

Číslo vyhotovení	
Počet vyhotovení	

TECHNICKÁ ZPRÁVA

D.2.1 Divadelní technika Prostorová akustika

	Jméno	Podpis	Objednatel	PPS KANIA S.R.O.			
Vypracoval	Ing .Motl Karel		Stavba-projekt	MULTIFUNKČNÍ DŮM MUGLINOV			
Ověřil	Ing. Vondrášek Martin		Část stavby-projektu D.2.1 DIVADELNÍ TECHNIKA Dílčí část stavby-projektu Prostorová akustika				
Schválil	Ing. Rojek Radim						
Objednavatel dokumentace	PPS KANIA S.R.O.		Změny		Datum	Podpis	
Dodavatel dokumentace	OCHI INŽENÝRING, spol. s r.o.		1				
Arch.č. dodavatele dok.	4 – OCH – 45 939		2				
Číslo zakázky dodavatele dok.	4806.00 – 03 – 21DT		3				
Svazek			Číslo zakázky	4806.00 – 03 – 21DT			
			Datum	6 / 2023			
			Arch.č 4 – OCH – 45 939				

OBSAH

1. ÚVOD.....	3
1.1 Legislativa a použité podklady.....	3
2. VSTUPNÍ POŽADAVKY	3
3. AKUSTICKÝ NÁVRH.....	4
3.1 Výpočet doby dozvuku.....	4
4. NÁVRH AKUSTICKÝCH ÚPRAV	4
4.1 Hlavní sál.....	4
4.2 Učebna 1.20.....	6
4.3 Ostatní prostory	6
5. SPECIFIKACE AKUSTICKÝCH PRVKŮ.....	6
6. AKUSTICKÉ PODMÍNKY PO ÚPRAVÁCH.....	7
7. ZÁVĚR	8

Vypracoval	Ing. Motl Karel	Datum	6/23	Číslo výkresu 4 – OCH – 45 939
Ověřil	Ing. Rojek Radim	List	2	
Schválil	Ing. Ožana Michal	Listů	8	

1. Úvod

Tato technická zpráva popisuje úpravy prostorové akustiky prostor Multifunkčního domu Muglinov, Ostrava.

Řešené prostory:

- Hlavní sál, 1.23
- Vstup pódium, 1.27
- Vstupní hala, 1.15
- Učebna, 1.20
- Odbytový prostor, 1.34
- Salonek, 1.18
- Recepce 1.06

1.1 Legislativa a použité podklady

- ČSN 73 0525: Akustika. Projektování v oboru prostorové akustiky. Všeobecné zásady. Český normalizační institut; únor 1998.
- ČSN 73 0527: Akustika. Projektování v oboru prostorové akustiky. Prostory pro kulturní účely. Prostory ve školách. Prostory pro veřejné účely. Český normalizační institut; březen 2005.

2. Vstupní požadavky

Pro řešené prostory lze uplatnit doporučení z normy ČSN 73 0527, která specifikuje akustické parametry prostor v závislosti na jejich způsobu využití a objemu.

Hlavní sál je definován jako víceúčelový. Cílová doba dozvuku je proto stanovena na hodnotu 1 sekunda, doporučeno je větší zatlumení, tzn. u spodní hranice tolerančního pásma.

Prostor označený jako učebna musí v případě školních objektů vždy splňovat požadavky normy ČSN 73 0527. V tomto případě se jedná o přidružený prostor ke knihovně a tyto požadavky lze brát jako doporučené. Dle normy je cílová doba dozvuku 0,7 sekundy.

V odbytovém prostoru, recepci ani salonku nejsou požadavky na prostorovou akustiku normou definovány z hlediska doby dozvuku, pouze je doporučen širokopásmový obklad stropu (vážený koef. akustické absorpce větší než 0,8).

Vypracoval	Ing. Motl Karel	Datum	6/23	Číslo výkresu 4 – OCH – 45 939
Ověřil	Ing. Rojek Radim	List	3	
Schválil	Ing. Ožana Michal	Listů	8	

3. Akustický návrh

Tato část projektu prostorové akustiky se zabývá výhradně optimalizací šíření zvuku v rámci řešených prostor, nikoliv navazujícími akustickými obory (stavební nebo hluková akustika).

3.1 Výpočet doby dozvuku

Pro výpočet doby dozvuku byl použit vztah podle N. Eyringa

$$T_{60} = \frac{4 \cdot \log_e 10^{-6} \cdot V}{-S \cdot c_0 \cdot \log_e (1 - \bar{\alpha})} \approx 0,164 \cdot \frac{V}{-S \cdot \ln(1 - \bar{\alpha})} \quad [\text{s}]$$

kde S je celková plocha místnosti [m^2].

V je objem místnosti [m^3].

Průměrná hodnota α se určí podle následujícího vztahu

$$\bar{\alpha} = \frac{\alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 \dots \alpha_n S_n}{S} = \sum_{i=1}^n \frac{S_i \cdot \alpha_i}{S} \quad [-]$$

kde $\alpha_1 \dots \alpha_n$ jsou činitele pohltivosti [-] omezujících ploch $S_1 \dots S_n$ [m^2],

S je celková plocha místnosti [m^2].

Tento vztah v sobě nezahrnuje vliv útlumu zvuku ve vzduchu a proto

$$T_{60} = 0,164 \cdot \frac{V}{-S \cdot \ln(1 - \bar{\alpha}) + 4m \cdot V} \quad [\text{s}]$$

kde m je činitel útlumu zvuku ve vzduchu [-].

Výpočty pro jednotlivé místnosti byly provedeny v oktávových pásmech se středními kmitočty 125 Hz až 4 kHz.

4. Návrh akustických úprav

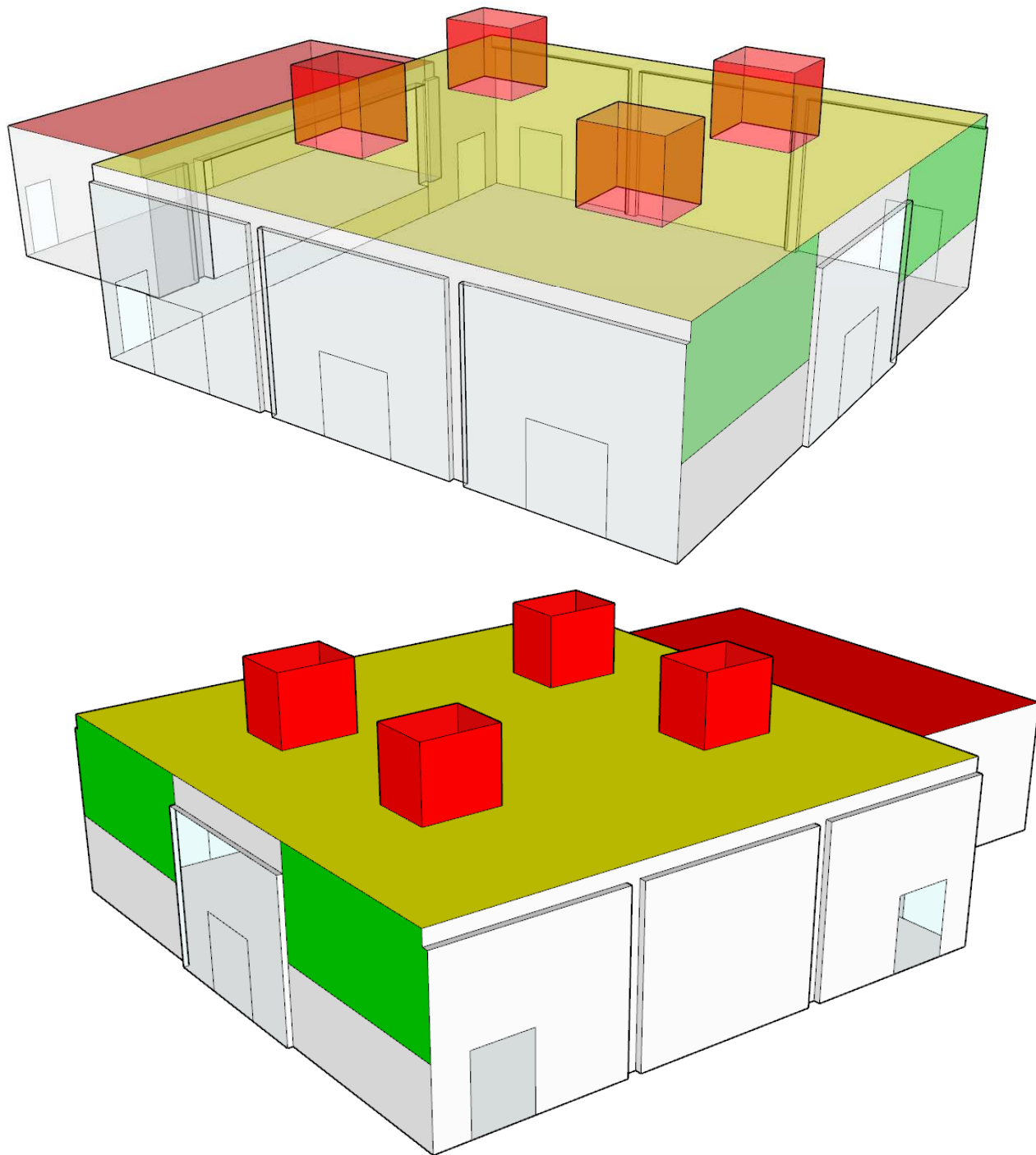
4.1 Hlavní sál

Hlavním akustickým prvkem je zde akustický podhled, který je stěžejní pro redukci doby dozvuku v souladu s normou.

Vypracoval	Ing. Motl Karel	Datum	6/23	Číslo výkresu 4 – OCH – 45 939
Ověřil	Ing. Rojek Radim	List	4	
Schválil	Ing. Ožana Michal	Listů	8	

Na zadní stěně jsou po stranách v horních polovinách navrženy akusticky pohltivé obklady s maximální absorpcí středních a vysokých kmitočtů, které jsou primárně nutné z hlediska zabránění odrazů zvuku zpět k účinkujícím.

Pro lepší představu a stanovení potřebných ploch pro rozmístění akustických prvků byl vytvořen pomocný 3D model, uvedený na následujících obrázcích.



Obr. 1: 3D model sálu se schematickým znázorněním pozic akustických prvků.

Vypracoval	Ing. Motl Karel	Datum	6/23	Číslo výkresu 4 – OCH – 45 939
Ověřil	Ing. Rojek Radim	List	5	
Schválil	Ing. Ožana Michal	Listů	8	

Žlutě znázorněný podhled bude z kazet z perforovaného SDK se skrytou hranou (typ D2), kde se budou střídat kazety perforované a neperforované. Nad podiem budou pouze perforované kazety. Osvětlení a vyústky VZT nejsou znázorněny, ve výpočtech a výkazu je jejich souhrnná výměra uvažována.

Vnitřní strany světlíků nejsou z akustického hlediska podstatné, lze je obložit z plného SDK.

4.2 Učebna 1.20

V učebně je uvažován celoplošný akustický podhled ze segmentů perforovaného a plného SDK v poměru 1:1 a celoplošně s minerální vatou (tzn. vata i nad plným SDK), na zadní stěně pak širokopásmové akustické obklady.

4.3 Ostatní prostory

Pro místnosti Odbytový prostor, Salonek, Vstupní hala, Vstup podium a Recepce je navržen akustický podhled z perforovaného SDK. Důležitý je zejména u prostor navazujících přímo na sál (pro redukci šíření provozního hluku).

V případě knihovny by bylo možné podhled doporučit celoplošně, vzhledem k minimálnímu provoznímu hluku je však redukován pouze na oblast recepce, kde se komunikuje (plocha omezeného „sektoru“ nad recepcí je uvedena ve výkazu výměr).

5. Specifikace akustických prvků

Konkrétní akustické materiály byly určeny na základě geometrie řešených prostor a výpočtů dob dozvuku. Uvažovány jsou akustické prvky s těmito parametry:

- Podhled pro sál – kazety z plného SDK (nizkofrekvenční), s min. vatou tl. 75 mm, celk. tl. 100 mm.
- Podhled pro sál – kazety z perf. SDK (liniová perf. 18%), s min. vatou tl. 75 mm, celk. tl. 100 mm.
- Perforovaný sádkartón s minerální vatou tl. 40 mm, perforace 10%, celk. tl. 65 mm.
- Širokopásmové stěnové obklady – panel na bázi minerální/skelné vaty, celková tl. 40 mm.

Vzorové akustické parametry pro stropní prvky jsou následující:

Kmitočty (Hz) / Koef. aku. absorpce	125	250	500	1000	2000	4000
Kazety z plného SDK (nizkofrekvenční), min. vata	0,40	0,37	0,15	0,07	0,06	0,10
Kazety z perf. SDK, min. vata	0,75	0,95	0,85	0,70	0,60	0,55
Plný SDK s vatou pro učebnu	0,15	0,12	0,1	0,1	0,1	0,1
Perforovaný SDK s vatou	0,63	0,61	0,59	0,53	0,47	0,43
Širokopásmové stěnové obklady 40 mm	0,25	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00

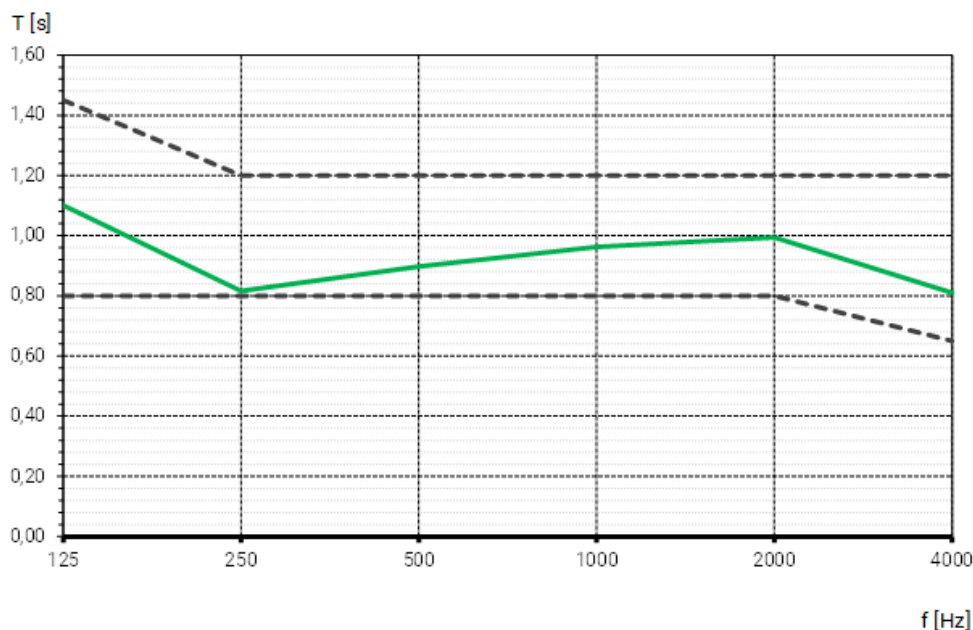
Perforovaný SDK pro ostatní prostory lze uvažovat libovolný s perforací nad 10% a minerální vatou, ta je uvažována i nad plným SDK v podhledu učebny.

Vypracoval	Ing. Motl Karel	Datum	6/23	Číslo výkresu 4 – OCH – 45 939
Ověřil	Ing. Rojek Radim	List	6	
Schválil	Ing. Ožana Michal	Listů	8	

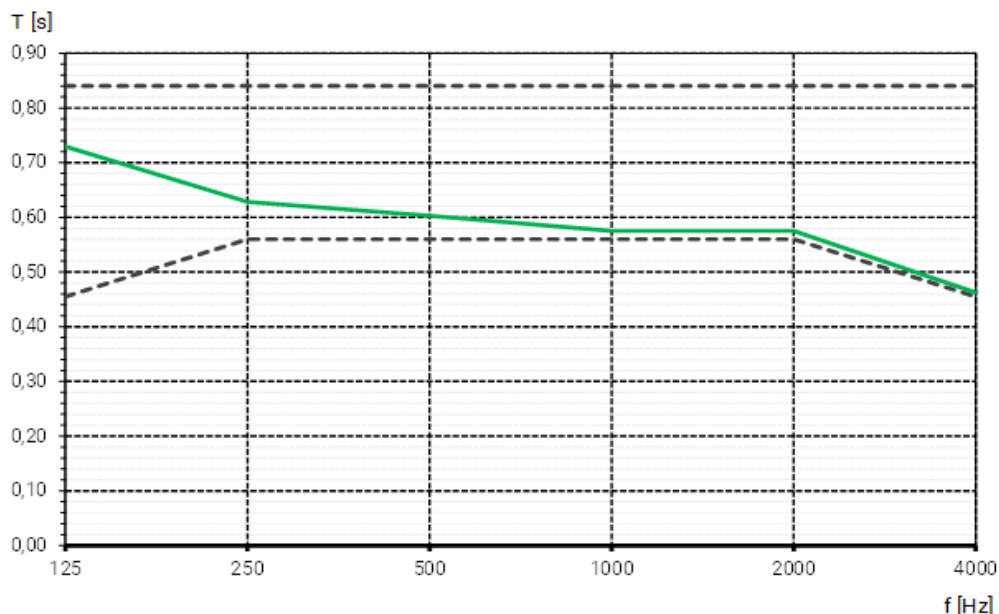
Vzorové typy korespondující s tabulkou jsou v případě sálu Gyptone Base 31 a Gyptone Line 4, vždy celkové svěšení 100 mm a minerální vata tl. 75mm dle kat. listu. Dále jde o Gyptone BIG Quattro 46 a stěnové obklady Rockfon VertiQ či Ecophon Akusto Wall.

6. Akustické podmínky po úpravách

Pro akustický návrh byly použity statistické výpočty dle kapitoly č. 3., výsledky jsou prezentovány na následujících obrázcích.



Obr. 2: Vypočtená doba dozvuku po akustických úpravách pro sál 1.23.



Obr. 3: Vypočtená doba dozvuku po akustických úpravách pro učebnu 1.20.

Vypracoval	Ing. Motl Karel	Datum	6/23	Číslo výkresu 4 – OCH – 45 939
Ověřil	Ing. Rojek Radim	List	7	
Schválil	Ing. Ožana Michal	Listů	8	

Z uvedených grafů vyplývá, že doba dozvuku leží v obou případech v celém kmitočtovém pásmu v doporučených mezích dle normy (černé čárkované průběhy). Celoplošný podhled a částečný obklad zadní stěny jsou dostačující pro dosažení potřebného zatlumení obou prostor.

Průběh se vždy více blíží dolní toleranční mezi, což je vhodné z hlediska práce s ozvučovací systém a také srozumitelnosti mluveného slova.

7. Závěr

Navržené akustické úpravy zajistí potřebné akustické podmínky v řešených prostorech s ohledem na provozní požadavky (v sále je navržen kazetový podhled z důvodu snazších revizí ocelové konstrukce).

Realizace akustických úprav hlavního sálu a učebny vyžaduje vstupní měření doby dozvuku, na základě kterého jsou následně provedeny upřesňující dopočty, které lépe zohlední parametry stavebních konstrukcí – v tomto případě zejména významných prosklených ploch, jejichž akustické vlastnosti nelze přesně predikovat z hlediska chování na nízkých kmitočtech. Toto měření (včetně závěrečného, které deklaruje správné provedení) je uvedeno ve výkazu výměr, který je také součástí této dokumentace.

Veškeré navržené akustické prvky splňují požadavky plynoucí z požárně bezpečnostního řešení, jejich třída reakce na oheň je A.

Poznámka: Instalace a výmalba perforovaného sádrokartonu musí probíhat v souladu s doporučenými technologickými postupy výrobce. Zejména je nutné pro malování použít váleček, nikoliv nástřík, kdy by barva zakryla tkaninu v perforaci a znehodnotila tak akustické parametry.

Vypracoval	Ing. Motl Karel	Datum	6/23	Číslo výkresu 4 – OCH – 45 939
Ověřil	Ing. Rojek Radim	List	8	
Schválil	Ing. Ožana Michal	Listů	8	