

Název:

Kinosál Karviná

Kino Centrum - hlavní kinosál

Zakázkové číslo:	19-09-19
Dokument:	Technická zpráva
Stupeň projektové dokumentace:	Dokumentace pro provedení stavby
Profese:	Prostorová akustika
Datum:	srpen 2021
Revize:	00

Zpracovali: Ing. Lukáš Posekaný, Erik Sovet

Zodpovědný projektant: Ing. Arch. Vít Domkář

Kontroloval: Ing. Tomáš Hrádek



AVETON s.r.o.

Krátkého 211/2, 190 00 Praha 9

tel.: +420 731 463 403

e-mail.: hradek@aveton.cz

web.: www.aveton.cz

IČ: 02436647

DIČ: CZ02436647



Obsah:

1.	ZÁKLADNÍ ÚDAJE	3
1.1.	VÝCHOZÍ ÚDAJE A PODKLADY	3
1.2.	POUŽITÉ NORMY A LITERATURA	3
2.	PROSTOROVÁ AKUSTIKA.....	3
2.1.	VÝCHOZÍ STAV KINOSÁLU	3
2.2.	POŽADAVKY NA AKUSTICKÉ PARAMETRY	5
2.3.	TEORETICKÝ VÝPOČET DOBY DOZVUKU	8
2.4.	ŘEŠENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY	9
3.	ZÁVĚR.....	10

Přílohy:

Výpočetní příloha:

VP01 – výpočet a graf vypočtené doby dozvuku sálu

Tabulková příloha:

Tab1 – Výkaz výměr a specifikace akustických prvků

Výkresová příloha:

PA.01 – Půdorys sálu

PA.02 – Pohled na podhled

PA.03 – Umístění umělého osvětlení

PA.04 – Stěna A – Akustické funkce/spárořez

PA.05 - RAO - Reliéfní akustický obklad - segmenty

PA.06 – Stěna B – Akustické funkce/spárořez

PA.07 – Stěna C – Akustické funkce/spárořez

PA.08 – Stěna D – Akustické funkce

PA.09 – Stěna D - Rozvinutý pohled

PA.10 – Detail A – Horizontální řez podiem

PA.11 – Detail B - Horizontální řez RAO

PA.12 – Detail C – Vodorovný řez zadní stěnou

PA.13 – Svislý řez stěnou C

PA.14 – Svislý řez stěnou A

PA.15 – Detail D - kryt topení KT

PA.16 – Svislý řez podiem

PA.17 – Modelová vizualizace 1

PA.18 – Modelová vizualizace 2

PA.19 – Modelová vizualizace 3

PA.20 – Modelová vizualizace 4

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

1.1. VÝCHOZÍ ÚDAJE A PODKLADY

- stavební výkresová dokumentace
- vlastní obhlídka místa
- ústní informace předané při jednáních se zástupci objednatele

1.2. POUŽITÉ NORMY 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] Vaverka, J., kol.: Stavební fyzika 1 - urbanistická, stavební a prostorová akustika, nakladatelství VUTIUM, Brno 1998.
- [4] Hrádek, T., Tuček, J.: Katalog akustických prvků, nakladatelství Akademie múzických umění v Praze, Praha 2011, ISBN 978-80-7331-316-6

2. PROSTOROVÁ AKUSTIKA

2.1. VÝCHOZÍ STAV KINOSÁLU

Stěny kinosálu jsou obloženy dřevěným obkladem z DTD desek s potahem z koženky - s minimální akustickou absorpcí. Dutina obkladu neobsahuje akustickou vložku ani perforaci.

Podhled sálu je tvořen plechovými deskami s perforací zavěšenými na ocelových lanech. Není zcela známo do jaké míry je na rubové straně podhledu položena akusticky pohltivá vložka, nicméně podle místního šetření není jistě položena v celé ploše, viz obrázky níže. Podhled tedy pravděpodobně tvoří málo tlumený rezonátor, jehož pohltivost je frekvenčně úzkopásmová. Jinými slovy, podhled pohlcuje zvuk prakticky pouze v jednom frekvenčním oktávovém pásmu a proto je aktuální doba dozvuku prostoru frekvenčně nevyrovnaná. Tuto teorii potvrzuje i měření doby dozvuku z r. 2015, kde je ve frekvenčním průběhu doby dozvuku vidět výrazný pokles v oktávovém pásmu 250 Hz. Dle vyjádření zástupců provozu budovy nelze podhled nahradit a ani nelze ze spodní strany otevřít kazety a doplnit do vzduchové dutiny akusticky pohltivé vložky. Charakter nosných částí stropu navíc nedovoluje jakékoliv přetížení nebo zásah do jeho konstrukce.

Výměna křesel a koberce byly realizovány v nedávné době, proto nejsou součástí řešení této PD.

Výše uvedenými limity je dán akustický charakter sálu, který lze do určité míry vylepšit výměnou akustických obkladů stěn, ale standardu pro vícekanálové kinosály dosáhnout nelze. Úkolem řešení je se mu maximálně přiblížit.



Obr. 1 – fotografie rubové strany podhledu sálu

2.2. POŽADAVKY NA AKUSTICKÉ PARAMETRY

Pro akusticky náročné prostory vyžadují jak normy ČSN 73 0525 a 73 0527, tak i praktické zkušenosti speciální akustickou úpravu z důvodu snahy o dosažení vhodných akustických podmínek. V případě kinosálů je hlavním cílem splnit toleranční pásmo frekvenčního průběhu doby dozvuku předepsané výše zmiňovanou normou, dosáhnout dobré kvalitních akustických podmínek při poslechu reprodukováného slova a hudby.

Dále je nutné vhodnou konfigurací akustických prvků zabránit vzniku nežádoucích odrazů zvuku a naopak podpořit odrazy žádoucí. Zejména u akusticky pohltivých materiálů je velmi důležité jejich vhodné umístění tak, aby byly potlačeny násobné odrazy zvuku mezi rovnoběžnými odrazivými stěnami (tzv. třepotavá ozvěna), fokusované a izolované tvrdé odrazy zvuku a další negativní akustické jevy, které výrazně zhoršují akustické podmínky.

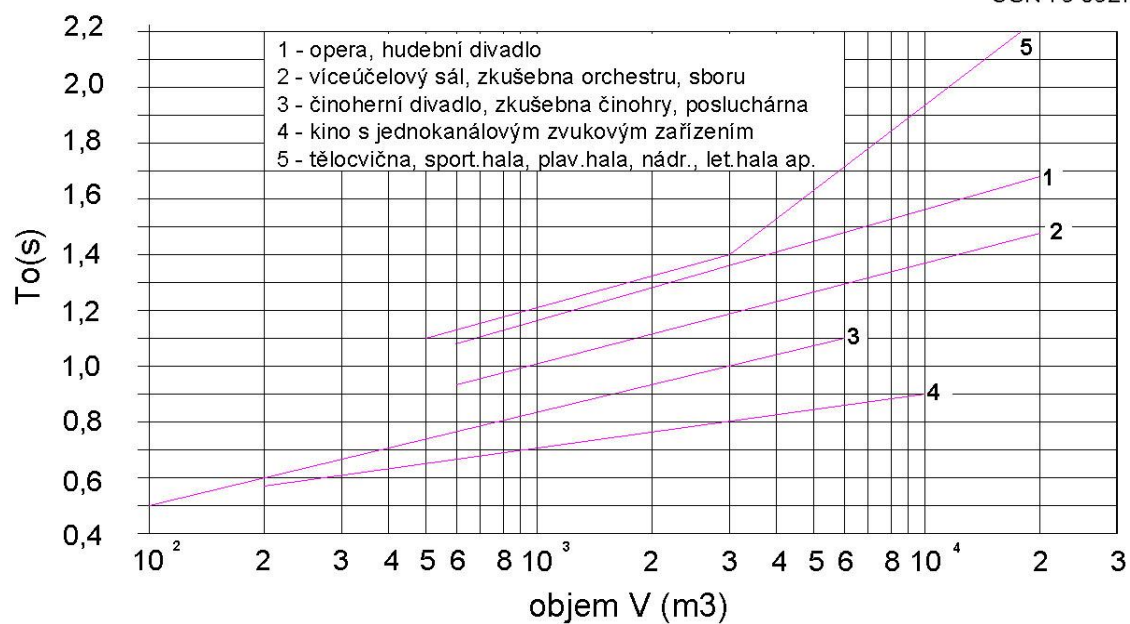
Z výše uvedeného vyplývá, že není možné provést plnohodnotnou akustickou úpravu pouze umístěním akustického podhledu. V případě takového řešení není pohltivá plocha rozmístěna rovnoměrně a mezi stěnami dochází často ke vzniku třepotavé ozvěny a tedy i celkovému prodloužení doby dozvuku v určitém frekvenčním pásmu.

Hlavní kinosál

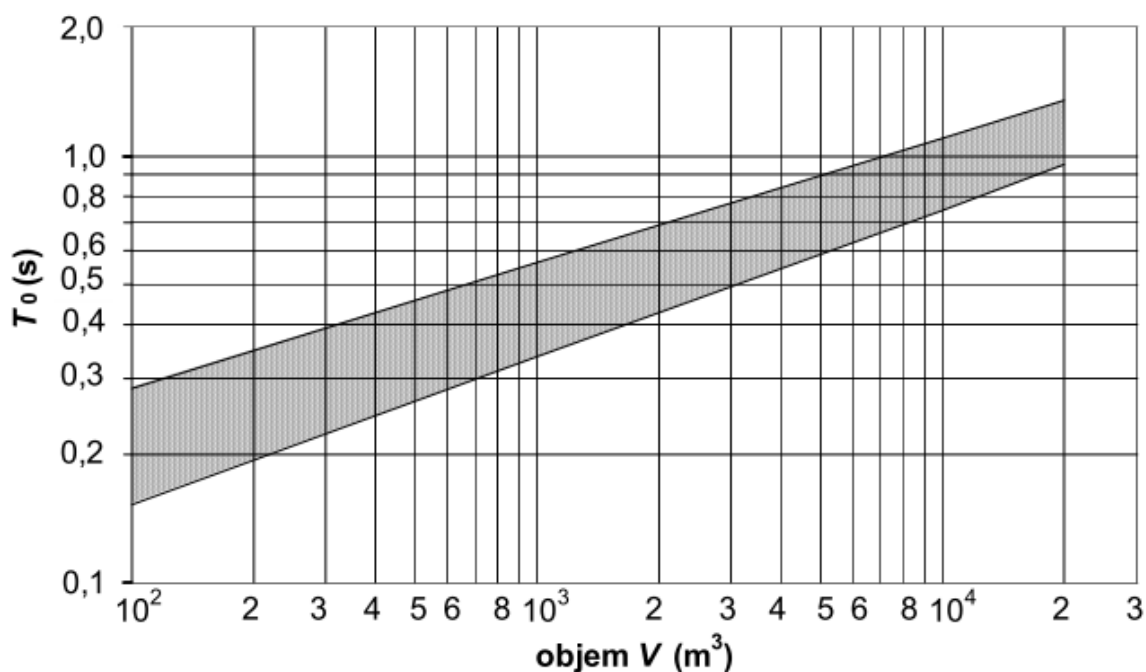
Optimální doba dozvuku T_0 sálu byla zvolena na základě informací o budoucím využití sálu, konzultací se zástupcem zadavatele, osobních zkušeností a v neposlední řadě dle normy ČSN 73 0527. Prostor je posuzován jako jeden celek slučující prostor sálu a prostor za promítacím plátnem 1.NP a 2.NP a má celkový objem $V = \text{cca } 3\,919 \text{ m}^3$. Užití sálu je uvažováno primárně jako kinosál s vícekanálovým zvukem. Jak bylo však řešeno výše, nemožnost úpravy akustického podhledu nedovoluje plně dosáhnout požadavků na vícekanálový kinosál a tak jsou cílová doba dozvuku a meze pro frekvenční průběh stanoveny jako kompromis kombinací doporučení pro vícekanálové a jednobanálové kino.

Optimální doba dozvuku jednobanálového kina pro kmitočet 1000 Hz dle normy ČSN 73 0527, a dále dle křivky č. 4 na Obr. 2, je $T_0 = 0,82 \text{ s}$. Optimální doba dozvuku pro vícekanálové kino pak pro kmitočet 500 Hz dle normy ČSN 73 0527, a dále dle rozmezí na Obr. 3, je $T_0 = 0,54 - 0,83 \text{ s}$. Na Obrázku 4, dle kterého bude posuzována frekvenční vyrovnanost, je vidět, že rozmezí poměru dob dozvuku ve frekvenčních pásmech 500 Hz a 1000 Hz je stejné a s použitím tohoto kritéria tak lze přihlídnout i k cílové době dozvuku pro vícekanálová kina. Optimální doba dozvuku daného kinosálu byla stanovena jako rozmezí **$T_0 = 0,50 - 0,60 \text{ s}$** .

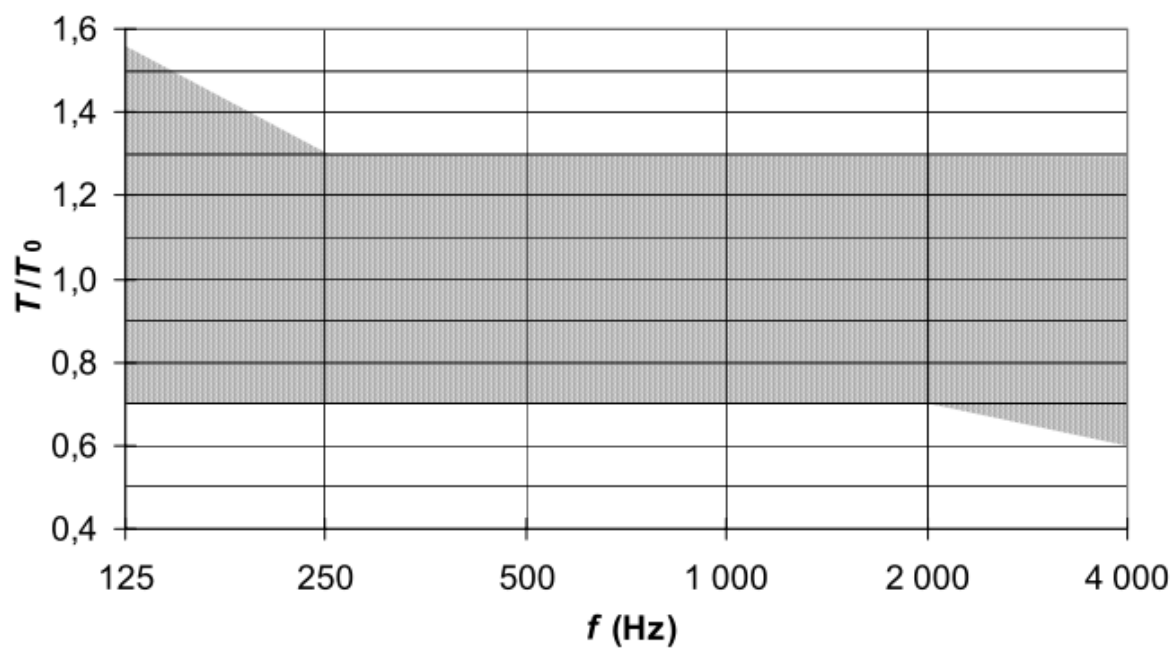
Frekvenční průběh doby dozvuku by měl pro toto kompromisní řešení probíhat v rozsahu od 125 Hz do 4 kHz uvnitř tolerančního pásma dle ČSN 73 0527 – viz Obr. 4. Jedná se o toleranční pásmo kina s jednobanálovým zvukovým zařízením.



Obr. 2 – Závislost optimální doby dozvuku $T_0(s)$ pro kmitočet 1000 Hz na objemu $V(m^3)$ uzavřeného prostoru v obsazeném stavu (u závislosti 5 neobsazeném stavu)



Obr. 3 – Závislost optimální doby dozvuku $T_0(s)$ pro kmitočet 500 Hz na objemu $V(m^3)$ obsazeného kina s vícekanálovým zvukovým zařízením



Obr. 4 - Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 obsazeného kina s jednokanálovým zvukovým zařízením v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma

2.3. TEORETICKÝ VÝPOČET DOBY DOZVUKU

Pro výpočet doby dozvuku byl dle ČSN 73 0525 použit Eyringův vztah:

$$T_E = \frac{0,163 \cdot V}{-S \cdot \ln(1 - \alpha_s) + 4mV} [s]$$

kde $V [m^3]$ je objem místnosti
 $S [m^2]$ je celková plocha ohraničujících stěn místnosti
 $\alpha_s [-]$ je střední hodnota činitele zvukové pohltivosti
 $m [-]$ je činitel útlumu zvuku při šíření ve vzduchu

Střední hodnotu činitele zvukové pohltivosti vypočteme podle vztahu:

$$\alpha_s = \frac{\sum S_i \cdot \alpha_i}{S} [-]$$

kde $S_i [m^2]$ je dílčí pohltivá plocha
 $\alpha_i [-]$ je činitel zvukové pohltivosti dílčích ploch
 $S [m^2]$ je celková plocha ohraničujících stěn místnosti

Výpočet doby dozvuku byl proveden dle ČSN 73 0525 v oktávových pásmech se středními kmitočty 125 Hz až 4 kHz. Vychází z měření doby dozvuku z roku 2015, dopočítává obsazení, nahrazuje staré obklady sálu za nové akustické obklady a doplňuje výkryt stropu. Prostor je uvažován v 80% obsazeném stavu, přičemž vzhledem k silně čalouněným sedadlům nemá obsazenost na dobu dozvuku příliš velký vliv.

Graf vypočtené doby dozvuku je uveden ve výpočetní příloze VP01.

2.4. ŘEŠENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY

Hlavní kinosál

Akustický pohled hlavního prostoru sálu:

Jak bylo výše uvedeno, do skladby podhledu návrh nezasahuje. Ač jde o klíčovou plochu, není součástí řešení. Návrh řeší pouze estetické pohltivé výkryty stropu **PVS** (více viz Tab1 – specifikace akustických prvků), které jsou pohltivé zejména v pásmu středních a vysokých frekvencí a tak pomáhají dostání frekvenčně vyrovnané doby dozvuku. Jejich estetická funkce spočívá v zakrytí „mezer“ mezi dnešním podhledem a stěnou.

Akustické obklady stěn sálu:

Boční stěny sálu jsou obloženy perforovanými stěnovými panely, značení **PSP** (více viz Tab1 – specifikace akustických prvků), pohlcující zejména zvukovou energii ve středních a vyšších frekvenčních pásmech. Perforované stěnové panely mají tedy zásadní vliv na vyrovnaní doby dozvuku. Pohltivý charakter panelů zabraňuje vzniku třepotavé ozvěny a šíření nežádoucích zvukových odrazů. Součástí bočních obkladů jsou i hloubkově profilované reliéfní akustické obklady, značení **RAO** (více viz Tab1 – specifikace akustických prvků), které také částečně pohlcují zvuk a zbytek zvukové energie rozptylují a tím přispívají k rovnoměrné distribuci zvuku v sále a zabraňují vzniku třepotavé ozvěny. Tyto obklady zároveň slouží jako zdroj tlumeného a nepřímého osvětlení. Zadní stěna a sloupý portálu jsou obloženy stěnovým akustickým obkladem – pohltivým, značení **SAO-P** (více viz Tab1 – specifikace akustických prvků), který má nejvyšší zvukovou pohltivost v pásmu vysokých frekvencí. Obklad zabraňuje zpětnému odrazu zvukové energie, což má přímý vliv na zkrácení doby dozvuku a zároveň vyrovnává frekvenční průběh doby dozvuku. Boky sloupů portálu jsou obloženy stěnovým akustickým obkladem – vykrývacím panelem, značení **SAO-VP** (více viz Tab1 – specifikace akustických prvků), který je mechanicky odolný a doplňuje obklad SAO-P v exponovaném místě sálu.

Přesná konfigurace akustických obkladů – viz výkresová příloha, přesný popis prvků – viz Tab1 – specifikace akustických prvků.

Sedadla:

V sále jsou uvažována stávající sedadla se silným čalouněním sedáku a opěradla.

Podlaha:

V sále je uvažován plnoplošný koberec.

3. ZÁVĚR

Profese prostorová akustika se v dokumentaci pro provedení stavby zaměřuje na akusticky náročný prostor hlavního kinosálu. Pro akusticky náročný prostor vlastního sálu je stanovena optimální doba dozvuku. V dokumentaci je dále proveden návrh akustických úprav včetně výpočtu doby dozvuku tak, aby byl splněn definovaný požadavek normy ČSN 73 0527 resp. ČSN 73 0525.

Vzhledem k akusticky citlivému rozmístění akustických materiálů je v rámci výstavby sálu nutné provést předepsaná laboratorní a etapová měření doby dozvuku *in-situ* pro ověření a případnou korekci teoretického výpočtu. Dále je nutné po dokončení realizace provést závěrečné měření doby dozvuku se zpracováním výsledků formou měřicího protokolu. Všechny výše uvedené akustické zkoušky jsou nutné pro úspěšné dokončení díla.

V případě jakýchkoliv změn v koncepci, umístění nebo typu akustických prvků, dispozičních změn či změn skladeb konstrukcí a povrchových úprav je nutné zajistit odsouhlasení těchto změn odpovědným akustikem.

Upozornění:

Výsledky a řešení uvedené v této projektové dokumentaci se vztahují pouze na hodnocené prostředí a tomu příslušející podmínky. Projektová dokumentace může být reprodukována pouze jako celek s písemným souhlasem statutárního zástupce společnosti AVETON s.r.o.