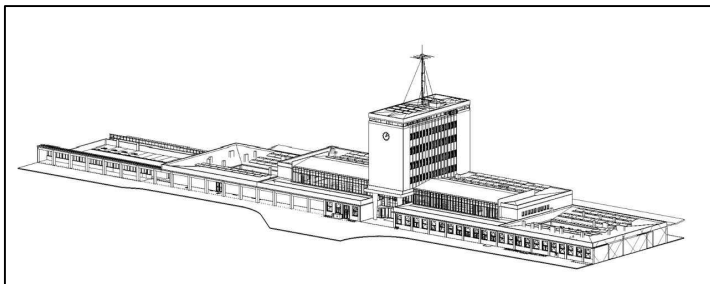


Orientační schéma:

Razítko oprávněné osoby:




Podpis:

Datum:

Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:
V01	01/2025	Doplnění akustické studie do PD	Ing. E. Střelka
V02	06/2025	Úprava reproduktorové soustavy dle pož. Odb. památkové péče - doplnění studie	Ing. E. Střelka

Stavebník/Investor:	Správa železnic, státní organizace	
Adresa:	Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1	
Zástupce investora:	Stavební správa západ	
Adresa:	Sokolovská 1955/278, Praha 9, 190 00	

Zhotovitel stavby:	SAGASTA-HELIKA-A8000 VB CHEB SAGASTA s.r.o. Novodvorská 1010/14, 142 00, Praha 4 - Lhotka T: +420 261 344 100 E: info@sagasta.cz		
Adresa: Kontakt:			
Zhotovitel objektu:	SAGASTA s.r.o. Novodvorská 1010/14, 142 00, Praha 4 - Lhotka T: +420 261 344 100 E: info@sagasta.cz		
Adresa: Kontakt:			
Hlavní projektant (HIP): Ing. Adam Špunda	Specialista: Ing. Karel Motl	Odpovědný projektant: Václav Mašek	Zpracovatel: Ing. Karel Motl, Ing. Jiří Holas AVT GROUP

Název stavby/akce:	Rekonstrukce výpravní budovy v žst. Cheb	S-kód:	S631700106
		Zakázka:	121 066
Název části:	Rozhlasové zařízení	Označení části:	D.1.2.2
Název objektu:	Rozhlasové zařízení	Označení objektu/komplexu:	PS 11-02-21
Název přílohy:	Příloha technické zprávy	Číslo přílohy:	1 002
Název dílčí části přílohy:	Studie prostorové akustiky a elektroakustického ozvučení	Paré:	
Kraj: Karlovarský	Katastrální území: Cheb [650919]	TUDU:	0203VI
Dokumentace:			
Stupeň dokumentace:	Datum zpracování:	Formáty:	Měřítko:
PDPS	08/2024	A4	...

S-kód:										Stupeň dokumentace:					Část:				Objekt:					Podobjekt:			Příloha:				Revize:											
S	6	3	1	7	0	0	1	0	6	-	P	D	P	S	-	D	1	2	2	X	-	P	S	1	1	0	2	2	1	-	X	X	-	1	-	0	0	2	-	V	0	2

DOKUMENTACI LZE UŽÍVAT POUZE VE SMYSLU PŘÍSLUŠNÉ SMLOUVY O DÍLO. VÝKRES, ČI JEHO ČÁST, MŮŽE BÝT KOPIROVÁN NEBO JINÝM ZPŮSOBEM ROZŠÍŘOVÁN POUZE PO PŘEDCHOZÍM SOUHLASU SAGASTA, s.r.o.

Technická zpráva

AVT GROUP 

KONZULTACE

PROJEKTY

REALIZACE

Studie prostorové akustiky a elektroakustického ozvučení

Akce:

Rekonstrukce výpravní budovy v žst. Cheb – odbavovací hala

Číslo zakázky:

2400813

Objednatel:

SAGASTA s.r.o.
Novodvorská 1010/14
142 00 Praha

Datum:

11/2024

Elektroakustické simulace:

Ing. Karel Motl
M +420 721 941 314
E km@avtg.cz

3D model:

Ing. Jiří Holas
+420 723 294 915
hj@avtg.cz



Obsah

1	Úvod a vstupní požadavky	3
2	Výchozí stav odbavovací haly	3
3	Návrh úprav prostorové akustiky	5
3.1.	Vzorové typy akustických prvků / pohledových desek	6
4	Výběr reproduktorových soustav	6
5	Výsledky elektroakustických simulací	8
5.1.	Nástěnné reprosoustavy	8
5.2.	Stropní reprosoustavy v ose prostoru	9
5.3.	Stropní reprosoustavy mimo osu prostoru	11
6	Hodnocené parametry	12
7	Závěr	12
Obrazová příloha 1		13
Obrazová příloha 2		14
Obrazová příloha 3		15

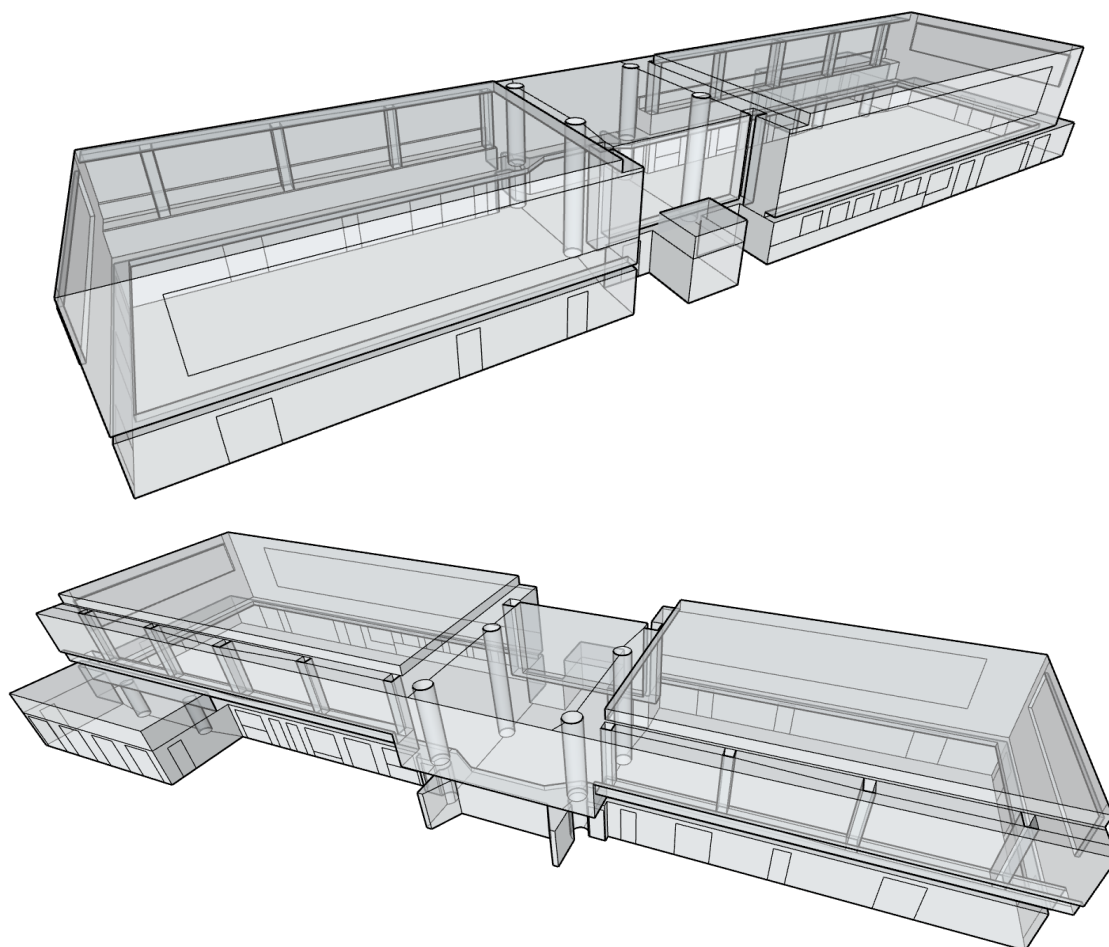
1 Úvod a vstupní požadavky

Tato studie popisuje návrh ozvučení a prostorové akustiky v odbavovací haly 0P139 železniční stanice Cheb. Návrh vychází z architektonických podkladů ve formátu dwg a popisu materiálů a stavebních konstrukcí.

Vstupním požadavkem je splnění podmínek *interoperability* neboli nařízení Komise (EU) č. 1300/2014 ze dne 18. listopadu 2014, o technických specifikacích pro interoperabilitu týkajících se přístupnosti železničního systému pro osoby se zdravotním postižením a osoby s omezenou schopností pohybu a orientace (index 5 v dodatku A). Požadována je hodnota STI 0,45 a vyšší.

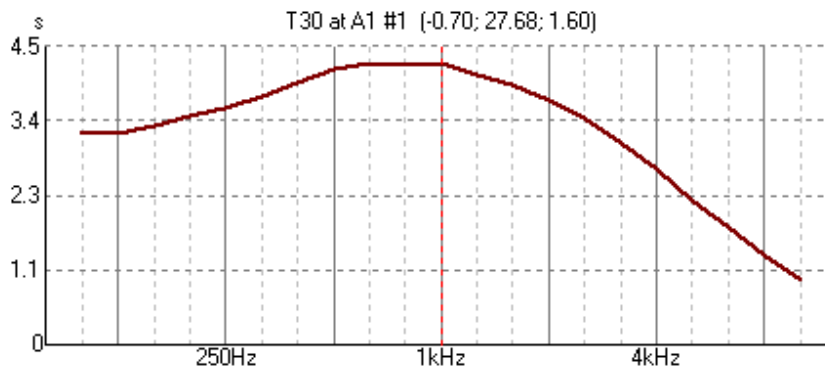
2 Výchozí stav odbavovací haly

V programu SketchUp byl vytvořen 3D model prostoru optimalizovaný pro import do akustického software AFMG EASE, kde probíhala akustická kalibrace a všechny elektroakustické simulace (modul Aura, se zohledněním hluku pozadí 60 dB a interferencemi – maskováním). Akustický 3D model je prezentován na následujících obrázcích.



Obr. 1a, b – 3D model odbavovací haly

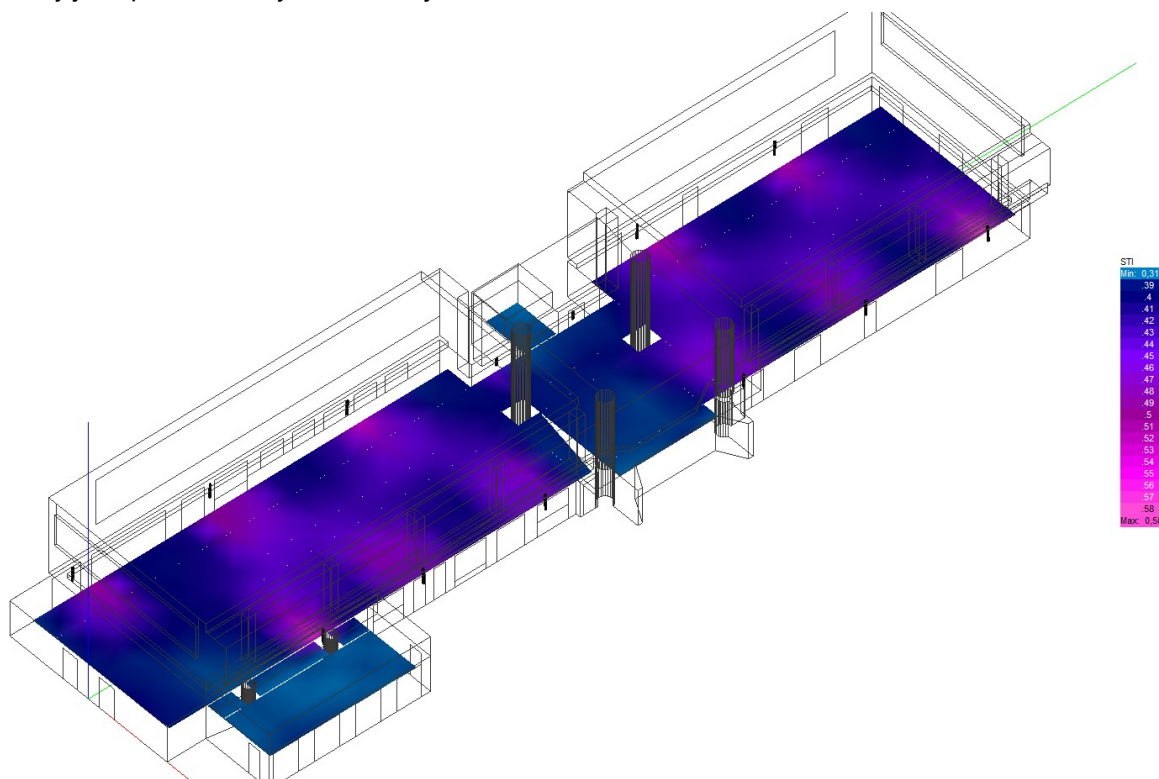
Výchozí kmitočtový průběh doby dozvuku po akustických úpravách je uveden na následujícím grafu.



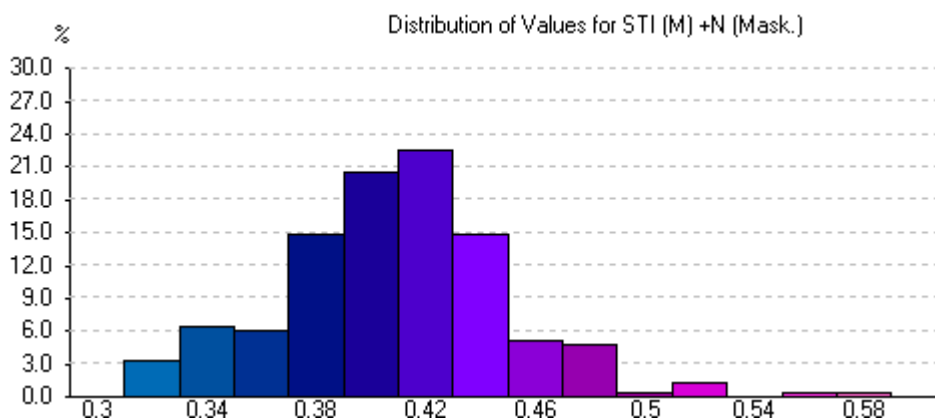
Obr. 2 – Kmitočtový průběh doby dozvuku ve výchozím stavu – bez úprav.

Za těchto akustických podmínek bylo provedeno několik analýz ozvučení pro zjištění dosažitelnosti požadovaných hodnot srozumitelnosti.

Nejlépších výsledků bylo dosaženo se sloupovými reprosoustavami výšky 1 m (s úzkou vertikální vyzařovací charakteristikou), které byly co nejbližší poslechové rovině přítomných osob, tedy pod obvodovou římsou. V takové konfiguraci dosahoval parametr STI průměrně pouze hodnoty 0,42 a navíc s velkým rozptylem hodnot. Výsledky jsou prezentovány na následujících obrázcích.



Obr. 3 – Výsledky simulace srozumitelnosti (parametr STI) bez akustických úprav.



Obr. 4 – Výsledky simulace srozumitelnosti, distribuční rozložení, stav bez akustických úprav.

Vyhodnocení výchozího stavu:

Prostor nelze bez akustických úprav ozvučit s požadovanými parametry. Akustické úpravy jsou nezbytné.

3 Návrh úprav prostorové akustiky

Prostor je památkově chráněn a tvoří ho specifické materiály (kachlíkové obklady, tvarované skleněné panely), které akustické úpravy komplikují. Jediným možným řešením je proto záměna plechových podhledových desek za akustické. Prostor je pro přehled znázorněn na následujícím obrázku.

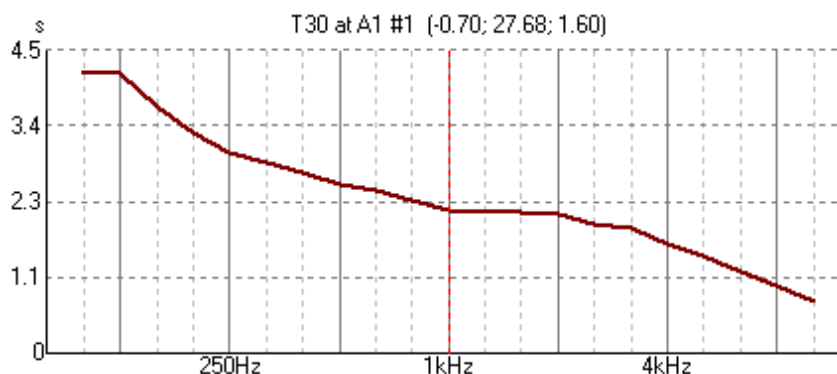


Obr. 5 – Náhled řešeného prostoru

Celková plocha akustické podhledu po odečtení středového pásu je 465 m².

Další pohled je nutné uvažovat ve snížených částech prostoru – za sloupky u osy 8 mezi osami SE a SF a dále prostor v centrální části navazující na Vestibul 0P24. Celková výměra těchto pohledů je 50 m².

Po těchto akustických úpravách klesne doba dozvuku v hale pod hodnotu 2,4 s na středních kmitočtech.



Obr. 6 – Kmitočtový průběh doby dozvuku po úpravách – s akustickým pohledem.

Veškeré navazující simulace a návrhy ozvučení počítají s těmito akustickými podmínkami.

3.1. Vzorové typy akustických prvků / pohledových desek

Pro akustický pohled platí, že je potřeba co nejvyšší akustická absorpce (ideálně vážený koeficient absorpce větší než 0,95). Vzorové typy (s ohledem na akustické parametry a barevnou škálu):

<https://www.ecophon.com/cz/ecophon/modular-ceilings/focus/focus-a/>

<https://www.rockfon.cz/produkty/rockfon-color-all>

<https://www.eurocoustic.com/tongar-22>

Vzorové akustické parametry jsou následující:

Kmitočet (Hz) / Koef. aku. absorpce	125	250	500	1000	2000	4000
Širokopásmový pohled	0,45	0,85	0,95	0,90	1,0	0,95

4 Výběr reproduktorových soustav

V simulacích bylo ověřeno více typů a konfigurací reproduktorových soustav. Návrh lze rozdělit do dvou skupin dle jejich umístění:

- sloupové reposoustavy na stěnách
- směrové reposoustavy (se zvukovodem) na stropě.

Na stěnách byly uvažovány sloupové reposoustavy z důvodu omezení akustické expozice protější stěny.

Vzorové nástěnné sloupové typy byly tyto:

IC-audio TS-C 30-700/T-EN54:

<https://katalog.ic-audio.com/index.php/aid/684>

Bosch LA1-UM40E-1:

<https://commerce.boschsecurity.com/xl/en/LA1-UMx0E-1-Column-loudspeaker/p/F.01U.141.639/>

Vzorové typy reprosoustav pro instalaci na strop byly tyto:

IC-audio DK-MH 30/T plus-EN54:

<https://katalog.ic-audio.com/index.php/aid/667>

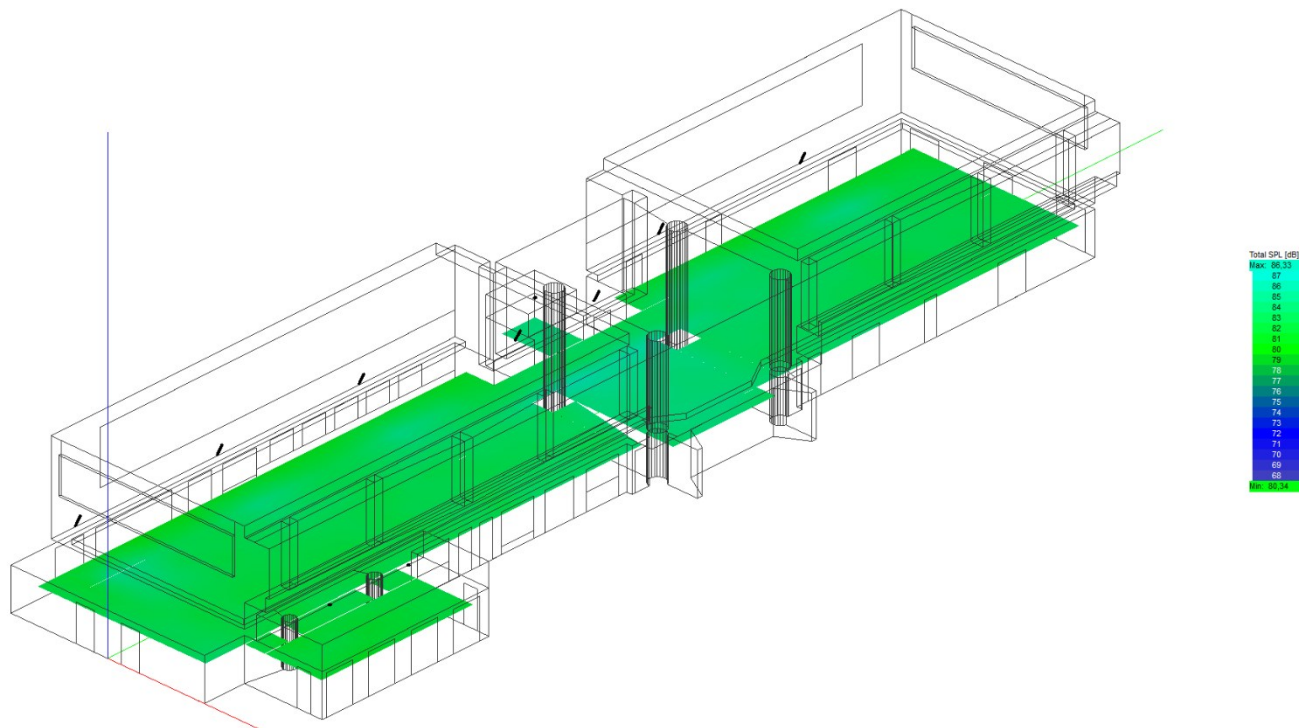
Bosch LH1-UC30E:

<https://commerce.boschsecurity.com/xl/en/Horn-loudspeaker-30W-music/p/F.01U.169.386/>

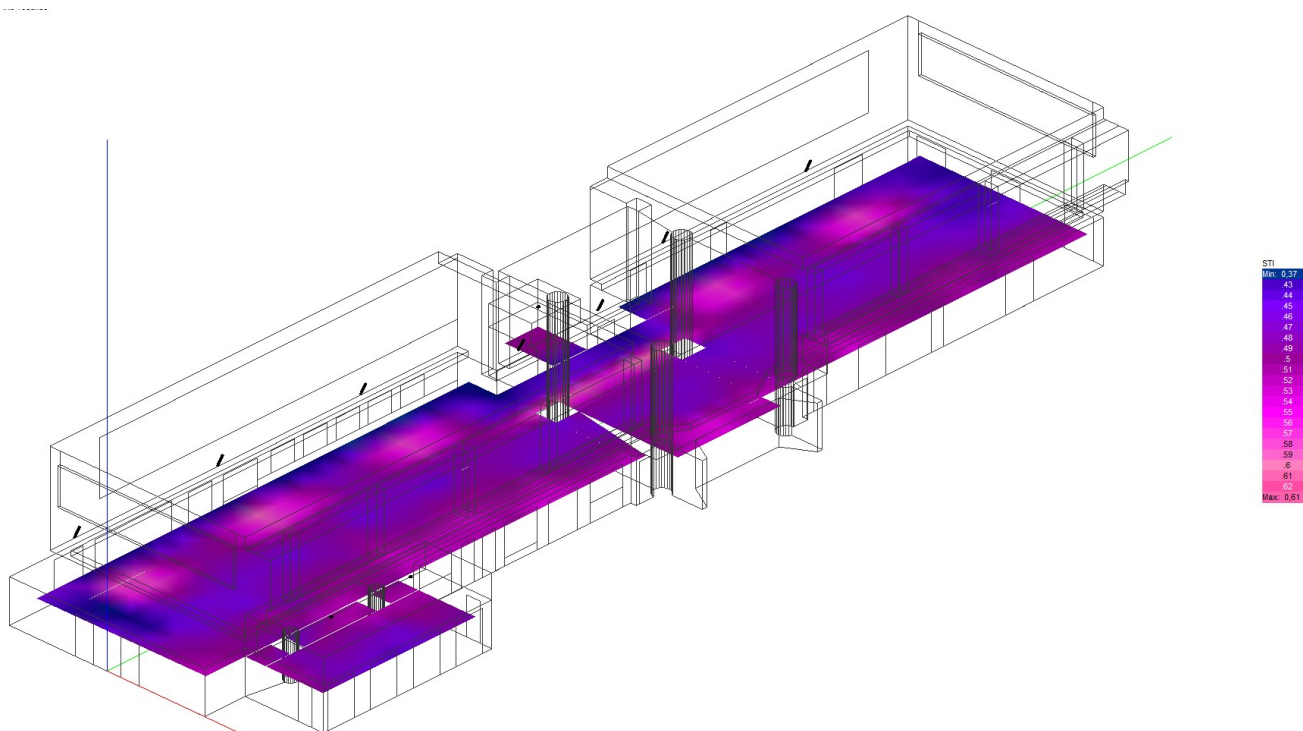
V nízkých sekcích prostoru (návaznosti na chodby) byly uvažovány podhledové reproduktory s vyzařovacím úhlem minimálně 60° / 4 kHz (-6 dB).

5 Výsledky elektroakustických simulací

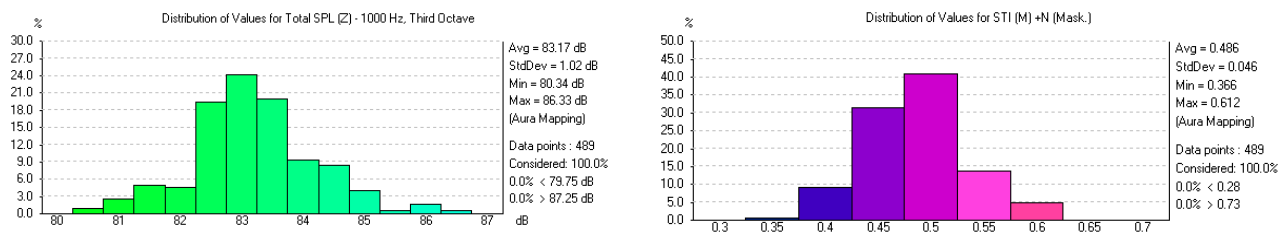
5.1. Nástěnné reprosoustavy



Obr. 7 - Výsledky simulace rozložení celkového akustického tlaku (parametr SPL_{Tot}).



Obr. 8 – Výsledky simulace srozumitelnosti (parametr STI).

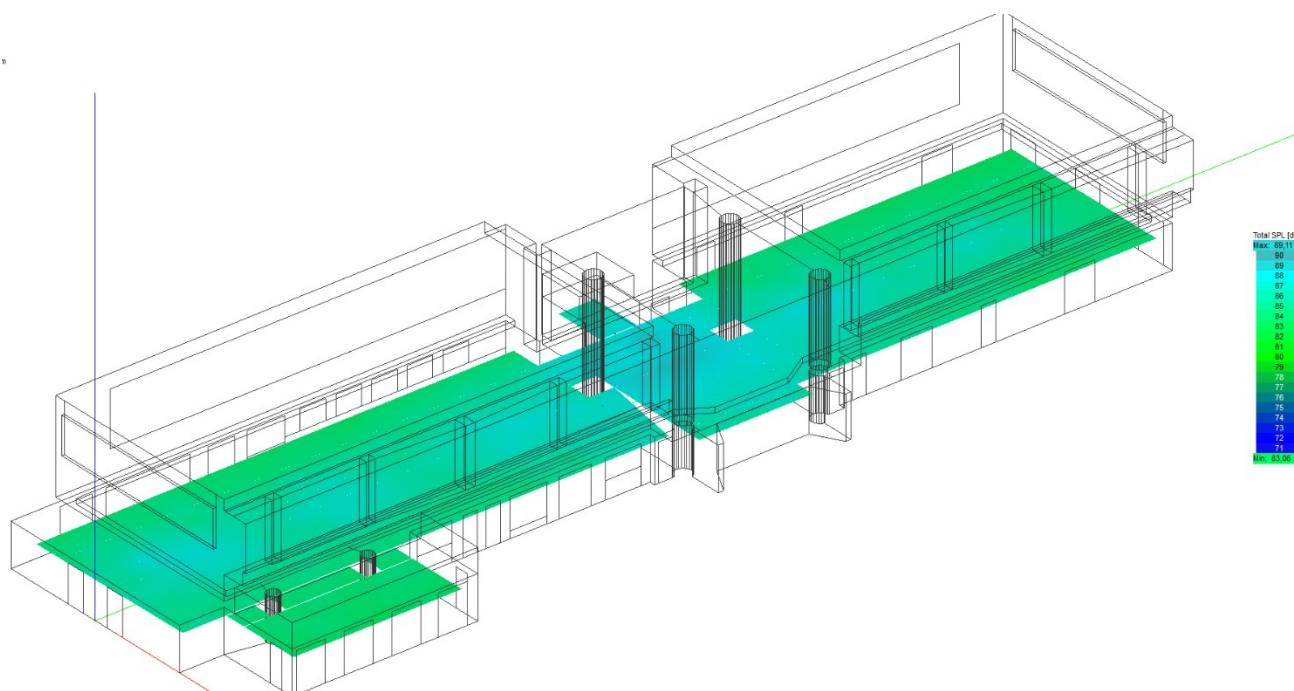


Obr. 9 a 10 – Výsledky simulace SPL a srozumitelnosti, distribuční rozložení.

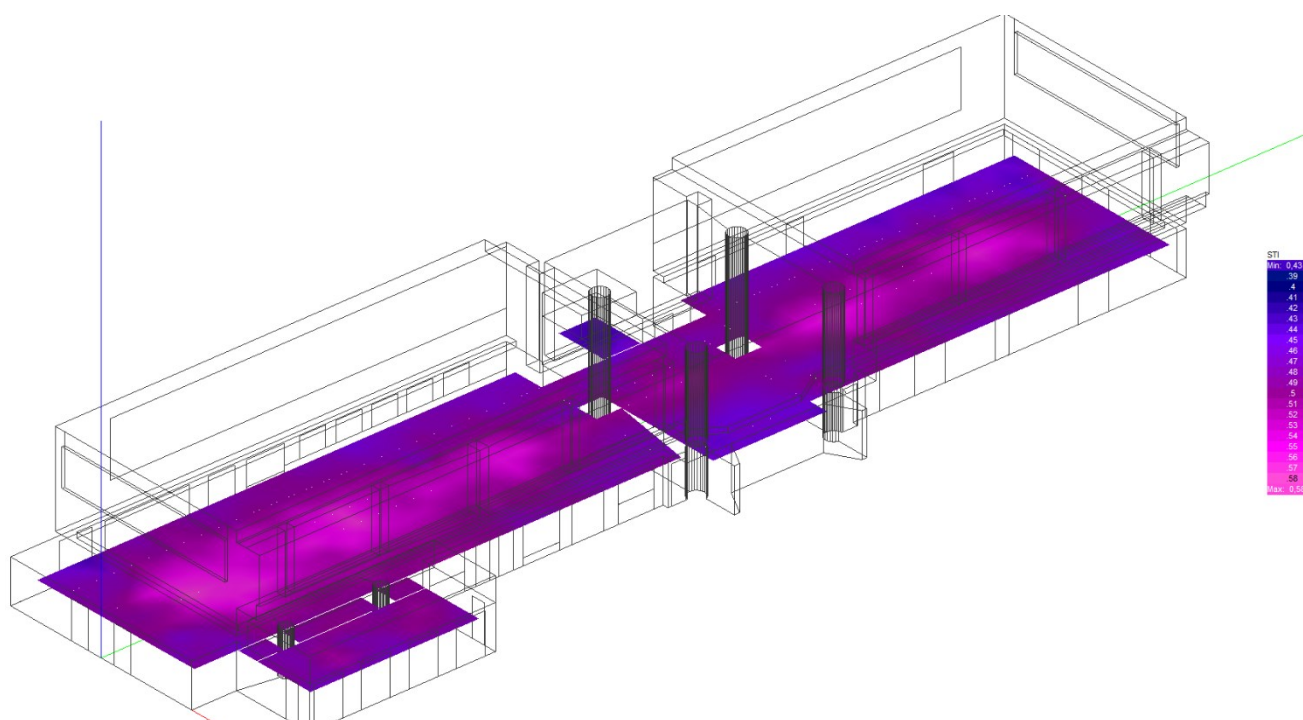
Průměrné hodnoty celkového akustického tlaku vyhovují, stejně jako srozumitelnosti, která ale vykazuje velký rozptyl hodnot v rámci poslechových rovin. To je způsobeno zejména opakovanými odrazy mezi stěnami a „akustickým stínem“ pod římsou.

Z toho důvodu bylo přistoupeno k ověření vertikální orientace šíření zvuku – kdy vzniká pouze první odraz od podlahy, ale následně je utlumen akustickým podhledem.

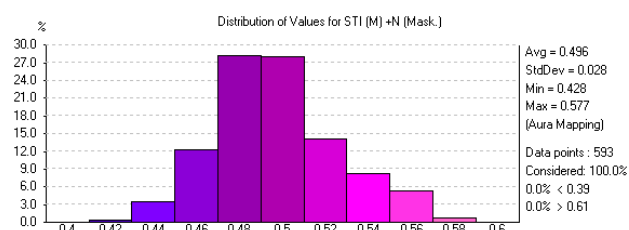
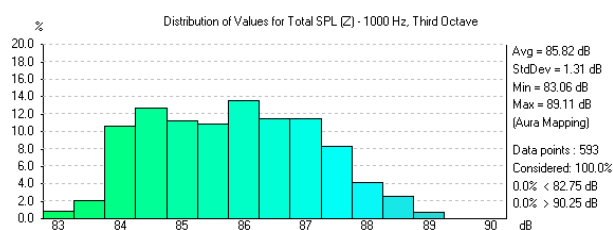
5.2. Stropní reprosoustavy v ose prostoru



Obr. 11 - Výsledky simulace rozložení celkového akustického tlaku (parametr SPL_{Tot}).



Obr. 12 – Výsledky simulace srozumitelnosti (parametr STI).

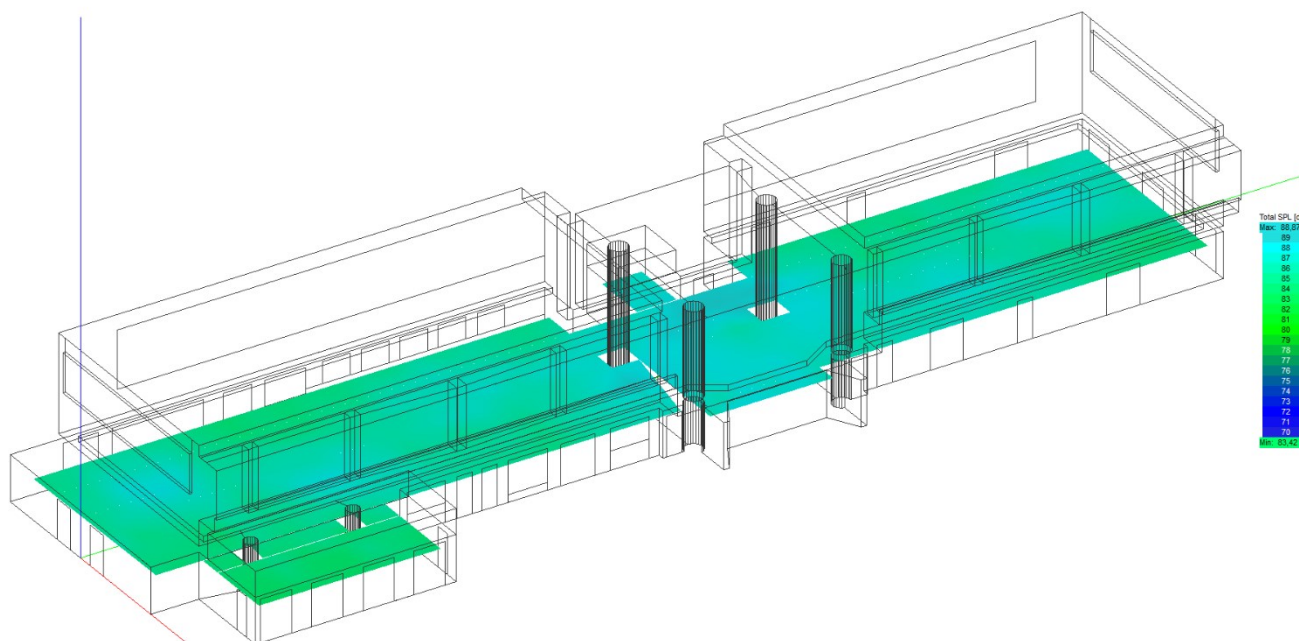


Obr. 13 a 14 – Výsledky simulace SPL a srozumitelnosti, distribuční rozložení.

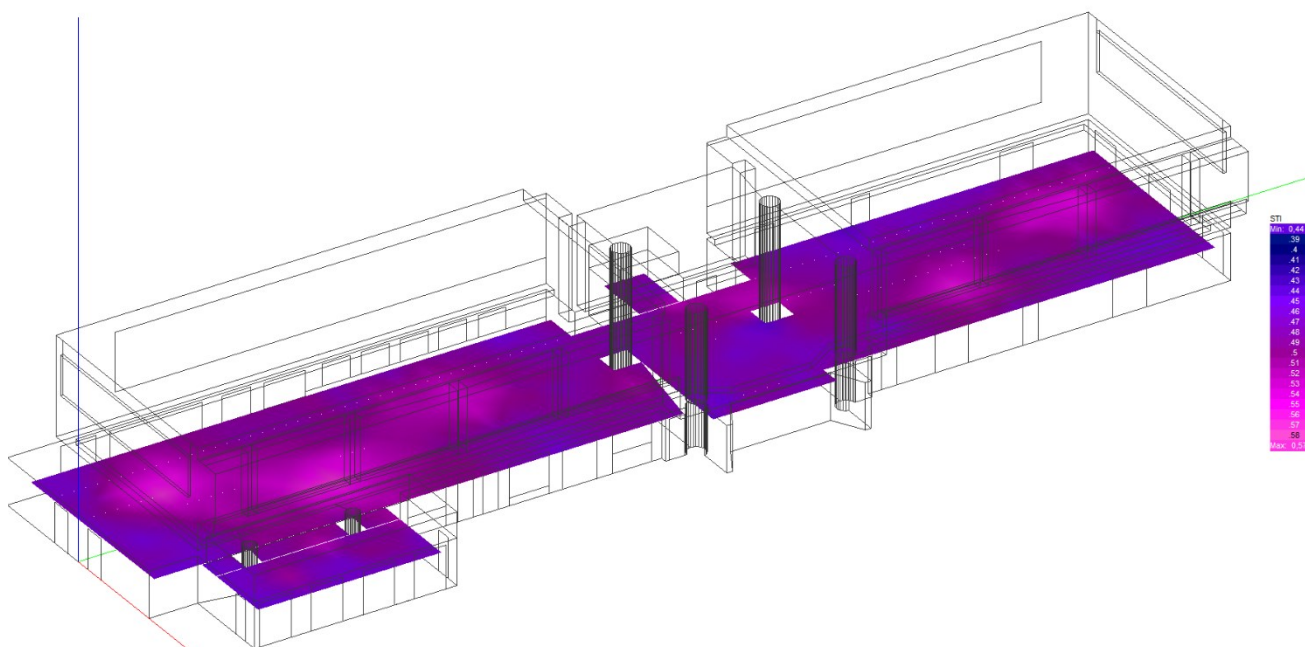
Tato varianta v souladu s předpoklady vychází lépe, srozumitelnost vykazuje menší rozptyl v poslechové rovině.

5.3. Stropní reprosoustavy mimo osu prostoru

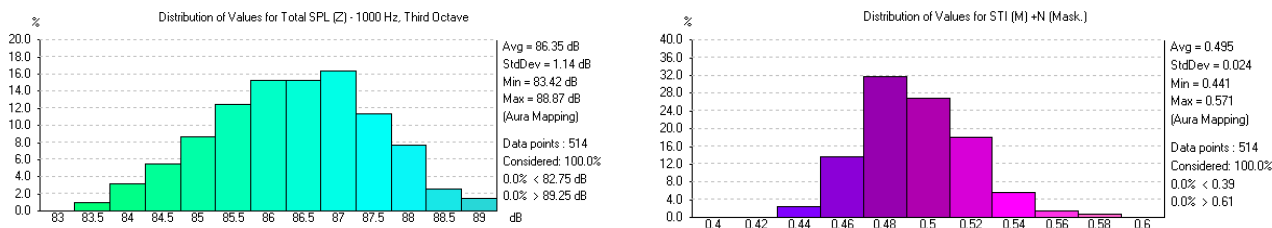
Tato varianta byla vypracována po změně zadání v podobě instalace stropních sálavých panelů v ose prostoru. Navíc není uvažován reproduktor v centrální části – tam míří reproduktory z krajních sekcí po úhlem 25°.



Obr. 15 - Výsledky simulace rozložení celkového akustického tlaku (parametr SPL_{Tot}).



Obr. 16 – Výsledky simulace srozumitelnosti (parametr STI).

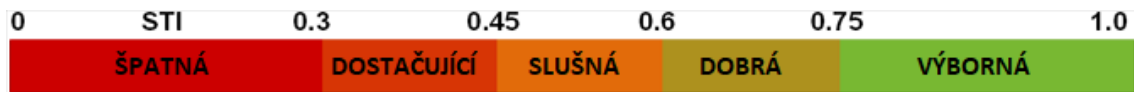


Obr. 17 a 18 – Výsledky simulace SPL a srozumitelnosti, distribuční rozložení.

Tento poslední návrh řeší jak kolize s topnými panely, tak i estetický nesoulad s viditelným reproduktorem v centrální části haly, kde není podhled. Klade ale nejvyšší nároky na přesnost instalace (pozice a naklonění reproduktorů).

6 Hodnocené parametry

Základními hodnocenými parametry jsou index srozumitelnosti řeči a celkový akustický tlak. Zatímco v případě tlaku je zapotřebí dosáhnout hodnot o 6 dB větších, než je hluk pozadí, index srozumitelnosti by měl dosahovat dle zadání pro tuto studii hodnot větších než 0,45. Takových hodnot STI je obvykle dosahováno vhodnou kombinací vlastností reprosoustav a úpravami dob dozvuku akustickými absorbéry. Vztah mezi hodnotami STI a slovním popisem celkové srozumitelnosti je uveden na následujícím grafu:



7 Závěr

Tato studie obsahuje návrh akustických úprav a ozvučovacího systému odbavovací haly nádraží Cheb. Maximální doba dozvuku na středních kmitočtech v hale pro zajištění vhodných akustických podmínek pro ozvučení je 2,3 sekundy. Bez akustických úprav nelze daný prostor ozvučit s požadovanými parametry.

Potřebné výměry podhledů jsou 465 m² v hlavním prostoru a 50 m² ve snížených částech.

Návrh ozvučení dle prezentovaných výsledků vyhoví z hlediska hodnot celkového akustického tlaku a průměrné srozumitelnosti 0,45, jak je požadováno pro interoperabilitu.

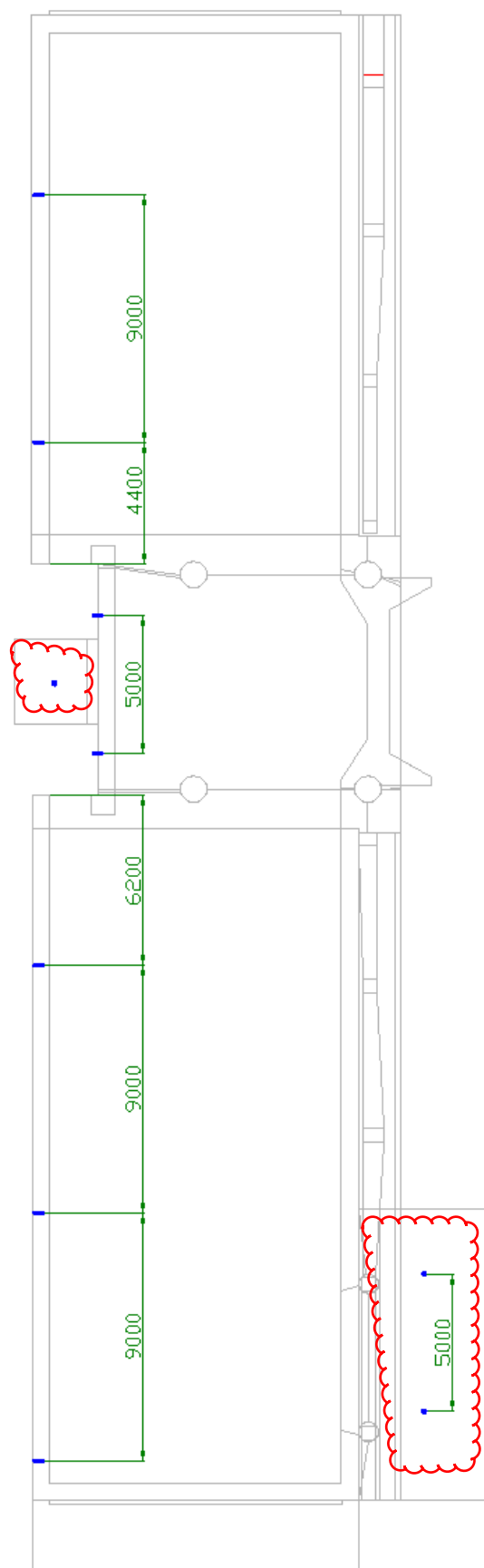
Pro ústřednu je silně doporučeno audio DSP pro korekci kmitočtového průběhu a také eliminaci nízkých kmitočtů, kde doba dozvuku i po akustických úpravách významně narůstá (viz obr. č. 6).

Uvedené výsledky platí výhradně pro uvedené typy reprosoustav, jejich konfigurace a za podmínky akustických úprav.

Obrazová příloha 1

Rozmístění reprosoustav – varianta sloupové reprosoustavy.

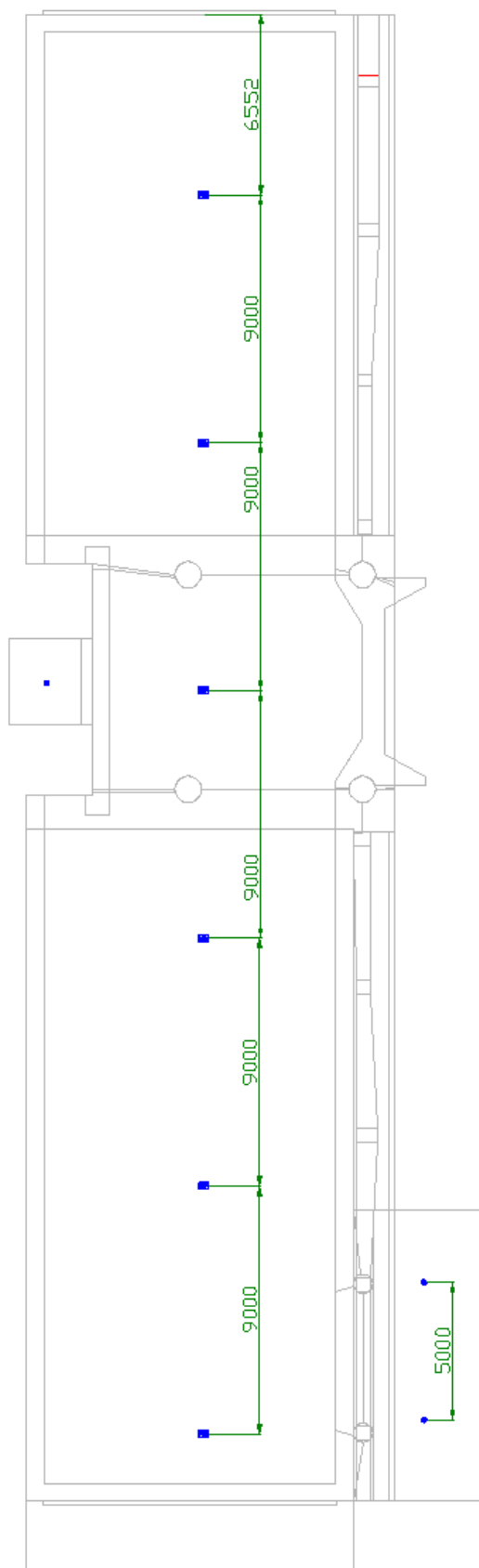
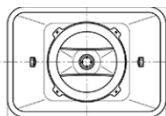
Výšková pozice nad římsou (2,7 m), úhel naklonění 25°,
v centrální části (u sloupů) 27,5°.



Obrazová příloha 2

Rozmístění reprosoustav – varianta stropní reprosoustavy
v ose prostoru.

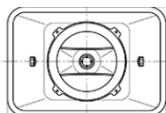
Natočení: kratší strana reprosoustav u delších stran prostoru.



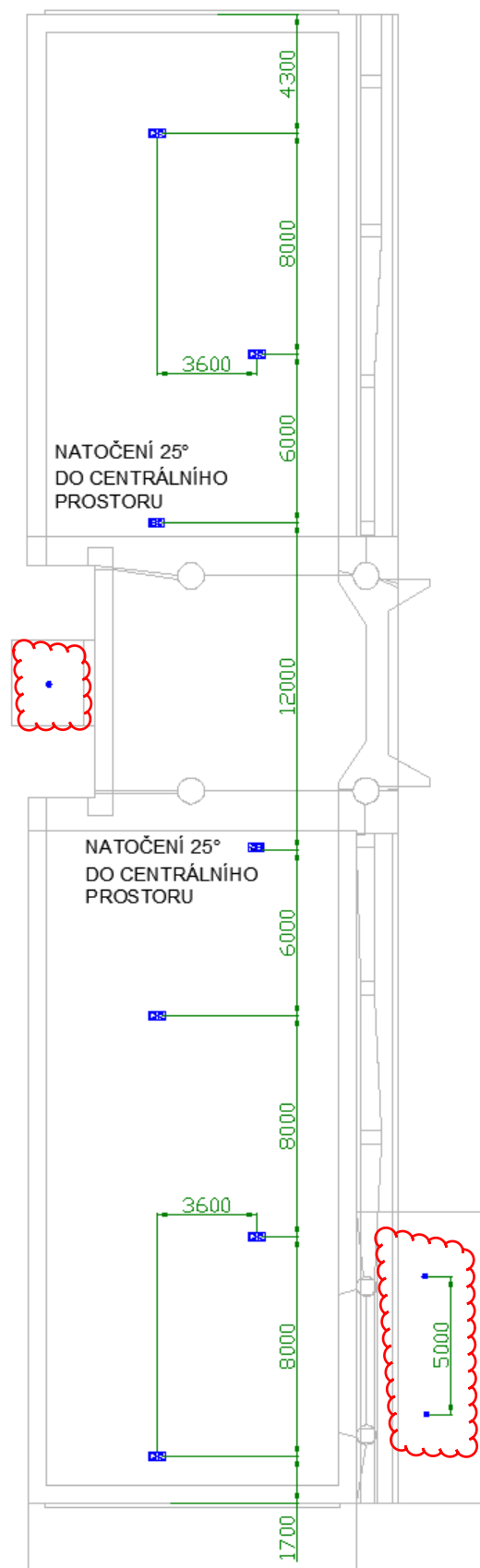
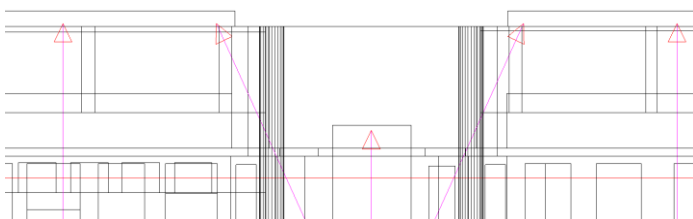
Obrazová příloha 3

Rozmístění reprosoustav – varianta stropní reprosoustavy v pozici mimo osu prostoru (po koordinaci se stropními sálavými panely) a natočením o 25°.

Natočení: kratší strana reprosoustav u delších stran prostoru.



Podélný řez centrální částí s natočením reprosoustav.



Technická zpráva

AVT GROUP 

KONZULTACE

PROJEKTY

REALIZACE

Doplnění studie prostorové akustiky a elektroakustického ozvučení

Akce:

Rekonstrukce výpravní budovy v žst. Cheb – odbavovací hala

Číslo zakázky:

2400813

Objednatel:

SAGASTA s.r.o.
Novodvorská 1010/14
142 00 Praha

Datum:

06/2025

Elektroakustické simulace:

Ing. Karel Motl
M +420 721 941 314
E km@avtg.cz

3D model:

Ing. Jiří Holas
+420 723 294 915
hj@avtg.cz



1 Úvod

Toto doplnění navazuje na předchozí studii z listopadu 2024 po zamítnutí akustických úprav stropu z důvodu památkové ochrany. Uvažovány jsou nově stěnové akustické obklady a sloupové reprosoustavy ve výšce poslechových rovin (nutnost antivandal. úprav/krytů).

2 Vzorové typy akustických prvků / podhledových desek

U všech akustických prvků je uvažována akustická absorpce co nejvyšší, tzn. vážený koeficient akustické absorpce větší než 0,9.

Stěnové obklady:

<https://www.ecophon.com/cz/ecophon/wall-applications/akusto/>

<https://www.rockfon.cz/produkty/rockfon-vertiq/>

U podhledů záleží na preferenci hran a rastru.

<https://www.ecophon.com/cz/product-selector/?category=c0a4824b-2a61-b759-7c26-04f66b76acb7>

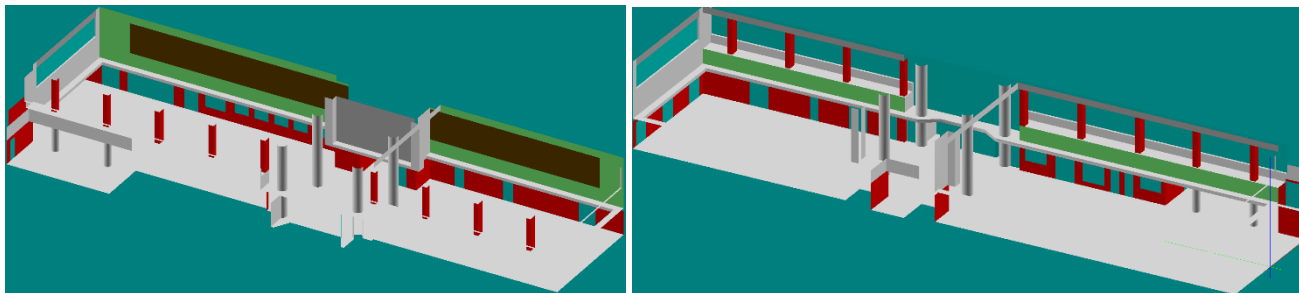
<https://www.rockfon.cz/produkty/desky-a-panely/>

Alternativně lze použít také perforovaný SDK s velkým podílem děrované plochy, např:

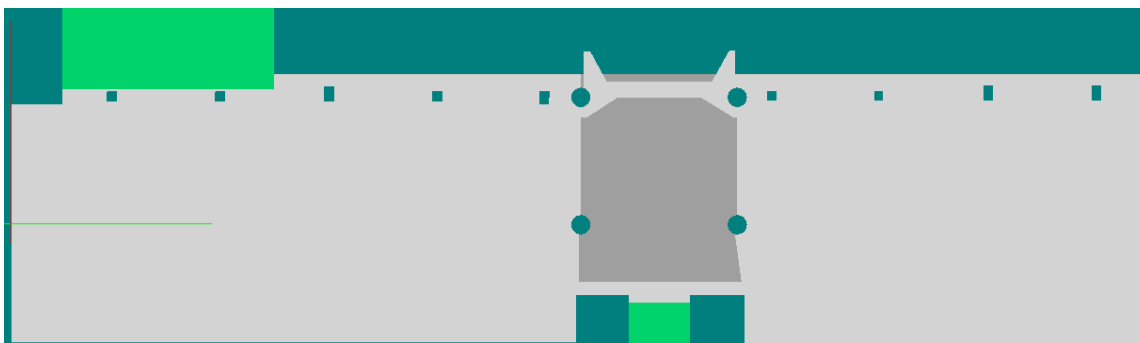
<https://www.rigips.cz/produkty/rigiton-rl-12-25g/>

2.1. Pozice akustických prvků:

Stěnové akustické obklady jsou zapotřebí na těchto pozicích (zelené plochy):



Ve snížených prostorách je pak zapotřebí akustický podhled – pohled vzhůru na strop:



3 Výběr reproduktorových soustav

V postranních sekcích (mimo střední prostor) jsou uvažovány tyto typy:

<https://katalog.ic-audio.com/index.php/aid/685>

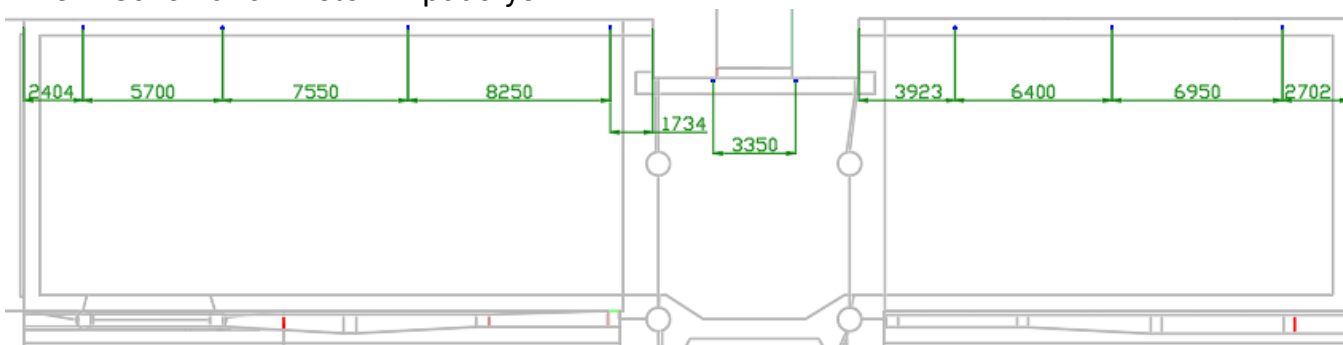
Nevyžadují žádnou ekvalizaci, dle poskytnutých podkladů není v ozvučovací řetězci uvažováno se zvukovým procesorem. Příkon je 15 W, celkem 7 ks. Výšková pozice je ve výšce uší posluchačů, tzn. střed reprosoustavy 1,7 m nad podlahou.

Pro střední sekci pak vyhoví dvojice reprosoustav poloviční výšky:

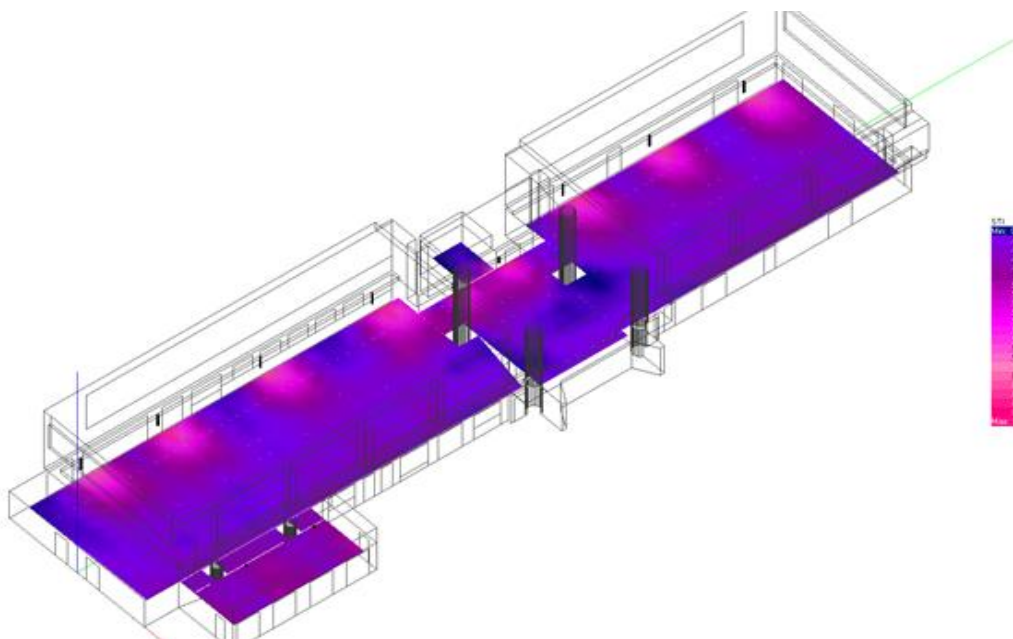
<https://katalog.ic-audio.com/index.php/aid/683>

Střed reprosoustav je opět 1,7 m nad podlahou, příkon také 15W.

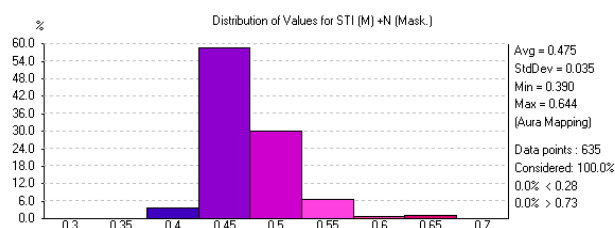
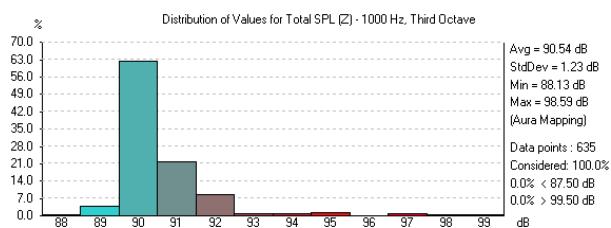
3.1. Schéma rozmístění – půdorys:



4 Výsledky elektroakustických simulací



Výsledky simulace srozumitelnosti (parametr STI).



Výsledky simulace SPL a srozumitelnosti, distribuční rozložení.

Průměrné hodnoty celkového akustického tlaku vyhovují, srozumitelnost je oproti původnímu návrhu horší – stále na hranici mezní hodnoty, avšak zcela bez rezervy.

5 Požadavky na krycí perforovaný plech

Jako minimální hodnota perforace je požadováno 60%, přičemž platí, že čím více, tím lépe.