

Návrh akusticky-pohltivých úprav

Akce: **I. etapa ESF+**

Objednavatel: **Projekční architektonická kancelář spol. s r.o.**

Ing. arch. V.Steinhauserová

Gorkého 11, 602 00 Brno

☎ +420 541 642 238

Zpracovatel: **Ing. Dagmar Donatřáková**

☎ +420 777 727 813, 541 147 415

e-mail: donatakova.d@fce.vutbr.cz



Dagmar Donatřáková

Lelekovice, červenec 2016

Na základě objednávky byl zpracován návrh akustických úprav místností pro výuku Ekonomicko – správní fakulty Masarykovy univerzity v Brně za účelem dosažení legislativně doporučené doby dozvuku.

Rozsah zpracování návrhu byl stanoven projektantem, ing. Janem Mynářem.

O získaných poznatcích podávám tuto zprávu, která obsahuje:

1. Identifikační údaje	3
2. Seznam použitých předpisů	3
3. Základní údaje místnosti	3
4. Legislativní požadavky	4
5. Návrh akustického opatření	4
5.1 Technicko-fyzikální popis navrženého řešení	4
5.2 Ověření akustického návrhu	6
6. Závěr	9

1. Identifikační údaje

Akce: I. etapa ESF+

Místo: Ekonomicko – správní fakulta Masarykovy univerzity, Lipová 41a, Brno - Pisárky

Projektant: Projekční architektonická kancelář spol. s r.o. Ing. arch. V. Steinhäuserová,
Gorkého 11, 602 00 Brno

2. Seznam použitých předpisů

- ČSN 73 0525 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady.
- ČSN 73 0527, březen 2005 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky- Prostory pro kulturní účely-Prostory ve školách-Prostory pro veřejné účely.
- ČSN EN 12354-6 Stavební akustika – Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků – Část 6: Zvuková pohltivost v uzavřených prostorech. (73 0512).

3. Základní údaje místnosti

Z důvodu zpracování návrhu vhodných akustických úprav poslucháren Ekonomicko – správní fakulty MU v Brně byla projektantem zpracována dokumentace návrhu modernizace předmětných prostor a poskytnuta jako podklad pro návrh akustických opatření pro dosažení doporučené optimální doby dozvuku místnosti:

- 3002 – učebna VT203 – 30 míst,
- 3006 – počítačová učebna VT206 – 20 míst.

Výše uvedené prostory budou vybaveny standardním mobiliářem a nábytkem vhodným pro výuku – židle, stoly, šatní stěny, výuková tabule, promítací plátno.

Stěny budou opatřeny omítkou s malbou – stávající úprava. Strop je opatřen omítkou. Okna budou bez závěsů a záclon, doplněná stínícimi žaluziemi. Stropní konstrukce bude doplněna akusticky pohltivým zavěšeným podhledem v materiálu a rozsahu stanoveném dle modelového výpočtu – viz. dále.

Pro prostory místností je investorem a projektantem preferováno použití akustických materiálů, které zajistí fyzikálně – akustické podmínky pro požadovaný způsob využití – řeč a současně budou umístěny přednostně jako podhled stropu a doplněny akusticky pohltivým obkladem na stěnu v pásu pod stropním podhledem v šířce 1 m.

Pro vlastní návrh akusticky pohltivých úprav místností připravených ke stavebním interiérovým úpravám byly zástupcem objednatele návrhu a zástupcem provozovatele místností vybrány vhodné materiály a výrobky.

4. Legislativní požadavky

Dle ČSN 73 0527 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky - Prostory pro kulturní účely - Prostory ve školách - Prostory pro veřejné účely, má být dosaženo doporučené optimální doby dozvuku T_o (s) pro oktávová pásma se středními kmitočty od 125 Hz do 4 000 HZ.

Účelem vhodné akustické úpravy místnosti je dosažení doby dozvuku T (s) takové, aby závislost hodnot T/T_o (-) na středních kmitočtových pásmech vyhovovala přípustnému rozmezí těchto hodnot.

Stanovení optimální doby dozvuku - dle ČSN 730527:

Místnost	Plocha místnosti S (m ²)	Objem V (m ³)	Optimální doba dozvuku T_o (s)
3002	95,5	294,1	0,66
3006	61,4	189,3	0,59

5. Návrh akustického opatření

5.1 Technicko - fyzikální popis navrženého řešení

Základním předpokladem pro dosažení přiměřené doby dozvuku blízké doporučené optimální hodnotě, v daném případě pro řešené výukové prostory, je vhodná aplikace zvuk pohlcujících materiálů a jejich umístění výhradně na strop, a to vzhledem k tvarovému řešení místností.

U stropu je standardním způsobem úpravy instalace sníženého podhledu, zavěšeného pod stavebním stropem s významnou vzduchovou mezerou, která se blíží 200 mm a více. Podhled musí být tvořen deskami s významným činitelem pohltivosti. Pro tento účel byly po dohodě s projektantem zvoleny děrované desky SDK s rozptýleným děrováním 8/15/20, s koeficientem děrování $\epsilon = 9,9$ %.

Do prostoru vzduchové mezery u podhledu bude vložen porézní pohlcovač zvuku z minerálních vláken v tloušťce min. 40 mm, s objemovou hmotností dle specifikace dodavatele, který bude garantovat akustické parametry podhledu či obkladu (Knauf, Rigips).

Pro určení skutečné upravené plochy byly hodnoty ekvivalentní pohltivé plochy zkorigovány ekvivalentní pohltivou plochou standardního počtu studentů. Konkrétní hodnota je závislá na hustotě obsazení a typu oděvu. Zařízení posuzovaných prostor výuky je v provedení klasických výukových stolů se židlemi v provedení MDF bez pohltivých částí. Výpočtové parametry byly použity z ČSN EN 12354-6/2004 (ČSN 73 0512).

Nejrozsáhlejší plochu dostupnou pro akustickou úpravu tvoří strop resp. podhled.

Akustickému ošetření prostoru na nízkých kmitočtech je všeobecně vhodné věnovat větší pozornost. Většina běžně používaných obkladových porézních materiálů jakož i další interiérové prvky stejného typu totiž pohlcují zvuk převážně na středních a vyšších kmitočtech. Norma sice toleruje nárůst doby dozvuku na nejnižších kmitočtech (125 a 250 Hz), zatlumení nízkých kmitočtů se však nesmí zanedbávat. Jedním z možných opatření je použití prvků, které mají charakter rezonátoru typu kmitající deska nebo vhodnějších dutinový rezonátor naladěných na požadovaný rezonanční kmitočet.

V případě potřeby je vhodné navrhnout konkrétní provedení rezonátoru „na míru“ dané aplikace – konstrukční řešení je však vždy nutné na základě dílčího měření doby dozvuku po provedení částečné úpravy interiéru ostatními porézními pohltivými materiály na stropě, případně zadní stěně učebny.

Charakteristika vhodných materiálů

Pro akusticky pohltivou úpravu řešeného prostoru byly provozovatelem a projektantem vybrány prvky děrovaných desek vhodné pro úpravu podhledů mající optimální akustické vlastnosti ve vztahu k výsledkům výpočtového modelu doby dozvuku.

Tab. 1 Návrh akustických materiálů

Ozn.	Typ prvku	Součinitel pohltivosti α (-) pro kmitočet f (Hz)					
		125	250	500	1000	2000	4000
STROP – podhled							
1	SDK - děrování 8/15/20 – kruhové rozptýlené děrování – tl. desky 12,5 mm + izolace min. 40 mm, $\epsilon = 9,9\%$, bílý vlies. UMÍSTĚNÍ - zavěšení 200 mm	0,60	0,85	0,80	0,65	0,45	0,30
STĚNA v pásu šířky 1,0 m pod stropem							
2	SDK - děrování 8/15/20 – kruhové rozptýlené děrování – tl. desky 12,5 mm + izolace min. 40 mm, $\epsilon = 9,9\%$, bílý vlies. UMÍSTĚNÍ – obklad v pásu šířky 1,0 m těsně pod stropním podhledem, odsazení od stěny 50 mm	0,15	0,40	0,70	0,75	0,45	0,40
PODLAHA							
3	Zátěžový koberec	0,02	0,03	0,06	0,15	0,30	0,40

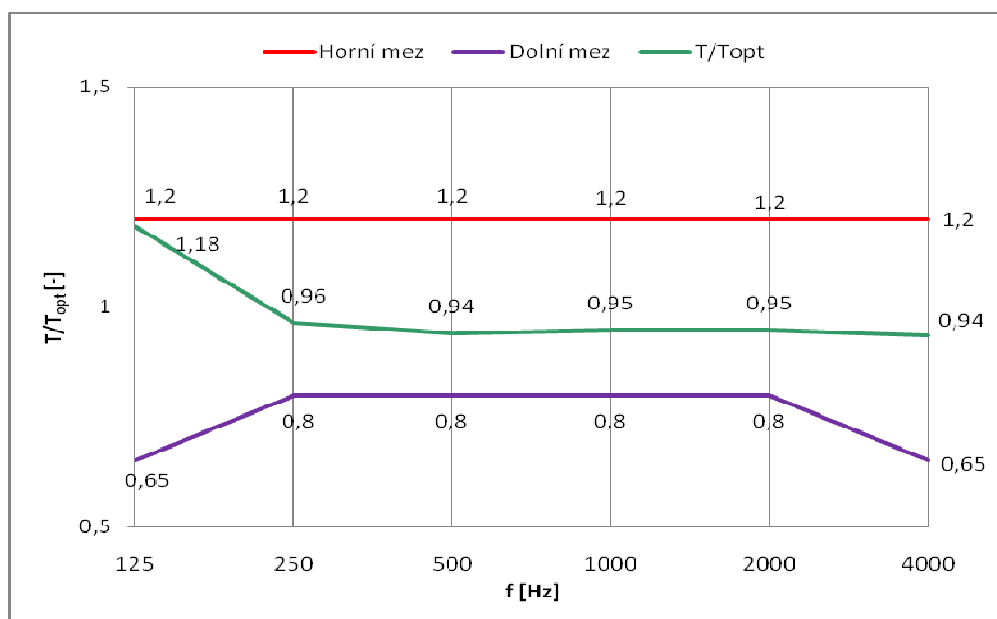
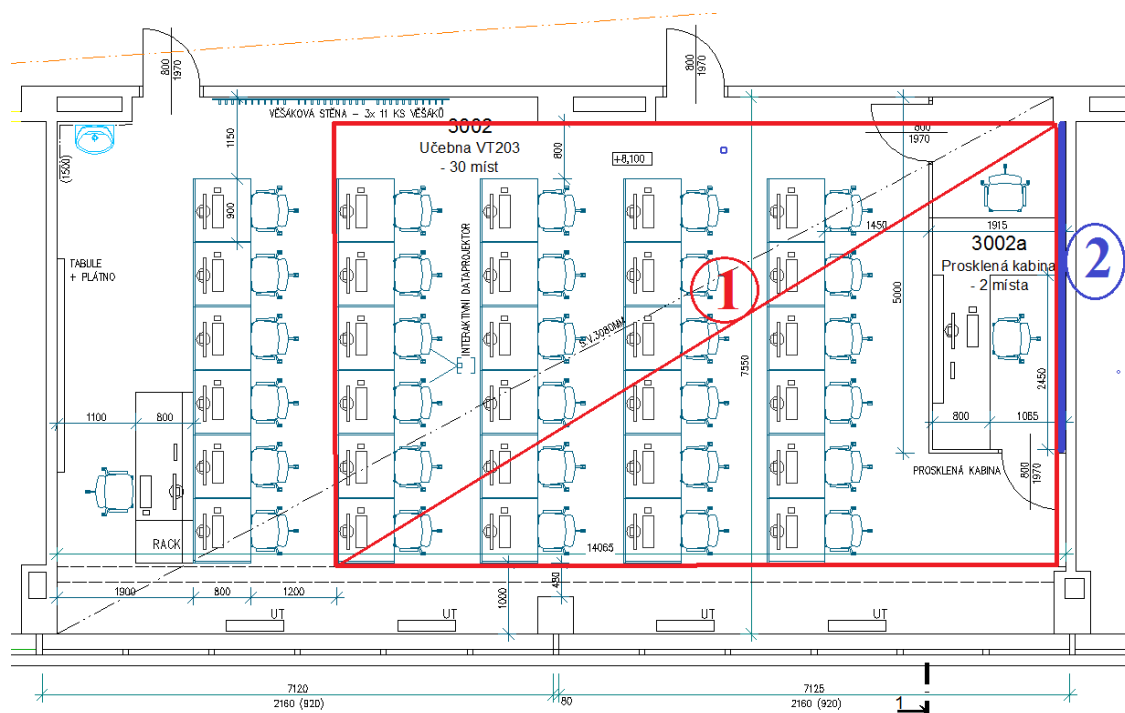
Plochy uvedené u zvolených materiálů pro akustickou úpravu prostor stropů jsou v minimálních hodnotách dle výpočtu. Rozměrové zaměření poslucháren bylo provedeno projektantem.

Při volbě optimálního materiálu bylo přihlédnuto k zatížení konstrukce způsobené akusticky pohltivým prvkem, k zvuk-pohltivým vlastnostem (součinitel akustické pohltivosti α (-)), ke způsobu čištění a údržby, k životnosti prvku v charakteristickém prostředí výukových místností, event. ke způsobu demontáže pro výměnu či opravu a samozřejmě k ceně, která souvisí s minimální plochou (m^2), která musí být vybraným materiálem upravena pro dosažení požadované doby dozvuku místnosti.

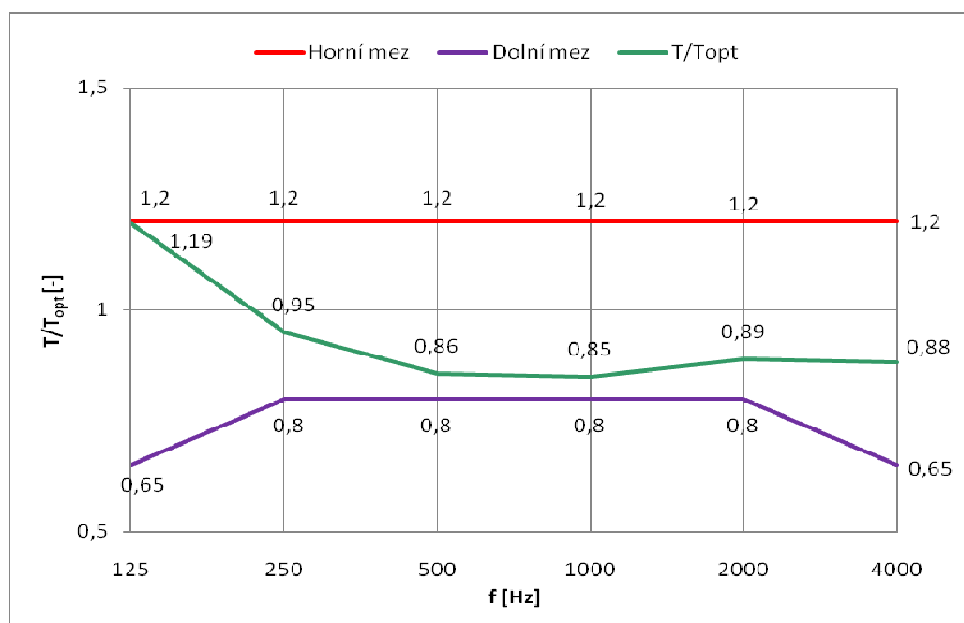
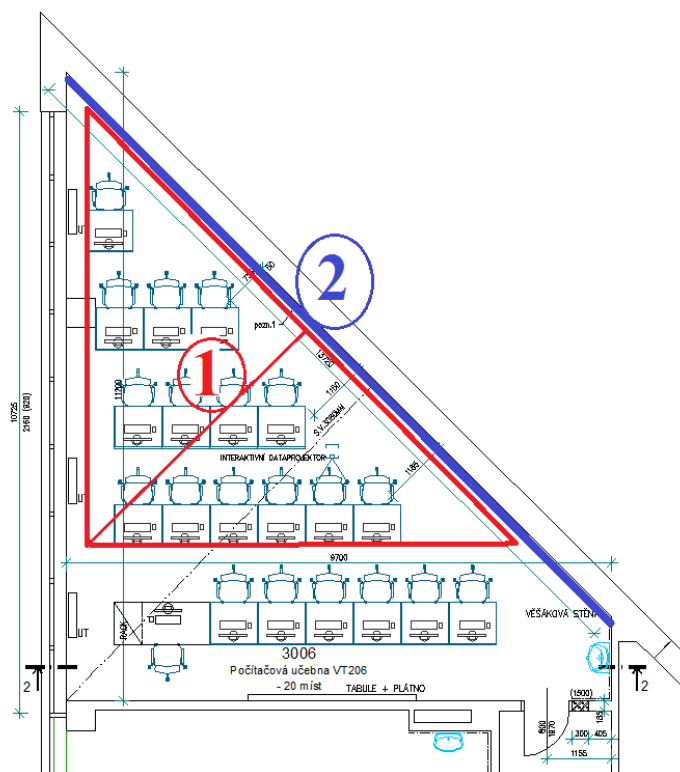
5.2 Ověření akustického návrhu

Stropní konstrukce bude doplněna o akusticky pohltivý podhled a stěny o akusticky pohltivý obklad typu viz. tabulka níže.

Místnost	Materiál - prvek	Min. upravená plocha S (m ²)
3002	SDK - děrování 8/15/20 – kruhové rozptýlené děrování – zavěšení 200 mm, tl. desky 12,5 mm + izolace min.40 mm, $\epsilon = 9,9\%$, bílý vlies.	STROP – 64
	SDK - děrování 8/15/20 – kruhové rozptýlené děrování – odsazení od stěny 50 mm, tl. desky 12,5 mm + izolace min.40 mm, $\epsilon = 9,9\%$, bílý vlies.	STĚNA - 5
	Zátěžový koberec	PODLAHA
3006	SDK - děrování 8/15/20 – kruhové rozptýlené děrování – zavěšení 200 mm, tl. desky 12,5 mm + izolace min.40 mm, $\epsilon = 9,9\%$, bílý vlies.	STROP - 40
	SDK - děrování 8/15/20 – kruhové rozptýlené děrování – odsazení od stěny 50 mm, tl. desky 12,5 mm + izolace min.40 mm, $\epsilon = 9,9\%$, bílý vlies.	STĚNA – 13,5
	Zátěžový koberec	PODLAHA



Graf 1 Učebna VT203 – 3002 - Poměr vypočítané doby dozvuku k optimální hodnotě v tolerančním pásmu



Graf 2 Učebna VZ206 – 3006 - Poměr vypočítané doby dozvuku k optimální hodnotě v tolerančním pásmu

6. Závěr

Z výše uvedených výsledků výpočtu jsou zřejmé plochy, typy prvků a materiálů použitých pro dosažení optimálních akustických vlastností v místnostech VT203 - 3002 a VT206 - 3006.

Předpokládaná doba dozvuku po nově navržených úpravách bude v tolerančním doporučeném pásmu, tedy v souladu s požadavky legislativy při standardním obsazení místností vycházející z běžné výuky.

Pro mluvené slovo je tato hodnota doby dozvuku pozitivně významná.

Upozorňuji, že při montáži akustických obkladů je nutné dodržet technologický a stavebně technický postup a použití navržených materiálů v souladu s touto zprávou a předpisem výrobce navržených akusticky pohltivých výrobků.

Současně je nutné dodržet minimálně stanovené plošné hodnoty akusticky pohltivého materiálu pro konkrétní místnost. Zvýšení upravené plochy je reálně možné.

V Lelekovících, 14. července 2016

Ing. Dagmar Donatřáková