

Výstupní zpráva z akustického měření - Smetanův byt - prezentační prostor

Úvod:

Dne 13.2.2023 bylo provedeno měření doby dozvuku v prostoru expozice v bytě B. Smetany v Litomyšli. Měření bylo uskutečněno v místnosti, ve které je plánována rekonstrukce za účelem modernizace expozice s požadavkem na kvalitní poslech reprodukováné hudby.

Důvodem uskutečnění měření bylo ověření reálných akustických vlastností místnosti a stanovení doporučení pro budoucí úpravy, aby místnost splňovala veškeré akustické požadavky pro účel, ke kterému má být používána.

Výstupem provedeného měření prostorové akustiky je informace o aktuálním stavu a stavu, který by mohl nastat v případě, že budou v projektu akustické úpravy bez náhrady eliminovány. Posledním výstupem bude modelové doporučení optimálních akustických úprav.

Místnost je z pohledu funkce a norem určena na mluvené slovo a reprodukovanou hudbu, z čehož vyplývají doporučené akustické parametry dané normou ČSN 73 0527.

V tomto protokolu jsou uvedeny zjištěné aktuální hodnoty doby dozvuku T z provedeného měření, které jsou konfrontovány s doporučenou optimální dobou dozvuku T_0 vyplývající z normy ČSN 73 0527. Na základě měření a získaných podkladů je vytvořen matematický model jehož prostřednictvím se pak jednotlivé varianty úprav posuzují. V případě zjištěných nedostatků jsou do matematického modelu vloženy a naznačeny i možné postupy optimalizace zjištěných normě nevyhovujících skutečností.

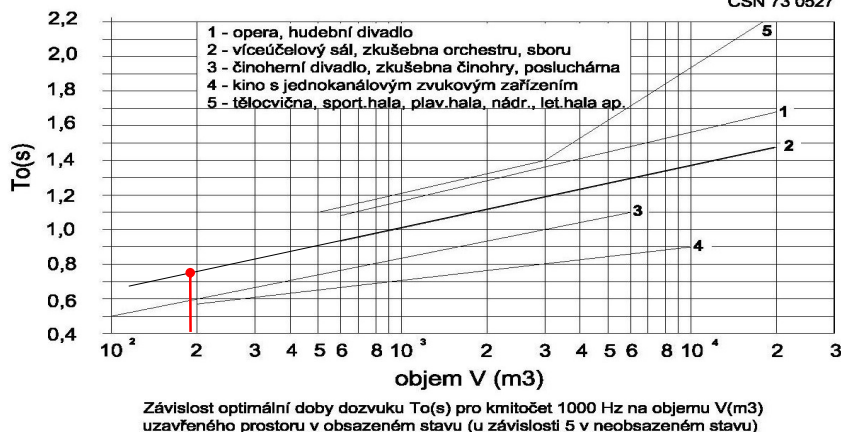
Průběhy doby dozvuku dle normou stanovených hodnot vzhledem k současnému stavu

Objekt:	Smetanův byt - prezentační prostor
Objem prostoru $V=$	187,83 [m ³]
Cílová doba dozvuku T_0	0,75 s

Hudba a řeč - 2

Normou definované doby dozvuku vztahované k objemu prostoru

ČSN 73 0527



Měření:

Způsob měření doby dozvuku ustanovuje norma ČSN ISO EN 3382-1:2009.

Měření v této místnosti bylo provedeno v souladu s touto normou.

Pro stanovení doby dozvuku T byla použita metoda integrované impulsní odezvy. Změřená hodnota odpovídá údajům T_{20} . Měření bylo provedeno v oktaóvových pásmech (125Hz, 250Hz, 500Hz, 1kHz, 2kHz, 4kHz).

Zdrojem signálu byl výstřel z pistole cca 1,5m nad podlahou. Polohy pro měření byly brány cca 1,2m nad podlahou.

Měření bylo provedeno v 3 vybraných bodech prostoru a ve dvou polohách mikrofону vzhledem k velikosti prostoru.

Použité přístroje:

NTi XL2 Ruční akustický a elektroakustický analyzátor

Typ: XL2, SNo. A2A-05865-E0, FW2.60

Nastavení:

Rozlišení: 1/1 Oktávové

Dynamika: 30 - 130 dB

Měřicí mikrofón:

NTi Audio M2210, S/N: 2352, citlivost 20.7 mV/Pa

Stativ, kabely a akustická plynová pistole ráže 9mm.

Technický popis:

Rozměry a technické parametry prostoru											
Rozměry místnosti:		Vnější výklenek okno		Vnější výklenek dveře		Klenba					
šířka	7,06 [m]	šířka	3,15 [m]			strop	45,38 [m²]				
délka	6,06 [m]	výška	2,78 [m]								
výška - pod klenbu	1,87 [m]	hloubka	0,87 [m]								
plocha stěn pod klenb.:	37,32 [m²]		38,25 [m³]		1,99 [m³]		70,63 [m³]				
eliptická klenba (poloměr 3m x 1,83m se protíná s poloměrem 3,5m x 1,83m)											
Materiály:											
Dřevěné prvky											
Stůl deska kulatá	2,08 [m²]										
Skleněná skříň	3,39 [m²]	Objem	0,64 [m³]	- Sklo	2,29 [m²]	- Rám	1,09 [m²]				
komoda se šuplíky	3,18 [m²]	Objem	0,51 [m³]								
komoda prosklená	3,57 [m²]	Objem	0,62 [m³]	- Sklo	0,88 [m²]	- Dřevo	2,69 [m²]				
Obraz 2x	1,43 [m²]										
Skleněné prvky:											
Zrcadlo	0,51 [m²]			- Sklo	0,26 [m²]	- Rám	0,25 [m²]				
Vstupy do místnosti:											
Otvor vstup 1	1,99 [m²]	- nově budou osazeny dveře									
Otvor vstup 2	3,04 [m²]	- nově budou osazeny dveře									
Dveře dřevo vstup 3	1,68 [m²]										
Okna	5,00 [m²]			- Sklo	3,53 [m²]	- Rám	1,47 [m²]				
Vitřina zazděná	2,04 [m²]	- nově bude zazděno		- Sklo	1,98 [m²]	- Rám	0,05 [m²]				
Povrchy:											
Strop:											
štukovaný strop	45,38 [m²]										
Podlaha:											
Podlaha parkety	34,40 [m²]	Sokl	3,29 [m²]								
Podlaha koberec	6,60 [m²]										
Stěny:											
Stěny - vypínaná látka před stěnou hl.:0,2cm:	60,82 [m²]										
Ostatní											
Židle čalouněná 7x	1,55 [m²]										
Pohovka čalouněná	2,42 [m²]										
klavír	6,08 [m²]	Objem	1,38 [m³]								
Objem místnosti V=		187,83 [m³]	Hrubý povrch místnosti S=		174,62 [m²]						
Cílová doba dozvuku		0,75 s									
Místo	S [m²]	současný mater.									
Plocha strop [m²]:	45,38	štuk									
Plocha podlaha [m²]:	34,40	parkety									
Plochy stěny [m²]:	60,82	látková tapeta									
Plocha ostění okna [m²]:	7,61	štuk									
Plocha okna + ostatní sklo [m²]:	8,95	sklo									
Plocha koberec [m²]:	6,60	koberec									
Dřevěný nábytek a prvky [m²]:	20,01	dřevo/lamino									
Plocha čalounění [m²]:	3,96	čalounění									
Otvor bez výplně [m²]:	5,03	otvor									
Celkem	192,76										

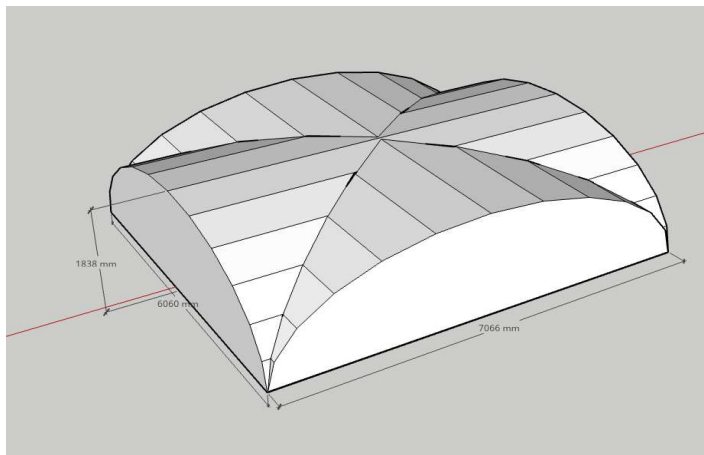
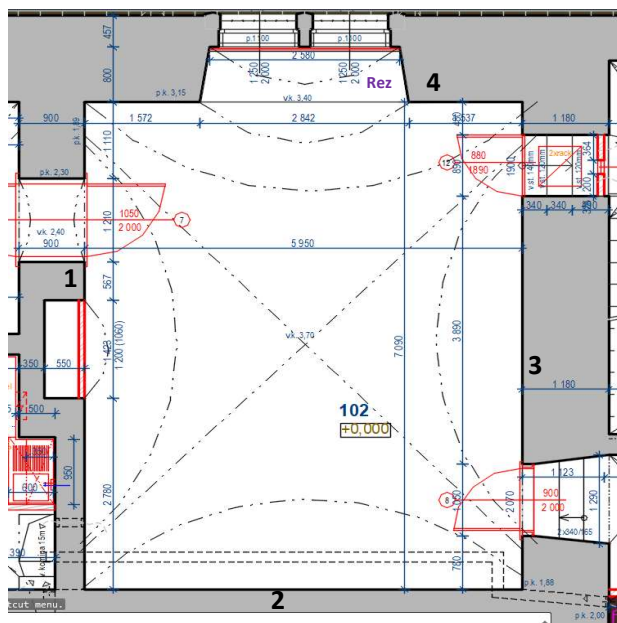
Technický popis:

Poznámky:

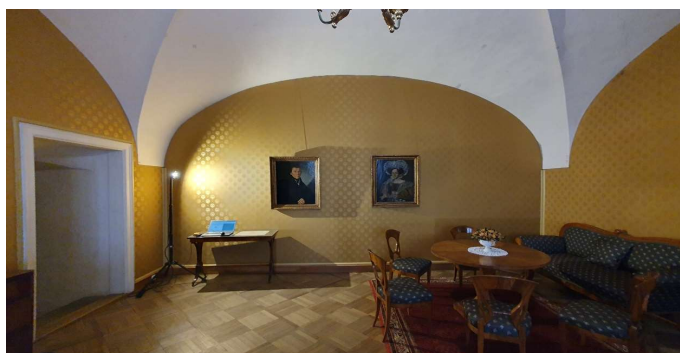
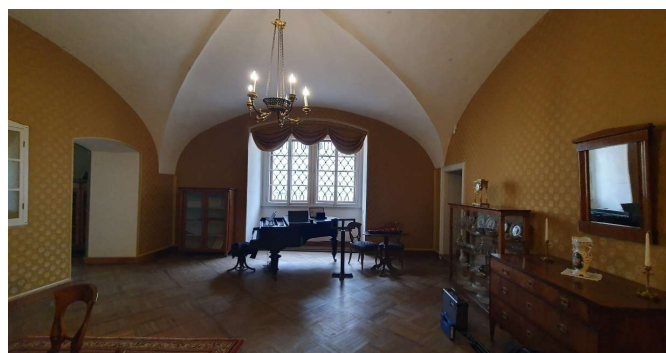
Památkově chráněný prostor

Plánované úpravy stěn - pozlacený štuk, nová podlaha, eliminace nábytku

Půdorys:



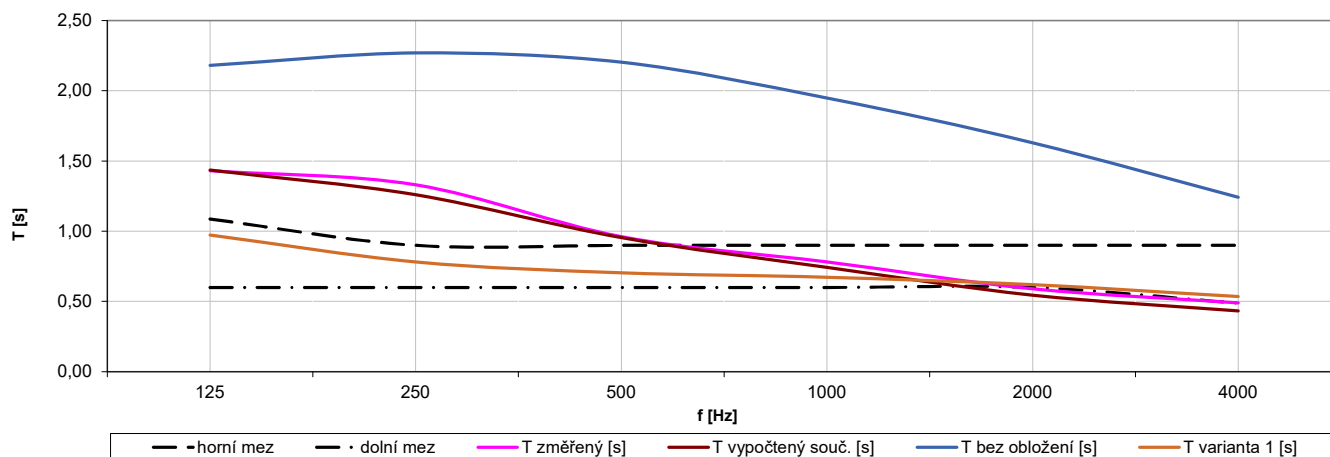
Fotodokumentace:



Průběhy doby dozvuku dle návrhu akustických úprav

Průběhy doby dozvuku						
Band [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
T změřený [s]	1,43	1,33	0,96	0,78	0,59	0,49
T vypočtený souč. [s]	1,43	1,26	0,95	0,74	0,54	0,43
T bez obložení [s]	2,18	2,27	2,20	1,95	1,63	1,24
T varianta 1 [s]	0,97	0,78	0,70	0,67	0,62	0,53
horní mez	1,09	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
dolní mez	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,49

Průběhy doby dozvuku T v závislosti na kmitočtu



Výstupy měření:

Na základě získaných podkladů bylo zjištěno měřením, že současný stav prostorové akustiky v místě budoucí expozice poskytuje mírně zhoršené akustické podmínky na nižších středních a nízkých kmitočtech poslechového spektra při uvažování částečného obsazení místnosti lidmi a při toleranci měření v mezích, které definuje norma ČSN 73 0527 pro její účel. Jedná se o prostory, které by měly být primárně určeny k poslechu hudby a spolehlivému zachycení mluveného slova s cílovou dobou dozvuku 0,75s (\pm definované meze) při uvažovaném vnitřním objemu místnosti cca 188m³.

Tato hodnota je s uvažováním normou definovaných mezí v současné době splněna v kmitočtovém oktávovém pásmu od 1kHz výše, přičemž je nutné z výsledných hodnot brát v úvahu, že měření bylo prováděno v prázdné místnosti bez přítomnosti lidí, kteří sami o sobě mají další pozitivní vliv na hodnoty doby dozvuku, kterou dále o něco snižují. Při uvažování cca 5 lidí v místnosti a více tak stávající prostor bude splňovat normou definované požadavky na dobu dozvuku i pro kmitočtové pásmo 500Hz.

Závěrem provedeného měření tedy je konstatování, že při zachování současného provedení stěn v kombinaci s dalšími výraznými absorpčními prvky jako je kusový koberec na podlaze a čalouněný nábytek se závěsy, je možné docílit zlepšení vyrovnání dozvuku ve spektru přidáním absorpčních rezonančních prvků na nízkých kmitočtech.

Pokud by ale bylo součástí plánovaných úprav odstranění stávajícího látkového obložení stěn se vzduchovou mezerou s náhradou za odrazivý (štukovaný) povrch, včetně eliminace ostatního vybavení, tak tento krok nelze z pohledu prostorové akustiky v žádném případě doporučit. V prostoru by výrazným způsobem vrostla nejen samotná doba dozvuku, ale zároveň by se výrazným způsobem začaly projevovat vlastní kmitů včetně efektu flutter echa mezi souběžnými odrazivými plochami (stěnami). Výrazný nárůst doby dozvuku je v tomto případě potvrzen i matematickou simulací po eliminaci veškerých obkladů stěn a jejich narazením za štukovou stěnu. Výsledné zhoršení a průběh je patrný v grafu T (bez obložení).

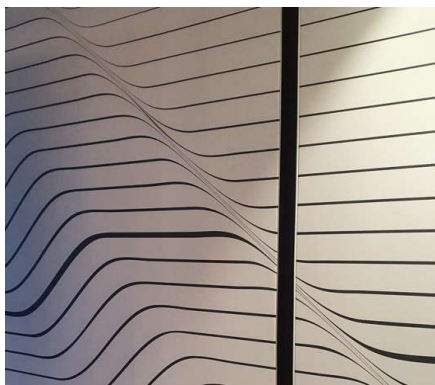
V rámci plánované rekonstrukce je tak z pohledu akustiky doporučeno nahradit stávající obložení alternativním obkladem tak, aby byl splněn nejen požadavek na dobu dozvuku daného prostoru dle platné normy, ale zároveň abychom maximálně předešli vzniku nežádoucích akustických odrazů, čehož jde dosáhnout cíleným rozmístěním akustických prvků. Níže je v protokolu nastíněno jedno z možných řešení, které optimalizuje akustické vlastnosti prostoru pro kvalitní poslech mluveného slova i reprodukovanou hudbu, což je pro budoucí expozici jeden z nejzákladnějších požadavků.

Návrh řešení akustických úprav varianta 1:

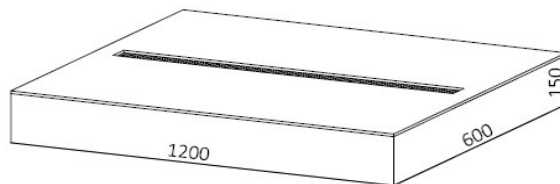
Tento návrh uvažuje s umístěním 40m² předepnutého látkového obkladu s různým vrstvením s celkovou skladebnou tloušťkou 70mm po dvou sousedních stěnách (stěna 1 a 2 viz půdorys) v celé jejich ploše společně v kombinaci s kmitacími panely a rezonátory zabezpečujícími absorpci na nízkých kmitočtech. Tři rezonanční prvky by měly být umístěny v podlaze pod okny, kde se v současné době nachází přístupná dutina. Zbylé dva rezonátory by měly být umístěny v otvoru po vitríně, která se nachází ve stěně číslo 1 (viz. půdorys) vedle vstupu do druhé sousední místnosti. Tato vitrína měla být podle informací zadavatele zrušena, a proto je zde umístění rezonančních prvků možné v rámci jednolitě plochy stěny. Na stěně číslo 2 je za účelem absorpce nízkých kmitočtů za předepjatým obkladem navíc uvažováno místo akustické výplně s kmitacími panely v ploše cca 16m². Zbylá část stěny 2 společně se stěnou 1 s rezonátory by pak měla být realizována ve skladbě tlumící vložka a předepnutý látkový obklad. V tomto provedení tak jde cca o 24m² plochy. Při měření byl ve středu místnosti identifikován efekt flutter echa od klenutého stropu. Vzhledem k památkové ochraně klenby není možné umístit akustický obklad na strop nebo pod strop, a proto je doporučeno i po rekonstrukci umístit na podlahu uprostřed místnosti kusový koberec, který by případně přímé vlastní kmity prostoru částečně tlumil. Zároveň je doporučeno vytvořit v prostoru expozice určitou členitost povrchů, která zabezpečí lepší difuzitu zvukového pole.

Možné prvky:

Předepnutý látkový obklad v ploše v kombinaci s minerální tlumící vložkou, kmitacími panely nebo rezonátory.



Vocoustic - LF
Rezonátor



V Praze dne: 13.03.2023

Vypracoval:
Ing. Jan Plaček