

Návrh akusticky-pohltivých úprav – změna 01/14 -

Ekonomicko-správní fakulta v Brně, Lipová 41a, Brno-Pisárky

- úpravy poslucháren 2 a 3 -

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

Lelekovice, březen 2014



Donatřáková

Na základě objednávky ze dne 19. února 2014 byl zpracována změna návrhu akustických úprav poslucháren P2-2002, P3-2003 (dále jen **č. 2 a č. 3**) Ekonomisko-správní fakulty v Brně pro dosažení legislativně doporučené doby dozvuku. Návrh změny vychází z měření doby dozvuku, které bylo provedeno 15.5.2013 – podrobné údaje a vyhodnocení – viz. Zpráva z června 2013)

Důvodem zpracování změny návrhu akustických úprav učeben je nevyhovující akustická pohoda a současně volba optimálního materiálu z hlediska akustiky uzavřeného prostoru a současně i vizuálního vnímání struktury použitého materiálu – viz. Požadavek projektanta a uživatele prostor.

Rozsah měření 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	5
5.1 Technicko-fyzikální popis navrženého řešení	5
5.2 Ověření akustického návrhu	6
6. Závěr	8

1. Identifikační údaje

Akce: Ekonomicko-správní fakulta – úpravy vnitřních prostor

Místo: Ekonomicko-správní fakulta, Lipová 41a, Brno

Projektant: Projekční architektonická kancelář spol. s r.o. Ing. arch. V. Steinhauserová,
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 měřeného prostoru

Za účelem zpracování návrhu vhodných akustických úprav poslucháren a následné realizaci byla projektantem zpracována dokumentace návrhu modernizace poslucháren a poskytnuta jako podklad pro kontrolní měření doby dozvuku vybraných místností a následný návrh akustického řešení.

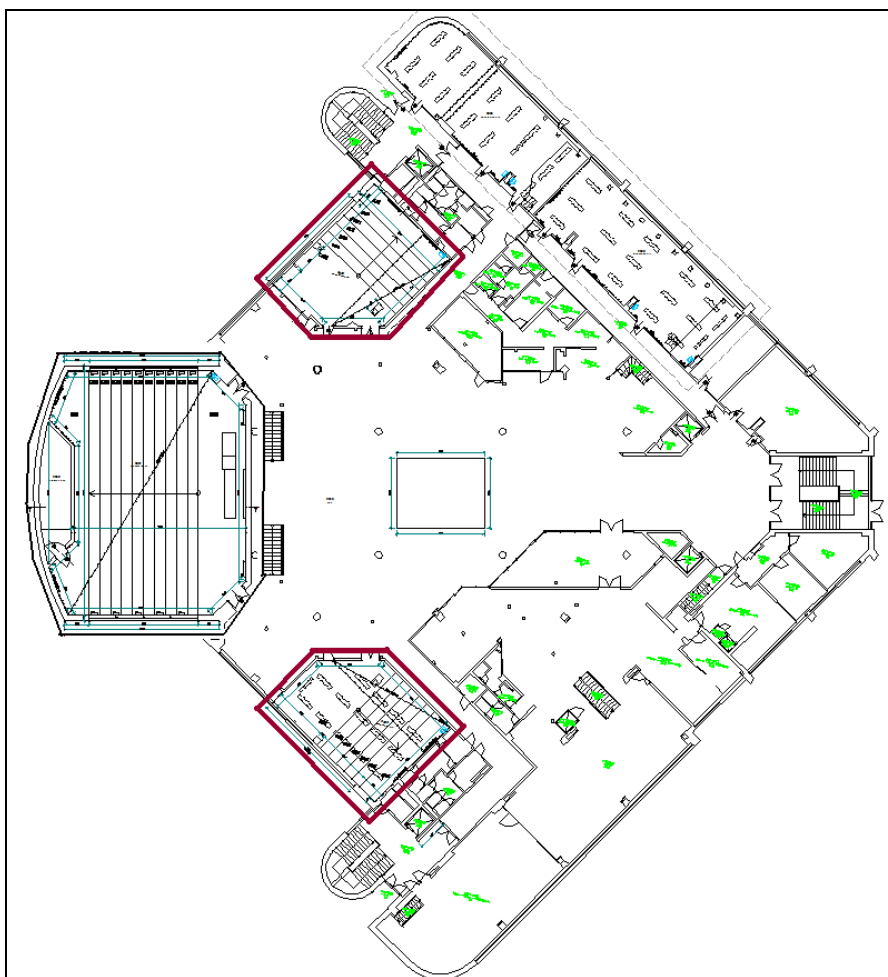
Posluchárny č. 2 a č. 3 určené pro modernizaci ve 2NP jsou v současnosti standardně využívány a jsou tedy vybavena základním zařízením typu pracovní stoly se židlemi, šatní věšákovou deskou, která je umístěná na stěně, výukovou tabulí, případně promítacím plátnem.

Stěny poslucháren jsou opatřeny omítkou. V posluchárnách ve 2NP č. 2 a č. 3) jsou části stěn upraveny lepeným kobercem. Podlaha je v nášlapné vrstvě z lepeného koberce nebo linolea. Strop je doplněn částečným podhledem z plného SDK. Okna jsou bez závěsů a záclon.

Pro prostory poslucháren 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 s případným rozsahem nezbytným doplněním obkladu stěn.

Pro vlastní návrh akusticky pohltivých úprav poslucháren připravených ke stavebním interiérovým úpravám byly zástupcem objednatele návrhu a zástupcem provozovatele místností vybrány materiály a výrobky, které budou i z hlediska vizuálního vnímání optimální, bez negativních subjektivních zrakových vjemů.

Dispoziční umístění poslucháren 2NP – P2-2002, P3-2003:



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 učebny 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 pro **posluchárny a pracovnu pedagogů** dle vztahu

$$T_o = (0,3424 \cdot \log V) - 0,185 \quad (s)$$

Místnost		Objem V (m ³)	Optimální doba dozvuku T_o (s)
2NP	P2-2002	359	0,69
	P3-2003	362	0,69

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 posluchárny, je vhodná aplikace zvuk pohlcujících materiálů a jejich umístění na strop, případně i na stěny.

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 vysokým činitelem pohltivosti. Pro tento účel byly po dohodě s projektantem zvoleny děrované desky SDK s poměrem děrování $\varepsilon > 15 \%$ tak, aby plnily funkci porézního pohlcovače zvuku. Do prostoru vzduchové mezery jak u podhledu, tak i u obkladu stěn bude vložen porézní pohlcovač zvuku z minerálních vláken v tloušťce min. 40 mm a s objemovou hmotností dle specifikace dodavatele, který bude garantovat akustické parametry podhledu či obkladu (Knauf, Rigips).

Samotné obložení stropu učeben však z hlediska dobré akustiky poslucháren není vždy dostačující – v některých učebnách, vzhledem k jejich konstrukčnímu, tvarovému řešení a vybavení, je nutné upravit také stěny a to z důvodů zajištění dobré srozumitelnosti slova na všech místech určených pro práci studentů. Zde patrně bude nutné klást primární důraz ani ne tak na akustické vlastnosti obkladového materiálu (jakkoli jsou významné), jako především na to, aby se neutralizoval nepříznivý vliv paralelního uspořádání protilehlých stěn. Takové uspořádání totiž vede ke vzniku tzv. třepotavých ozvěn, jejichž výskyt má zpravidla za následek anomální nárůst doby dozvuku na středních kmitočtech, tedy v oblasti, která má rozhodující význam pro srozumitelnost mluveného slova.

V učebnách č. 2 a č. 3 hodnoty ekvivalentní pohltivé plochy vycházejí z naměřených hodnot doby dozvuku v neobsazených místnostech – viz. Zpráva - červen 2013.

Pro určení skutečné upravené plochy je nutné hodnoty ekvivalentní pohltivé plochy zkorigovat ekvivalentní pohltivou plochou standardního počtu studentů. Konkrétní hodnota je závislá na hustotě obsazení a typu oděvu. Zařízení učeben je v provedení klasických školních lavic 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 není vhodné zanedbávat. Jedním z možných opatření je použití prvků, které mají charakter rezonátoru typu kmitající deska nebo dutinový rezonátor.

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 či boční stěně učebny.

Charakteristika vhodných materiálů

Pro akusticky pohltivou úpravu řešeného prostoru sálu byly provozovatelem učeben a projektantem vybrány prvky děrovaných desek vhodné pro úpravu podhledů a stěn 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 12/25 – kruhové – zavěšení 400mm, tl. desky 12,5 mm + izolace min.40 mm, $\epsilon = 18,1\%$.	0,44	0,71	0,62	0,76	0,78	0,76
STĚNY – obklad							
2	SDK – rozptýlené děrování plus 8/15/20 – kruhové – odsazení 50mm, tl. desky 12,5 mm + izolace min. 40 mm, $\epsilon = 9,85\%$	0,33	0,48	0,51	0,50	0,26	0,10

Plochy uvedené u zvolených materiálů pro akustickou úpravu učeben jsou v minimálních hodnotách dle výpočtu a nezahrnují případnou %-tní rezervu na prořezy. Rozměrové zaměření posluhářen bylo provedeno projektantem.

Po dokončení realizace nového podhledu stropu a osvětlení je vhodné provést nové kontrolní měření před provedením obkladů stěn.

Na základě tohoto měření bude upřesněn nezbytně nutný rozsah konečných akustických úprav stěn v rozsahu pohltivých případně rezonančních prvků pro řešení nízkých kmitočtů (125 Hz, event. 250 Hz) a třepotavé ozvěny – tím je zajištěna optimálně dosažitelná ekonomická náročnost rekonstrukce učeben ve vztahu k výsledku akustiky prostoru pro daný účel jeho využití.

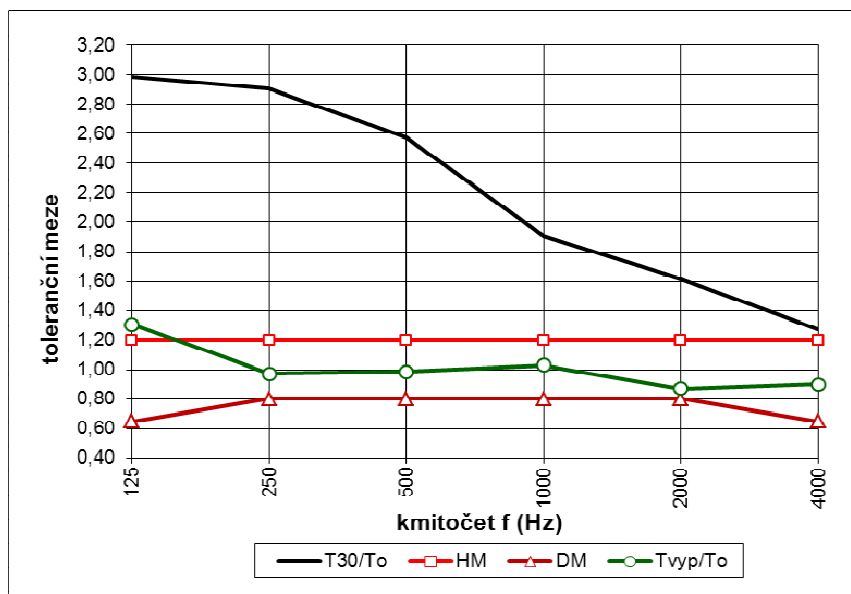
Při volbě optimálního materiálu bylo přihlédnuto k zatížení konstrukce způsobené akusticky pohltivým prvkem, k zvuk pohltivým vlastnostem (součinitel akustické pohltivosti α (-)), ke způsobu čištění a údržby, k životnosti prvku v charakteristickém prostředí výukových místností, event. ke způsobu demontáže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

5.2 Ověření akustického návrhu

5.2.1 Posluchárna P2 – 2002

Stropní konstrukce bude doplněna o podhled typu viz. tabulka níže. Vzhledem k tvarovému řešení místnosti a stropu ve dvou výškových úrovních bude doplněna stěna nad keramickým obkladem u umyvadla až po strop o akustický obklad ozn. 2 v tabulce na str. 6.

Konstrukce	Materiál - prvek	Min. upravená plocha S (m^2)
Strop	SDK - děrování 12/25 – kruhové – zavěšení 400 mm, tl. desky 12,5 mm + izolace 40 mm, $\epsilon = 18,1\%$.	60
Stěna	SDK – rozptýlené děrování 8/12/20 – kruhové – odsazení min. 50mm	5

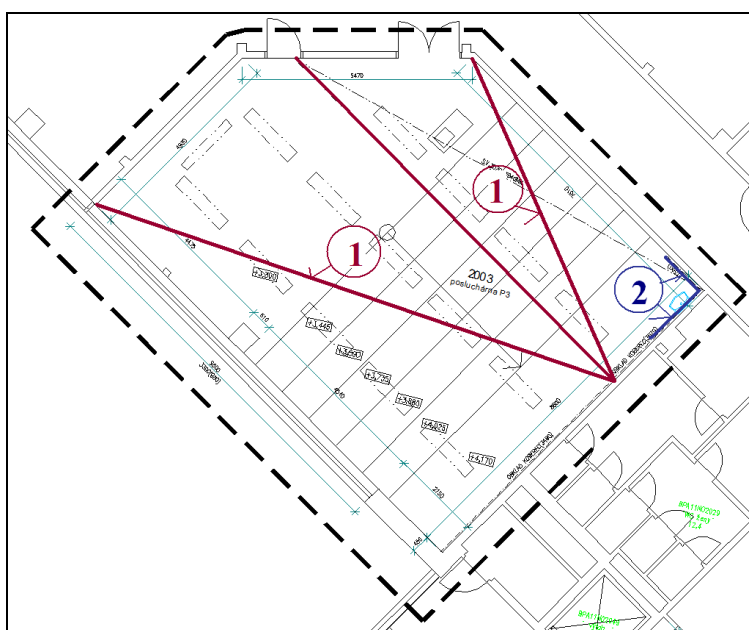


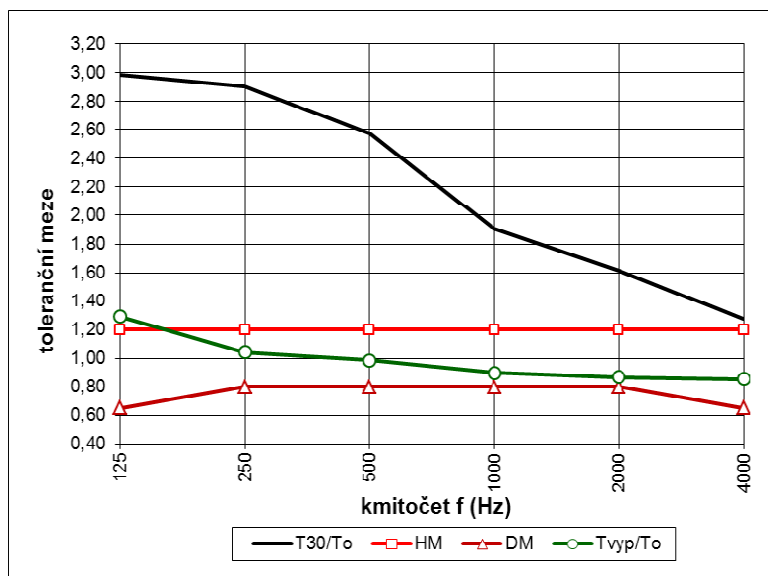
Graf 1 Poměr naměřené a vypočítané doby dozvuku k optimální hodnotě v tolerančním pásmu

5.2.3 Posluchárna P3 – 2003

Stropní konstrukce bude doplněna o podhled typu viz. tabulka níže. Vzhledem k tvarovému řešení místnosti a stropu ve dvou výškových úrovních bude doplněna stěna nad keramickým obkladem u umyvadla až po strop o akustický obklad ozn. 2 v tabulce na str. 6.

Konstrukce	Materiál - prvek	Min. upravená plocha S (m ²)
Strop	SDK - děrování 12/25 – kruhové – zavěšení 400 mm, tl. desky 12,5 mm + izolace 40 mm, $\epsilon = 18,1\%$.	60
Stěna	SDK – rozptýlené děrování 8/12/20 – kruhové – odsazení min. 50mm	5





Graf 2 Poměr naměřené a 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 poslucháren č. 2 a č. 3 ve 2NP.

Předpokládaná doba dozvuku po nově navržených úpravách bude v tolerančním doporučeném pásmu, tedy v souladu s požadavky legislativy při standardním obsazení posluchárny 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 desek.

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

V Lelekovicích, 28. března 2014

Ing. Dagmar Donatřáková