výkresové dokumentace 520 mm přesná skladba stropní konstrukce není známa.

Navržená skladba konstrukce je následující (od horního líce):

- Nová nášlapná vrstva
- Nová vrstva betonové mazaniny (50 mm)
- Nová vrstva kročejové izolace – např. Isover T-N (30 mm)
- Stávající betonová mazanina + doplnění a vyrovnaní původní betonové mazaniny (celkem minimálně 60 mm)
- Stávající záklop (z hlediska zvukové izolace minimálně 10 mm)
 - Vzduchová vrstva (minimálně 200 mm)
 - Nosná konstrukce stropu
 - Stávající omítka na rákosu (minimálně 20 mm)

Vzduchová neprůzvučnost skladby stropní konstrukce stanovené v programu Deksoft Akustika je rovna hodnotě $R_w = 58$ dB. Při zahrnutí korekce na boční přenosy $k = 5$ dB (dle ČSN 73 0532 lze očekávat hodnotu $k = 2-5$ dB) je očekávaná stavební vzduchová neprůzvučnost rovna hodnotě $R'_w = 53$ dB. Tato hodnota splňuje požadavek na vzduchovou neprůzvučnost stropů oddělujících kancelářské prostory $R'_w = 52$ dB. Při uvažované hlučnosti v prostoru serverovny do $L_{A,max} = 85$ dB lze očekávat i dostatečné omezení přenosu hluku z prostoru serverovny do kanceláře. Nutnou podmínkou je i pružné uložení zdrojů hluku v prostoru serverovny.

Případnou stávající podhledovou konstrukci rákosového stropu lze nahradit novým sádkartonovým podhledem se svěšením minimálně 50 mm s vloženou minerální izolací tl. 40 mm a opláštěním 1x 12,5 mm.

6.2.3 Stěna mezi serverovnou a učebnou 204

Navržena skladba vnitřních dělicích konstrukce oddělující novou serverovnu 203.2 od učebny 204 je následující:

- Stávající zděná stěna z plných pálených cihel (300 mm)
- Vzduchová vrstva (minimálně tl. 75 mm)
 - Vložená minerální izolace (tl. 50 mm)
 - Rošt předstěny z tenkostěnného ocelového profilu, rozteče 0,6 m
- Sádkartonová deska (12,5 mm)

Vzduchová neprůzvučnost skladby stěny stanovené v programu Deksoft Akustika je rovna hodnotě $R_w = 66$ dB. Při zahrnutí běžné korekce na boční přenosy $k = 5$ dB (dle ČSN 73 0532 lze očekávat hodnotu $k = 2-5$ dB) je očekávaná stavební vzduchová neprůzvučnost rovna hodnotě $R'_w = 59$ dB. Tato hodnota splňuje požadavek na vzduchovou neprůzvučnost stěn oddělujících učebny od hlučných prostorů a technických centrů s $L_{A,max} \leq 85$ dB $R'_w = 52$ dB.

6.2.4 Stěna mezi serverovnou a učebnou 202

Navržena skladba vnitřních dělicích konstrukce oddělující novou serverovnu 203.2 od učebny 202 je následující:

- 2x Sádrokartonová deska s objemovou hmotností minimálně 800 kg/m^3 (12,5 mm)
- Vzduchová vrstva (105 mm)
 - Vložená minerální izolace (2x 40mm)
 - Dvojitý rošt z tenkostěnného ocelového profilu CW50 se vzájemnou separací alespoň 5 mm, rozteče nejméně 0,6 m
- 2x Sádrokartonová deska s objemovou hmotností minimálně 800 kg/m^3 (12,5 mm)

Vzduchová neprůzvučnost skladby stěny stanovené v programu Insul je rovna hodnotě $R_w = 64 \text{ dB}$. Při zahrnutí běžné korekce na boční přenosy $k = 8 \text{ dB}$ (dle ČSN 73 0532 lze očekávat hodnotu $k = 5-8 \text{ dB}$) je očekávaná stavební vzduchová neprůzvučnost rovna hodnotě $R'_w = 56 \text{ dB}$. Tato hodnota splňuje požadavek na vzduchovou neprůzvučnost stěn oddělujících učebny od hlučných prostorů a technických centrů s $L_{A,\max} \leq 85 \text{ dB}$ $R'_w = 52 \text{ dB}$.

7. ZÁVĚR

Předmětem studie je modernizace odborných učeben na obchodní akademii Karlovy Vary na p.č. 2739 v k.ú. Karlovy Vary. Úkolem akustické studie v rámci dokumentace pro provedení stavby a stavební povolení je řešení prostorové akustiky v učebnách pro splnění normových požadavků na dobu dozvuku dle požadavků ČSN 73 0527 a teoretické stanovení vzduchové neprůzvučnosti vnitřních konstrukcí oddělujících prostor nové serverovny 203.2 vůči požadavkům ČSN 73 0532.

Do posuzovaných učeben jsou navrženy stropní a stěnové obklady z perforovaných sádkartonových desek (referenční výrobky Rigiton RL 12-25Q, Gyptone Big Quattro 46 a Gyptone Big Quattro 41) v různém odsazení a kombinací minerální izolace. Přesný popis pohltivých obkladů a jejich umístění je popsán v kapitolách 4.3. až 4.9.

Vypočtené hodnoty doby dozvuku jsou ve všech hodnocených pásmech v požadovaném rozmezí pro jednotlivé učebny dle ČSN 730527.

Dále v prostoru studovny byl navržen akustický podhled dle specifikací v kapitole č.5.2

Návrh je nutné posoudit z hlediska statiky, tepelněvlhkostního režimu skladeb, z hlediska požární bezpečnosti staveb a dalších hledisek.

Návrh vychází z teoretických výpočtů, které nahrazují reálný stav pouze s omezenou přesností a pracují s hodnotami materiálových parametrů zjišťovaných v laboratorním prostředí. Skutečný stav akustiky prostoru se proto od výpočtových modelů může mírně lišit. Z tohoto důvodu doporučujeme počítat s jistou rozpočtovou rezervou na realizaci akustických opatření ve výši cca 20% nákladů.

Ve studii je také posouzena vzduchová neprůzvučnost konstrukcí oddělujících prostor nové serverovny. Stanovené hodnoty vzduchové neprůzvučnosti vybraných konstrukcí uvedených v kapitolách 6.2.1 až 6.2.3 splňují požadavky stanovené dle ČSN 73 0532.

V Praze dne 20.11.2023

za DEKPROJEKT s.r.o.

Ing. Elizaveta Fatyanova

Tel.: +420 735 768 772

Email: elizaveta.fatyanova@dek-cz.com