

REVIZE	KDO	KDY	REV.

Projektant

Zodpovědný projektant profese

Generální projektant



Zodpovědný projektant

ING. ARCH. JOSEF PÁLKA

Akce

**MODERNIZACE BUDOV FTK UP OLOMOUČ—NEŘEDÍN
AULA S RESPIRIEM**

DOKUMENTACE PRO PROVEDENÍ STAVBY

Investor

UPOL

Lokalita

Olomouc, Tř.Míru

Dílčí část-profese

D.1.1. ARCH.—STAVEBNÍ ŘEŠENÍ

Výkres

AKUSTICKÁ STUDIE

Měřítko

Datum

ÚNOR 2019

Zpracoval **ING.PETR NOVOTNÝ**

Kontroloval

Číslo akce

Výkres číslo

Revize

1076/1

15

00

AKUSTICKÁ STUDIE

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné výchovy

Aula

**Posouzení a výpočet akustických vlastností a návrh
akustických úprav**



Zpracovatel :

AVC Praha spol. s r.o.
Hřenská 11, 182 00 Praha 8
IČO: 47120207
ISO 9001 : 2009

Kontaktní osoba zpracovatele :

Ing. Petr Novotný
člen AAČS



Datum : 22.8.2016

1. Úvod a charakteristika řešení :

Na základě podkladů projektanta stavební části a interiérů (Projekční atelier Hexaplan International s.r.o. - Ing. arch. Martin Pálka) jsme provedli následující akustické posouzení prostoru přednáškového sálu – auly na Fakultě tělesné výchovy, Univerzita Palackého v Olomouci.

Prostor je půdorysně jednoduchý rovnoběžnostěn s výraznou elevací a konkávně zakřiveným podhledem v zadní a přední části s členěním nově navrženými soliterními akustickými prvky, sledujícími podhledovou křivku.

Jedná se o tvarově netypický prostor (půdorys s kratší délkou sálu), což částečně ovlivňuje zpoždění prvních, tzv. rychlých odrazů od bočních stěn, které jsou téměř z poloviny opatřeny okny s krytím žaluziemi pro možnost projekce A-V.

Aula je středně velkého objemu s kapacitou 200 posluchačů, s katedrou pro přednášejícího a běžným vybavením didaktické a audiovizuální techniky.

Z těchto důvodů (zadání) bude nutno provést akustické úpravy podhledu a stěn tak, aby byly splněny požadavky pro tyto typy poslucháren ve smyslu ČSN 73 0527, výsledné dozvukové pole bylo pro atypický parter (menší hloubka prostoru než šířka) energeticky vyrovnané a homogenní.

Základní tvarové a materiálové vybavení dle návrhu zpracovatele architektonického řešení interiéru :

- Zavěšené prostorové prvky na stropním podhledu v modifikaci širokopásmových pohltivých kazet, NRC 0,95, třída A , ak. podhledové solitery pokrývají větší část podhledu , v přední části je navržen zavěšený konkávní objekt z ak. materiálu o NRC 0,75/0,8, tř. C v modifikaci bezesparého tvarovaného podhledu s funkcí supraporty nad katedrou tj. polohou přednášejícího. Akustické podhledové soliterní prvky a konstrukce supraporty jsou volně zavěšené a vůči zvuku transparentní, nejedná se o souvislou akusticky aktivní plochu.
- Části obkladu bočních stěn jsou obloženy nízkotónovými rezonátory typu kmitajících panelů KP 6 a středopásmovými rezonátory dutinkového typu DR 8/16 VS(25). Jednotlivé ak. materiály jsou prostřídány co do množství, tak i druhů a doplněny ostatním odrazivým dřevěným obkladem (popř. části stěn s omítkou, SDK atd...). Téměř 50-ti procentní část stěn je překryta volnými žaluziemi pro možnost zatemnění, do posouzení AK budeme počítat s upraveným činitelem zvukové pohltivosti pro odrazivá okna, překrytá žaluziemi..

Charakteristika akustických prvků v dřevěné modifikaci :

- středopásmové dutinkové rezonátory typu DR R 8/16 VS z lícové perforované mdf desky tl. 18 mm s povrchovou úpravou dle ARCH na rámečkách, zvukopohltivou vložku tvořenou z nalepeného černého Molitanu R+ tl. 20 mm o hodnotě $\alpha (w) = 0,65$

- nízkotónové rezonátory typu kmitajících desek – KP 6 s činitelem zvukové pohltivosti v úzkém kmitočtovém pásmu od 100 – 200 Hz v hodnotě $\alpha(w) = 0,7$

- klasické dřevěné obklady z plných MDF desek tl. 18 mm s povrchovou úpravou dle ARCH na rámečkách, doplňujících obklady typu KP a DR (sokly, rámy a doplňky ÚT, špalety atd...), hodnoty $\alpha(w) = 0,15$ v spodním rozsahu kmitočtového spektra (< 63 Hz).

Posluchárna bude dále vybavena dalšími konstrukcemi a objekty, spolupůsobícími s akustickými prvky v prostoru, jako jsou poločalouněná sedadla a lavice, okna překrytá žaluziemi pro video-projekci atd..., podlaha PVC (marmoleum).

Do návrhu akustiky je nutno započítat i pohltivosti obsazeného parteru posluchači (200), sedících na sedadlech + lavice, dle ČSN 73 0527 se zadává do výpočtu cca 2/3 obsazení půdorysu posluchači tj. v ploše cca 76 m² o $\alpha(w) > 0,5$ – funkce ve středním až vyšším kmitočtovém pásmu spektra.

Úkolem této studie je posoudit vhodnost návrhu uvedených akustických prvků a vybavenosti prostoru, vč. určení pozic pro jednotlivé typy a množství akustických prvků na stropě (podhledové solitery) a po obvodě posluchárny (viz zpracování v projektu architektonické části).

2. Základní akustické vlastnosti posluchárny :

Výpočtové akustické vlastnosti ve smyslu ČSN 73 0527

Objem prostoru $V = 1378 \text{ m}^3$

Celková aktivní plocha $S_c = 756 \text{ m}^2$

První vlastní kmit prostoru : $f_k = 38 \text{ Hz}$

Hodnota optimální doby dozvuku :

(Optimální úrovně pro jednotlivá kmitočtová pásma v případě použití audiovizuální techniky pro výuku a prezentaci)

125	250	500	1000	2000	4000	Hz
1,1	1,0	0,9	0,9	0,85	0,8	s

$T_{opt.} = 0,9 \text{ s}$

Optimální hodnota Eyringovy pohltivosti $AE_{opt.} = 251 \text{ m}^2$

Hodnota Eyringova činitele zvukové pohltivosti $\alpha_E = 0,31$

Hodnota Sabinova činitele zvukové pohltivosti $\alpha_S = 0,28$

Základní hodnota Sabinovy optimální pohltivosti prostoru $AS_{opt.} = 212 \text{ m}^2$

Vnitřní limity dle NV č. 272/2011:

Základní charakteristika hladiny hluku pozadí od technického (TZB) a technologického (A-V) zařízení = DK 30, což odpovídá $L_{Amax,p} = 35 \text{ dB}$.

Jak už jsme uvedli v úvodu a charakteristice řešení, budou akusticky aktivní prvky širokopásmového charakteru na celém podhledu ve vysoce transparentní formě pro šíření zvuku (solitery horizontálního i velkoplošného supraportového charakteru – Solo panely a konkávní plocha nad katedrou), boční stěny a zadní stěna budou opatřeny prostřídáním akustických prvků KP a DR spolu s odrazivým obkladem, čelní stěna s tabulí a vybaveností A-V bude upravena odrazivým obkladem a nad úrovní vstupních dveří prostřídáním akustických stěnových obkladů KP a DR.

Do výpočtu byl zahrnut i vliv ostatních ploch vybavení posluchárny a příslušných materiálů, spolupůsobících a ovlivňujících celkové akustické vlastnosti prostoru, popsanych v předešlé kapitole.

Pro výpočet jsme použili klasickou Eyringovu metodu - výpočetní program SEA P1350 - tj. výpočet pro posouzení navrženého druhu a množství akustických prvků a konstrukcí a stanovení pohltivosti jednotlivých akusticky aktivních ploch v prostoru posluchárny.

3. Návrh a posouzení druhů a množství akustických obkladů a konstrukcí :

Na základě výše uvedené charakteristiky prostoru a architektonického návrhu řešení interiéru jsme provedli posouzení a návrh rozsahu zastoupení akusticky aktivních částí ploch tj. určení množství akustických materiálů a konstrukcí, splňujícího a potvrzujícího požadavky GP-ARCH na řešení celkového interiéru posluchárny. Předpokládaný průběh doby dozvuku – $T(o)$ holého kubusu daného prostoru koresponduje s naší zkušeností s podobnou objemovou velikostí a tvarem tohoto typu prostoru tj. převýšení doby dozvuku ve středním kmitočtovém pásmu.

Po provedení základní analýzy celé problematiky a zadání plošných výměr navržených jednotlivých akustických prvků do výpočetního programu jsme získali následující výsledek použití a plošného zastoupení jednotlivých ploch $A_k(i)$ a to :

$A_k(p1)$ - širokopásmový zvukopohltivý podhled v minerální modifikaci (standard : Ecophon Solo Square), barevný odstín dle návrhu ARCH ze vzorníku výrobce, o celkové ploše 55 m²

$A_k(p2)$ - zvukopohltivý podhled nad katedrou v modifikaci celoplošného kompaktního zavěšeného prvku z materiálu expandovaného sklogranulátu (standard : SoSilent panel Robust, konkávní tvar prvku), barevný odstín dle návrhu ARCH ze vzorníku výrobce, o celkové ploše 48 m²

$A_k(kp)$ - nízkotónový rezonátor typu kmitajícího panelu KP 6 s celkovou tloušťkou 58 mm, kazety o rozměru 600x1200 mm, lícová kmitající deska max. tl. 4 mm (standard : AVC KP 6 C) s povrchovou úpravou dle ARCH, minerální vlna (např. ISOVER SSP2 popř. Molitan R+) ve vzduchové mezeře tl. 25 mm, kazety zavěšené na latích tl. 25 mm o celkové ploše 46 m²

$A_k(dr)$ - středopásmový dutinkový rezonátor typ DR R 8/16 z lícové perforované MDF desky tl. 18 mm (standard : AVC DR 8/16 VS) s povrchovou úpravou dle ARCH na rámečkách, zvukopohltivou vložku tvořenou z nalepeného černého Molitanu R+ tl. 20 mm o celkové ploše 40 m²

Ostatní prvky a konstrukce spolupůsobící s navrženými akustickými prvky :

- část $A_k(\text{posl}) = 76 \text{ m}^2$ - překrytí parteru (elevace) + posluchači – 2/3 obsazení,
- vybavenost technologie A-V (plátno, tabule, katedra ...),
- žaluzie před fasádními okny (cca 63 m²).

Na přiložené tabulce a grafu je uvedena rekapitulace výsledků – T(vyp.) ve srovnání s hodnotami T_{opt}. Skutečně realizované plošné výměry se mohou dle ČSN lišit od výpočtových o +/- 10% .

Návrhy, uvedené v této akustické studii jsou výkresově zpracovány v architektonické návrhu interiéru stavební části PD.

6. Vyhodnocení :

Použitím výše uvedených akustických prvků a jejich rozmístěním, tak, jak je popsáno v této akustické studii a graficky znázorněno v PD stavební části – architektonické řešení interiéru sálu, lze předpokládat docílení optimálních akustických vlastností prostoru a dodržení zásad dle ČSN 73 0527.

Z výše uvedené výpočetní tabulky a grafu je zřejmé, že vypočtené hodnoty T(vyp.) se pohybují v optimálním rozmezí T(s).

Praha, 22.8.2016

Vypracoval: Ing. Petr Novotný



Vypočtené hodnoty

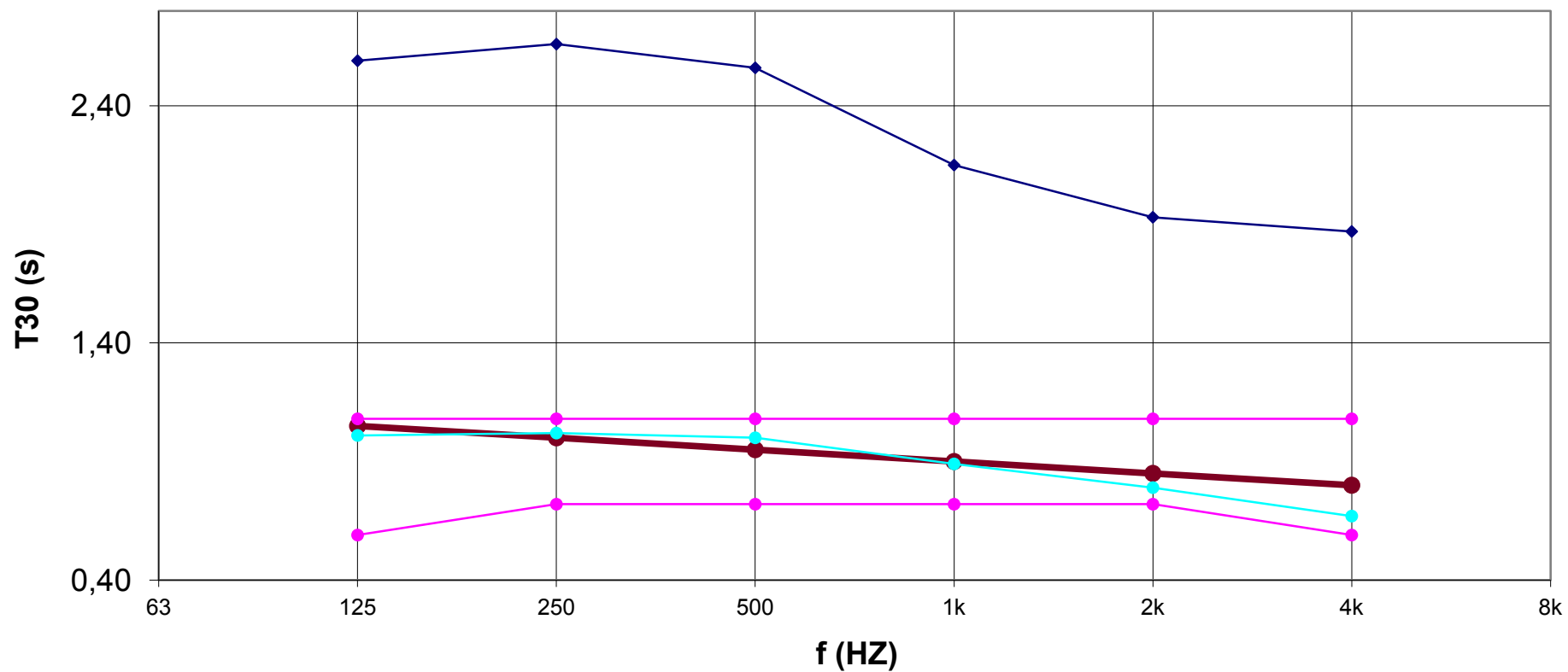
Prostor posluchárny (auly)

Tabulka a graf

s / Hz	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
To		2,59	2,66	2,56	2,15	1,93	1,87	
Topt		1,05	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	
Tvýpočtová		1,01	1,02	1,00	0,89	0,79	0,67	
Topt +10%		1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	
Topt -10%		0,59	0,72	0,72	0,72	0,72	0,59	

V =	1 378	m ³	
To (125 - 4000 Hz) =	2,29	s	
Topt(+/-10%) =	0,91	s	
Tvýp. =	0,90	s	(přepočtená hodnota pro 2/3 obsazení + sedadla, jevištní otvor)

Průběh T_{opt} , T_o a $T_{výpočtová}$



—◆— T_o —●— T_{opt} —●— $T_{výpočtová}$ —●— $T_{opt} + 10\%$ —●— $T_{opt} - 10\%$