



**Studio D - akustika s.r.o.**

U Sirkárny 467/2a, 370 04 České Budějovice  
www.akustikad.com, akustikad@akustikad.com  
fax: 387 202 590, mobil: 737 705 636

## AKUSTICKÝ POSUDEK

NÁZEV:

**Prostorová akustika „Budova CEMS II,  
Kamýcká 129, Suchdol“**

Objednavatel:

**Saint Gobain Construction Products CS  
Divize Ecophon**

Pekařská 695/10a  
155 00 Praha 5

Zpracovatel:

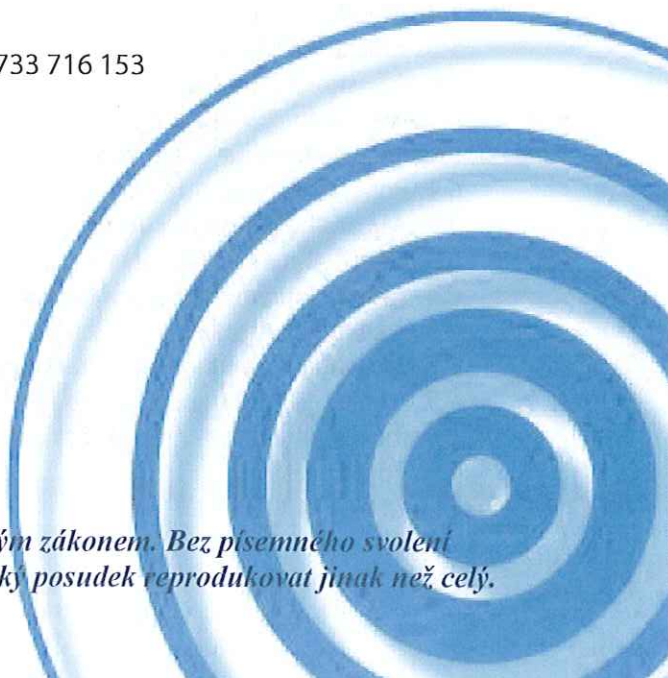
Jan Dolejší, mobil: 733 716 153

VČ. Budějovicích dne: 2013-12-17

Číslo zakázky: 13009699

© Všechna práva vyhrazena

*Obsah tohoto Akustického posudku je chráněn Autorským zákonem. Bez písemného svolení zpracovatele Studio D – akustika s.r.o. se nesmí Akustický posudek reprodukovat jinak než celý.*



## Obsah:

1. Úvod .....	4
1.1. Metodika výpočtu .....	4
2. Prostorová akustika – Přednáškový sál pro 275 osob č. 1.47 .....	4
2.1. Popis prostoru .....	4
2.2. Akustické řešení místnosti .....	4
2.3. Návrh akustických úprav .....	5
2.4. Akustická simulace a její hodnocení – plná kapacita sálu .....	6
2.5. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část .....	9
2.6. Akustická simulace a její hodnocení – kapacita sálu zaplněna z 80% .....	11
2.7. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část .....	13
3. Prostorová akustika – Přednáškový sál pro 60 osob č. 1.55 .....	16
3.1. Popis prostoru .....	16
3.2. Akustické řešení místnosti .....	16
3.3. Návrh akustických úprav .....	17
3.4. Akustická simulace a její hodnocení – plná kapacita sálu .....	18
3.5. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část .....	21
3.6. Akustická simulace a její hodnocení – kapacita sálu zaplněna z 80% .....	23
3.7. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část .....	25
4. Prostorová akustika – Seminární místnost pro 36 osob č. 1.54 .....	28
4.1. Popis prostoru .....	28
4.2. Akustické řešení místnosti .....	28
4.3. Návrh akustických úprav .....	29
4.4. Akustická simulace a její hodnocení – plná kapacita sálu .....	30
4.5. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část .....	33
4.6. Akustická simulace a její hodnocení – kapacita sálu zaplněna z 80% .....	35
4.7. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část .....	37
5. Prostorová akustika – Seminární místnost pro 30 osob č. 1.50 .....	40
5.1. Popis prostoru .....	40
5.2. Akustické řešení místnosti .....	40
5.3. Návrh akustických úprav .....	41
5.4. Akustická simulace a její hodnocení – plná kapacita sálu .....	42
5.5. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část .....	45
5.6. Akustická simulace a její hodnocení – kapacita sálu zaplněna z 80% .....	47
5.7. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část .....	49
6. Prostorová akustika – Seminární místnost pro 24 osob č. 1.60 .....	52
6.1. Popis prostoru .....	52
6.2. Akustické řešení místnosti .....	52
6.3. Návrh akustických úprav .....	53
6.4. Akustická simulace a její hodnocení – plná kapacita sálu .....	54
6.5. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část .....	57
6.6. Akustická simulace a její hodnocení – kapacita sálu zaplněna z 80% .....	59
6.7. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část .....	61
7. Prostorová akustika – Zasedací místnost č. 2.43 .....	64
7.1. Popis prostoru .....	64

7.2. Akustické řešení místnosti .....	64
7.3. Návrh akustických úprav .....	65
7.4. Akustická simulace a její hodnocení – plné obsazení místnosti .....	65
7.5. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část .....	68
7.6. Akustická simulace a její hodnocení – přítomných pouze 10 osob .....	71
7.7. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část .....	73
8. Závěr .....	75
8.1. Vysvětlivky hodnocených parametrů .....	76
8.2. Použité podklady .....	76
8.3. Výkresové a mapové podklady .....	76
9. Přílohy .....	76



## 1. Úvod

Tato zpráva byla vypracována na základě objednávky, s cílem vypracovat a posoudit návrh prostorové akustiky jednotlivých místností a sálů v budově CEMS II, Suchdol. Byly vybrány jednotlivé posluchárny, a také referenční místnosti, jejichž dispozice se často v celé budově opakuje. V těchto místnostech je dáván vysoký důraz na kvalitu prostorové akustiky, a zároveň na funkčnost všech navržených a provedených řešení. Tyto místnosti budou sloužit jako prostory pro školská zařízení. Je zde kladen vysoký důraz na srozumitelnost řeči, a také na samotnou distribuci zvuku v celé ploše místnosti, kde budou rozmístěni posluchači.

Místnosti se nachází v 1.NP a 2. NP.

Před provedením akustických úprav prostorů důrazně doporučujeme provést měření parametrů prostorové akustiky, aby bylo možné zkalibrovat řešení dle skutečného provedení.

### 1.1. Metodika výpočtu

Simulace byla provedena pomocí Software Odeon Auditorium v. 12.00.

použité standardy:

- ČSN 730525
- ČSN 730526
- ČSN 730527

## 2. Prostorová akustika – Přednáškový sál pro 275 osob č. 1.47

### 2.1. Popis prostoru

Místnost má délku cca 20 m a šířku cca 23,9 m. Světla výška místnosti je proměnlivá vzhledem k šikmému podhledu a křivce viditelnosti.

Objem místnosti je cca  $V = 1\,166\text{ m}^3$  (Odměřeno z modelu) a celková plocha ohraničujících vnitřních povrchů konstrukcí je cca  $S = 1\,066\text{ m}^2$ .

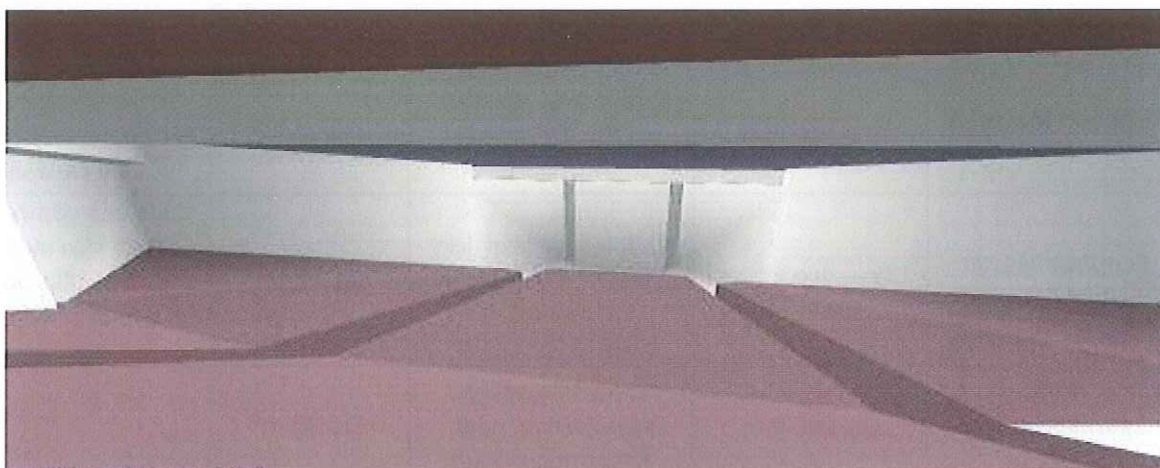
Celý prostor byl simulován za předpokladu zcela zaplněné místnosti (maximální kapacita posluchačů, a zařízení nábytkem, dle ČSN 73 0527).

### 2.2. Akustické řešení místnosti

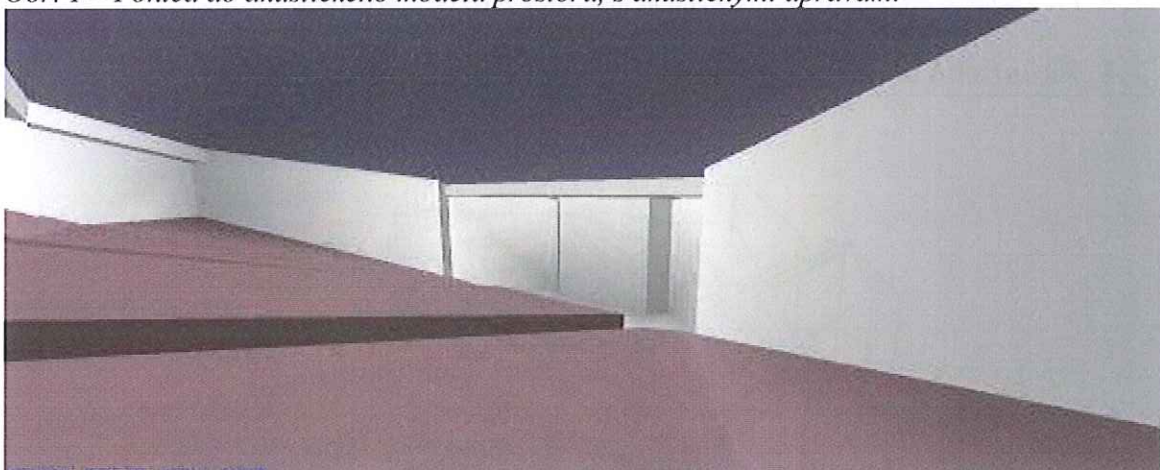
Na základě podkladů byl vytvořen akustický model. Před provedením akustického modelu nebylo provedeno měření jednotlivých parametrů prostorové akustiky, tudíž nemohl být akustický model zkalibrován dle skutečného stavu prostoru na základě těchto měření.

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





*Obr. 1 – Pohled do akustického modelu prostoru, s akustickými úpravami*



*Obr. 2 – pohled do akustického modelu prostoru, s akustickými úpravami*

### **2.3. Návrh akustických úprav**

V návrhu je uvažováno s plným zaplněním sálu (ČSN 73 0527).

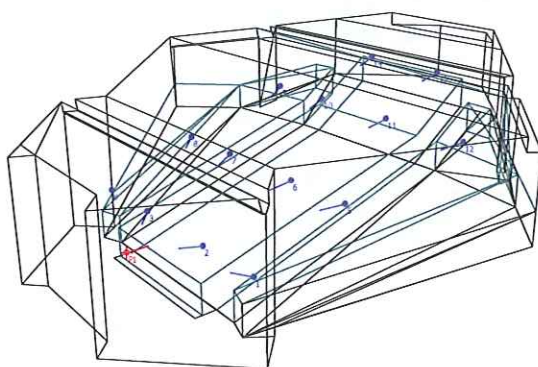
Veškeré akustické úpravy místnosti se budou odehrávat v podhledech, a částečně na stěnách (viz přílohy).

Podlaha bude ze zátěžového PVC, stěny opatřeny omítkou a vnitřním štukem.

Materiál	Odsazení/svěšení	Popis	Výměra / m <sup>2</sup>	Poznámka
<b>Ecophon Master A Alfa</b>	Cca 200 mm	Podhledový akustický systém, jednoduchá instalace	Cca 45 m <sup>2</sup>	+ vložená vrstva Extrabass, umístěno v zadní části sálu
<b>Ecophon Master Rigid A/Gamma</b>	Cca 200 mm	Podhledový akustický systém, jednoduchá montáž	Cca 179 m <sup>2</sup>	Umístěno ve střední části sálu mezi průvlaky, plus boční části mezi průvlaky a okny
<b>Plný sádrokartonový podhled</b>	Cca 200 mm	Plný bezesparý sádrokarton, např. Rigips nebo Knauf	Cca 35 m <sup>2</sup>	-

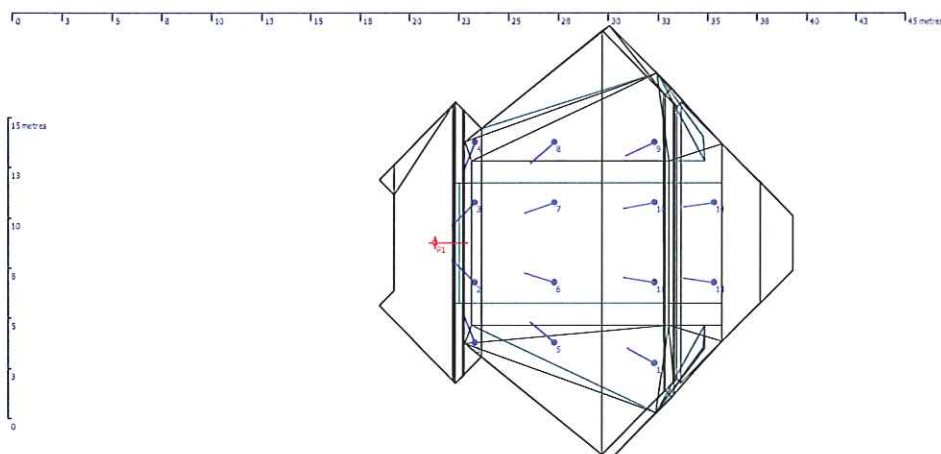
Tab. 1 – Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru prostoru.

## 2.4. Akustická simulace a její hodnocení – plná kapacita sálu



Odeon F 1305-2013 Licensee: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 3 - Počítačový 3D model místnosti - s vyznačením pozic virtuálních mikrofónů (modře) a všesměrového zdroje zvuku P1 (červeně).



Odeon F 1305-2013 Licensee: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

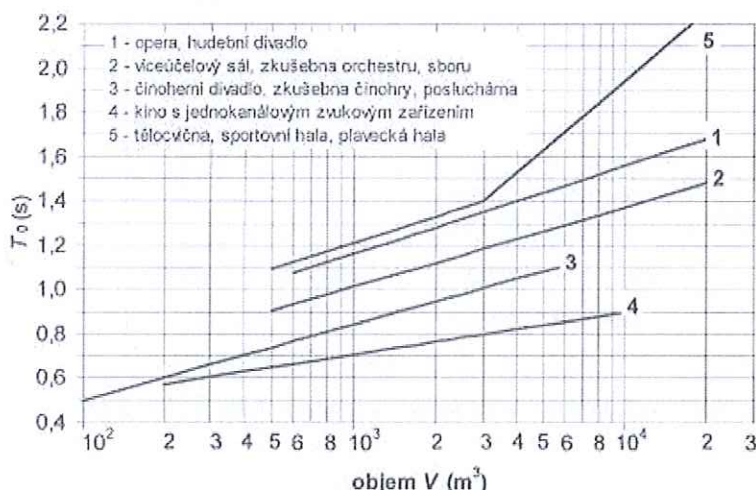
Obr. 4 - Počítačový 3D model místnosti - s vyznačením pozic virtuálních mikrofónů (modře) a všesměrového zdroje zvuku P1 (červeně)

Zjednodušený geometrický model místnosti byl vytvořený na základě projektové dokumentace poskytnuté zadavatelem. Zvukpohltivé vlastnosti vnitřních povrchů byly stanovené podle dřívě

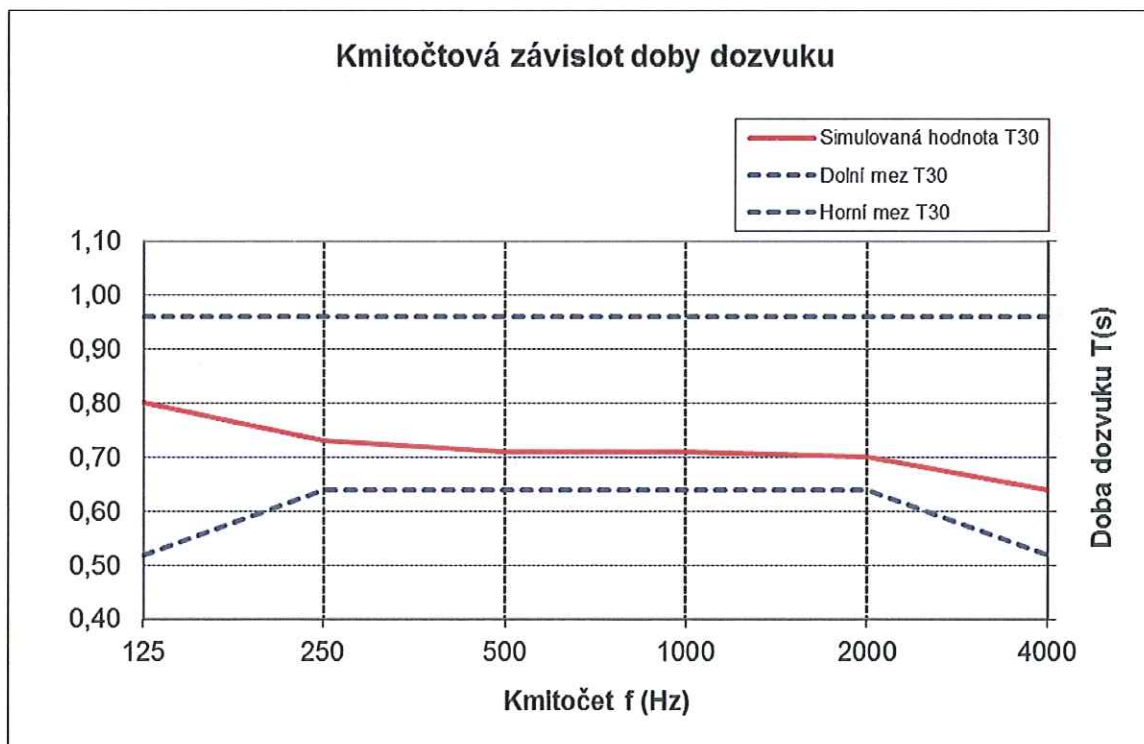
naměřených dat. Počítačová simulace byla provedená pro všesměrový zdroj zvuku a všesměrové přijímače (mikrofony).

### Optimální doba dozvuku je stanovena na základě doporučených hodnot normy ČSN 73 0527.

Byla stanovena optimální doba dozvuku  $T_0 = 0,8$  (s), která byla odečtená z grafu na základě známého objemu místnosti  $V = 1\,166\text{ m}^3$  (ČSN 73 0527). Výsledky simulace  $T_{30}$  jsou zobrazené na obr. 5, ze kterého je zřejmé, že doba dozvuku v navrhované místnosti po provedení akustických úprav se pohybuje v mezích zvoleného tolerančního pásma.

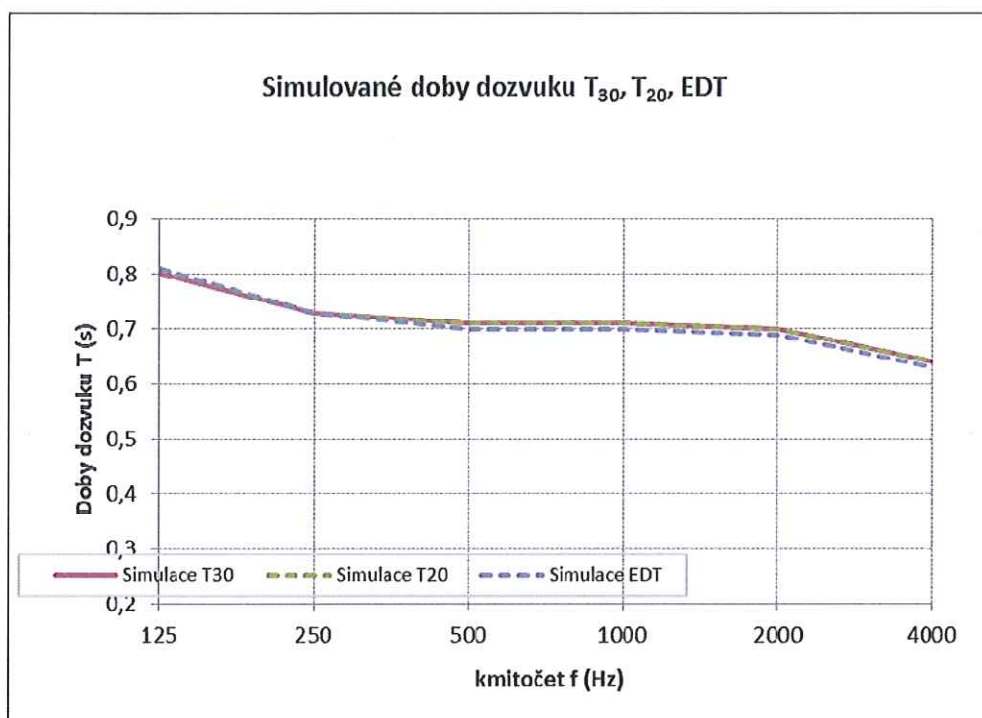


Obr. 5 Optimální doba dozvuku  $T_0$  pro jednotlivé typy prostorů. (ČSN 73 0527)



Obr. 6 Simulovaná průměrná doba dozvuku  $T_{30}$  a meze jejího tolerančního pásma v místnosti – simulovaná hodnota





Obr. 7 Simulace a srovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků  $T_{30}$ ,  $T_{20}$  a EDT v prostoru

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Simulace $T_{30}$ /s/	0,75	0,8	0,73	0,71	0,71	0,7	0,64	0,51
Simulace $T_{20}$ /s/	0,75	0,81	0,73	0,71	0,71	0,7	0,64	0,51
Simulace EDT /s/	0,75	0,81	0,73	0,70	0,70	0,69	0,63	0,48
SPL /dB/****	72,0	72,5	71,8	71,4	71,3	71,2	70,7	69,2
C80 /dB/	5,9	5,2	6,2	6,7	6,8	6,8	7,7	10,0
D50 /-/	0,64	0,61	0,67	0,69	0,70	0,70	0,73	0,80
Ts /ms/	49	54	46	43	43	42	39	30
LF80 /-/	0,224	0,224	0,209	0,20	0,199	0,200	0,195	0,184
Echo Max* /-/	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,46	0,44
STI*** /-/				0,70	Alcons** /%/			4,61
STI/Žena/*** /-/				0,70	RASTI*** /-/			0,69
STI/Muž/*** /-/				0,69				

Tab. 2 Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti

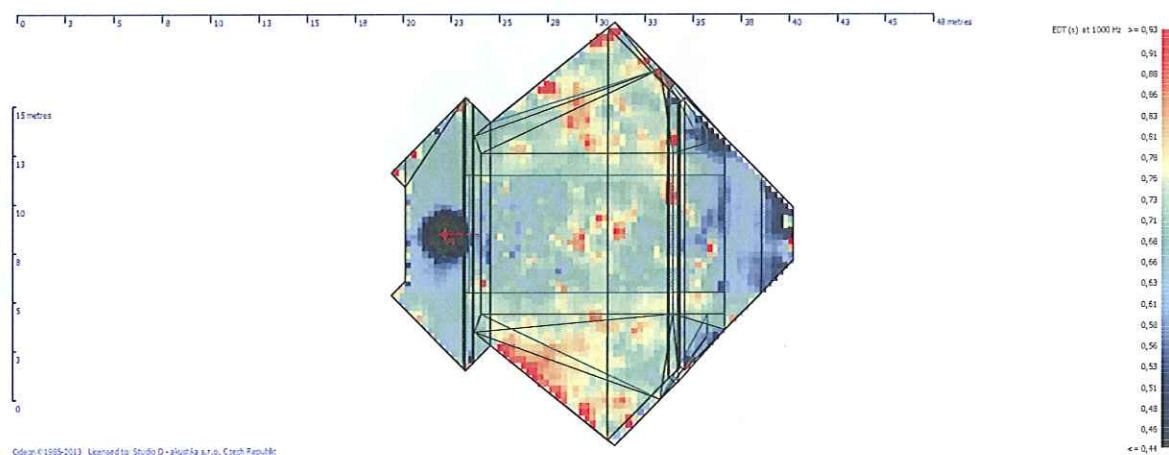
\*Echo bylo vypočteno dle Dietsch-Kraakova kritéria. Z tabulky je patrné, že maximální hodnoty ve všech bodech se nacházejí v rozmezí 0-0,9 (= 0-90%), tzn. v místnosti nevznikají rušivé jevy, jako např. třepotavá ozvěna, apod.

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

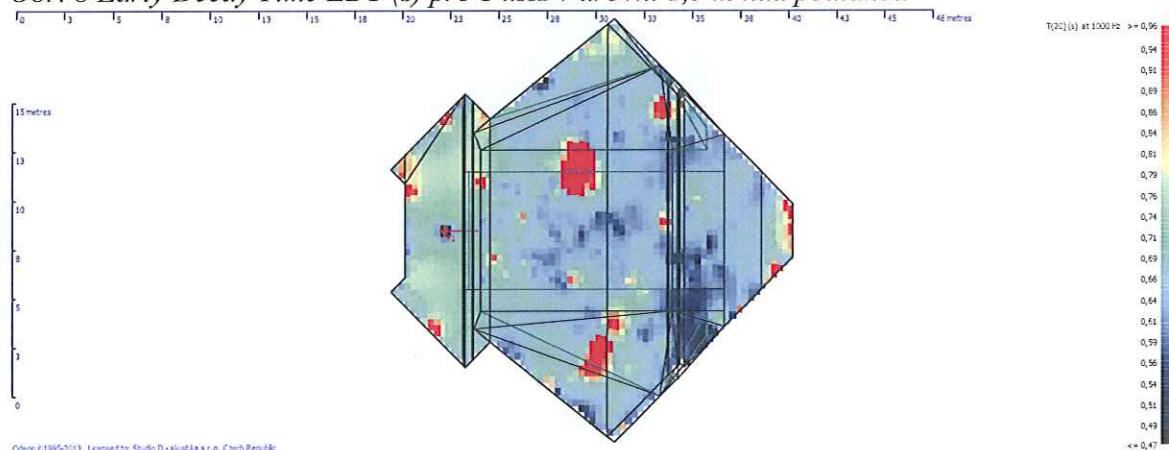
\*\*\* Hodnoty STI pro mužský i ženský hlas, a stejně tak RASTI byly vypočítané pro předpokládanou hladinu pozadí hluku <35 dB. Doporučené hodnoty parametru STI pro mluvené slovo jsou v rozmezí 0,6-1,0. Přičemž ideálně by se měly nacházet v rozmezí 0,7-1. Hodnoty STI byly vypočítané pro předpokládanou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

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

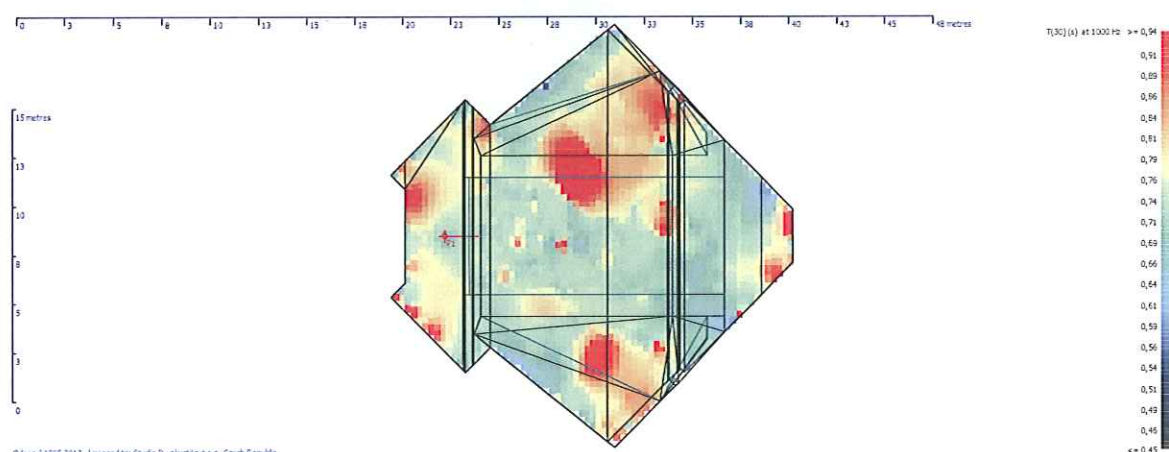
## 2.5. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část



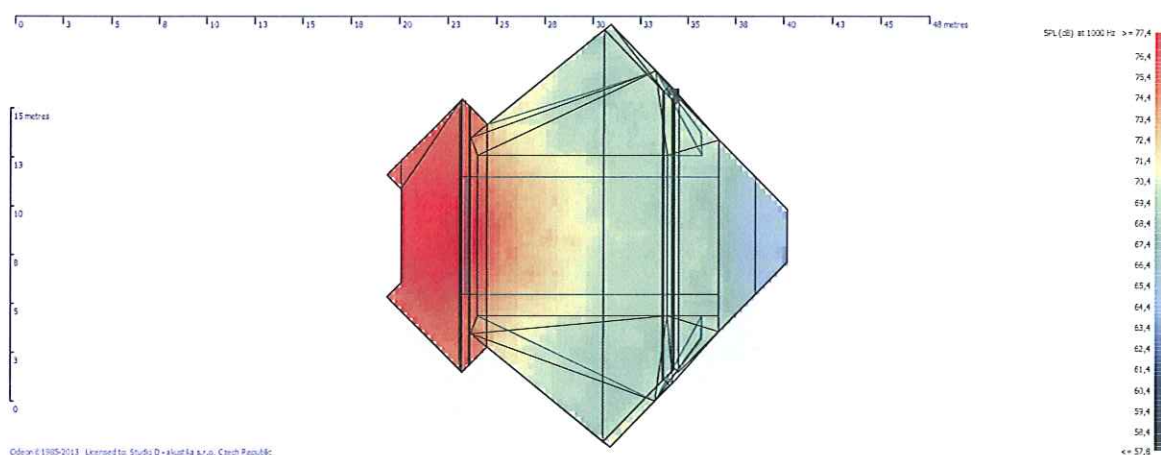
Obr. 8 Early Decay Time EDT (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



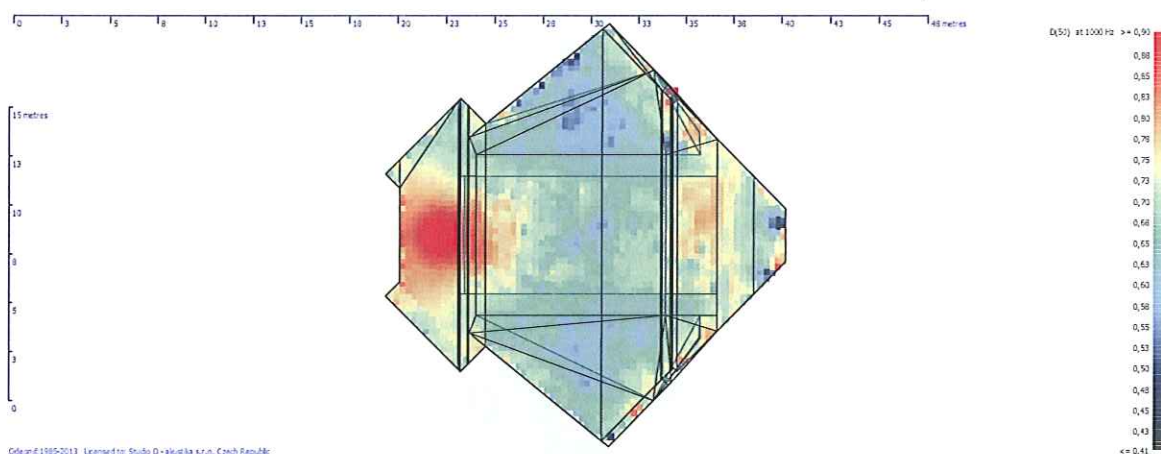
Obr. 9 Doba dozvuku T<sub>20</sub> (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



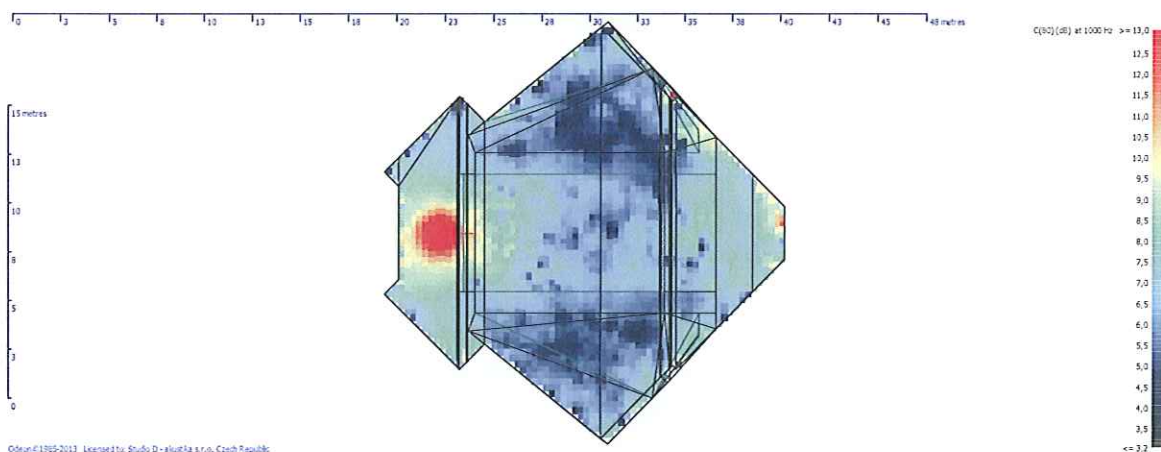
Obr. 10 Doba dozvuku T<sub>30</sub> (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



Obr. 11 Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou

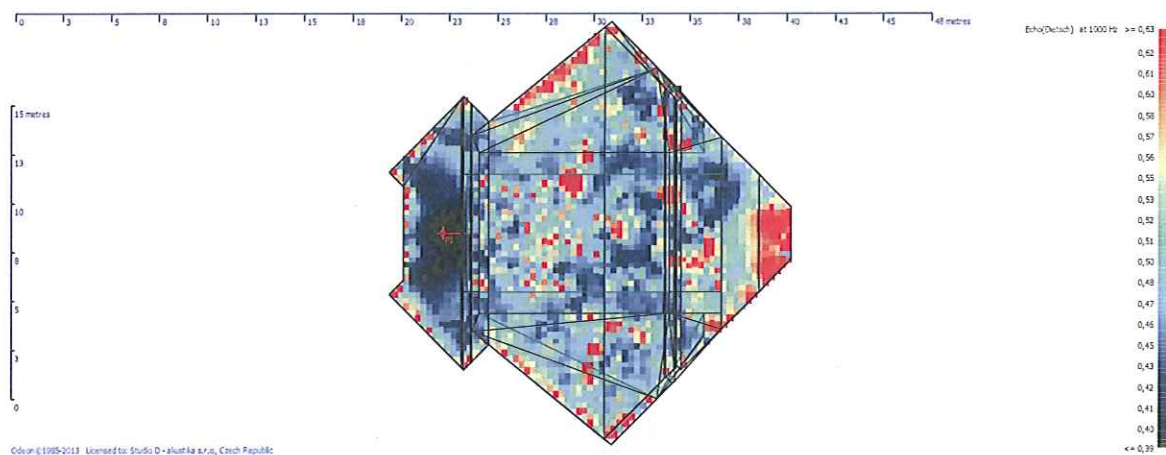


Obr. 12 Zřetelnost D50 (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou



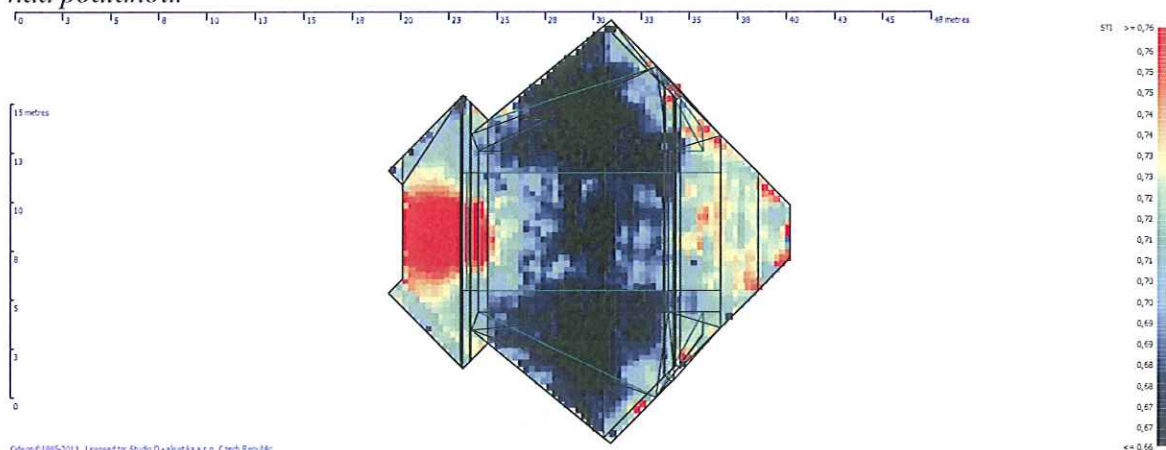
Obr. 13 Jasnost C80 (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou.





© 1995-2013. Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 14 Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,5 m nad podlahou.

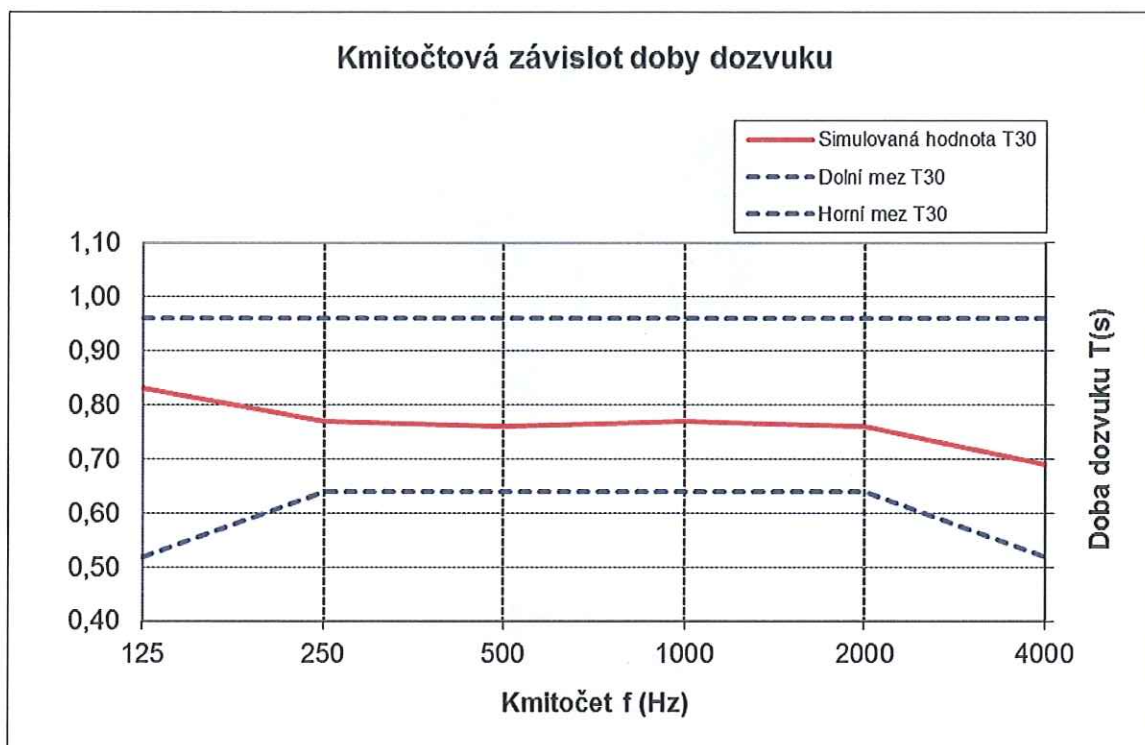


© 1995-2013. Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

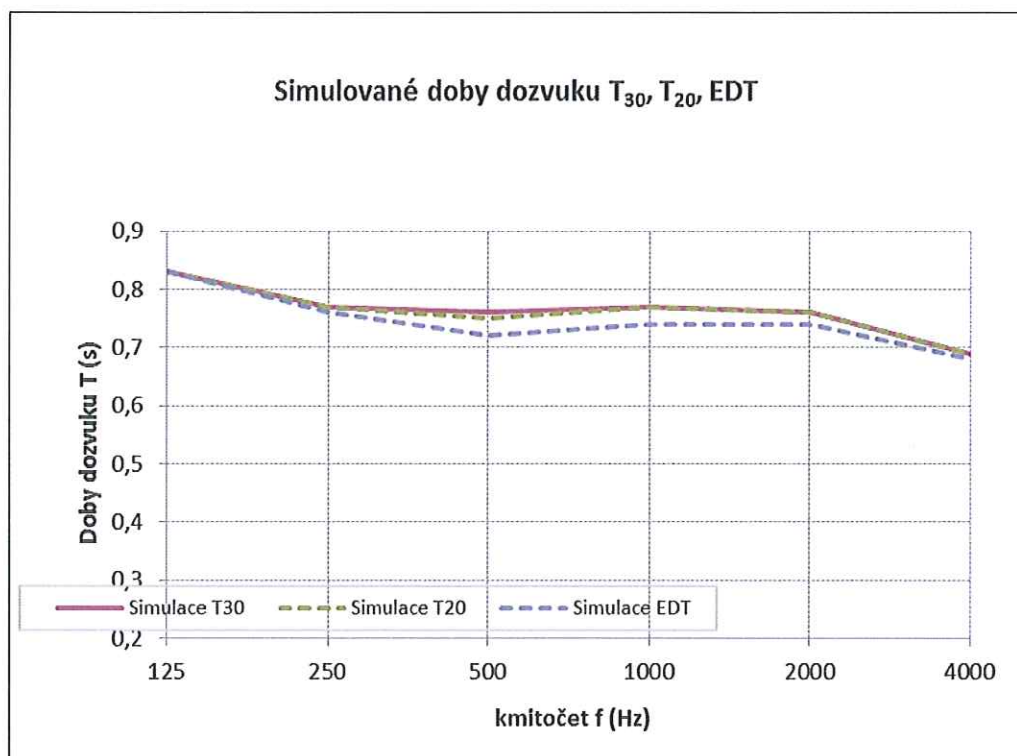
Obr. 15 Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou.

## 2.6. Akustická simulace a její hodnocení – kapacita sálu zaplněna z 80%

Pro lepší při hodnocení prostorové akustiky, a zároveň pro vyhovění požadavkům daným normou ČSN 73 0527 je nutné prozkoumat i chování celého prostoru při jeho zaplnění z 80% celkové kapacity. Na následujících stranách jsou výsledky simulace a její hodnocení pro takové obsazení posluchači.



Obr. 16 Simulovaná průměrná doba dozvuku  $T_{30}$  a meze jejího tolerančního pásma v místnosti – simulovaná hodnota



Obr. 17 Simulace a srovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků  $T_{30}$ ,  $T_{20}$  a EDT v prostoru

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Simulace T30 /s/	0,77	0,83	0,77	0,76	0,77	0,76	0,69	0,54
Simulace T20 /s/	0,76	0,83	0,77	0,75	0,77	0,76	0,69	0,54
Simulace EDT /s/	0,75	0,83	0,76	0,72	0,74	0,74	0,68	0,51
SPL /dB/****	72,0	72,6	72,0	71,6	71,7	71,6	71,1	69,5
C80 /dB/	5,8	5,0	5,9	6,4	6,2	6,2	7,0	9,4
D50 /-/	0,64	0,61	0,66	0,68	0,67	0,67	0,70	0,78
Ts /ms/	50	55	48	45	46	46	42	32
LF80 /-/	0,224	0,224	0,209	0,200	0,201	0,203	0,198	0,187
Echo Max* /-/	0,47	0,48	0,47	0,46	0,46	0,46	0,45	0,43
STI*** /-/				0,68	Alcons** /%/			4,89
STI/Žena/*** /-/				0,68	RASTI*** /-/			0,68
STI/Muž/*** /-/				0,68				

Tab. 3 Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti

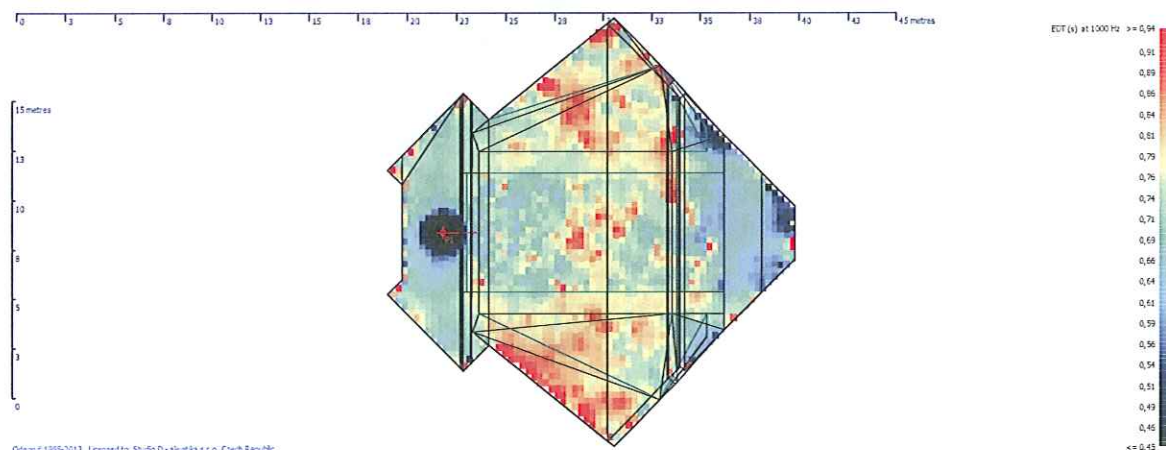
\*Echo bylo vypočteno dle Dietsch-Kraakova kritéria. Z tabulky je patrné, že maximální hodnoty ve všech bodech se nacházejí v rozmezí 0-0,9 (= 0-90%), tzn. v místnosti nevznikají rušivé jevy, jako např. třepotavá ozvěna, apod.

\*\* Parametr Alcons (Articulation loss) je sice parametr používaný v zahraničí, avšak je vhodné jej určit. Nachází se v přípustném rozmezí (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.

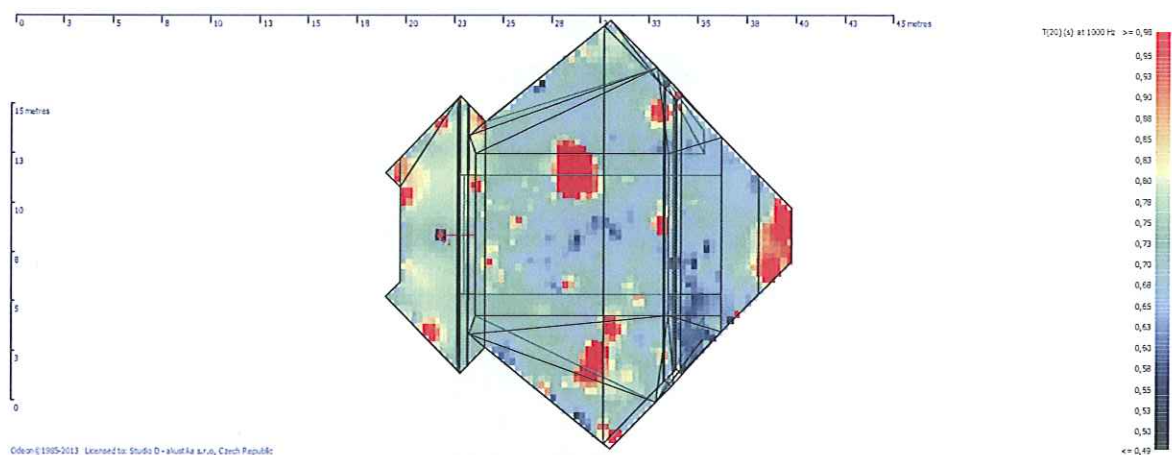
\*\*\*\* Průměrná hodnota akustického tlaku v místnosti za předpokladu akustického výkonu zdroje cca 90 dB.

## 2.7. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část



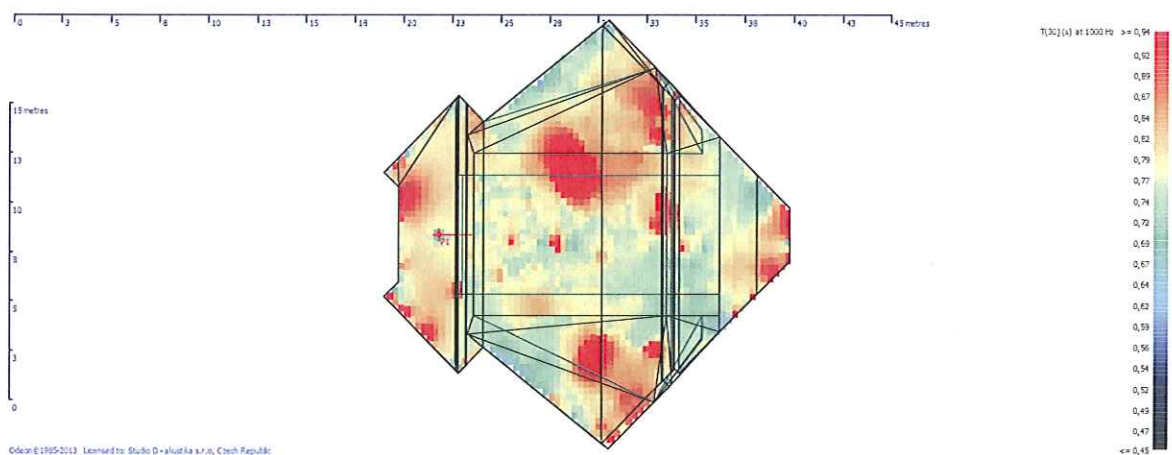
Obr. 18 Early Decay Time EDT (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou





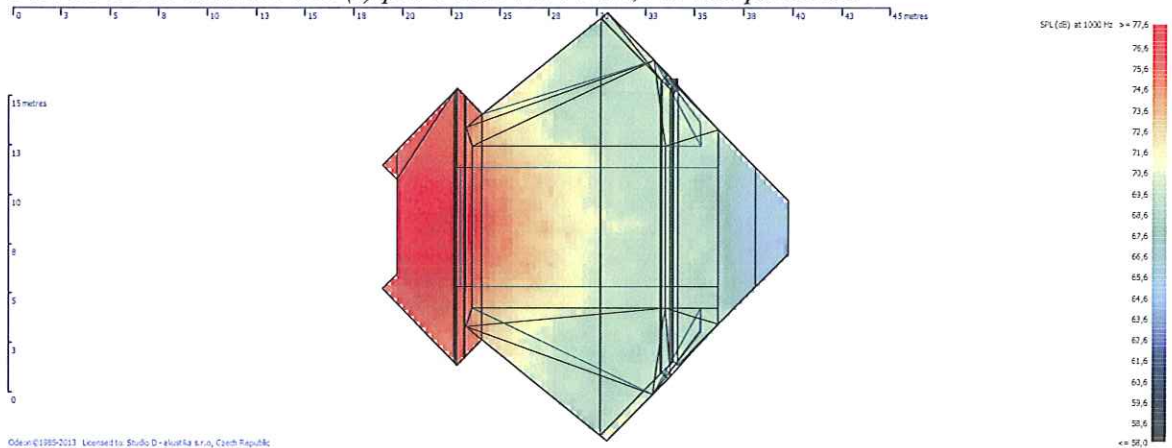
Odex©1985-2013 Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 19 Doba dozvuku T20 (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



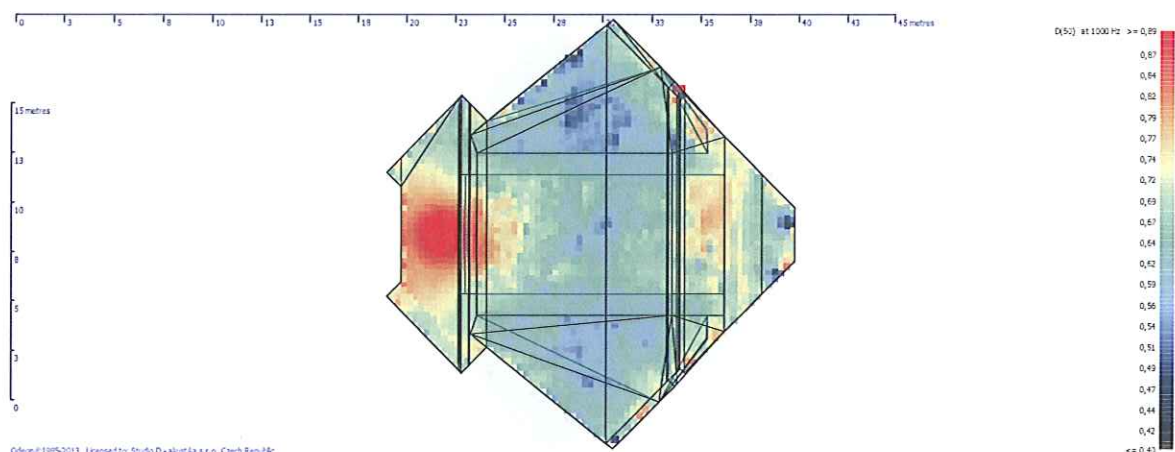
Odex©1985-2013 Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 20 Doba dozvuku T30 (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



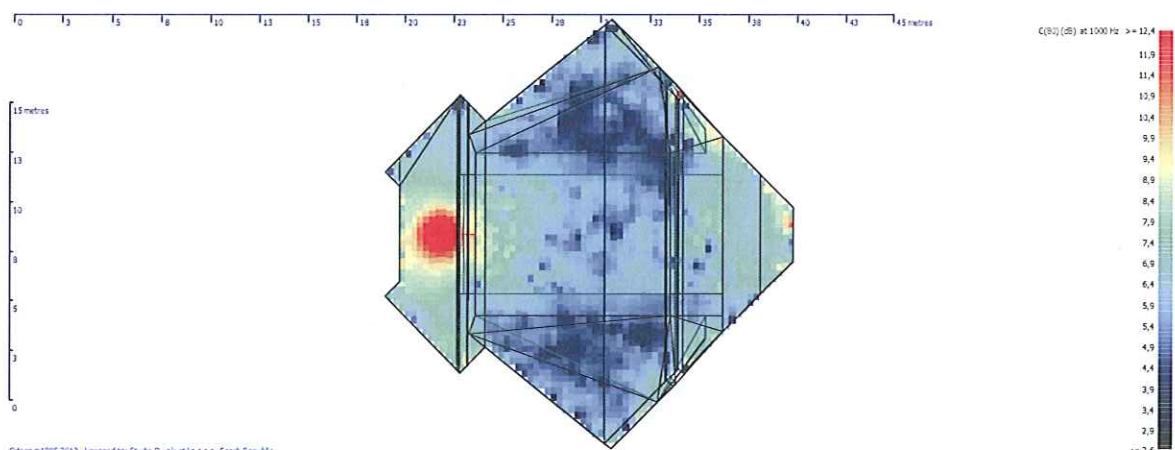
Odex©1985-2013 Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 21 Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



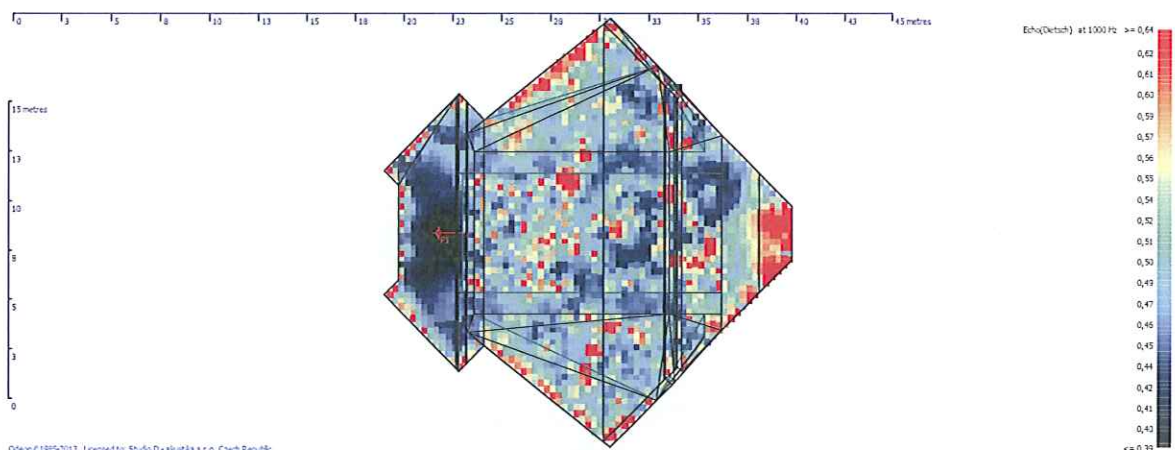
Odson©1995-2013 Licensed to Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 22 Zřetelnost D50 (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou



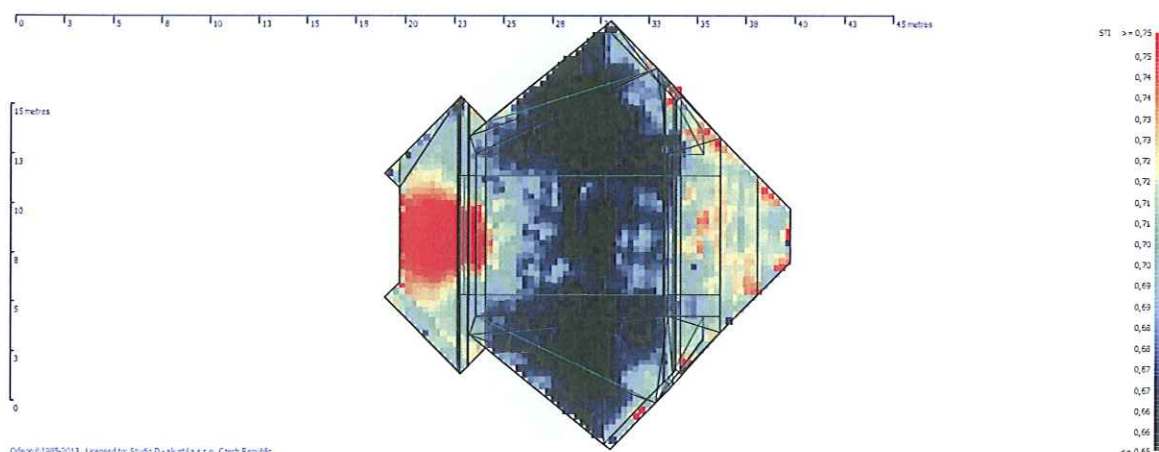
Odson©1995-2013 Licensed to Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 23 Jasnost C80 (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou.



Odson©1995-2013 Licensed to Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 24 Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,5 m nad podlahou.



Obrázek © 1998-2013. Vytvořeno: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 25 Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou.

### 3. Prostorová akustika – Přednáškový sál pro 60 osob č. 1.55

#### 3.1. Popis prostoru

Místnost má délku cca 9 m a šířku cca 8,2 m. Světla výška místnosti je proměnlivá vzhledem k šikmému a odskočenému podhledu a křivce viditelnosti.

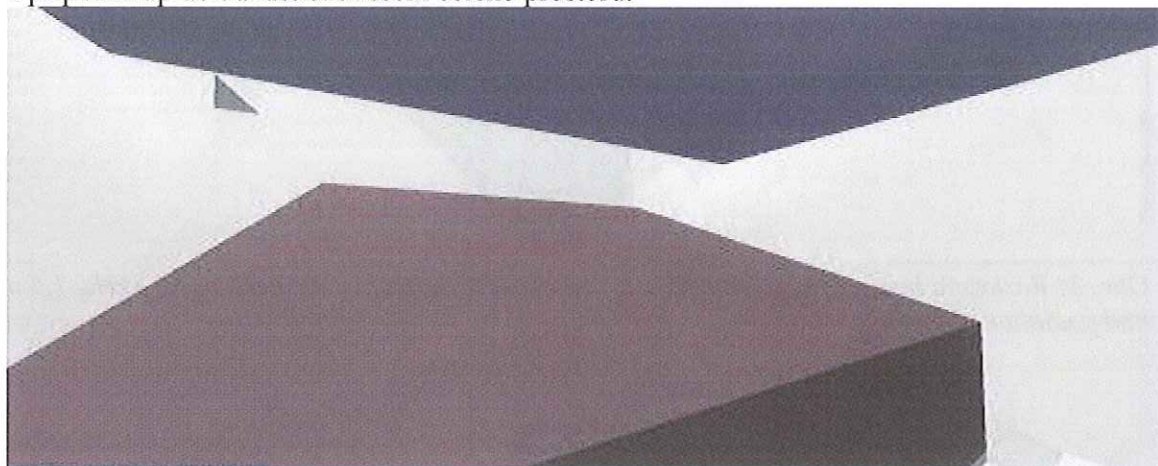
Objem místnosti je cca  $V = 246 \text{ m}^3$  (Odměřeno z modelu) a celková plocha ohraničujících vnitřních povrchů konstrukcí je cca  $S = 327 \text{ m}^2$ .

Celý prostor byl simulován za předpokladu zcela zaplněné místnosti (maximální kapacita posluchačů, a zařízení nábytkem, dle ČSN 73 0527).

#### 3.2. Akustické řešení místnosti

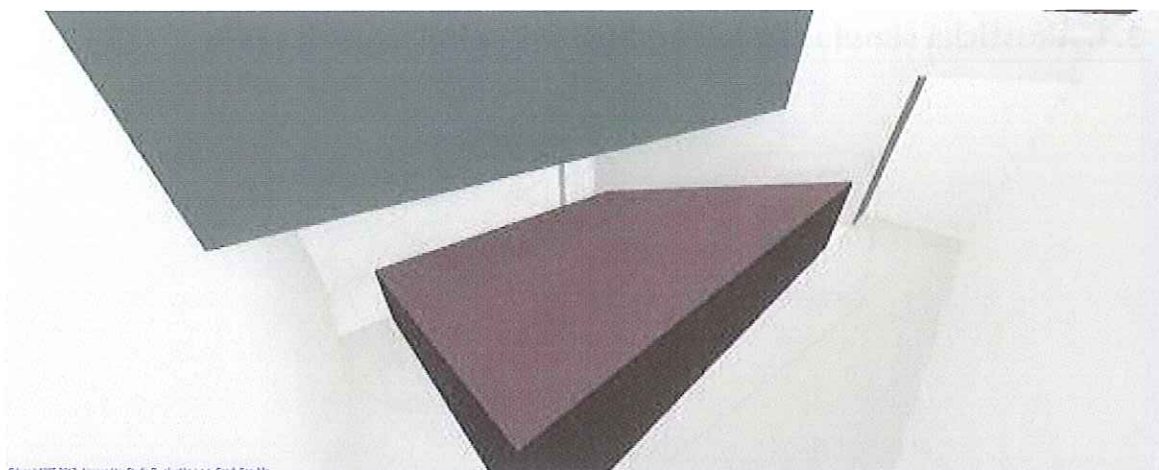
Na základě podkladů byl vytvořen akustický model. Před provedením akustického modelu nebylo provedeno měření jednotlivých parametrů prostorové akustiky, tudíž nemohl být akustický model zkalibrován dle skutečného stavu prostoru na základě těchto měření.

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



Obr. 26 – Pohled do akustického modelu prostoru, s akustickými úpravami





Odeon 1305-2012. Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

*Obr. 27 – pohled do akustického modelu prostoru, s akustickými úpravami*

### 3.3. Návrh akustických úprav

V návrhu je uvažováno s plným zaplněním sálu (ČSN 73 0527).

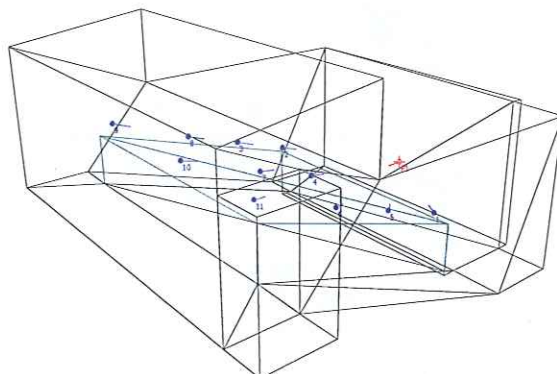
Veškeré akustické úpravy místnosti se budou odehrávat v podhledech, a částečně na stěnách (viz přílohy).

Podlaha bude ze zátěžového PVC, stěny opatřeny omítkou a vnitřním štukem.

Materiál	Odsazení/svěšení	Popis	Výměra / m <sup>2</sup>	Poznámka
<b>Ecophon Focus A</b>	Cca 200 mm	Podhledový akustický systém, jednoduchá instalace	Cca 27 m <sup>2</sup>	+ vložená vrstva Extrabass, umístěno v zadní části sálu
<b>Ecophon Master Rigid A/Gamma</b>	Cca 200 mm	Podhledový akustický systém, jednoduchá montáž	Cca 34,5 m <sup>2</sup>	Umístěno v přední části sálu, nižší část podhledu
<b>Obklad Sonit D30</b>	Cca 100 mm	Stěnový akustický systém	Cca 27 m <sup>2</sup>	Umístěno na zadní stěnu, dle požadavku projektanta

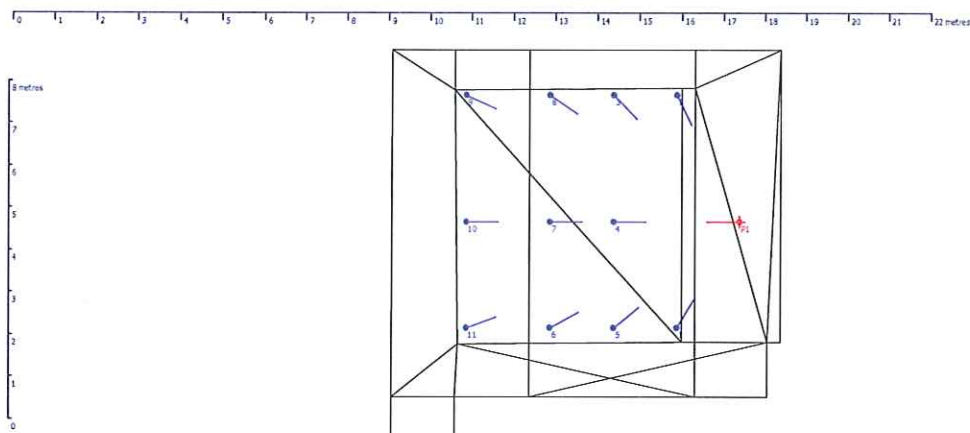
*Tab. 4 – Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru prostoru.*

### 3.4. Akustická simulace a její hodnocení – plná kapacita sálu



©2009-2013. Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 28 - Počítačový 3D model místnosti - s vyznačením pozic virtuálních mikrofónů (modře) a všesměrového zdroje zvuku P1 (červeně).



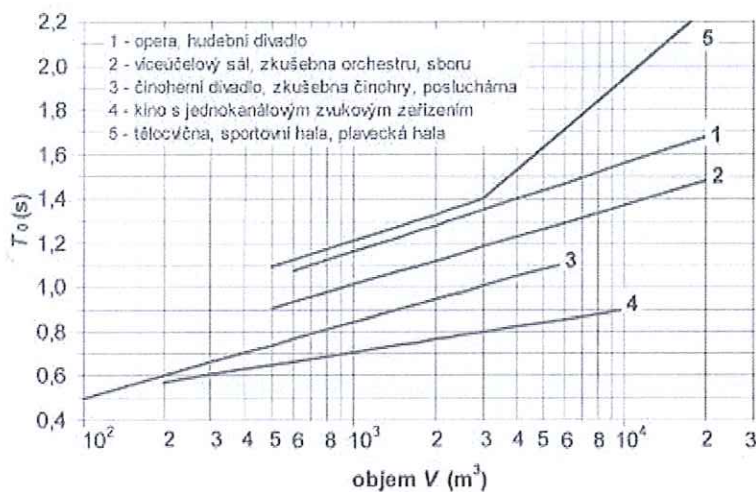
©2009-2013. Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 29 - Počítačový 3D model místnosti - s vyznačením pozic virtuálních mikrofónů (modře) a všesměrového zdroje zvuku P1 (červeně)

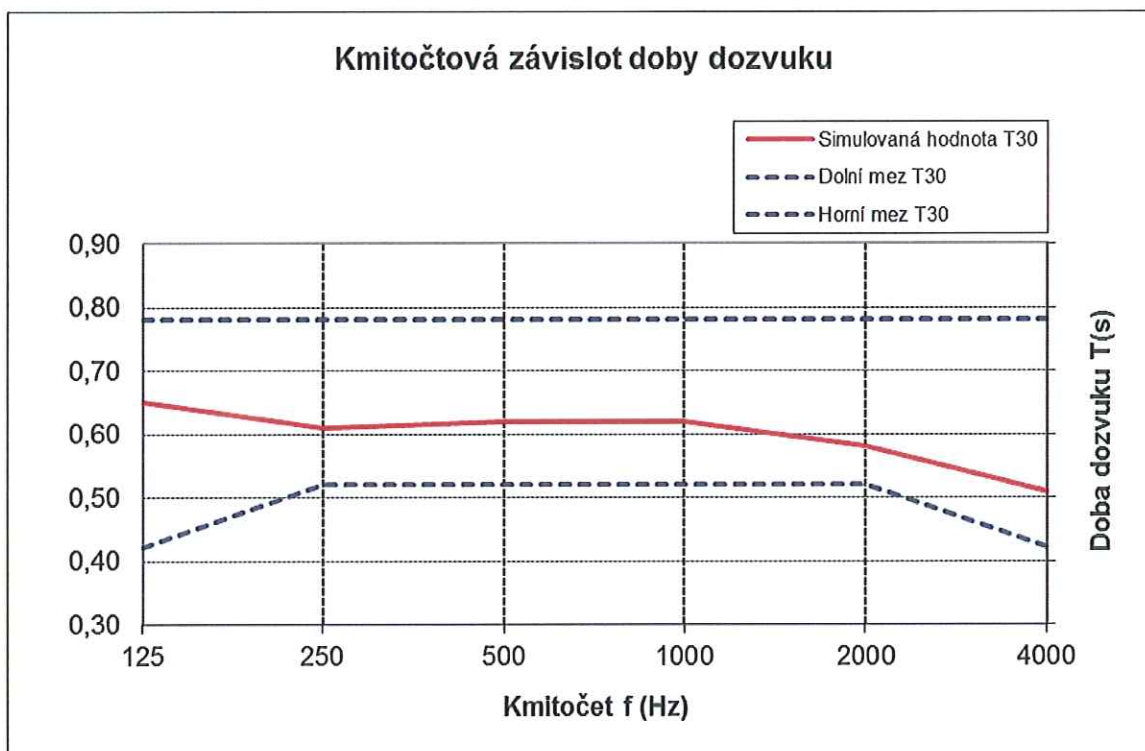
Zjednodušený geometrický model místnosti byl vytvořený na základě projektové dokumentace poskytnuté zadavatelem. Zvukopohltivé vlastnosti vnitřních povrchů byly stanovené podle dříve naměřených dat. Počítačová simulace byla provedená pro všesměrový zdroj zvuku a všesměrové přijímače (mikrofony).

**Optimální doba dozvuku je stanovena na základě doporučených hodnot normy ČSN 73 0527.**

Byla stanovena optimální doba dozvuku  $T_0 = 0,65$  (s), která byla odečtená z grafu na základě známého objemu místnosti  $V = 246 \text{ m}^3$  (ČSN 73 0527). Výsledky simulace  $T_{30}$  jsou zobrazené na obr. 30, ze kterého je zřejmé, že doba dozvuku v navrhované místnosti po provedení akustických úprav se pohybuje v mezích zvoleného tolerančního pásma.

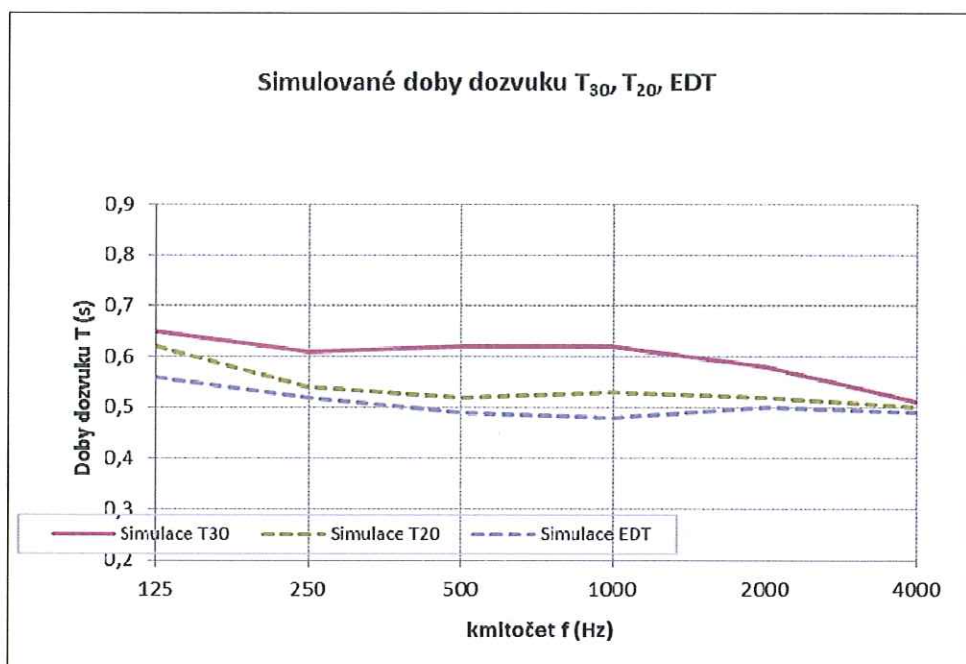


Obr. 30 Optimální doba dozvuku  $T_0$  pro jednotlivé typy prostorů. (ČSN 73 0527)



Obr. 31 Simulovaná průměrná doba dozvuku  $T_{30}$  a meze jejího tolerančního pásma v místnosti – simulovaná hodnota





Obr. 32 Simulace a srovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků  $T_{30}$ ,  $T_{20}$  a EDT v prostoru

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Simulace $T_{30}$ /s/	0,63	0,65	0,61	0,62	0,62	0,58	0,51	0,42
Simulace $T_{20}$ /s/	0,59	0,62	0,54	0,52	0,53	0,52	0,50	0,42
Simulace EDT /s/	0,52	0,56	0,52	0,49	0,48	0,50	0,49	0,47
SPL /dB/****	76,4	76,9	75,8	75,1	75,2	75,4	75,3	74,5
C80 /dB/	8,9	8,3	10,5	11,8	11,3	10,8	10,8	12,7
D50 /-/	0,76	0,74	0,81	0,85	0,84	0,82	0,82	0,86
Ts /ms/	36	38	30	26	27	28	28	24
LF80 /-/	0,286	0,288	0,281	0,276	0,273	0,270	0,261	0,253
Echo Max* /-/	0,42	0,43	0,41	0,44	0,44	0,41	0,40	0,39
STI*** /-/			0,77	Alcons** /%/				3,24
STI/Žena/*** /-/			0,77	RASTI*** /-/				0,77
STI/Muž/*** /-/			0,76					

Tab. 5 Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti

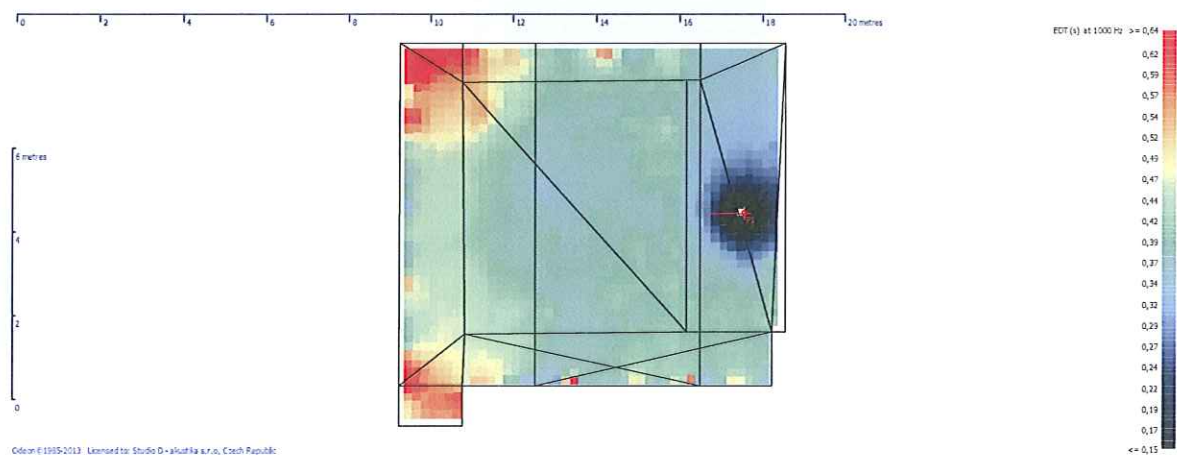
\*Echo bylo vypočteno dle Dietsch-Kraakova kritéria. Z tabulky je patrné, že maximální hodnoty ve všech bodech se nacházejí v rozmezí 0-0,9 (= 0-90%), tzn. v místnosti nevznikají rušivé jevy, jako např. třepotavá ozvěna, apod.

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

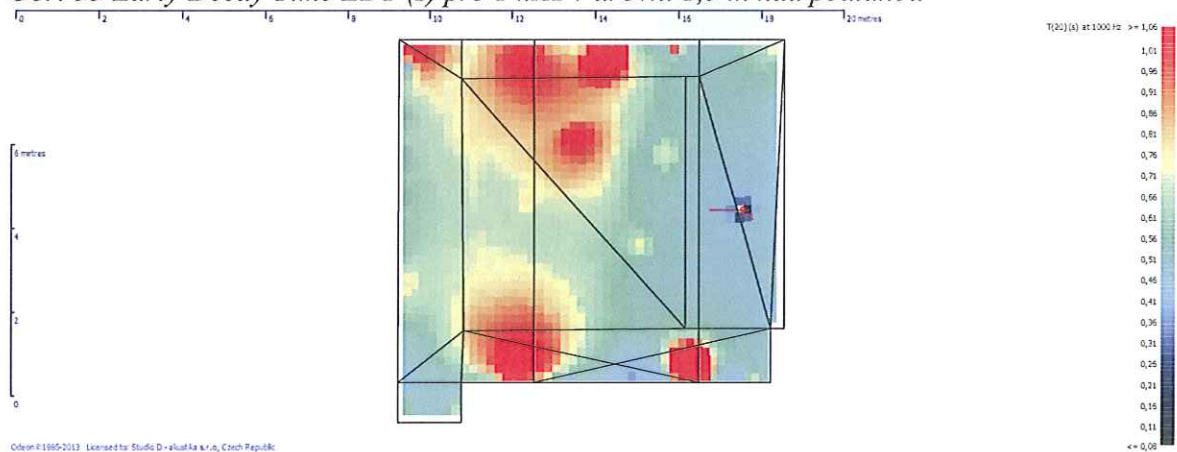
\*\*\* Hodnoty STI pro mužský i ženský hlas, a stejně tak RASTI byly vypočítané pro předpokládanou hladinu pozadí hluku <35 dB. Doporučené hodnoty parametru STI pro mluvené slovo jsou v rozmezí 0,6-1,0. Přičemž ideálně by se měly nacházet v rozmezí 0,7-1. Hodnoty STI byly vypočítané pro předpokládanou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

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

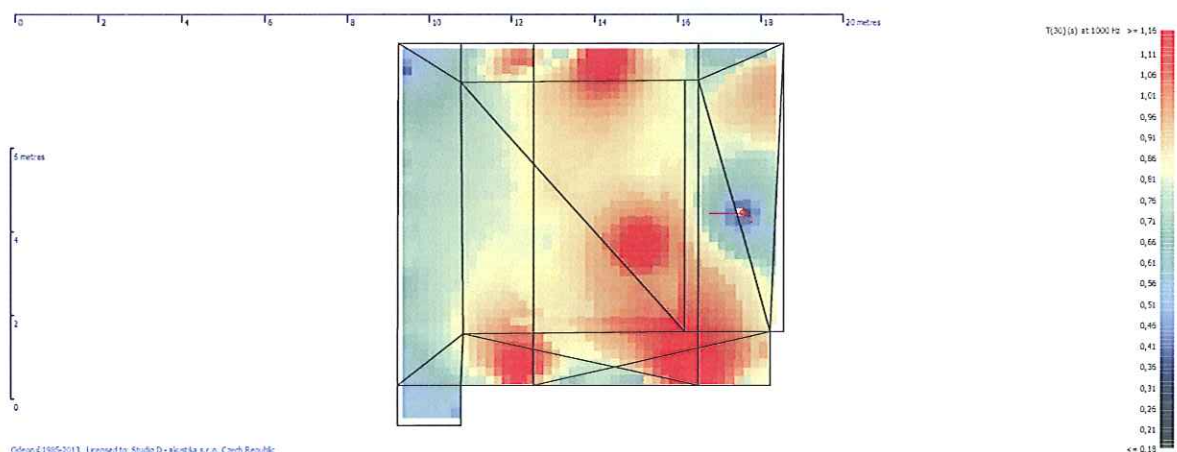
### 3.5. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část



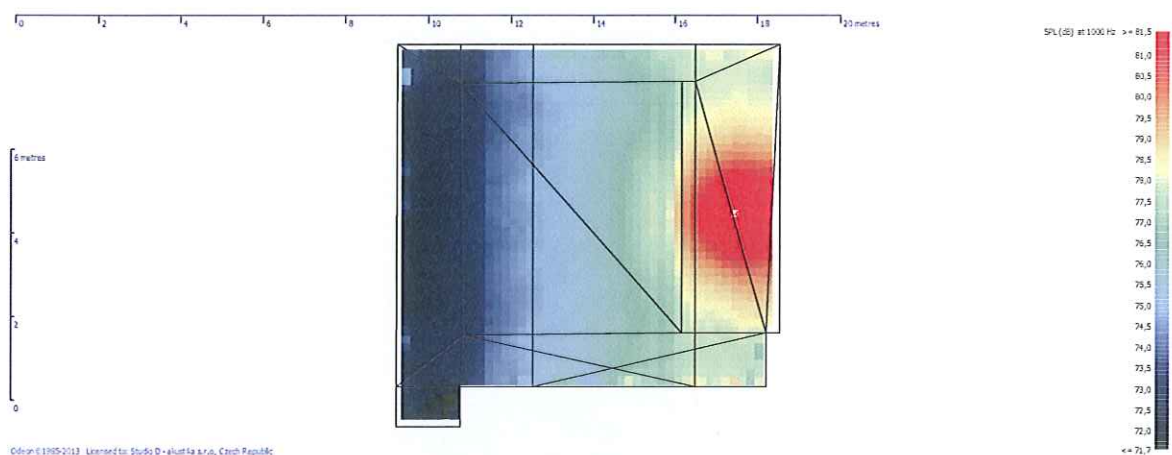
Obr. 33 Early Decay Time EDT (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



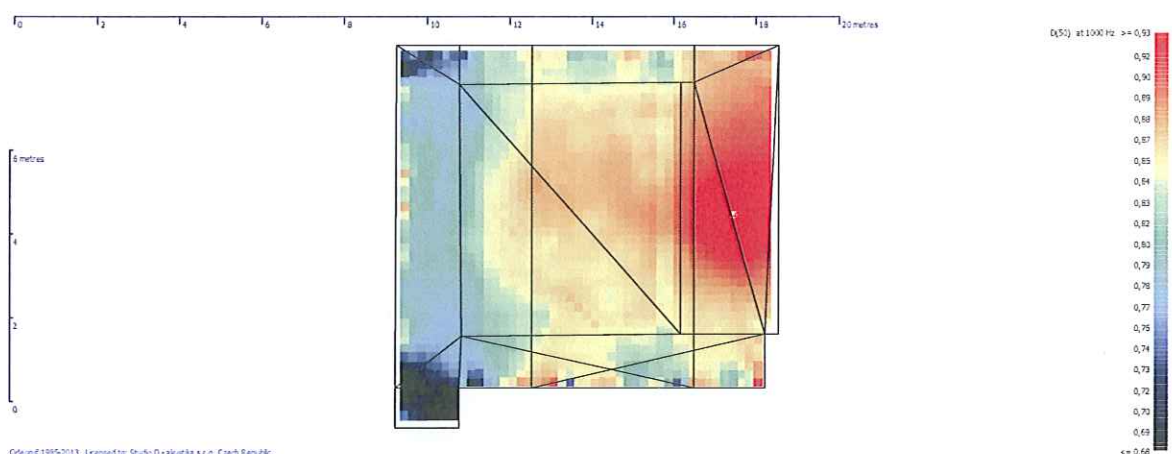
Obr. 34 Doba dozvuku T20 (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



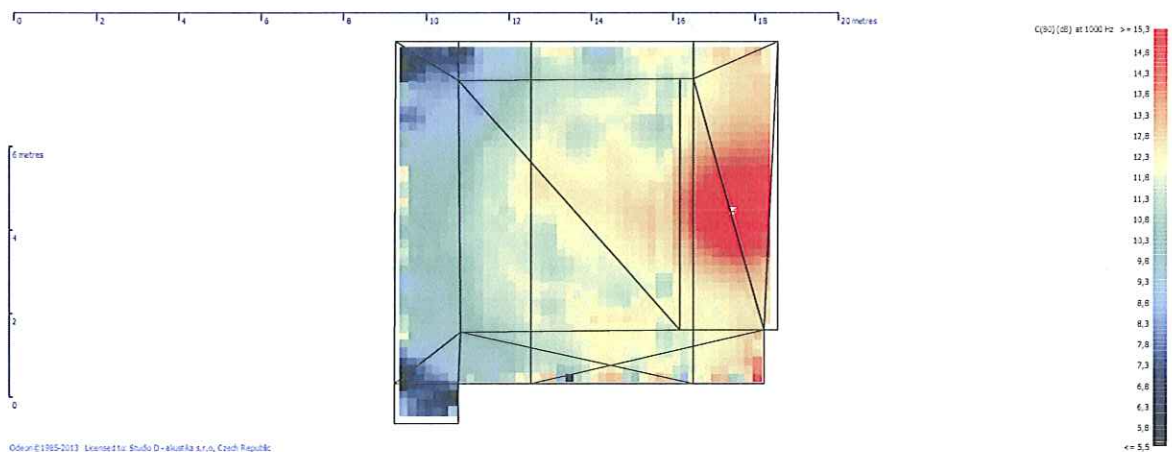
Obr. 35 Doba dozvuku T30 (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



Obr. 36 Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou

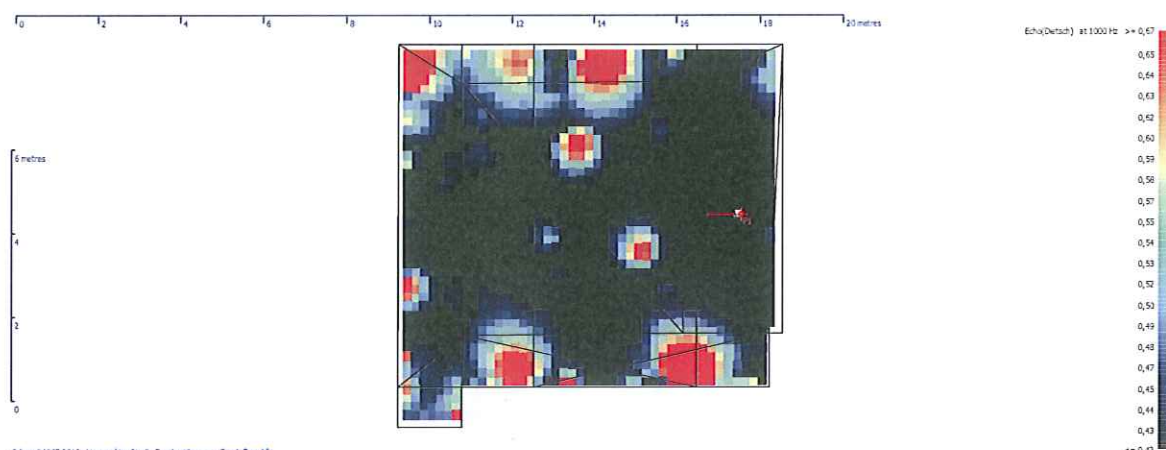


Obr. 37 Zřetelnost D50 (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou

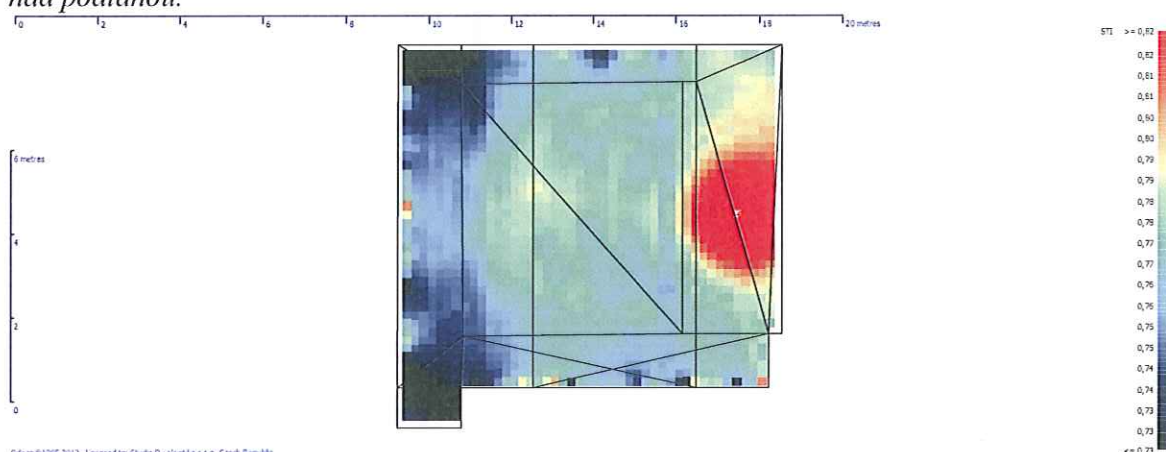


Obr. 38 Jasnost C80 (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou.





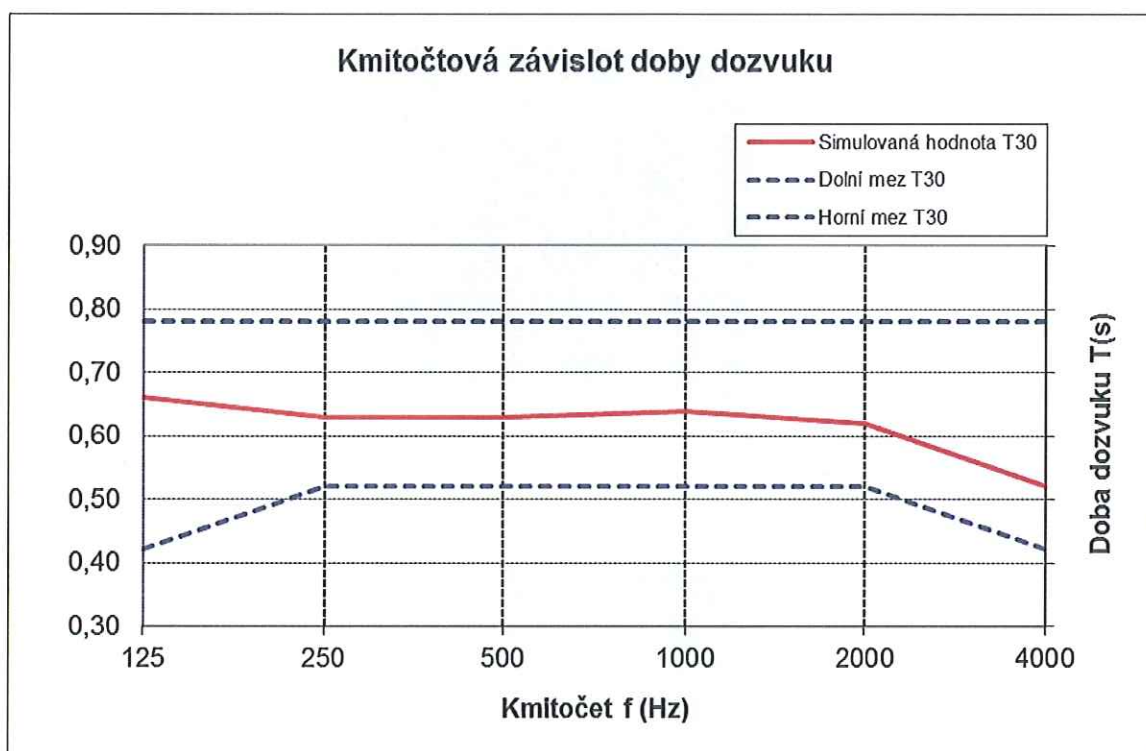
Obr. 39 Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,5 m nad podlahou.



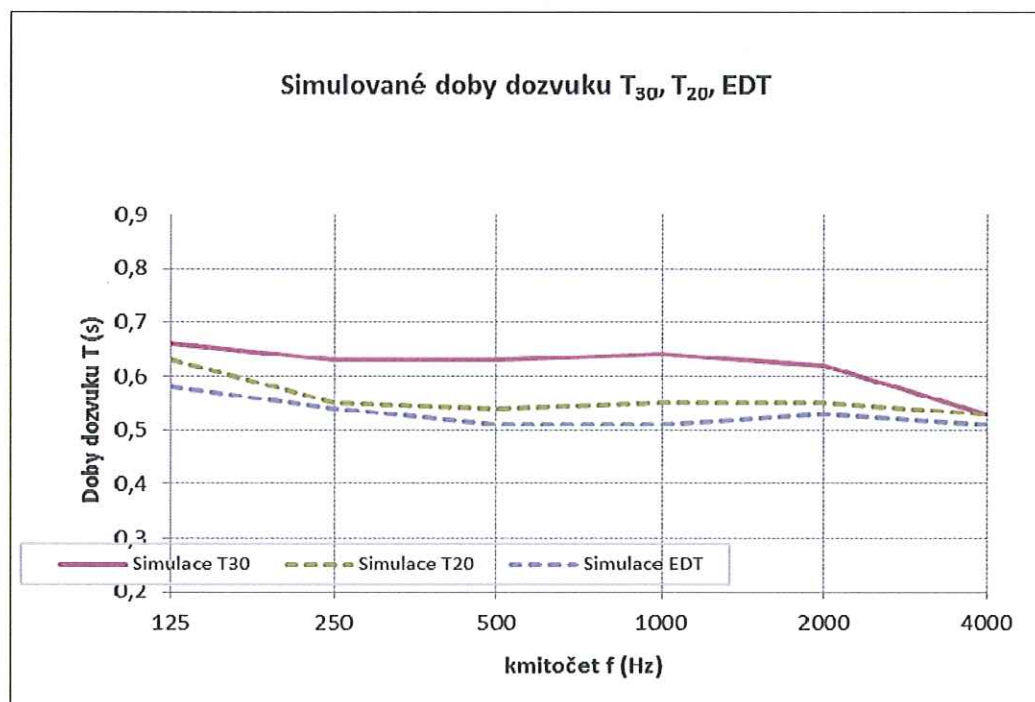
Obr. 40 Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou.

### 3.6. Akustická simulace a její hodnocení – kapacita sálu zaplněna z 80%

Pro lepší při hodnocení prostorové akustiky, a zároveň pro vyhovění požadavkům daným normou ČSN 73 0527 je nutné prozkoumat i chování celého prostoru při jeho zaplnění z 80% celkové kapacity. Na následujících stranách jsou výsledky simulace a její hodnocení pro takové obsazení posluchači.



Obr. 41 Simulovaná průměrná doba dozvuku  $T_{30}$  a meze jejího tolerančního pásma v místnosti – simulovaná hodnota



Obr. 42 Simulace a srovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků  $T_{30}$ ,  $T_{20}$  a EDT v prostoru

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Simulace T30 /s/	0,63	0,66	0,63	0,63	0,64	0,62	0,53	0,43
Simulace T20 /s/	0,59	0,63	0,55	0,54	0,55	0,55	0,53	0,44
Simulace EDT /s/	0,56	0,58	0,54	0,51	0,51	0,53	0,51	0,43
SPL /dB/****	76,4	77,0	75,9	75,3	75,5	75,8	75,7	74,8
C80 /dB/	8,9	8,2	10,3	11,5	10,8	10,3	10,3	12,1
D50 /-/	0,76	0,74	0,81	0,84	0,83	0,81	0,81	0,85
Ts /ms/	36	38	31	27	29	30	30	25
LF80 /-/	0,286	0,289	0,282	0,277	0,274	0,272	0,264	0,255
Echo Max* /-/	0,42	0,43	0,41	0,44	0,44	0,42	0,41	0,39
STI*** /-/				0,76	Alcons** /%/			3,34
STI/Žena/*** /-/				0,76	RASTI*** /-/			0,77
STI/Muž/*** /-/				0,76				

Tab. 6 Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti

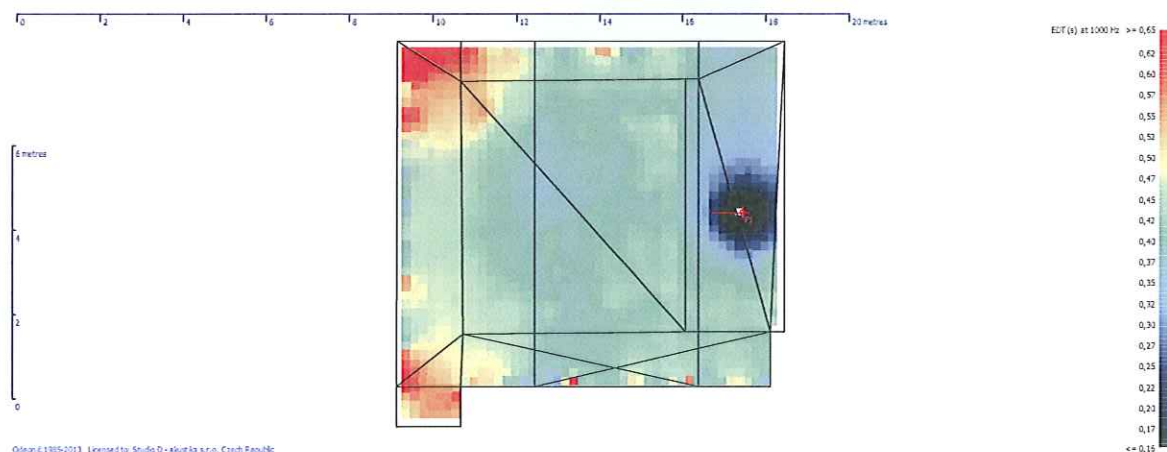
\*Echo bylo vypočteno dle Dietsch-Kraakova kritéria. Z tabulky je patrné, že maximální hodnoty ve všech bodech se nacházejí v rozmezí 0-0,9 (= 0-90%), tzn. v místnosti nevznikají rušivé jevy, jako např. třepotavá ozvěna, apod.

\*\* Parametr Alcons (Articulation loss) je sice parametr používaný v zahraničí, avšak je vhodné jej určit. Nachází se v přípustném rozmezí (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.

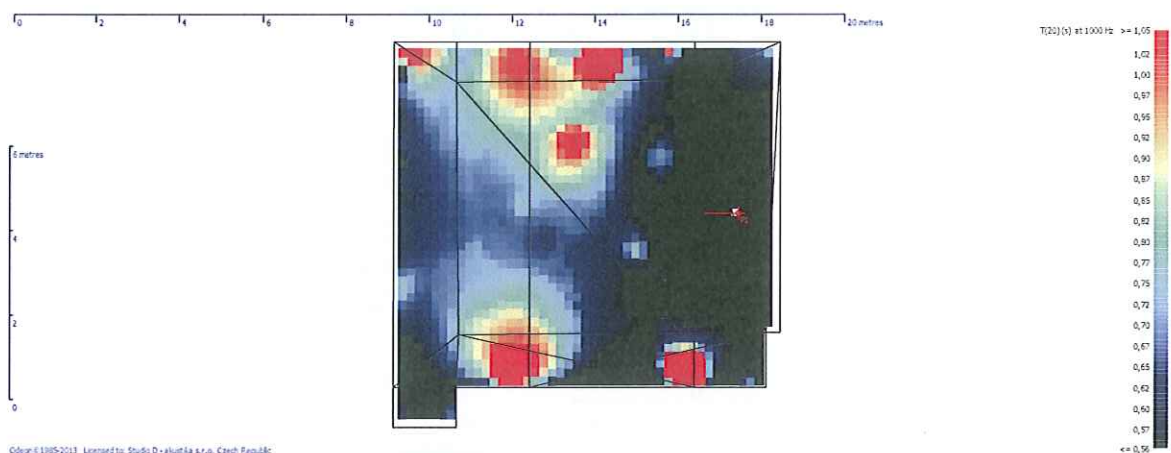
\*\*\*\* Průměrná hodnota akustického tlaku v místnosti za předpokladu akustického výkonu zdroje cca 90 dB.

### 3.7. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část



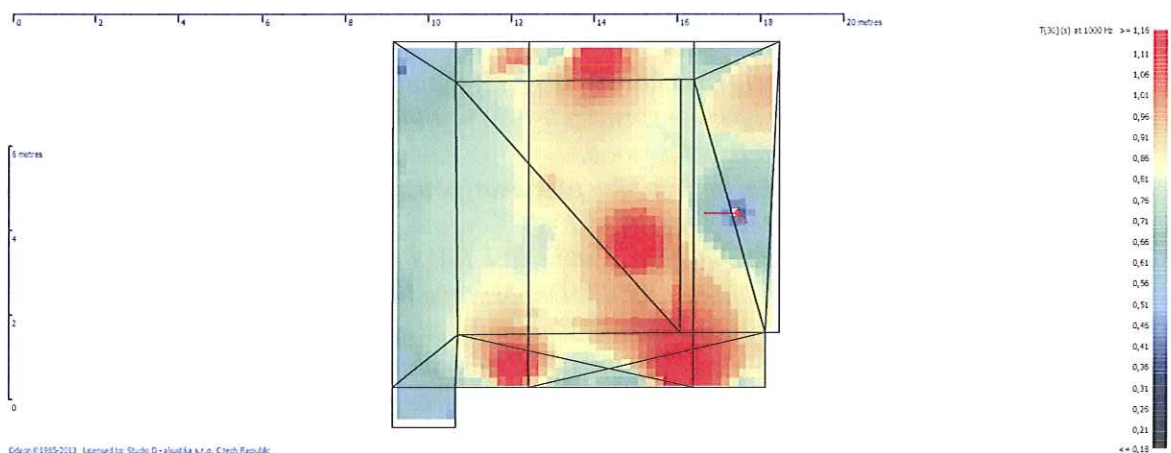
Obr. 43 Early Decay Time EDT (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou





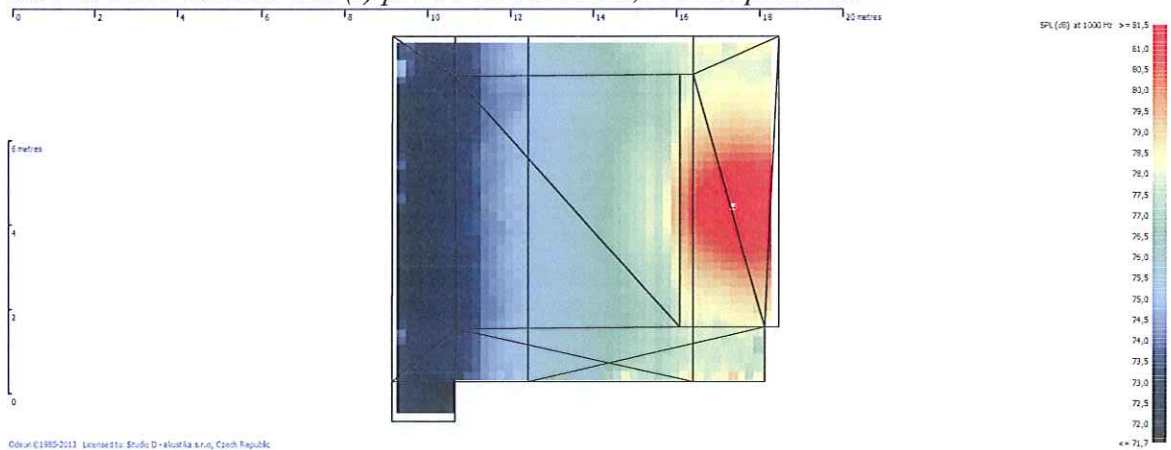
Odpor © 1985-2013. Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 44 Doba dozvuku  $T_{20}$  (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



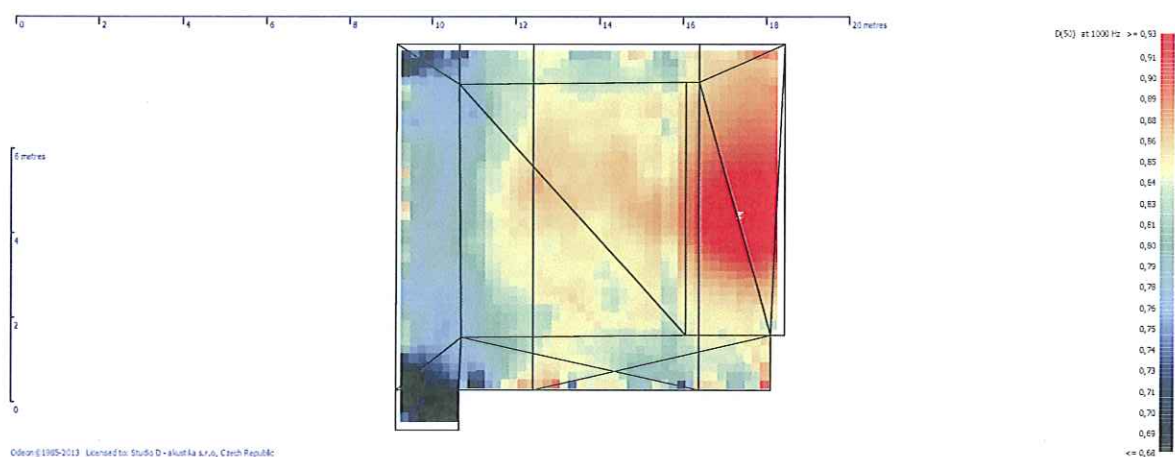
Odpor © 1985-2013. Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 45 Doba dozvuku  $T_{30}$  (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



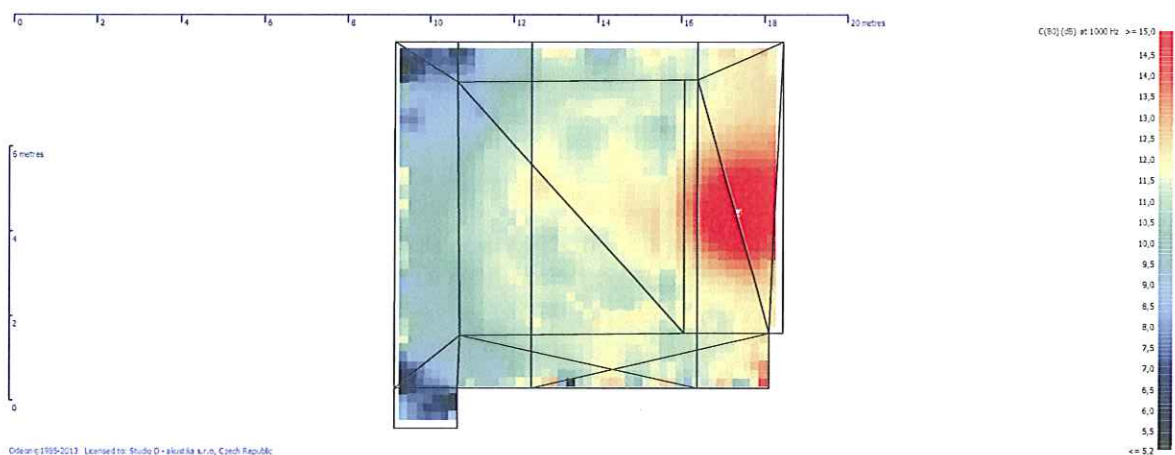
Odpor © 1985-2013. Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 46 Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



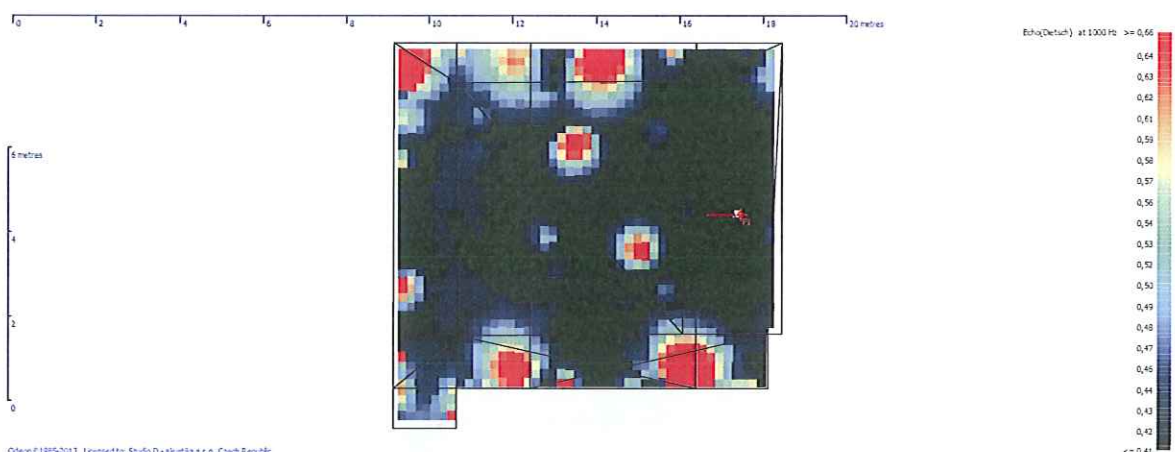
Odson©1995-2013 Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 47 Zřetelnost D50 (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou



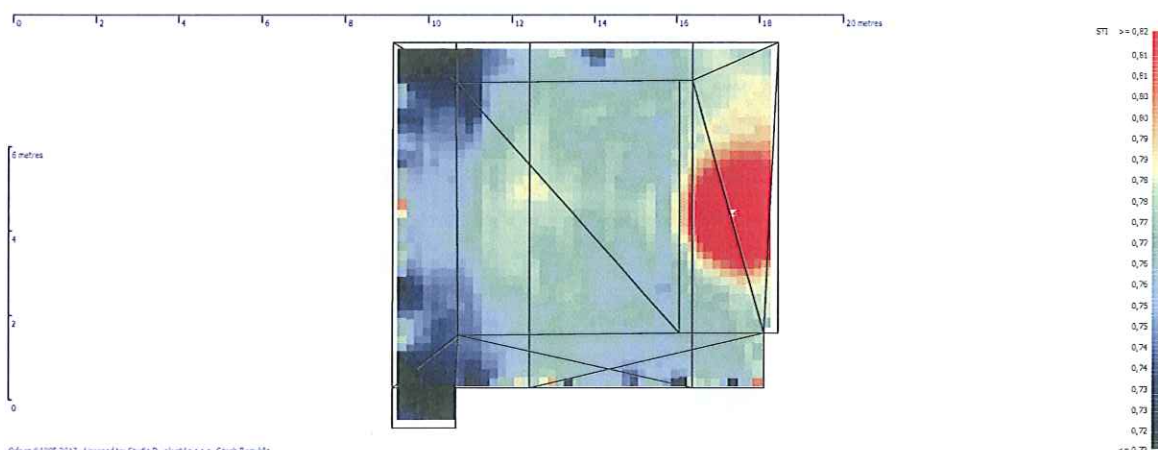
Odson©1995-2013 Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 48 Jasnost C80 (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou.



Odson©1995-2013 Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 49 Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,5 m nad podlahou.



Odeon ©1985-2013. Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 50 Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou.

## 4. Prostorová akustika – Seminární místnost pro 36 osob č. 1.54

### 4.1. Popis prostoru

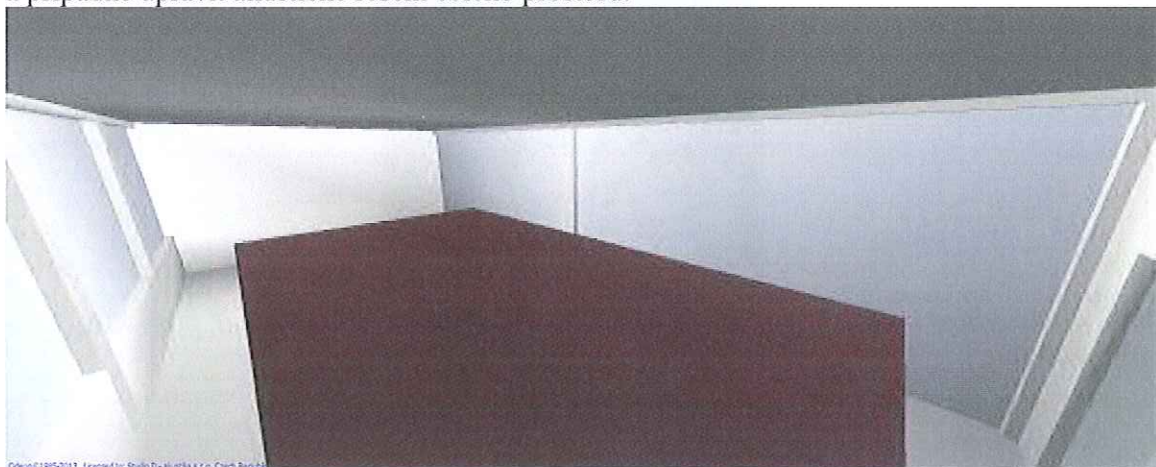
Místnost má délku cca 12,3 m a šířku cca 5,7 m. Světla výška místnosti je cca 3,1 m. Objem místnosti je cca  $V = 211 \text{ m}^3$  (Odměřeno z modelu) a celková plocha ohraničujících vnitřních povrchů konstrukcí je cca  $S = 322 \text{ m}^2$ .

Celý prostor byl simulován za předpokladu zcela zaplněné místnosti (maximální kapacita posluchačů, a zařízení nábytkem, dle ČSN 73 0527).

### 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.



Odeon ©1985-2013. Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 51 – Pohled do akustického modelu prostoru, s akustickými úpravami





Obr. 52 – pohled do akustického modelu prostoru, s akustickými úpravami

### 4.3. Návrh akustických úprav

V návrhu je uvažováno s plným zaplněním sálu (ČSN 73 0527).

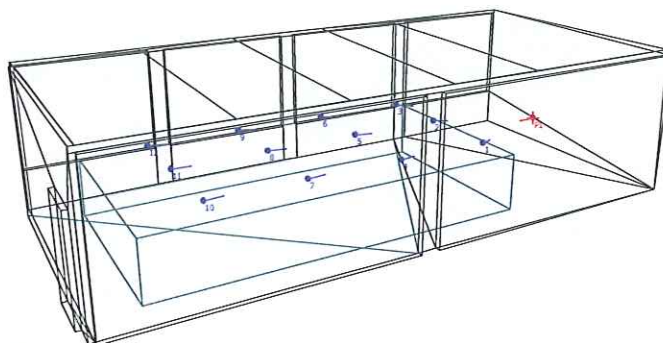
Veškeré akustické úpravy místnosti se budou odehrávat v podhledech, a částečně na stěnách (viz přílohy).

Podlaha bude ze zátěžového PVC, stěny opatřeny omítkou a vnitřním štukem.

Materiál	Odsazení/svěšení	Popis	Výměra / m <sup>2</sup>	Poznámka
<b>Ecophon Focus A</b>	Cca 200 mm	Podhledový akustický systém, jednoduchá instalace	Cca 44,5 m <sup>2</sup>	+ vložená vrstva Extrabass
<b>Ecophon Master Rigid A/Gamma</b>	Cca 200 mm	Podhledový akustický systém, jednoduchá montáž	Cca 26 m <sup>2</sup>	Umístěno v přední části prostoru
<b>Ecophon Akusto Wall C</b>	Cca 40 mm	Akustické stěnové panely, jednoduchá montáž	Cca 3 ks 2700x600 mm	Umístěno v prostoru naproti přednášejícímu

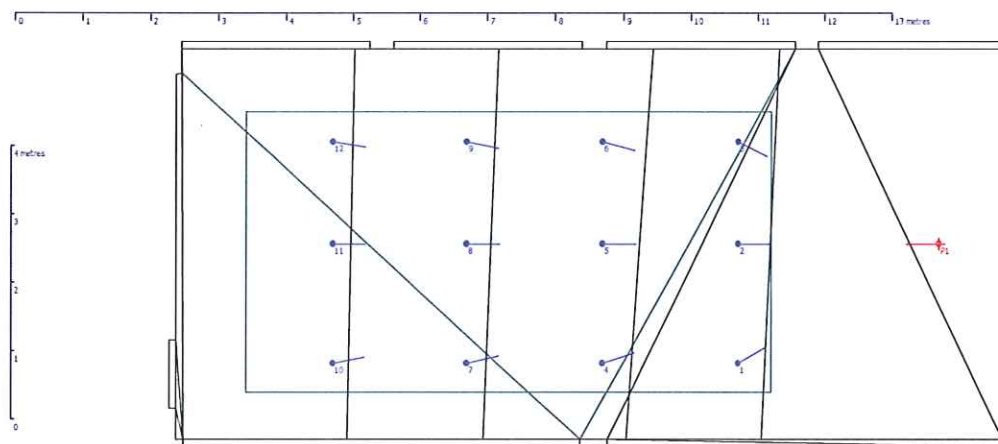
Tab. 7 – Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru prostoru.

#### 4.4. Akustická simulace a její hodnocení – plná kapacita sálu



Obr. 53 - Počítačový 3D model místnosti - s vyznačením pozic virtuálních mikrofónů (modře) a

všesměrového zdroje zvuku P1 (červeně).



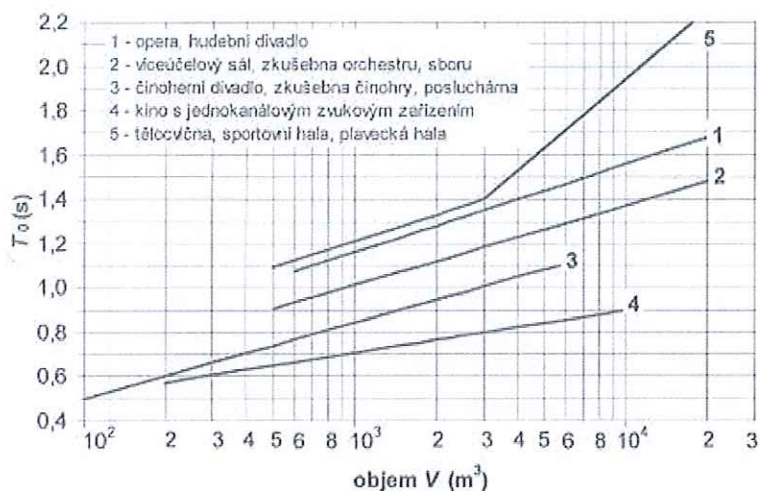
Obr. 54 - Počítačový 3D model místnosti - s vyznačením pozic virtuálních mikrofónů (modře)

a všesměrového zdroje zvuku P1 (červeně)

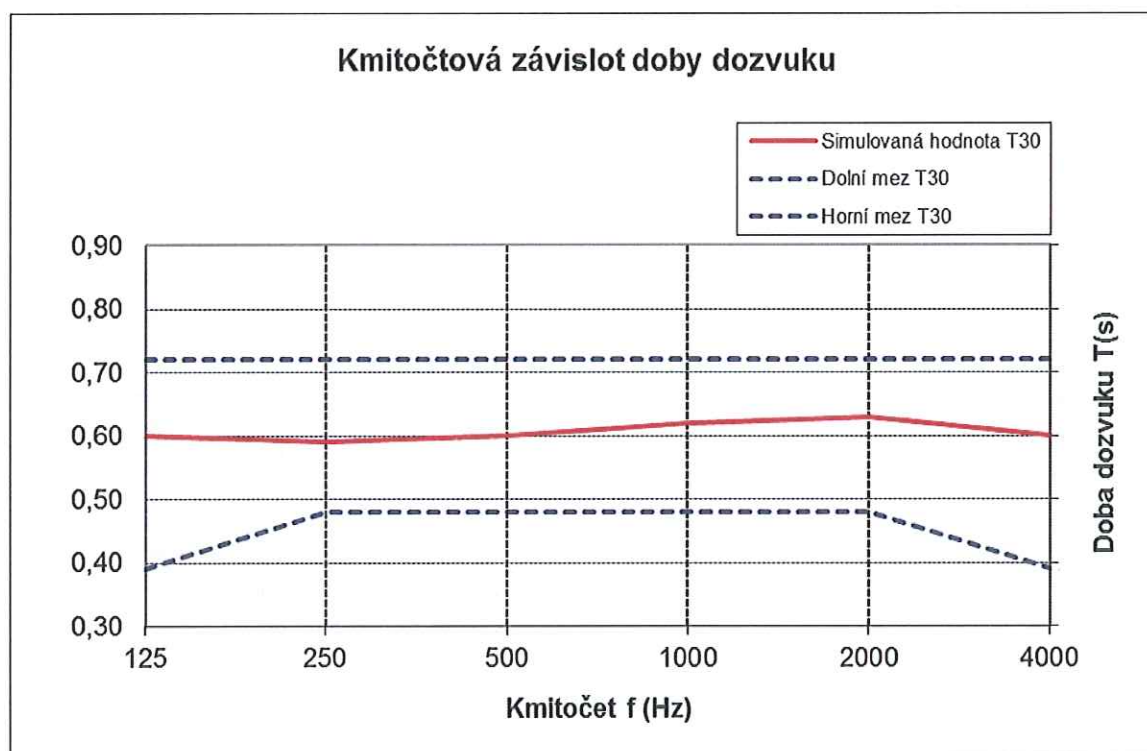
Zjednodušený geometrický model místnosti byl vytvořený na základě projektové dokumentace poskytnuté zadavatelem. Zvukpohltivé vlastnosti vnitřních povrchů byly stanovené podle dříve naměřených dat. Počítačová simulace byla provedená pro všesměrový zdroj zvuku a všesměrové přijímače (mikrofony).

**Optimální doba dozvuku je stanovena na základě doporučených hodnot normy ČSN 73 0527.**

Byla stanovena optimální doba dozvuku  $T_0 = 0,6$  (s), která byla odečtená z grafu na základě známého objemu místnosti  $V = 211 \text{ m}^3$  (ČSN 73 0527). Výsledky simulace  $T_{30}$  jsou zobrazené na obr. 55, ze kterého je zřejmé, že doba dozvuku v navrhované místnosti po provedení akustických úprav se pohybuje v mezích zvoleného tolerančního pásma.

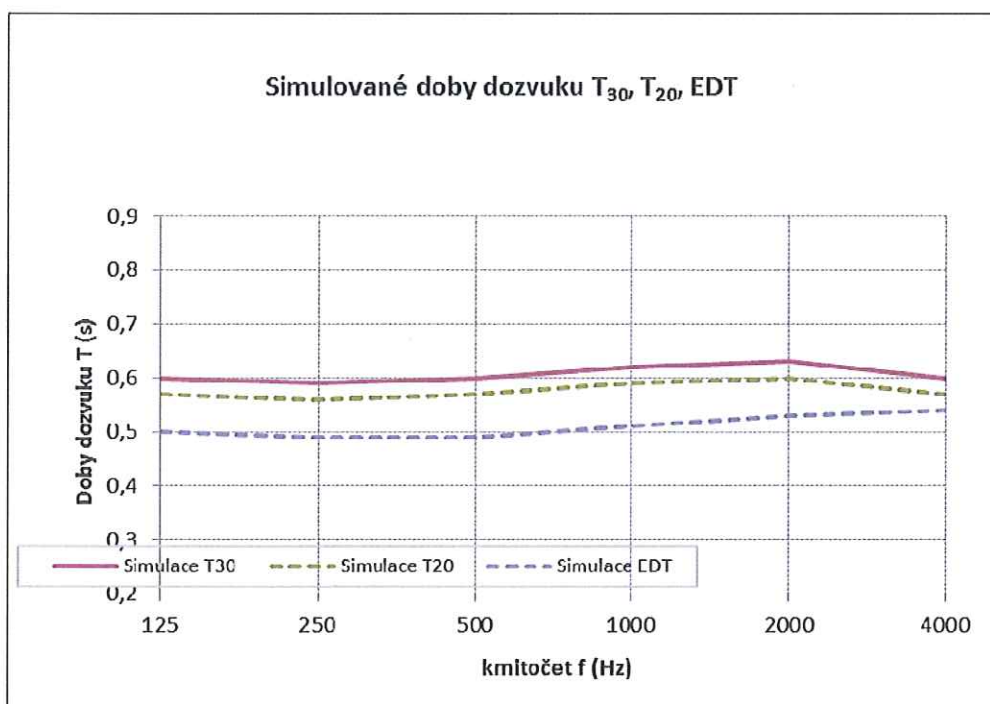


Obr. 55 Optimální doba dozvuku  $T_0$  pro jednotlivé typy prostorů. (ČSN 73 0527)



Obr. 56 Simulovaná průměrná doba dozvuku  $T_{30}$  a meze jejího tolerančního pásma v místnosti – simulovaná hodnota





Obr. 57 Simulace a srovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků  $T_{30}$ ,  $T_{20}$  a EDT v prostoru

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Simulace $T_{30}$ /s/	0,57	0,60	0,59	0,60	0,62	0,63	0,60	0,50
Simulace $T_{20}$ /s/	0,55	0,57	0,56	0,57	0,59	0,60	0,57	0,48
Simulace EDT /s/	0,47	0,50	0,49	0,49	0,51	0,53	0,54	0,43
SPL /dB/****	75,3	76,0	74,8	74,0	74,2	74,5	74,4	73,2
C80 /dB/	9,7	9,0	10,2	10,6	9,9	9,3	9,5	11,5
D50 /-/	0,77	0,75	0,80	0,81	0,79	0,77	0,77	0,83
Ts /ms/	35	37	32	31	33	35	35	29
LF80 /-/	0,281	0,284	0,283	0,287	0,294	0,293	0,286	0,278
Echo Max* /-/	0,46	0,44	0,44	0,41	0,41	0,42	0,42	0,40
STI*** /-/				0,76	Alcons** /%/			3,41
STI/Žena/*** /-/				0,75	RASTI*** /-/			0,76
STI/Muž/*** /-/				0,75				

Tab. 8 Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti

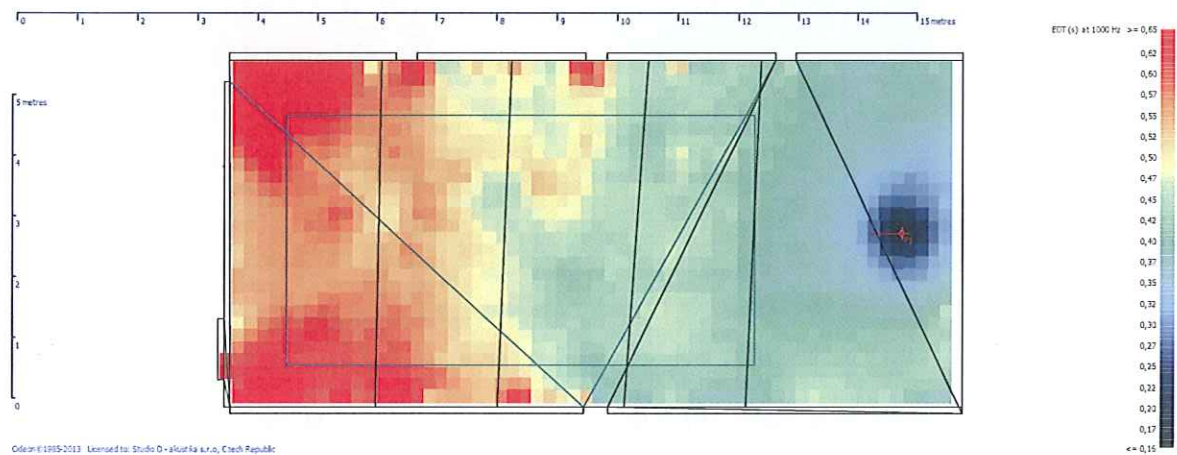
\*Echo bylo vypočteno dle Dietsch-Kraakova kritéria. Z tabulky je patrné, že maximální hodnoty ve všech bodech se nacházejí v rozmezí 0-0,9 (= 0-90%), tzn. v místnosti nevznikají rušivé jevy, jako např. třepotavá ozvěna, apod.

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

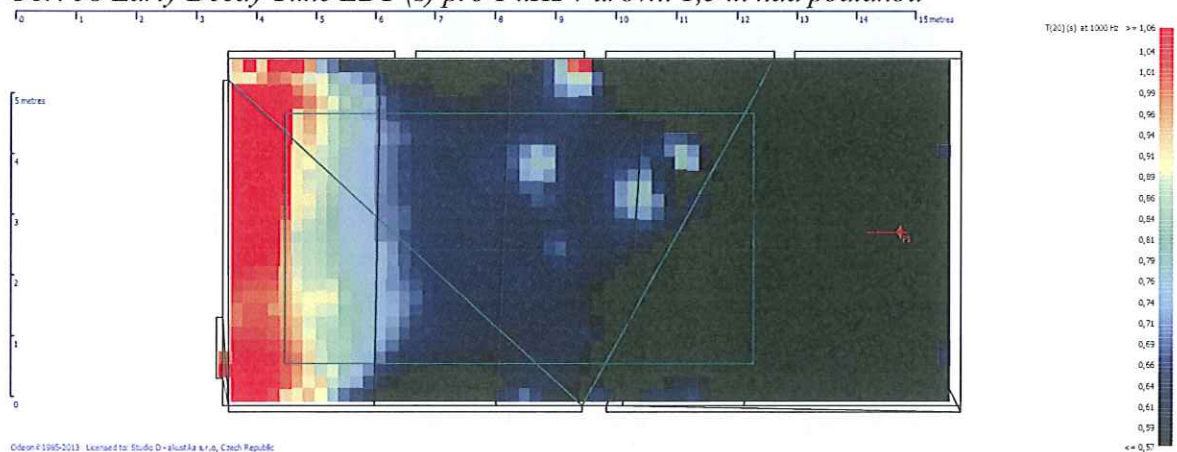
\*\*\* Hodnoty STI pro mužský i ženský hlas, a stejně tak RASTI byly vypočítané pro předpokládanou hladinu pozadí hluku <35 dB. Doporučené hodnoty parametru STI pro mluvené slovo jsou v rozmezí 0,6-1,0. Přičemž ideálně by se měly nacházet v rozmezí 0,7-1. hodnoty STI byly vypočítané pro předpokládanou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

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

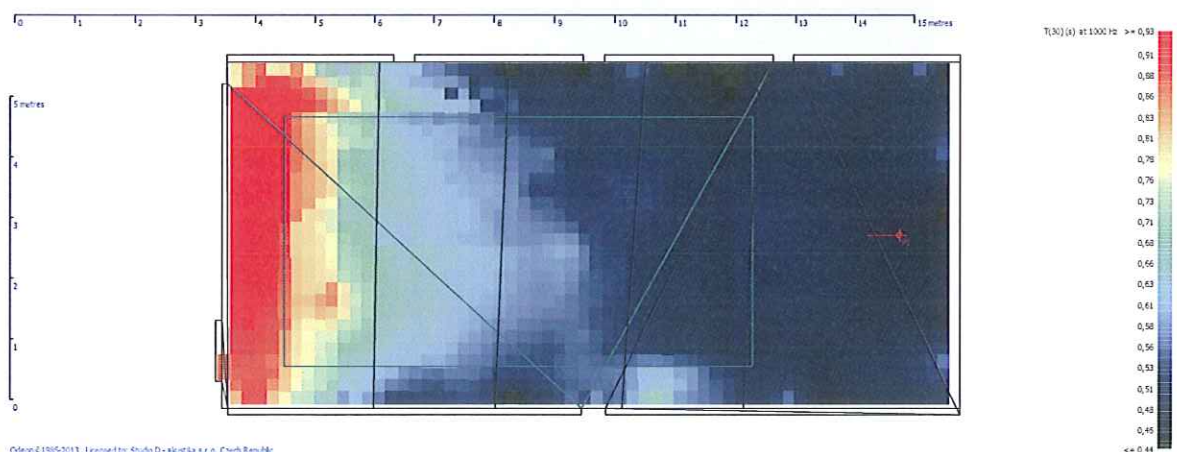
#### 4.5. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část



Obr. 58 Early Decay Time EDT (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou

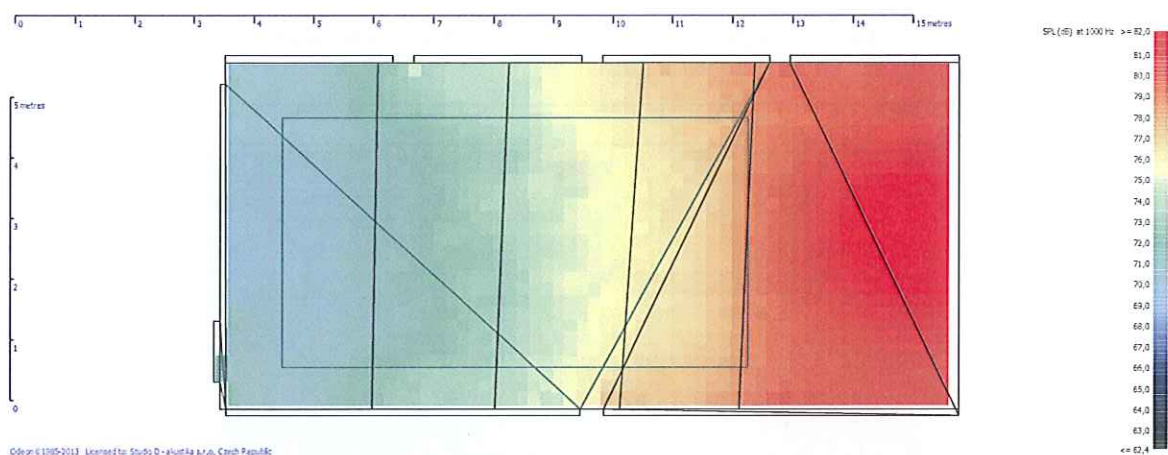


Obr. 59 Doba dozvuku T20 (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou

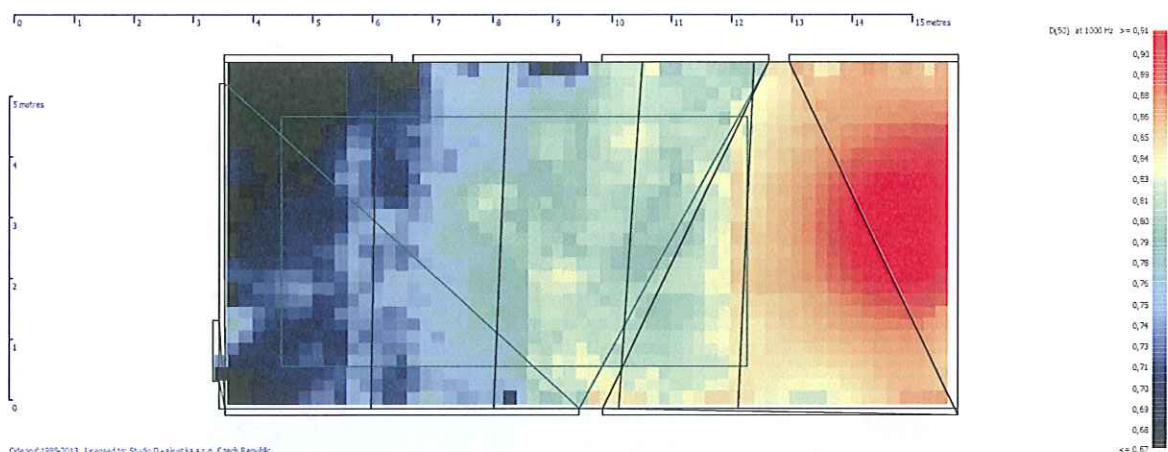


Obr. 60 Doba dozvuku T30 (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou

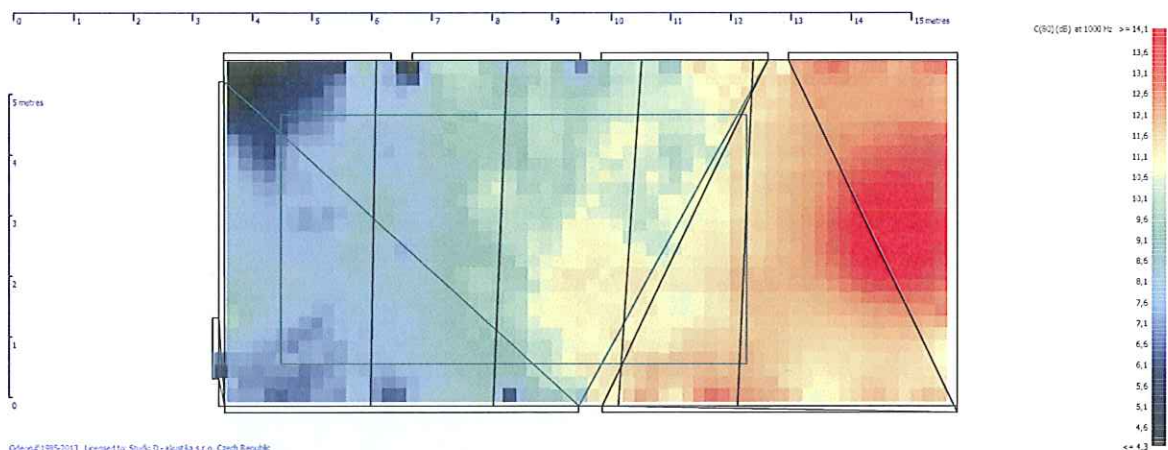




Obr. 61 Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou

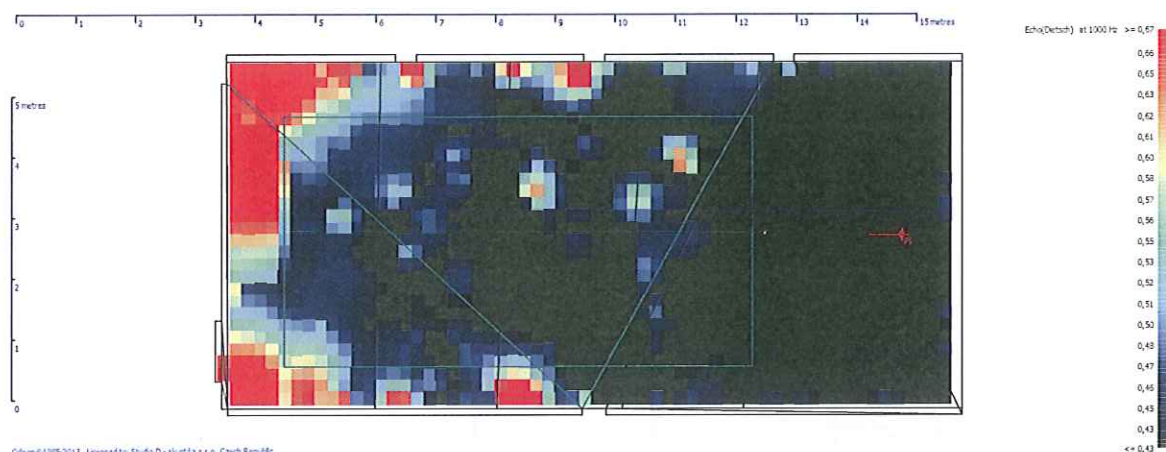


Obr. 62 Zřetelnost D50 (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou

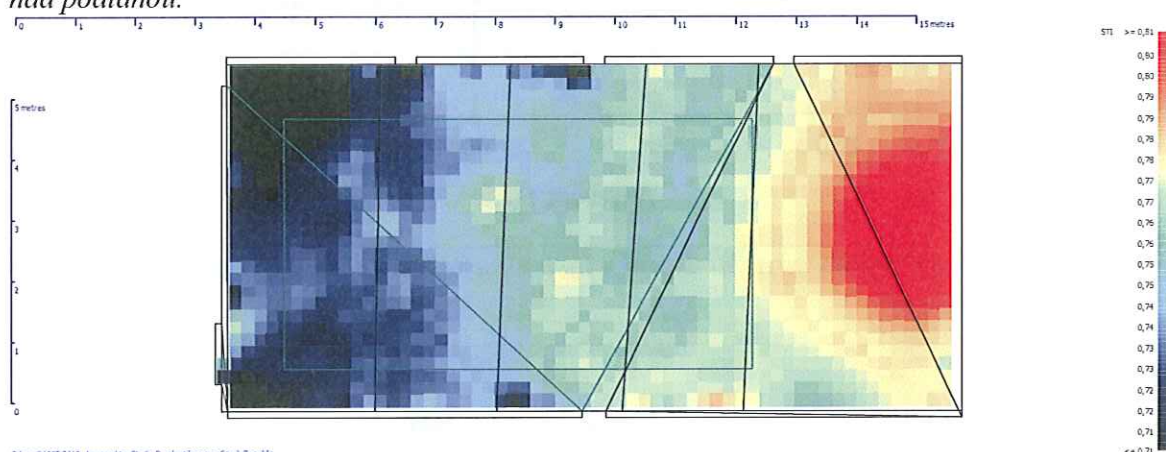


Obr. 63 Jasnost C80 (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou.





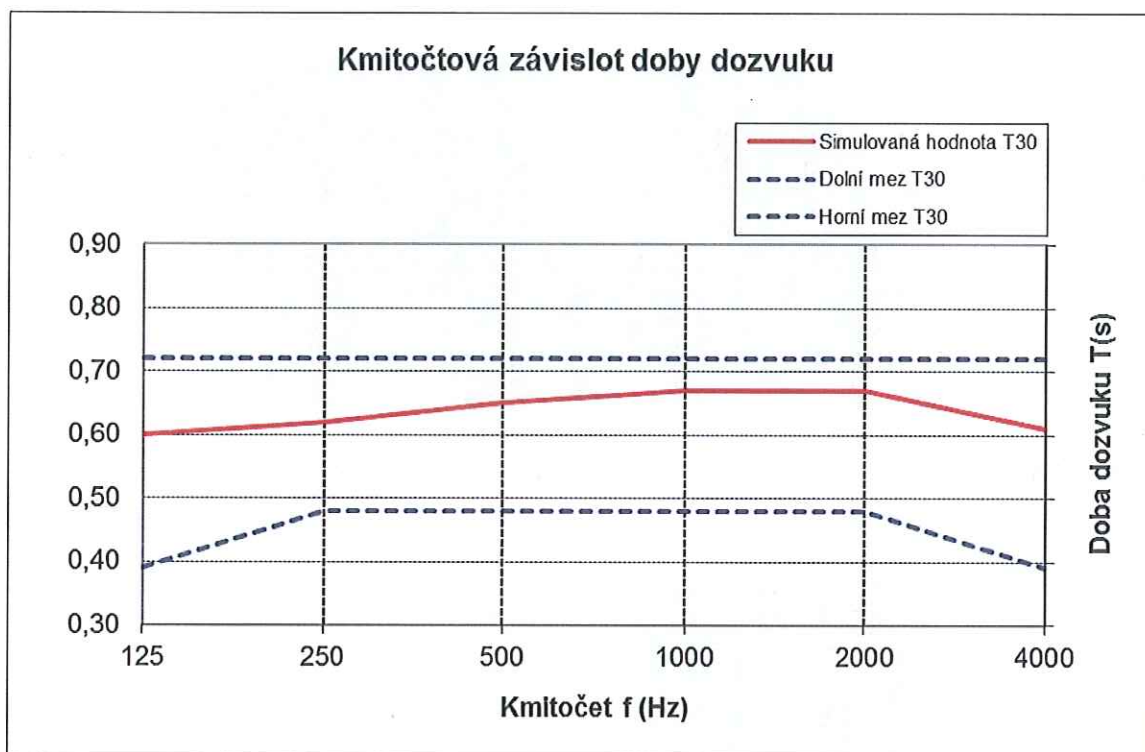
Obr. 64 Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,5 m nad podlahou.



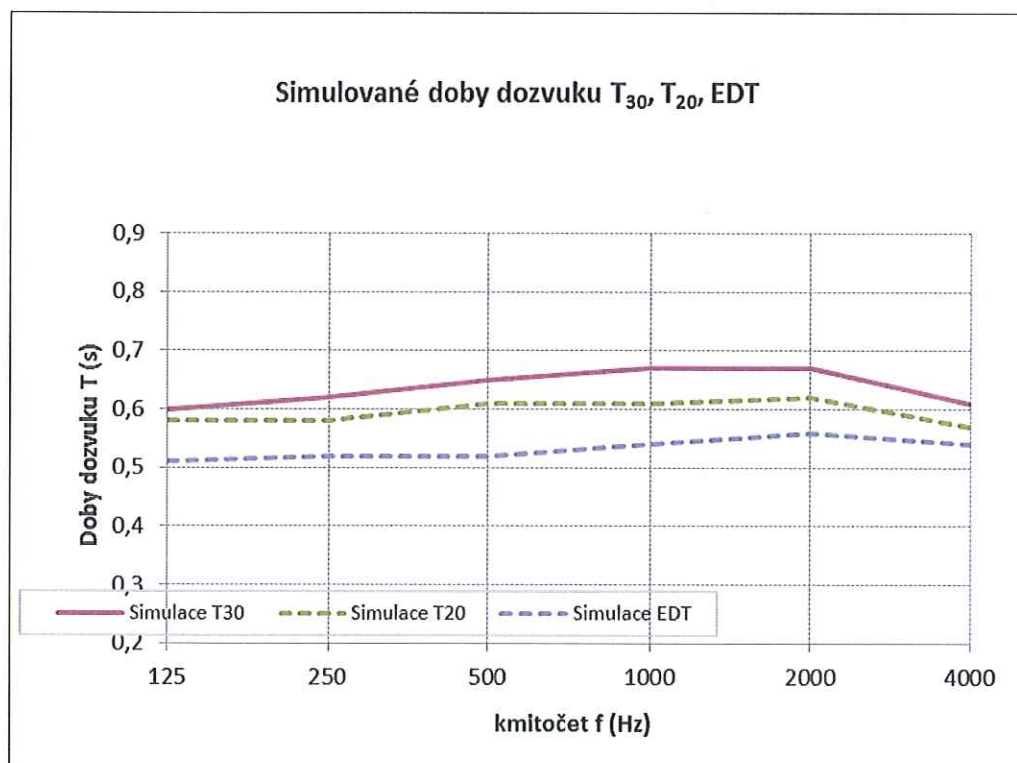
Obr. 65 Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou.

#### 4.6. Akustická simulace a její hodnocení – kapacita sálu zaplněna z 80%

Pro lepší při hodnocení prostorové akustiky, a zároveň pro vyhovění požadavkům daným normou ČSN 73 0527 je nutné prozkoumat i chování celého prostoru při jeho zaplnění z 80% celkové kapacity. Na následujících stranách jsou výsledky simulace a její hodnocení pro takové obsazení posluchači.



Obr. 66 Simulovaná průměrná doba dozvuku  $T_{30}$  a meze jejího tolerančního pásma v místnosti – simulovaná hodnota



Obr. 67 Simulace a srovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků  $T_{30}$ ,  $T_{20}$  a EDT v prostoru

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
<b>Simulace T30 /s/</b>	0,58	0,6	0,62	0,65	0,67	0,67	0,61	0,48
<b>Simulace T20 /s/</b>	0,54	0,58	0,58	0,61	0,61	0,62	0,57	0,45
<b>Simulace EDT /s/</b>	0,51	0,51	0,52	0,52	0,54	0,56	0,54	0,44
<b>SPL /dB/****</b>	75,3	76,1	74,9	74,1	74,5	74,8	74,7	73,5
<b>C80 /dB/</b>	9,6	8,9	10,1	10,4	9,6	9,0	9,2	11,2
<b>D50 /-/</b>	0,77	0,75	0,80	0,81	0,79	0,77	0,77	0,82
<b>Ts /ms/</b>	35	38	33	31	34	36	36	30
<b>LF80 /-/</b>	0,277	0,281	0,281	0,286	0,293	0,292	0,285	0,277
<b>Echo Max* /-/</b>	0,41	0,42	0,40	0,40	0,41	0,41	0,41	0,40
<b>STI*** /-/</b>				0,75	<b>Alcons** /%/</b>			3,46
<b>STI/Žena/*** /-/</b>				0,75	<b>RASTI*** /-/</b>			0,75
<b>STI/Muž/*** /-/</b>				0,75				

Tab. 9 Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti

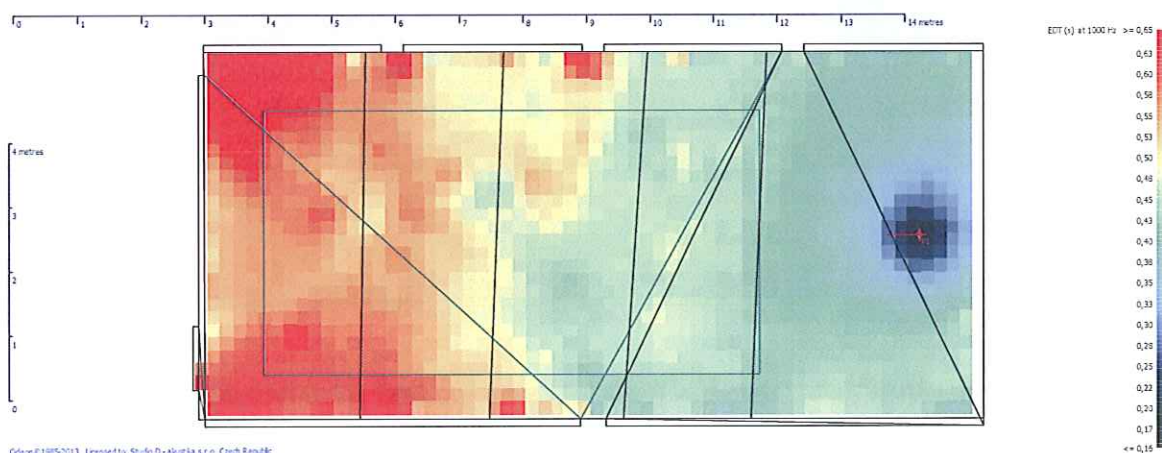
\*Echo bylo vypočteno dle Dietsch-Kraakova kritéria. Z tabulky je patrné, že maximální hodnoty ve všech bodech se nacházejí v rozmezí 0-0,9 (= 0-90%), tzn. v místnosti nevznikají rušivé jevy, jako např. třepotavá ozvěna, apod.

\*\* Parametr Alcons (Articulation loss) je sice parametr používaný v zahraničí, avšak je vhodné jej určit. Nachází se v přípustném rozmezí (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.

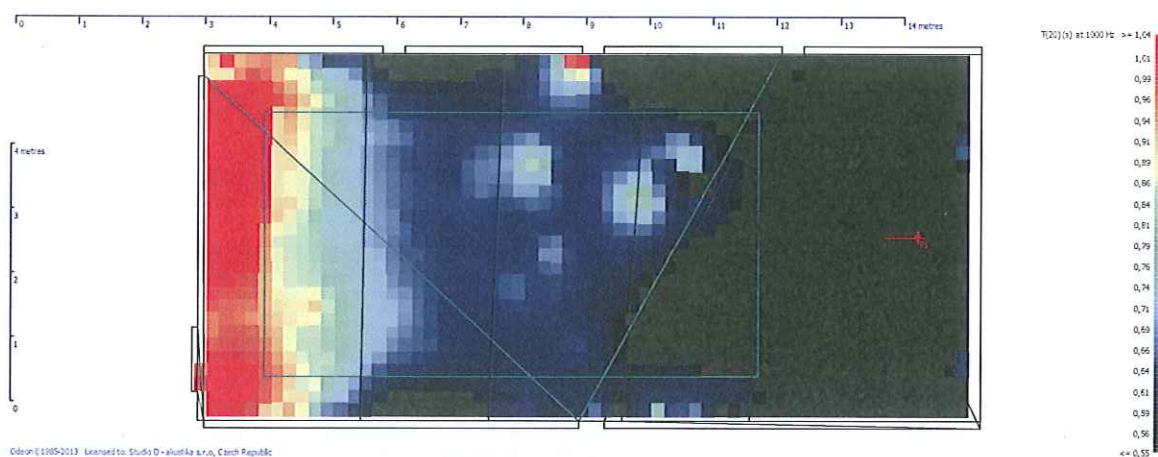
\*\*\*\* Průměrná hodnota akustického tlaku v místnosti za předpokladu akustického výkonu zdroje cca 90 dB.

## 4.7. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část

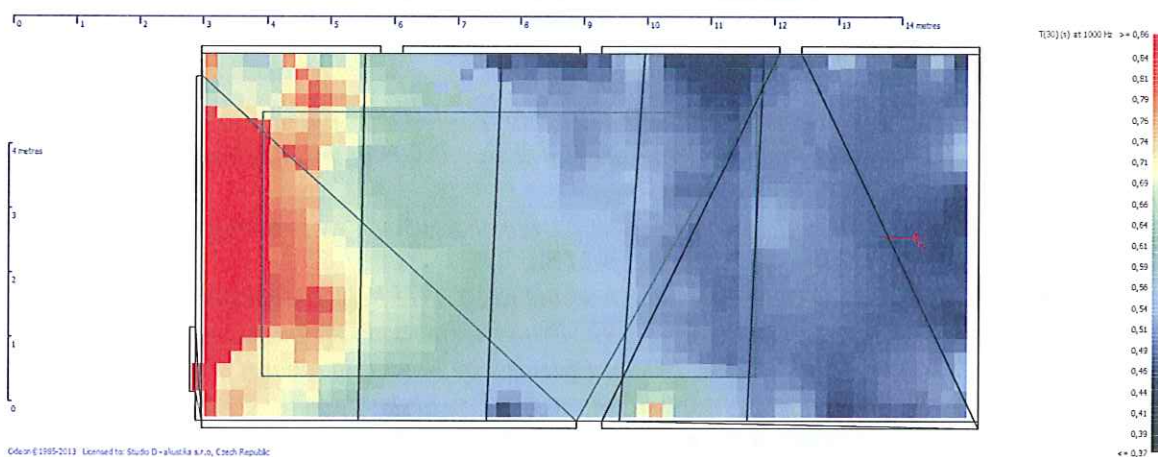


Obr. 68 Early Decay Time EDT (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou

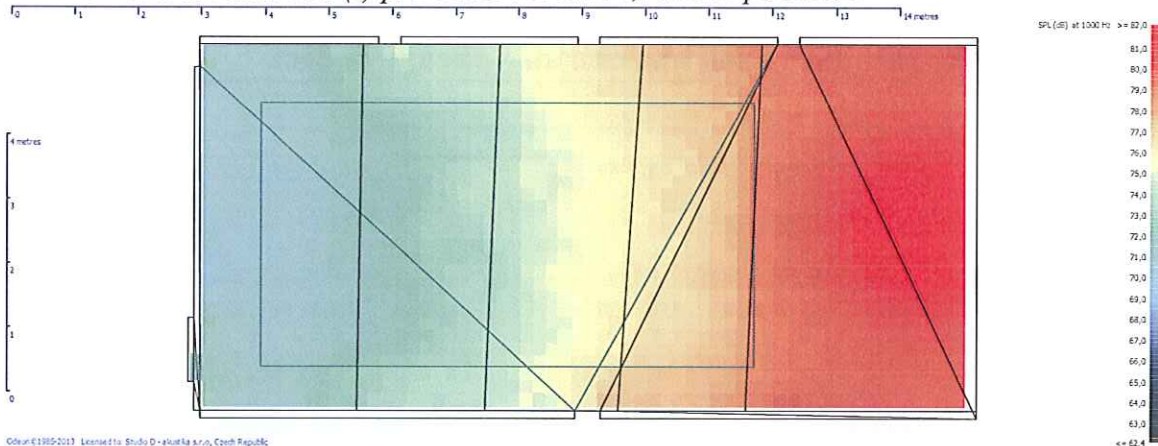




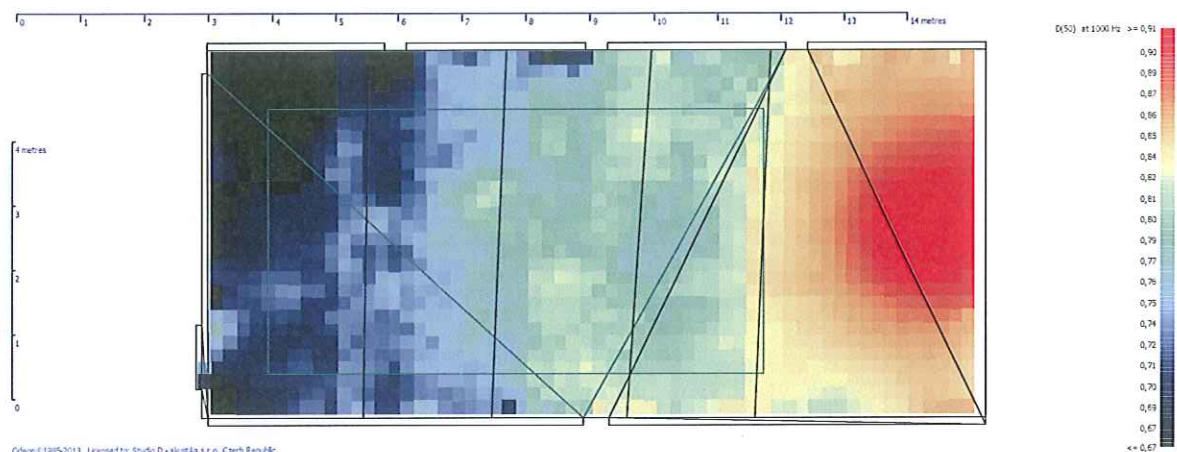
Obr. 69 Doba dozvuku  $T_{20}$  (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



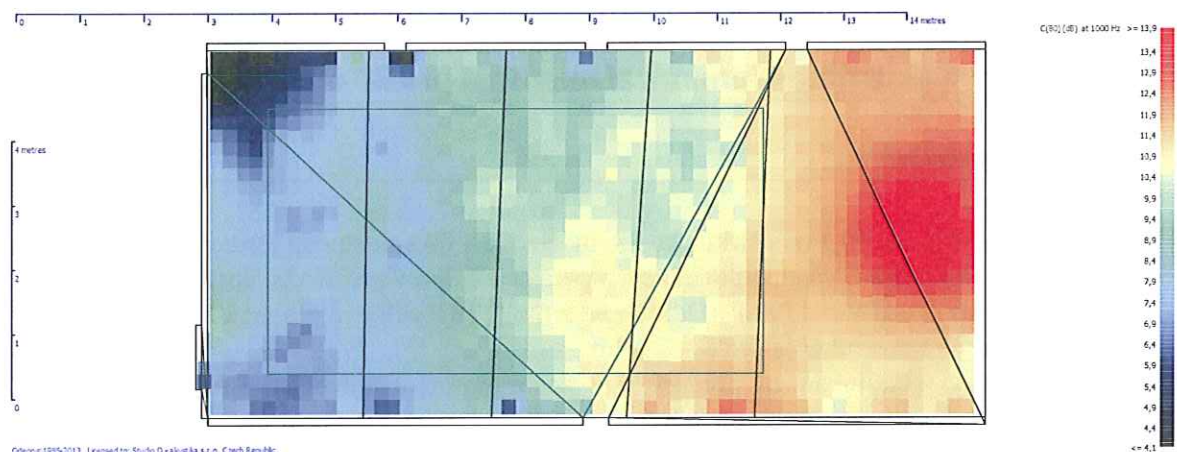
Obr. 70 Doba dozvuku  $T_{30}$  (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



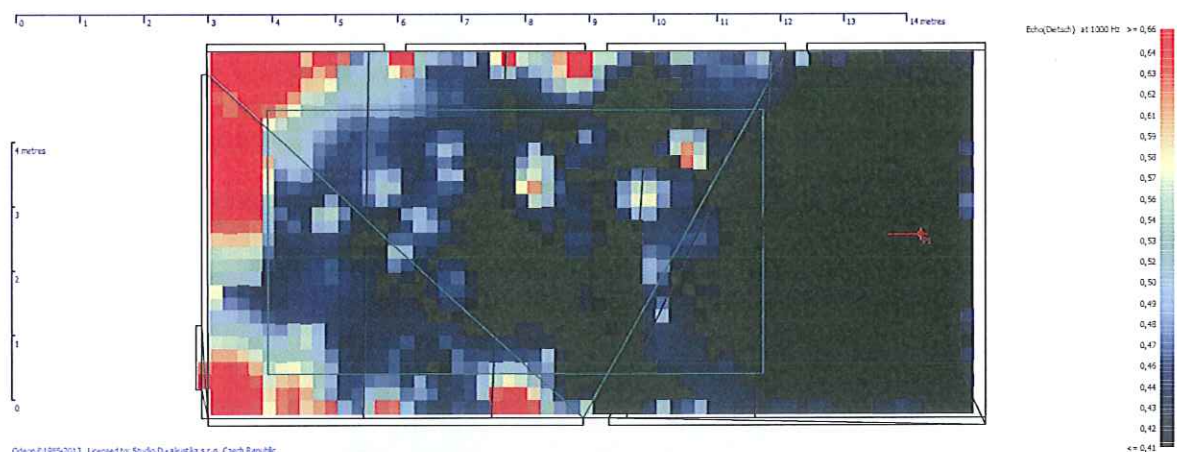
Obr. 71 Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



Obr. 72 Zřetelnost D50 (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou

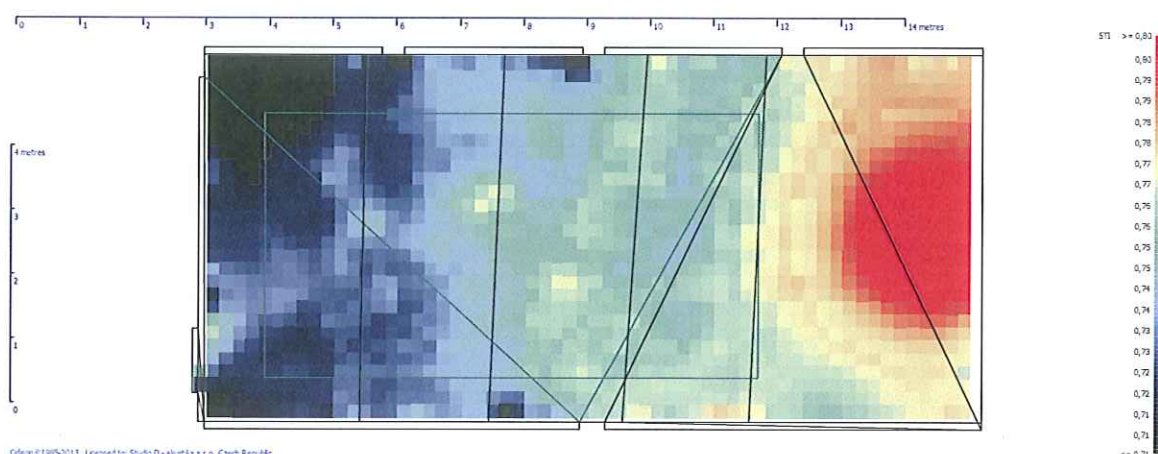


Obr. 73 Jasnost C80 (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou.



Obr. 74 Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,5 m nad podlahou.





Copyright © 1995-2013. Licensed for Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 75 Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou.

## 5. Prostorová akustika – Seminární místnost pro 30 osob č. 1.50

### 5.1. Popis prostoru

Místnost má délku cca 10,4 m a šířku cca 5,6 m. Světla výška místnosti je cca 3,1 m. Uprostřed místnosti probíhá snížená část podhledu, sv. výška cca 2,8 m v prostřední části prostoru. Objem místnosti je cca  $V = 179 \text{ m}^3$  (Odměřeno z modelu) a celková plocha ohraničujících vnitřních povrchů konstrukcí je cca  $S = 298 \text{ m}^2$ .

Celý prostor byl simulován za předpokladu zcela zaplněné místnosti (maximální kapacita posluchačů, a zařízení nábytkem, dle ČSN 73 0527).

### 5.2. Akustické řešení místnosti

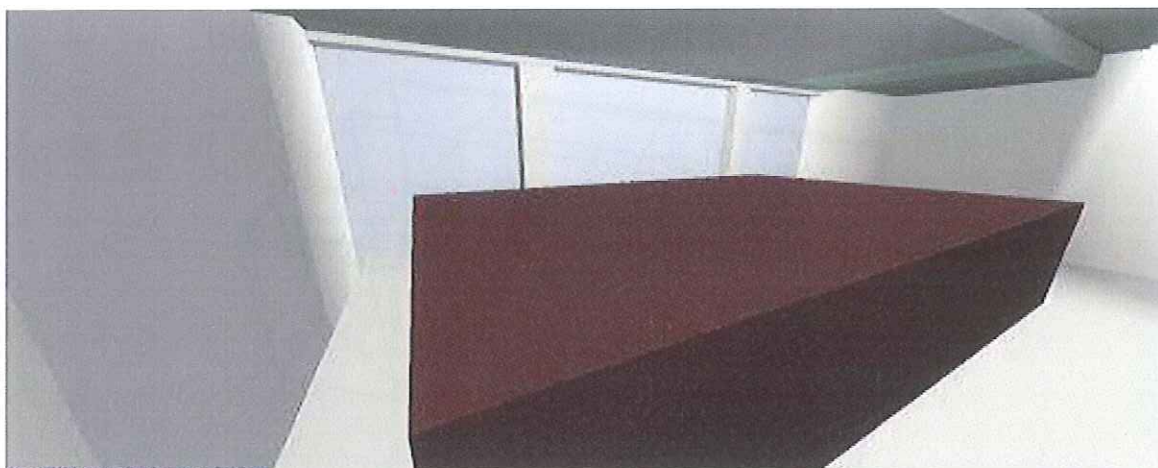
Na základě podkladů byl vytvořen akustický model. Před provedením akustického modelu nebylo provedeno měření jednotlivých parametrů prostorové akustiky, tudíž nemohl být akustický model zkalibrován dle skutečného stavu prostoru na základě těchto měření.

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



Obr. 76 – Pohled do akustického modelu prostoru, s akustickými úpravami





Obr. 77 – pohled do akustického modelu prostoru, s akustickými úpravami

### 5.3. Návrh akustických úprav

V návrhu je uvažováno s plným zaplněním sálu (ČSN 73 0527).

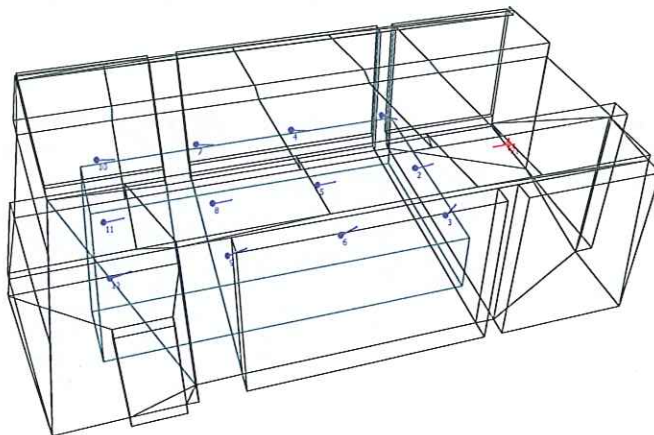
Veškeré akustické úpravy místnosti se budou odehrávat v podhledech, a částečně na stěnách (viz přílohy).

Podlaha bude ze zátěžového PVC, stěny opatřeny omítkou a vnitřním štukem.

Materiál	Odsazení/svěšení	Popis	Výměra / m <sup>2</sup>	Poznámka
Ecophon Focus A	Cca 200 mm	Podhledový akustický systém, jednoduchá instalace	Cca 38,5 m <sup>2</sup>	+ vložená vrstva Extrabass
Ecophon Master Rigid A/Gamma	Cca 200 mm	Podhledový akustický systém, jednoduchá montáž	Cca 20 m <sup>2</sup>	Umístěno v přední části prostoru
Ecophon Akusto Wall C	Cca 40 mm	Akustické stěnové panely, jednoduchá montáž	Cca 3 ks 2700x600 mm	Umístěno v prostoru naproti přednášejícímu

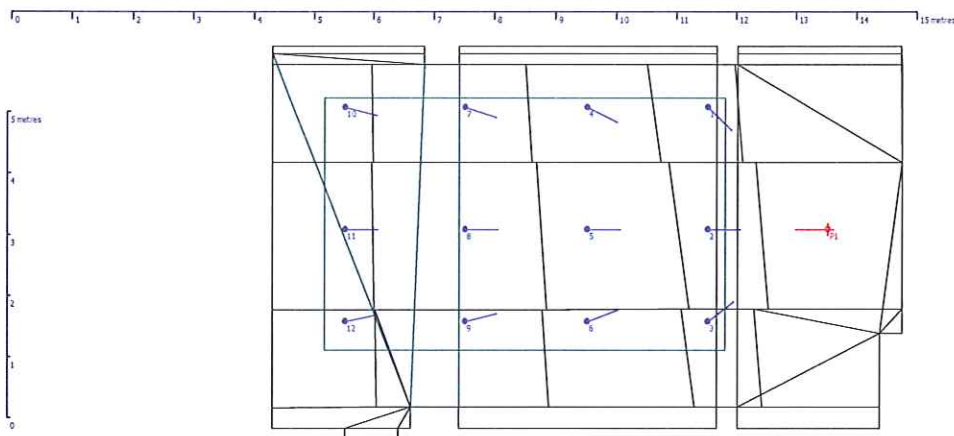
Tab. 10 Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru prostoru.

## 5.4. Akustická simulace a její hodnocení – plná kapacita sálu



Obr. 78 - Počítačový 3D model místnosti - s vyznačením pozic virtuálních mikrofónů (modře) a

všesměrového zdroje zvuku P1 (červeně).



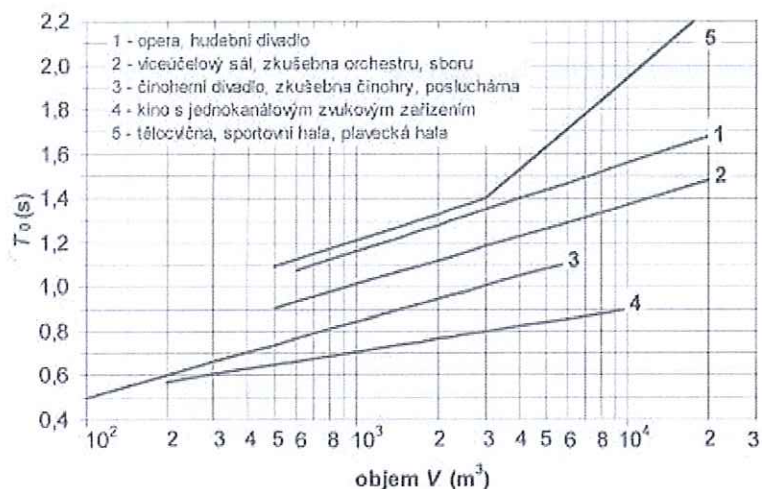
Obr. 79 - Počítačový 3D model místnosti - s vyznačením pozic virtuálních mikrofónů (modře)

a všesměrového zdroje zvuku P1 (červeně)

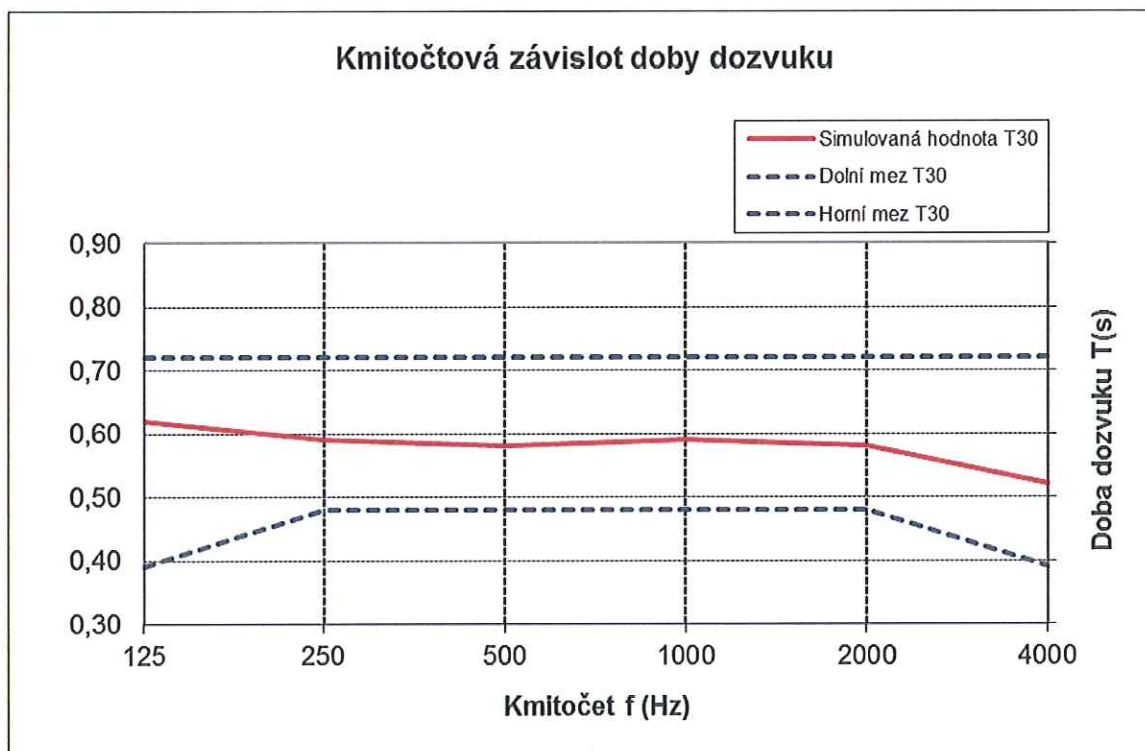
Zjednodušený geometrický model místnosti byl vytvořený na základě projektové dokumentace poskytnuté zadavatelem. Zvukpohltivé vlastnosti vnitřních povrchů byly stanovené podle dříve naměřených dat. Počítačová simulace byla provedená pro všesměrový zdroj zvuku a všesměrové přijímače (mikrofony).

**Optimální doba dozvuku je stanovena na základě doporučených hodnot normy ČSN 73 0527.**

Byla stanovena optimální doba dozvuku  $T_0 = 0,6$  (s), která byla odečtená z grafu na základě známého objemu místnosti  $V = 179 \text{ m}^3$  (ČSN 73 0527). Výsledky simulace  $T_{30}$  jsou zobrazené na obr. 80, ze kterého je zřejmé, že doba dozvuku v navrhované místnosti po provedení akustických úprav se pohybuje v mezích zvoleného tolerančního pásma.

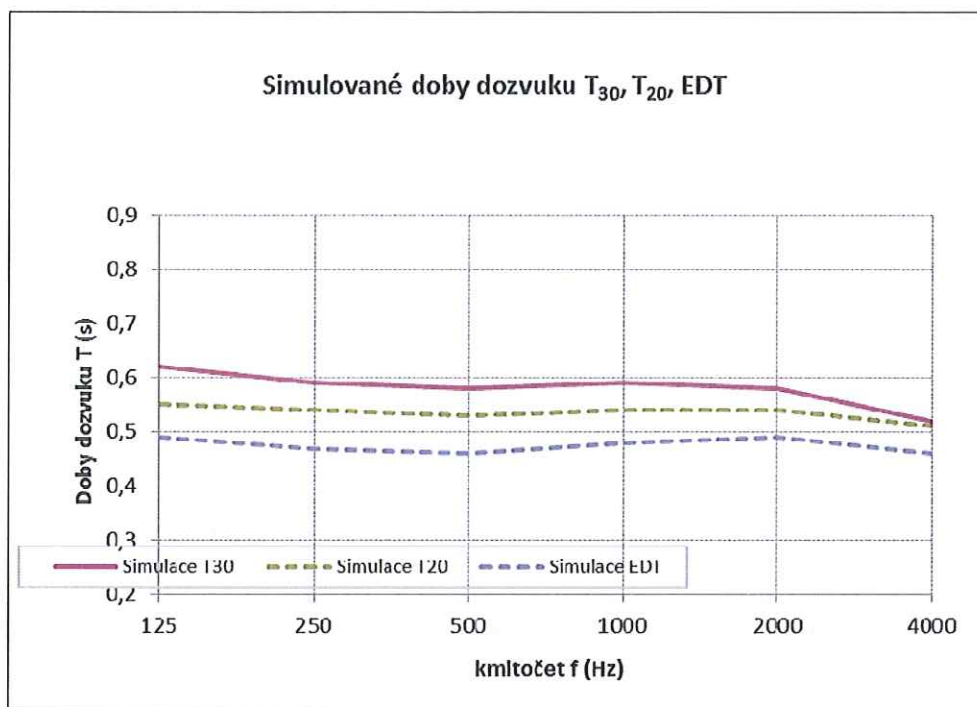


Obr. 80 Optimální doba dozvuku  $T_0$  pro jednotlivé typy prostorů. (ČSN 73 0527)



Obr. 81 Simulovaná průměrná doba dozvuku  $T_{30}$  a meze jejího tolerančního pásma v místnosti – simulovaná hodnota





Obr. 82 Simulace a srovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků  $T_{30}$ ,  $T_{20}$  a EDT v prostoru

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Simulace $T_{30}$ /s/	0,60	0,62	0,59	0,58	0,59	0,58	0,52	0,44
Simulace $T_{20}$ /s/	0,53	0,55	0,54	0,53	0,54	0,54	0,51	0,44
Simulace EDT /s/	0,46	0,49	0,47	0,46	0,48	0,49	0,46	0,39
SPL /dB/****	49,5	60,4	66,9	71,9	75,5	76,9	76,5	73,5
C80 /dB/	10,4	9,5	10,8	11,3	10,8	10,3	10,8	13,0
D50 /-/	0,80	0,77	0,82	0,83	0,82	0,81	0,82	0,87
Ts /ms/	31	34	29	27	28	30	28	23
LF80 /-/	0,268	0,271	0,266	0,264	0,263	0,261	0,250	0,236
Echo Max* /-/	0,49	0,45	0,44	0,42	0,42	0,42	0,41	0,39
STI*** /-/				0,77	Alcons** /%/			3,23
STI/Žena/*** /-/				0,76	RASTI*** /-/			0,77
STI/Muž/*** /-/				0,76				

Tab. 11 Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti

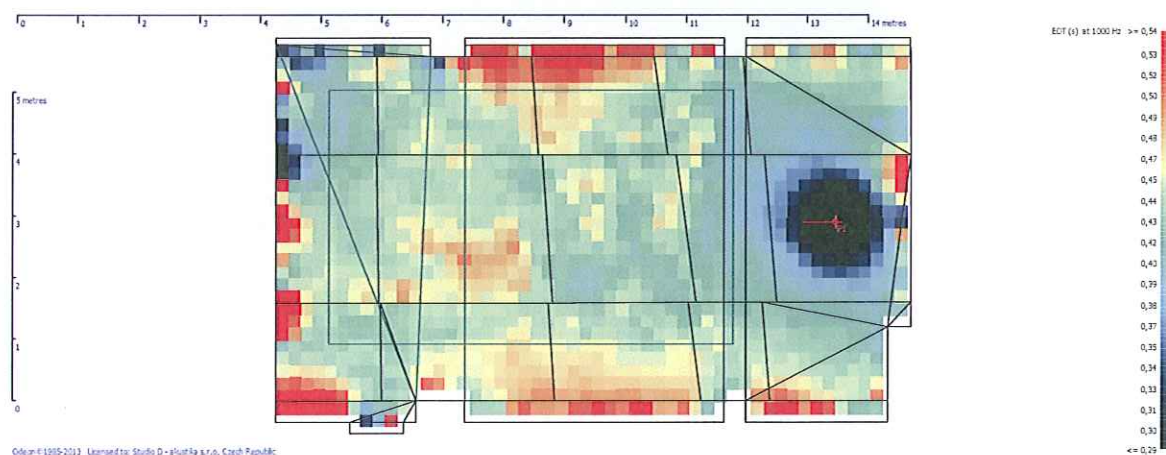
\*Echo bylo vypočteno dle Dietsch-Kraakova kritéria. Z tabulky je patrné, že maximální hodnoty ve všech bodech se nacházejí v rozmezí 0-0,9 (= 0-90%), tzn. v místnosti nevznikají rušivé jevy, jako např. třepotavá ozvěna, apod.

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

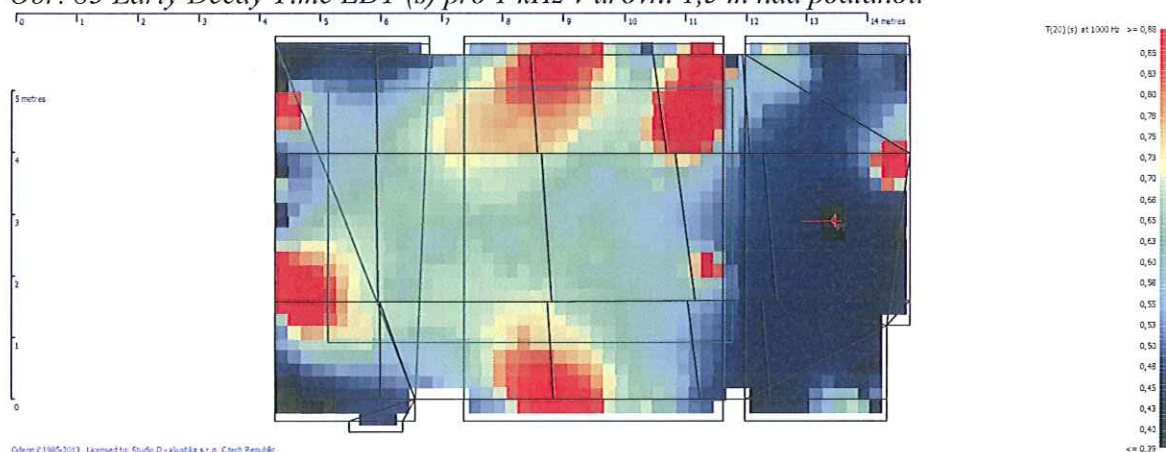
\*\*\* Hodnoty STI pro mužský i ženský hlas, a stejně tak RASTI byly vypočítané pro předpokládanou hladinu pozadí hluku <35 dB. Doporučené hodnoty parametru STI pro mluvené slovo jsou v rozmezí 0,6-1,0. Přičemž ideálně by se měly nacházet v rozmezí 0,7-1. hodnoty STI byly vypočítané pro předpokládanou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

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

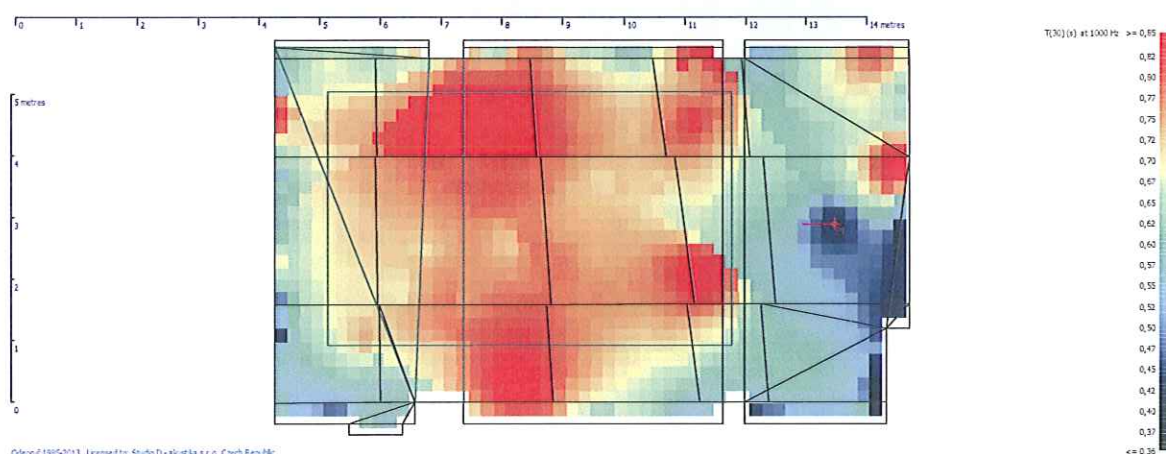
## 5.5. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část



Obr. 83 Early Decay Time EDT (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou

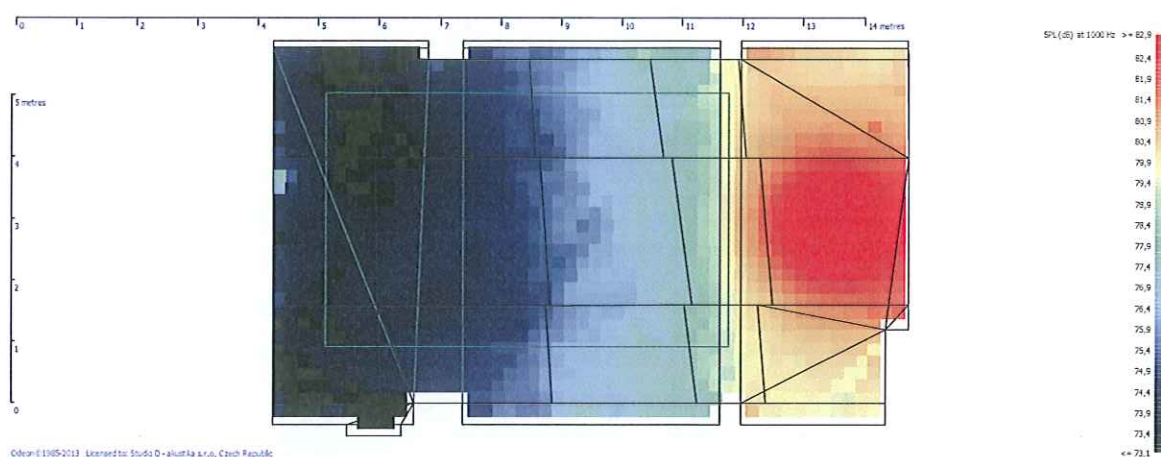


Obr. 84 Doba dozvuku T20 (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou

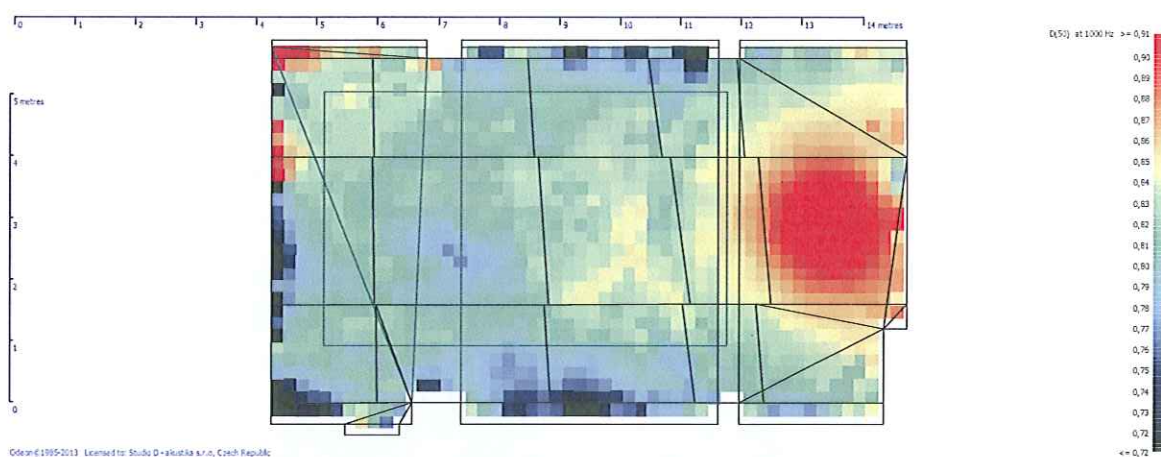


Obr. 85 Doba dozvuku T30 (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou

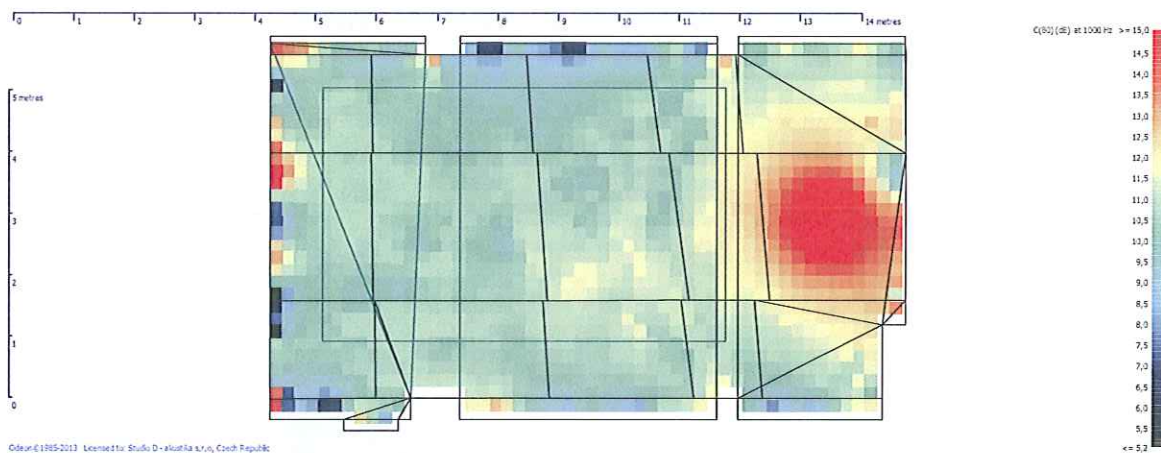




Obr. 86 Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou

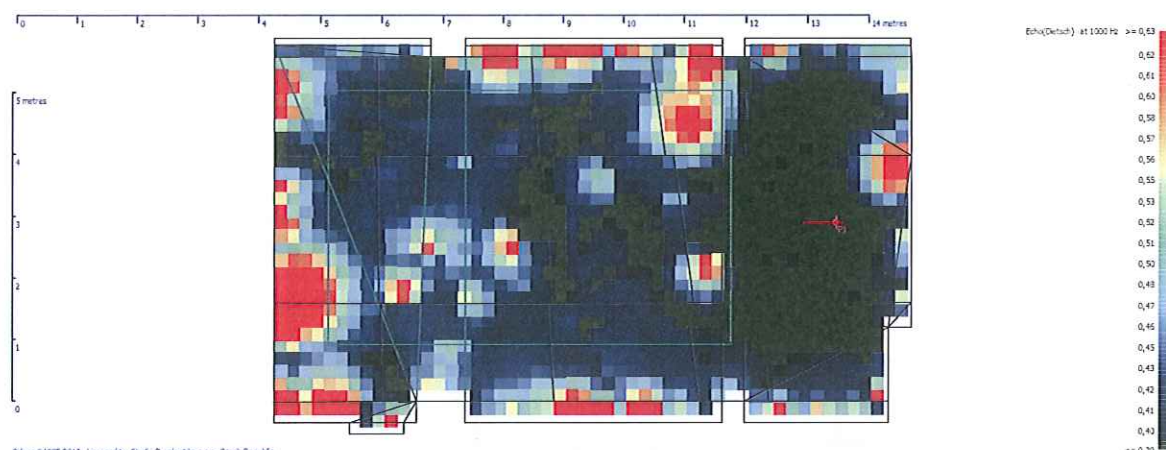


Obr. 87 Zřetelnost D50 (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou



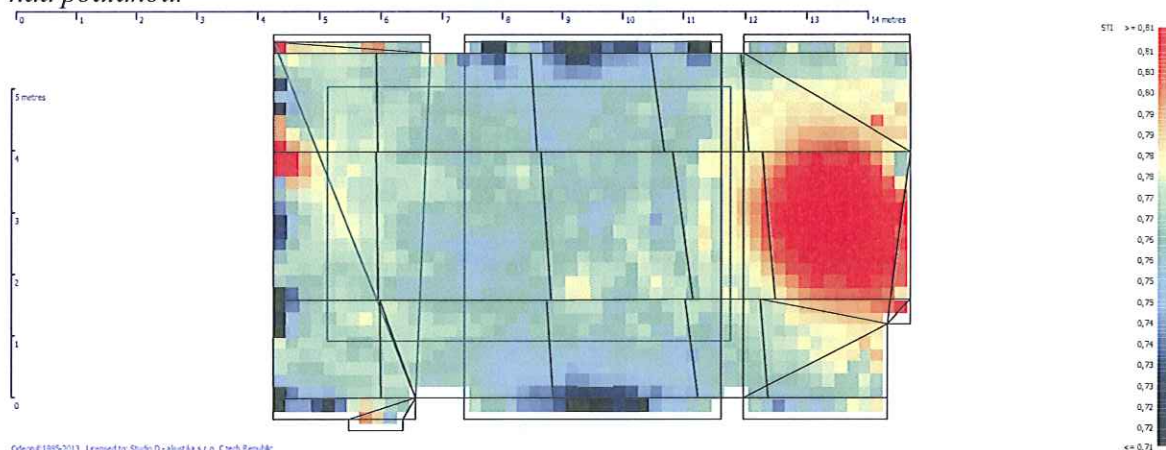
Obr. 88 Jasnost C80 (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou.





Obrázek © 1995-2013. Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 89 Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,5 m nad podlahou.

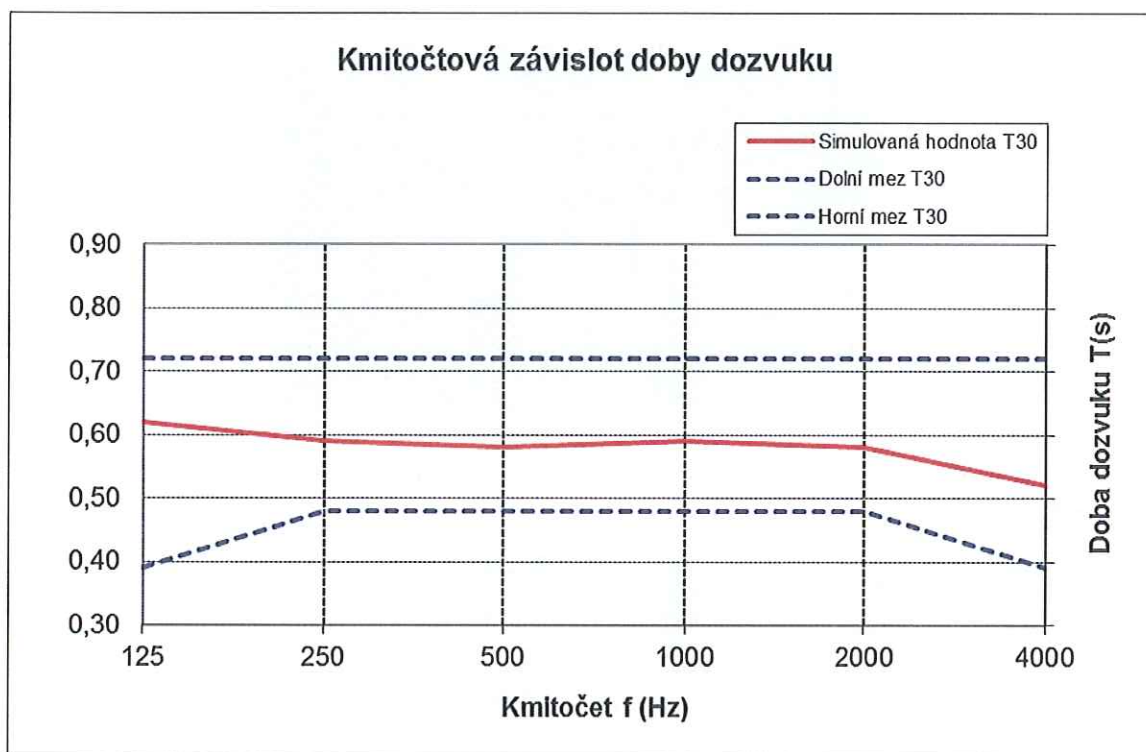


Obrázek © 1995-2013. Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

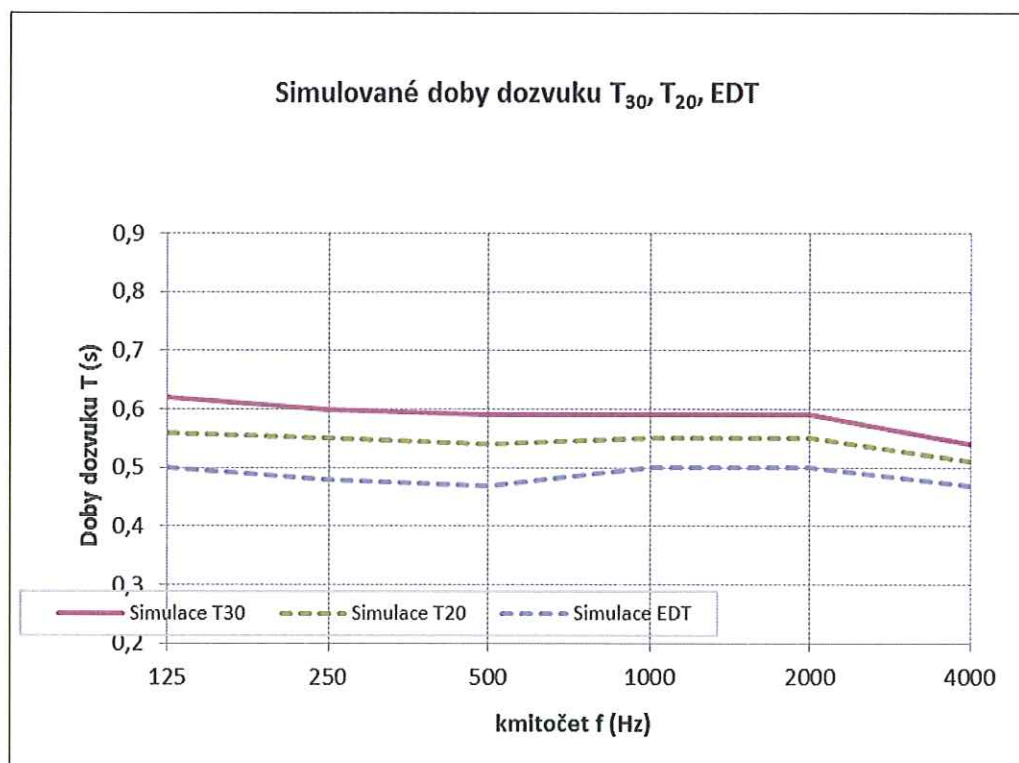
Obr. 90 Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou.

## 5.6. Akustická simulace a její hodnocení – kapacita sálu zaplněna z 80%

Pro lepší při hodnocení prostorové akustiky, a zároveň pro vyhovění požadavkům daným normou ČSN 73 0527 je nutné prozkoumat i chování celého prostoru při jeho zaplnění z 80% celkové kapacity. Na následujících stranách jsou výsledky simulace a její hodnocení pro takové obsazení posluchači.



Obr. 91 Simulovaná průměrná doba dozvuku  $T_{30}$  a meze jejího tolerančního pásma v místnosti – simulovaná hodnota



Obr. 92 Simulace a srovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků  $T_{30}$ ,  $T_{20}$  a EDT v prostoru

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Simulace T30 /s/	0,60	0,62	0,60	0,59	0,59	0,59	0,54	0,44
Simulace T20 /s/	0,53	0,56	0,55	0,54	0,55	0,55	0,51	0,44
Simulace EDT /s/	0,50	0,50	0,48	0,47	0,50	0,50	0,47	0,40
SPL /dB/****	75,7	76,6	75,7	75,3	75,7	76,0	75,8	74,8
C80 /dB/	10,4	9,4	10,7	11,1	10,5	10,0	10,5	12,7
D50 /-/	0,80	0,77	0,81	0,83	0,81	0,80	0,81	0,86
Ts /ms/	31	34	30	28	29	31	29	24
LF80 /-/	0,268	0,272	0,267	0,265	0,265	0,263	0,252	0,239
Echo Max* /-/	0,49	0,44	0,44	0,42	0,42	0,42	0,41	0,39
STI*** /-/	0,76			Alcons** /%/				3,29
STI/Žena/*** /-/	0,76			RASTI*** /-/				0,76
STI/Muž/*** /-/	0,76							

Tab. 12 Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti

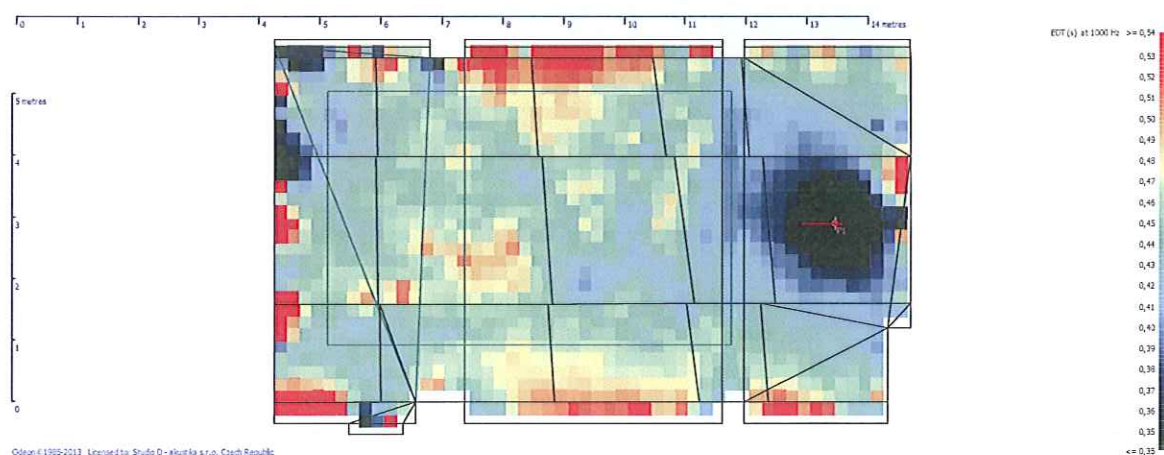
\*Echo bylo vypočteno dle Dietsch-Kraakova kritéria. Z tabulky je patrné, že maximální hodnoty ve všech bodech se nacházejí v rozmezí 0-0,9 (= 0-90%), tzn. v místnosti nevznikají rušivé jevy, jako např. třepotavá ozvěna, apod.

\*\* Parametr Alcons (Articulation loss) je sice parametr používaný v zahraničí, avšak je vhodné jej určit. Nachází se v přípustném rozmezí (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.

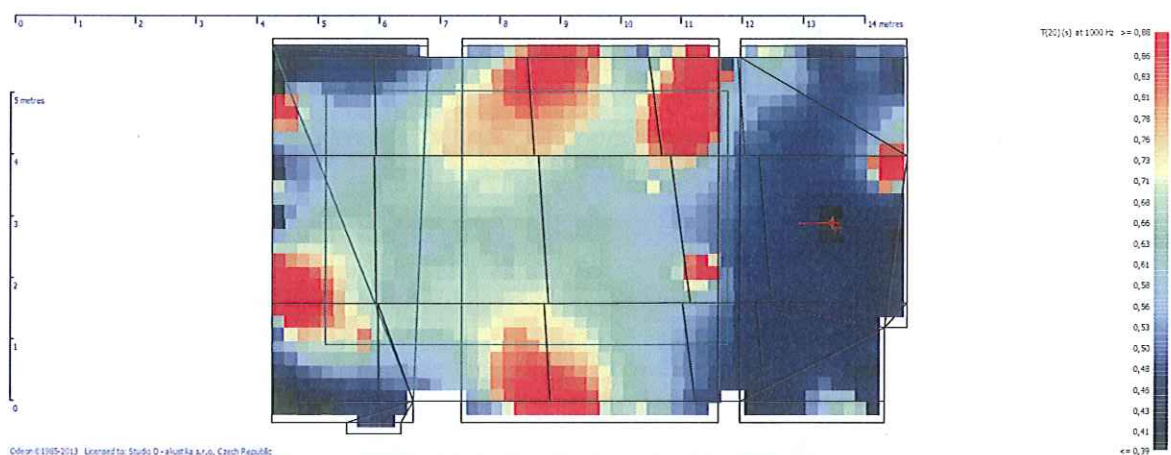
\*\*\*\* Průměrná hodnota akustického tlaku v místnosti za předpokladu akustického výkonu zdroje cca 90 dB.

## 5.7. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část

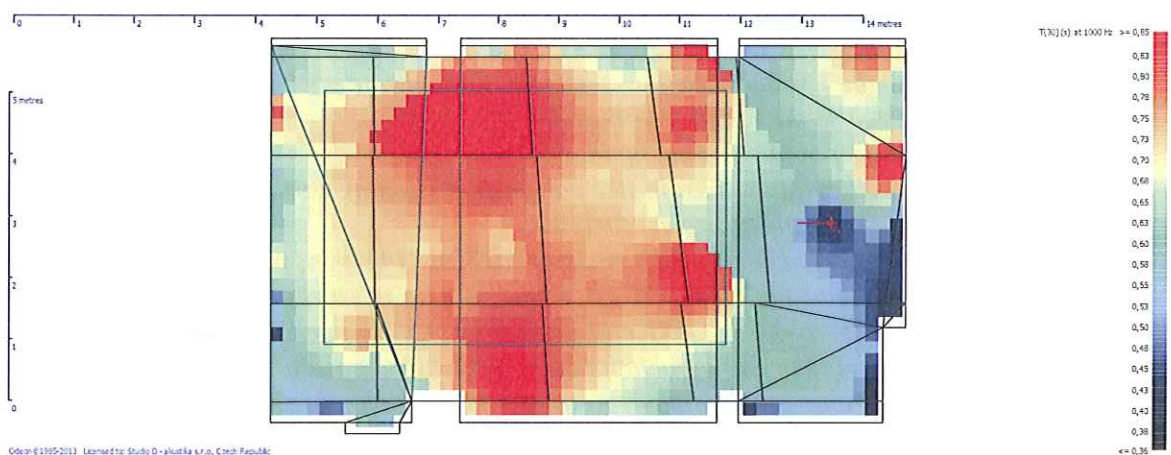


Obr. 93 Early Decay Time EDT (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou

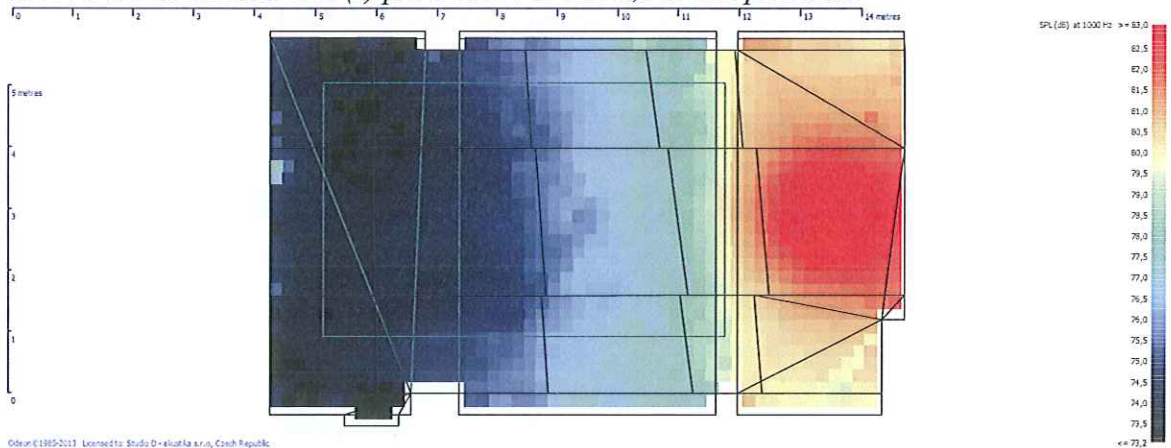




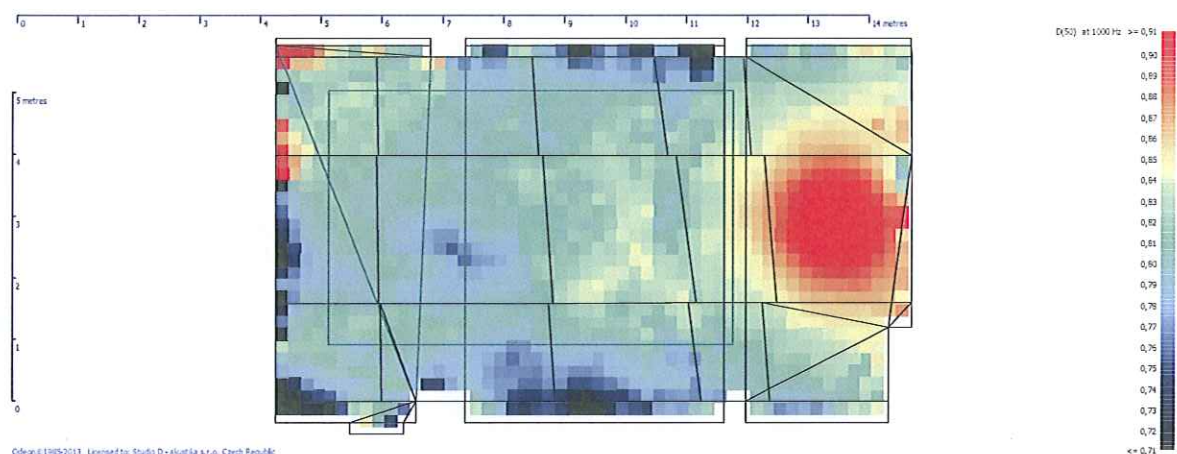
Obr. 94 Doba dozvuku  $T_{20}$  (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



Obr. 95 Doba dozvuku  $T_{30}$  (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou

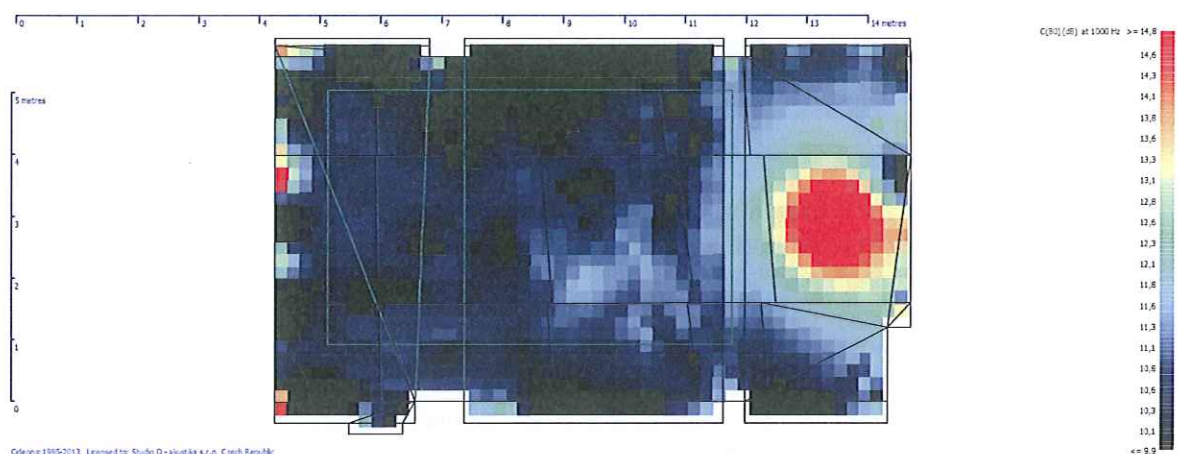


Obr. 96 Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



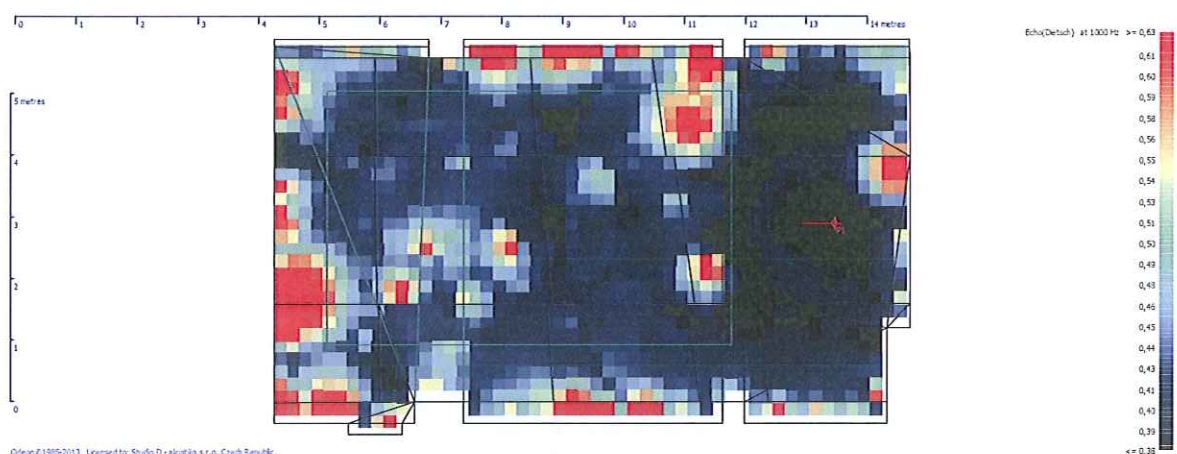
Odkaz:1905-2013 Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 97 Zřetelnost D50 (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou



Odkaz:1905-2013 Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

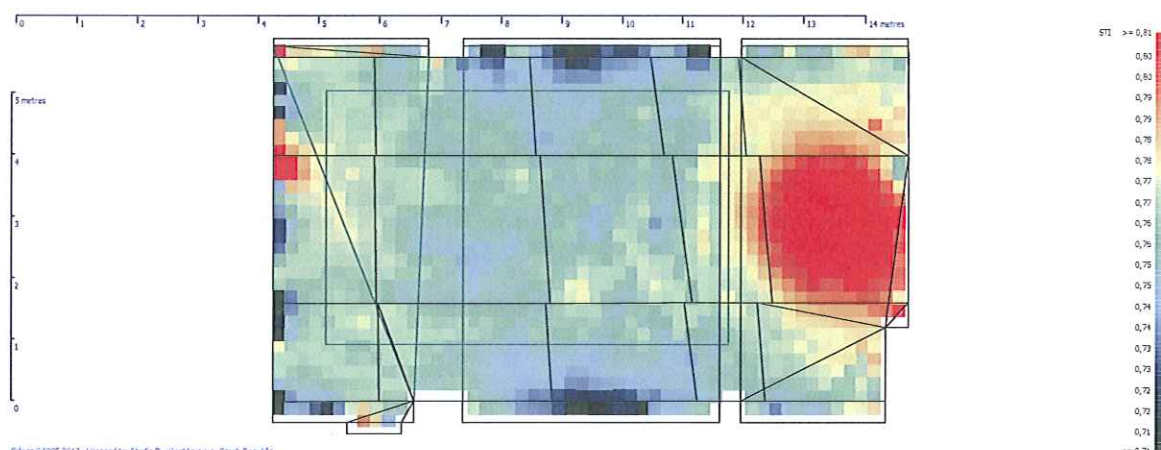
Obr. 98 Jasnost C80 (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou.



Odkaz:1905-2013 Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 99 Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,5 m nad podlahou.





Obrázek © 1985-2013. Licensed to Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 100 Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou.

## 6. Prostorová akustika – Seminární místnost pro 24 osob č. 1.60

### 6.1. Popis prostoru

Místnost má délku cca 9,1 m a šířku cca 6 m. Světlá výška místnosti je cca 3,1 m. Uprostřed místnosti probíhá snížená část podhledu, sv. výška cca 2,8 m v prostřední části prostoru. Prostorem stropu probíhají průvlaky. V těchto místech bude podhled snížen, anebo vyrovnán do roviny (dle přání projektanta)

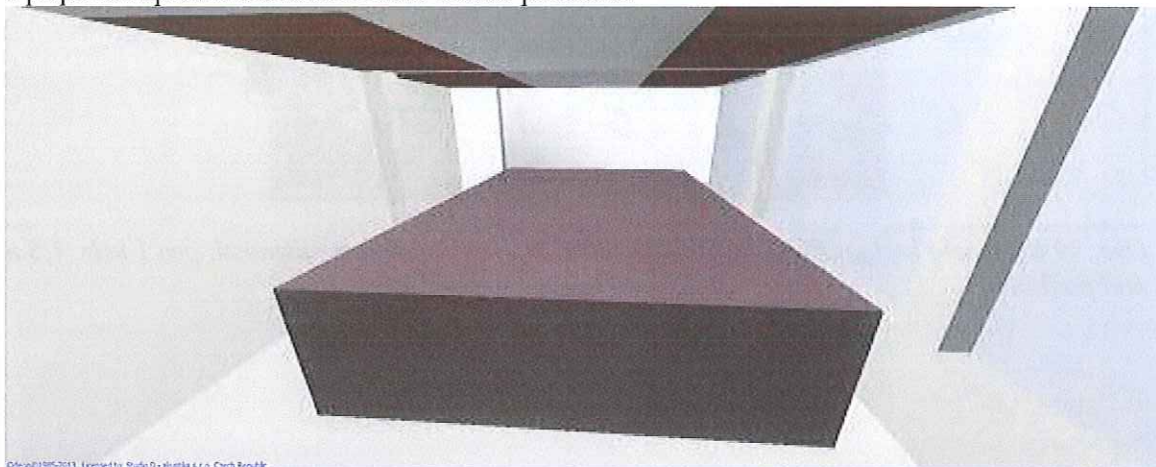
Objem místnosti je cca  $V = 158 \text{ m}^3$  (Odměřeno z modelu) a celková plocha ohraničujících vnitřních povrchů konstrukcí je cca  $S = 258 \text{ m}^2$ .

Celý prostor byl simulován za předpokladu zcela zaplněné místnosti (maximální kapacita posluchačů, a zařízení nábytkem, dle ČSN 73 0527).

### 6.2. 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 © 1985-2013. Licensed to Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 101 – Pohled do akustického modelu prostoru, s akustickými úpravami





Obr. 102 – pohled do akustického modelu prostoru, s akustickými úpravami

### 6.3. Návrh akustických úprav

V návrhu je uvažováno s plným zaplněním sálu (ČSN 73 0527).

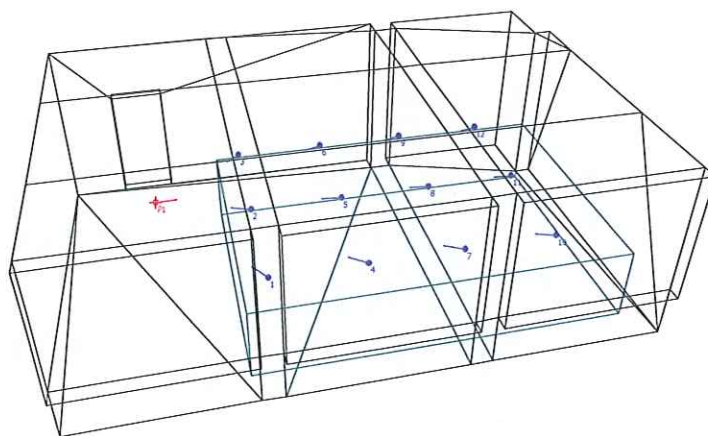
Veškeré akustické úpravy místnosti se budou odehrávat v podhledech, a částečně na stěnách (viz přílohy).

Podlaha bude ze zátěžového PVC, stěny opatřeny omítkou a vnitřním štukem.

Materiál	Odsazení/svěšení	Popis	Výměra / m <sup>2</sup>	Poznámka
Ecophon Focus A	Cca 200 mm	Podhledový akustický systém, jednoduchá instalace	Cca 34 m <sup>2</sup>	+ vložená vrstva Extrabass
Ecophon Master Rigid A/Gamma	Cca 200 mm	Podhledový akustický systém, jednoduchá montáž	Cca 18 m <sup>2</sup>	Umístěno v přední části prostoru
Ecophon Akusto Wall C	Cca 40 mm	Akustické stěnové panely, jednoduchá montáž	Cca 5 ks 2700x600 mm	Umístěno v prostoru naproti přednášejícímu

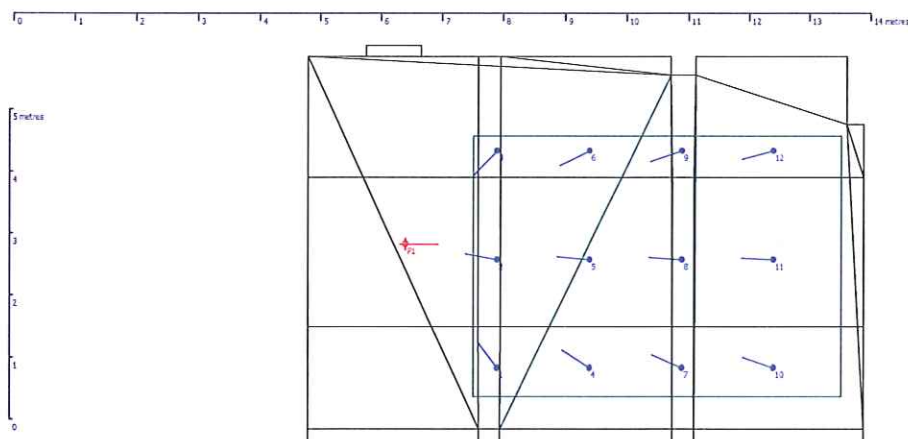
Tab. 13 – Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru prostoru.

## 6.4. Akustická simulace a její hodnocení – plná kapacita sálu



Obr. 103 - Počítačový 3D model místnosti - s vyznačením pozic virtuálních mikrofónů (modře)

a všesměrového zdroje zvuku P1 (červeně).



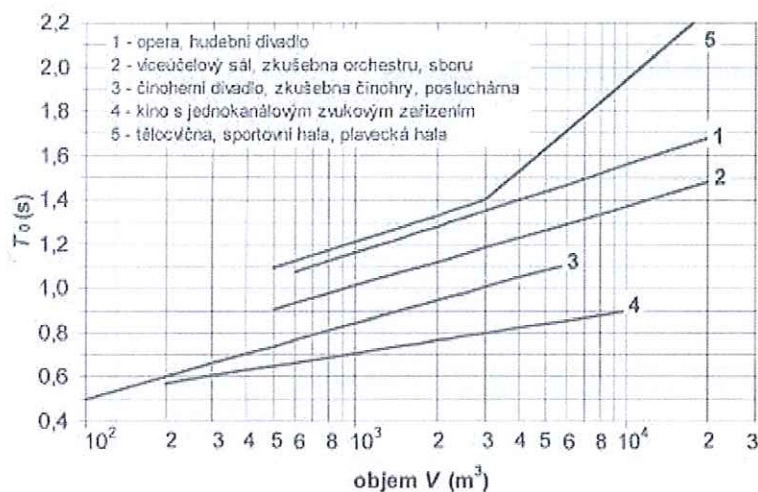
Obr. 104 - Počítačový 3D model místnosti - s vyznačením pozic virtuálních mikrofónů (modře)

a všesměrového zdroje zvuku P1 (červeně)

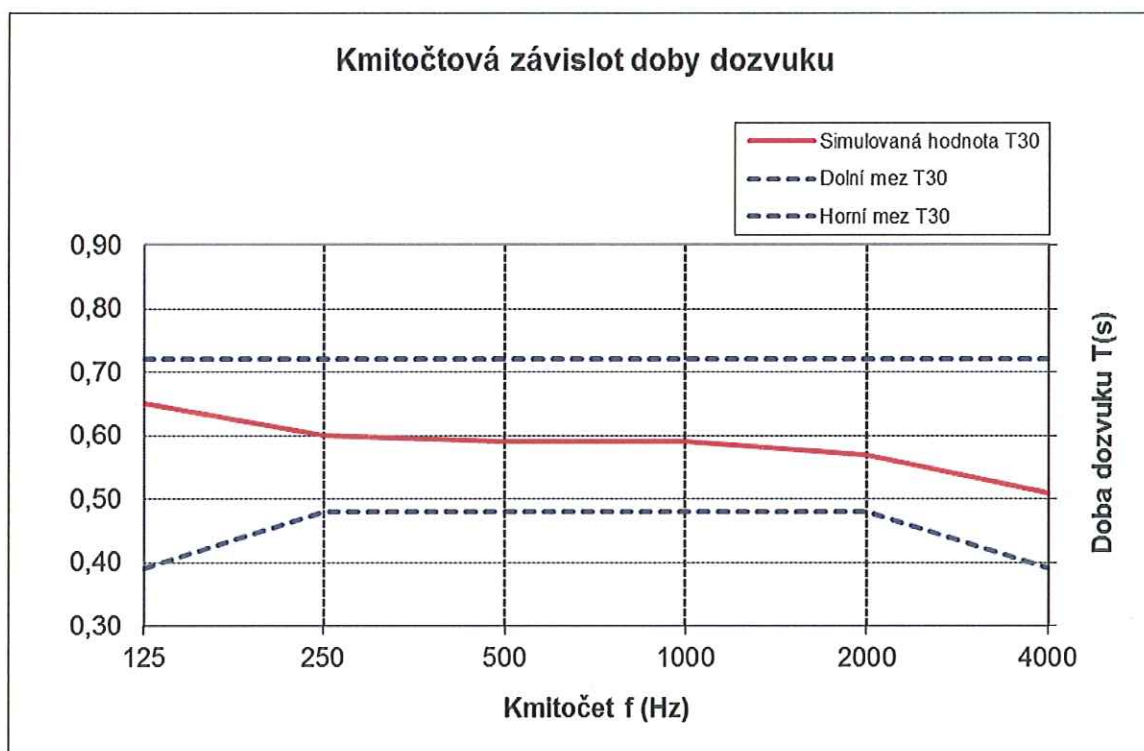
Zjednodušený geometrický model místnosti byl vytvořený na základě projektové dokumentace poskytnuté zadavatelem. Zvukpohltivé vlastnosti vnitřních povrchů byly stanovené podle dříve naměřených dat. Počítačová simulace byla provedená pro všesměrový zdroj zvuku a všesměrové přijímače (mikrofony).

**Optimální doba dozvuku je stanovena na základě doporučených hodnot normy ČSN 73 0527.**

Byla stanovena optimální doba dozvuku  $T_0 = 0,55$  (s), která byla odečtená z grafu na základě známého objemu místnosti  $V = 158 \text{ m}^3$  (ČSN 73 0527). Výsledky simulace  $T_{30}$  jsou zobrazené na obr. 105, ze kterého je zřejmé, že doba dozvuku v navrhované místnosti po provedení akustických úprav se pohybuje v mezích zvoleného tolerančního pásma.

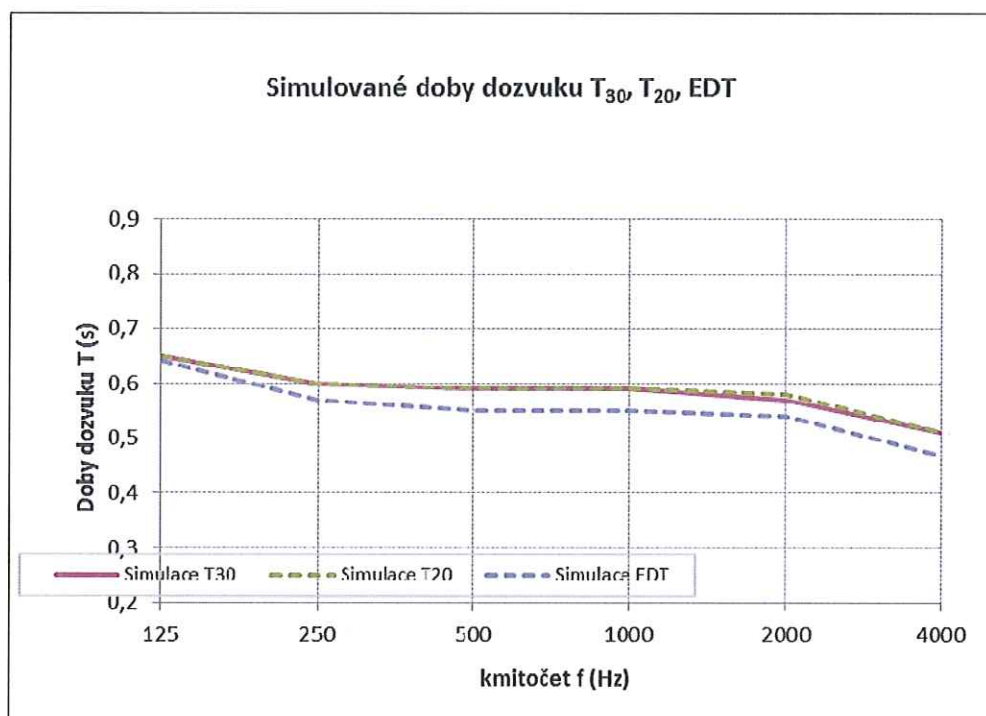


Obr. 105 Optimální doba dozvuku  $T_0$  pro jednotlivé typy prostorů. (ČSN 73 0527)



Obr. 106 Simulovaná průměrná doba dozvuku  $T_{30}$  a meze jejího tolerančního pásma v místnosti – simulovaná hodnota





Obr. 107 Simulace a srovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků  $T_{30}$ ,  $T_{20}$  a EDT v prostoru

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Simulace $T_{30}$ /s/	0,62	0,65	0,6	0,59	0,59	0,57	0,51	0,43
Simulace $T_{20}$ /s/	0,62	0,65	0,60	0,59	0,59	0,58	0,51	0,42
Simulace EDT /s/	0,60	0,64	0,57	0,55	0,55	0,54	0,47	0,40
SPL /dB/****	79,1	79,6	78,6	78,2	78,0	77,8	77,2	76,2
C80 /dB/	7,4	6,8	8,1	8,5	8,6	8,9	10,2	12,6
D50 /-/	0,69	0,67	0,72	0,74	0,75	0,75	0,79	0,85
Ts /ms/	43	46	39	37	36	35	31	25
LF80 /-/	0,268	0,271	0,264	0,260	0,261	0,261	0,255	0,243
Echo Max* /-/	0,43	0,44	0,42	0,42	0,42	0,41	0,41	0,39
STI*** /-/				0,73	Alcons** /%/			3,85
STI/Žena/*** /-/				0,73	RASTI*** /-/			0,73
STI/Muž/*** /-/				0,72				

Tab. 14 Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti

\*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.

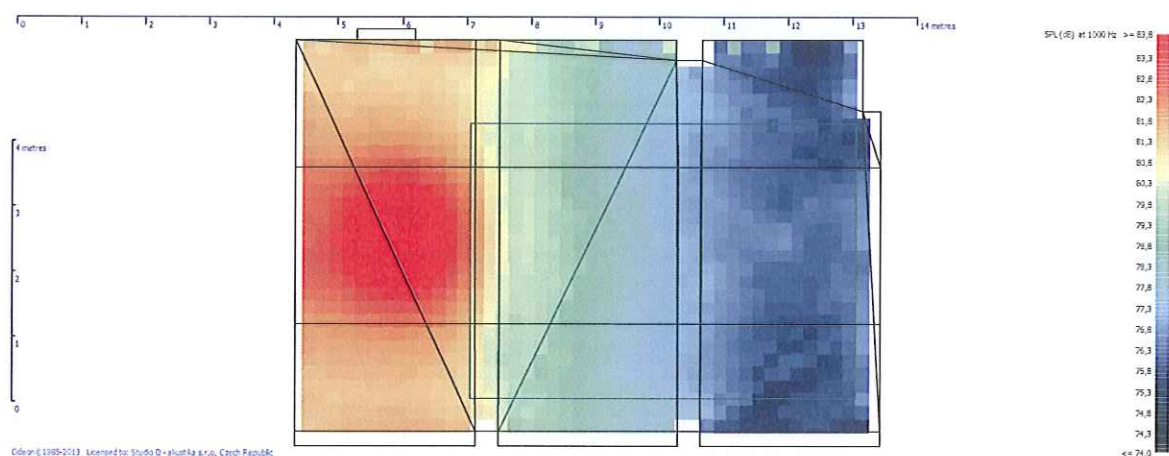
\*\* Parametr Alcons (Articulation loss) je sice parametr používaný v zahraničí, avšak je vhodné jej určit. Nachází se v přípustném rozmezí (0-11%).

\*\*\* 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.

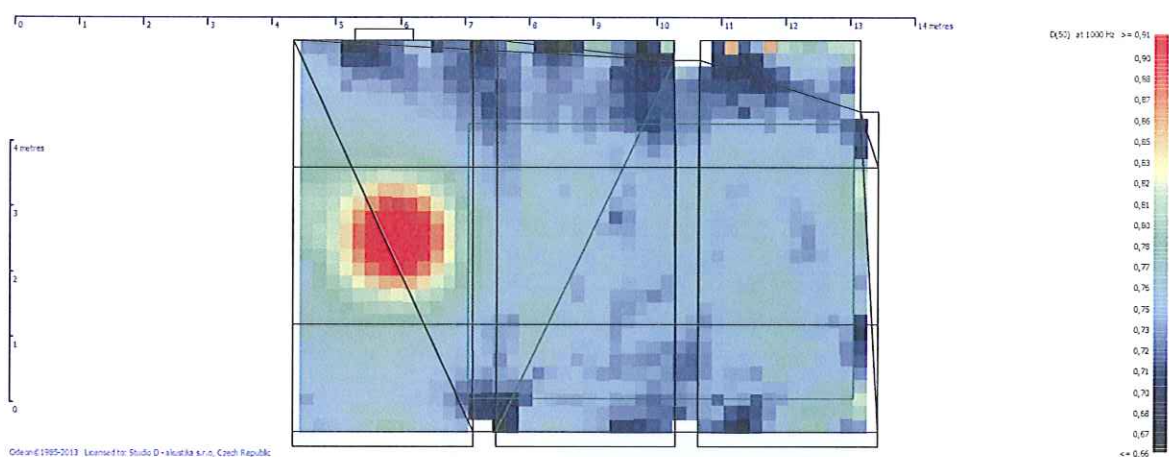
\*\*\*\* Průměrná hodnota akustického tlaku v místnosti za předpokladu akustického výkonu zdroje cca 90 dB.

Figure 10 is a 2D heatmap showing the spatial distribution of the temperature field  $T(x)$  at 1300 Pa. The horizontal axis represents distance in metres (0 to 14), and the vertical axis represents height in metres (0 to 4). The color scale ranges from 0.44 (blue) to 0.68 (red). A red arrow labeled  $r_2$  points to a specific location in the field.

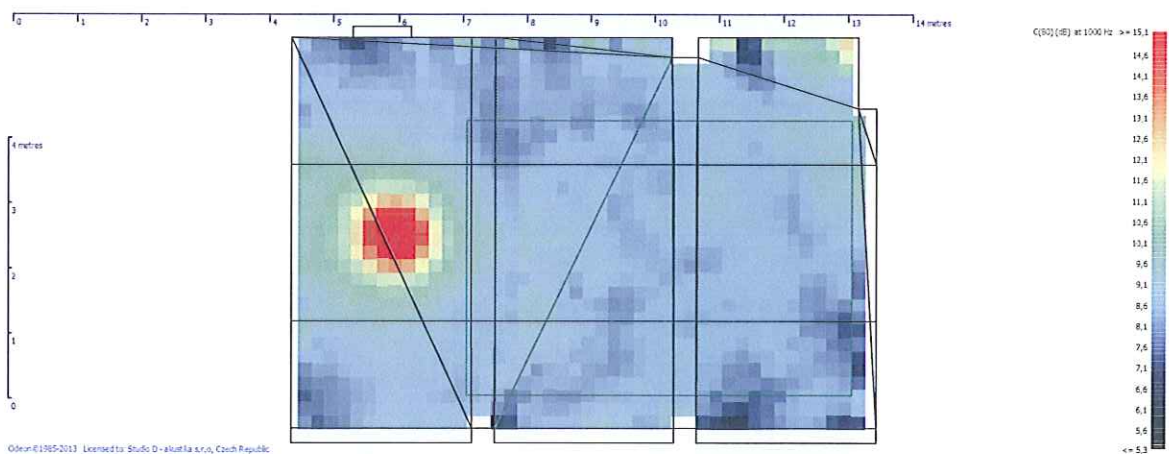




Obr. 111 Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou

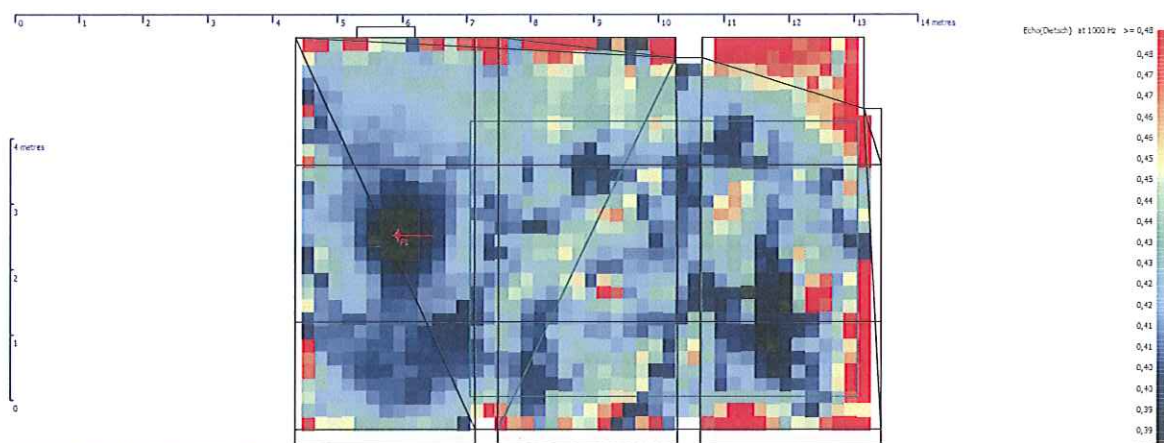


Obr. 112 Zřetelnost D50 (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou

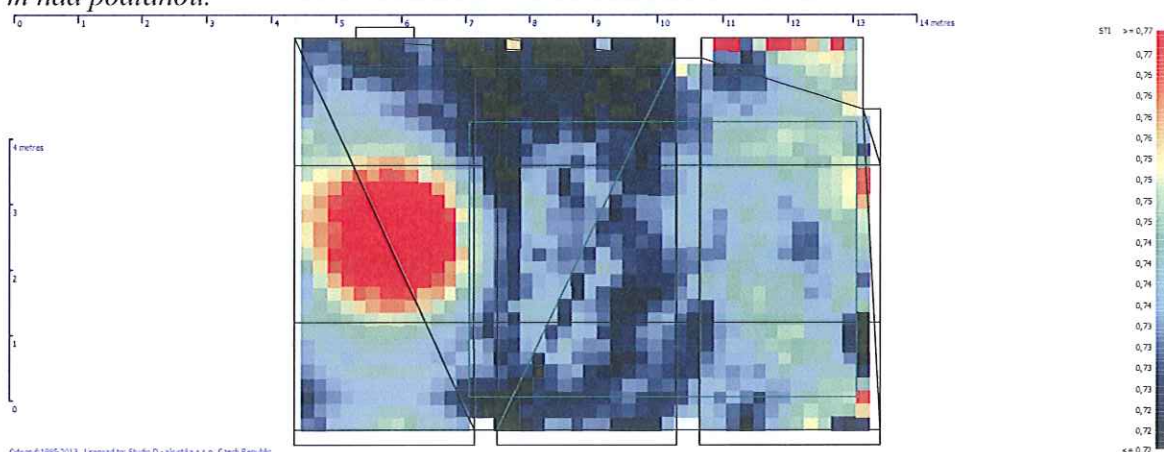


Obr. 113 Jasnost C80 (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou.





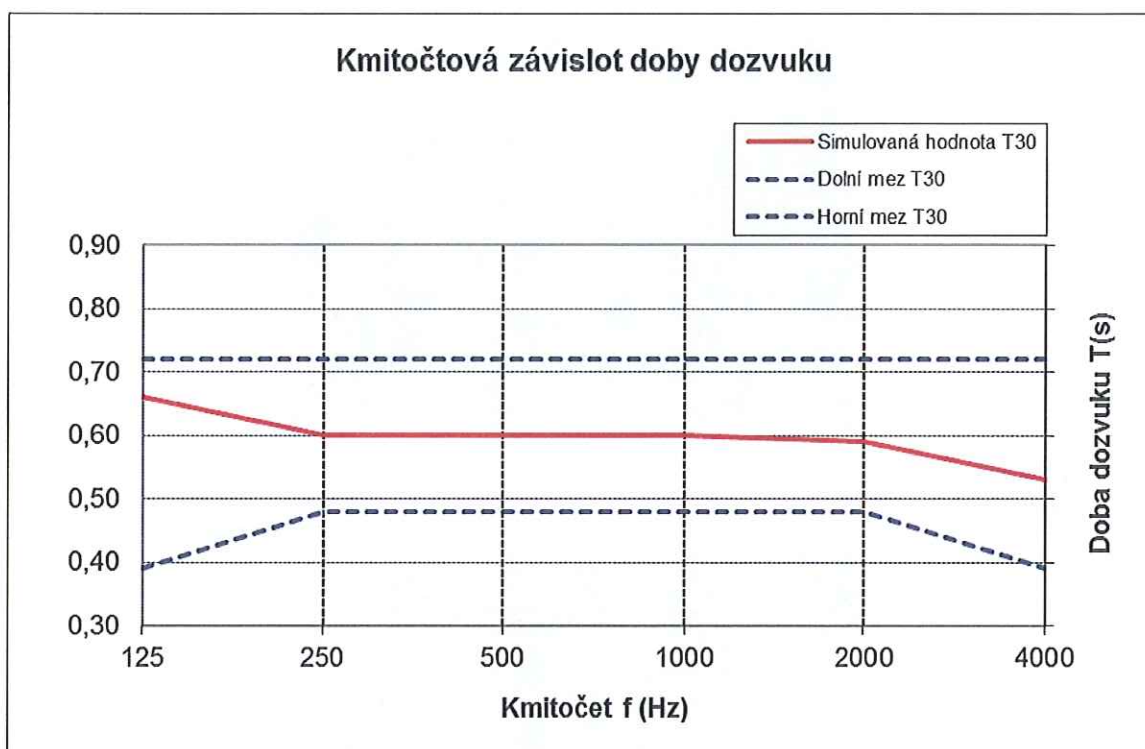
Obr. 114 Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,5 m nad podlahou.



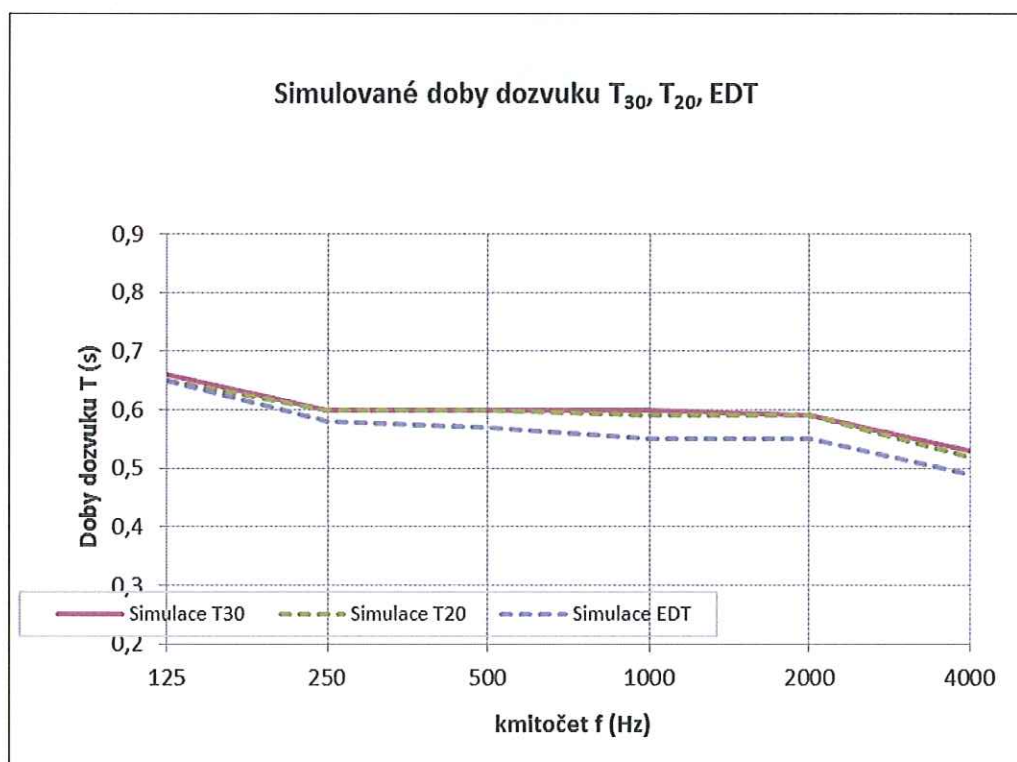
Obr. 115 Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou.

## 6.6. Akustická simulace a její hodnocení – kapacita sálu zaplněna z 80%

Pro lepší při hodnocení prostorové akustiky, a zároveň pro vyhovění požadavkům daným normou ČSN 73 0527 je nutné prozkoumat i chování celého prostoru při jeho zaplnění z 80% celkové kapacity. Na následujících stranách jsou výsledky simulace a její hodnocení pro takové obsazení posluchači.



Obr. 116 Simulovaná průměrná doba dozvuku  $T_{30}$  a meze jejího tolerančního pásma v místnosti – simulovaná hodnota



Obr. 117 Simulace a srovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků  $T_{30}$ ,  $T_{20}$  a EDT v prostoru

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Simulace T30 /s/	0,64	0,66	0,6	0,6	0,6	0,59	0,53	0,46
Simulace T20 /s/	0,63	0,65	0,60	0,60	0,59	0,59	0,52	0,42
Simulace EDT /s/	0,61	0,65	0,58	0,57	0,55	0,55	0,49	0,45
SPL /dB/****	79,1	79,6	78,7	78,4	78,5	78,2	77,6	76,5
C80 /dB/	7,3	6,6	7,9	8,4	8,1	8,4	9,7	12,1
D50 /-/	0,69	0,66	0,72	0,74	0,73	0,74	0,78	0,84
Ts /ms/	42	46	40	37	38	37	32	26
LF80 /-/	0,272	0,275	0,269	0,264	0,267	0,266	0,260	0,247
Echo Max* /-/	0,54	0,51	0,51	0,48	0,47	0,46	0,45	0,42
STI*** /-/			0,73					3,95
STI/Žena/*** /-/			0,72					0,72
STI/Muž/*** /-/			0,72					
Alcons** /%/								
RASTI*** /-/								

Tab. 15 Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti

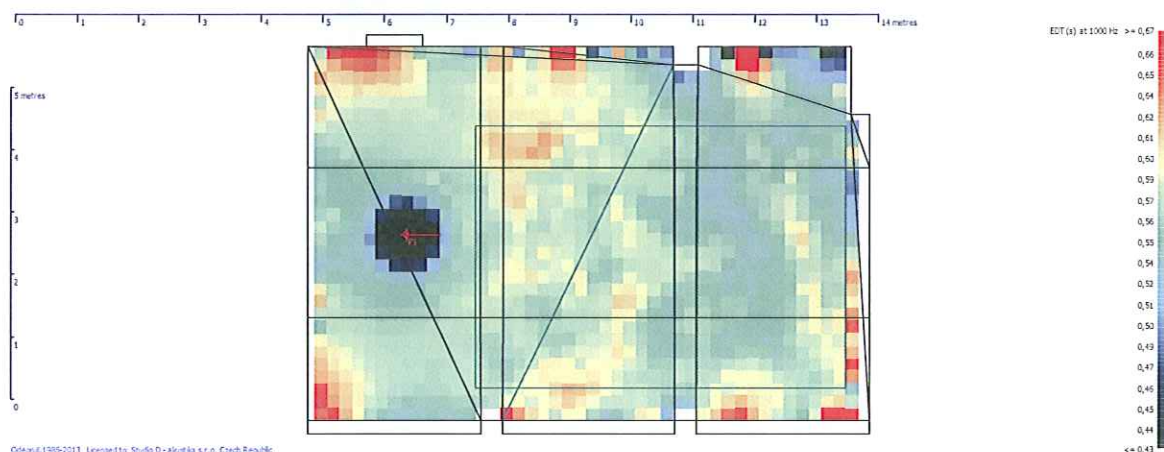
\*Echo bylo vypočteno dle Dietsch-Kraakova kritéria. Z tabulky je patrné, že maximální hodnoty ve všech bodech se nacházejí v rozmezí 0-0,9 (= 0-90%), tzn. v místnosti nevznikají rušivé jevy, jako např. třepotavá ozvěna, apod.

\*\* Parametr Alcons (Articulation loss) je sice parametr používaný v zahraničí, avšak je vhodné jej určit. Nachází se v přípustném rozmezí (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.

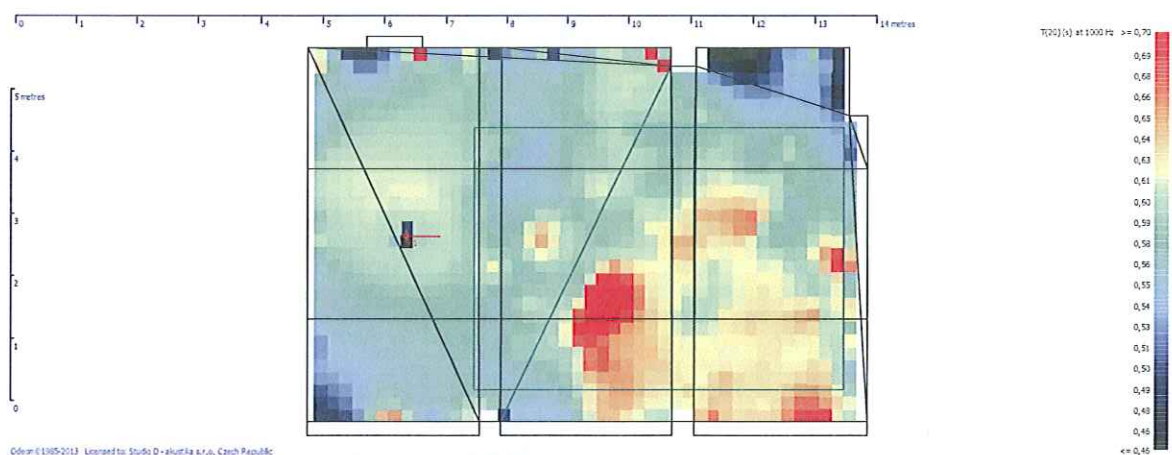
\*\*\*\* Průměrná hodnota akustického tlaku v místnosti za předpokladu akustického výkonu zdroje cca 90 dB.

## 6.7. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část

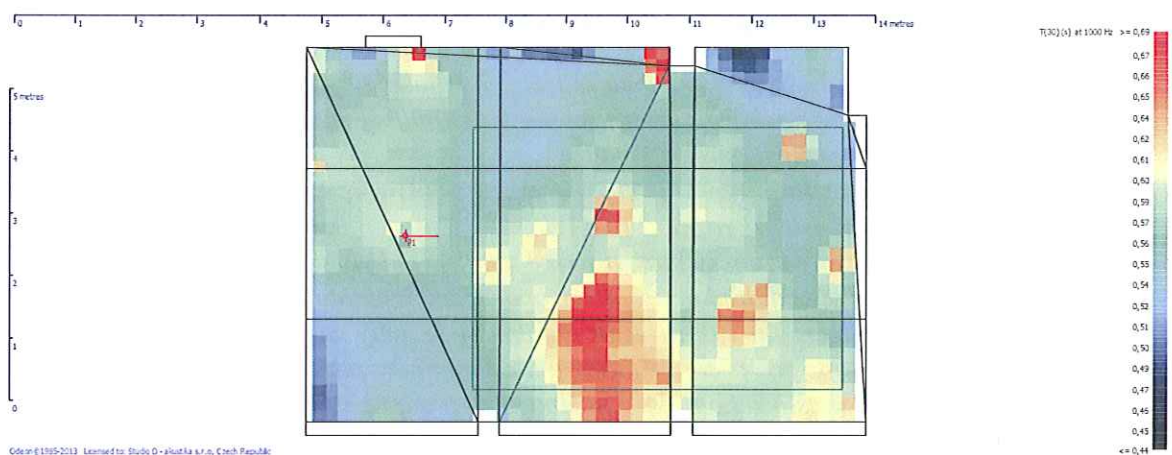


Obr. 118 Early Decay Time EDT (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou

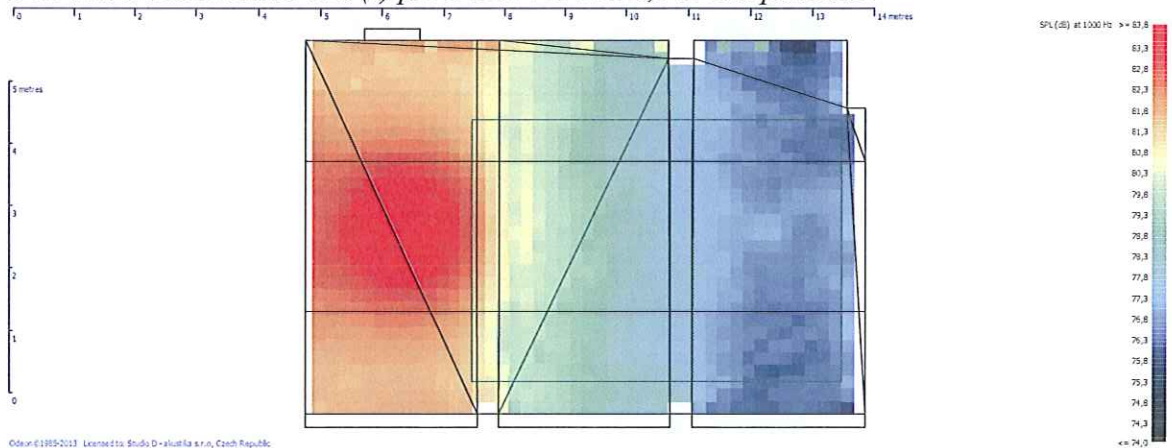




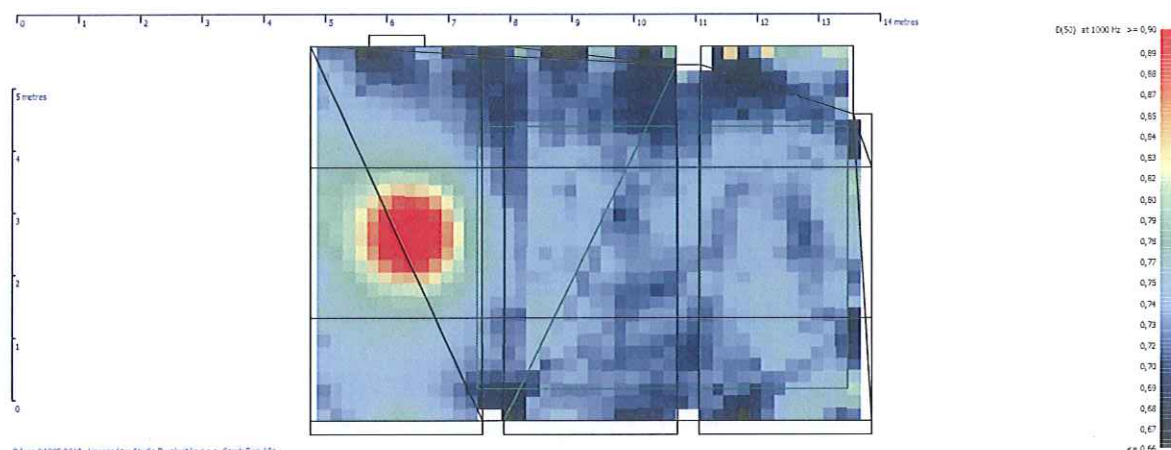
Obr. 119 Doba dozvuku  $T_{20}$  (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



Obr. 120 Doba dozvuku  $T_{30}$  (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou

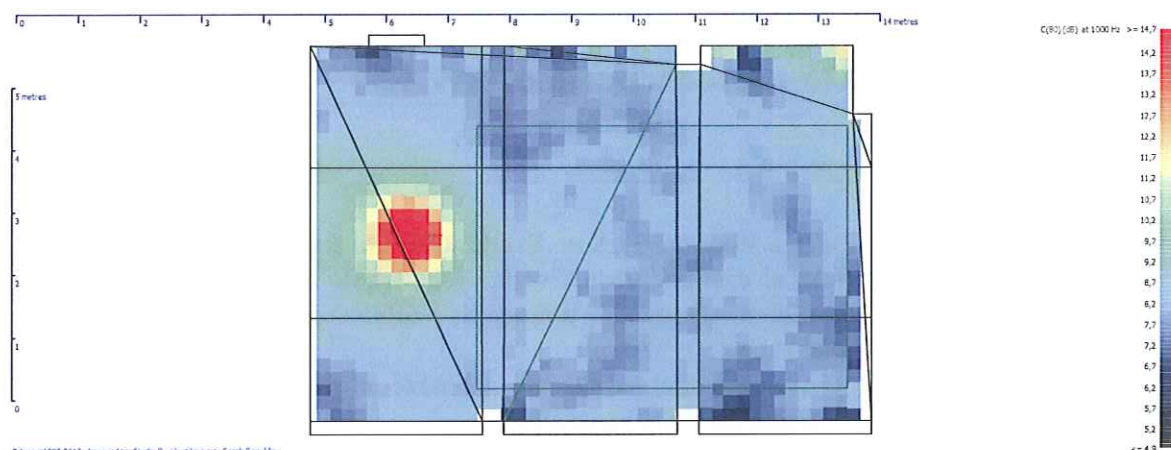


Obr. 121 Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



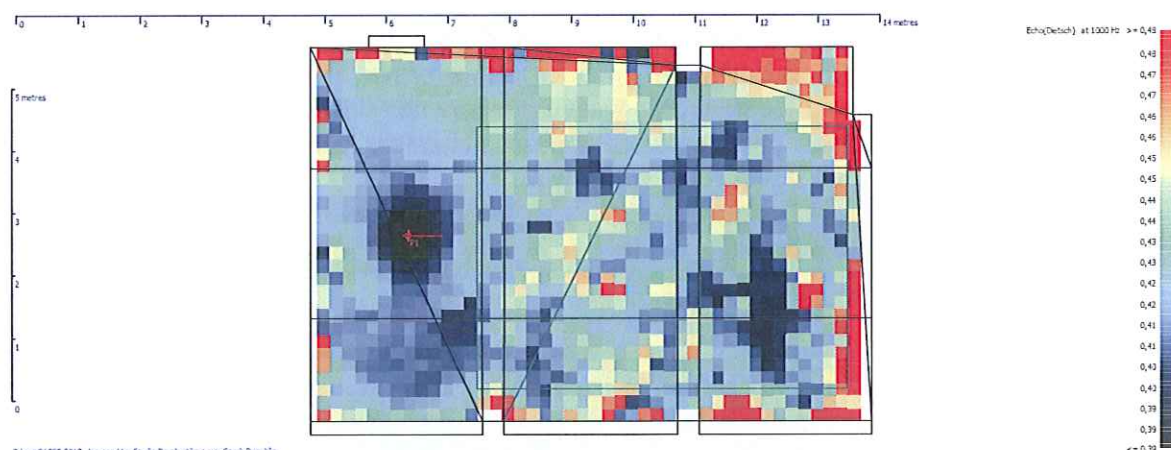
Odeon 6.1985-2013. Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 122 Zřetelnost D50 (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou



Odeon 6.1985-2013. Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

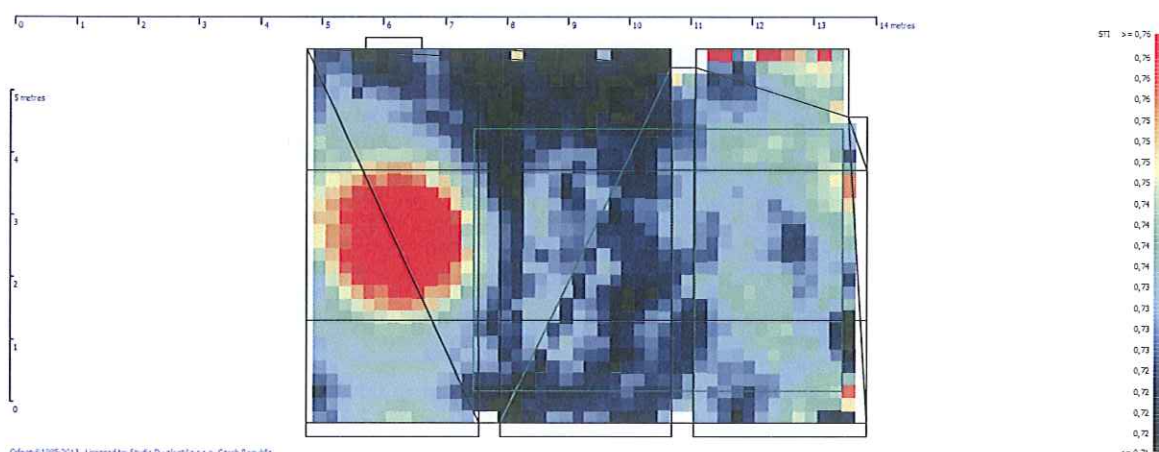
Obr. 123 Jasnost C80 (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou.



Odeon 6.1985-2013. Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 124 Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,5 m nad podlahou.





Odeon©1985-2013. Licensed to Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 125 Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou.

## 7. Prostorová akustika – Zasedací místnost č. 2.43

### 7.1. Popis prostoru

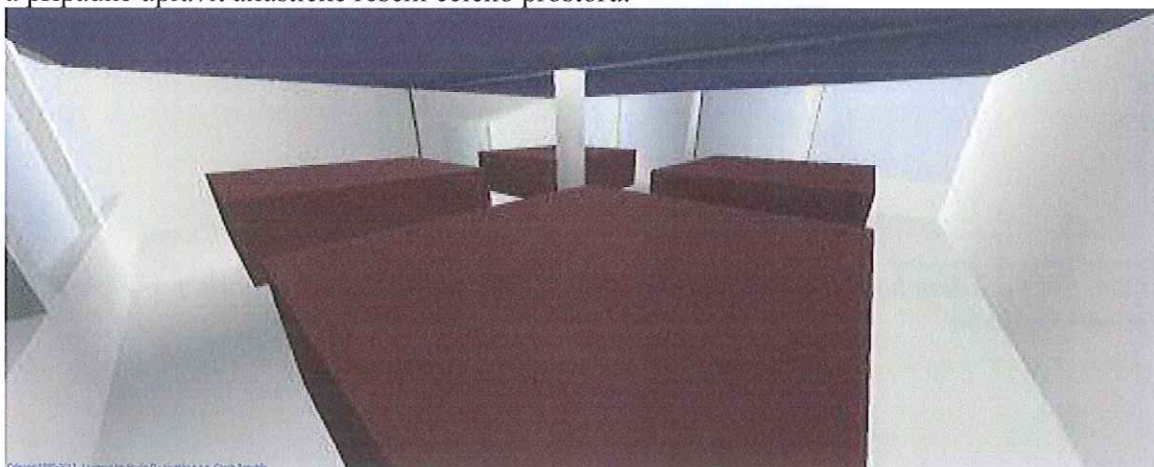
Místnost má délku cca 12,4 m a šířku cca 11,8 m. Světlá výška místnosti je cca 3,1 m. V místnosti probíhá také snížená část podhledu. Světlá výška tohoto řešení bude cca 2,8 m. Objem místnosti je cca  $V = 426 \text{ m}^3$  (Odměřeno z modelu) a celková plocha ohraničujících vnitřních povrchů konstrukcí je cca  $S = 583 \text{ m}^2$ .

Celý prostor byl simulován za předpokladu zcela zaplněné místnosti (maximální kapacita posluchačů, a zařízení nábytkem, dle ČSN 73 0527).

### 7.2. 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.

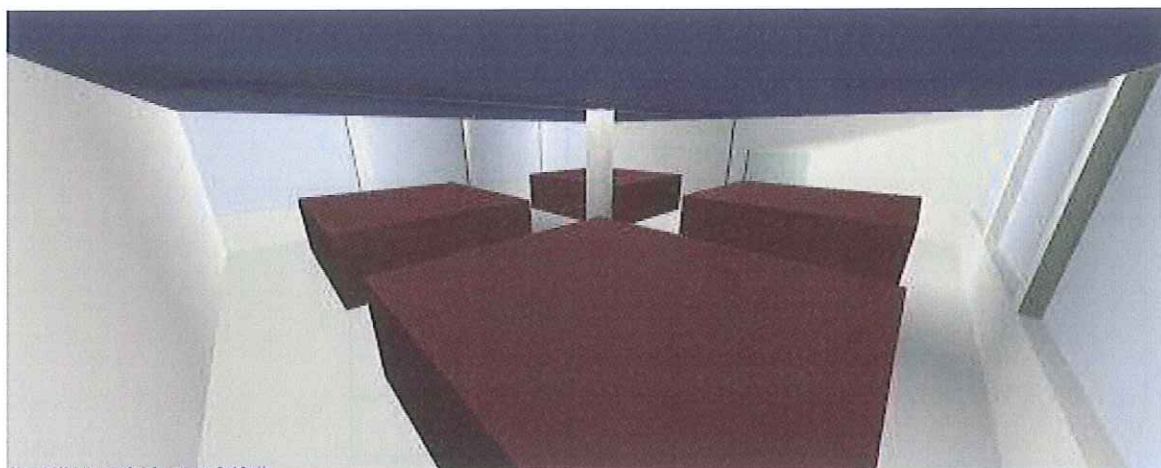
Před provedením akustických úprav prostoru doporučujeme tato měření provést, a zkalibrovat, a případně upravit akustické řešení celého prostoru.



Odeon©1985-2013. Licensed to Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 126 – Pohled do akustického modelu prostoru, s akustickými úpravami





Obr. 127-2013. Upraveno: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 127 – pohled do akustického modelu prostoru, s akustickými úpravami

### 7.3. Návrh akustických úprav

V návrhu je uvažováno s plným zaplněním sálu (ČSN 73 0527).

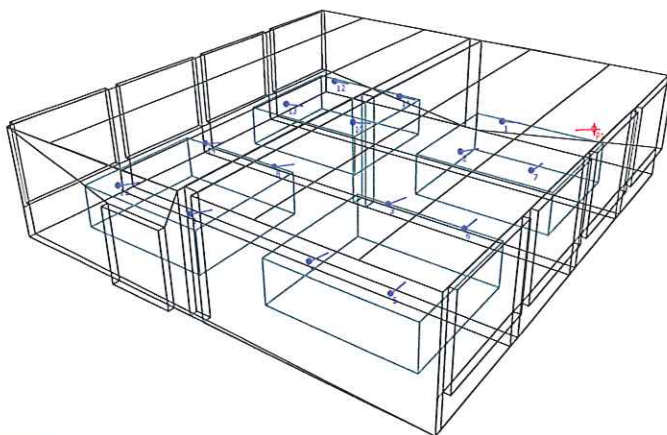
Veškeré akustické úpravy místnosti se budou odehrávat v podhledech, a částečně na stěnách (viz přílohy).

Podlaha bude ze zátěžového PVC, stěny opatřeny omítkou a vnitřním štukem.

Materiál	Odsazení/svěšení	Popis	Výměra / m <sup>2</sup>	Poznámka
Ecophon Focus A	Cca 200 mm	Podhledový akustický systém, jednoduchá instalace	Cca 146 m <sup>2</sup>	+ vložená vrstva Extrabass, celoplošně po celé ploše podhledu.

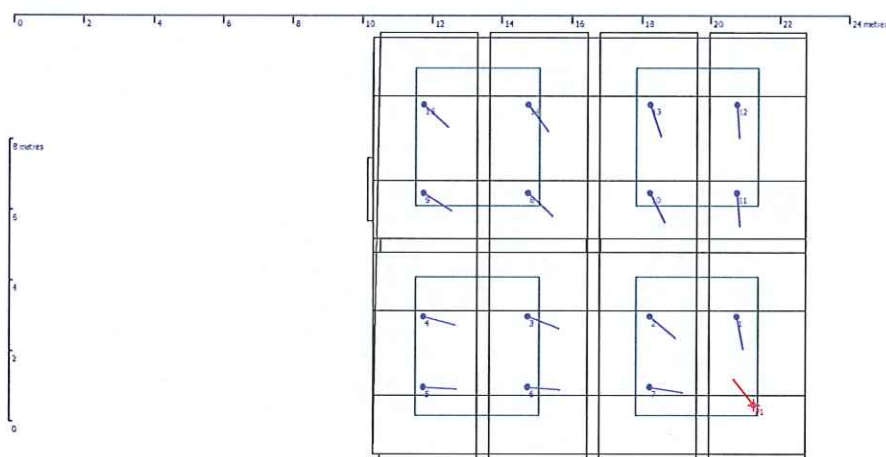
Tab. 16 – Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru prostoru.

### 7.4. Akustická simulace a její hodnocení – plné obsazení místnosti



Obr. 128-2013. Upraveno: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 128 - Počítačový 3D model místnosti - s vyznačením pozic virtuálních mikrofónů (modře) a všesměrového zdroje zvuku P1 (červeně).



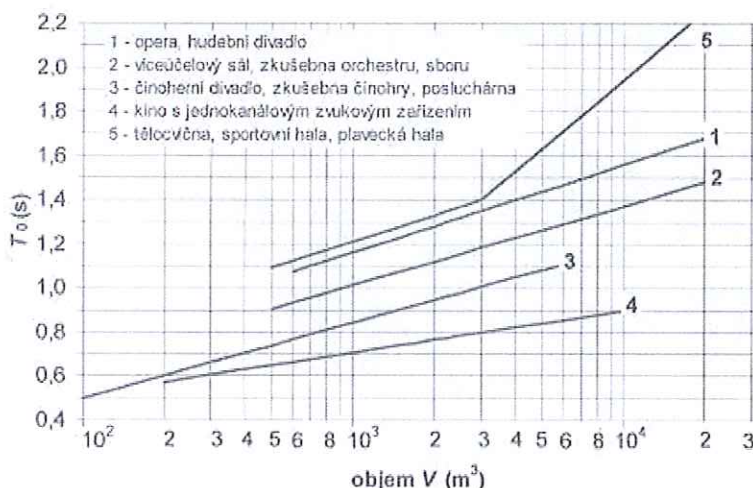
Obr. 129 - Počítačový 3D model místnosti - s vyznačením pozic virtuálních mikrofونů (modře) a všesměrového zdroje zvuku P1 (červeně)

Obr. 129 - Počítačový 3D model místnosti - s vyznačením pozic virtuálních mikrofونů (modře) a všesměrového zdroje zvuku P1 (červeně)

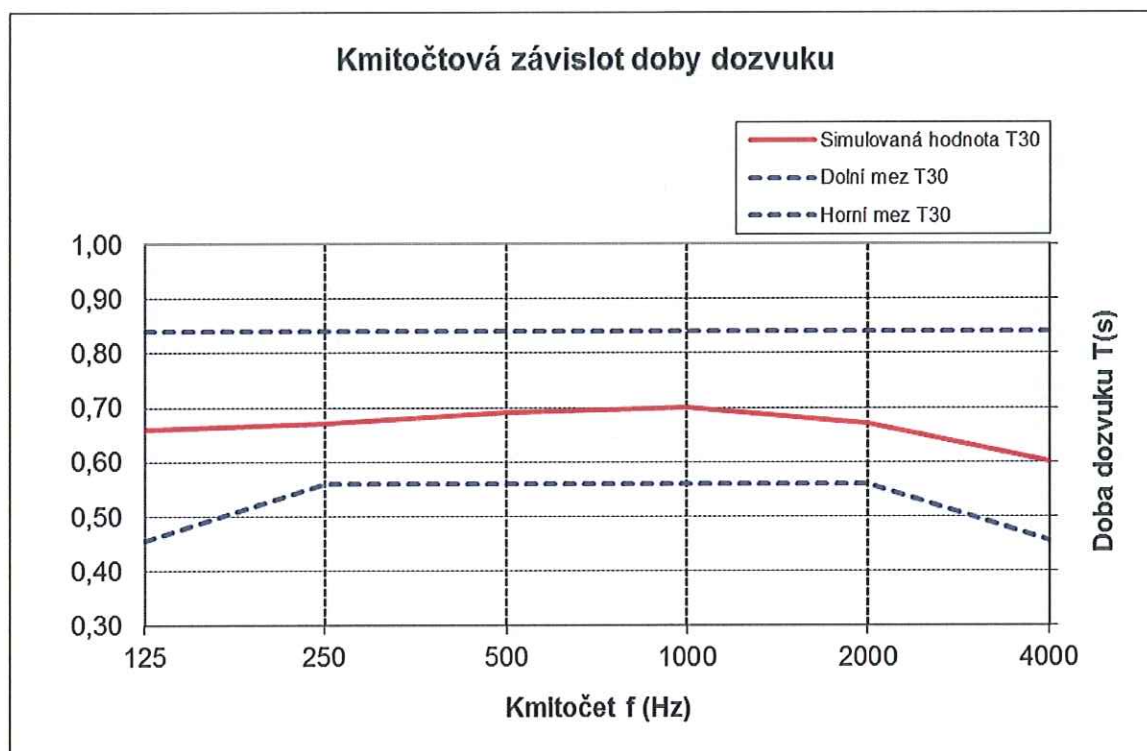
Zjednodušený geometrický model místnosti byl vytvořený na základě projektové dokumentace poskytnuté zadavatelem. Zvukopohltivé vlastnosti vnitřních povrchů byly stanovené podle dříve naměřených dat. Počítačová simulace byla provedená pro všesměrový zdroj zvuku a všesměrové přijímače (mikrofony).

### Optimální doba dozvuku je stanovena na základě doporučených hodnot normy ČSN 73 0527.

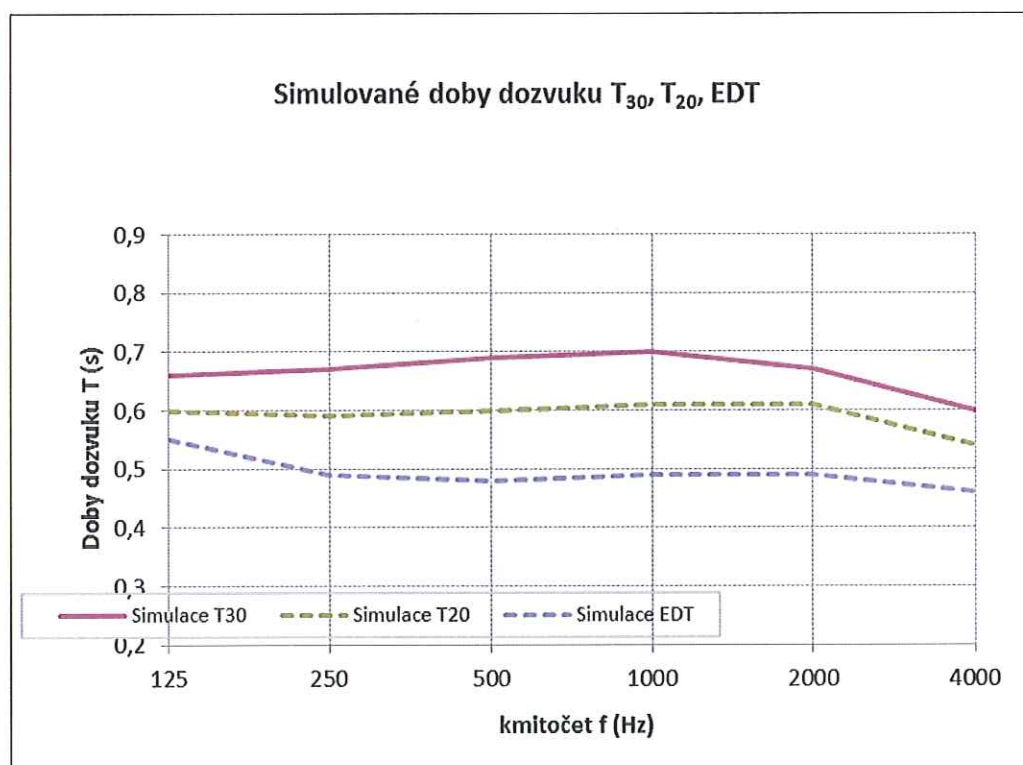
Byla stanovena optimální doba dozvuku  $T_0 = 0,7$  (s), která byla odečtená z grafu na základě známého objemu místnosti  $V = 426 \text{ m}^3$  (ČSN 73 0527). Výsledky simulace  $T_{30}$  jsou zobrazené na obr. 130, ze kterého je zřejmé, že doba dozvuku v navrhované místnosti po provedení akustických úprav se pohybuje v mezích zvoleného tolerančního pásma. Vzhledem k tomu, že pro zasedací místnosti jsou normami ČSN řešeny požadavky s menším důrazem, bylo zvoleno optimální doby dozvuku na základě požadavků pro přednáškové sály a posluchárny. Velký důraz na srozumitelnost řeči platí i nadále.



Obr. 130 Optimální doba dozvuku  $T_0$  pro jednotlivé typy prostorů. (ČSN 73 0527)



Obr. 131 Simulovaná průměrná doba dozvuku  $T_{30}$  a meze jejího tolerančního pásma v místnosti – simulovaná hodnota



Obr. 132 Simulace a srovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků  $T_{30}$ ,  $T_{20}$  a EDT v prostoru



	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
<b>Simulace T30 /s/</b>	0,65	0,66	0,67	0,69	0,70	0,67	0,60	0,59
<b>Simulace T20 /s/</b>	0,58	0,60	0,59	0,60	0,61	0,61	0,54	0,46
<b>Simulace EDT /s/</b>	0,52	0,55	0,49	0,48	0,49	0,49	0,46	0,37
<b>SPL /dB/****</b>	71,6	72,2	70,4	69,5	70,0	71,3	70,7	67,5
<b>C80 /dB/</b>	11,2	10,6	12,0	12,3	12,1	12,1	12,8	15,3
<b>D50 /-/</b>	0,84	0,82	0,86	0,87	0,87	0,87	0,88	0,91
<b>Ts /ms/</b>	27	29	24	22	23	23	22	18
<b>LF80 /-/</b>	0,231	0,239	0,235	0,235	0,235	0,237	0,232	0,217
<b>Echo Max* /-/</b>	0,40	0,41	0,41	0,42	0,43	0,42	0,41	0,38
<b>STI*** /-/</b>				0,80	<b>Alcons** /%/</b>			2,69
<b>STI/Žena/*** /-/</b>				0,80	<b>RASTI*** /-/</b>			0,80
<b>STI/Muž/*** /-/</b>				0,80				

Tab. 17 Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti

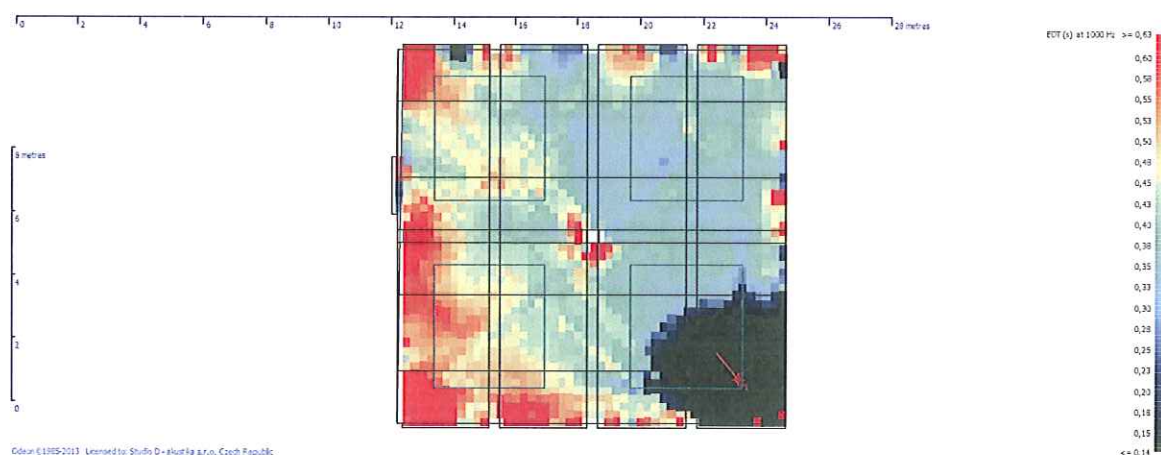
\*Echo bylo vypočteno dle Dietsch-Kraakova kritéria. Z tabulky je patrné, že maximální hodnoty ve všech bodech se nacházejí v rozmezí 0-0,9 (= 0-90%), tzn. v místnosti nevznikají rušivé jevy, jako např. třepotavá ozvěna, apod.

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

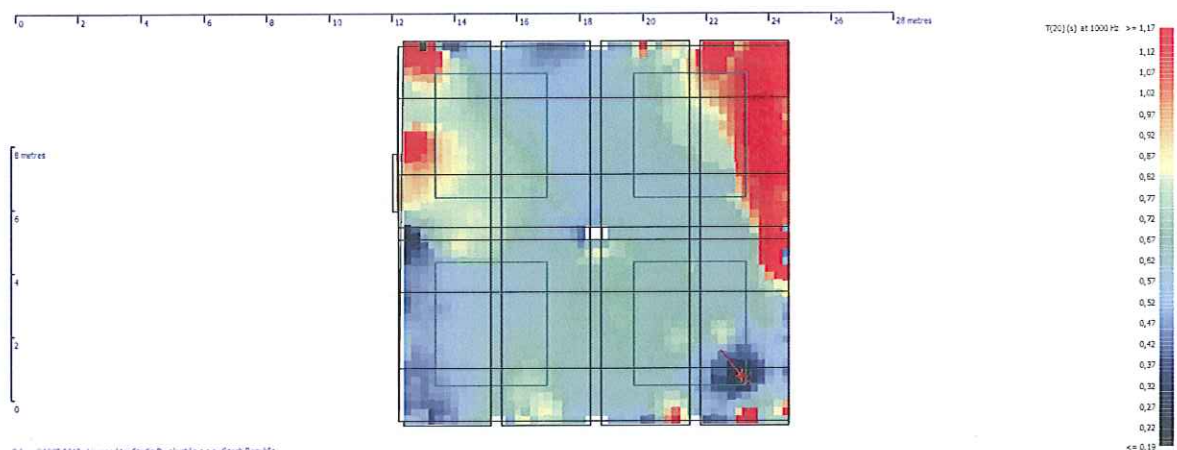
\*\*\* Hodnoty STI pro mužský i ženský hlas, a stejně tak RASTI byly vypočítané pro předpokládanou hladinu pozadí hluku <35 dB. Doporučené hodnoty parametru STI pro mluvené slovo jsou v rozmezí 0,6-1,0. Přičemž ideálně by se měly nacházet v rozmezí 0,7-1. Hodnoty STI byly vypočítané pro předpokládanou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

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

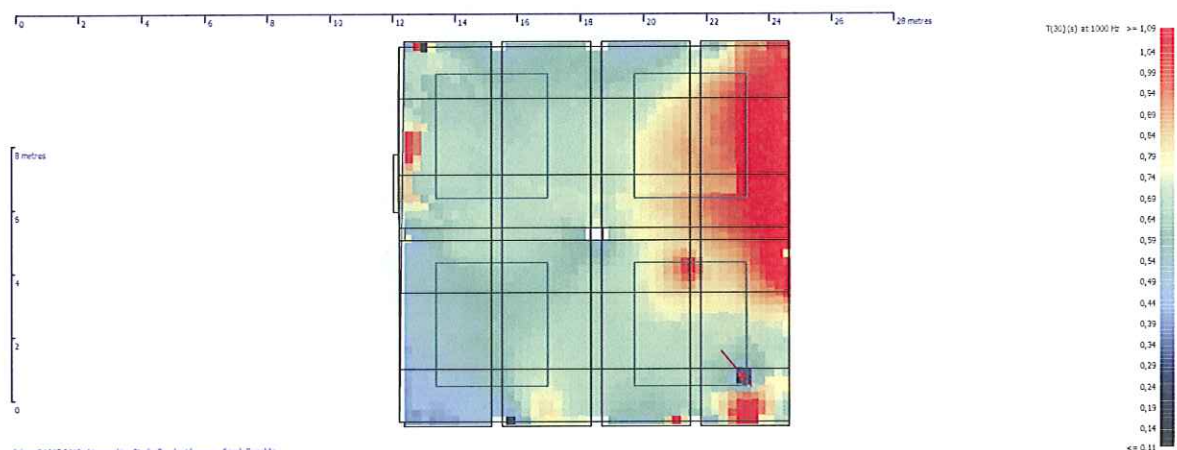
## 7.5. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část



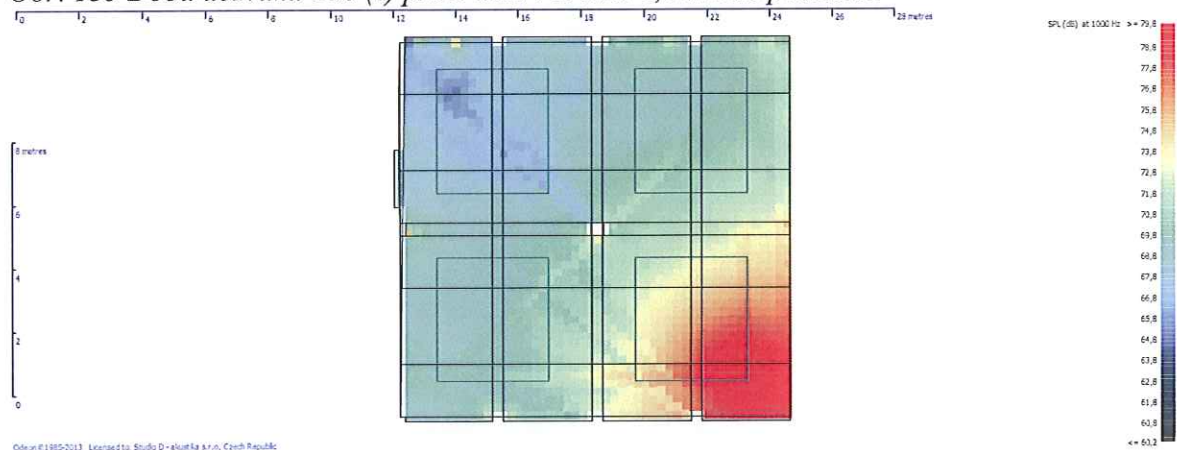
Obr. 133 Early Decay Time EDT (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



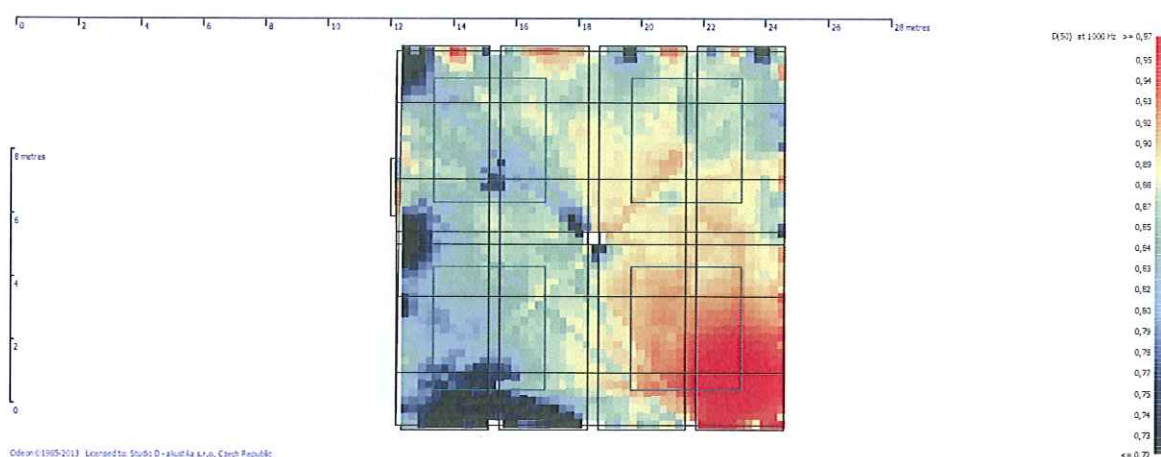
Obr. 134 Doba dozvuku  $T_{20}$  (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



Obr. 135 Doba dozvuku  $T_{30}$  (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou

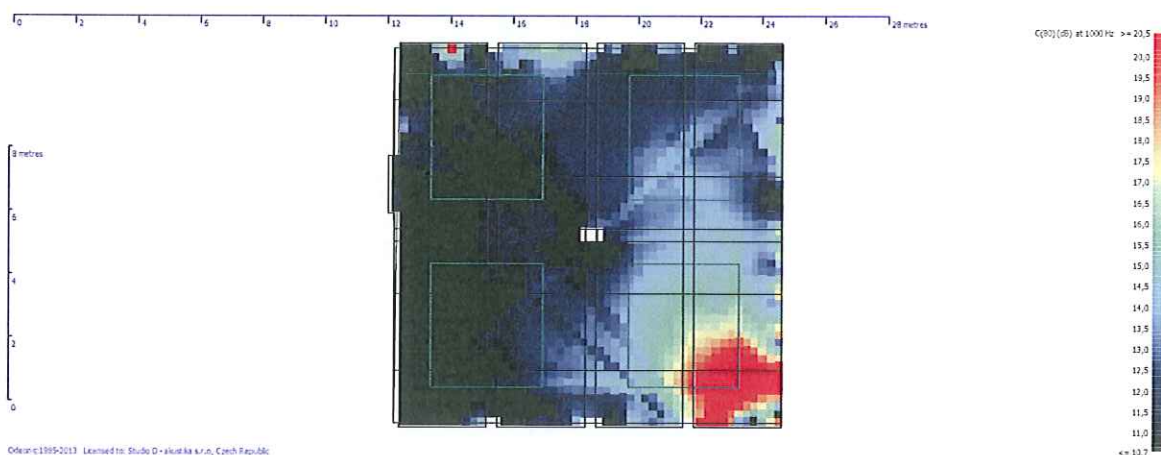


Obr. 136 Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



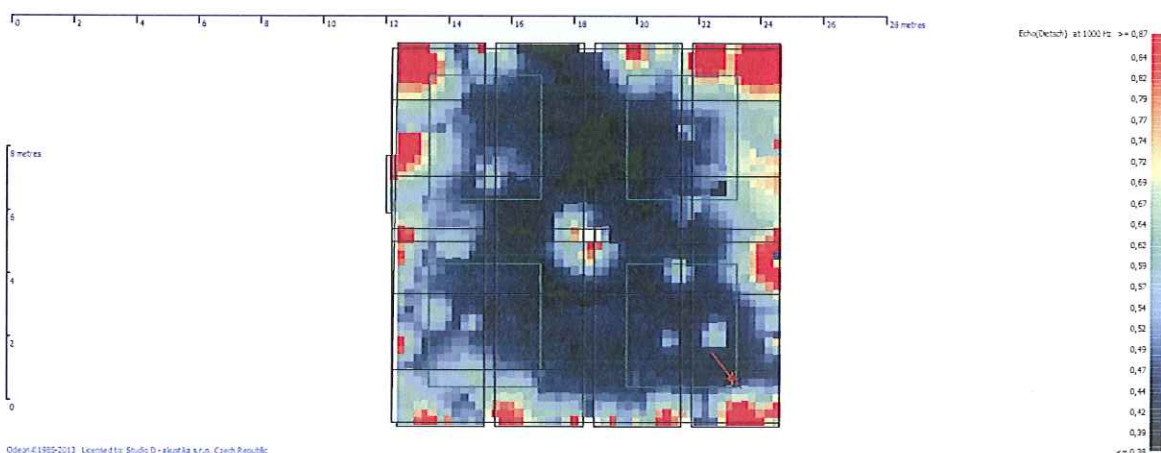
Odeon©1995-2013 Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 137 Zřetelnost D50 (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou



Odeon©1995-2013 Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

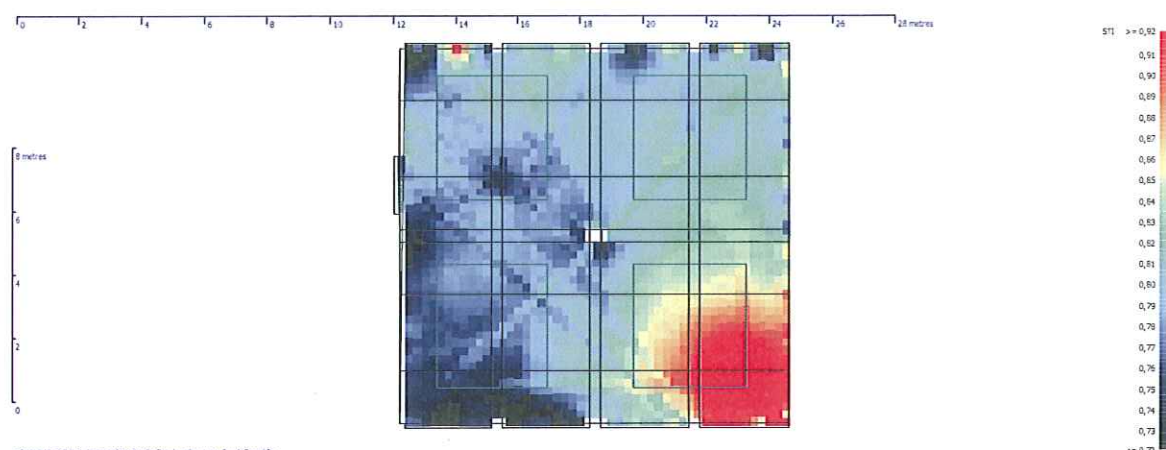
Obr. 138 Jasnost C80 (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou.



Odeon©1995-2013 Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 139 Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,5 m nad podlahou.



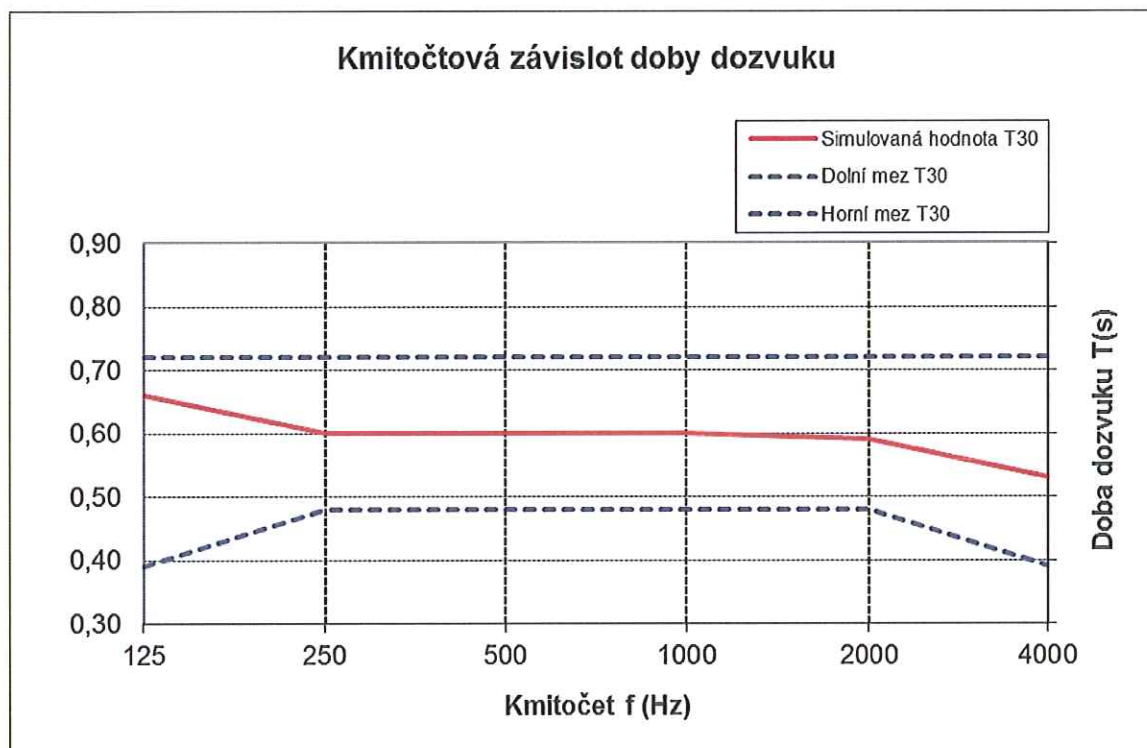


Odeon 1985-2013. Licensed for Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

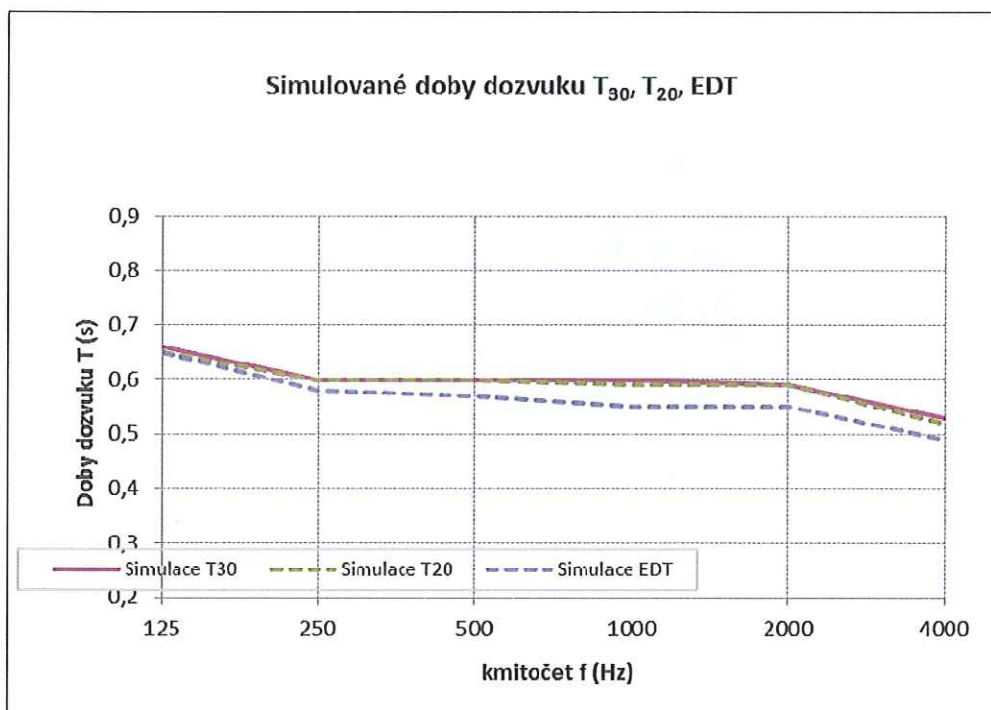
Obr. 140 Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou.

## 7.6. Akustická simulace a její hodnocení – přítomných pouze 10 osob

Pro lepší při hodnocení prostorové akustiky je vhodné prozkoumat i chování celého prostoru při jeho zaplnění menším počtem osob. Referenční hodnota byla zvolena jako 10 osob v místnosti (menší jednání/zasedání). Na následujících stranách jsou výsledky simulace a její hodnocení pro takové obsazení jednajícími.



Obr. 141 Simulovaná průměrná doba dozvuku  $T_{30}$  a meze jejího tolerančního pásma v místnosti – simulovaná hodnota



Obr. 142 Simulace a srovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků  $T_{30}$ ,  $T_{20}$  a EDT v prostoru

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Simulace $T_{30}$ /s/	0,64	0,66	0,6	0,6	0,6	0,59	0,53	0,46
Simulace $T_{20}$ /s/	0,63	0,65	0,60	0,60	0,59	0,59	0,52	0,42
Simulace EDT /s/	0,61	0,65	0,58	0,57	0,55	0,55	0,49	0,45
SPL /dB/****	79,1	79,6	78,7	78,4	78,5	78,2	77,6	76,5
C80 /dB/	7,3	6,6	7,9	8,4	8,1	8,4	9,7	12,1
D50 /-/	0,69	0,66	0,72	0,74	0,73	0,74	0,78	0,84
Ts /ms/	42	46	40	37	38	37	32	26
LF80 /-/	0,272	0,275	0,269	0,264	0,267	0,266	0,260	0,247
Echo Max* /-/	0,54	0,51	0,51	0,48	0,47	0,46	0,45	0,42
STI*** /-/			0,73	Alcons** /%/				3,95
STI/Žena/*** /-/			0,72	RASTI*** /-/				0,72
STI/Muž/*** /-/			0,72					

Tab. 18 Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti

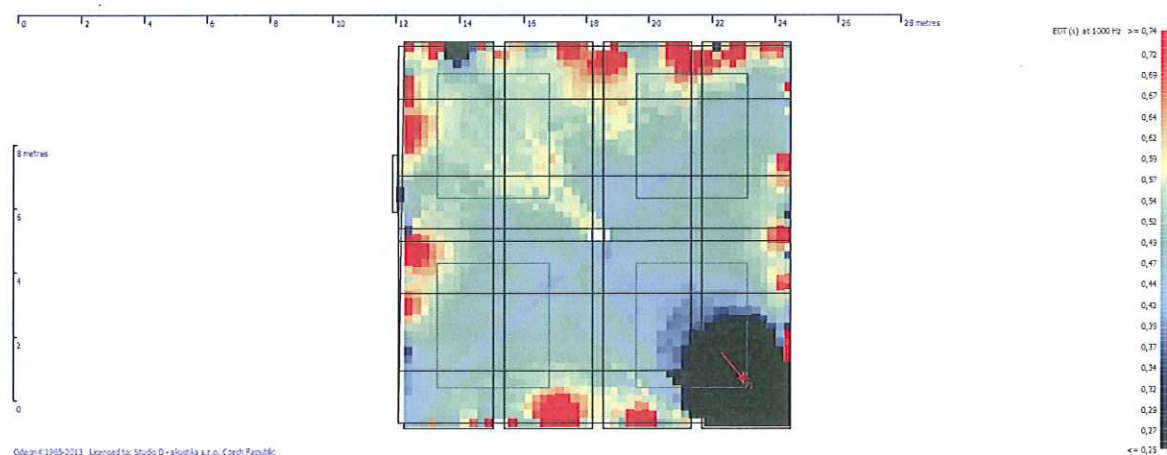
\*Echo bylo vypočteno dle Dietsch-Kraakova kritéria. Z tabulky je patrné, že maximální hodnoty ve všech bodech se nacházejí v rozmezí 0-0,9 (= 0-90%), tzn. v místnosti nevznikají rušivé jevy, jako např. třepotavá ozvěna, apod.

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

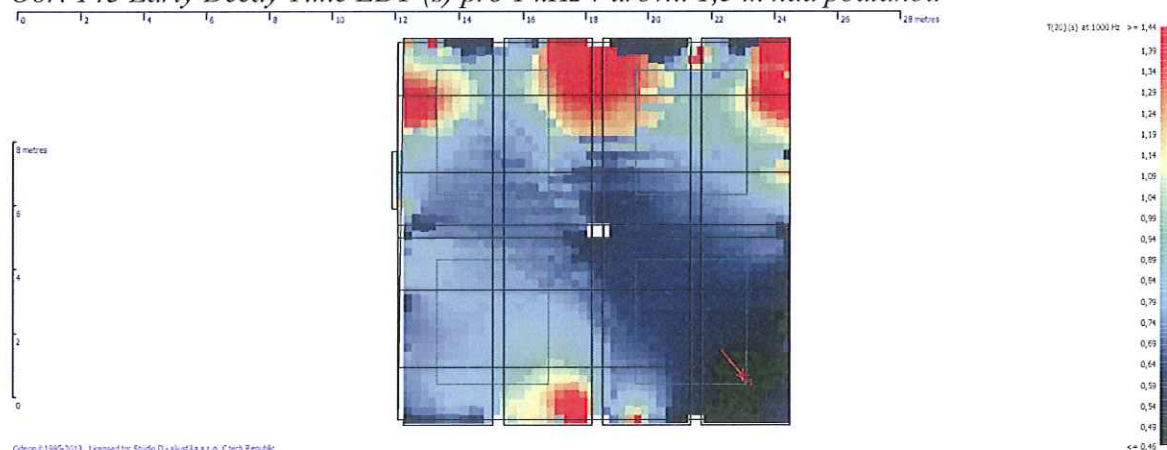
\*\*\* Hodnoty STI pro mužský i ženský hlas, a stejně tak RASTI byly vypočítané pro předpokládanou hladinu pozadí hluku <35 dB. Doporučené hodnoty parametru STI pro mluvené slovo jsou v rozmezí 0,6-1,0. Přičemž ideálně by se měly nacházet v rozmezí 0,7-1. hodnoty STI byly vypočítané pro předpokládanou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

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

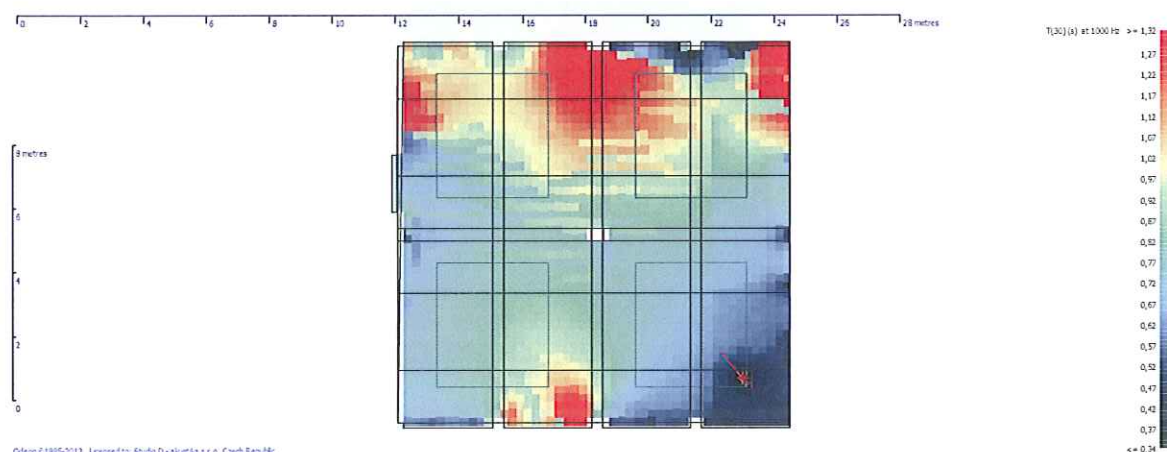
## 7.7. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část



Obr. 143 Early Decay Time EDT (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou

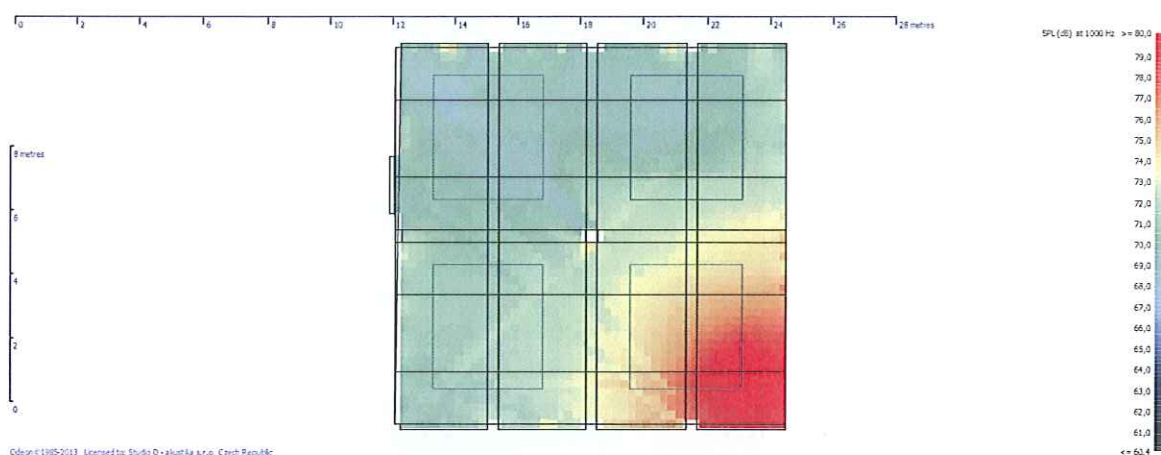


Obr. 144 Doba dozvuku T20 (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou

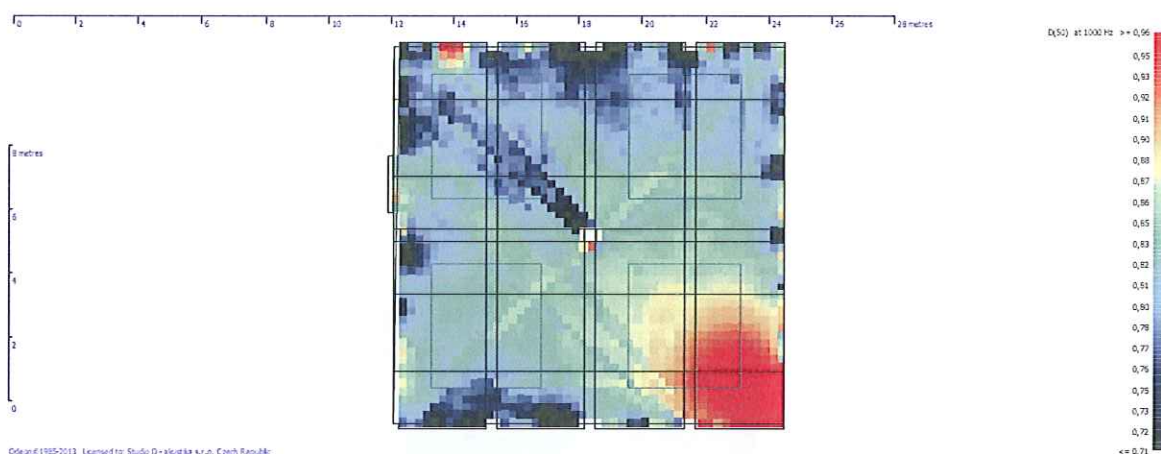


Obr. 145 Doba dozvuku T30 (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou

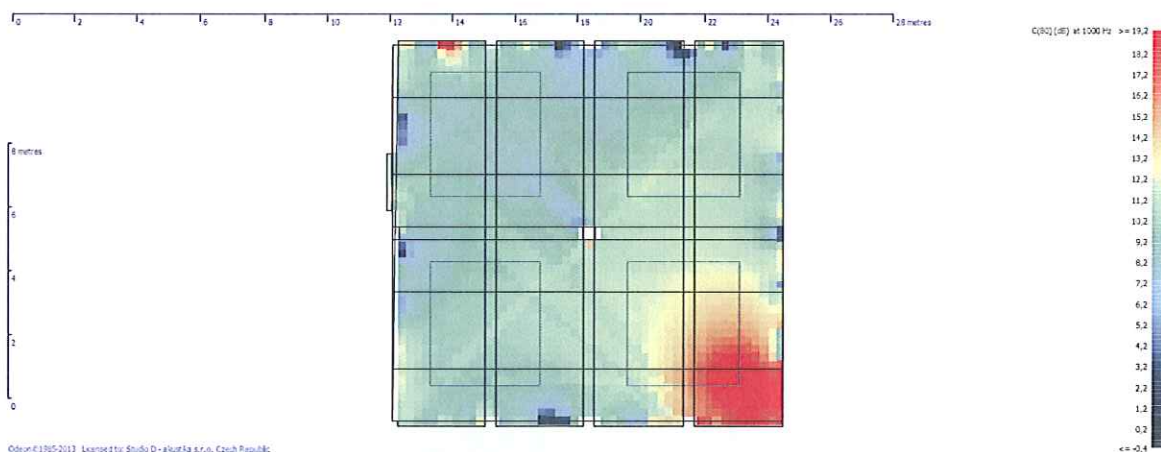




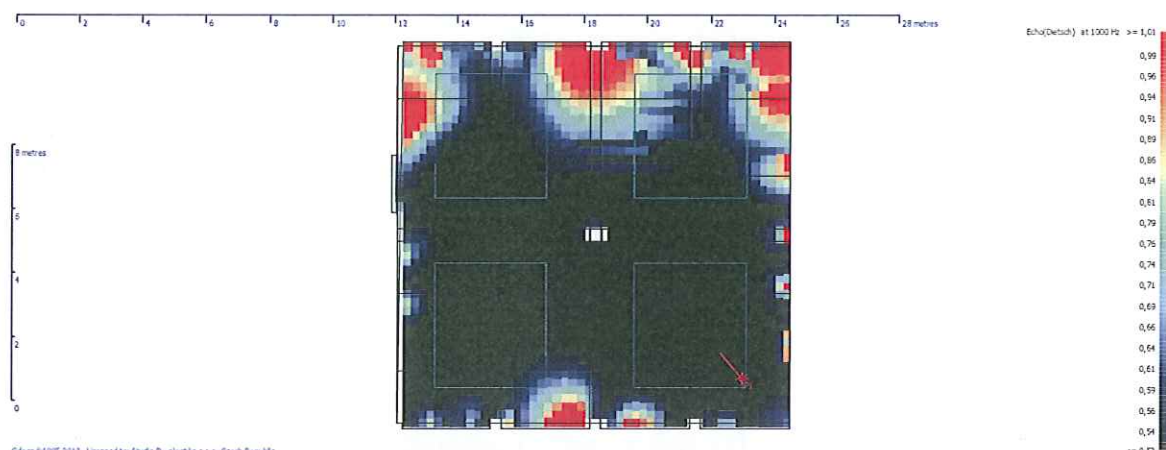
Obr. 146 Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



Obr. 147 Zřetelnost D50 (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou

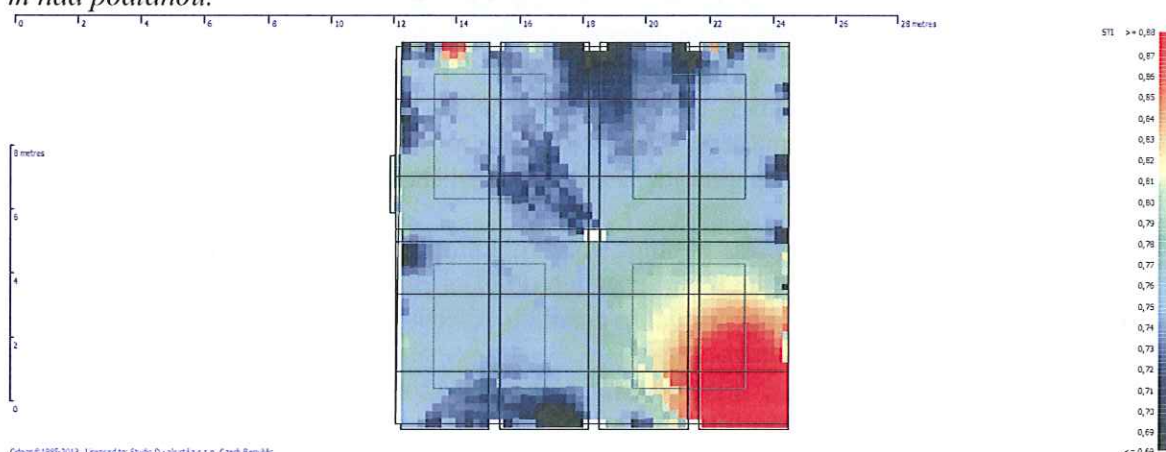


Obr. 148 Jasnost C80 (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou.



© 2015-2013. Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic.

Obr. 149 Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,5 m nad podlahou.



© 2015-2013. Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic.

Obr. 150 Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou.

## 8. Závěr

Byla vypracována a následně posouzena varianta návrhu akustických úprav ve zvolených prostorech objektu CEMS, II. Etapa, Suchdol. Budova sestává z více učeben a přednáškových místností. Pro účely posouzení byly vybrány referenční prostory, které se v minimálních obměnách vyskytují v celém objektu. Pro účely použití v jiných prostorech je možné použít posouzení těchto místností i na tyto stejně veliké a obdobně dispozičně řešené prostory. Referenční prostory se nachází v 1. A 2. NP.

Akustická simulace potvrdila, že aplikace materiálů na podhledy zabezpečí dobrou srozumitelnost, hodnoty doby dozvuku doporučené normami ČSN 73 0525 a ČSN 73 0527, a zamezí nepříznivým vlivům v místnosti – např. třepotavé ozvěně, apod.

Je vhodné, aby bylo provedeno měření prostorové akustiky, nejlépe před dokončením akustických úprav, aby mohly být všechny případné nedostatky včas odstraněny.

Všechny prvky a rošty musí být provedeny precizně a dotaženy, aby nedocházelo k rezonanci panelů. Výsledné provedení závisí na prováděcí firmě.

## 8.1. Vysvětlivky hodnocených parametrů

Při posouzení byly použity tyto parametry:

**Doby dozvuku T30, T20, 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 C80**: 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 D50**: 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 LF80**: hodnota závislá především na tvaru sálu a odrazivosti ploch. Spolu s hodnotami LF50, LFC50 a LFC80 spoluurčuje kvalitu distribuce zvuku v závislosti na tvaru a objemu prostoru.

**Echo**: Hodnota v českých zemích téměř neznámá, avšak velmi důležitá pro kvalitu celého prostoru. 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, používaná zejména v USA, a anglicky mluvících zemích. 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.

## 8.2. Použité podklady

ČSN, podklady – výkresy půdorysů, řezů ve formátu dwg.

## 8.3. Výkresové a mapové podklady

Výkresové podklady - Poskytnuté soubory \*.dwg a \*.pdf.

Výpočty hluku byly provedeny v programu Odeon Auditorium v.12.00

Použité standardy:

- ČSN 73 0527
- ČSN 73 0526
- ČSN 73 0525

## 9. Přílohy

Půdorysná schémata na následující straně:



