

# AKUSTICKÝ POSUDEK

## „ZŠ Kaplice“ Prostorová akustika vybrané místnosti nástavby ZŠ

**Objednatel** AGP – nova spol. s r.o.  
tř. 28. října 1294/17  
370 01 České Budějovice

**Číslo zakázky** 20014798

**Datum vydání** 2020-06-22

**Vypracoval** Ing. Jan Dolejší, mobil: 733 716 153

**Počet výtisků** 3

**Výtisk číslo** 1 2 3 E

  
  
Studio D - akustika s.r.o.  
U Sirkárny 467/2a, 370 04 Č. Budějovice  
DIČ: CZ25174240 (2)

## Obsah

1	VŠEOBECNÁ ČÁST .....	5
1.1	Předmět zkoušky .....	5
1.2	Metodické předpisy .....	5
1.1.1	Standardy .....	5
1.1.2	Pomocné standardy .....	5
1.3	Použité softwary .....	5
1.4	Použité podklady .....	5
1.5	Dokumentace .....	6
1.6	Souhrn posuzovaných místností .....	9
1.7	Klimatické podmínky v matematickém modelu .....	9
2	VÝSLEDKOVÁ ČÁST .....	10
2.1	Rozměry uzavřeného prostoru .....	10
2.2	Návrh akustických úprav .....	11
2.2.1	Detailní popis použitých akustických materiálů v jednotlivých variantách .....	12
2.3	Varianta 1 - Studovna .....	13
2.3.1	Popis prostoru .....	13
2.3.2	Akustické řešení místnosti .....	13
2.3.3	Návrh akustických úprav .....	14
2.3.4	Akustická simulace a její hodnocení .....	14
2.3.5	Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část .....	17
2.4	Varianta 2 – Školení, přednášky .....	20
2.4.1	Popis prostoru .....	20
2.4.2	Akustické řešení místnosti .....	20
2.4.3	Návrh akustických úprav .....	20
2.4.4	Akustická simulace a její hodnocení .....	21
2.4.5	Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část (obsazený stav) .....	25
2.5	Varianta 3 – Vystoupení, promítání .....	28
2.5.1	Popis prostoru .....	28
2.5.2	Akustické řešení místnosti .....	28
2.5.3	Akustická simulace a její hodnocení .....	29
2.5.4	Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část .....	32
3	INTERPRETACE .....	35
3.1	Požadavky z hlediska prostorové akustiky .....	35
3.2	Vyhodnocení .....	37
4	PŘÍLOHY .....	38
4.1	Vysvětlivky hodnocených parametrů .....	38
4.2	Souhrn navržených akustických systémů .....	39
4.3	Rozmístění akustických materiálů .....	40
5	Specifikace navržených akustických materiálů .....	41
5.1.1	A1: Knauf Cleaneo 8/18R .....	41
5.1.2	A4: Ecophon Akusto Wall C .....	42

## Seznam grafů

Graf 1: Simulovaná průměrná doba dozvuku $T_{30}$ a meze jejího tolerančního pásma v místnosti při obsazení osobami.....	15
Graf 2: Simulace a porovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků $T_{30}$ , $T_{20}$ , EDT v prostoru při plném obsazení osobami.....	16
Graf 3: Simulovaná průměrná doba dozvuku $T_{30}$ a meze jejího tolerančního pásma v místnosti při obsazení osobami.....	23
Graf 4: Simulace a porovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků $T_{30}$ , $T_{20}$ , EDT v prostoru při plném obsazení osobami.....	23
Graf 5: Simulovaná průměrná doba dozvuku $T_{30}$ a meze jejího tolerančního pásma v místnosti při obsazení osobami.....	30
Graf 6: Simulace a porovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků $T_{30}$ , $T_{20}$ , EDT v prostoru při plném obsazení osobami.....	30

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Půdorys INP řešeného prostoru (dispoziční řešení - varianta 1).....	6
Obrázek 2: Půdorys INP řešeného prostoru (dispoziční řešení - varianta 2).....	7
Obrázek 3: Půdorys INP řešeného prostoru (dispoziční řešení - varianta 3).....	8
Obrázek 4: Příčný řez.....	8
Obrázek 5: Pohledy do akustického modelu prostoru.....	13
Obrázek 6: Počítačový 3D model místnosti – s vyznačením pozic virtuálních mikrofónů (modře) a všesměrového zdroje hluku (červeně).....	14
Obrázek 7: Průměrná doba dozvuku $T_{30}$ (s) v úrovni 1,5 m nad podlahou.....	17
Obrázek 8: Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou.....	17
Obrázek 9: Zřetelnost $D_{50}$ (%) pro 1 kHz v místnosti 1,3 m nad podlahou.....	18
Obrázek 10: Jasnost $C_{80}$ (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou.....	18
Obrázek 11: Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,5 m nad podlahou.....	19
Obrázek 12: Srozumitelnost řeči STI, 1,3 m nad podlahou.....	19
Obrázek 13: Pohledy do akustického modelu prostoru.....	20
Obrázek 14: Počítačový 3D model místnosti – s vyznačením pozic virtuálních mikrofónů (modře) a všesměrového zdroje hluku (červeně).....	21
Obrázek 15: Optimální doba dozvuku $T_0$ pro jednotlivé typy prostorů (ČSN 73 0527).....	22
Obrázek 16: Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku $T/T_0$ obsazeného prostoru určeného k přednesu řeči v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma (ČSN 73 0527).....	22
Obrázek 17: Průměrná doba dozvuku $T_{30}$ (s) v úrovni 1,5 m nad podlahou.....	25
Obrázek 18: Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou.....	25
Obrázek 19: Zřetelnost $D_{50}$ (%) pro 1 kHz v místnosti 1,3 m nad podlahou.....	26
Obrázek 20: Jasnost $C_{80}$ (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou.....	26
Obrázek 21: Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,5 m nad podlahou.....	27
Obrázek 22: Srozumitelnost řeči STI, 1,3 m nad podlahou.....	27
Obrázek 23: Pohledy do akustického modelu prostoru.....	28
Obrázek 24: Optimální doba dozvuku $T_0$ pro jednotlivé typy prostorů (ČSN 73 0527).....	29
Obrázek 25: Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku $T/T_0$ obsazeného prostoru určeného k přednesu řeči v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma (ČSN 73 0527).....	29
Obrázek 26: Průměrná doba dozvuku $T_{30}$ (s) v úrovni 1,5 m nad podlahou.....	32
Obrázek 27: Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou.....	32
Obrázek 28: Zřetelnost $D_{50}$ (%) pro 1 kHz v místnosti 1,3 m nad podlahou.....	33
Obrázek 29: Jasnost $C_{80}$ (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou.....	33



Obrázek 30: Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,5 m nad podlahou .....	34
Obrázek 31: Srozumitelnost řeči STI, 1,3 m nad podlahou .....	34

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Souhrn posuzovaných místností (variantních řešení) .....	9
Tabulka 2: Klimatické podmínky v matematickém modelu .....	9
Tabulka 3: Posouzení geometrie řešeného prostoru dle ČSN 73 0525 (platí pro $V > 200 \text{ m}^3$ ) ..	10
Tabulka 4: Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru .....	11
Tabulka 5: Uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti $\alpha$ [-] navrhovaného akustického materiálu, které je nutno dodržet .....	12
Tabulka 6: Uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti $\alpha$ [-] navrhovaného akustického materiálu, které je nutno dodržet .....	12
Tabulka 7: Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti při plném obsazení osobami v navrženém stavu .....	16
Tabulka 8: Simulovaná průměrná doba dozvuku $T_{30}$ a meze jejího tolerančního pásma v místnosti při obsazení osobami .....	24
Tabulka 9: Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti při plném obsazení osobami v navrženém stavu .....	24
Tabulka 10: Simulovaná průměrná doba dozvuku $T_{30}$ a meze jejího tolerančního pásma v místnosti při obsazení osobami .....	31
Tabulka 11: Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti při plném obsazení osobami v navrženém stavu .....	31
Tabulka 12: Požadavky na prostory ve školách (ČSN 73 0527, Tabulka 2) pro Učebnu gymnastiky a tance (baletu) .....	35
Tabulka 13: Požadavky na prostory ve školách (ČSN 73 0527, Tabulka 1) .....	36
Tabulka 14: Souhrnná tabulka navržených akustických materiálů v posuzovaných místnostech .....	39



# 1 VŠEOBECNÁ ČÁST

---

## 1.1 Předmět zkoušky

Tato studie byla vypracována na základě objednávky s cílem navrhnout a posoudit akustické systémy upravující parametry prostorové akustiky v rámci projektu „ZŠ Kaplice“.

Byl vybrán prostor, který bude opatřen akustickými podhledy a případnými dalšími opatřeními. Zde je také dáván důraz na kvalitu prostorové akustiky (dle ČSN 73 0527), zejména ale pak na kvalitu a funkčnost provedených akustických opatření včetně všech dalších nároků.

Před provedením akustického modelu nebylo provedeno měření jednotlivých parametrů prostorové akustiky, tudíž nemohl být akustický model zkalibrován dle skutečného stavu prostoru na základě těchto měření. Před provedením akustických úprav prostoru doporučujeme tato měření provést a zkalibrovat, a případně upravit akustické řešení celého prostoru.

## 1.2 Metodické předpisy

---

### 1.1.1 Standardy

- ČSN EN ISO 3382-1 Akustika – Měření parametrů prostorové akustiky – Část 1 : Prostory pro přednes hudby a řeči
- ČSN EN ISO 354 Akustika – Měření zvukové pohltivosti v dozvukové místnosti
- ČSN EN ISO 11654 Akustika – Absorbéry zvuku používané v budovách – Hodnocení zvukové pohltivosti
- ČSN EN 12354-6 Stavební akustika – Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků – Část 6: Zvuková pohltivost v uzavřených prostorech

### 1.1.2 Pomocné standardy

- Vyhláška 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých
- Vyhláška 343/2009 Sb., kterou se mění vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých
- ČSN 73 0525 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady
- ČSN 73 0527 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely - Prostory ve školách - Prostory pro veřejné účely

## 1.3 Použité softwary

---

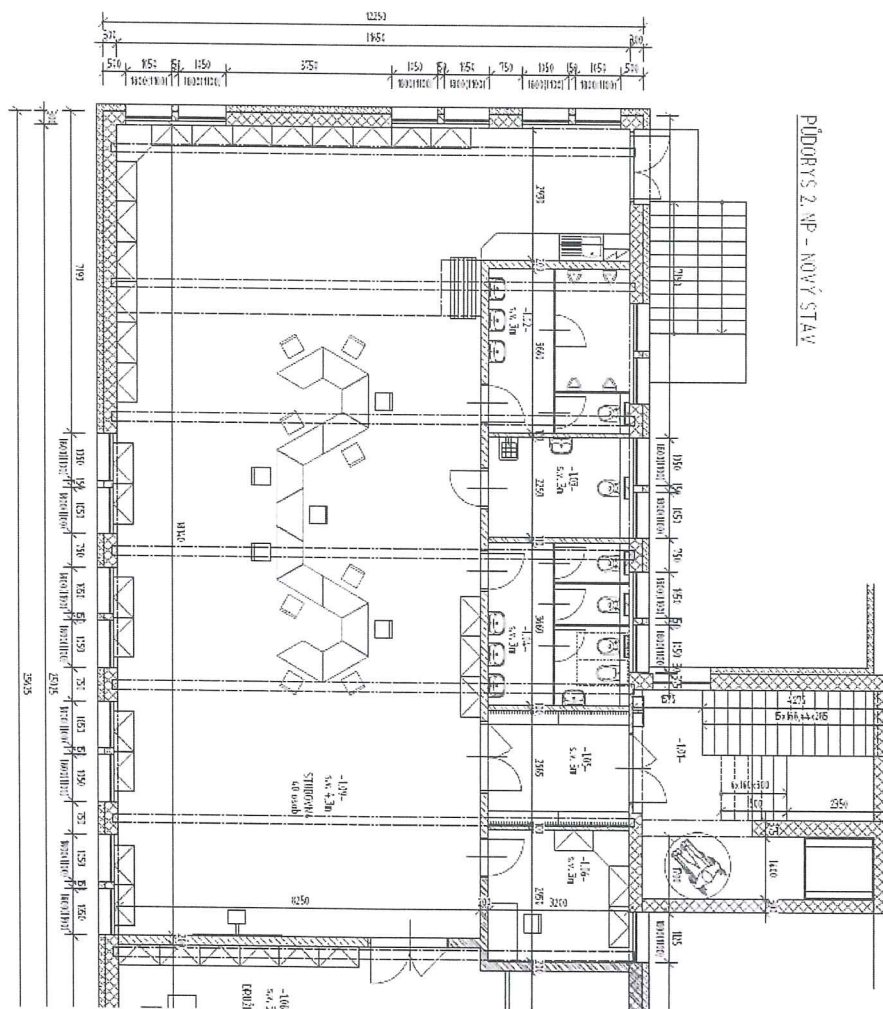
- Cinema 4D V11.027
- Odeon Auditorium v. 16.00
- MS Office (Word, Excel)

## 1.4 Použité podklady

---

- vybrané výkresy PD ve formátu .dwg – půdorysy a řezy
- technické listy výrobců pohltivých materiálů

## 1.5 Dokumentace

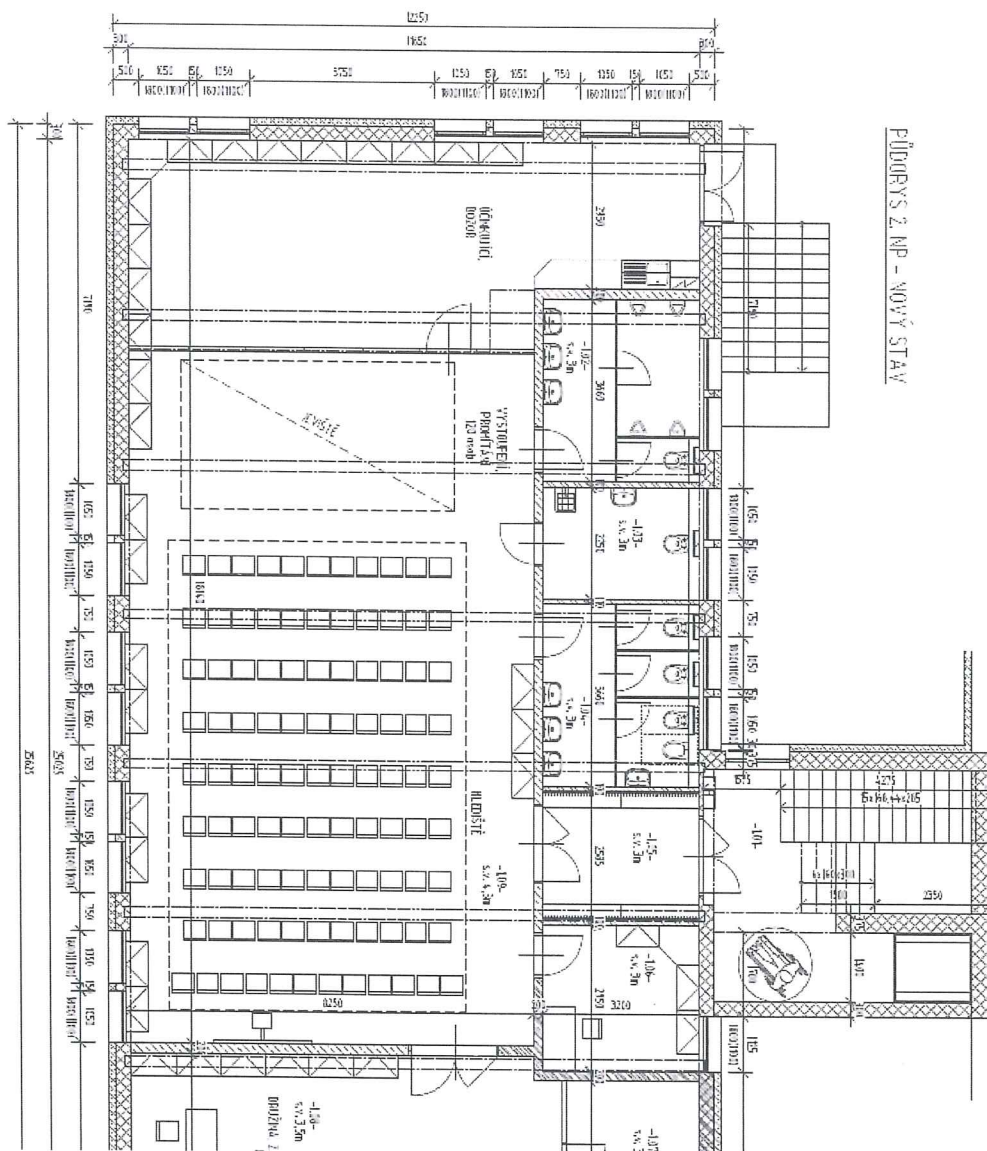


Obrázek 1: Půdorys 1NP řešeného prostoru (dispoziční řešení - varianta 1)



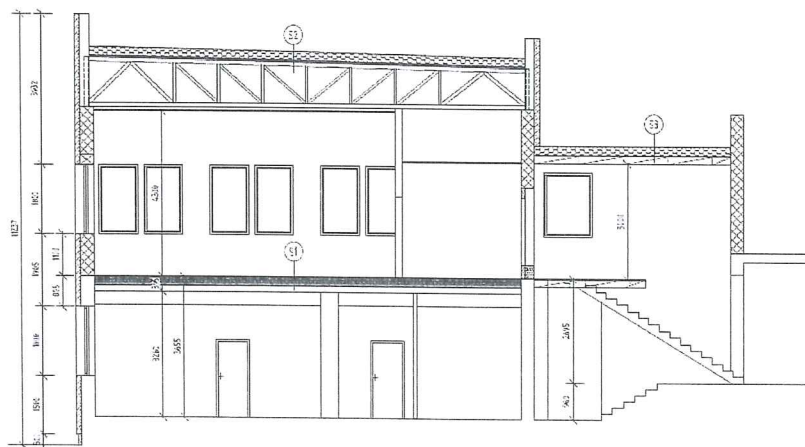
**Obrázek 2:** Půdorys 1NP řešeného prostoru (dispoziční řešení - varianta 2)





Obrázek 3: Půdorys 1NP řešeného prostoru (dispoziční řešení – varianta 3)

PŘÍČNÝ ŘEZ - NOVÝ STAV



NOVÉ KONSTRUKCE - VÝKLADKY:

- S1
  - LAMINÁTUS POKLADKA 12mm
  - TILMÍČÍ POKLOŽKA 3mm
  - SEPARAČNÍ PERFOR
  - BETONOVÁ MAZALNA + KARI SÍŤ ISO/ISO/4 50mm
  - SYSTÉMOVÁ DESKA PRO PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ 5mm
  - TEPelná IZOLACE EPS 50mm
  - LEHČEVÝ BETON LIAPOR MIX 60mm
  - ŽB DESKA 150mm
- S2
  - STŘEŠNÍ KRYTINA - PVC FOLIE
  - SEPARAČNÍ SKLOVLAKNATÁ TEXTILIE
  - TEPelná IZOLACE STABILIZOVANÝ EPS 220mm
  - TEPelná IZOLACE 2x 250mm
  - SMOLNĚNÝ PÁS Z MODIFIKOVANÉHO ASFALTU S AL VLOŽKOU
  - NÁTĚR ASFALTOVOU EMULZÍ
  - TRAPÉZOVÝ PLECH ISO/200/75
  - ODELOVÝ PŘÍHRADOVÝ VAZNIK
  - SUN FLOOD
- S3
  - STŘEŠNÍ KRYTINA - PVC FOLIE
  - SEPARAČNÍ SKLOVLAKNATÁ TEXTILIE
  - TEPelná IZOLACE STABILIZOVANÝ EPS 85mm
  - SPÁROVÉ KLÁNY STABILIZOVANÝ EPS min 20mm
  - SMOLNĚNÝ PÁS Z MODIFIKOVANÉHO ASFALTU
  - NÁTĚR ASFALTOVOU EMULZÍ
  - ŽB DESKA 230mm

Obrázek 4: Příčný řez

## 1.6 Souhrn posuzovaných místností

Ozn. místnosti	Účel místnosti	Podlaží	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Délka [m]	Šířka [m]	Světlá výška [m]	Maximální počet osob	Pozn.
1.09	Studovna	1NP	159,6	18,1	8,25	4,3	40	-
	Školení, přednášky			13,95			50	
	Vystoupení, promítání			13,95			120	

Tabulka 1: Souhrn posuzovaných místností (variantních řešení)

## 1.7 Klimatické podmínky v matematickém modelu

Klimatické podmínky uvažované v matematickém modelu během akustické simulace chování prostoru je nutné zajistit i v reálném prostředí (např. pomocí VZT):

Teplota vzduchu	Relativní vlhkost vzduchu
20 °C	50 %

Tabulka 2: Klimatické podmínky v matematickém modelu

## 2 VÝSLEDKOVÁ ČÁST

### 2.1 Rozměry uzavřeného prostoru

Důležitým aspektem prostorové akustiky je geometrie řešeného prostoru. Obecně platí poměr stran a žádný z rozměrů nesmí být celistvým násobkem kteréhokoliv ze zbývajících rozměrů (viz ČSN 73 0525):

rozměry	výška	šířka	délka
optimální poměr stran	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
rozměry sálu	4,3	8,25	13,95
výsledný poměr	<b>1,5</b>	3	5

**Tabulka 3:** Posouzení geometrie řešeného prostoru dle ČSN 73 0525 (platí pro  $V > 200 \text{ m}^3$ )

Z tabulky je patrné, že výška sálu není v optimálním poměru vůči šířce a délce sálu. Zároveň ale by neměl být jeden z hlavních rozměrů plným celočíselným násobkem libovolného jiného hlavního rozměru sálu. (šířka se rovná cca dvojnásobku délky). To může způsobovat v sále dílčí nepříznivé efekty, jako např. echo nebo třepotavá ozvěna v místech kníten stojatého vlnění zvuku. Aby byla geometrie sálu vyhovující, měla by být výška sálu cca 5,5 m.



## 2.2 Návrh akustických úprav

V návrhu je uvažováno se sálem obsazeným osobami (ČSN 73 0527). Konkrétně bylo počítáno s osobami sedícími na dřevěných židlích.

Uvažované konstrukční materiály: laminátová podlaha na systémové tlumicí desce tvoří nášlapnou vrstvu podlahové konstrukce. Obvodové a vnitřní stěny jsou zděné nebo železobetonové s vnitřní omítkou. Detailněji jsou popsány jednotlivé skladby v projektové dokumentaci.

Veškeré použité akustické systémy jsou zobrazeny v následující tabulce a budou uspořádány dle přiložených výkresů.

Ozn.	Typ akustického materiálu	Celková hloubka systému	Popis	Výměra / m <sup>2</sup>	Poznámka
A1	Akustický perforovaný bezesparý podhled Knauf Cleaneo 8/18R	200 mm	Akustický perforovaný bezesparý podhled sv. 200 mm, s vloženou izolační vrstvou – např. Akustik Dämmplatte TP120 A	<u>145,7 m<sup>2</sup></u>	(rozmístění viz přílohy)
A2	Plný bezesparý SDK podhled	200 mm	Plný sádrokartonový podhled, bezespadý	<u>15 m<sup>2</sup></u>	(rozmístění viz přílohy)
A3	Svěšené odrazivé desky na bázi plného MDF	-	Volně zavěšené odrazivé desky o rozměrech 1200x1200 mm, horní strana opatřena pohltivou vrstvou např. na bázi lisovaných kamenných desek s vliesem	<u>8 ks</u>	(rozmístění viz přílohy)
A4	Stěnové panely Akusto Wall panel C	40 mm	stěnové akustické panely o rozměrech 2700 x 600 x 40 mm	<u>19 m<sup>2</sup></u>	(rozmístění viz 4.4)

Tabulka 4: Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru

## 2.2.1 Detailní popis použitých akustických materiálů v jednotlivých variantách

**A1:** Akustický perforovaný bezesparý podhled s perforací 8/18 R – ref. materiál Knauf Cleaneo 8/18R, výška svěšení 200 mm, s vloženou izolační vrstvou – např. Akustik Dämmplatte TP120 A

Frekvence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000	$\alpha_w$	třída
A1	0,5	0,65	0,7	0,65	0,6	0,7	0,65	C

**Tabulka 5:** Uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti  $\alpha$  [-] navrhovaného akustického materiálu, které je nutno dodržet

**A2:** Plný bezesparý sádrokartonový podhled tvořený plnými sdk deskami tl. 12,5 mm. Desky budou svěšené na systémovém roštu, výška svěšení 200 mm. Vzduchová mezera bude opatřena izolační akusticky pohltivou vložkou.

**A3:** Svěšené desky o rozměrech 1200x1200 mm zavěšené v místě podhledu nad pódiem (ve variantním řešení 2 a 3). Desky budou z vrchní strany opatřeny pohltivou vrstvou, kontaktně lepenou přímo k podkladu. Desky budou nakloněny, schematické řešení náklonu viz přílohy.

**A4:** Stěnové panely s jádrem ze skelného vlákna o vysoké hustotě. Viditelný pohltivý povrch je ze sklovláknité tkaniny. Zadní plocha pokryta skelnou tkaninou. Rohy jsou opatřeny nátěrem. Rozměr prvku 2700 x 600 x 40 mm. Instalováno do pozinkovaného skrytého ocelového roštu. Celková hloubka systému cca 50 mm.

Frekvence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000	$\alpha_w$	třída
A5	0,45	0,80	0,95	0,95	1,00	1,00	0,90	A

**Tabulka 6:** Uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti  $\alpha$  [-] navrhovaného akustického materiálu, které je nutno dodržet

## 2.3 Varianta 1 - Studovna

### 2.3.1 Popis prostoru

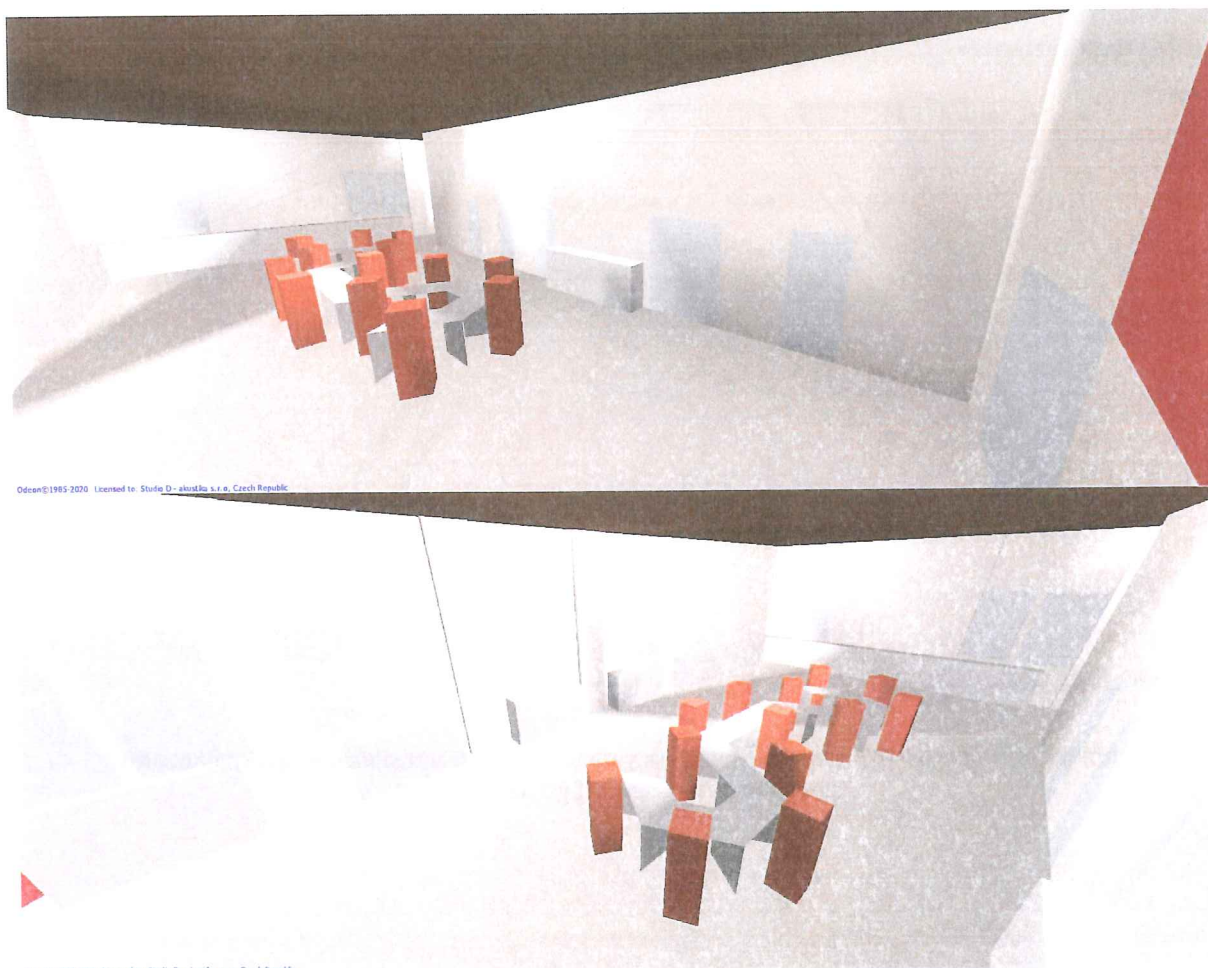
Prostor „Studovna“ má délku 18,1 m a šířku 8,25 m. Světla výška místnosti je po provedení všech akustických úprav 4,3 m. Objem prostoru je cca  $V = 717 \text{ m}^3$  (odměřeno z modelu) a celková plocha ohraničujících vnitřních povrchů konstrukcí je cca  $S = 709 \text{ m}^2$  (odměřeno z modelu).

Celý prostor byl simulován za předpokladu obsazeného stavu ve 2 variantách (100% a 80% osob) dle předpokládaného dispozičního uspořádání.

### 2.3.2 Akustické řešení místnosti

Na základě podkladů byl vytvořen akustický model. Před provedením akustického modelu nebylo provedeno měření jednotlivých parametrů prostorové akustiky, tudíž nemohl být akustický model zkalibrován dle skutečného stavu prostoru na základě těchto měření.

Před provedením akustických úprav prostoru doporučujeme tato měření provést, a zkalibrovat, a případně upravit akustické řešení celého prostoru.



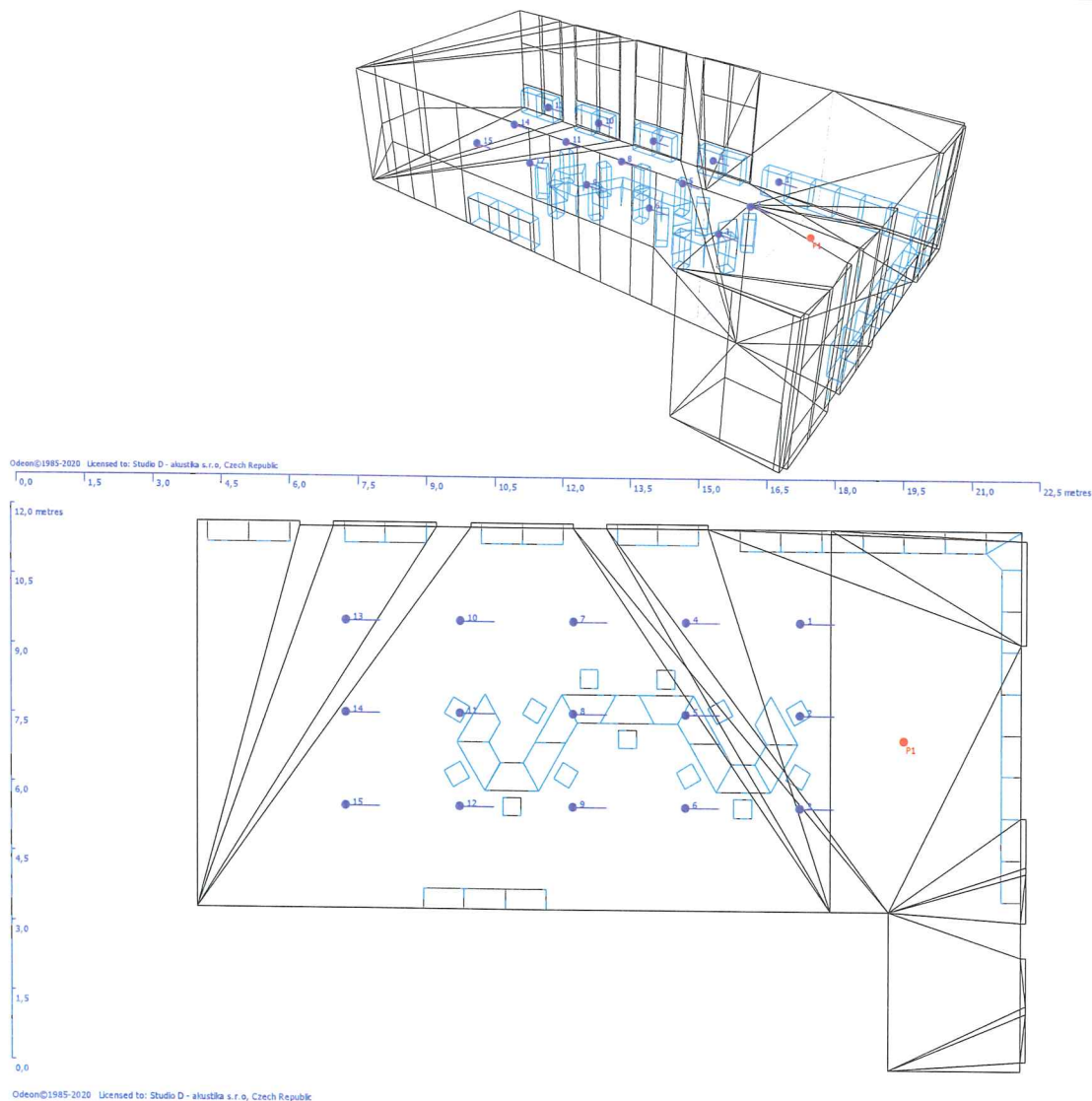
Obrázek 5: Pohledy do akustického modelu prostoru



### 2.3.3 Návrh akustických úprav

V návrhu je uvažováno se sálem s obsazením osobami (ČSN 73 0527). Konkrétně bylo počítáno s osobami sedícími na dřevěných židlích. Konkrétní návrh akustických opatření místnosti je popsán v kapitole 2.2. Návrh akustických úprav.

### 2.3.4 Akustická simulace a její hodnocení



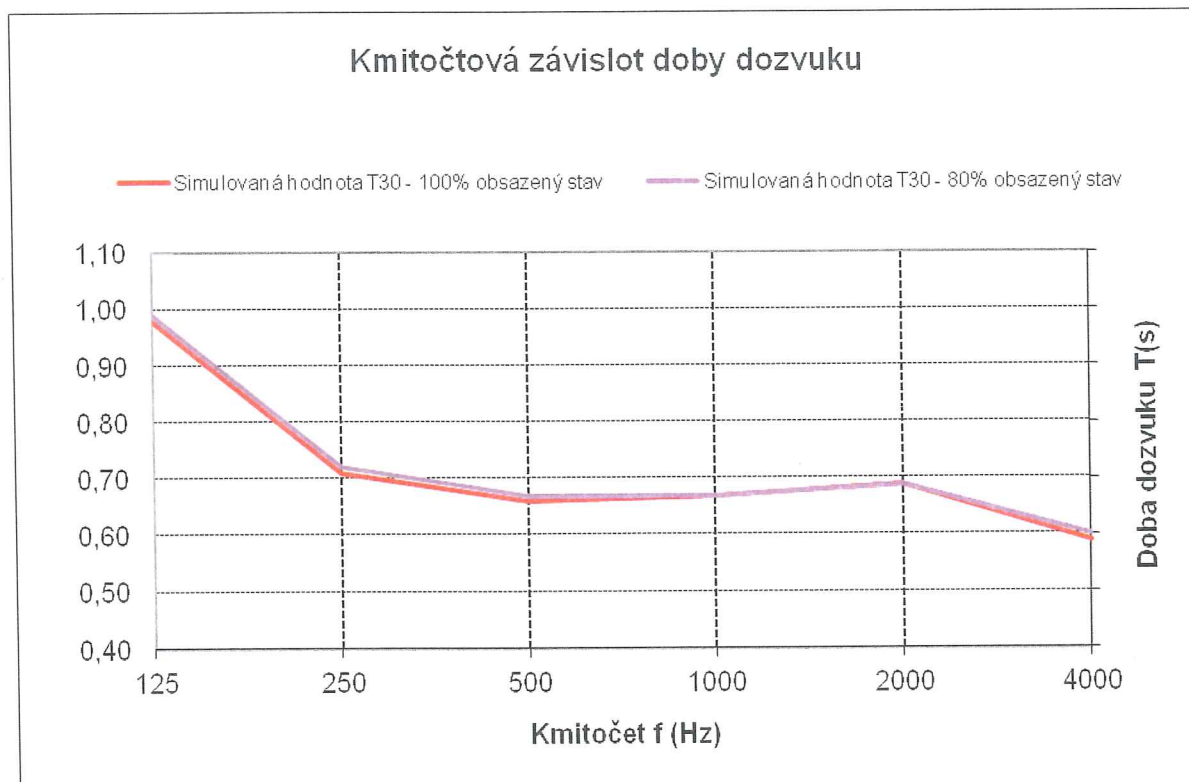
**Obrázek 6:** Počítačový 3D model místnosti – s vyznačením pozic virtuálních mikrofónů (modře) a všesměrového zdroje hluku (červeně)

Zjednodušený geometrický model místnosti byl vytvořený na základě projektové dokumentace poskytnuté zadavatelem. Zvukopohltivé vlastnosti vnitřních povrchů byly stanovené podle dříve naměřených dat. Počítačová simulace byla provedená pro všesměrový zdroj zvuku a všesměrové přijímače (mikrofony).

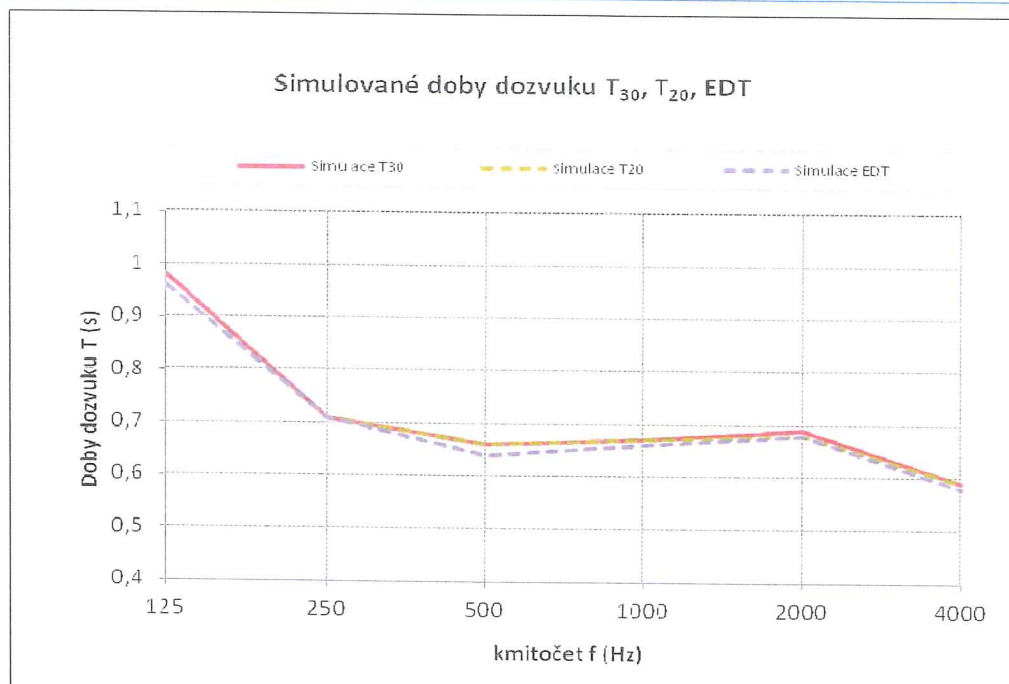
**Optimální doba dozvuku byla stanovena na základě doporučených hodnot normou ČSN 73 0527 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely.**

Pro dané využití a daný objem místnosti je v normě stanoveno doporučení řešení jako „šírokopásmový obklad stropu“. Vzhledem ale k tomu, že místnost bude sloužit pro více možností využití, byla hodnocena primárně pro dispoziční řešení a účely ve variantě 2 a 3 (víceúčelový a divadelní sál). Pro tuto variantu dispozičního uspořádání byl proveden výpočet všech parametrů prostorové akustiky bez porovnání s doporučenými mezemi.

Veškeré simulované průměrné hodnoty akustických veličin jsou uvedeny v následující tabulce.



**Graf 1:** Simulovaná průměrná doba dozvuku  $T_{30}$  a meze jejího tolerančního pásma v místnosti při obsazení osobami



**Graf 2:** Simulace a porovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků  $T_{30}$ ,  $T_{20}$ , EDT v prostoru při plném obsazení osobami

Frekvence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Simulace $T_{30}$ [s]	0,98	0,71	0,66	0,67	0,69	0,59
Simulace $T_{20}$ [s]	0,96	0,71	0,66	0,67	0,68	0,59
Simulace EDT [s]	0,96	0,71	0,64	0,66	0,68	0,58
SPL [dB] ****	73,4	71,2	70,6	70,7	71	69,8
$C_{80}$ [dB]	3,1	6	7	6,8	6,3	8,1
$D_{50}$ [-]	0,49	0,62	0,67	0,66	0,64	0,71
$T_s$ [ms]	71	50	44	45	48	39
$LF_{80}$ [-]	0,27	0,266	0,265	0,265	0,266	0,253
$ECHO_{MAX}$ [-]*	0,51	0,49	0,48	0,48	0,49	0,47
STI [-]***			0,68	Alcons [%]**		4,98
STI (Žena) [-]***			0,69	RASTI [-]***		0,68
STI (Muž) [-]***			0,69			

**Tabulka 7:** Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti při plném obsazení osobami v navrženém stavu

\*Echo bylo vypočteno dle Dietsch-Kraakova kritéria. Z tabulky je patrné, že maximální hodnoty ve všech bodech se nacházejí v rozmezí 0-0,9 (= 0-90%), tzn. v místnosti nevznikají rušivé jevy, jako např. třepotavá ozvěna, apod.

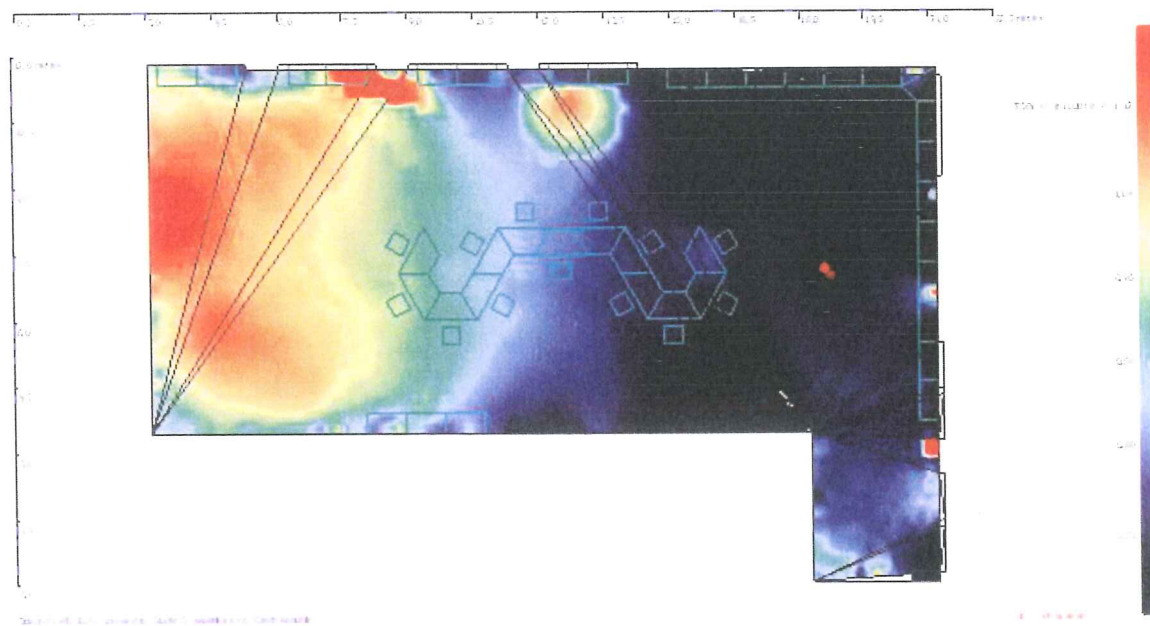
\*\* Parametr Alcons (Articulation loss) je sice parametr používaný v zahraničí, avšak je vhodné jej určit. Přípustné rozmezí je 0-11%.

\*\*\* Hodnoty STI pro mužský i ženský hlas, a stejně tak RASTI byly vypočítané pro předpokládanou hladinu pozadí hluku <35 dB. Doporučené hodnoty parametru STI pro mluvené slovo jsou v rozmezí 0,6-1,0. Přičemž ideálně by se měly nacházet v rozmezí 0,7-1. Hodnoty STI byly vypočítané pro předpokládanou hladinu hluku pozadí <35 dB.

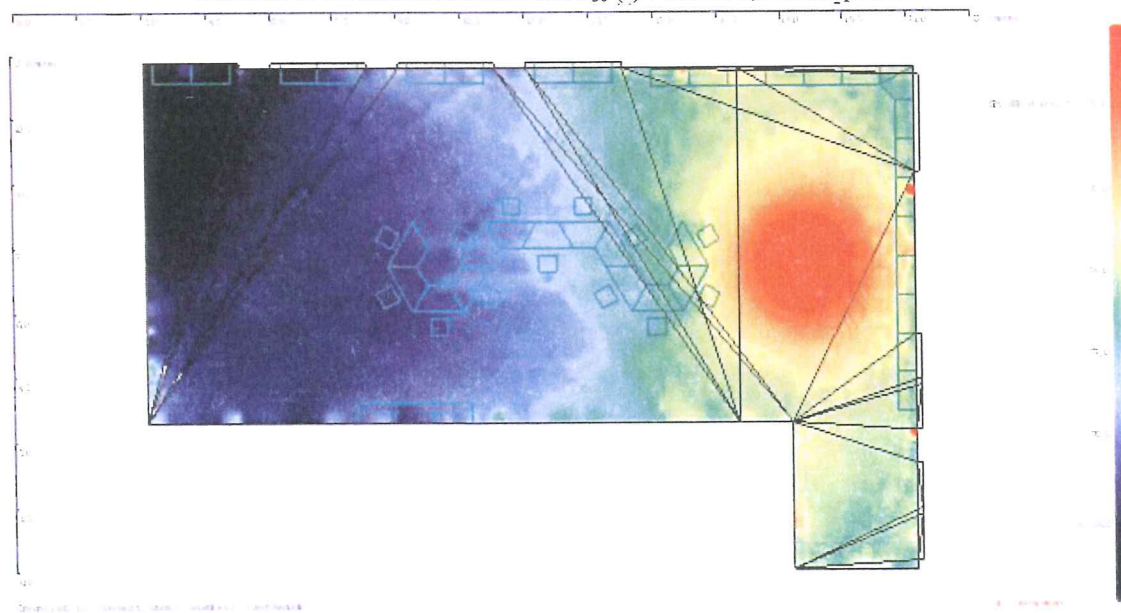
\*\*\*\* Průměrná hodnota akustického tlaku v místnosti za předpokladu akustického výkonu zdroje 90 dB.



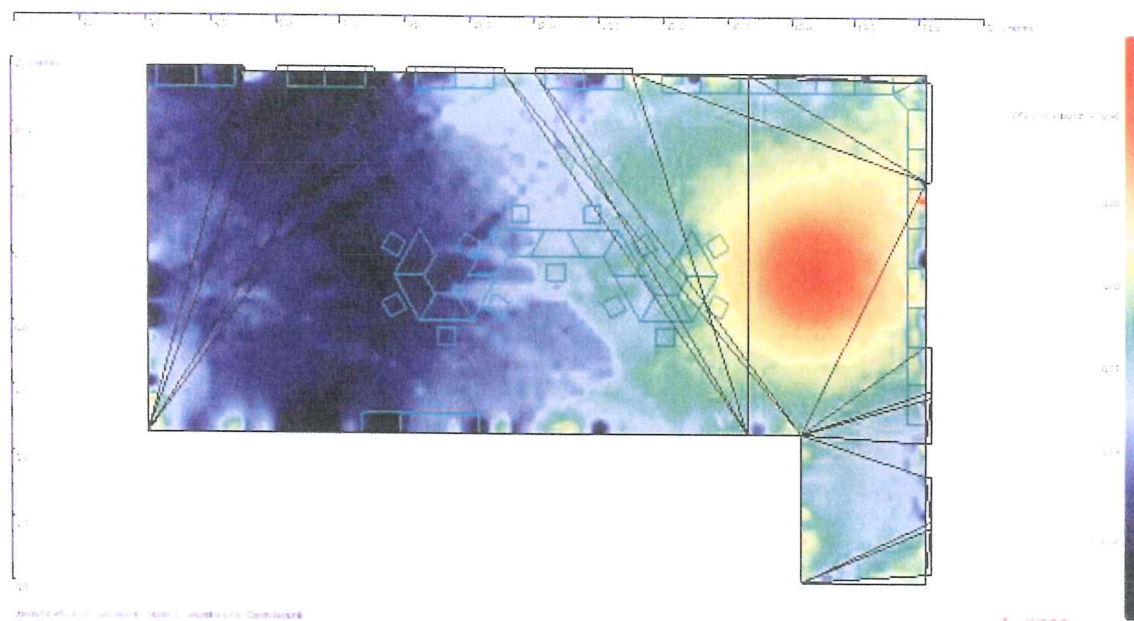
### 2.3.5 Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část



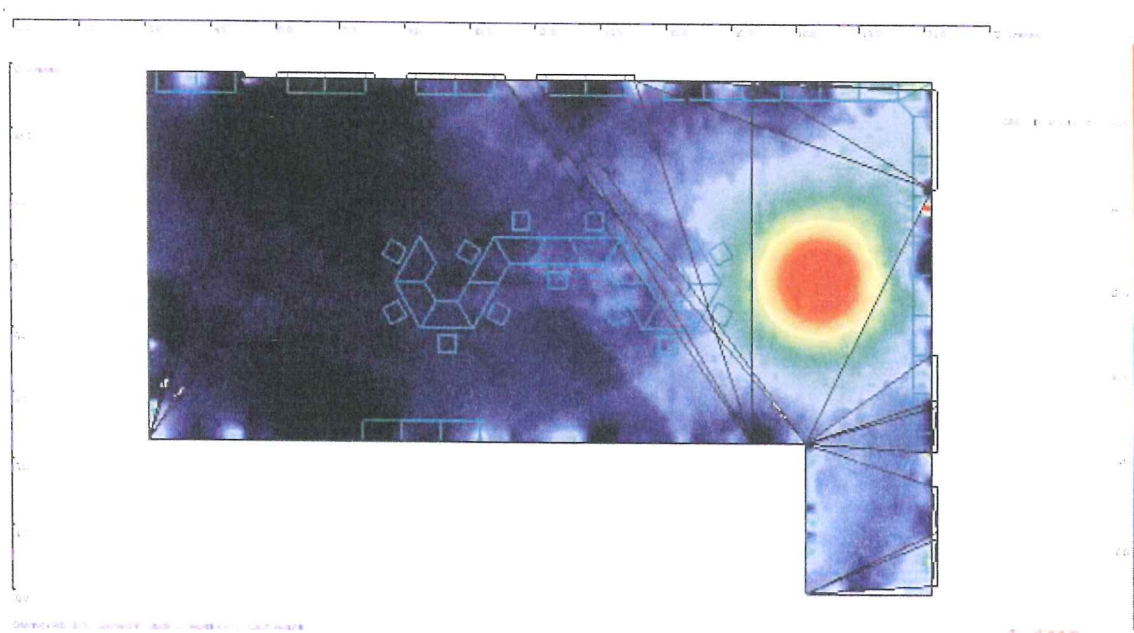
**Obrázek 7: Průměrná doba dozvuku  $T_{30}$  (s) v úrovni 1,5 m nad podlahou**



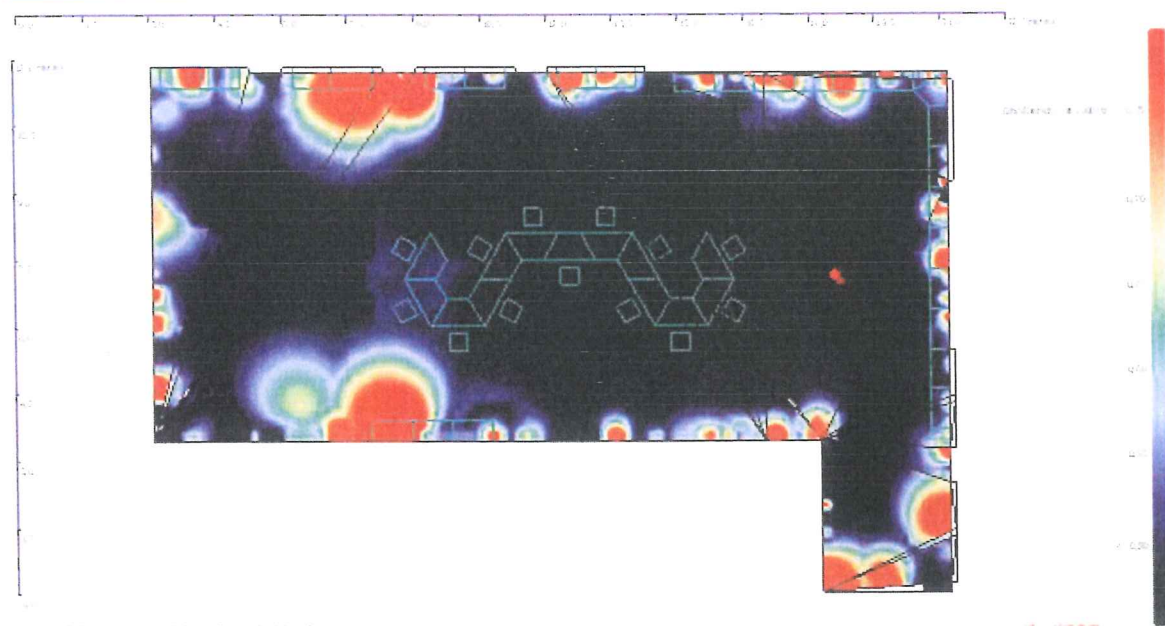
**Obrázek 8: Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou**



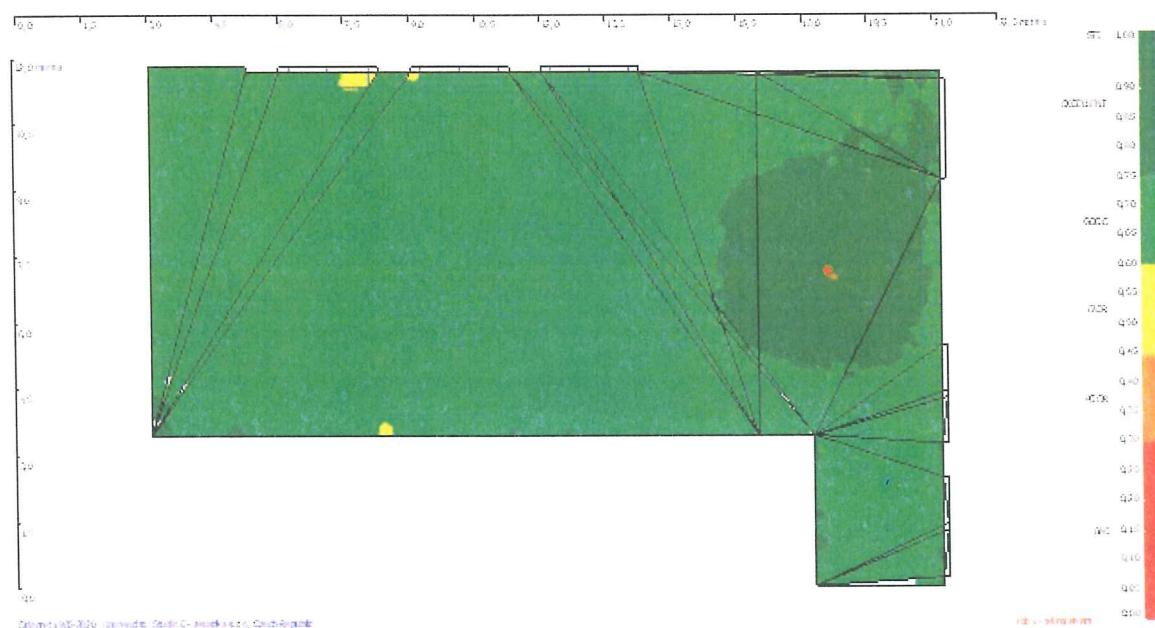
Obrázek 9: Zřetelnost D<sub>50</sub> (%) pro 1 kHz v místnosti 1,3 m nad podlahou



Obrázek 10: Jasnost C<sub>80</sub> (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou



**Obrázek 11:** Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,5 m nad podlahou



**Obrázek 12:** Srozumitelnost řeči STI, 1,3 m nad podlahou



## 2.4 Varianta 2 – Školení, přednášky

### 2.4.1 Popis prostoru

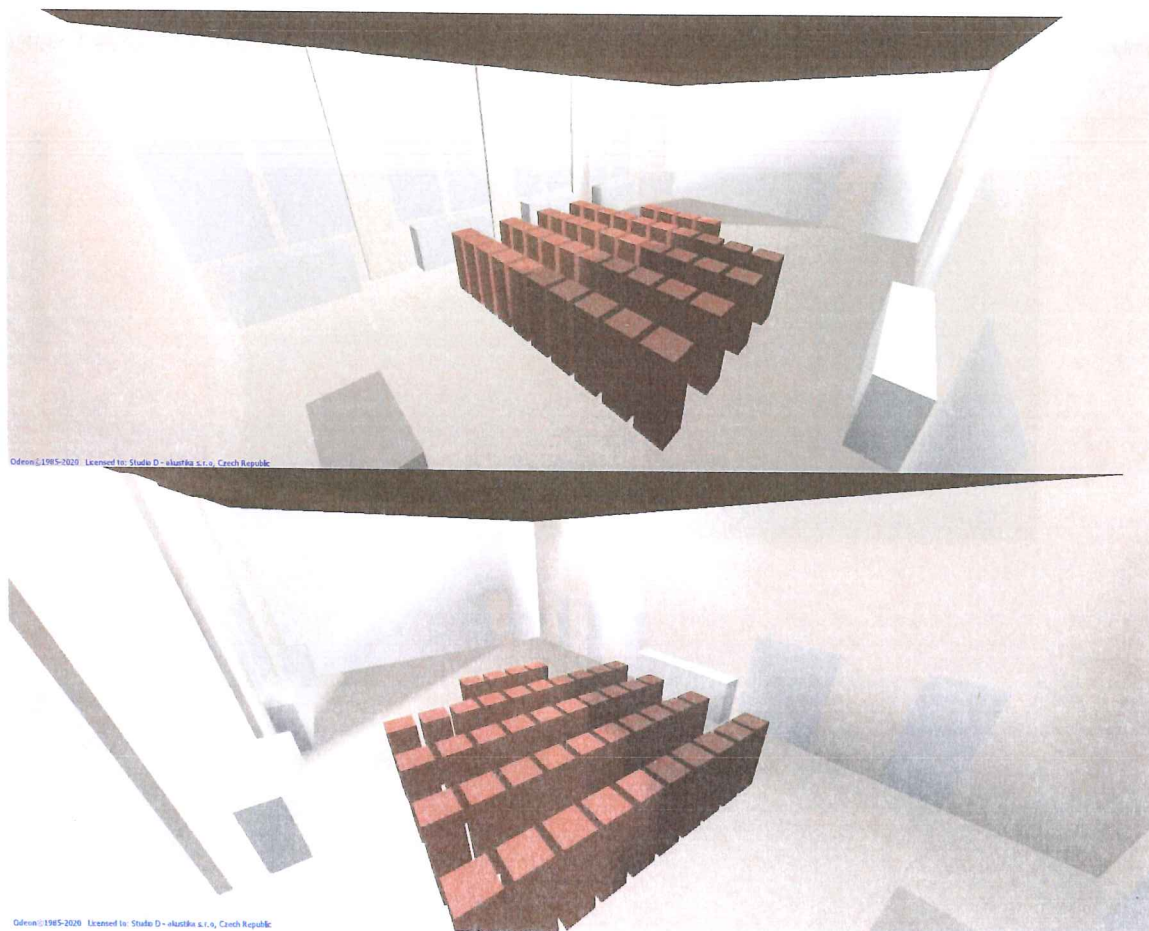
Prostor pro „Školení/přednášky“ má délku 18,1 m a šířku 8,25 m. Světlá výška místnosti je po provedení všech akustických úprav 4,3 m. Objem prostoru je cca  $V = 717 \text{ m}^3$  (odměřeno z modelu) a celková plocha ohraničujících vnitřních povrchů konstrukcí je cca  $S = 709 \text{ m}^2$  (odměřeno z modelu).

Celý prostor byl simulován za předpokladu obsazeného stavu ve 2 variantách (100% a 80% osob) dle předpokládaného dispozičního uspořádání.

### 2.4.2 Akustické řešení místnosti

Na základě podkladů byl vytvořen akustický model. Před provedením akustického modelu nebylo provedeno měření jednotlivých parametrů prostorové akustiky, tudíž nemohl být akustický model zkalibrován dle skutečného stavu prostoru na základě těchto měření.

Před provedením akustických úprav prostoru doporučujeme tato měření provést, a zkalibrovat, a případně upravit akustické řešení celého prostoru.

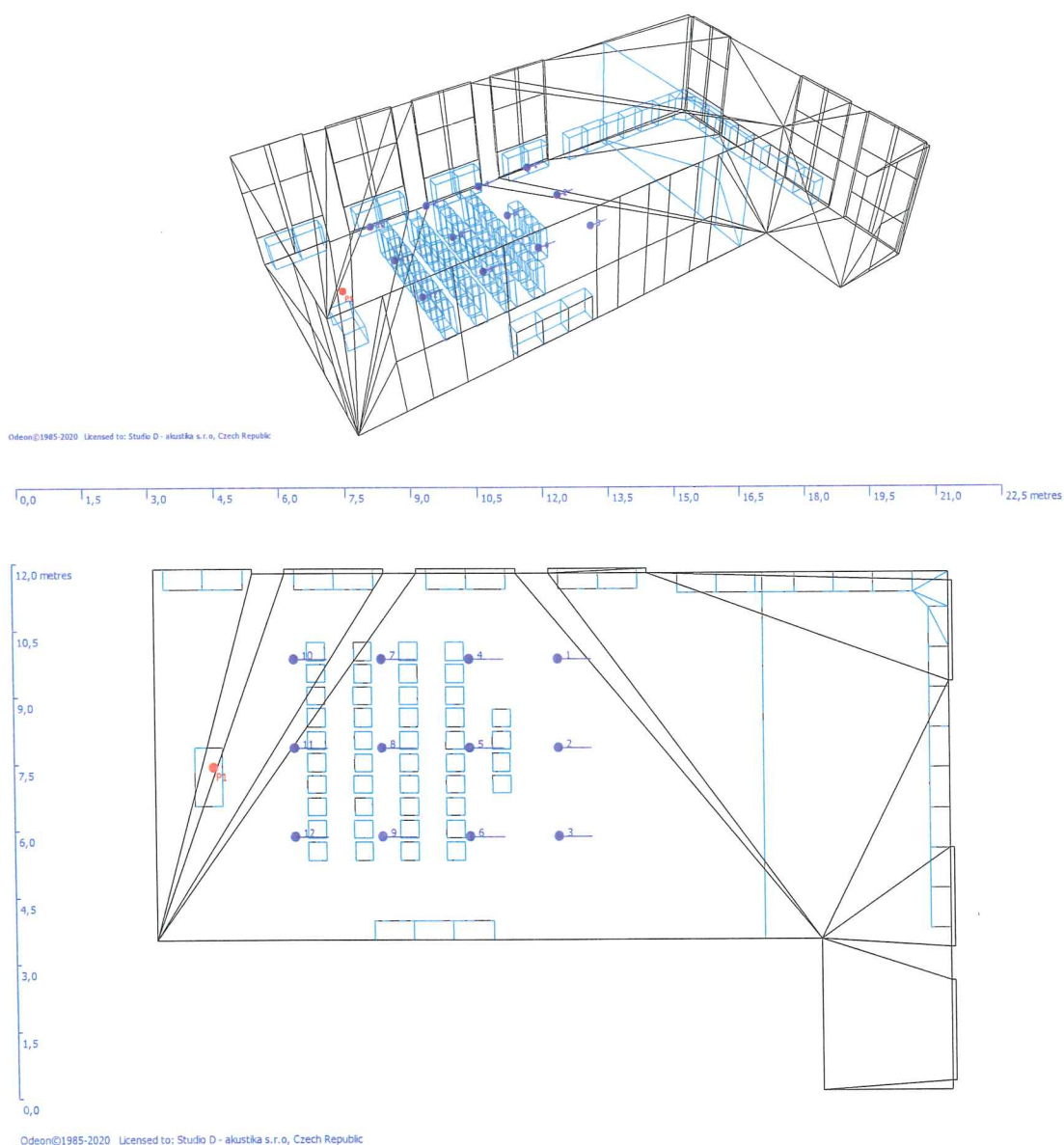


Obrázek 13: Pohledy do akustického modelu prostoru

### 2.4.3 Návrh akustických úprav

V návrhu je uvažováno se sálem s obsazením osobami (ČSN 73 0527). Konkrétně bylo počítáno s osobami sedícími na dřevěných židlích. Konkrétní návrh akustických opatření místnosti je popsán v kapitole 2.2. Návrh akustických úprav.

## 2.4.4 Akustická simulace a její hodnocení



**Obrázek 14:** Počítačový 3D model místnosti – s vyznačením pozic virtuálních mikrofونů (modře) a všesměrového zdroje hluku (červeně)

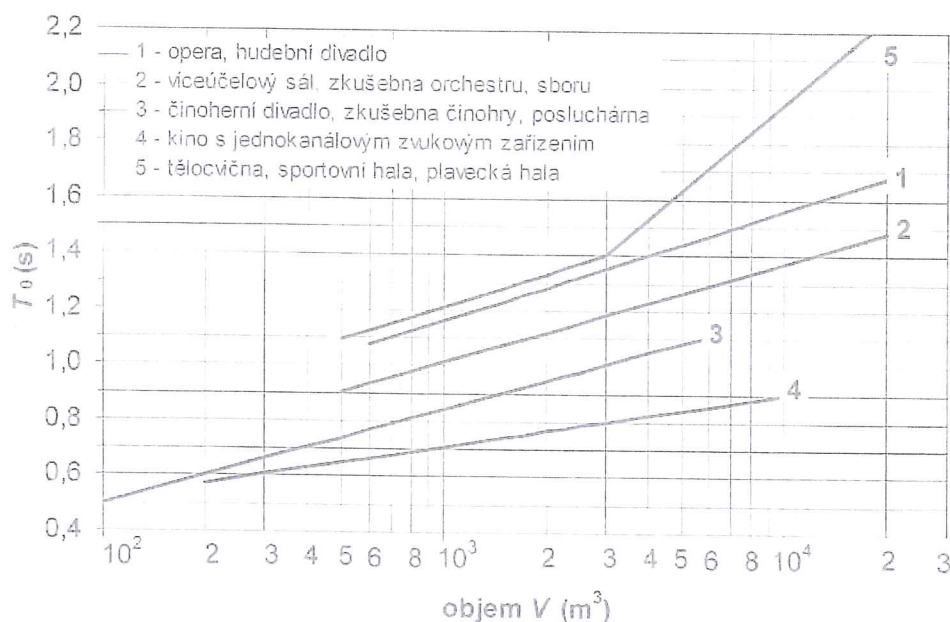
Zjednodušený geometrický model místnosti byl vytvořený na základě projektové dokumentace poskytnuté zadavatelem. Zvukopohltivé vlastnosti vnitřních povrchů byly stanovené podle dříve naměřených dat. Počítačová simulace byla provedená pro všesměrový zdroj zvuku a všesměrové přijímače (mikrofony).

**Optimální doba dozvuku byla stanovena na základě doporučených hodnot normou ČSN 73 0527 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely.**

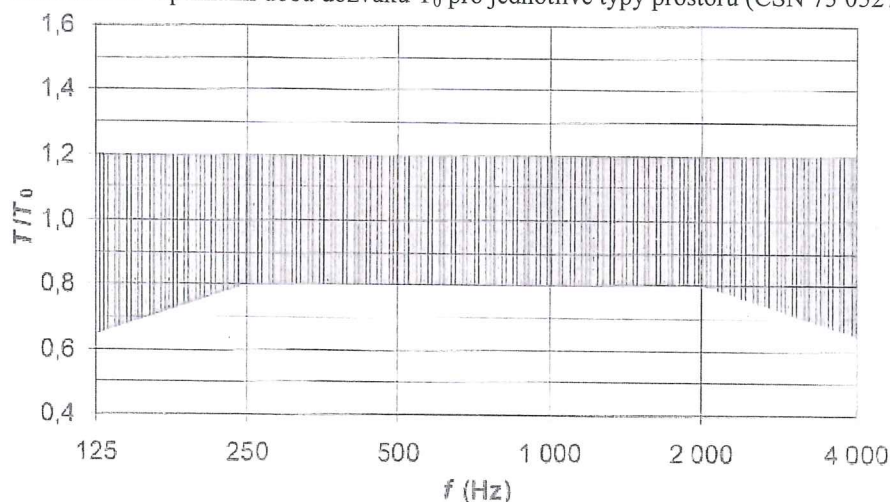
Pro dané využití a daný objem místnosti byla stanovena optimální doba dozvuku  $T_0 = 0,8$  s.

Výsledky simulace  $T_{30}$  jsou zobrazené v následujícím grafu, ze kterého je zřejmé, že doba dozvuku v navrhované místnosti po provedení akustických úprav se pohybuje v mezích zvoleného tolerančního pásma.

Veškeré simulované průměrné hodnoty akustických veličin jsou uvedeny v následující tabulce.



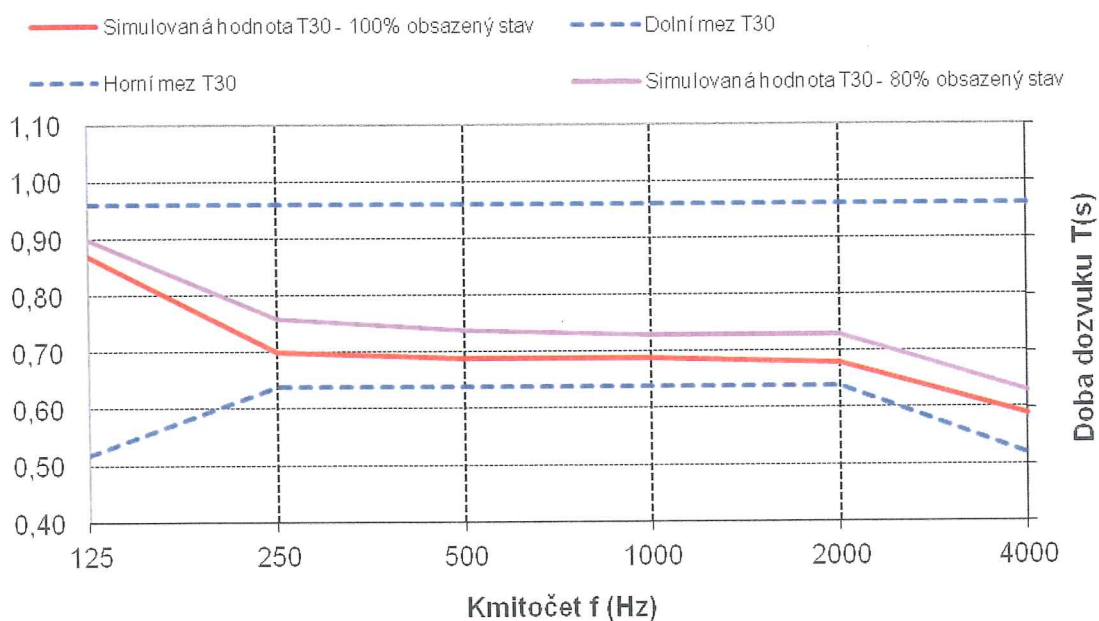
**Obrázek 15:** Optimální doba dozvuku  $T_0$  pro jednotlivé typy prostorů (ČSN 73 0527)



**Obrázek 16:** Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku  $T/T_0$  obsazeného prostoru určeného k přednesu řeči v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma (ČSN 73 0527)

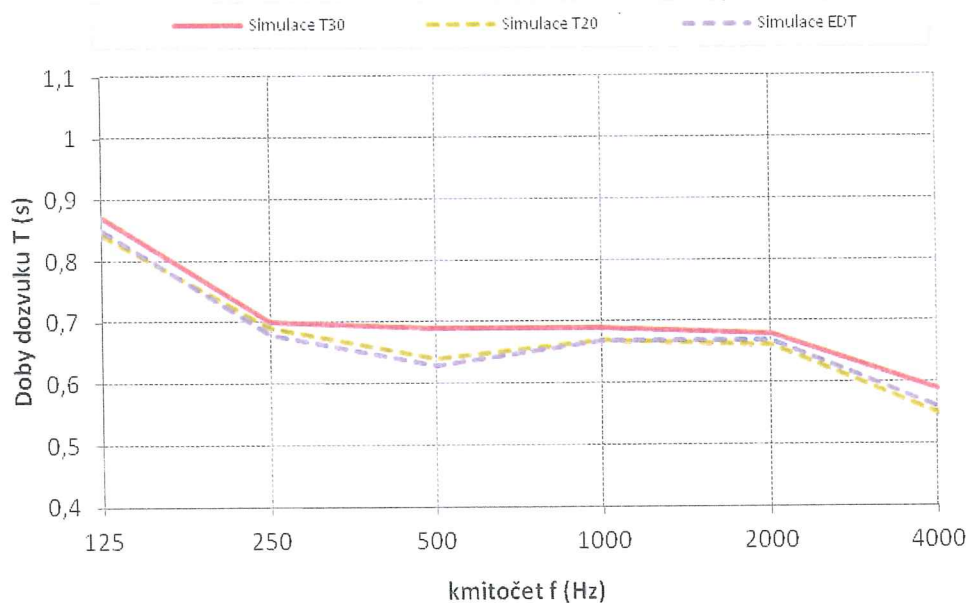


### Kmitočtová závislost doby dozvuku



**Graf 3:** Simulovaná průměrná doba dozvuku  $T_{30}$  a meze jejího tolerančního pásma v místnosti při obsazení osobami

### Simulované doby dozvuku $T_{30}$ , $T_{20}$ , EDT



**Graf 4:** Simulace a porovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků  $T_{30}$ ,  $T_{20}$ , EDT v prostoru při plném obsazení osobami

Frekvence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000
<b>Simulace <math>T_{30}</math> [s]</b> (80% obsazenost)	0,9	0,76	0,74	0,73	0,73	0,63
<b>Simulace <math>T_{30}</math> [s]</b> (100% obsazenost)	0,87	0,7	0,69	0,69	0,68	0,59
<b>Horní mez [s]</b>	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
<b>Dolní mez [s]</b>	0,52	0,64	0,64	0,64	0,64	0,52

**Tabulka 8:** Simulovaná průměrná doba dozvuku  $T_{30}$  a meze jejího tolerančního pásma v místnosti při obsazení osobami

Frekvence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000
<b>Simulace <math>T_{30}</math> [s]</b>	0,87	0,7	0,69	0,69	0,68	0,59
<b>Simulace <math>T_{20}</math> [s]</b>	0,84	0,69	0,64	0,67	0,66	0,55
<b>Simulace EDT [s]</b>	0,85	0,68	0,63	0,67	0,67	0,56
<b>SPL [dB] ****</b>	75,1	75,2	71,4	71,8	71,7	70,6
<b><math>C_{80}</math> [dB]</b>	3,5	6,6	7,6	6,9	7	9
<b><math>D_{50}</math> [-]</b>	0,51	0,65	0,68	0,65	0,66	0,74
<b><math>T_s</math> [ms]</b>	68	45	45	44	43	33
<b><math>LF_{80}</math> [-]</b>	0,29	0,281	0,277	0,282	0,279	0,262
<b><math>ECHO_{MAX}</math> [-]*</b>	0,52	0,51	0,51	0,51	0,51	0,5
<b>STI [-]***</b>			0,68	<b>Alcons [%]**</b>		5,07
<b>STI (Žena) [-]***</b>			0,69	<b>RASTI [-]***</b>		0,68
<b>STI (Muž) [-]***</b>			0,68			

**Tabulka 9:** Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti při plném obsazení osobami v navrženém stavu

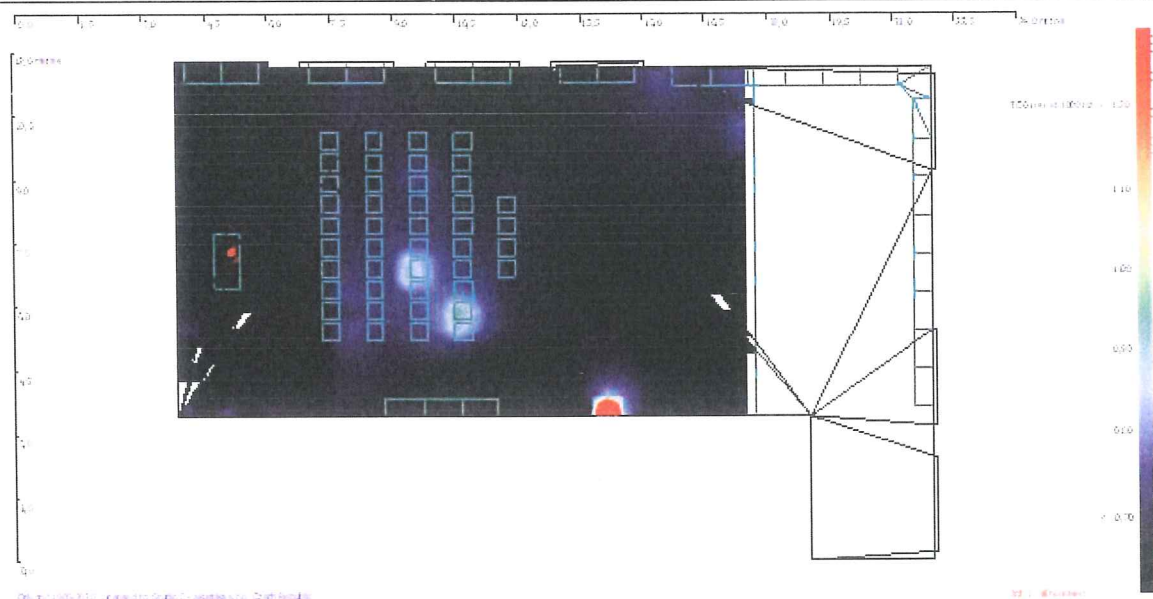
\*Echo bylo vypočteno dle Dietsch-Kraakova kritéria. Z tabulky je patrné, že maximální hodnoty ve všech bodech se nacházejí v rozmezí 0-0,9 (= 0-90%), tzn. v místnosti nevznikají rušivé jevy, jako např. třepotavá ozvěna, apod.

\*\* Parametr Alcons (Articulation loss) je sice parametr používaný v zahraničí, avšak je vhodné jej určit. Přípustné rozmezí je 0-11%.

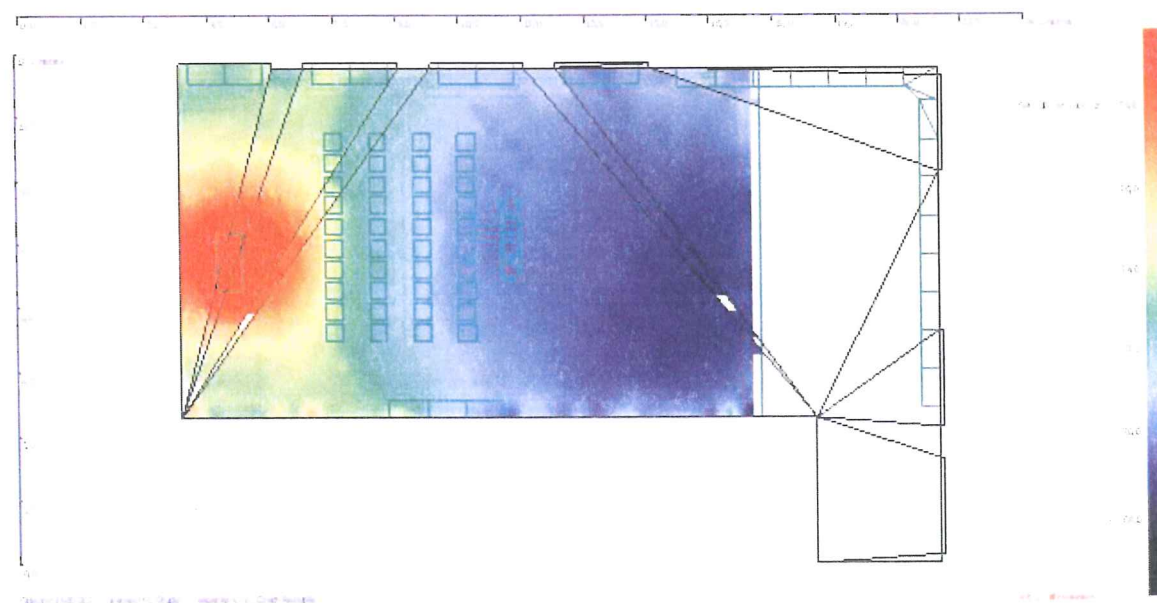
\*\*\* Hodnoty STI pro mužský i ženský hlas, a stejně tak RASTI byly vypočítané pro předpokládanou hladinu pozadí hluku <35 dB. Doporučené hodnoty parametru STI pro mluvené slovo jsou v rozmezí 0,6-1,0. Přičemž ideálně by se měly nacházet v rozmezí 0,7-1. Hodnoty STI byly vypočítané pro předpokládanou hladinu hluku pozadí <35 dB.

\*\*\*\* Průměrná hodnota akustického tlaku v místnosti za předpokladu akustického výkonu zdroje 90 dB.

## 2.4.5 Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část (obsazený stav)

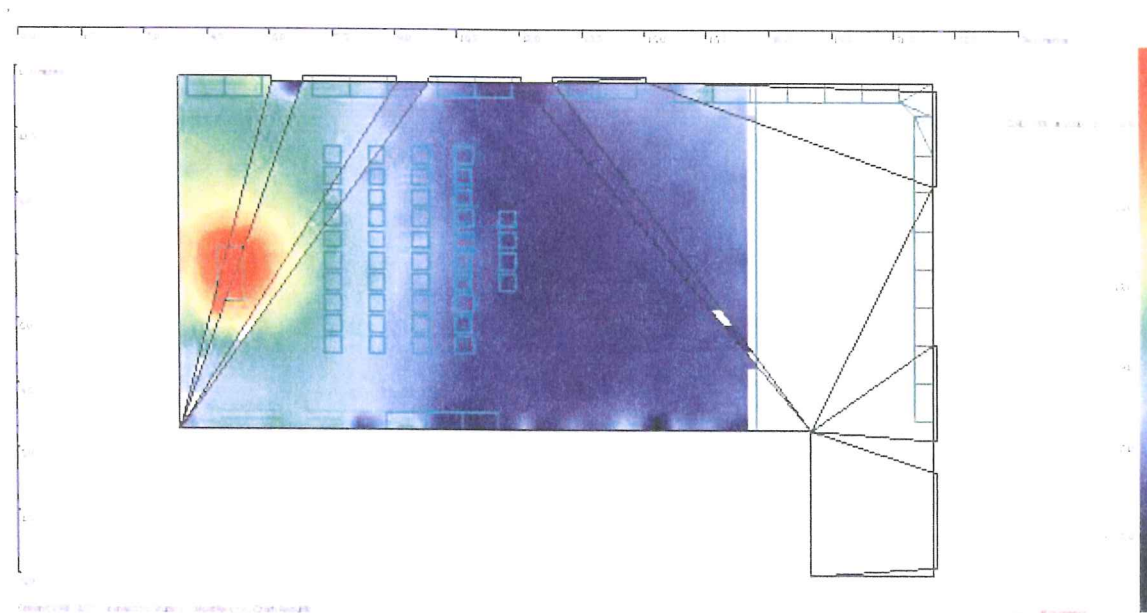
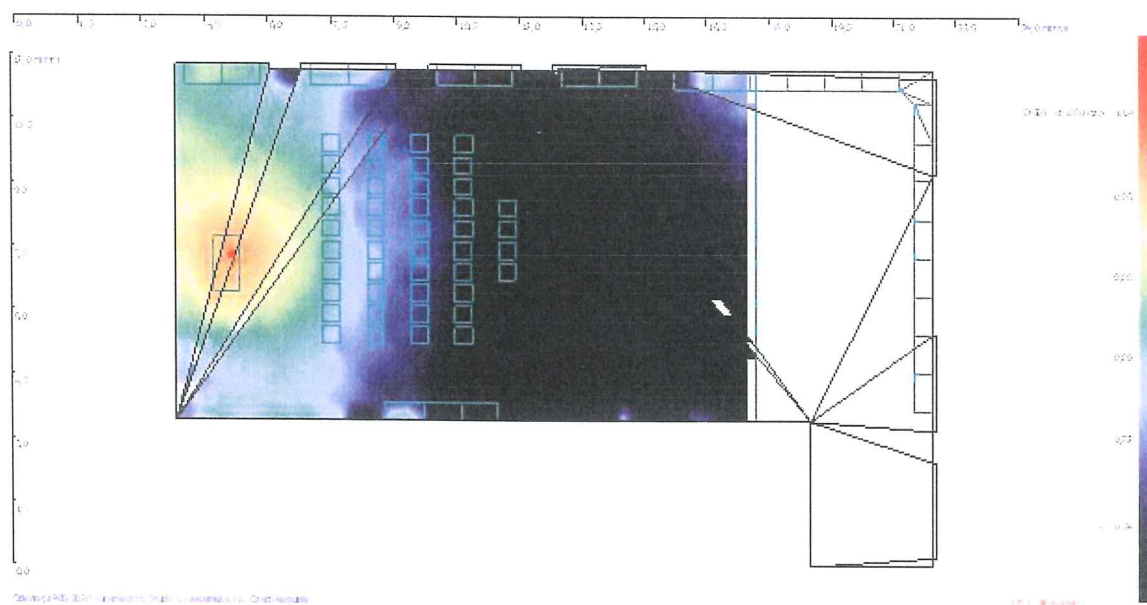


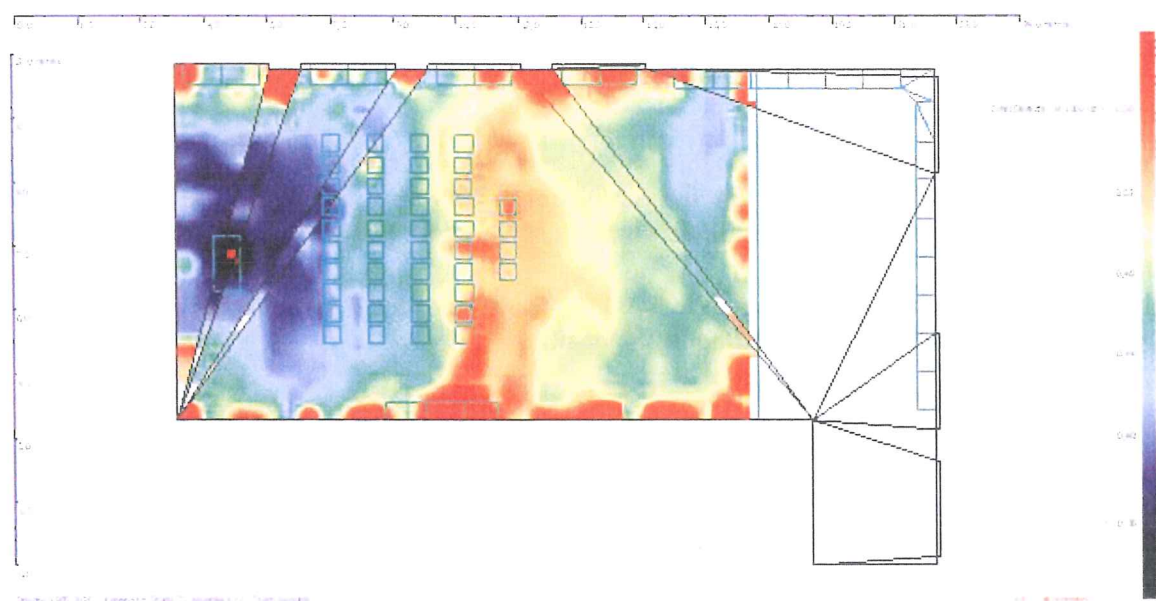
Obrázek 17: Průměrná doba dozvuku  $T_{30}$  (s) v úrovni 1,5 m nad podlahou



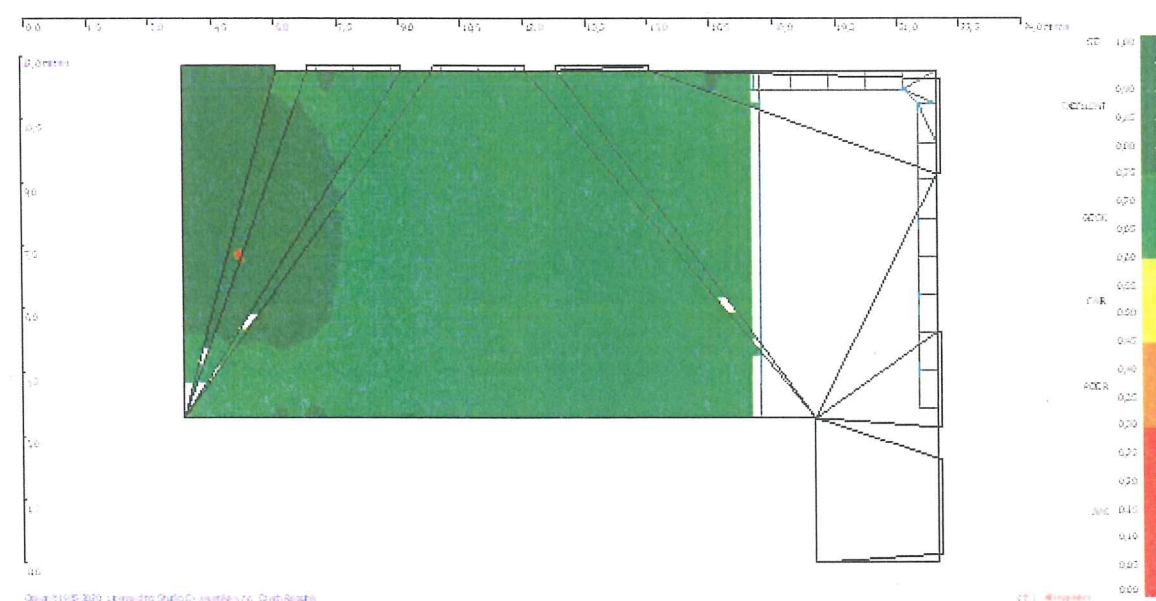
Obrázek 18: Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou







**Obrázek 21:** Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,5 m nad podlahou



**Obrázek 22:** Srozumitelnost řeči STI, 1,3 m nad podlahou

## 2.5 Varianta 3 – Vystoupení, promítání

### 2.5.1 Popis prostoru

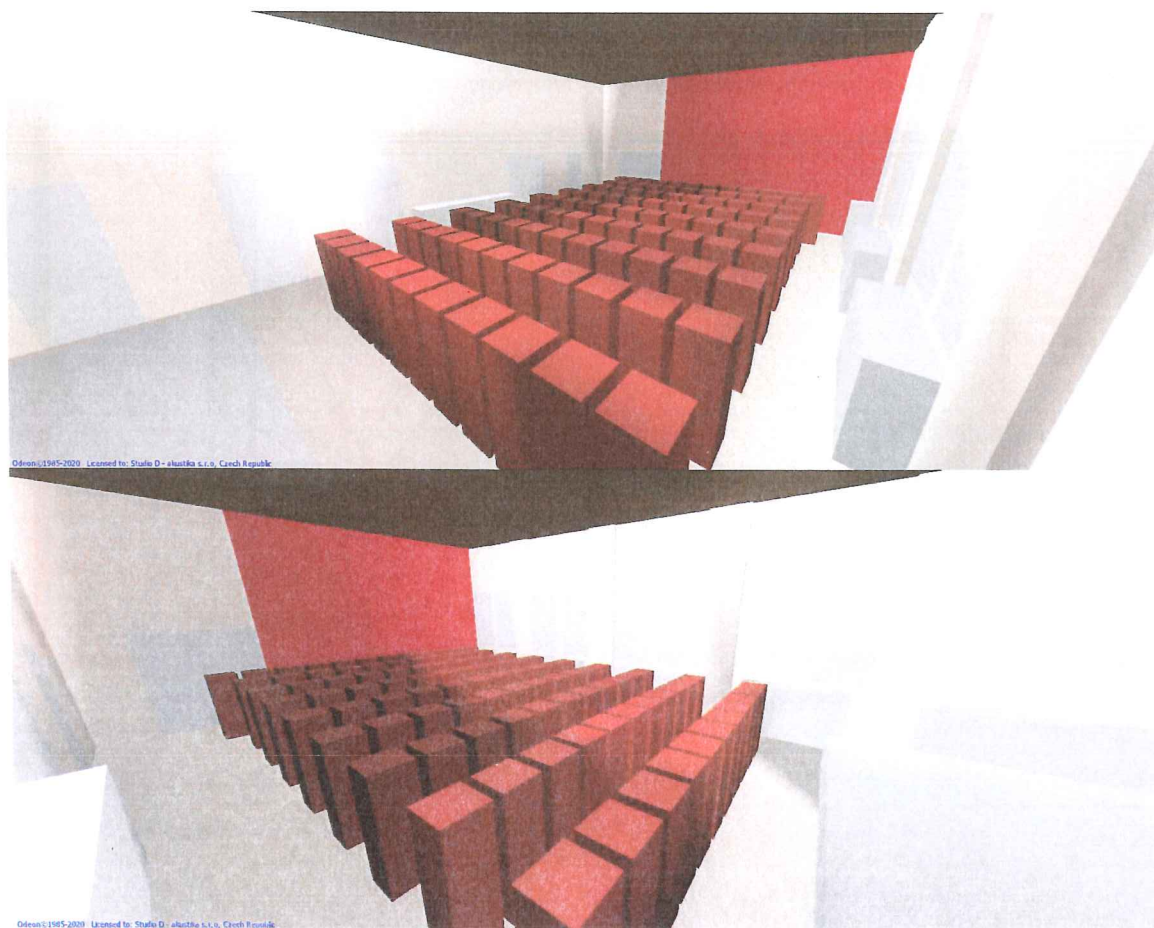
Prostor pro „Vystoupení/Promítání“ má délku 18,1 m a šířku 8,25 m. Světlá výška místnosti je po provedení všech akustických úprav 4,3 m. Objem prostoru je cca  $V = 717 \text{ m}^3$  (odměřeno z modelu) a celková plocha ohraničujících vnitřních povrchů konstrukcí je cca  $S = 709 \text{ m}^2$  (odměřeno z modelu).

Celý prostor byl simulován za předpokladu obsazeného stavu ve 2 variantách (100% a 80% osob) dle předpokládaného dispozičního uspořádání.

### 2.5.2 Akustické řešení místnosti

Na základě podkladů byl vytvořen akustický model. Před provedením akustického modelu nebylo provedeno měření jednotlivých parametrů prostorové akustiky, tudíž nemohl být akustický model zkalibrován dle skutečného stavu prostoru na základě těchto měření.

Před provedením akustických úprav prostoru doporučujeme tato měření provést, a zkalibrovat, a případně upravit akustické řešení celého prostoru.



Obrázek 23: Pohledy do akustického modelu prostoru



### 2.5.3 Akustická simulace a její hodnocení

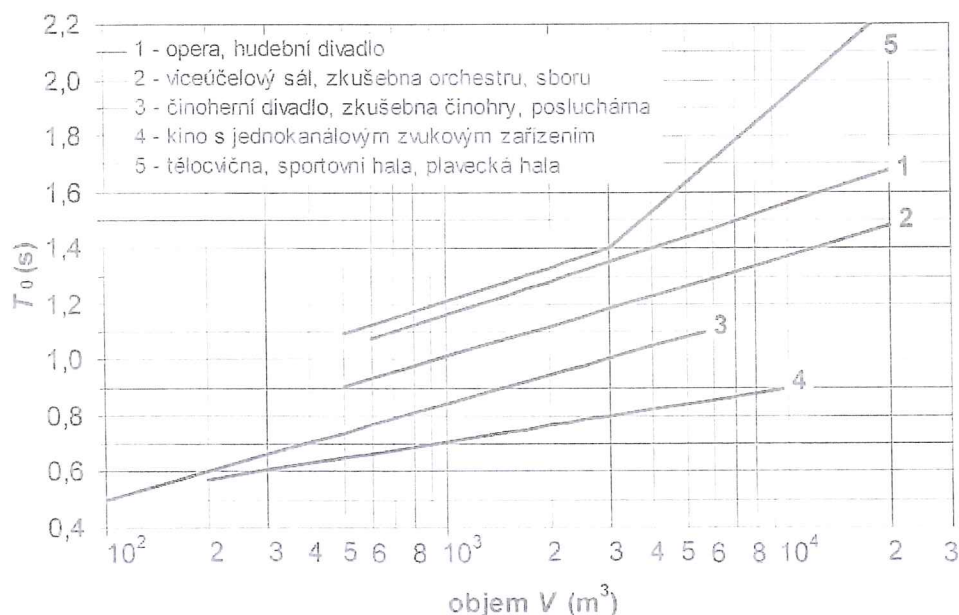
Zjednodušený geometrický model místnosti byl vytvořený na základě projektové dokumentace poskytnuté zadavatelem. Zvukpohltivé vlastnosti vnitřních povrchů byly stanovené podle dříve naměřených dat. Počítačová simulace byla provedená pro všesměrový zdroj zvuku a všesměrové přijímače (mikrofony).

Optimální doba dozvuku byla stanovena na základě doporučených hodnot normou ČSN 73 0527 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely.

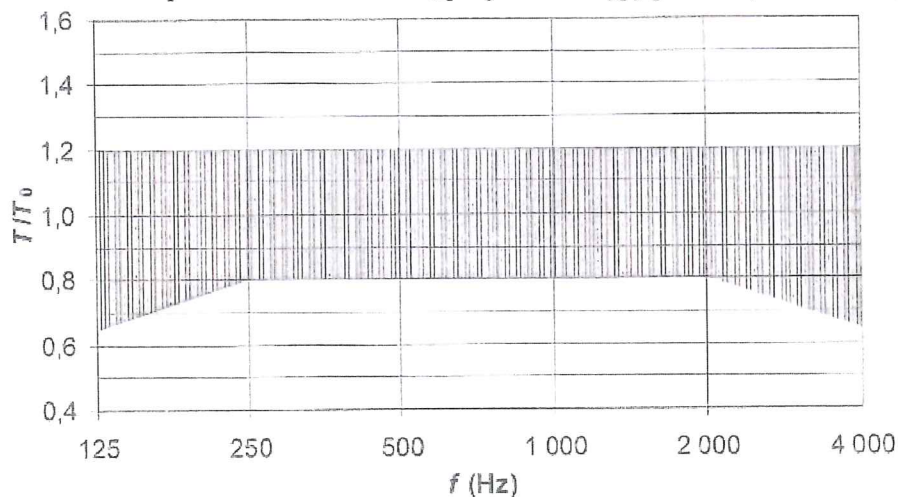
Pro dané využití a daný objem místnosti byla stanovena optimální doba dozvuku  $T_0 = 0,8$  s.

Výsledky simulace  $T_{30}$  jsou zobrazené v následujícím grafu, ze kterého je zřejmé, že doba dozvuku v navrhované místnosti po provedení akustických úprav se pohybuje v mezích zvoleného tolerančního pásma.

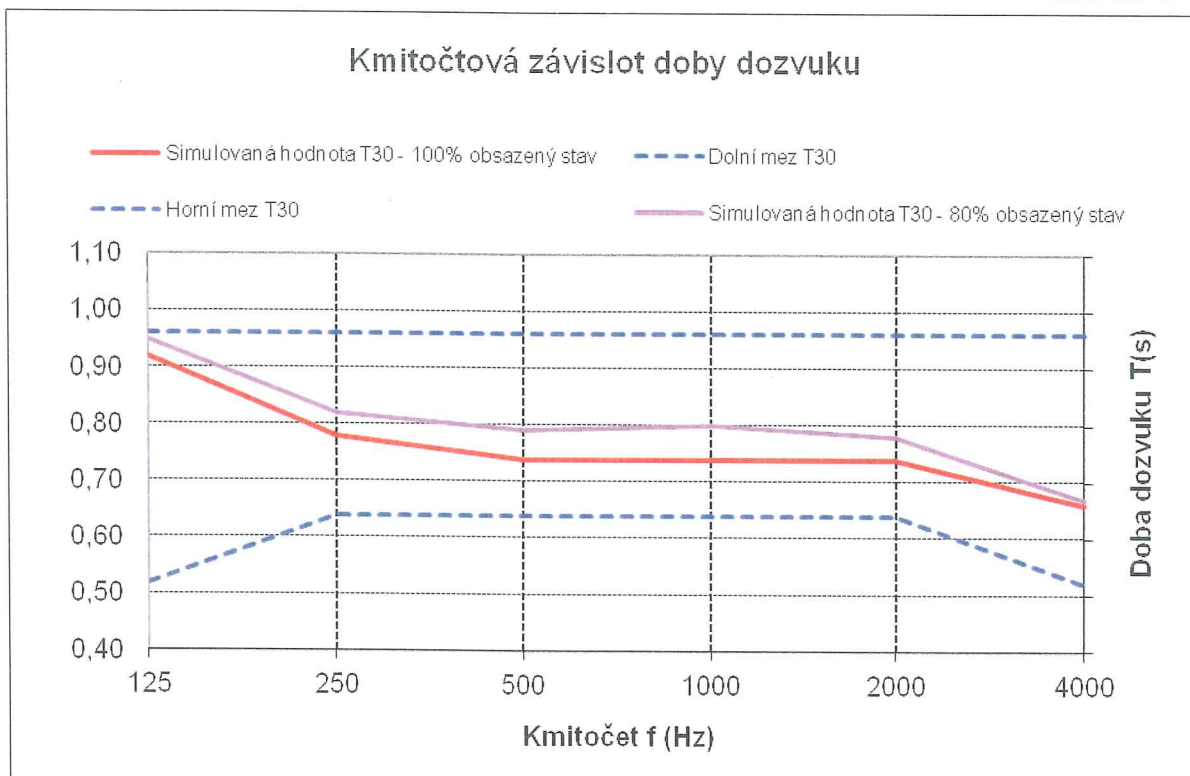
Veškeré simulované průměrné hodnoty akustických veličin jsou uvedeny v následující tabulce.



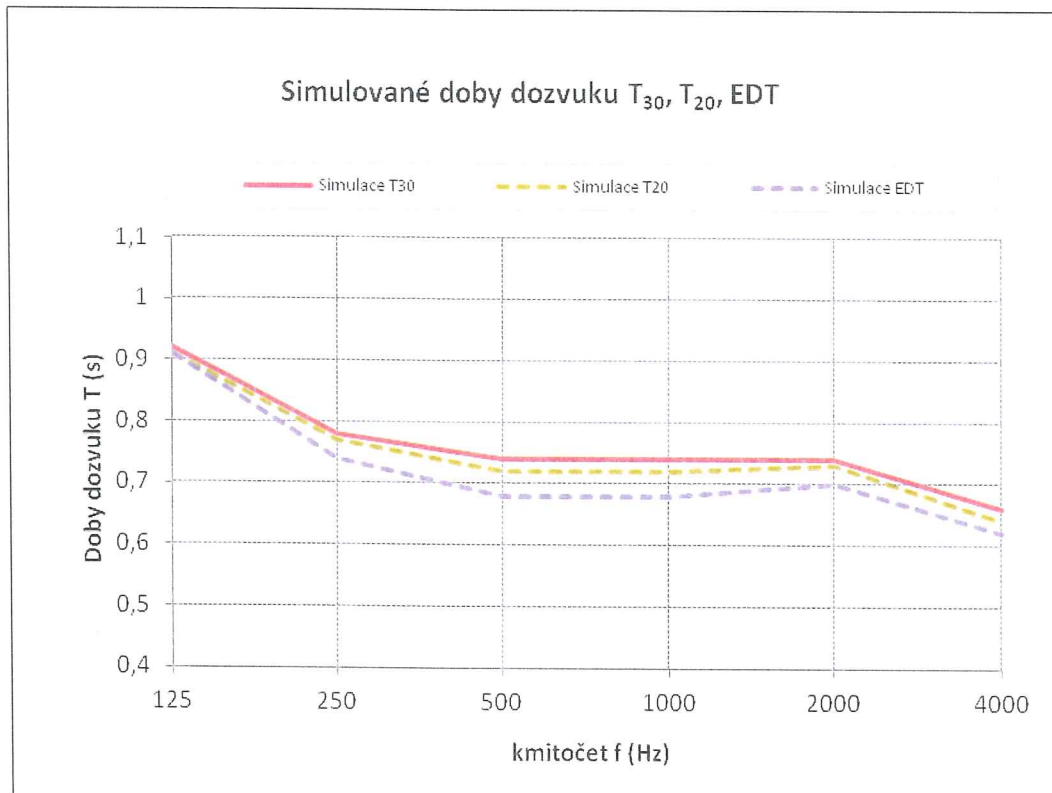
**Obrázek 24:** Optimální doba dozvuku  $T_0$  pro jednotlivé typy prostorů (ČSN 73 0527)



**Obrázek 25:** Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku  $T/T_0$  obsazeného prostoru určeného k přednesu řeči v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma (ČSN 73 0527)



**Graf 5:** Simulovaná průměrná doba dozvuku  $T_{30}$  a meze jejího tolerančního pásma v místnosti při obsazení osobami



**Graf 6:** Simulace a porovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků  $T_{30}$ ,  $T_{20}$ , EDT v prostoru při plném obsazení osobami

Frekvence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000
<b>Simulace <math>T_{30}</math> [s]</b> (80% obsazenost)	0,95	0,82	0,79	0,8	0,78	0,67
<b>Simulace <math>T_{30}</math> [s]</b> (100% obsazenost)	0,92	0,78	0,74	0,74	0,74	0,66
<b>Horní mez [s]</b>	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
<b>Dolní mez [s]</b>	0,52	0,64	0,64	0,64	0,64	0,52

**Tabulka 10:** Simulovaná průměrná doba dozvuku  $T_{30}$  a meze jejího tolerančního pásma v místnosti při obsazení osobami

Frekvence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000
<b>Simulace <math>T_{30}</math> [s]</b>	0,92	0,78	0,74	0,74	0,74	0,66
<b>Simulace <math>T_{20}</math> [s]</b>	0,91	0,77	0,72	0,72	0,73	0,64
<b>Simulace EDT [s]</b>	0,91	0,74	0,68	0,68	0,7	0,62
<b>SPL [dB] ****</b>	73,3	70,7	69,7	69,5	69,8	69,2
<b><math>C_{80}</math> [dB]</b>	4,1	7,6	8,7	8,7	8,3	9,9
<b><math>D_{50}</math> [-]</b>	0,55	0,71	0,75	0,75	0,74	0,79
<b><math>T_s</math> [ms]</b>	61	45	40	40	42	35
<b><math>LF_{80}</math> [-]</b>	0,282	0,279	0,277	0,278	0,276	0,267
<b><math>ECHO_{MAX}</math> [-]*</b>	0,49	0,47	0,45	0,45	0,46	0,44
<b>STI [-]***</b>	0,71			<b>Alcons [%]**</b>		4,29
<b>STI (Žena) [-]***</b>	0,72			<b>RASTI [-]***</b>		0,71
<b>STI (Muž) [-]***</b>	0,72					

**Tabulka 11:** Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti při plném obsazení osobami v navrženém stavu

\*Echo bylo vypočteno dle Dietsch-Kraakova kritéria. Z tabulky je patrné, že maximální hodnoty ve všech bodech se nacházejí v rozmezí 0-0,9 (= 0-90%), tzn. v místnosti nevznikají rušivé jevy, jako např. třepotavá ozvěna, apod.

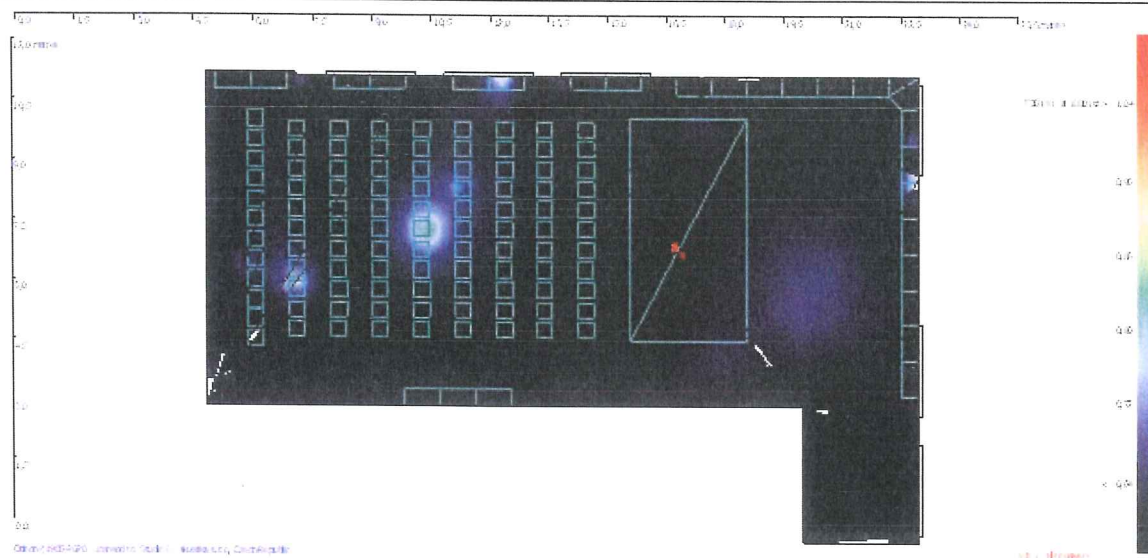
\*\* Parametr Alcons (Articulation loss): Přípustné rozmezí je 0-11%.

\*\*\* Hodnoty STI pro mužský i ženský hlas, a stejně tak RASTI byly vypočítané pro předpokládanou hladinu pozadí hluku <35 dB. Doporučené hodnoty parametru STI pro mluvené slovo jsou v rozmezí 0,6-1,0. Přičemž ideálně by se měly nacházet v rozmezí 0,7-1. Hodnoty STI byly vypočítané pro předpokládanou hladinu hluku pozadí <35 dB.

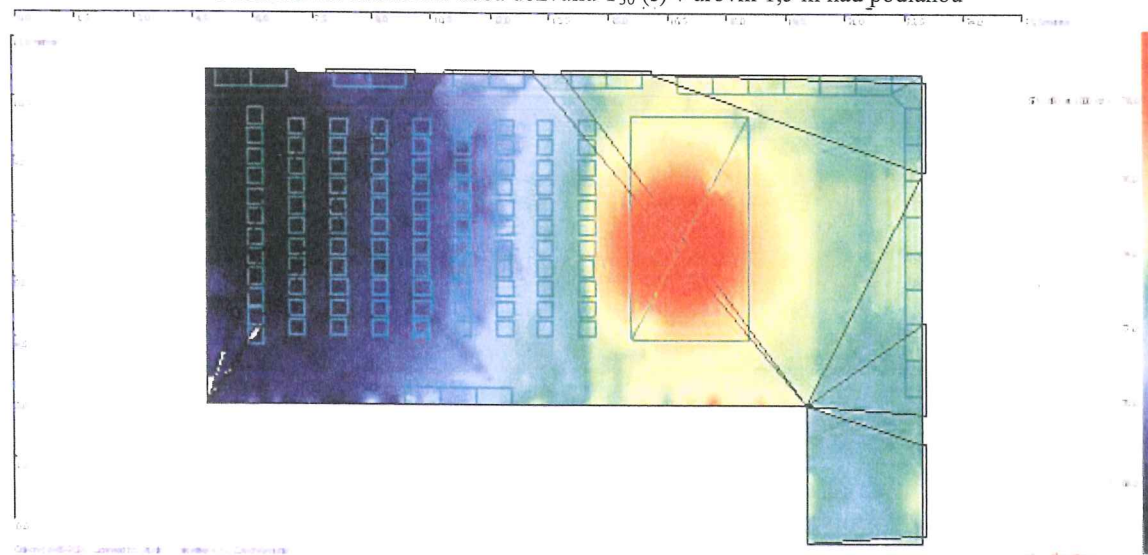
\*\*\*\* Průměrná hodnota akustického tlaku v místnosti za předpokladu akustického výkonu zdroje 90 dB.



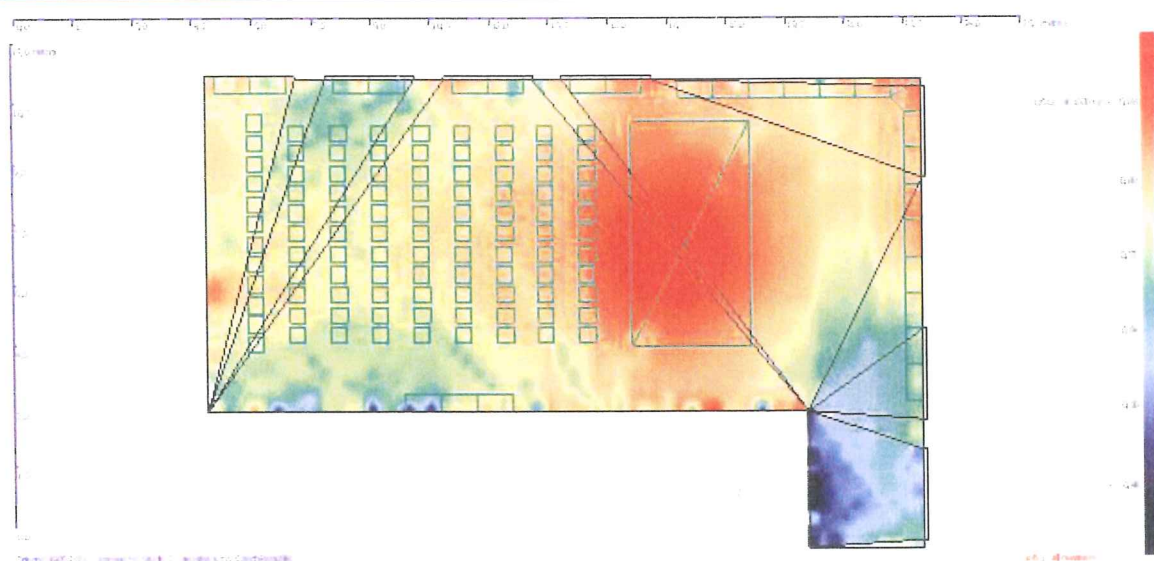
## 2.5.4 Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část



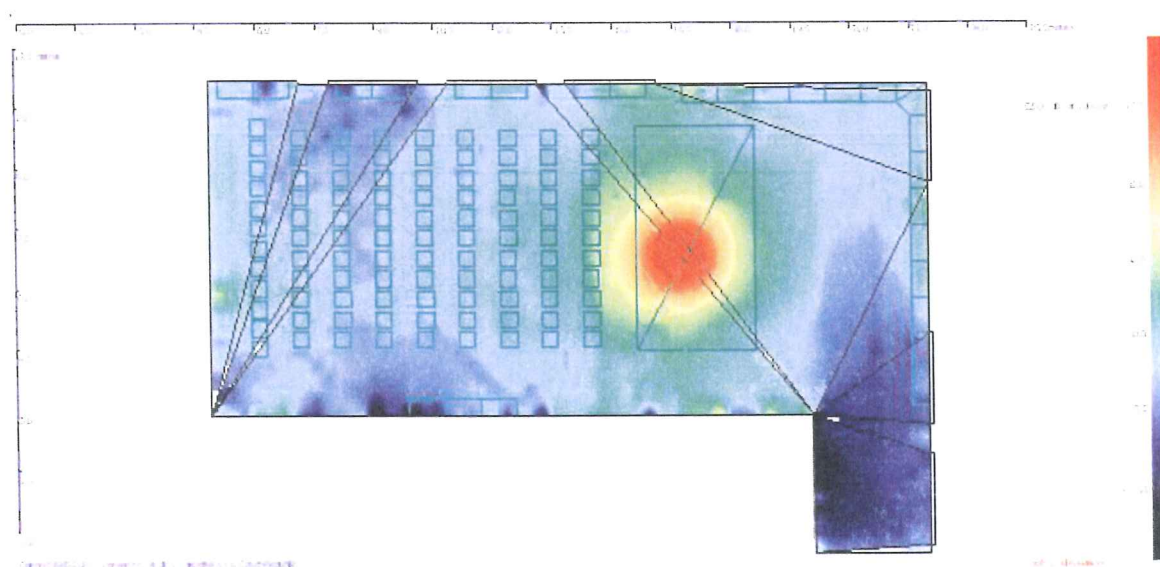
Obrázek 26: Průměrná doba dozvuku  $T_{30}$  (s) v úrovni 1,5 m nad podlahou



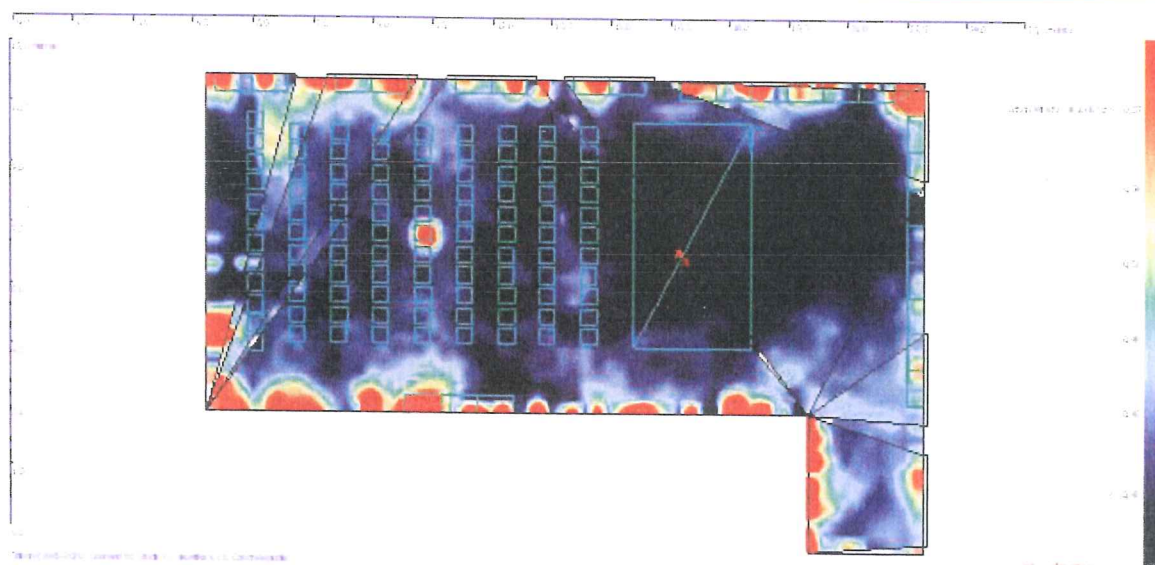
Obrázek 27: Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



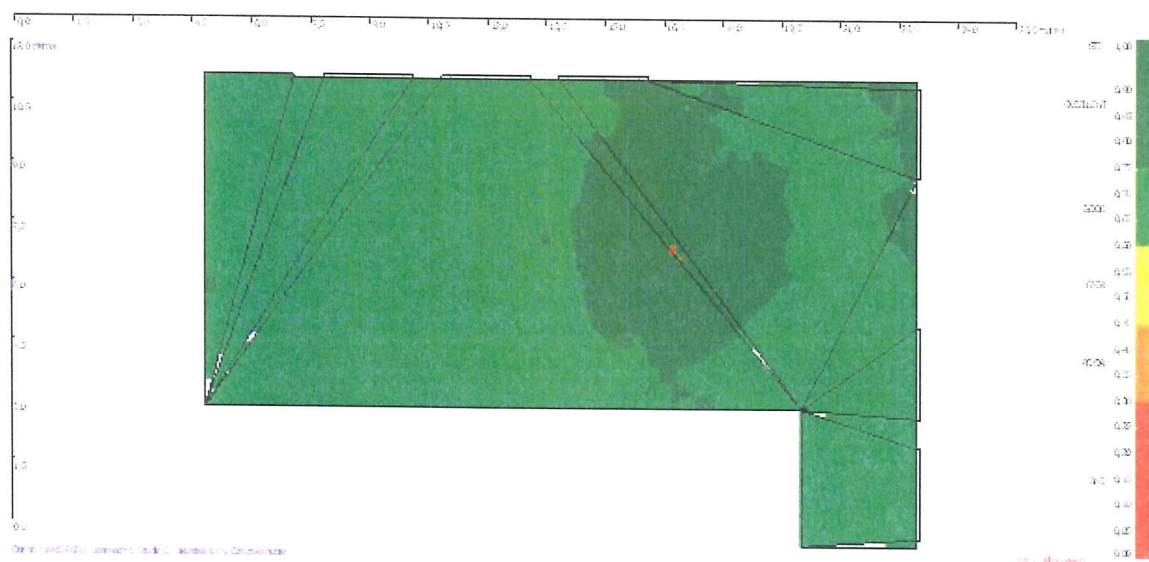
**Obrázek 28:** Zřetelnost  $D_{50}$  (%) pro 1 kHz v místnosti 1,3 m nad podlahou



**Obrázek 29:** Jasnost  $C_{80}$  (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou



**Obrázek 30:** Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,5 m nad podlahou



**Obrázek 31:** Srozumitelnost řeči STI, 1,3 m nad podlahou



### 3 INTERPRETACE

#### 3.1 Požadavky z hlediska prostorové akustiky

Optimální doba dozvuku je odvozena na základě doporučených hodnot normy ČSN 73 0527. A to na základě účelu posuzované místnosti a na jejím objemu. Z optimální doby dozvuku jsou stanoveny hranice tolerančního pásma.

Prostor	Objem (m <sup>3</sup> ) (orientačně)	Doba T <sub>0</sub> (s) (Akustická úprava)	Obrázek s rozmezím T/T <sub>0</sub>	Poznámka
Učebna a posluchárna	do 250	0,70	A.4	
Posluchárna	přes 250	Závislost 3 – A.1	A.4	
Jazyková učebna (laboratoř)	130 - 180	0,45	A.4	
Audiovizuální učebna	200	0,60	A.4	
Učebna hudební výchovy	200	0,90	A.3	
Učebna hudební výchovy při reprodukované hudbě	200	0,50	A.3	
Učebna hry na individuální nástroje a sólového zpěvu	80 až 120	0,70	A.3	
Učebna orchestrální hry hudebních škol	-	Závislost 2 – A.1	A.2	Objem V ≥ 6000 m <sup>3</sup>
Tělocvična a plavecká hala všech typů škol	-	Závislost 5 – A.1	A.8	
Sborovna nebo konferenční místnost	-	(Širokopásmový obklad stropu)	-	
Učebna pracovní výuky	-	(Širokopásmový obklad stropu)	-	
Učebna gymnastiky a tance	-	(Širokopásmový obklad stropu)	-	
Místnost pro hry v mateřských školách a školních družinách	130 až 200	(Širokopásmový obklad stropu)	-	
Denní místnost jeslí	150	(Širokopásmový obklad stropu)	-	
Školní jídelna, menza	-	(Širokopásmový obklad stropu)	-	...

**Tabulka 12:** Požadavky na prostory ve školách (ČSN 73 0527, Tabulka 2) pro Učebnu gymnastiky a tance (baletu)

**Tabulka 1 – Požadavky na prostory pro kulturní účely**

Prostor	Počet osob	Objem na 1 osobu (m <sup>3</sup> )	Číslo závislosti $T_0$ na objemu $V$ – obrázek	Obrázek s rozmezím hodnot $T/T_0$	Poznámka
Koncertní sál; varhanní hudba symfonický orchestr komorní hudba	– do 2 000 do 500	10 až 12 8 až 10 6 až 8	viz poznámka 2 – – –	A.2 A.2 A.2	$V \leq 4\,000\text{ m}^3$
Opera	do 1 500	6 až 8	1 – A.1	A.2	$V \leq 12\,000\text{ m}^3$
Hudební divadlo	–	6 až 8	1 – A.1	A.2	
Zkušebna orchestru nebo pěveckého sboru	do 250	8	2 – A.1	A.2	$V \geq 2\,000\text{ m}^3$
Víceúčelový sál	–	5 až 7	2 – A.1	A.3	
Činoherní divadlo	do 1 200	4 až 6	3 – A.1	A.4	$V \leq 6\,000\text{ m}^3$
Zkušebna činohry	do 50	4 až 6	3 – A.1	A.4	
Přednáškový sál	do 400	4 až 5	3 – A.1	A.4	$V \leq 2\,000\text{ m}^3$
Kino s jednokanálovým zvukovým zařízením	do 400 nad 400	4 až 5 5 až 6	4 – A.1 4 – A.1	A.5 A.5	
Kino s vícekanálovým zvukovým zařízením analogovým	do 400 nad 400	4 až 5 5 až 6	A.6 A.6	A.7 A.7	
Kino s vícekanálovým zvukovým zařízením digitálním	do 400 nad 400	4 až 5 5 až 6	A.6 A.6	A.7 A.7	Doporučuje se hladina NC-25

**Tabulka 13: Požadavky na prostory ve školách (ČSN 73 0527, Tabulka 1)**

### 3.2 Vyhodnocení

Byl vypracován a následně posouzen návrh upravující prostorovou akustiku vybraného prostoru v projektu „ZŠ Kaplice“. Prostor bude sloužit k několika vybraným účelům, všechny tyto účely byly posouzeny, nicméně jako hlavní účel sálu se předpokládá „Vystoupení/Promítání“.

Výsledná průměrná doba dozvuku se bude nacházet v limitních mezích tolerančního pásma doporučených hodnot doby dozvuku pro dané využití a objem. Doba dozvuku zejména na nižších kmitočtových pásmech (125 Hz) bude nevyrovnaná, poslechové podmínky nebudou zřejmě zcela ideální. To je dáno částečně geometrií prostoru (nízká světlá výška sálu).

Je nutné konzultovat jakékoliv změny, aby nedošlo k narušení prostorové akustiky v posouzených místnostech.

Pro deklaraci optimálních parametrů prostorové akustiky je nutné provádět průběžný autorský dohled firmou Studio D – akustika s.r.o. Autorský dohled bude mimo jiné provázet průběžné měření prostorové akustiky. Měření je důležité pro případné stanovení doplňujících akustických systémů a pro případné odstranění všech nedostatků.

**Akustický zavěšený podhled případně akustické obklady stěn musí být odsazeny od tuhé konstrukce. Aby konstrukce byla tuhá, musí vykazovat minimální plošnou hmotnost  $m' = 12 \text{ kg/m}^2$  (lépe  $m' = 15 \text{ kg/m}^2$ ). Popř. musí být konstrukce ztužena pomocí ocelového rastru (např. z jejlů) 600x600 mm. Bez splnění požadavku na tuhou konstrukci nad minerálním podhledem nelze garantovat účinnost navržených opatření zavěšeného akustického podhledu.**

Všechny prvky a rošty musí být provedeny precizně a dotaženy, aby nedocházelo k rezonanci panelů. Musejí být dodrženy veškeré technologické předpisy a postupy dané výrobcem. Výsledné provedení závisí na realizační firmě.

Posudek řeší pouze prostorovou akustiku. Neřeší zbylé části akustiky (stavební akustiku, hluk z objektu apod.) ani požární, mechanicko-odolnostní, bezpečnostní, tepelně technická ani jiná hlediska. Především doporučujeme prověřit umístění akustických materiálů z bezpečnostních hledisek (ostré hrany apod.) a z mechanicko-odolnostních hledisek.



## 4 PŘÍLOHY

### 4.1 Vysvětlivky hodnocených parametrů

Při posouzení byly použity tyto parametry:

**Doby dozvuku  $T_{30}$ ,  $T_{20}$ , EDT** (ČSN 73 0525, 73 0526 a 73 0527). Hodnoty a jejich toleranční rozsah jsou dány normami. Křivka doby dozvuku v závislosti na frekvenci by měla být vyrovnaná.

**Hladina akustického tlaku SPL**, pomocí něhož byla posouzena kvalita distribuce zvuku ve všech místech prostoru. Posuzuje se rozdíl mezi hodnotami SPL v jednotlivých bodech.

**Jasnost  $C_{80}$** : Ukazatel „kvality“ prostoru pro daný účel, zejména pak pro hudební představení. Různé styly hudby vyžadují různou hodnotu jasnosti. Např. pro komorní hudbu se ideální hodnoty pohybují mezi -4 a +4 dB, atp.

**Zřetelnost  $D_{50}$** : Parametr spjatý se srozumitelností řeči. Určuje kvalitu poslechu řeči v závislosti na daném prostoru. Používá se spíše v zahraničí (zejména v německy mluvících zemích).

**Lateral fraction  $LF_{80}$** : hodnota závislá především na tvaru sálu a odrazivosti ploch. Spolu s hodnotami  $LF_{50}$ ,  $LFC_{50}$  a  $LFC_{80}$  spoluurčuje kvalitu distribuce zvuku v závislosti na tvaru a objemu prostoru.

**Echo**: Hodnota, díky ní lze přesně určit, zda někde v prostoru nevzniká nepříjemná ozvěna, popř. ono místo s ozvěnou určit. Tento případný jev se pomocí pouhého výpočtu průměrné doby dozvuku nedá odhalit.

**Obecná srozumitelnost řeči STI**: zkoumá srozumitelnost jednotlivých slabik, slov, i celých vět v mluveném projevu. Tato hodnota je velice důležitá pro poslech mluveného slova a její posouzení by mělo být součástí každého posudku řešícího prostory primárně určené jako činoherní sály, posluchárny, učebny, apod.

**Srozumitelnosti řeči STI/Muž/ a STI/Žena/** jsou spíše doplňující hodnoty. Jsou řešené kvůli rozdílné průměrné hloubce/výšce hlasu muže/ženy.

**Srozumitelnost řeči RASTI**: STI, kde jsou započteny rušivé vlivy elektroniky a měřicích přístrojů bez možnosti kalibrace měřicího systému (např. šum, malý rozsah spektra, apod.).

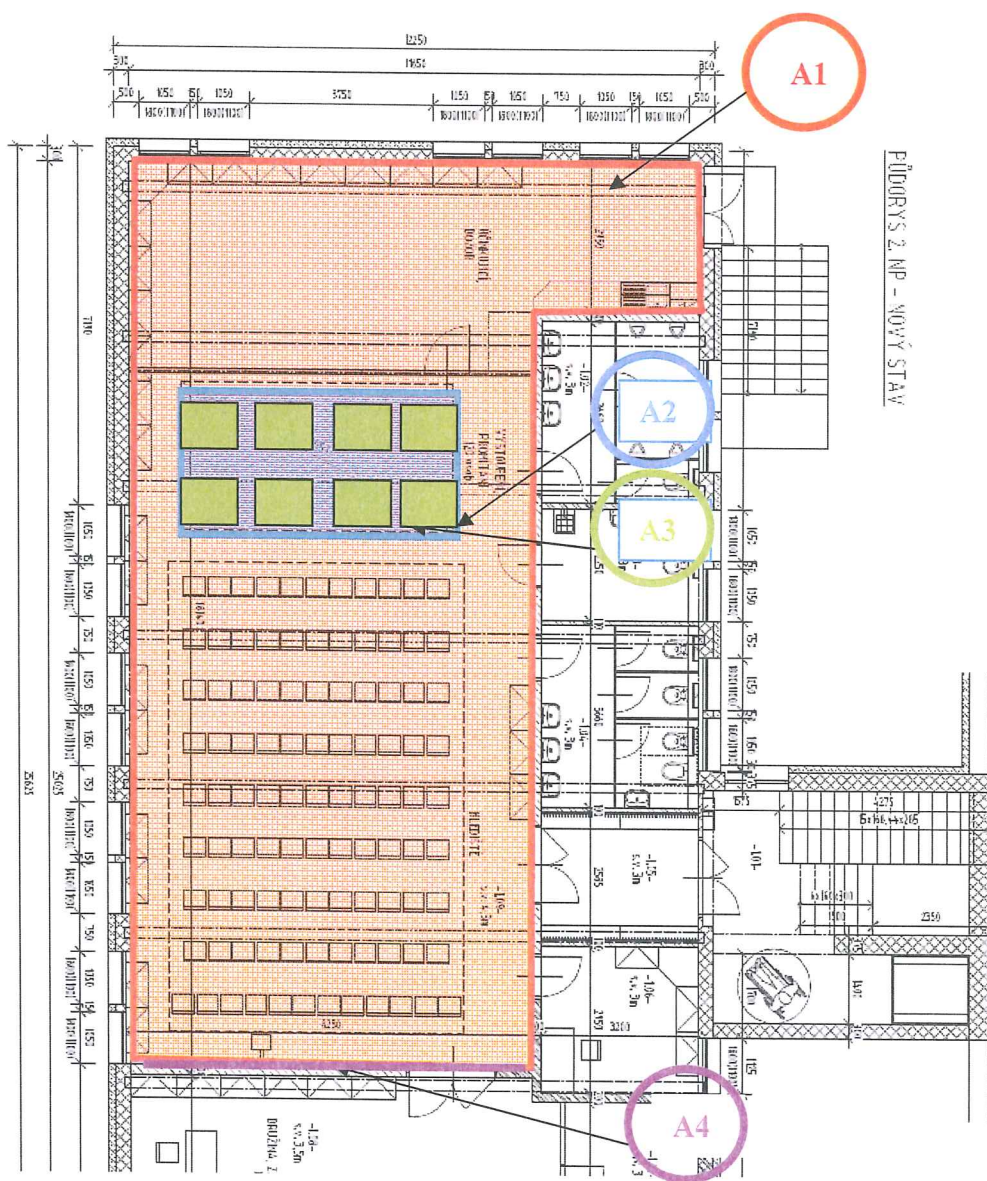
**Alcons**: Obdoba srozumitelnosti řeči STI. Na rozdíl od srozumitelnosti řeči Alcons posuzuje také hluk pozadí, a pokud je, i jeho tónovou složku. V simulaci není s výraznějším hlukem pozadí počítáno.

## 4.2 Souhrn navržených akustických systémů

Ozn. aku. opatření	Název akustického opatření	Celková hloubka systému [mm]
A1	Knauf Cleaneo 8/18R	200 mm
A2	Plný sádrokarton	200 mm
A3	Svěšené odrazivé MDF desky	450 mm
A4	Ecophon Akusto Wall C	200 mm

**Tabulka 14:** Souhrnná tabulka navržených akustických materiálů v posuzovaných místnostech

### 4.3 Rozmístění akustických materiálů





## 5 Specifikace navržených akustických materiálů

### 5.1.1 A1: Knauf Cleaneo 8/18R

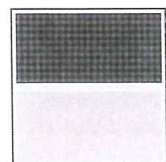
#### D127.cz / D137.cz Knauf Cleaneo akustické pohledy

12,5 mm akustické desky Knauf Cleaneo s absorpční tkaninou

Typ děrování	Výška svěšení mm	NRC	$\alpha_w$	Praktický číselník zvukové pohltivosti $\alpha_p$					
				125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz

#### Bez izolační vrstvy

Blokové kulaté děrování typ B6 8/18 R	65	0,55	0,55	0,15	0,30	0,55	0,70	0,60	0,50	
	200	0,60	0,55	0,45	0,55	0,65	0,55	0,50	0,55	
	400	0,55	0,60	0,50	0,60	0,60	0,55	0,55	0,55	



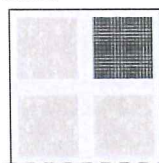
Podíl otvorů:  
12,9 %

#### S izolační vrstvou (Požadavky pro izolační vrstvu jsou uvedeny na str. 21.)

	65	0,60	0,65	0,35	0,55	0,70	0,70	0,55	0,55	
	200	0,60	0,60	0,50	0,60	0,65	0,60	0,55	0,60	
	400	0,60	0,60	0,50	0,60	0,60	0,65	0,55	0,60	

#### Bez izolační vrstvy

Blokové kulaté  
děrování typ B4  
12/25 R



Podíl otvorů:  
11,3 %

	65	0,50	0,55	0,15	0,35	0,55	0,60	0,50	0,40	
	200	0,50	0,50 (L)	0,45	0,55	0,60	0,50	0,45	0,40	
	400	0,50	0,50 (L)	0,50	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	

#### S izolační vrstvou (Požadavky pro izolační vrstvu jsou uvedeny na str. 21.)

	65	0,55	0,55	0,35	0,50	0,65	0,60	0,50	0,40	
	200	0,55	0,55	0,50	0,55	0,60	0,55	0,50	0,45	
	400	0,55	0,55	0,50	0,55	0,55	0,55	0,50	0,45	

## 5.1.2 A4: Ecophon Akusto Wall C



# Ecophon Akusto™ Wall C

System Ecophon Akusto™ Wall C je stěnový zvukový absorber, který je vhodně kombinovat s akustickými podhledy. Vyznačuje se skrytým nosným rástrům a sraženými hranami tvořící úzké drážky mezi jednotlivými panely. Umožňuje dosažení vynikajících akustických vlastností zejména ve větších místnostech. Akusto™ Wall C poskytuje širokou škálu provedení.

Panely jsou demontovatelné. System sestává z panelů Ecophon Akusto™ Wall C s nosného rástru Ecophon C-riest. Celková tloušťka systému je 51 mm. Kvůli systému je dárka instalace nosný hruš 3 C-riest vodorovně. Měří Vám nutný spousta designové možnosti. Panely jsou vyrobeny ze skleněné vlny a vlnité hmoty na bázi GRC Technology. Povrchová úprava je ze

kovlaské tkaniny (povrch Texona v různých barvách, nebo s povrchem z nerezavějícího kovu (Super 01). Nabízena je také povrchová úprava Akutex™ FT (v bílé barvě White Frost). Zadní povrch panelů je pokrytý sklenou tkaninou. Tkaniny jsou ošetřeny nátěrem a povrchová úprava ochrání strany částečně překryva drážku hrany. Akusto™ Wall C s povrchem Texona je také v provedení gamma (odrazivým povrchem vz akustická tkanina). Pro dosažení nejlepších výsledků a kvality systému používejte Ecophon C-riest a jeho příslušenství.



SYSTÉMOVÁ ŘADA



zdroj: <https://www.ecophon.com/cz/vyrobky/Vertik-ln--instalace/Akusto/Akusto--Wall-C/>