

Ing. Michael Plachý

Akustik – autorizovaný inženýr

» Projekty akusticky náročných prostor «

Kancelář: Hloubětínská 5, Praha 14 -Hloubětín

Mobil: 736 688 208

E-mail: plachy.michael@e-mail.cz

TECHNICKÁ ZPRÁVA A K U S T I K A

S T U D I E

Akce: KRAJSKÝ SOUD OSTRAVA - REKONSTRUKCE JEDNACÍ
SÍNĚ č.7 A JEJÍHO ZÁZEMÍ

Místo: Havlíčkovu nábřeží 1835/34. 70200 Ostrava
p.č. 577/1, k.ú. Moravská Ostrava 713520

Investor: Česká republika - Krajský soud v Ostravě, Havlíčkovu nábřeží 1835/34,
728 81 Ostrava

Stupeň PD: DUR + DSP

Profese: Prostorová akustika

Objednatel: SKS s.r.o., Brněnská 1748/21b, 678 01 Blansko

Zpracovatel: Ing. Michael Plachý
– autorizovaný inženýr v oboru technika prostředí staveb,
specializace technická zařízení, ČKAIT 13745 (IE01)

Datum: 29.3. 2018

Počet stran: 11

Vyhotovení: č.0 , celkem 7 výtisků + č.0 (formát pdf)



Ing. Michael Plachý

OBSAH

1. ZADÁNÍ	2
2. UŽITÉ PLATNÉ STANDARDY A LITERATURA	2
3. STÁVAJÍCÍ A NOVÉ KONSTRUKČNÍ USPOŘÁDÁNÍ	2
4. NORMOVÉ HODNOTY DOBY DOZVUKU	4
5. MĚŘENÍ DOBY DOZVUKU	5
6. VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ	5
7. NÁROKY NA AKUSTICKÉ OBKLADY	6
8. VÝPOČET DOBY DOZVUKU	6
9. ŘEŠENÍ ÚPRAV PROSTOROVÉ AKUSTIKY	9
Pohltivost obkladu	9
Množství obkladu	9
Konstrukce obkladů	9
10. NÁVAZNOST NA DALŠÍ PROFESE	9
11. ZÁVĚREM	9
12. PŘÍLOHY – MĚŘENÍ DOBY DOZVUKU	9

1. ZADÁNÍ

Předmětem objednávky je zpracování studie akustické úpravy vnitřního prostředí Jednací síně č.7, určené pro velká soudní jednání za přítomnosti veřejnosti a novinářů.

2. UŽITÉ PLATNÉ STANDARDY A LITERATURA

- [1] ČSN 73 0525 *Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady*. Únor 1998.
- [2] ČSN 73 0527 *Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely*. Březen 2005.
- [3] ČSN EN ISO 11654 *Akustika – Absorbéry zvuku používané v budovách – Hodnocení zvukové pohltivosti*. Prosinec 1998.
- [4] ČSN EN ISO 3382-2 *Akustika – Měření parametrů prostorové akustiky – Část 2: Doba dozvuku v běžných prostorech*. Únor 2009.
- [5] VAVERKA, J. *Stavební fyzika. Díl 1. Urbanistická, stavební a prostorová akustika*. VUTIUM, 1998, s. 343.

Z hlediska projektování prostorové akustiky parametry školských učeben stanovují české národní normy [1], ČSN 73 0525 a [2], ČSN 73 0527. Základním parametrem prostorové akustiky je doba dozvuku, tedy fyzikálně měřená doba, za kterou zvukem vybuzený prostor zcela dozní. Optimální hodnoty doby dozvuku, její meze a posuzovaný kmitočtový rozsah, stanovuje norma [2] ČSN 73 0527.

Provedení modelových výpočtů doby dozvuku předepisuje norma [1] ČSN 73 0525. Realizační postupy úprav prostorové akustiky jsou popsány v obou normách [1] a [2].

Metodiku měření doby dozvuku v těchto prostorech stanovuje zejména norma [4] ČSN EN ISO 3382-1.

3. STÁVAJÍCÍ A NOVÉ KONSTRUKČNÍ USPOŘÁDÁNÍ

Jednací síň o maximálních půdorysných rozměrech 18,13 x 10,00 m a průměrnou výškou 7,125 m, je postavena v historickém slohu. Zadní část sálu je vybavena balkonem. Ohraničující konstrukce stěn jsou zděné a omítnuté, nad podlahou lemované dřevěným deskovým obložením po celém obvodu sálu, a také po obvodu balkonu. Strop je proveden ve formě zdobně profilovaného podhledu s hmotově lehkou konstrukcí. Podlaha je mírně stupňovitá, nášlapnou vrstvu tvoří koberec, uložený na hmotově lehké distanční konstrukci.



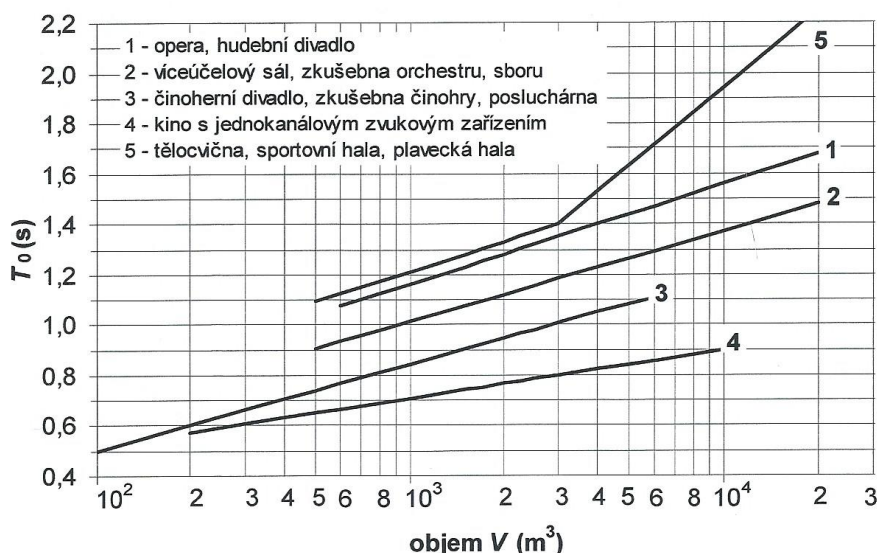
na bázi dřeva s dutinou. Sál je vybaven vzduchotechnickým zařízením s rozvodem vzduchu pod podlahou a ve stěnách.

Z hlediska zvukové izolace je současné stavebně-technické provedení nedostatečné, vzhledem ke značnému přenosu zvuků z protilehlé budovy věznice.

Nově projektovaným stavem dojde k rekonstrukci střechy a stropního podhledu, a také podlahy se vzduchotechnickým systémem, a dále i podlahy na balkoně. Co se týče povrchů, z hlediska prostorové akustiky se předpokládá zachování jejich vlastností, vyjma velké plochy oken, která budou zazděna. Rekonstrukce se dotkne také výdechů vzduchotechniky. Dojde také k částečné výměně dřevěného obložení sálu. Co se týče mobiliáře, předpokládá se spíše zachování současné podoby. Taktéž je snahou, aby síň obecně neztratila svojí současnou podobu.

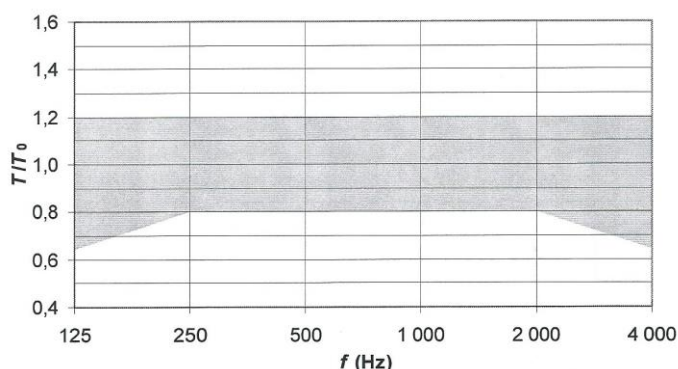
4. NORMOVÉ HODNOTY DOBY DOZVUKU

Soudní jednací síň se z hlediska projektování prostorové akustiky řadí mezi prostory určené pouze pro řeč, a posuzuje se podle normy [2] ČSN 73 0527. Z hlediska legislativního rámce není norma pro tento případ ustanovena jako výslovně závazná. Vzhledem k vysokému vnitřnímu objemu posuzované místnosti, se optimální doba dozvuku pro referenční oktavové pásmo se středním kmitočtem 1 kHz, řídí hodnotami stanovenými pro řeč, s optimalizací v závislosti na objemu prostoru podle závislosti 3, v následujícím grafu:



Obr. 1 Závislost optimální doby dozvuku $T_0 [s]$ pro kmitočty 1 000 Hz na objemu $V [m^3]$ uzavřeného prostoru v obsazeném stavu s výjimkou závislosti 5, která se týká neobsazeného stavu – podle ČSN 73 0527.

Pro daný objem síně $1.292 m^3$ je normou [2] stanovena optimální doba dozvuku pro přenos řeči, vztažená k referenčnímu oktavovému pásmu 1 kHz, $T_0(1kHz) = 0,88 s$, přičemž průběh doby dozvuku v celkovém kmitočtovém rozsahu 6 oktáv se po realizaci neodchyluje od dosažené doby dozvuku o více než je stanoveno toleranční maskou pro řeč:



Obr. 2 Příпустné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 obsazeného prostoru určeného k přednesu řeči v závislosti na středním kmitočtu oktavového pásma, podle ČSN 73 0527.

Číselně vyjádřená doba dozvuku se týká prostoru v obsazeném stavu, a vztahuje se ke kmitočtu 1 000 Hz.

Celkový počet sedících osob při plném obsazení se předpokládá v počtu asi 139 osob, přičemž objem vzduchu na osobu pak činí $9,3 \text{ m}^3/\text{osobu}$. Místa pro sezení jsou v části pro soudní senát vymezena počtem 39, pro veřejnost asi 80 míst a pro novináře na balkonu v počtu 20 míst.

Vzhledem k prioritě srozumitelnosti mluveného slova navzdory hluku z přítomnosti většího množství osob, které snižuje odstup užitečného signálu od hlukového pozadí, a také z důvodu snímání a reprodukce mluveného slova a zajištění vhodných podmínek pro nastavení audiotechnického řetězce, a videokonferenčního zařízení, **se doporučuje dodržení uvedené normové hodnoty doby dozvuku pro prázdný sál**. Aby poklesem doby dozvuku vlivem zvyšujícího se počtu přítomných osob docházelo také k dalšímu snížení hlukového pozadí.

5. MĚŘENÍ DOBY DOZVUKU

Vzhledem k tomu, že rekonstrukcí budou přiměřeně zachovány akusticky pohltivé vlastnosti většiny ohraničujících konstrukcí, vyjma oken, bylo rozhodnuto o provedení vstupního měření ve stavu před rekonstrukcí.

Pro posouzení akustického chování soudní síně bylo provedeno měření doby dozvuku pomocí širokopásmového přerušovaného šumu, se zdrojem umístěným ve 2 bodech v části pro senát. Pro každou polohu zdroje byly provedeny 4 měření, přičemž každé měření je průměrem ze 6 sejmutých průběhů. Protokolární zpracování měření je uvedeno v příloze.

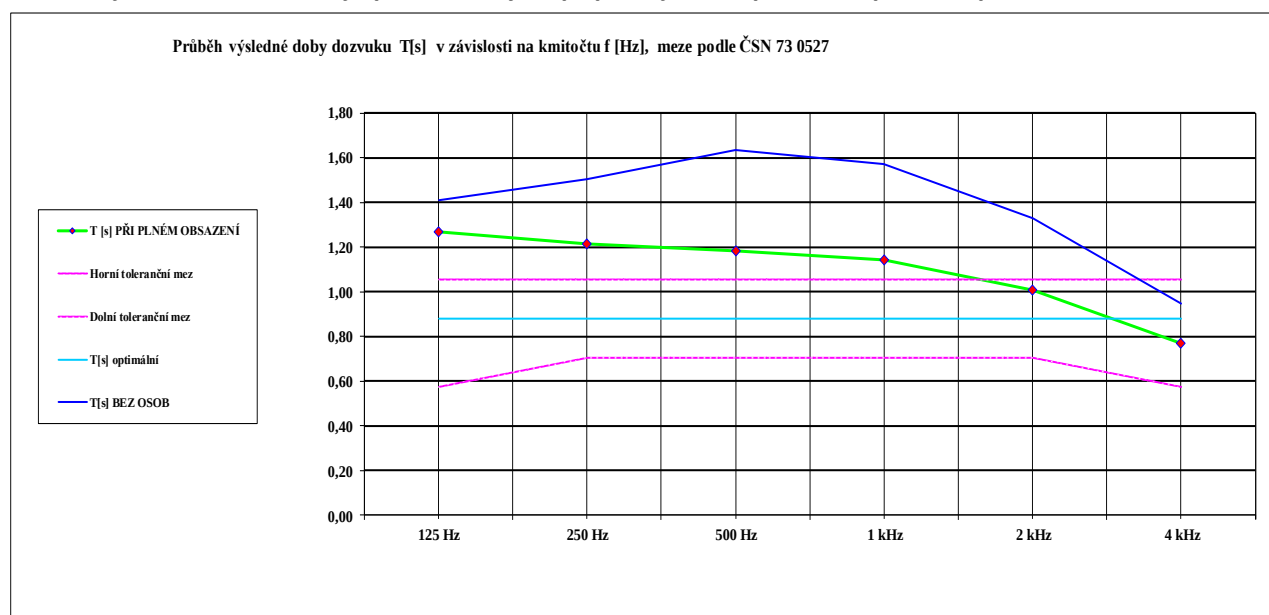
6. VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ

Z výsledků měření vyplývá, že doba dozvuku soudní síně je příliš dlouhá. Ve třech oktávových pásmech přesahuje hodnotu 1,5 s. Výsledné průměrné hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce:

CELKOVÁ DOBA DOZVUKU V PRÁZDNÉ SOUDNÍ SÍNĚ

Střední kmitočet oktávového pásma	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Výsledná doba dozvuku T_{20} [s]	1,41	1,51	1,64	1,57	1,33	0,95

Při dalším grafickém porovnání celkové průměrné doby dozvuku v sále s normovou hodnotou optimální doby dozvuku, a s mezními hodnotami toleranční masky v celém posuzovaném kmitočtovém rozsahu, je dálevidět, že sál je příliš hlučný i v případě jeho naplnění na plnou kapacitu osobami:



Příčinou příliš hlučného projevu soudní síně i v zaplněném stavu je nedostatečné akustické zatlumení prostoru.

7. NÁROKY NA AKUSTICKÉ OBKLADY

Na akustické úpravy jsou z hlediska akustiky, elektroakustiky, i z hlediska praktického, uživatelského a stavebně-technického, kladeny následující obecné požadavky:

- akustické obkladové materiály musí vyhovovat nárokům na požadavky akustické, požárně technické a hygienické, na vzhledové sjednocení s prostorem, a z hlediska uživatelského by měli vyhovovat přirozeným požadavkům na velmi dlouhou trvanlivost technickou i pohledovou, snadnou údržbu, včetně generální údržby prostoru.
- celkové množství pohltivosti, vložené pomocí obkladů do sálu je stanoveno modelovým výpočtem,
- vhodné pozicování obkladů zajišťuje rovnoměrného rozložení pohltivosti v prostoru a zamezení vzniku nežádoucích akustických jevů, také zejména z provozu směrových elektroakustických zářičů (třepotavá ozvěna),
- kmitočtový průběh pohltivosti použitých obkladů kompenzuje průběh doby dozvuku do předepsaných tolerančních mezí.

8. VÝPOČET DOBY DOZVUKU

Na základě vstupního měření doby dozvuku byl proveden modelový výpočet, aby bylo možné odhadnout množství potřebných akusticky pohltivých obkladů. Modelové výpočty jsou provedeny podle předpisu norem [1] ČSN 73 0525 a [2] ČSN 73 0527, a realizovány ve výpočtovém prostředí Microsoft Excel.

Z hlediska zvukové pohltivosti osob modelový výpočet počítá s hodnotami činitele pohltivosti pro osoby spíše jednotlivě a odděleně sedící:

f [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
$\alpha[-]$	0,15	0,30	0,44	0,45	0,46	0,46

VÝPOČET DOBY DOZVUKU A VYBRANÝCH AKUSTICKÝCH PARAMETRŮ

Název:

Krajský soud Ostrava - Jednací síň č.7

rozměry - $d \cdot x \cdot v$ (nebo $\phi \cdot v$), max. [m] 18,130 x 10,000 x 7,125

Poznámka:

Síň - ohraničující plochy omítka, deskový dřevěný obklad - podlaha koberec - vybavení interiéru - okna, dveře, sedací nábytek, skříňový typ stolů, kompaktní lavice pro veřejnost, křesla pro senát, balkon židle - plně obsazení až 39 osob soud, 80 pro veřejnost, 20 novináři (balkon) Pozn.: akustický obklad - stropní + stěnový

Objem prostoru:

1 291,8 m³

Čistý objem vzduchu na 1 osobu: 9,3 [m³]

Typové zařazení prostoru:

POSLUCHÁRNA

Optimální doba dozvuku : (pro T_0 (1 kHz) [s] a obsazený stav, podle ČSN 73 0527)	0,88 s	závislost T_0 [s] dle A.1, graf 3 : $f(V) \sim (100 \text{ až } 6 \text{ tis. m}^3)$
	1,06 s	horní mez $T_0(1\text{kHz})$ [s], přípustné meze podle toler.masky A.4
	0,70 s	dolní mez $T_0(1\text{kHz})$ [s], přípustné meze podle toler.masky A.4

Vzduch: teplota 20°C, relativní vlhkost 60%, tlak normální, výpočet útlumu zvuku ve vzduchu dle ČSN 73 0525

Výpočtové vztahy: podle ČSN 73 0525

Prostorové a akustické charakteristiky jednací síně:

S AKUSTICKÝMI ÚPRAVAMI, a bez obsazení

Geometrie		Akustické parametry				
Povrch	763,5 m ²	Průměrná ekvivalentní absorb.plocha	247,87 m ² /okt.	Stř.volná dráha	6,77 m	
Objem	1291,8 m ³	Průměrný koef.absorpce (Eyringův)	0,3941 [-]	Čas	0,020 s	
Max.vzdálenost mluvčí-posluchač l_{mp} :		Poloměr dozvuku r_d	2,16 m	Mezní frekv.(125Hz)	53,9 Hz	
$l_{mpmax} =$	m	$\pi * r_d$	6,78 m	ZSS (pro $l_{mp} \geq \pi * r_d$)	7,79 %	)*
Vypočtená doba dozvuku - meze přípustného rozmezí poměru dob dozvuku pro ŘEČ						
Kmitočet f [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Doba dozvuku po úpravách $T[s]$	0,94	0,88	0,92	0,90	0,83	0,69
horní mez +20%	1,28	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
T_0 (1kHz) optimální	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
dolní mez -20%	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Původní měřená doba dozvuku $T_M[s]$	1,41	1,51	1,64	1,57	1,33	0,95
Odchylka T_M/T [%] - snížení doby dozvuku akustickou úpravou o ... x [%]	-50%	-71%	-78%	-75%	-60%	-38%
VÝSLEDNÉ SNÍŽENÍ HLUKOVÉHO POZADÍ V MÍSTNOSTI ΔL [dB] $\Delta L = 10 \lg T_{PO} / T_{PRED}$	-1,8	-2,3	-2,5	-2,4	-2,0	-1,4
x-krát [-]	1,5 krát	1,7 krát	1,8 krát	1,7 krát	1,6 krát	1,4 krát

)* ZSS - ztráta srozumitelnosti souhlásek

Ztráta srozumitelnosti souhlásek [%] :

0 až 2

3 až 5

6 až 12

12 až 25

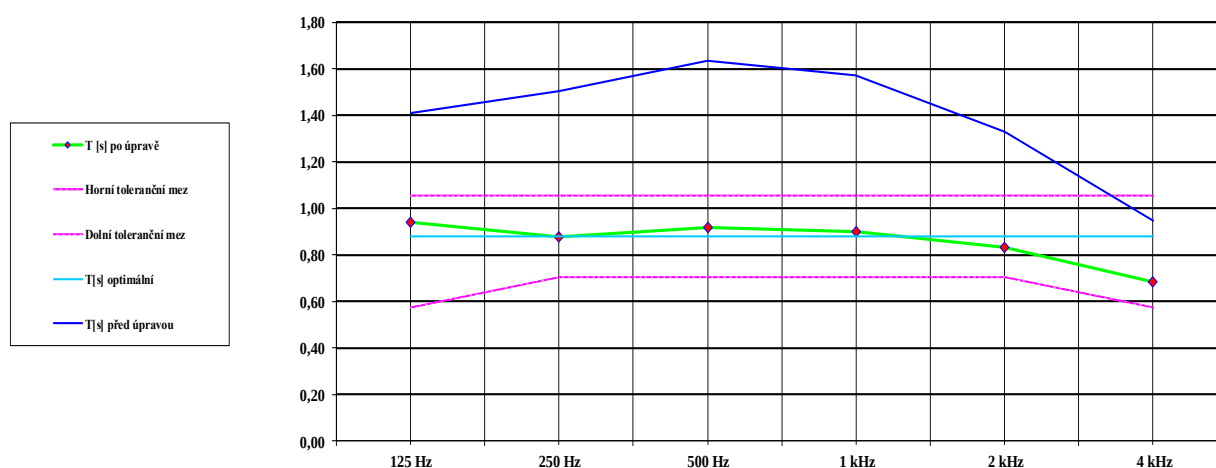
Míra srozumitelnosti při poslechu 1 mluvčího, jako jedinného zdroje, na vzdálenost větší než 6,7m :

výborná

dobrá

dostatečná

nedostatečná

Průběh výsledné doby dozvuku $T[s]$ v závislosti na kmitočtu f [Hz], meze podle ČSN 73 0527

Zaplněním akusticky upraveného sálu na 100% obsazenosti dojde k poklesu doby dozvuku na hodnoty blízké spodní mezi:

Prostorové a akustické charakteristiky jednací síně:

S AKUSTICKÝMI ÚPRAVAMI, obsazení 100%

Geometrie		Akustické parametry				
Povrch	763,5 m ²	Průměrná ekvivalentní absorb.plocha	289,75 m ² /okt.	Stř.volná dráha	6,77 m	
Objem	1291,8 m ³	Průměrný koef.absorpce (Eyringův)	0,4803 [-]	Čas	0,020 s	
Max.vzdálenost mluvčí-posluchač l_{mp} :		Poloměr dozvuku r_d	2,38 m	Mezní frekv.(125Hz)	52,0 Hz	
$l_{mpmax} =$	m	$\pi * r_d$	7,48 m	ZSS (pro $l_{mp} \geq \pi * r_d$)	6,45 %	)*
Vypočtená doba dozvuku - meze přípustného rozmezí poměru dob dozvuku pro ŘEČ						
Kmitočet f [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Doba dozvuku po úpravách $T[s]$	0,87	0,77	0,76	0,74	0,69	0,59
horní mez +20%	1,28	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
T_0 (1kHz) optimální	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
dolní mez -20%	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Původní měřená doba dozvuku $T_M[s]$	1,41	1,51	1,64	1,57	1,33	0,95
Odchylka T_M/T [%] - snížení doby dozvuku akustickou úpravou o ... x [%]	-61%	-95%	-116%	-112%	-92%	-61%
VÝSLEDNÉ SNÍŽENÍ HLUKOVÉHO POZADÍ V MÍSTNOSTI ΔL [dB] $\Delta L = 10 \lg T_{PO} / T_{PRED}$	-2,1	-2,9	-3,3	-3,3	-2,8	-2,1
x-krát [-]	1,6 krát	2,0 krát	2,2 krát	2,1 krát	1,9 krát	1,6 krát

)* ZSS - ztráta srozumitelnosti souhlásek

Ztráta srozumitelnosti souhlásek [%] :

0 až 2

3 až 5

6 až 12

12 až 25

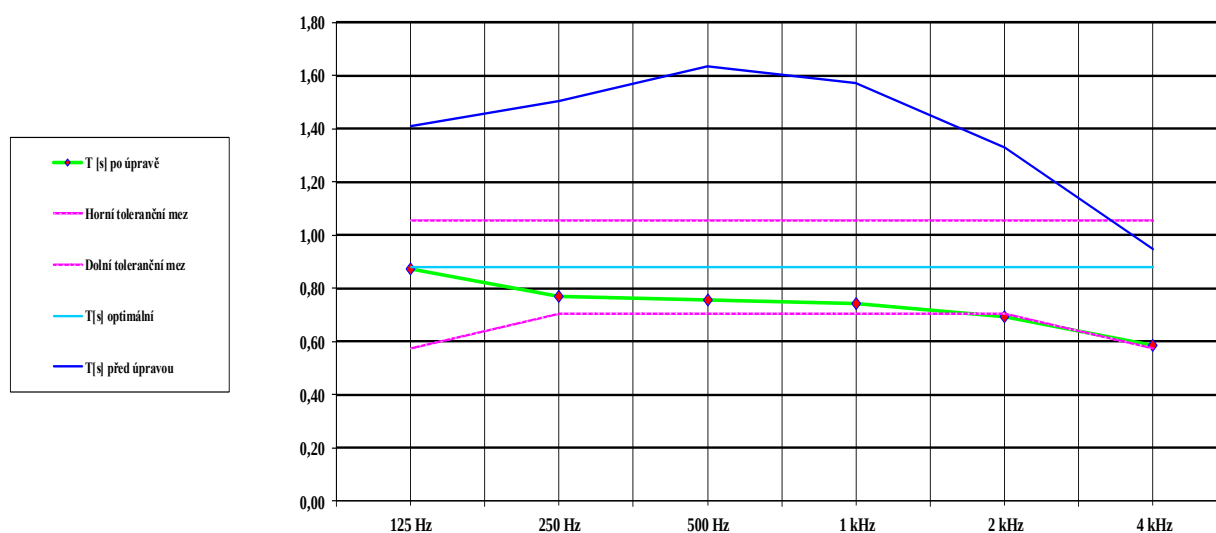
Míra srozumitelnosti při poslechu 1 mluvčího, jako jedinného zdroje, na vzdálenost větší než 7,4m :

výborná

dobrá

dostatečná

nedostatečná

Průběh výsledné doby dozvuku $T[s]$ v závislosti na kmitočtu f [Hz], meze podle ČSN 73 0527

9. ŘEŠENÍ ÚPRAV PROSTOROVÉ AKUSTIKY

Pohltivost obkladu

Aby bylo možné dodržet cílové hodnoty doby dozvuku, je potřebné použít obklad s jednak vysokou pohltivostí, a zároveň s velmi širokým spektrem pohltivosti. Důvodem jsou další požadavky na vzhled a omezený prostor pro instalaci akustických obkladů. Z hlediska zvukové pohltivosti modelový výpočet počítá s následujícími hodnotami praktického činitele pohltivosti:

f [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
α_p [-]	0,75	1,00	1,00	1,00	0,95	0,85

Hodnoty praktického činitele pohltivosti je potřebné dodržet nebo zvýšit v pásmu 125 Hz, dodržet pro pásma 250 Hz až 1 kHz, v pásmech 2 kHz a 4 kHz mohou být hodnoty nižší.

Množství obkladu

Modelový výpočet počítá s orientačním množstvím obkladu s celkovou plochou 100 m². V rámci pohledového řešení a dalších omezení, se předpokládá skutečné množství v rozsahu 90 až 110 m².

Konstrukce obkladů

Vzhledem k akustickým požadavkům se bude jednat o obklad tloušťky kolem 100 mm ve formě solitérních prvků, který splní další požadavky definované v kapitole 7, zejména ve smyslu nenarušení celkového vzhledu jednací síně.

10. NÁVAZNOST NA DALŠÍ PROFESE

V dalším stupni dokumentace je potřebné:

- provést návrh uložení obkladů a konfrontovat s potřebami dalších profesí,
- zajistit nízké hodnoty hlučnosti zejména u vzduchotechnických instalací,
- uložení obkladů navrhnout i z hlediska potřeb elektroakustiky.

11. ZÁVĚREM

Úkolem uvažovaných úprav akustiky vnitřního prostředí jednací síně je dosáhnout podstatného snížení hlukového pozadí (až dvojnásobné), které vzniká činností osob v síni, částečně přispět i ke snížení hluku pronikajícího zvenčí, dále zajistit nízký hluk od technických zařízení, které jsou součástí budovy (VZT a klimatizace, ...), a nastavit dobu dozvuku v síni na stanovené hodnoty.

Cílem těchto úprav je zajistit optimální technické podmínky pro srozumitelnost mluveného i reprodukováného slova pro účastníky soudního jednání, tak i pro širokou veřejnost a novináře.

12. PŘÍLOHY – MĚŘENÍ DOBY DOZVUKU

DÁLE, CELKEM 2 STRANY PŘÍLOH.

Ing. Michael Plachý

Hodnocení doby dozvuku jednací síně Krajského soudu v Ostravě před rekonstrukcí.**Objekt:** Havlíčkově nábreží 1835/34. 70200 Ostrava**Místo měření:** Jednací síň č.7

popis: - měření doby dozvuku soudní síně ve stávajícím stavu před rekonstrukcí.

Typ měření: Vstupní měření pro projektové účely. Inženýrská metoda měření doby dozvuku přerušovaným různým šumem, předpokládaná přesnost měření lepší než 5% (podle ČSN EN ISO 3382).**Způsob měření:** podle ČSN EN ISO 3382-2, určené pro měření veřejných prostor, inženýrská metoda: ≥ 2 místa zdroje, ≥ 2 místa mikrofonu, kombinace zdroj mikrofon ≥ 6 , Předpis je dodržen.

Zběr dat probíhal ve výšce 1,2m, v 8 různých bodech při 2 pozicích zdroje, v třetioktávovém rozsahu, kde každá hodnota v kombinaci zdroj - mikrofon je automatickým průměrem ze 6 hodnot. Jednotlivé oktávové hodnoty jsou získány následným aritmetickým průměrováním třetioktávových hodnot. Odstup signál - hluk pozadí splňoval požadovaný odstup ve všech pásmech a ve všech bodech měření. Při měření byly zvoleny 2 různé polohy zdroje, a to v přední části síně. Pro každou polohu zdroje byly sejmuty hodnoty mikrofonu v celkem čtyřech odlišných bodech.

Měřicí zařízení: **ZVUKOMĚR:** NTI Audio, typ XL2 s Extended Acoustic Pack a kmitočtovým rozsahem 50Hz až 10kHz, **MIKROFON:** NTI Audio, typ M4260, třída přesnosti 2 podle standardu IEC 61672.**ZDROJ SIGNÁLU:** Notebook s originálními měřicími signály NTI ve formátu .wav, směrový aktivní reproduktorový zářič RCA 522-A.**Datum měření:** 23.3.2018**ROZMĚRY A OBSAZENÍ:**

<u>Rozměry místnosti:</u>	18,13	x	10	x	7,125	[m]	(průměrná výška)
<u>Podlahová plocha:</u>	181,30	m ²			<u>Objem místnosti:</u>	1357,9	m ³ <u>Plné</u>
<u>Výška místnosti:</u>	7,49	m			<u>Povrch:</u>	763,5	m ² <u>obsazení:</u> 139 žáků

POSLUCHÁRNA

Optimální doba dozvuku: (pro T_0 (1 kHz) [s] dle ČSN 73 0527)	0,88 s	závislost T_0 [s] dle A.1, graf 3 : $f(V) \sim (100 \text{ až } 6 \text{ tis. m}^3)$
	1,06 s	horní mez T_0 (1kHz) [s], přípustné meze podle toler.masky A.4
	0,70 s	dolní mez T_0 (1kHz) [s], přípustné meze podle toler.masky A.4

Naměřené a zprůměrované hodnoty doby dozvuku T_{20} [s]

Výsledky průměrovaných datových bloků s přepočtem na oktávové hodnoty.

Měřicí bod zdroje	Střední kmitočet oktávového pásma					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
1	1,48	1,52	1,67	1,54	1,30	0,97
1	1,26	1,48	1,75	1,58	1,36	0,94
1	1,43	1,53	1,63	1,56	1,32	0,94
1	1,43	1,51	1,58	1,57	1,32	0,94
2	1,37	1,53	1,50	1,63	1,36	0,94
2	1,55	1,53	1,56	1,60	1,32	0,94
2	1,37	1,45	1,61	1,52	1,31	0,94
2	1,41	1,49	1,76	1,58	1,37	0,97
Výsledná doba dozvuku T_{20} [s]	1,41	1,51	1,64	1,57	1,33	0,95

Započtení ekvivalentní pohltivosti osob

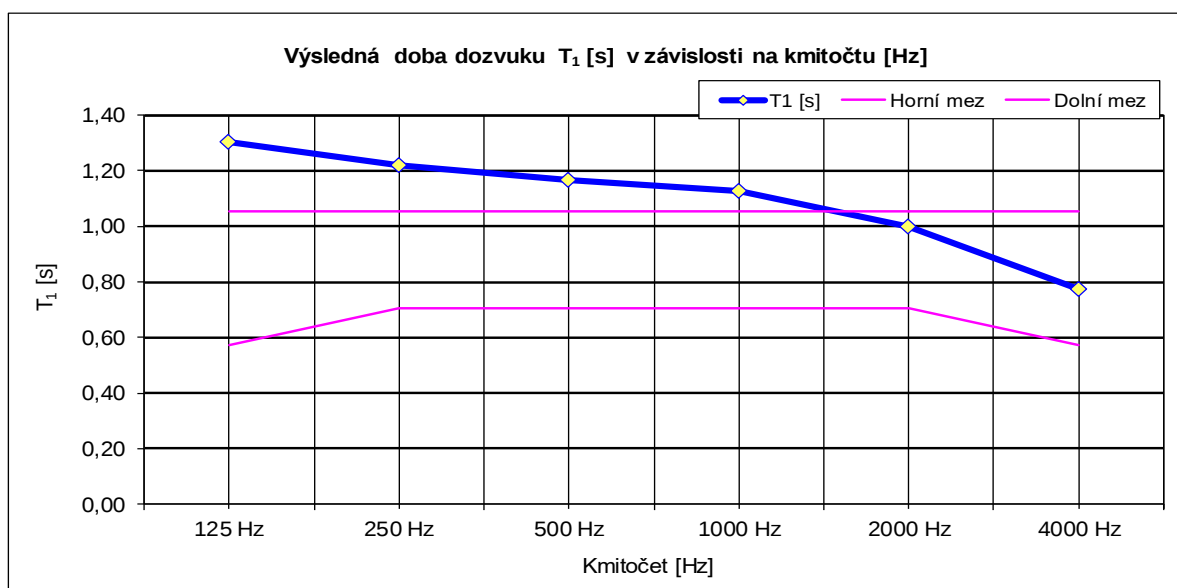
Ekvivalentní pohltivá plocha v měřené místnosti A_1 [m ²]	149,20	139,90	128,80	134,00	158,10	222,20
Ekvivalentní pohltivá plocha žáků, A_p [m ²]	20,85	41,70	61,16	62,55	63,94	63,94
Výsledná doba dozvuku T_1 [s] – při obsazení (100%)	1,30	1,22	1,17	1,13	1,00	0,77

Normové hodnoty přípustného rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 obsazeného prostoru pro přednes řeči.

Kmitočet f [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Horní mez poměru T/T_0 [-]	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
T/T_0 [-] dle ČSN 73 0527	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Dolní mez poměru T/T_0 [-]	0,65	0,80	0,80	0,80	0,80	0,65

Tabulka dosažených hodnot doby dozvuku T_1 ve vztahu k normovým hodnotám

Kmitočet f [Hz]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Horní mez T_{1max} [s]	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
$T_1(1kHz)$ [s] - vztažná	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Dolní mez T_{1min} [s]	0,57	0,70	0,70	0,70	0,70	0,57
Výsledná doba dozvuku T_1 [s] - při obsazení (100%)	1,30	1,22	1,17	1,13	1,00	0,77
Vztah k normě	NESPLŇUJE normové hodnoty	NESPLŇUJE normové hodnoty	NESPLŇUJE normové hodnoty	NESPLŇUJE normové hodnoty	SPLŇUJE normové hodnoty	SPLŇUJE normové hodnoty



HODNOCENÍ:

Naměřené hodnoty doby dozvuku NESPLŇUJÍ optimální hodnoty a toleranční masku podle normy ČSN 73 0527 - Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - Prostory pro kulturní účely - Prostory ve školách - Prostory pro veřejné účely, v celém kmitočtovém rozsahu.

Vypracoval: Ing. Michael Plachý

V Praze, dne: 26.3.2018



m. Plachý