

Studie prostorové akustiky

Velká zasedací místnost - 343

Akce: Rekonstrukce části 3NP objektu Komenského nám. 2a, Brno – část 1 SYRI

Stavebník: Masarykova univerzita

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

Ing. Arch. V. Steinhauserová

Gorkého 62/13

602 00 Brno

Zpracovatel: Ing. Dagmar Donatřáková



Dagmar Donatřáková

Lelekovice, leden 2023

Na základě objednávky projektanta byla zpracována studie prostorové akustiky velké zasedací místnosti ve 3NP objektu Komenského nám. 2a v Brně, a to za účelem dosažení optimální doby dozvuku.

Rozsah zpracování studie byl stanoven projektantem.

Předložený návrh 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	7
6. Závěr	8

1. Identifikační údaje

Akce: Rekonstrukce části 3NP objektu Komenského 2a, Brno – část 1 SYRI

Místo: Komenského 2a, Brno

Projektant: PAK spol. s r.o. Ing. Arch. V. Steinhäuserová, Gorkého 62/13, 602 00 Brno

2. Seznam použitých předpisů

- ČSN 73 0525 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady.
- ČSN 73 0527 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

Za účelem ověření optimální prostorové akustiky místnosti byla projektantem zpracována dokumentace návrhu úprav interiéru předmětných prostor včetně specifikace materiálů a prvků prostorové akustiky a následně byla poskytnuta jako podklad pro zpracování studie akustických opatření pro dosažení optimální doby dozvuku.

Výše uvedené prostory budou vybaveny mobiliářem a nábytkem typu zasedací lavice, židle a stoly, promítací plátno, stupňovitá vestavba apod.

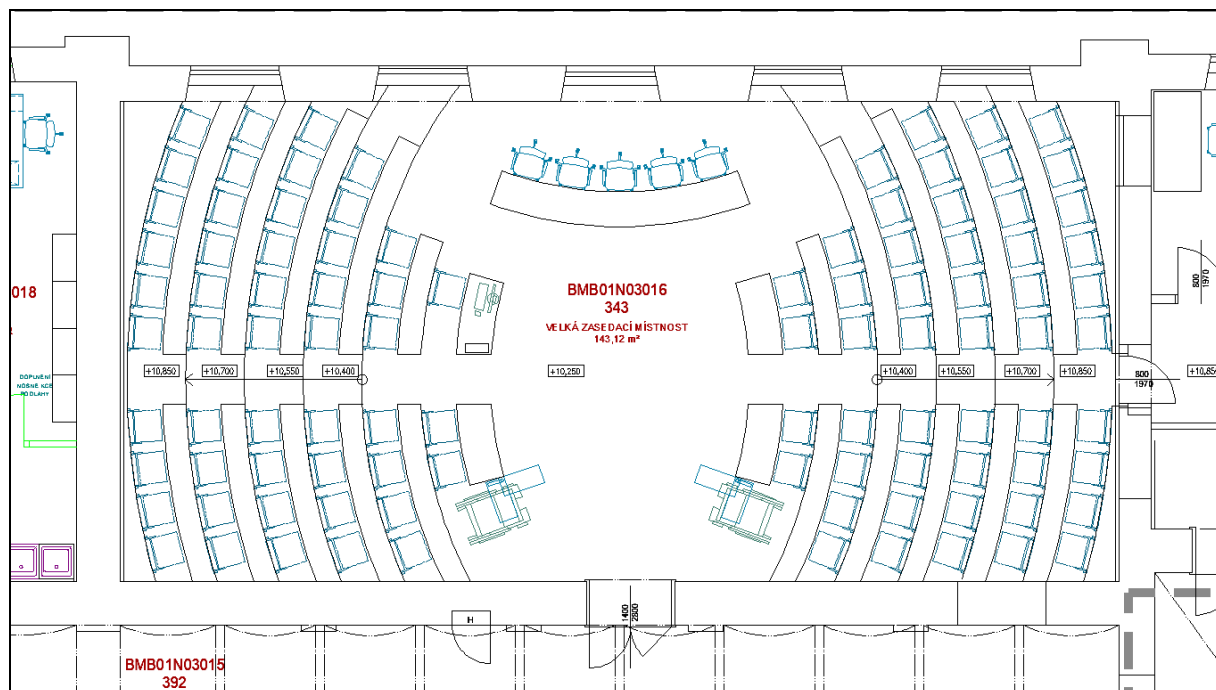
Materiálové řešení povrchů konstrukcí:

- Podlaha – dřevo.
- Stěny zděné – omítka + malba.
- Dveře plné.
- Strop - snížený akusticky pohltivý podhled z SDK perforovaných desek 6/18 v kombinaci s plnými deskami SDK.
- Akusticky pohltivý obklad části stěn – střední stěna vstupní a obě příčné stěny.
- Okna – prosklená plocha, doplněna stínícími prvky.
- Obsazenost sálu – max. 100 osob.

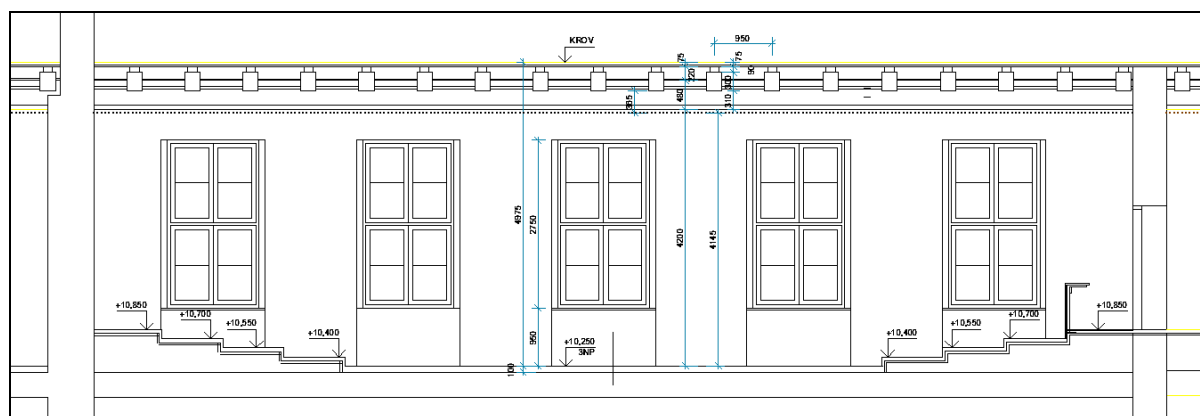
Pro prostor místnosti je investorem a projektantem preferováno dispoziční a tvarové umístění míst sezení posluchačů ku umístění řečnického stolu. Je výchozí a neměnné pro návrh prostorové akustiky místnosti.

Toto tvarové a dispoziční řešení, geometrie šíření přímého a odraženého zvuku od zdroje (řečníka) ku příjemci (posluchači), proto bude nutné doplnit elektroakustickými zařízeními v místech posluchačů za rovinou řečníka, jedná se o rohové pozice u obvodové stěny.

Pro vlastní návrh akusticky pohltivých úprav místnosti připravené ke stavebním interiérovým úpravám byly projektantem vybrány materiály a výrobky.



Obr. 1 Půdorys zasedací místnosti



Obr. 2 Řez místností

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 – viz Graf 1.

Stanovení optimální doby dozvuku - dle ČSN 730527:

- Typ prostoru – zasedací místnost – posluchárna (zdroj zvuku řeč)
- Optimální doba dozvuku – $T_o = (0,3424 \cdot \log V) - 0,185$

Místnost	Plocha místnosti S (m ²)	Objem V (m ³)	Optimální doba dozvuku T_0 (s)
343	143	552	0,75

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 řešený prostor zasedací místnosti, je vhodná aplikace zvuk pohlcujících materiálů – stropní zavěšený akusticky pohltivý podhled a stěnové prvky mající charakter rezonátoru případně difuzéru.

U stropu je standardním způsobem úpravy instalace sníženého podhledu, zavěšeného pod stavebním stropem se vzduchovou mezerou, která se pro řešenou místnost blíží 400 mm.

Pro tento účel byly po dohodě s projektantem zvoleny děrované desky SDK Rigitone R 6/18 nebo 6/18 Knauf s rozptýleným děrováním, s koeficientem děrování $\epsilon = 8,7 \%$.

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

Pro určení skutečné upravené plochy byly hodnoty ekvivalentní pohltivé plochy zkorigovány ekvivalentní pohltivou plochou počtu osob v sále. Konkrétní hodnota je závislá na hustotě obsazení a typu oděvu. Zařízení posuzovaných prostor je v provedení klasických stolů-pultů z MDF a s čalouněnými židlemi-sedadly. Výpočtové parametry byly použity z ČSN EN 12354-6/2004 (ČSN 73 0512).

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 zajištění optimálního stavu akustiky prostoru 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 na stěně.

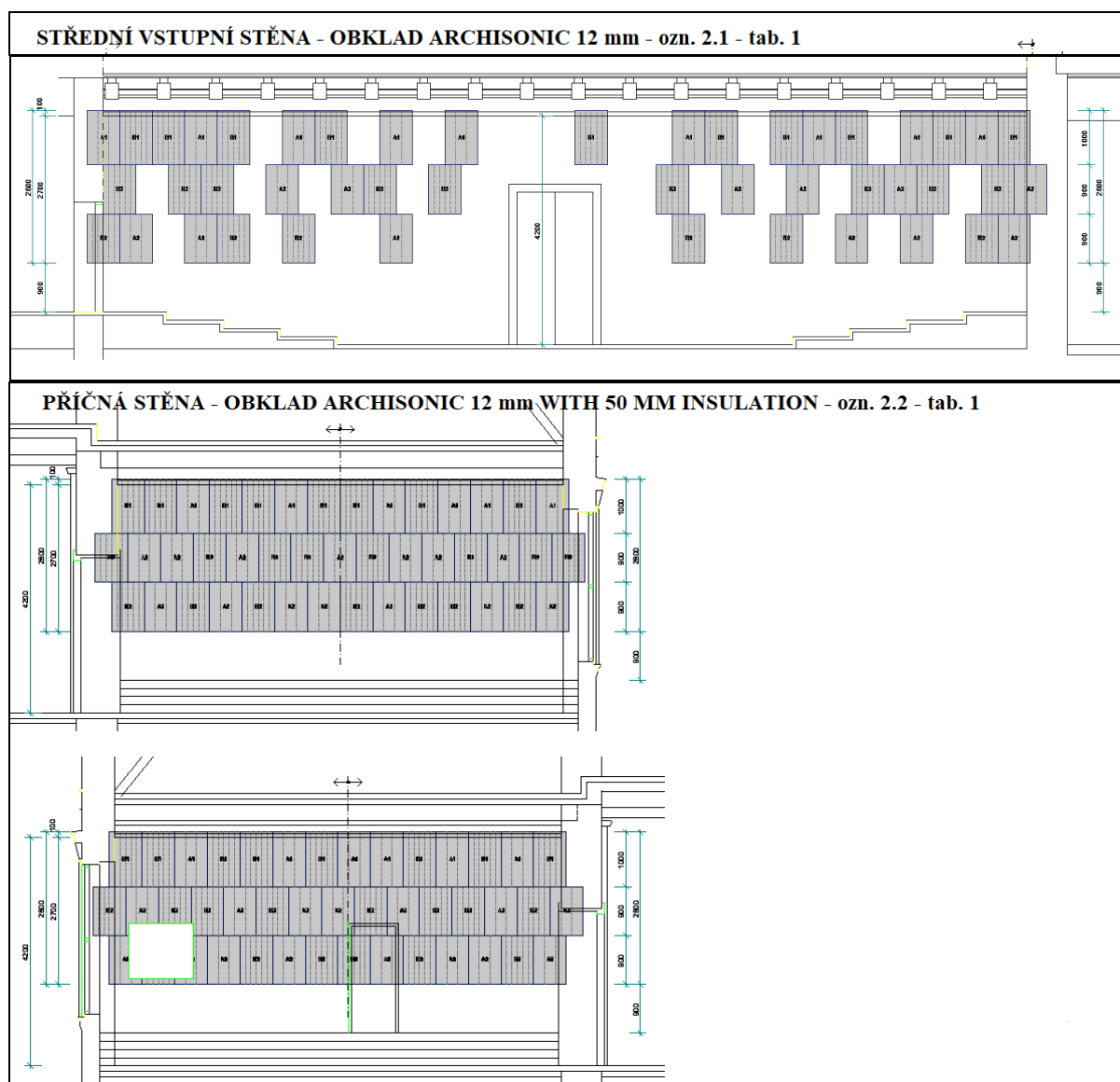
Pro obklad stěn na základě výše uvedeného byly zvoleny deskové prvky typu kmitající membrány ARCHISONIC 12 mm na střední – vstupní stěnu a ARCHISONIC 12 mm with 50 mm insulation na část obou příčných stěn.

Charakteristika vhodných materiálů

Pro akusticky pohltivou úpravu řešeného prostoru byly provozovatelem a projektantem vybrány prvky děrovaných desek vhodné pro úpravu podhledu a deskové prvky typu kmitající membrány na stěny 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							
Var. 1.1	SDK – Rigitone R 6/18 – kruhové děrování – tl. desky 12,5 mm + izolace 50 mm, $\epsilon = 8,7\%$, bílý vlies. UMÍSTĚNÍ - zavěšení cca 400 mm	0,50	0,50	0,55	0,60	0,55	0,60
Var. 1.2	SDK – Knauf 6/18 - kruhové děrování – tl. desky 12,5 mm + izolace 20 mm, $\epsilon = 8,7\%$, bílý vlies. UMÍSTĚNÍ - zavěšení cca 400 mm	0,42	0,60	0,60	0,63	0,57	0,62
STĚNA - obklad							
2.1	ARCHISONIC 12 mm UMÍSTĚNÍ – Střední stěna – vstupní	0,05	0,05	0,25	0,55	0,85	1,00
2.2	ARCHISONIC 12 mm with 50 mm insulation UMÍSTĚNÍ – Střední stěna – vstupní	0,40	0,65	0,85	0,95	0,95	0,95



Obr. 3 Umístění akustických prvků na stěny místnosti – viz tab. 1

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 zasedací místnosti - posluchárny, 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.

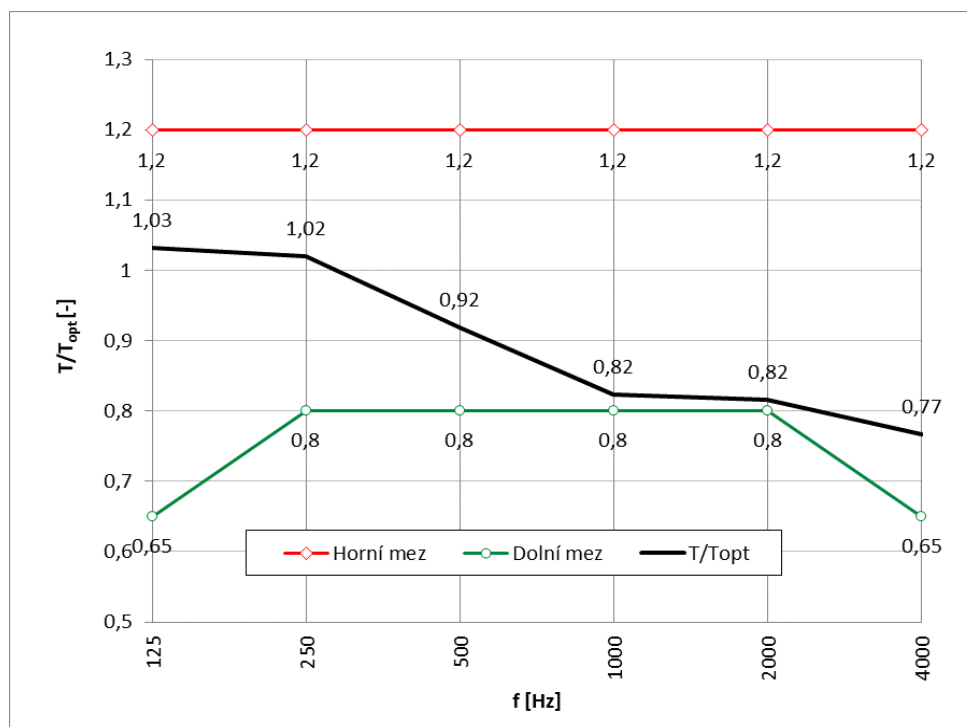
5.2 Ověření akustického návrhu

Stropní konstrukce bude doplněna o akusticky pohltivý podhled a stěna o akusticky pohltivý obklad typu viz. tabulka 2.

Plochy uvedené u zvolených materiálů pro akustickou úpravu prostor stropu jsou v minimálních hodnotách dle výpočtu.

Tab. 2 Specifikace ověřených akustických materiálu dle tab. 1

Místnost	Materiál - prvek	Upravená plocha S (m^2)
343	SDK - děrování 6/18 – kruhové rozptýlené děrování – tl. desky 12,5 mm + minerální izolace, $\epsilon = 8,7\%$, bílý vlns.	1 - STROP – 110 m^2 Ostatní plocha – osvětlení, prvky VZT a plné desky SDK
	ARCHISONIC 12 mm	2.1 - STŘEDNÍ STĚNA – 24 m^2
	ARCHISONIC 12 mm with 50 mm insulation	2.2 - PŘÍČNÉ STĚNY – 42 m^2



Graf 1 Zasedací místnost 343 - Poměr predikované doby dozvuku k optimální době dozvuku v tolerančním pásmu

6. Závěr

Z uvedených výsledků výpočtu jsou zřejmé plochy, typy prvků a materiálů použitých pro dosažení optimální doby dozvuku v místnosti – viz str. 7.

Předpokládaná doba dozvuku v rozsahu navržených úprav bude v tolerančním doporučeném pásmu, tedy v souladu s požadavky legislativy při obsazení místnosti.

Pro mluvené slovo je tato hodnota doby dozvuku pozitivně významná.

Modelový výpočet je proveden pro prostor místnosti, který byl investorem a projektantem dispozičně a tvarově stanoven ve vztahu k umístění míst sezení posluchačů ku umístění řečnického stolu. Toto řešení bylo výchozí a neměnné pro návrh prostorové akustiky místnosti.

Tvarové a dispoziční řešení, geometrie šíření přímého a odraženého zvuku od zdroje (řečníka) ku příjemci (posluchači), proto bude nutné doplnit elektroakustickými zařízeními v místech posluchačů za rovinou řečníka, jedná se o rohové pozice u obvodové stěny.

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

Současně je nutné dodržet minimálně stanovené plošné hodnoty materiálu pro zajištění optimální doby dozvuku pro konkrétní umístění.

V Lelekovicích, 25. ledna 2023

Ing. Dagmar Donatřáková