

AKUSTICKÁ STUDIE

Název projektu: **Akustická studie a měření**
KLUBOVNA
OSTRAVA – HRABŮVKA

Zpracoval: **Bc. Michal Vajda**

Zhotovitel: **DESIGN 4AVI s.r.o.**
Pražská 1335/63, 102 00
Praha 10
IČ: 07303289

Datum: **4. 12. 2024**

Obsah

Úvod	3
Protokol o měření doby dozvuku	4
Popis sledovaného prostoru	5
Půdorys	6
Fotodokumentace	6
Parametry místnosti	7
Popis ploch a materiálů	7
Výstupy simulací	9
Návrh akustických úprav	10
Popis navrženého akustického materiálu	11
Závěr	11

Úvod

Na základě objednávky Vám tímto předkládáme akustickou studii provedenou společností DESIGN 4AVI s.r.o., jejíž cílem je návrh optimálního řešení prostorové akustiky. Měření doby dozvuku i akustická studie jsou vytvořeny na základě platných technických norem ČSN. Základním zkoumaným parametrem je doba dozvuku.

Dne 5. 11. 2024 bylo provedeno technické zaměření s následným měřením doby dozvuku v sálu objektu Klubovny v Ostravě – Hrabůvce. Na základě tohoto měření byla vytvořena akustická studie. Důvodem provedení měření bylo ověření současných akustických vlastností prostoru a stanovení doporučení pro následné úpravy, aby celek splňoval veškeré požadavky pro účel, ke kterému má být používán dle platné normy ČSN 73 0527.

Místnost bude z pohledu normy a účelu použití posuzována parametrem doby dozvuku, protože je její účel primárně dán jako víceúčelový sál k pořádání kulturních akcí a zároveň zde bude realizován výukový projekt Věda na kouli. Velikostí objemu celku je pak normou definována doporučená doba dozvuku, která by měla být pro takový objem a účel splněna.

Simulace doby dozvuku je provedena pomocí matematického modelu. Pro výpočet byly použity získané podklady z provedeného zaměření, kde byly po akustické stránce definovány materiály povrchů a určeny velikosti těchto materiálových ploch. V rámci akustické studie je nejprve vytvořen akustický model odpovídající současnému stavu. Ten je posléze vyhodnocen ve vztahu k provedenému měření a normou definovaným hodnotám doby dozvuku. Následně je vytvořen model s uvažováním nově prováděných úprav a jeho výsledný stav je opět vyhodnocen ve vztahu k normou definovaným hodnotám a je navržen případný postup optimalizace normě nevyhovujících skutečností.

Akustická studie obsahuje protokol o měření doby dozvuku stávajícího stavu, stavebně technický popis sledovaného prostoru před akustickou úpravou, výsledky simulací a návrh úprav obsahující ideální rozložení akustických prvků.

Protokol o měření doby dozvuku – sál Klubovna

Měření provedeno dne: 05. 11. 2024

- Způsob měření doby dozvuku ustanovuje norma ČSN EN ISO 3382-1: 2009.
- Měření v této místnosti bylo provedeno v souladu s touto normou.
- Pro stanovení doby dozvuku T byla použita metoda integrované impulsové odezvy.
- Změřená hodnota odpovídá údaji T20.
- Měření bylo provedeno v oktávních pásmech (125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz).
- Zdrojem signálu byl výstřel z pistole 1,5 m nad podlahou.
- Polohy mikrofону byly zvoleny 1,2 m nad podlahou.
- Měření bylo provedeno pro 2 různé polohy zdroje a pro 4 různé polohy mikrofону.

Použité přístroje

·NTi XL2 Ruční akustický a elektroakustický analyzátor

Typ: XL2, S.No. A2A-21659-F0

Nastavení:

Rozlišení: 1/1 Oktávné
Dynamika: 30 dB - 130 dB

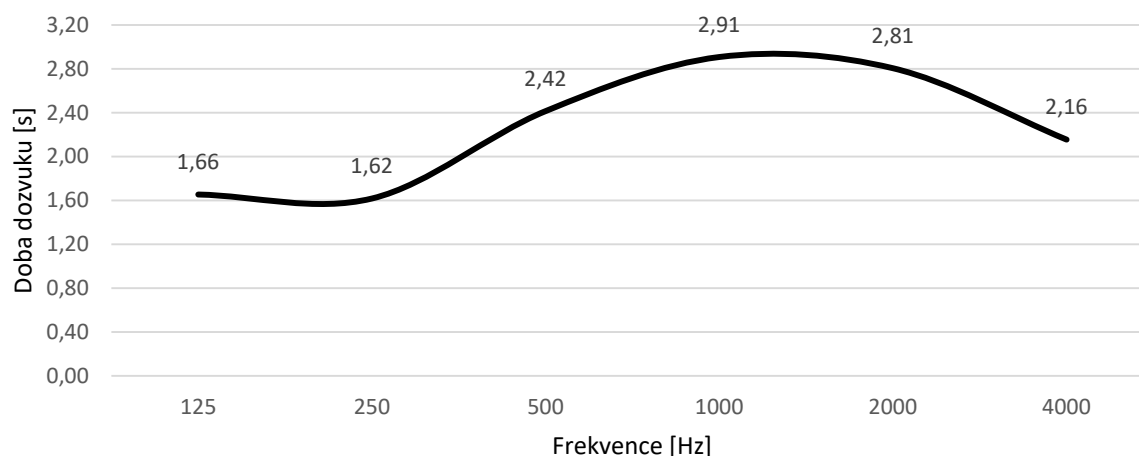
·NTi Audio M2211 (měřicí mikrofón)

S.No.: 11320

·Plynová pistole s akustickými nábojkami

·Stativ, kabely

Průměrná hodnota měření doby dozvuku



DESIGN 4AVI s.r.o.

Pražská 1335/63, 102 00

Praha 10

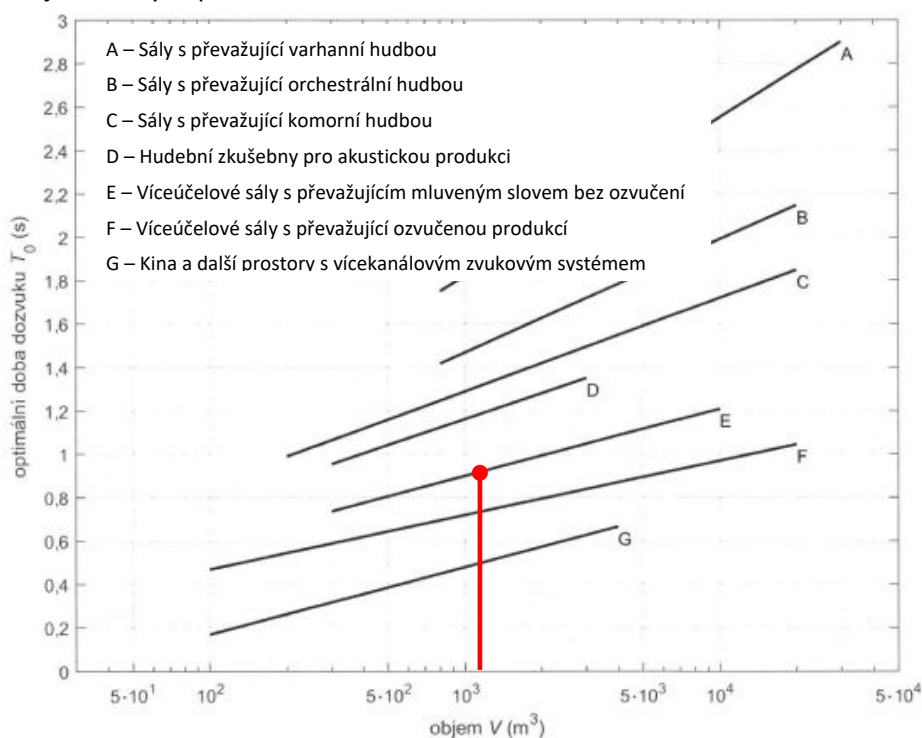
IČ: 07303289

Měření provedl:

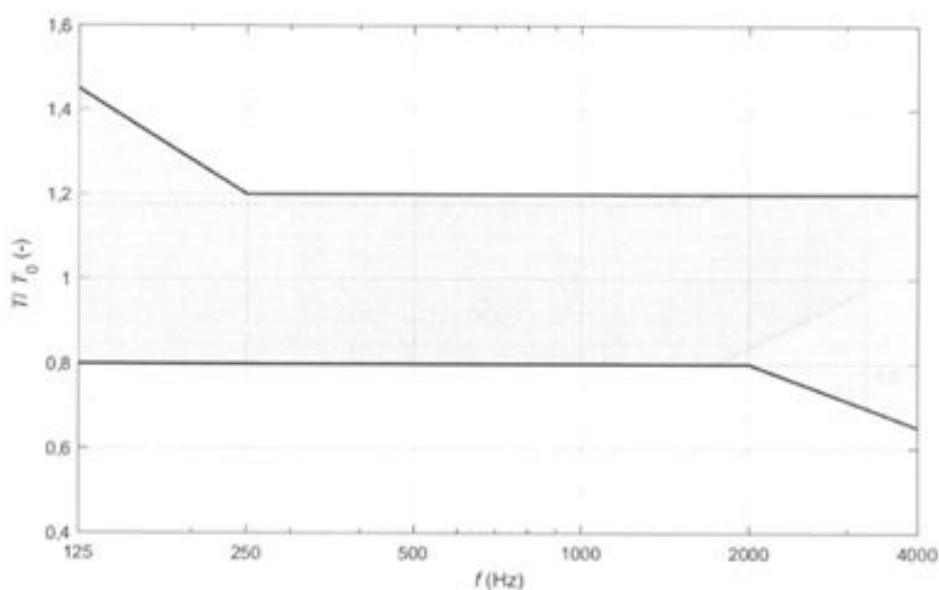
Bc. Michal Vajda

Popis sledovaného prostoru

Prostor o celkovém objemu cca 1152 m³. Z pohledu normy ČSN 73 0527 tedy prostor definujeme jako víceúčelový sál, kde bude docházet k přednesu řeči, ale i hudby. V takovém případě je optimální doba dozvuku s výše zjištěným objemem stanovena na hodnotu $T_0 = 0,92$ s viz graf závislosti optimální doby dozvuku na objemu. K takto stanovené optimální době dozvuku jsou následně normou definovány horní a spodní mezní hodnoty pro jednotlivá oktavová kmitočtová pásma v jejichž rozmezí by se měly doby dozvuku v jednotlivých pásmech nacházet.

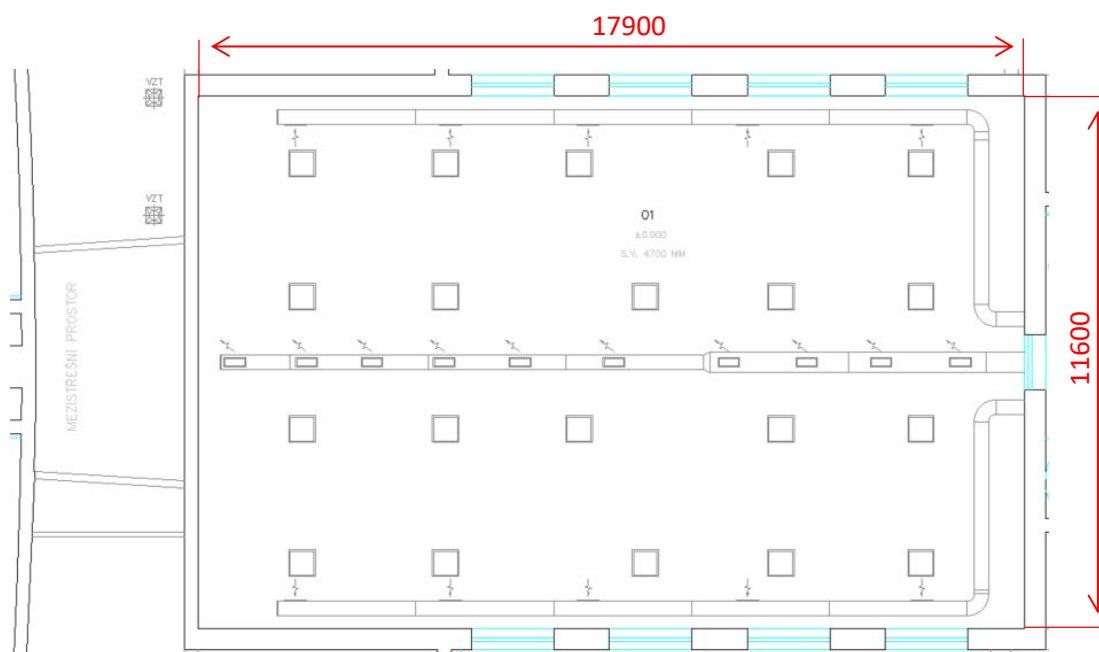


Graf pro stanovení hodnoty optimální doby dozvuku v závislosti na objemu – kulturní prostory. (ČSN 73 0527)



Přípustné toleranční pásmo poměru dob dozvuku T/T_0 obsazeného prostoru určeného k přednesu hudby a řeči v závislosti na středním kmitočtu oktavového pásma. (ČSN 73 0527)

Půdorys



Fotodokumentace



Parametry místnosti

Rozměry místnosti:

šířka	11,60 m
délka	17,90 m
výška	5,53 m
Hrubý objem místnosti	1148,25 m ³

Výklenek vnitřní:

stropní nosníky	25,26 m ³
stropní nosníky světla	11,09 m ³
stěnový obklad	7,16 m ³
parapet topení	5,15 m ³
vzduchotechnika	3,73 m ³

Výklenek vnější:

dveře	0,50 m ³
okna standard	7,93 m ³
okna výdej	0,50 m ³
pódium	47,41 m ³

Celkový objem místnosti	1152,21 m ³
-------------------------	------------------------

Popis ploch a materiálů

Povrchy:

podlaha	225,200 m ²	linoleum
strop	422,312 m ²	omítka
stěna	212,207 m ²	omítka
stěna obklad	85,510 m ²	dřevo
dveře	12,505 m ²	dřevo
okna standard výplň	12,710 m ²	sklo
okna standard rám	6,448 m ²	plast
okna výdej	6,738 m ²	hliník
otvor pódium	2,174 m ²	otvor jinam
světla	8,280 m ²	plast

DESIGN 4AVI s.r.o.
Pražská 1335/63, 102 00
Praha 10
IČ: 07303289

rozvodná skříň	1,404	m ²	plech
znak "K"	2,520	m ²	plast
nápis Ostrava	0,644	m ²	plast
parapet	26,125	m ²	dřevo
vzduchotechnika	89,883	m ²	plech
stůl	51,200	m ²	dřevo
židle sedák	27,200	m ²	dřevo
židle opěrka	22,440	m ²	dřevo

Celková plocha materiálů	1215,498	m ²
--------------------------	----------	----------------

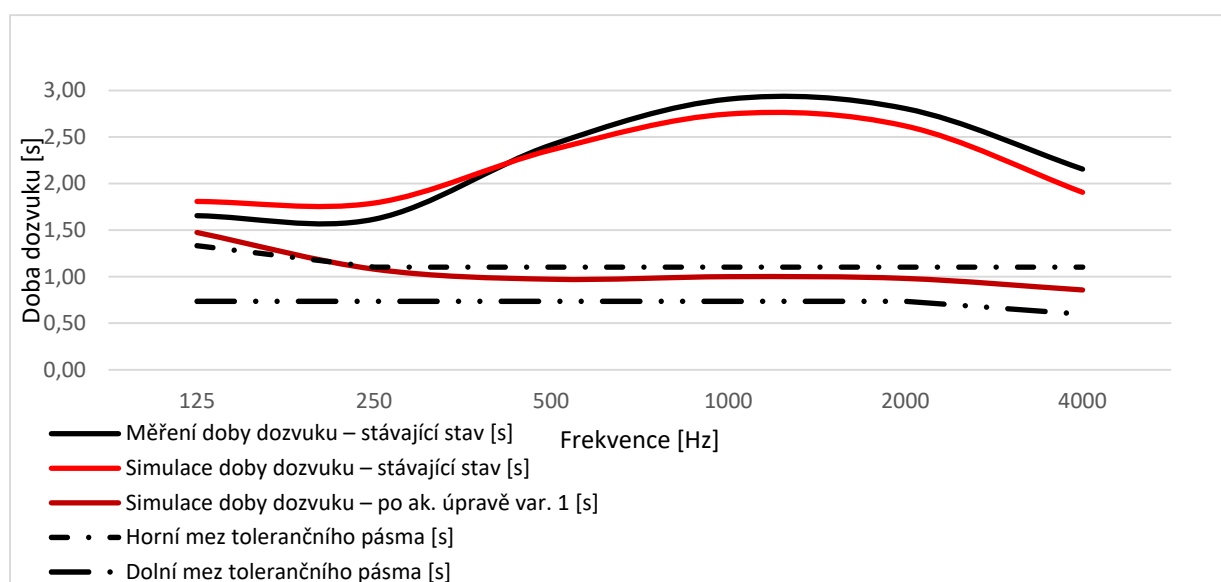
DESIGN 4AVI s.r.o.
Pražská 1335/63, 102 00
Praha 10
IČ: 07303289

Výstupy simulací

Tabulka simulovaných dob dozvuku v oktávových pásmech

frekvence [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Měření doby dozvuku – stávající stav [s]	1,66	1,62	2,42	2,91	2,81	2,16

frekvence [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Simulace doby dozvuku – stávající stav [s]	1,81	1,79	2,36	2,75	2,62	1,91
Simulace doby dozvuku – po ak. úpravě var. 1 [s]	1,47	1,08	0,97	1,00	0,98	0,86
Horní mez tolerančního pásma [s]	1,33	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Dolní mez tolerančního pásma [s]	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,60



Graf simulovaných dob dozvuku v oktávových pásmech

Na základě získaných podkladů bylo zjištěno měřením doby dozvuku a potvrzeno simulací, že současný stav prostorové akustiky sálu objektu Klubovna je **nevyhovující v celém kmitočtovém spektru**, a to i při uvažování tolerančních mezí, které definuje norma ČSN 73 0527 pro její účel.

Jedná se o prostor, který by měl být primárně určen k přednesu mluveného slova, ale i hudby s optimální dobou dozvuku 0,92 s při uvažovaném vnitřním objemu místnosti cca 1152 m³.

Závěrem provedené simulace je tedy konstatování, že vzhledem k nevyhovujícím podmínkám je doporučena akustická úprava. Cílem úprav je snížení doby dozvuku v celém kmitočtovém spektru. Tím dojde ke zvýšení srozumitelnosti mluveného slova, zvýšení absorpce hluku a vytvoření komfortního prostředí.

Po domluvě s klientem prostor nebude optimalizován na ideální podmínky definované normou ČSN 73 0527. Důvodem je dohodnutý způsob akustické úpravy. Do prostoru se budou dodávat absorpční panely pouze jednoho typu, dále nedojde k zásadní stavební úpravě. Místnost je nejčastěji využívána k aktivitám o celkové obsazenosti cca 40 osob. Maximální kapacita prostoru činí

cca 120 osob. Při úplném obsazení osobami se doba dozvuku v celém kmitočtovém spektru nachází v tolerančních mezích definovaných normou. Rozložení ploch daného prostoru částečně znemožňuje ideální akustickou úpravu.

Součástí této akustické studie je doporučení úprav, které by měly dle matematického modelu vést k optimalizaci doby dozvuku v daném prostoru. U těchto úprav se počítá s umístěním akustických prvků na strop a stěny viz návrh akustických úprav, aby došlo k co nejefektivnějšímu využití absorpční plochy a zabránilo se nežádoucím akustickým jevům, jako je například třepotavá ozvěna, které může takto velký objekt utvářet. V rámci výpočtů doby dozvuku bylo počítáno s 1/3 obsazeností prostoru, což odpovídá cca 40 lidem.

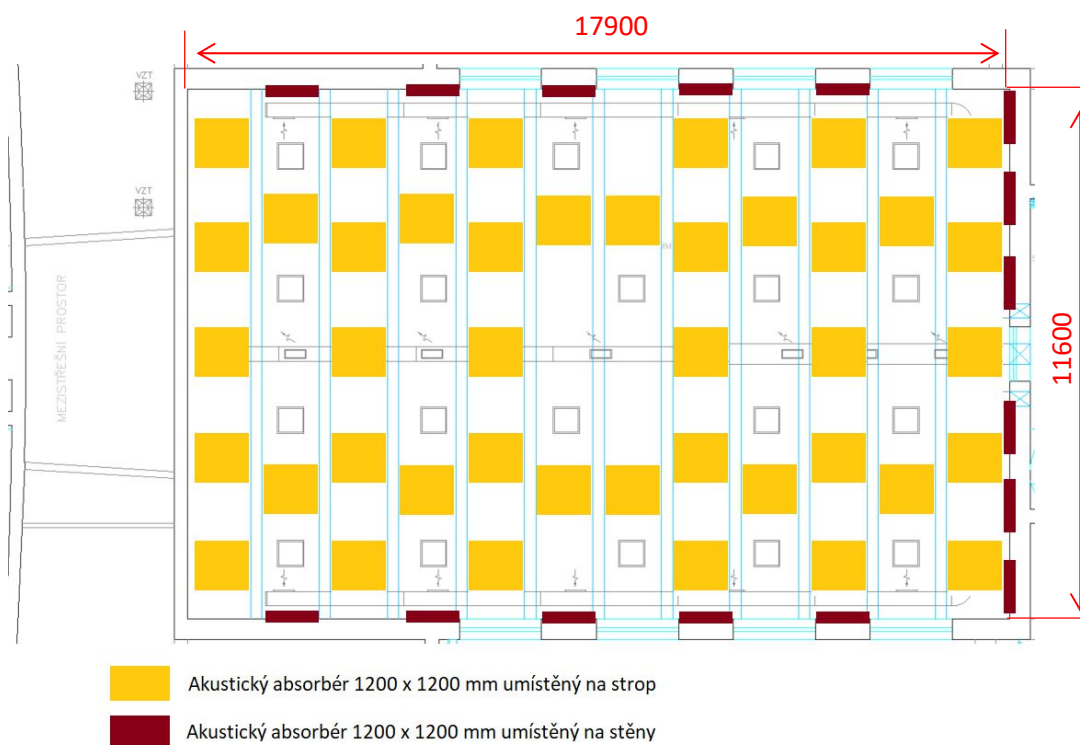
Návrh akustických úprav

Tato optimalizace uvažuje s úpravou části stropu v ploše cca 60 m². Jedná se o akustické absorbéry, které mají rozměr alespoň 1200 x 1200 mm. V tomto rozměru by měly ošetřovat strop místnosti s počtem **42 ks** umístěné mezi stropní nosníky kontaktně lepené dle přiloženého půdorysu.

Dále se doporučuje umístit akustické absorbéry stejných rozměrů v ploše cca 23 m² na stěny, celkem **16 ks**.

Z nich 6 ks akustických absorbérů by mělo být umístěno na zadní stěnu prostoru, tzn. naproti pódia, a to tak, aby rovnoměrně pokryly prostor stěny nad dřevěným obložení od výšky 2,3 m kontaktně lepené.

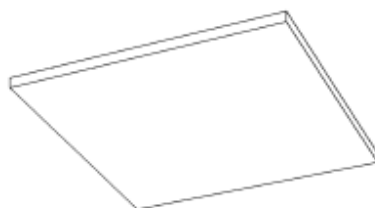
5 ks akustických absorbérů by mělo být umístěno na pravé stěně, zbylých 5 ks na levé stěně místnosti, a to tak, aby pokryly prostor mezi okny a stěnovou plochu blíže pódium od výšky 2,3 m kontaktně lepené.



Popis navrženého akustického materiálu

Celistvý akustický absorbér z akustické pěny snižující celkovou hlučnost v místnosti, zamezující odraz zvuku od jiných reflexních částí stropu a stěn, usnadňuje soustředění i komunikaci. Nosný rám – polotvrdá dřevovláknitá deska, výplň – akustická pěna s vysokou pohltivostí zvuku, povrchová úprava – dekorativní látka, tvar – čtverec, ostré hrany. Součástí balení je kompletní kotevní systém pro instalaci. Rozměry: 1200x1200mm.

Design akustických absorbérů je volitelný klientem.



Akustický pohled VARIO

Předpokládané investiční náklady

Akustické materiály – 550 000 Kč

Celistvý akustický absorbér z akustické pěny snižující celkovou hlučnost v místnosti, zamezující odraz zvuku od jiných reflexních částí stropu a stěn, usnadňuje soustředění i komunikaci. Nosný rám – polotvrdá dřevovláknitá deska, výplň – akustická pěna s vysokou pohltivostí zvuku, povrchová úprava – dekorativní látka, tvar – čtverec, ostré hrany. Součástí balení je kompletní kotevní systém pro instalaci.

Instalační služby, pomocné lešení, přesuny hmot, doprava, drobný montážní materiál – 100 000 Kč

Prováděcí dokumentace – 50 000 Kč

Celkem odhad akustických úprav bez DPH – 700 000 Kč

Závěr

Akustická studie byla provedena pro sál objektu Klubovna v Ostravě – Hrabůvce. Byla navržena akustická úprava, která by měla vést k optimalizaci doby dozvuku a snížení hluku v daných prostorech. Tato studie vychází ze současných získaných technických údajů o místnosti. V případě, že dojde k úpravě povrchů, se kterými současná akustická simulace nepočítá, tak je nutné tuto zprávu a akustický model revidovat. V opačném případě nelze tento výstup použít jako validní podklad pro finální řešení prostorové akustiky.

Vypracoval dne 4. 12. 2024

Bc. Michal Vajda

