

AKUSTICKÝ POSUDEK

k projektu
„Stavební úpravy budovy odborně technického
pavilonu v areálu ZŠ Bavorovská, Netolice
parc.č. 871 – k.ú. Netolice“
z hlediska prostorové akustiky

Objednatel Brůha a Krampera, architekti, spol. s.r.o.
Riegrova 1745/59
370 01 České Budějovice

Číslo zakázky 17012244-I
Datum vydání 2017-04-28
Vypracoval Ing. Pavel Stejskal, mobil: 739 055 213
Bc. Jan Dolejší, mobil: 733 716 153

Počet výtisků 6
Výtisk číslo 1 2 3 4 5 6 (E)

Obsah

1	Všeobecná část	4
1.1	Předmět zkoušky	4
1.2	Metodické předpisy	4
1.1.1	Standardy	4
1.1.2	Pomocné standardy	4
1.3	Použité softwary	4
1.4	Použité podklady	4
1.5	Dokumentace	5
1.6	Souhrn posuzovaných místností	7
2	Výsledková část	8
2.1	„1.09 – Učebna výpočetní techniky“	8
2.1.1	Popis prostoru	8
2.1.2	Akustické řešení místnosti	8
2.1.3	Návrh akustických úprav	9
2.1.4	Detailní popis použitých akustických materiálů v jednotlivých variantách	10
2.1.5	Akustická simulace a její hodnocení	11
2.1.6	Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část (80-ti % obsazenost)	15
2.2	„1.11 – Učebna – fyzika/chemie“	18
2.2.1	Popis prostoru	18
2.2.2	Akustické řešení místnosti	18
2.2.3	Návrh akustických úprav	19
2.2.4	Detailní popis použitých akustických materiálů v jednotlivých variantách	20
2.2.5	Akustická simulace a její hodnocení	21
2.2.6	Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část (80-ti % obsazenost)	25
3	Interpretace	28
3.1	Požadavky z hlediska prostorové akustiky	28
3.2	Vyhodnocení	29
4	Přílohy	30
4.1	Vysvětlivky hodnocených parametrů	30
4.2	Souhrn posuzovaných místností	31
4.3	Souhrn navržených akustických systémů	31
4.4	Výpis všech místností dle referenčních	32
4.4.1	Dle „1.09 – Učebna výpočetní techniky“	32
4.4.2	Dle „1.11 – Učebna – fyzika/chemie“	32
4.5	Rozmístění akustických materiálů	33
4.6	Specifikace navržených akustických materiálů	36
4.6.1	A1, A2, A3: Ecophon Gedina E 15 mm / Extra Bass / Gamma povrch	36
4.6.2	A4: Ecophon Akusto Wall C	37

Seznam obrázků

Obr. 1:	Koordinační situační výkres	5
Obr. 2:	Půdorys INP řešeného prostoru	6
Obr. 3:	Řezy řešeného prostoru	7
Obr. 4:	Pohled do akustického modelu prostoru	8
Obr. 5:	Pohled do akustického modelu prostoru	8
Obr. 6:	Počítačový 3D model místnosti – s vyznačením pozic virtuálních mikrofónů (modře) a všesměrového zdroje hluku (červeně)	11
Obr. 7:	Počítačový 3D model místnosti – s vyznačením pozic virtuálních mikrofónů (modře) a všesměrového zdroje hluku (červeně)	11
Obr. 8:	Optimální doba dozvuku T_0 pro jednotlivé typy prostorů (ČSN 73 0527:2005)	12
Obr. 9:	Early Decay Time EDT (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou	15
Obr. 10:	Doba dozvuku T_{20} (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou	15
Obr. 11:	Doba dozvuku T_{30} (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou	15
Obr. 12:	Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou	16
Obr. 13:	Zřetelnost D_{50} (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou	16
Obr. 14:	Jasnost C_{80} (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou	16
Obr. 15:	Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,5 m nad podlahou ...	17
Obr. 16:	Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou	17
Obr. 17:	Pohled do akustického modelu prostoru	18

Obr. 18: Pohled do akustického modelu prostoru	18
Obr. 19: Počítačový 3D model místnosti – s vyznačením pozic virtuálních mikrofónů (modře) a všesměrového zdroje hluku (červeně)	21
Obr. 20: Počítačový 3D model místnosti – s vyznačením pozic virtuálních mikrofónů (modře) a všesměrového zdroje hluku (červeně)	21
Obr. 21: Optimální doba dozvuku T_0 pro jednotlivé typy prostorů (ČSN 73 0527:2005)	22
Obr. 22: Early Decay Time EDT (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou	25
Obr. 23: Doba dozvuku T_{20} (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou	25
Obr. 24: Doba dozvuku T_{30} (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou	25
Obr. 25: Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou	26
Obr. 26: Zřetelnost D_{50} (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou	26
Obr. 27: Jasnost C_{80} (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou	26
Obr. 28: Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,5 m nad podlahou ...	27
Obr. 29: Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou	27
Obr. 30: Schéma půdorysu 1.09 rozmístění navržených akustických materiálů	33
Obr. 31: Schéma půdorysu 1.11 rozmístění navržených akustických materiálů	34
Obr. 32: Schéma řezu rozmístění navržených akustických materiálů	35

Seznam tabulek

Tab. 1: Souhrn posuzovaných místností	7
Tab. 2: Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru	9
Tab. 3: Uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti α [-] navrhovaného akustického materiálu, které je nutno dodržet	10
Tab. 4: Uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti α [-] navrhovaného akustického materiálu, které je nutno dodržet	10
Tab. 5: Uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti α [-] navrhovaného akustického materiálu, které je nutno dodržet	10
Tab. 6: Uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti α [-] navrhovaného akustického materiálu, které je nutno dodržet	10
Tab. 7: Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti při 80-ti % obsazení osobami v navrženém stavu	13
Tab. 8: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{30} a meze jejího tolerančního pásma v místnosti v různých variantách obsazení osobami	13
Tab. 9: Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru	19
Tab. 10: Uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti α [-] navrhovaného akustického materiálu, které je nutno dodržet	20
Tab. 11: Uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti α [-] navrhovaného akustického materiálu, které je nutno dodržet	20
Tab. 12: Uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti α [-] navrhovaného akustického materiálu, které je nutno dodržet	20
Tab. 13: Uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti α [-] navrhovaného akustického materiálu, které je nutno dodržet	20
Tab. 14: Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti při 80-ti % obsazení osobami v navrženém stavu	23
Tab. 15: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{30} a meze jejího tolerančního pásma v místnosti v různých variantách obsazení osobami	23
Tab. 16: Požadavky na prostory ve školách (ČSN 73 0527:2005, Tabulka 2)	28
Tab. 17: Souhrnná tabulka posuzovaných místností včetně výměr navržených materiálů	31
Tab. 18: Souhrnná tabulka navržených akustických materiálů v posuzovaných místnostech	31
Tab. 19: Souhrnná tabulka přiřazených místností k posouzené referenční místnosti	32
Tab. 20: Souhrnná tabulka přiřazených místností k posouzené referenční místnosti	32

Seznam grafů

Graf 1: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{30} a meze jejího tolerančního pásma v místnosti při dvou různých variantách obsazení osobami	14
Graf 2: Simulace a porovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků T_{30} , T_{20} , EDT v prostoru při 80-ti % obsazení osobami	14
Graf 3: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{30} a meze jejího tolerančního pásma v místnosti při dvou různých variantách obsazení osobami	24
Graf 4: Simulace a porovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků T_{30} , T_{20} , EDT v prostoru při 80-ti % obsazení osobami	24

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 „Stavební úpravy budovy odborně technického pavilonu v areálu ZŠ Bavorovská, Netolice parc.č. 871 – k.ú. Netolice“.

Byly vybrány prostory, které budou opatřeny akustickými podhledy a případnými dalšími opatřeními. Budou sloužit jako referenční prostory a vzory pro všechny obdobné místnosti. Zde je také dáván důraz na kvalitu prostorové akustiky (dle ČSN 73 0527:2005), zejména ale pak na kvalitu a funkčnost provedených akustických opatření vč. všech dalších nároků.

Vybraná místnost se nachází v 1NP a 2NP.

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 3382-1:2009** Akustika – Měření parametrů prostorové akustiky – Část 1 : Prostory pro přednes hudby a řeči
- **ČSN EN ISO 354:2003** Akustika – Měření zvukové pohltivosti v dozvukové místnosti
- **ČSN EN ISO 11654:1998** Akustika – Absorbéry zvuku používané v budovách – Hodnocení zvukové pohltivosti
- **ČSN EN 12354-6:2004** 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 0525:1998** Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady
- **ČSN 73 0526:1998** Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Studia a místnosti pro snímání, zpracování a kontrolu zvuku
- **ČSN 73 0527:2005** 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

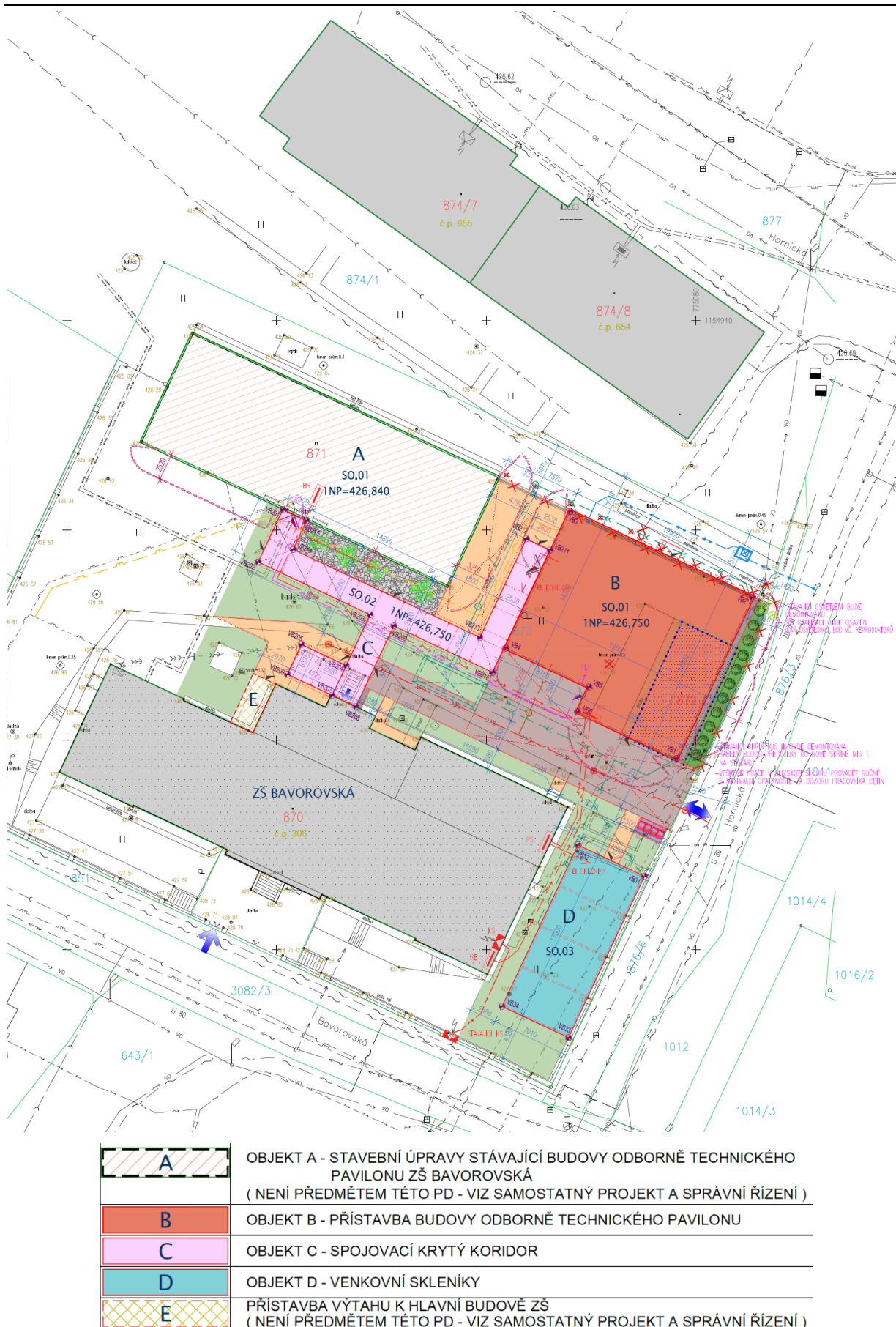
Odeon Auditorium v. 14.01

MS Excel

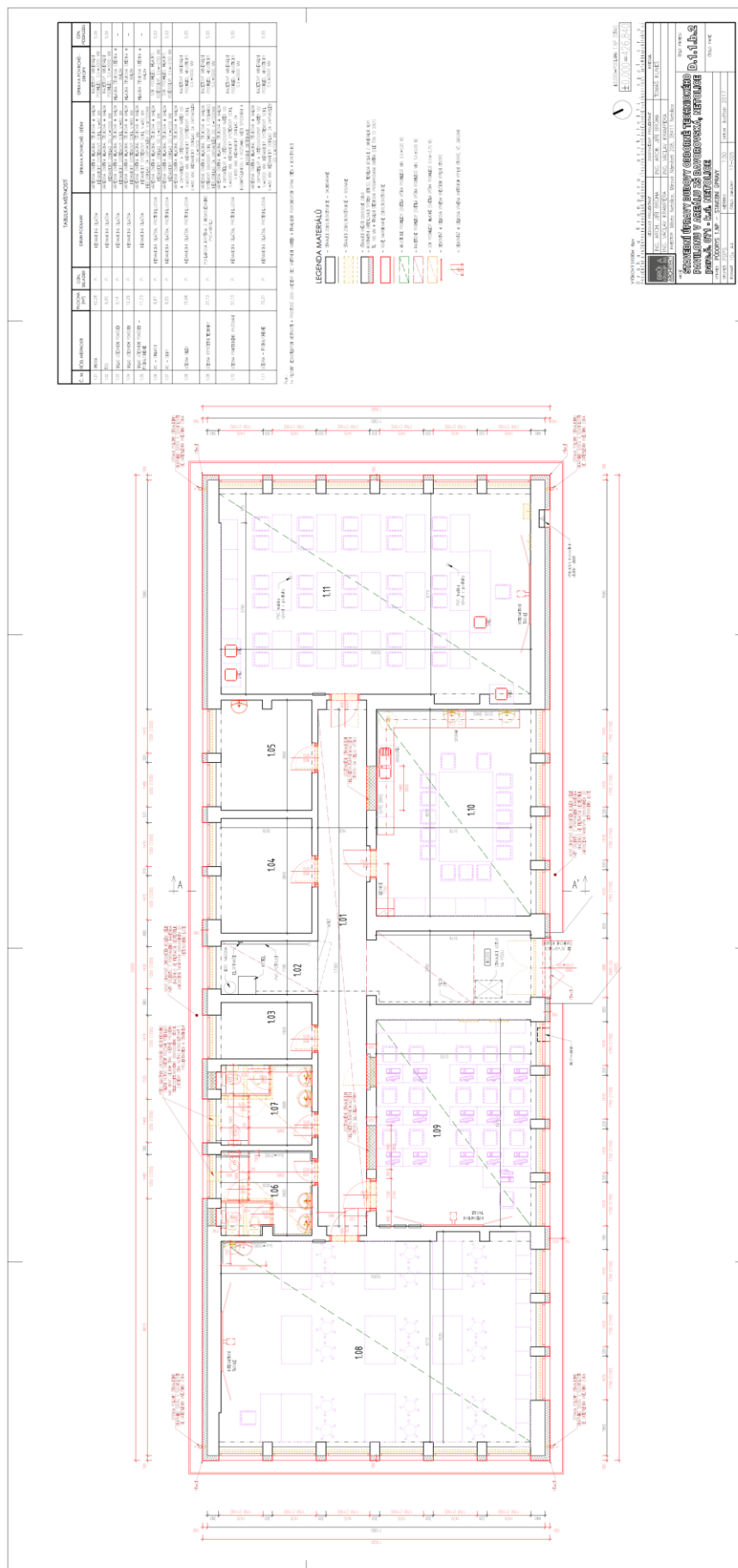
1.4 Použité podklady

- vybrané výkresy PD ve stupni DPS z 04/2017 (Brůha a Krampera, architekti, spol. s.r.o.)
- technické listy výrobců pohltivých materiálů

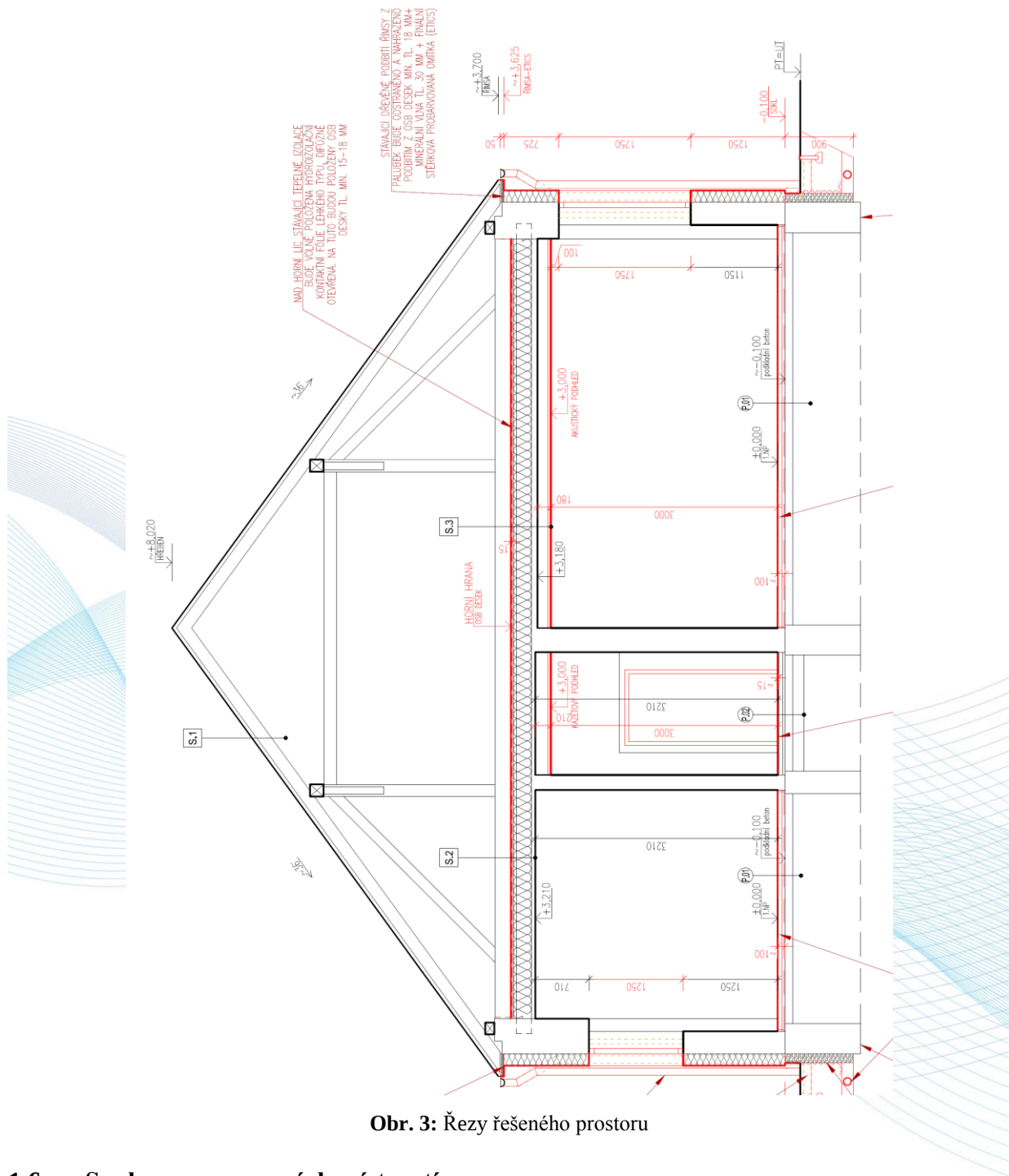
1.5 Dokumentace



Obr. 1: Koordinační situační výkres



Obr. 2: Půdorys 1NP řešeného prostoru



Obr. 3: Řezy řešeného prostoru

1.6 Souhrn posuzovaných místností

Ozn. místnosti	Účel místnosti	Počet osob	Podlaží	Výměra [m²]	Délka [m]	Šířka [m]	Světlá výška [m]
1.09	Učebna výpočetní techniky	15 +1	1NP	37,1	6,92	5,17	3,00
1.11	Učebna – fyzika/chemie	30 +1	2NP	72,2	10,36	6,72	3,00

Tab. 1: Souhrn posuzovaných místností

2 Výsledková část

2.1 „1.09 – Učebna výpočetní techniky“

2.1.1 Popis prostoru

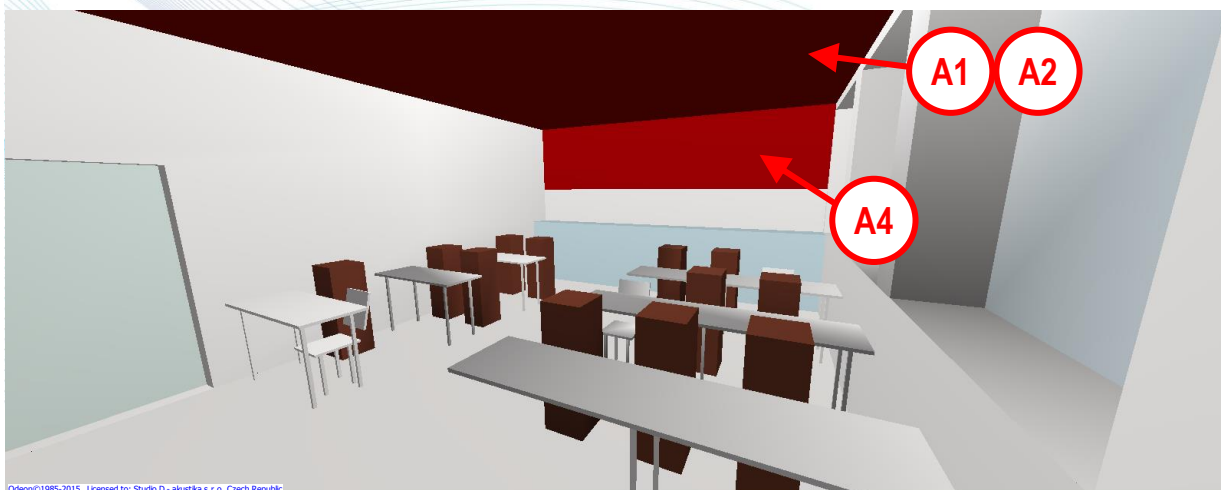
Místnost „1.09 – Učebna výpočetní techniky“ má délku 6,92 m a šířku 5,17 m. Světla výška místnosti je po provedení všech akustických úprav 3,00 m. Objem prostoru je cca $V = 107,0 \text{ m}^3$ (odměřeno z modelu) a celková plocha ohraničujících vnitřních povrchů konstrukcí je cca $S = 185,6 \text{ m}^2$ (odměřeno z modelu).

Celý prostor byl simulován za předpokladu osmdesátiprocentního obsazení osobami (tj. 12 osob z 15), dle předpokládaného uspořádání. Pro porovnání byla vypočítána doba dozvuku T_{30} i pro stoprocentní obsazenost osobami.

2.1.2 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. 4: Pohled do akustického modelu prostoru



Obr. 5: Pohled do akustického modelu prostoru

2.1.3 Návrh akustických úprav

V návrhu je uvažováno s učebnou s 80-ti % obsazením osobami (ČSN 73 0527:2005). Konkrétně bylo počítáno s osobami sedícími na dřevěných židlích u dřevěných stolů.

Uvažované konstrukční materiály: vinyl na betonové podlaze, tvoří nášlapnou vrstvu podlahové konstrukce. Obvodové a vnitřní stěny jsou zděné s vnitřní omítkou. Detailněji jsou popsány jednotlivé skladby v projektové dokumentaci. Dále bylo uvažováno se skříněmi na zadní stěně.

Veškeré použité akustické systémy jsou zobrazeny v následující tabulce a budou uspořádány dle přiložených výkresů (viz kapitola 4. Přílohy).

Ozn.	Typ akustického materiálu	Odsazení od tuhé desky	Popis	Výměra / m ²	Poznámka
A1	minerální podhled tl. 15 mm	180 mm	Demontovatelný zavěšený akustický podhled s minerálními <u>pohltivými</u> kazetami o rozměrech 600 x 600 x 15 mm	<u>35,8 m²</u>	(rozmístění viz přílohy)
A2	nízkofrekvenční absorbér tl. 50 mm	volně položeno na A1	nízkofrekvenční absorbér tl. 50 mm, který se vkládá do vzduchové mezery mezi podhled A1 a nosnou tuhou kci	<u>11,52 m²</u> (16 ks)	(rozmístění viz přílohy)
A3	v místnosti 1.09 neobsazeno				
A4	stěnové panely tl. 40 mm	43 mm (kontaktně)	akustické stěnové panely určené ke kontaktní aplikaci s rozměrem panelu 2700 x 600 x 40 mm	<u>6,20 m²</u> (cca 4 panely)	(rozmístění viz přílohy)

Tab. 2: Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru

Pozn.: Vzhledem ke skutečnosti, že se můžu na stěně nebo stropu nacházet blíže neurčené množství různých zařízení (světelné prvky, apod.) je třeba prověřit výměru navržených akustických systémů a případně provést korekci, či změnit uspořádání navržených prvků (za dodržení navržených výměr).

2.1.4 Detailní popis použitých akustických materiálů v jednotlivých variantách

A1: Akustické panely s jádrem ze skleného vlákna o vysoké hustotě. Viditelný pohltivý povrch je ze sklovláknité tkaniny. Zadní plocha pokryta skelnou tkaninou. Hrany jsou opatřeny nátěrem. Instalováno do pozinkovaného rastru. Rozměr prvku 600 x 600 x 15 mm. Panely plně demontovatelné. Odsazení od tuhé konstrukce 180 mm.

Frekvence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000	α_w	třída
A1	0,40	0,85	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	A

Tab. 3: Uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti α [-] navrhovaného akustického materiálu, které je nutno dodržet

A2: Viz systém A1 + součástí podhledu je nízkofrekvenční absorbér tl. 50 mm, který je kladen do vzniklé vzduchové dutiny volně po ploše minerálních kazet systému A1. Odsazení od tuhé konstrukce 180 mm.

Frekvence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000	α_w	třída
A2	0,70	0,95	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00	A

Tab. 4: Uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti α [-] navrhovaného akustického materiálu, které je nutno dodržet

A3: Akustické panely s jádrem ze skleného vlákna o vysoké hustotě. Viditelný odrazivý povrch je ze sklovláknité tkaniny. Zadní plocha pokryta skelnou tkaninou. Hrany jsou opatřeny nátěrem. Instalováno do pozinkovaného rastru. Rozměr prvku 600 x 600 x 15 mm. Panely plně demontovatelné. Odsazení od tuhé konstrukce 180 mm.

Frekvence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000	α_w	třída
A3	0,50	0,40	0,30	0,45	0,25	0,20	0,30	D

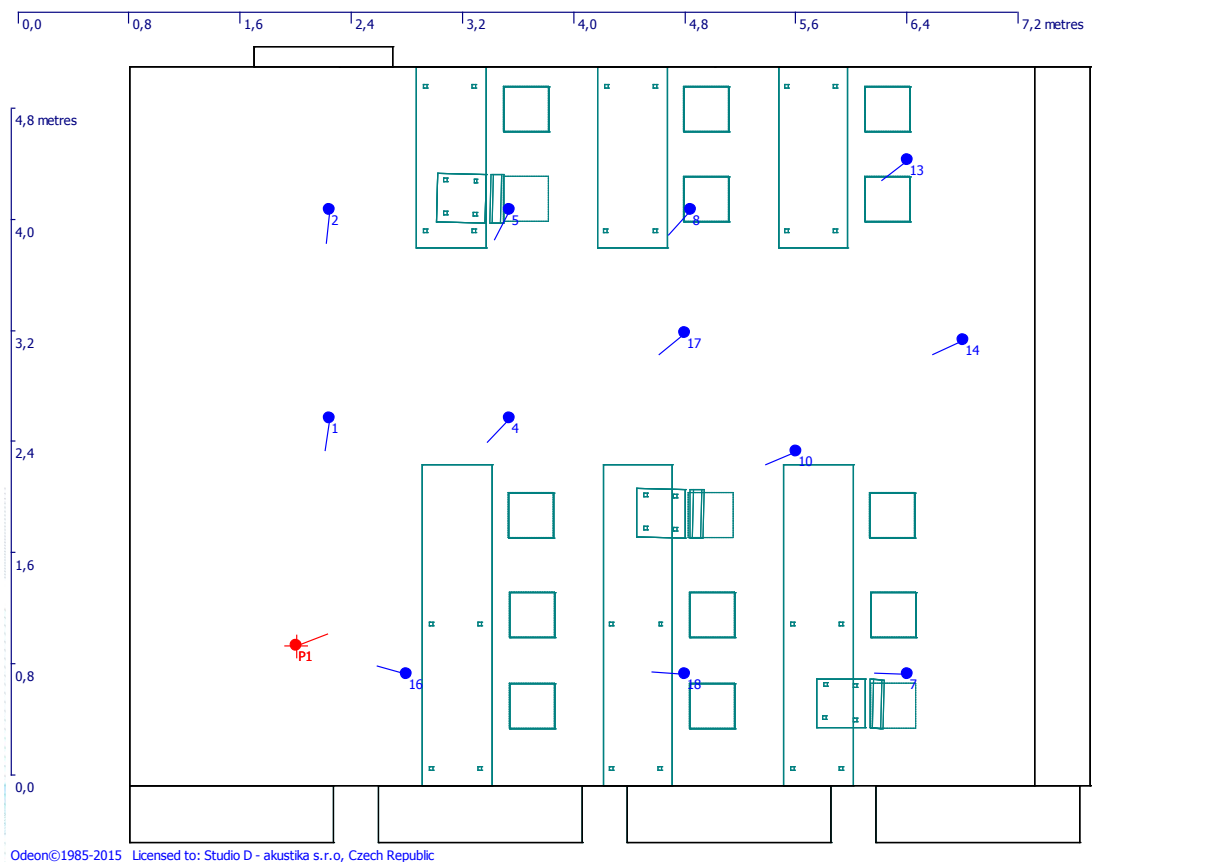
Tab. 5: Uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti α [-] navrhovaného akustického materiálu, které je nutno dodržet

A4: Stěnové panely s jádrem ze skleného 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. Odsazení od tuhé konstrukce 0 mm (kontaktně).

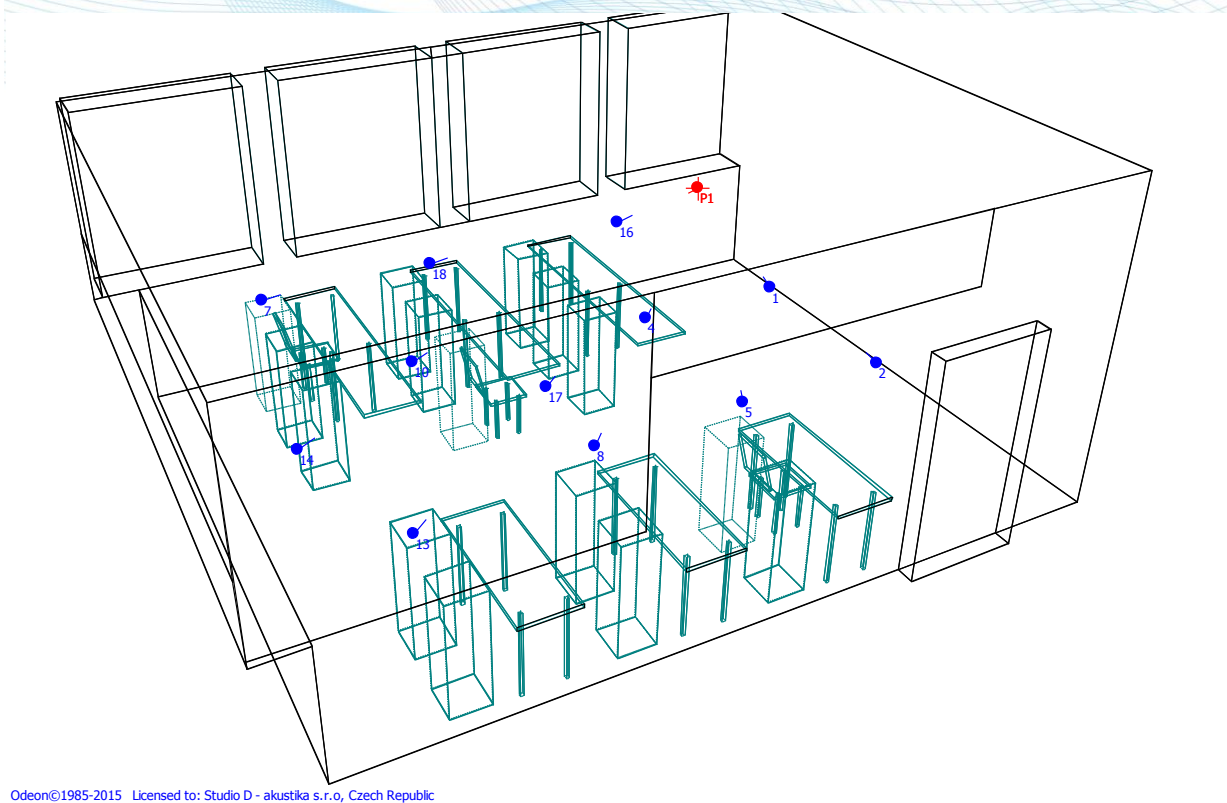
Frekvence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000	α_w	třída
A4	0,25	0,80	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	A

Tab. 6: Uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti α [-] navrhovaného akustického materiálu, které je nutno dodržet.

2.1.5 Akustická simulace a její hodnocení



Obr. 6: Počítačový 3D model místnosti – s vyznačením pozic virtuálních mikrofonů (modře) a všesměrového zdroje hluku (červeně)



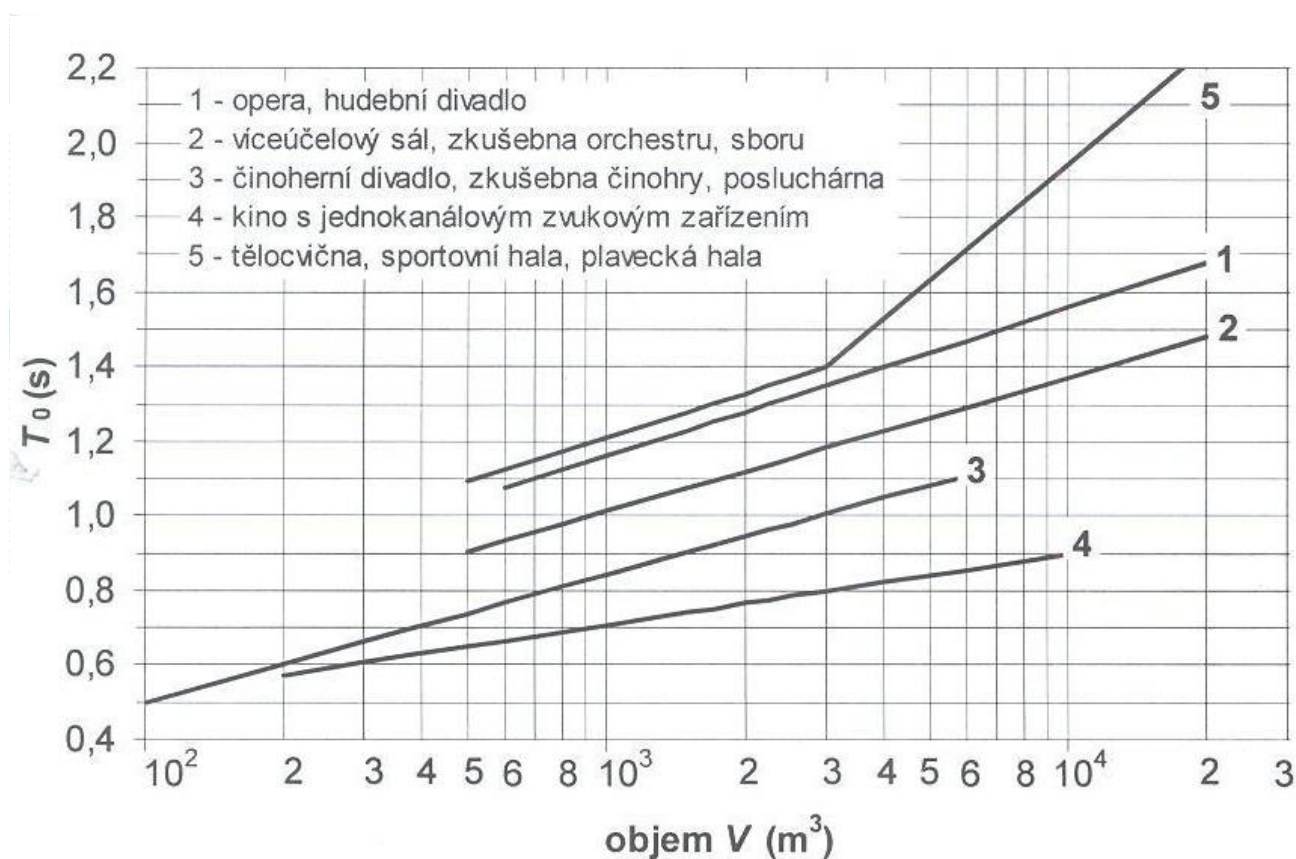
Obr. 7: Počítačový 3D model místnosti – s vyznačením pozic virtuálních mikrofonů (modře) a všesměrového zdroje hluku (červeně)

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 byla stanovena na základě doporučených hodnot normou ČSN 73 0527:2005 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 $T_0 = 0,51$ s. Výsledky simulace T_{30} jsou zobrazené v následujícím, 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.



Obr. 8: Optimální doba dozvuku T_0 pro jednotlivé typy prostorů (ČSN 73 0527:2005)

Frekvence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Simulace T_{30} [s]	0,52	0,44	0,44	0,46	0,45	0,41
Simulace T_{20} [s]	0,51	0,40	0,40	0,42	0,40	0,38
Simulace EDT [s]	0,45	0,30	0,30	0,31	0,29	0,28
SPL [dB] ****	79,0	77,3	77,1	77,0	76,6	76,3
C_{80} [dB]	10,6	14,8	15,0	14,5	15,2	16,0
D_{50} [-]	0,81	0,90	0,91	0,90	0,91	0,92
T_s [ms]	29,0	19,0	19,0	19,0	18,0	17,0
LF_{80} [-]	0,253	0,235	0,233	0,235	0,228	0,223
$ECHO_{MAX}$ [-]*	0,42	0,40	0,40	0,41	0,41	0,40
STI [-]***	0,83			Alcons [%]**		2,39
STI (Žena) [-]***	0,83			RASTI [-]***		0,84
STI (Muž) [-]***	0,82					

Tab. 7: Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti při 80-ti % 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.

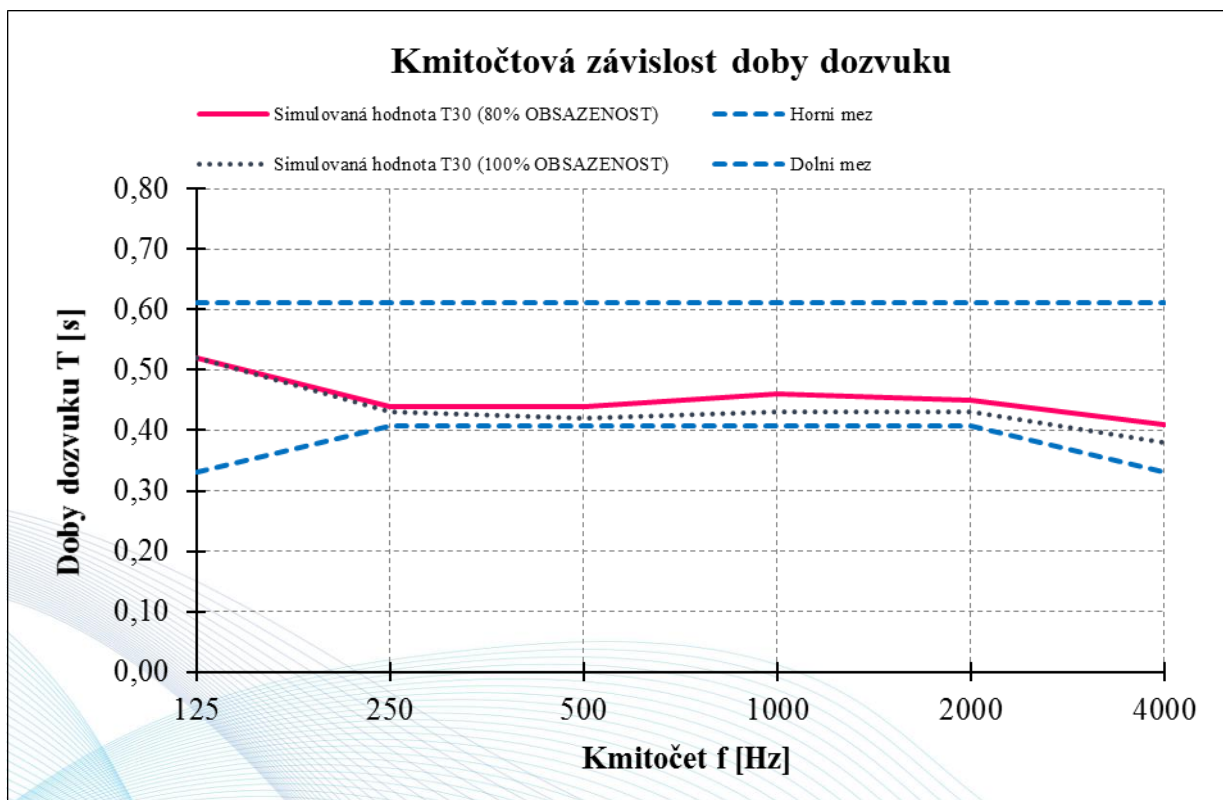
** Parametr Alcons (Articulation loss) je sice parametr používaný v zahraničí, avšak je vhodné jej určit. Přípustné rozmezí je 0-11%.

*** 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.

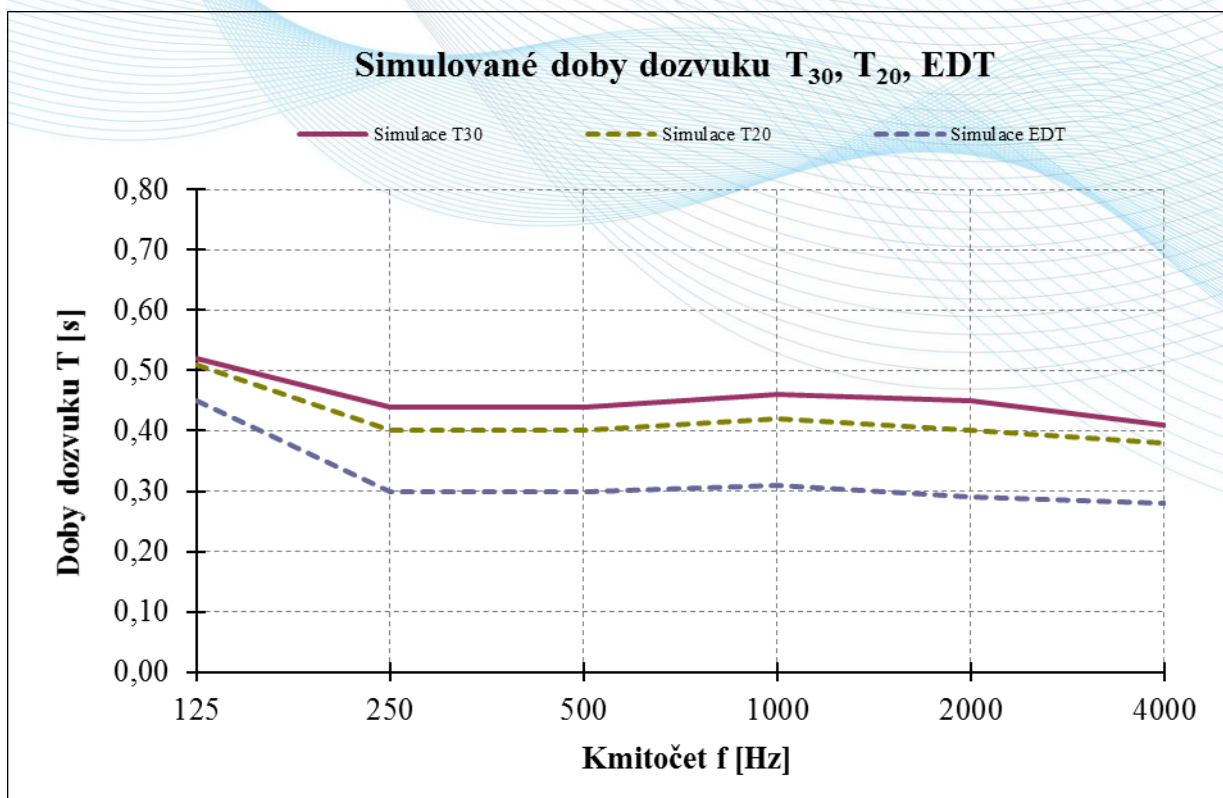
****Průměrná hodnota akustického tlaku v místnosti za předpokladu akustického výkonu zdroje cca 90 dB.

Frekvence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Simulace T_{30} [s] (80 % obsazenost)	0,52	0,44	0,44	0,46	0,45	0,41
Simulace T_{30} [s] (100 % obsazenost)	0,52	0,43	0,42	0,43	0,43	0,38
Horní mez [s]	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
Dolní mez [s]	0,33	0,41	0,41	0,41	0,41	0,33

Tab. 8: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{30} a meze jejího tolerančního pásma v místnosti v různých variantách obsazení osobami

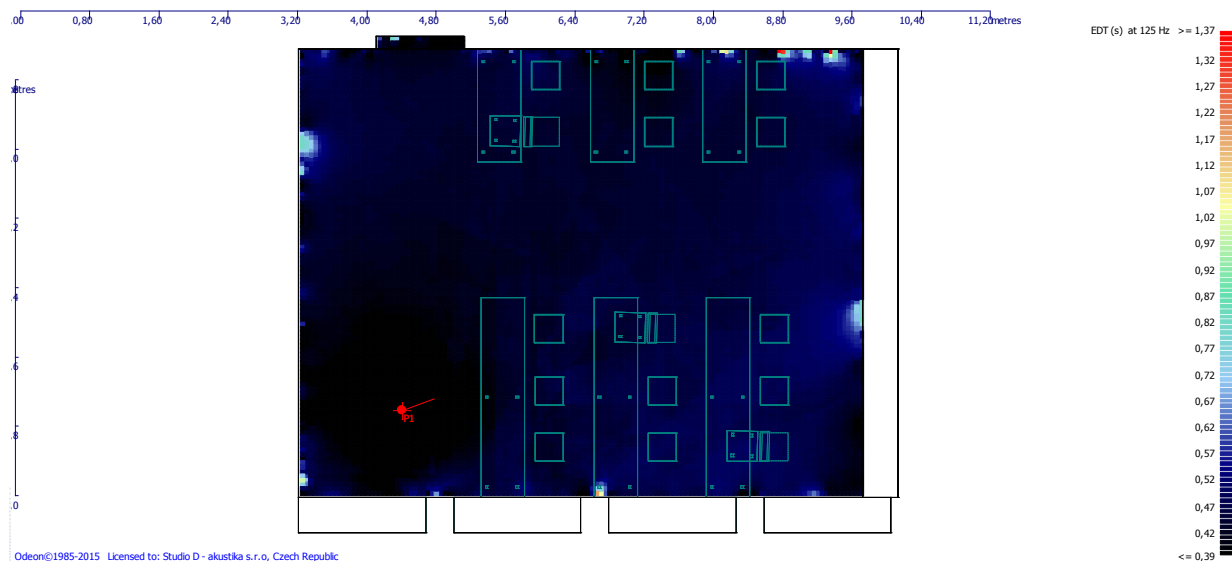


Graf 1: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{30} a meze jejího tolerančního pásma v místnosti při dvou různých variantách obsazení osobami

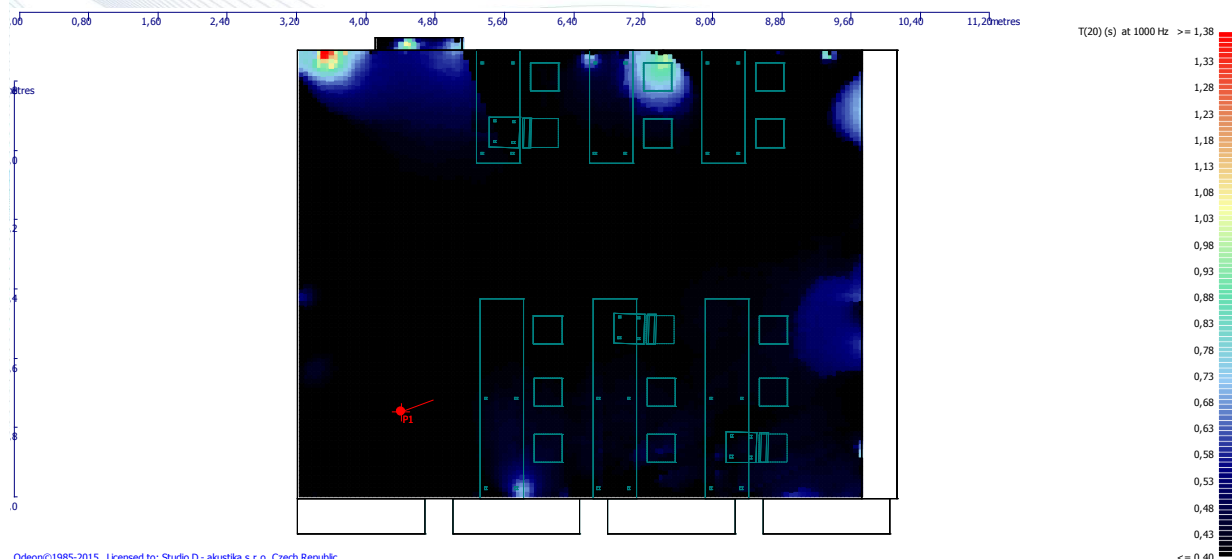


Graf 2: Simulace a porovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků T_{30} , T_{20} , EDT v prostoru při 80-ti % obsazení osobami

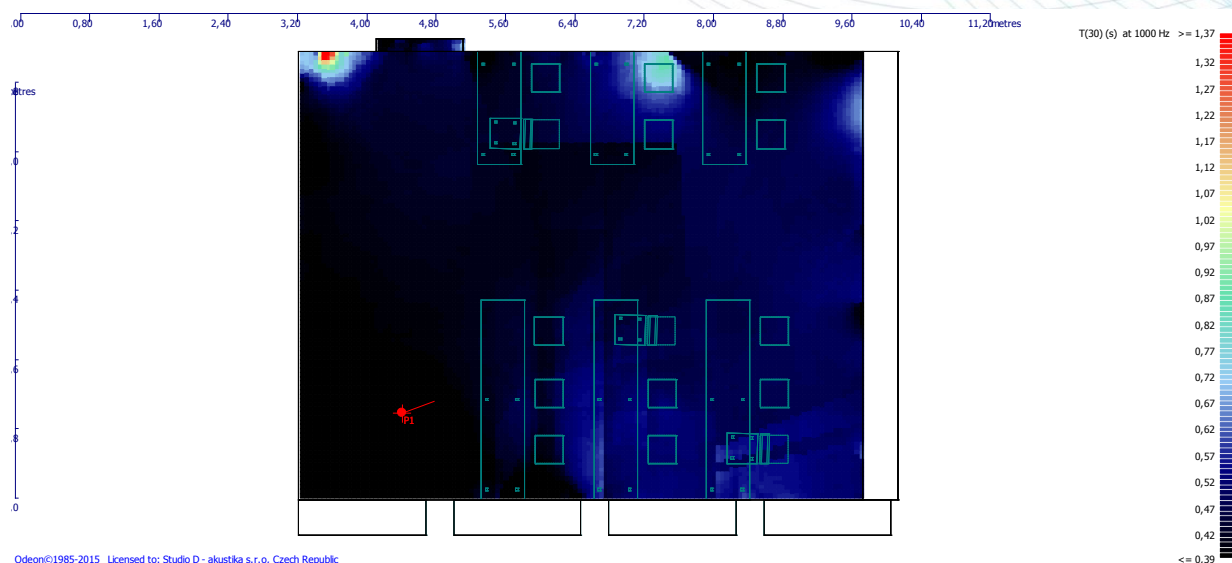
2.1.6 Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část (80-ti % obsazenost)



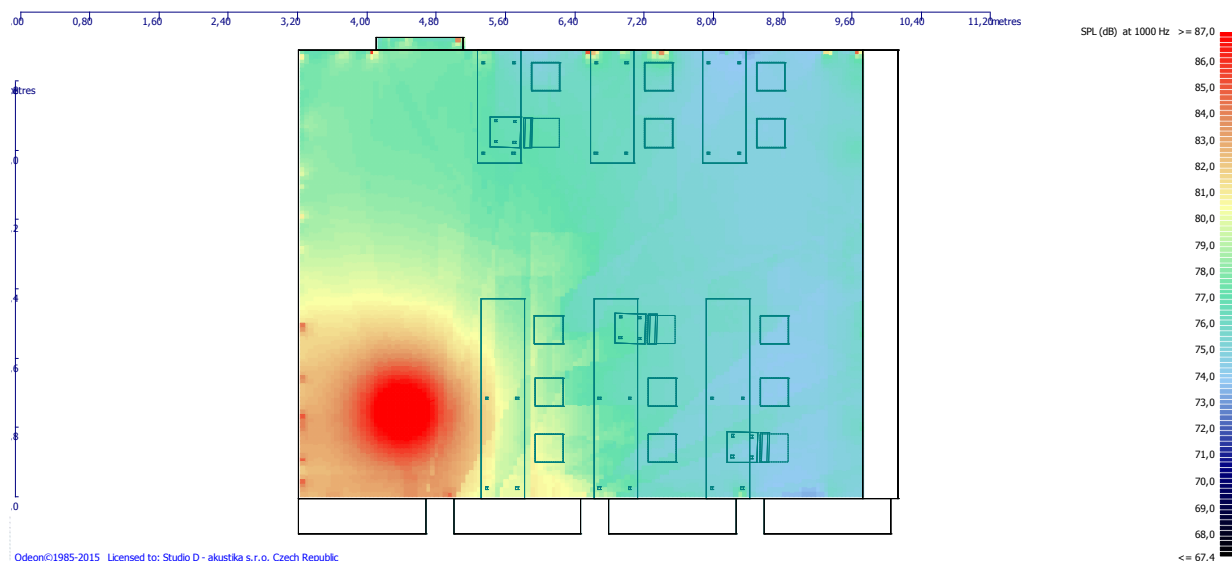
Obr. 9: Early Decay Time EDT (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



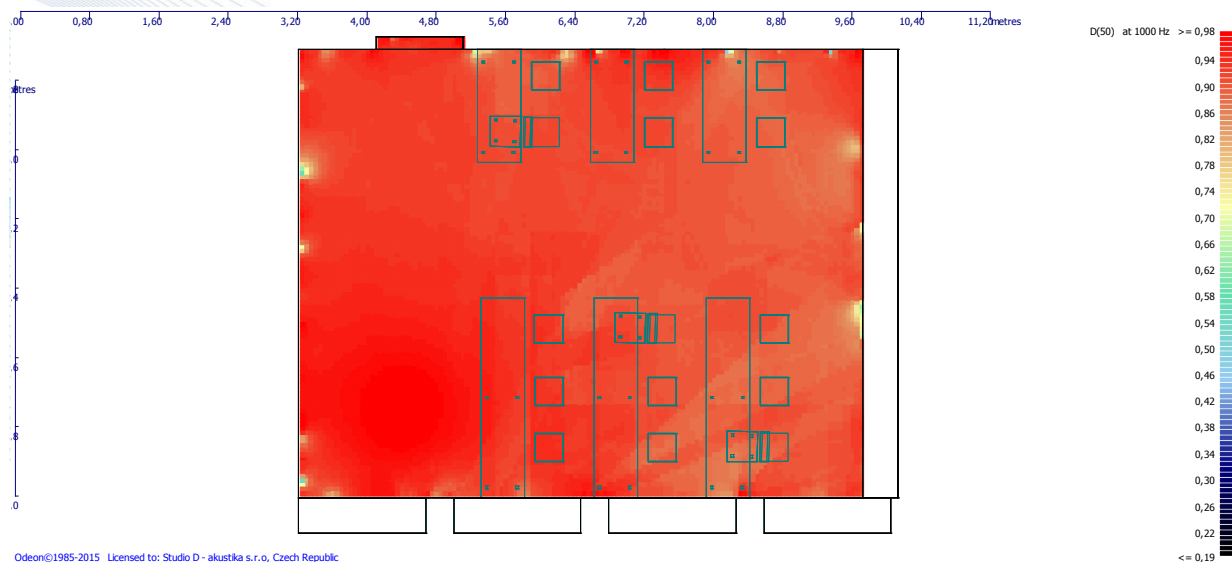
Obr. 10: Doba dozvuku T_{20} (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



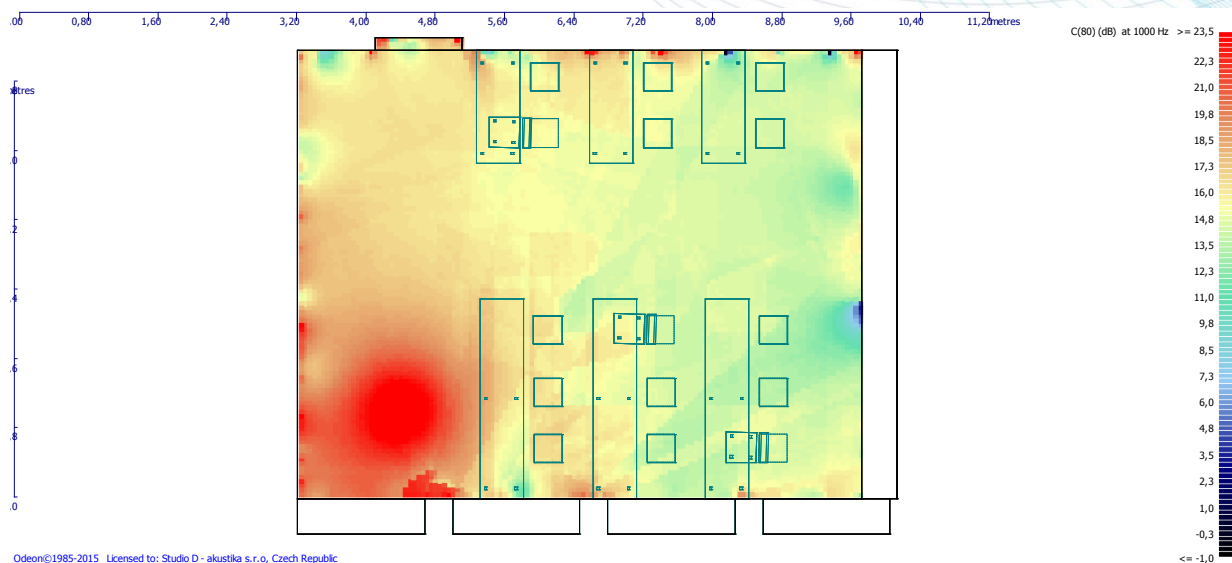
Obr. 11: Doba dozvuku T_{30} (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



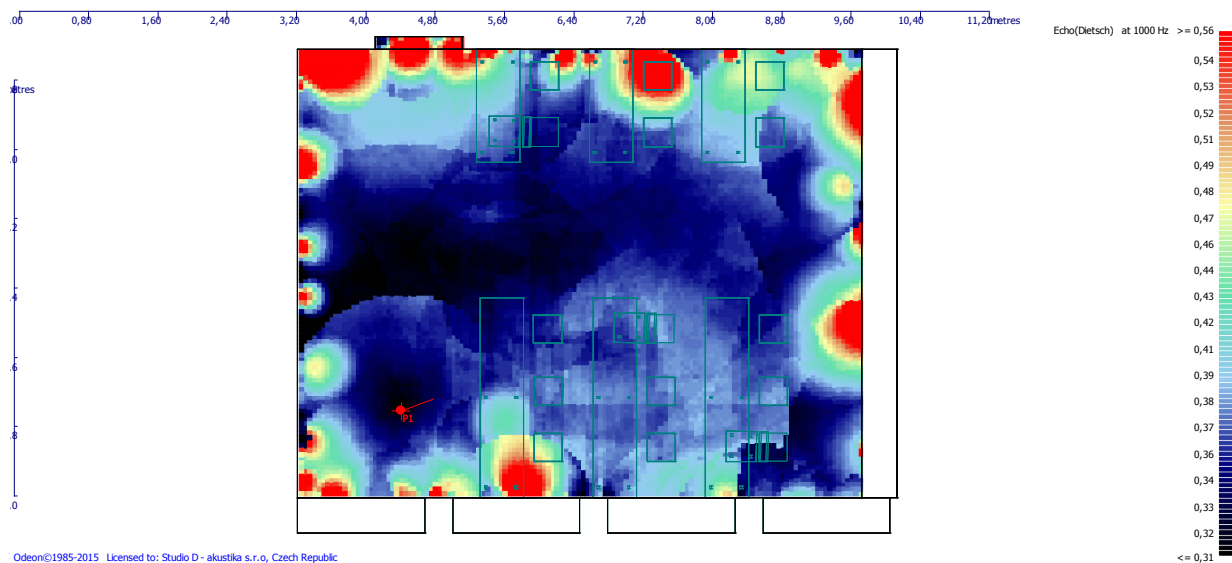
Obr. 12: Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



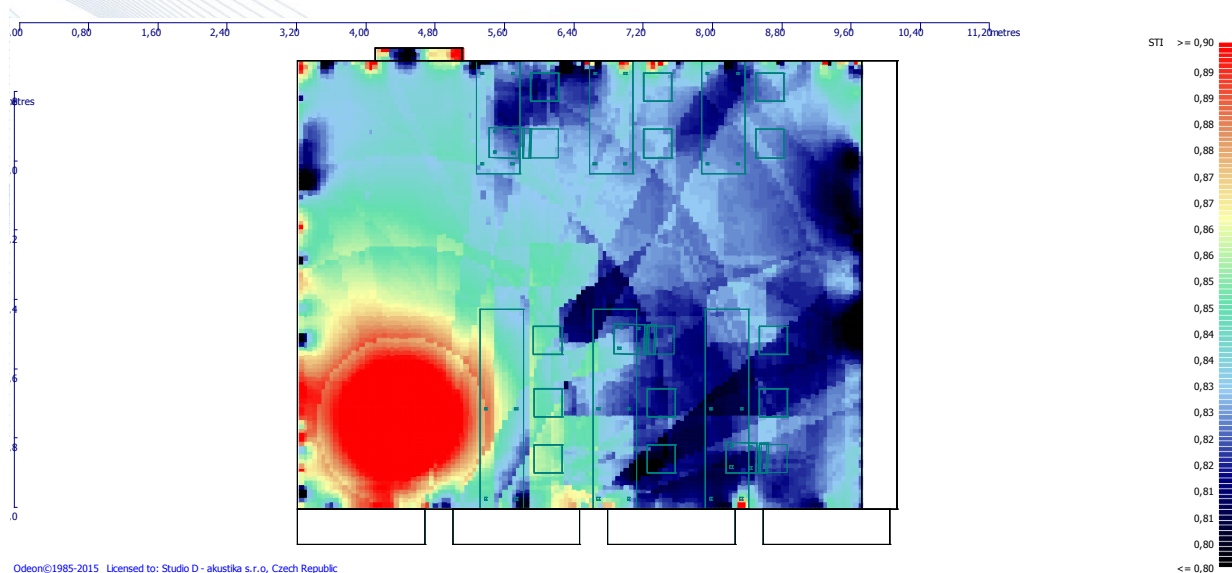
Obr. 13: Zřetelnost D_{50} (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou



Obr. 14: Jasnost C_{80} (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou



Obr. 15: Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,5 m nad podlahou



Obr. 16: Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou

2.2 „1.11 – Učebna – fyzika/chemie“

2.2.1 Popis prostoru

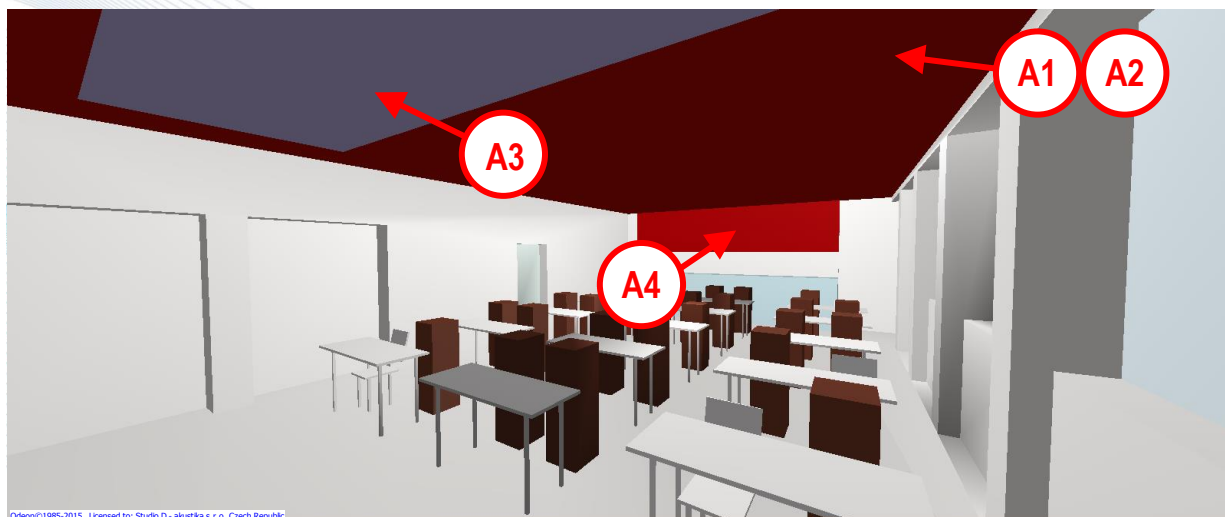
Místnost „1.11 – Učebna – fyzika/chemie“ má délku 10,36 m a šířku 6,72 m. Světla výška místnosti je po provedení všech akustických úprav 3,00 m. Objem prostoru je cca $V = 210,6 \text{ m}^3$ (odměřeno z modelu) a celková plocha ohraničujících vnitřních povrchů konstrukcí je cca $S = 323,3 \text{ m}^2$ (odměřeno z modelu).

Celý prostor byl simulován za předpokladu osmdesátiprocentního obsazení osobami (tj. 24 osob z 30), dle předpokládaného uspořádání. Pro porovnání byla vypočítána doba dozvuku T_{30} i pro stoprocentní obsazenost osobami.

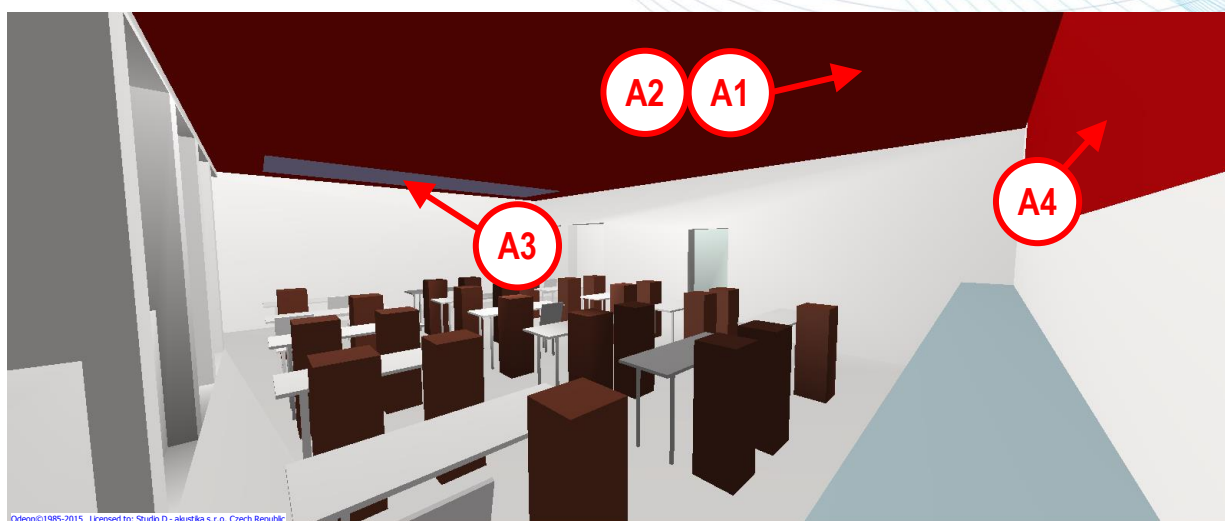
2.2.2 Akustické řešení místnosti

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. 17: Pohled do akustického modelu prostoru



Obr. 18: Pohled do akustického modelu prostoru

2.2.3 Návrh akustických úprav

V návrhu je uvažováno s učebnou s 80-ti % obsazením osobami (ČSN 73 0527:2005). Konkrétně bylo počítáno s osobami sedícími na dřevěných židlích u dřevěných stolů.

Uvažované konstrukční materiály: vinyl na betonové podlaze, tvoří nášlapnou vrstvu podlahové konstrukce. Obvodové a vnitřní stěny jsou zděné s vnitřní omítkou. Detailněji jsou popsány jednotlivé skladby v projektové dokumentaci. Dále bylo uvažováno se skříněmi na zadní stěně.

Veškeré použité akustické systémy jsou zobrazeny v následující tabulce a budou uspořádány dle přiložených výkresů (viz kapitola 4. Přílohy).

Ozn.	Typ akustického materiálu	Odsazení od tuhé desky	Popis	Výměra / m ²	Poznámka
A1	minerální podhled tl. 15 mm	180 mm	Demontovatelný zavěšený akustický podhled s minerálními <u>pohltivými</u> kazetami o rozměrech 600 x 600 x 15 mm	59,9 m²	(rozmístění viz přílohy)
A2	nízkofrekvenční absorbér tl. 50 mm	volně položeno na A1	nízkofrekvenční absorbér tl. 50 mm, který se vkládá do vzduchové mezery mezi podhled A1 a nosnou tuhou kci	28,8 m² (40 ks)	(rozmístění viz přílohy)
A3	minerální podhled tl. 15 mm	180 mm	Demontovatelný zavěšený akustický podhled s minerálními <u>odrazivými</u> kazetami o rozměrech 600 x 600 x 15 mm	9,72 m² (27 ks)	Slouží, jako odrazivá část nad mluvčím (rozmístění viz přílohy)
A4	stěnové panely tl. 40 mm	43 mm (kontaktně)	akustické stěnové panely určené ke kontaktní aplikaci s rozměrem panelu 2700 x 600 x 40 mm	6,48 m² (tj. 4 panely)	(rozmístění viz přílohy)

Tab. 9: Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru

Pozn.: Vzhledem ke skutečnosti, že se můžu na stěně nebo stropu nacházet blíže neurčené množství různých zařízení (světelné prvky, apod.) je třeba prověřit výměru navržených akustických systémů a případně provést korekci, či změnit uspořádání navržených prvků (za dodržení navržených výměr).

2.2.4 Detailní popis použitých akustických materiálů v jednotlivých variantách

A1: Akustické panely s jádrem ze skleného vlákna o vysoké hustotě. Viditelný pohltivý povrch je ze sklovláknité tkaniny. Zadní plocha pokryta skelnou tkaninou. Hrany jsou opatřeny nátěrem. Instalováno do pozinkovaného rastru. Rozměr prvku 600 x 600 x 15 mm. Panely plně demontovatelné. Odsazení od tuhé konstrukce 180 mm.

Frekvence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000	α_w	třída
A1	0,40	0,85	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	A

Tab. 10: Uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti α [-] navrhovaného akustického materiálu, které je nutno dodržet

A2: Viz systém A1 + součástí podhledu je nízkofrekvenční absorbér tl. 50 mm, který je kladen do vzniklé vzduchové dutiny volně po ploše minerálních kazet systému A1. Odsazení od tuhé konstrukce 180 mm.

Frekvence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000	α_w	třída
A2	0,70	0,95	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00	A

Tab. 11: Uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti α [-] navrhovaného akustického materiálu, které je nutno dodržet

A3: Akustické panely s jádrem ze skleného vlákna o vysoké hustotě. Viditelný odrazivý povrch je ze sklovláknité tkaniny. Zadní plocha pokryta skelnou tkaninou. Hrany jsou opatřeny nátěrem. Instalováno do pozinkovaného rastru. Rozměr prvku 600 x 600 x 15 mm. Panely plně demontovatelné. Odsazení od tuhé konstrukce 180 mm.

Frekvence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000	α_w	třída
A3	0,50	0,40	0,30	0,45	0,25	0,20	0,30	D

Tab. 12: Uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti α [-] navrhovaného akustického materiálu, které je nutno dodržet

A4: Stěnové panely s jádrem ze skleného 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. Odsazení od tuhé konstrukce 0 mm (kontaktně).

Frekvence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000	α_w	třída
A4	0,25	0,80	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	A

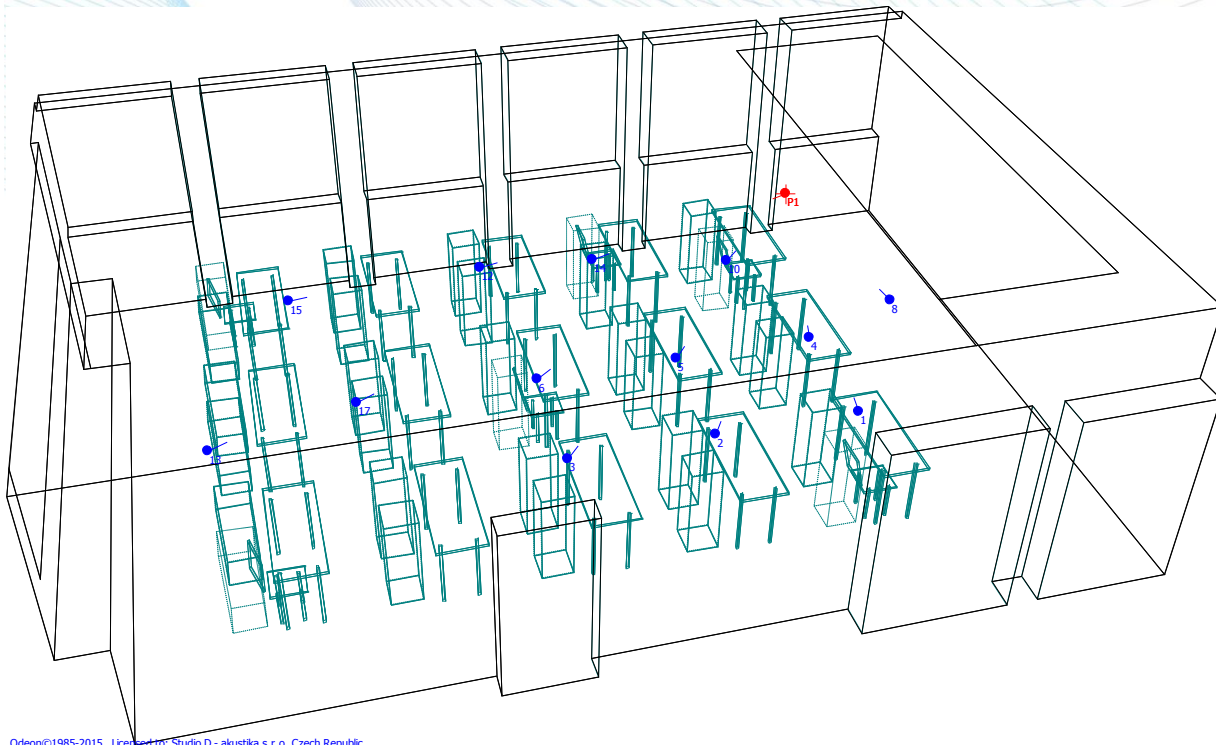
Tab. 13: Uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti α [-] navrhovaného akustického materiálu, které je nutno dodržet.

2.2.5 Akustická simulace a její hodnocení



Odeon©1985-2015 Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

Obr. 19: Počítačový 3D model místnosti – s vyznačením pozic virtuálních mikrofónů (modře) a všesměrového zdroje hluku (červeně)



Odeon©1985-2015 Licensed to: Studio D - akustika s.r.o., Czech Republic

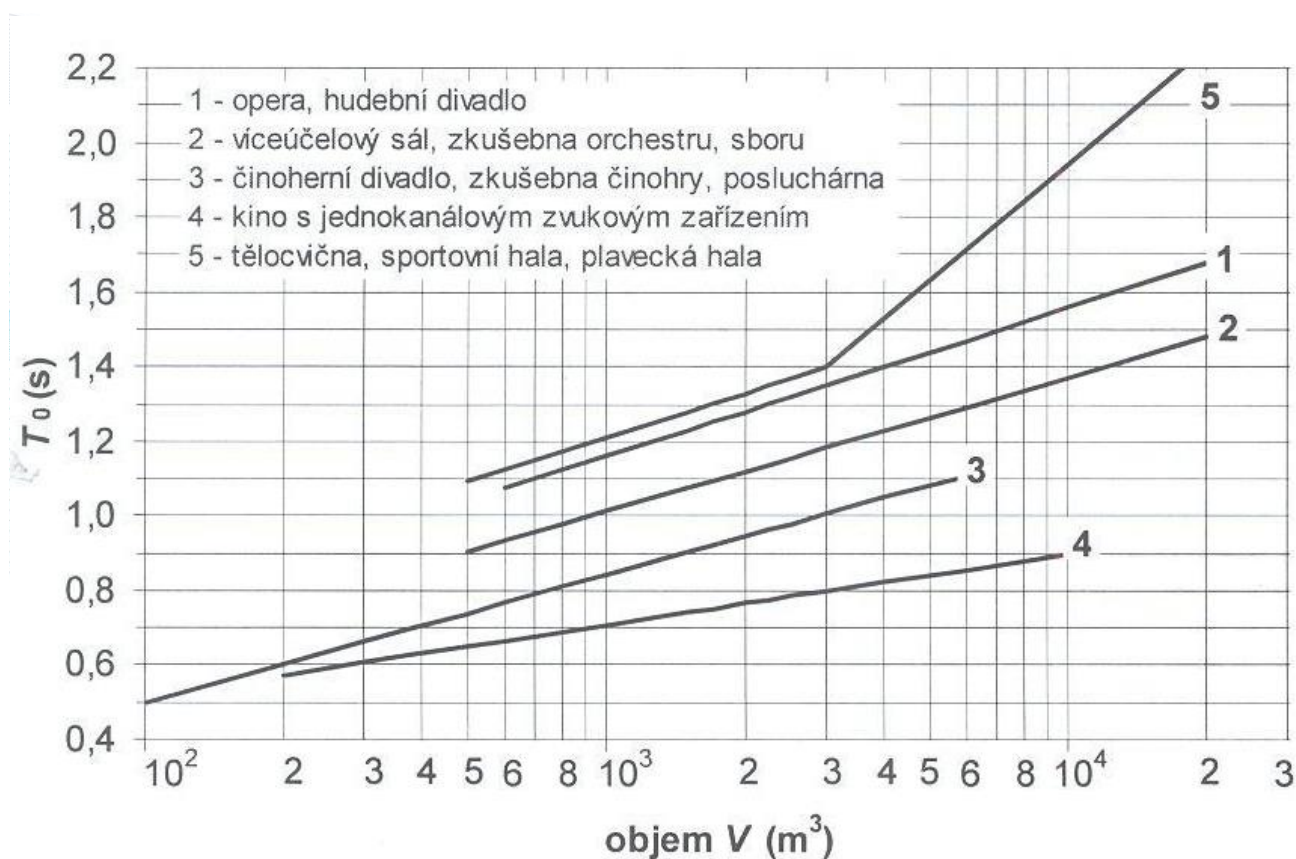
Obr. 20: Počítačový 3D model místnosti – s vyznačením pozic virtuálních mikrofónů (modře) a všesměrového zdroje hluku (červeně)

Zjednodušený geometrický model místnosti byl vytvořený na základě projektové dokumentace poskytnuté zadavatelem. 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 0527:2005 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 $T_0 = 0,61$ s. Výsledky simulace T_{30} jsou zobrazené v následujícím, 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.



Obr. 21: Optimální doba dozvuku T_0 pro jednotlivé typy prostorů (ČSN 73 0527:2005)

Frekvence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Simulace T₃₀ [s]	0,69	0,56	0,55	0,57	0,55	0,51
Simulace T₂₀ [s]	0,69	0,51	0,47	0,51	0,49	0,46
Simulace EDT [s]	0,66	0,44	0,39	0,42	0,41	0,40
SPL [dB] ****	77,7	75,3	74,5	74,8	74,5	74,2
C₈₀ [dB]	7,4	12,3	13,8	12,8	13,1	13,7
D₅₀ [-]	0,70	0,85	0,88	0,86	0,87	0,87
T_s [ms]	42,0	26,0	22,0	24,0	24,0	23,0
LF₈₀ [-]	0,260	0,252	0,245	0,250	0,244	0,238
ECHO_{MAX} [-]*	0,44	0,41	0,40	0,40	0,40	0,40
STI [-]***	0,79			Alcons [%]**		2,92
STI (Žena) [-]***	0,79			RASTI [-]***		0,8
STI (Muž) [-]***	0,79					

Tab. 14: Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti při 80-ti % 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.

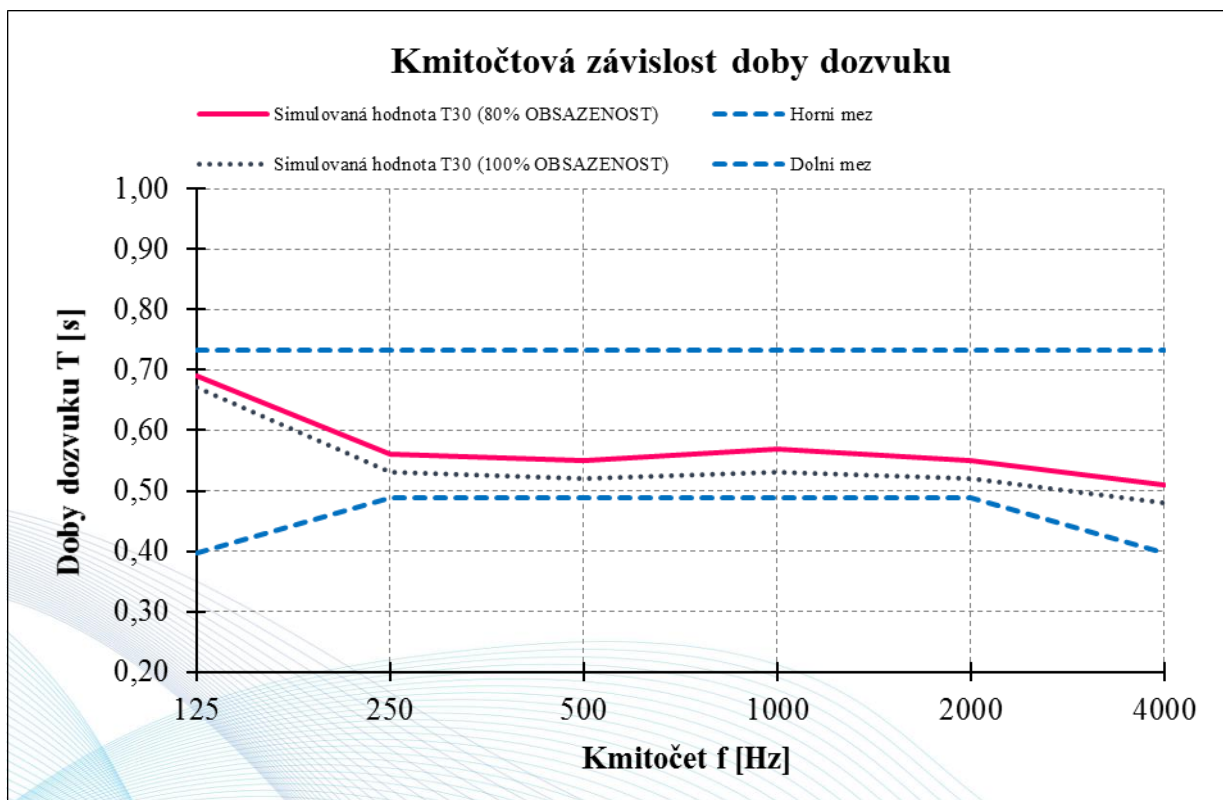
** Parametr Alcons (Articulation loss) je sice parametr používaný v zahraničí, avšak je vhodné jej určit. Přípustné rozmezí je 0-11%.

*** 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.

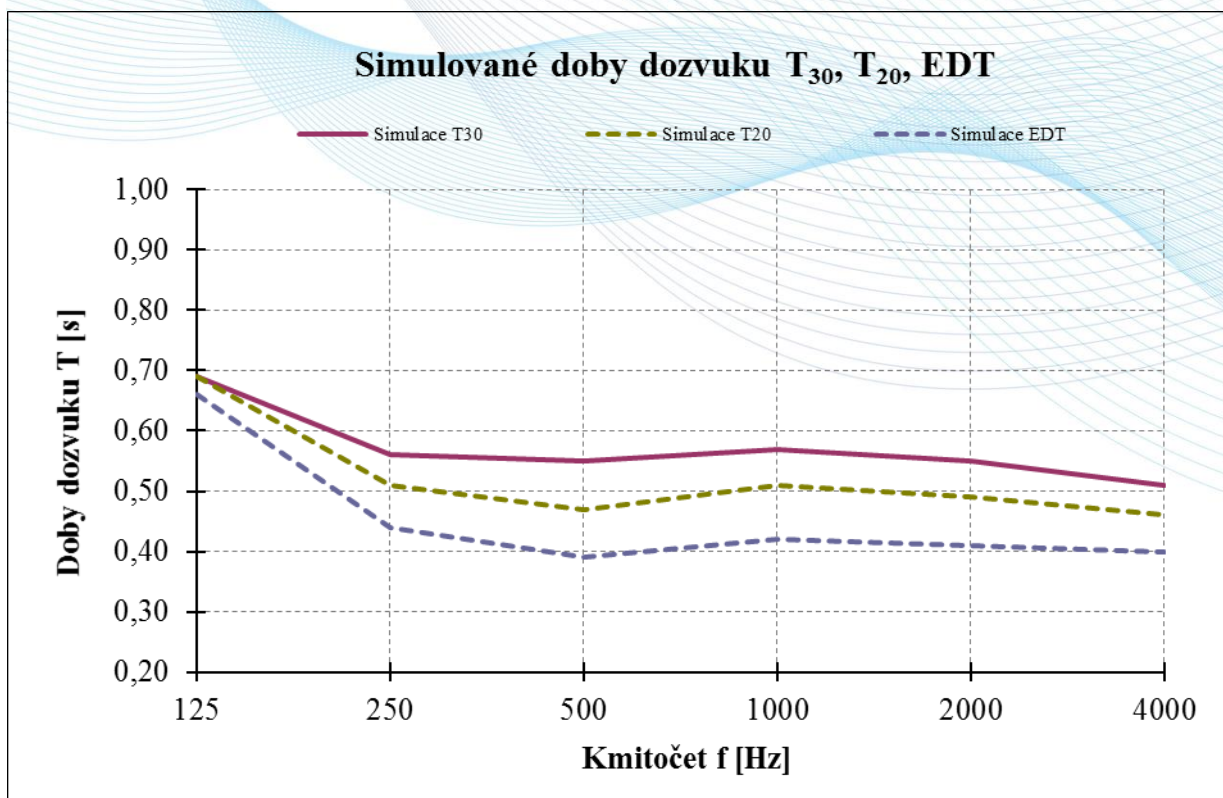
****Průměrná hodnota akustického tlaku v místnosti za předpokladu akustického výkonu zdroje cca 90 dB.

Frekvence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Simulace T₃₀ [s] (80 % obsazenost)	0,69	0,56	0,55	0,57	0,55	0,51
Simulace T₃₀ [s] (100 % obsazenost)	0,67	0,53	0,52	0,53	0,52	0,48
Horní mez [s]	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
Dolní mez [s]	0,40	0,49	0,49	0,49	0,49	0,40

Tab. 15: Simulovaná průměrná doba dozvuku T₃₀ a meze jejího tolerančního pásma v místnosti v různých variantách obsazení osobami

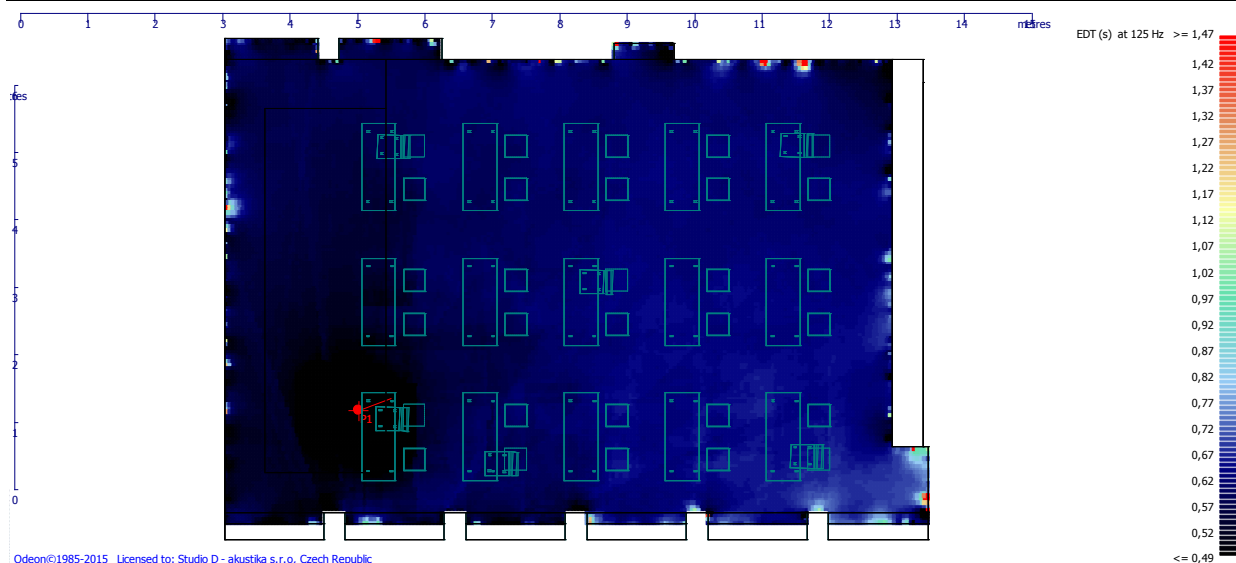


Graf 3: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{30} a meze jejího tolerančního pásma v místnosti při dvou různých variantách obsazení osobami

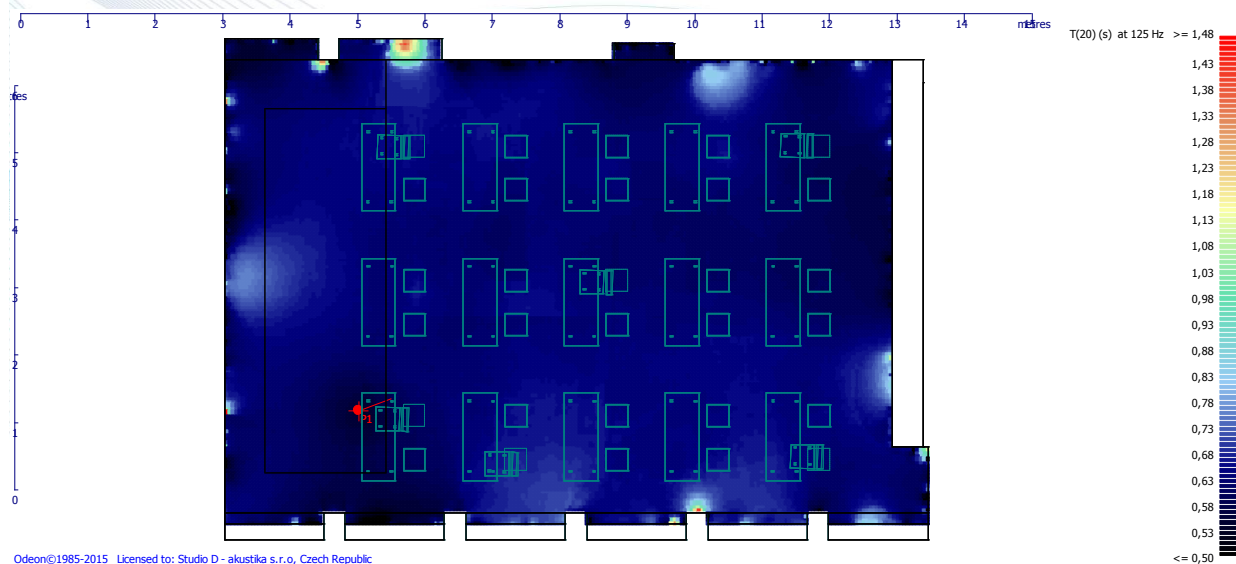


Graf 4: Simulace a porovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků T_{30} , T_{20} , EDT v prostoru při 80-ti % obsazení osobami

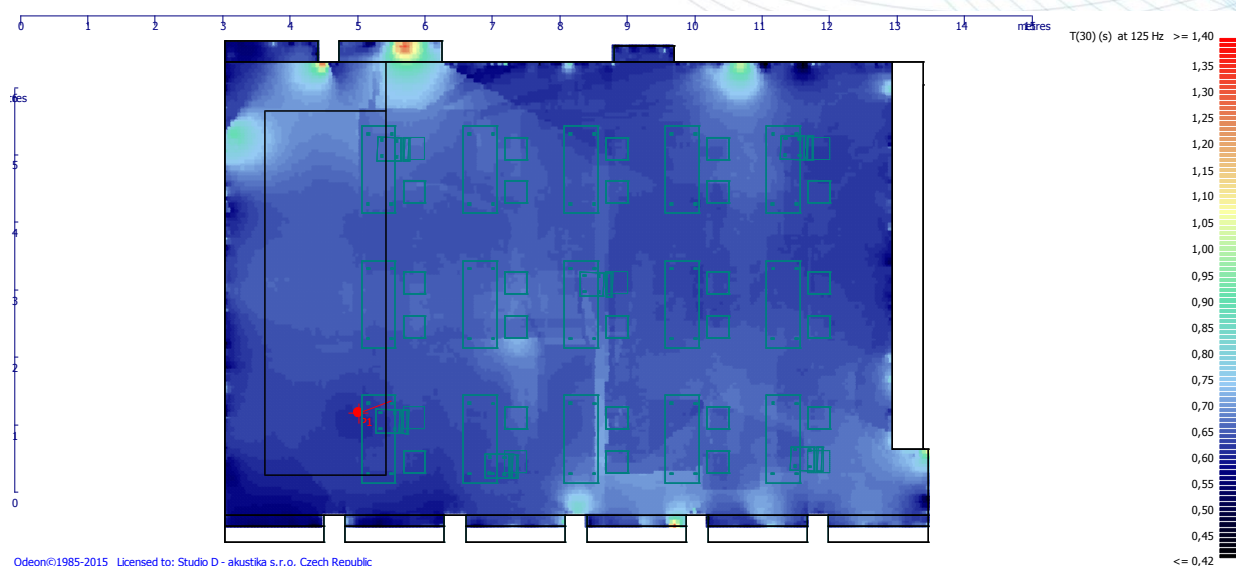
2.2.6 Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část (80-ti % obsazenost)



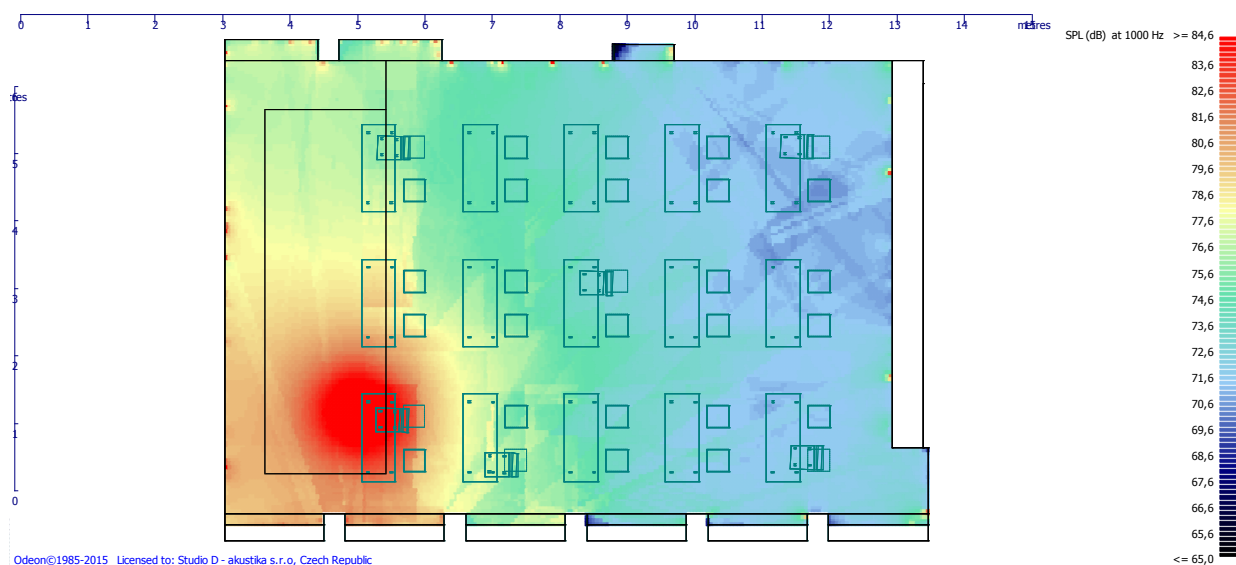
Obr. 22: Early Decay Time EDT (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



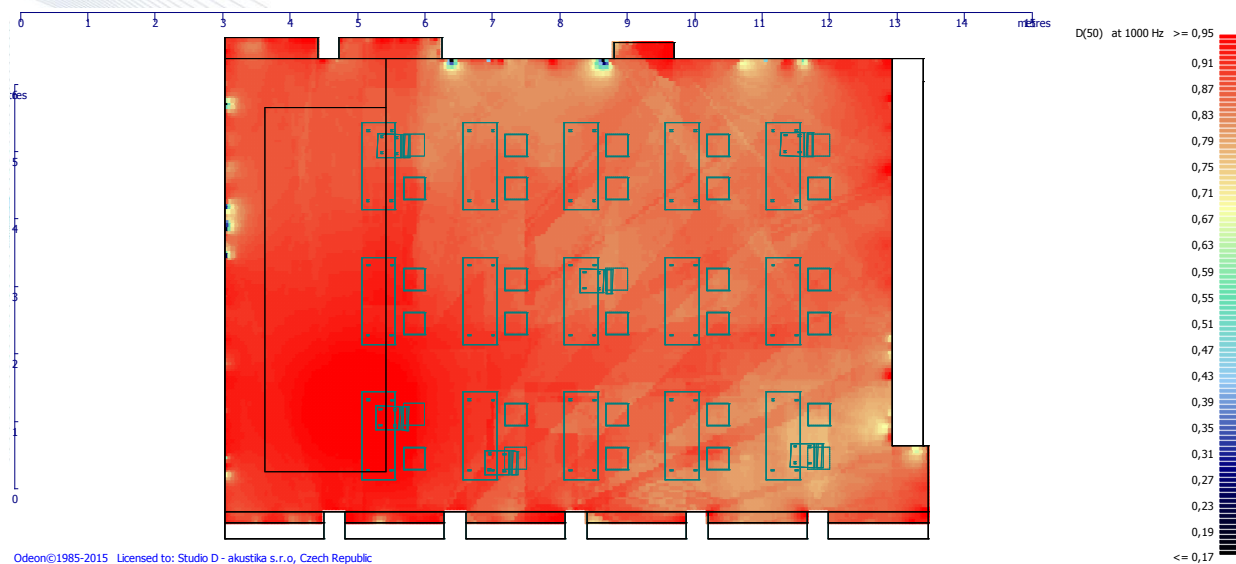
Obr. 23: Doba dozvuku T_{20} (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



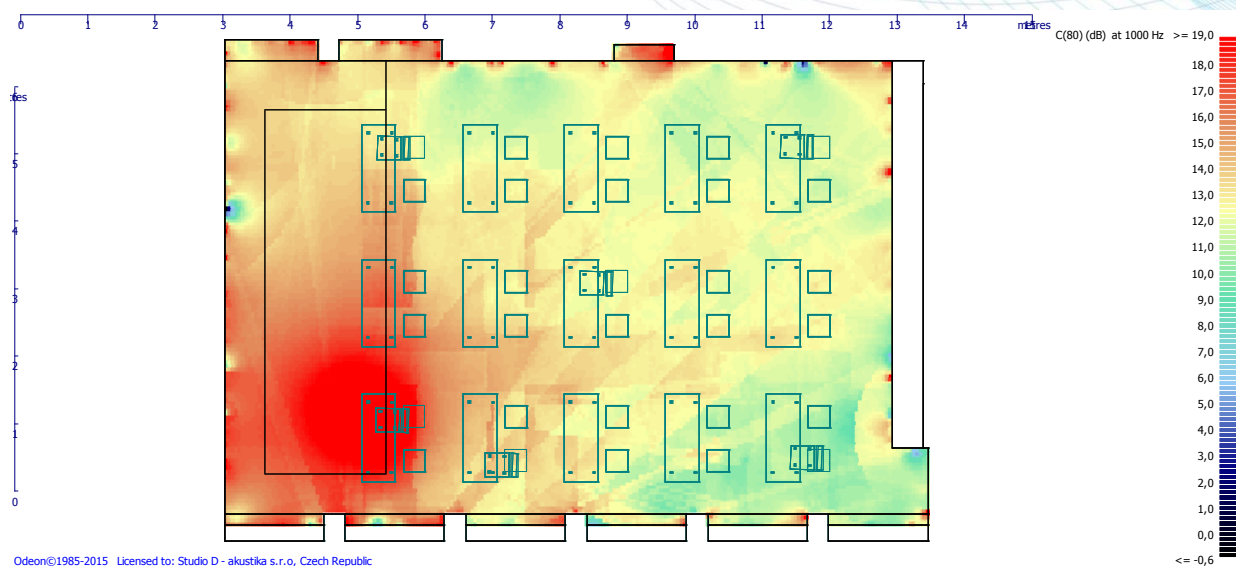
Obr. 24: Doba dozvuku T_{30} (s) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



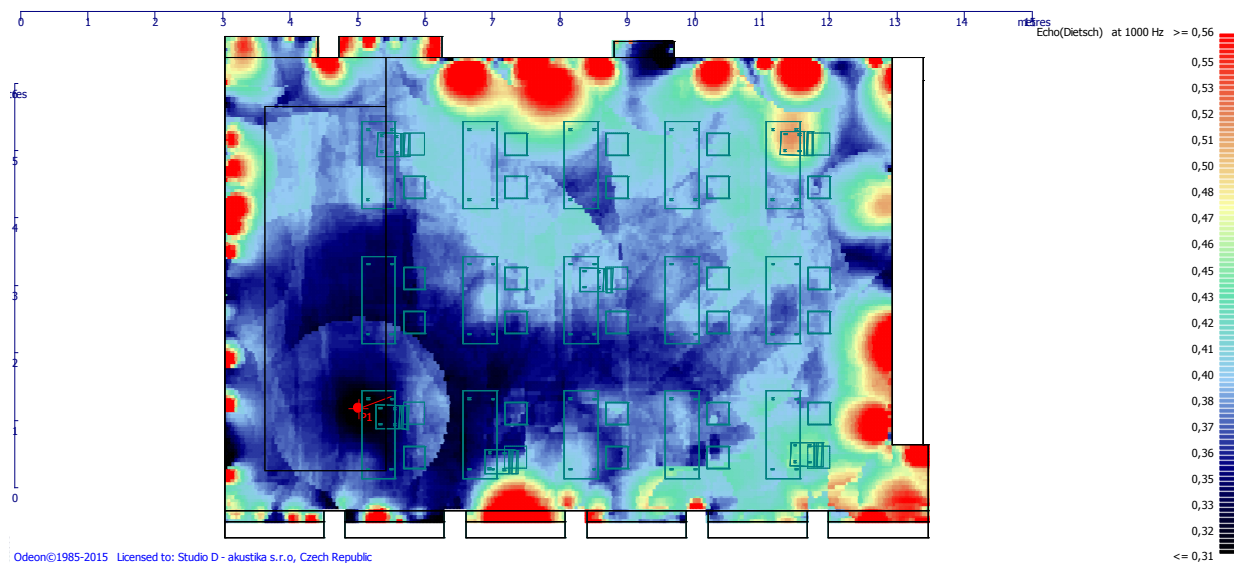
Obr. 25: Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,5 m nad podlahou



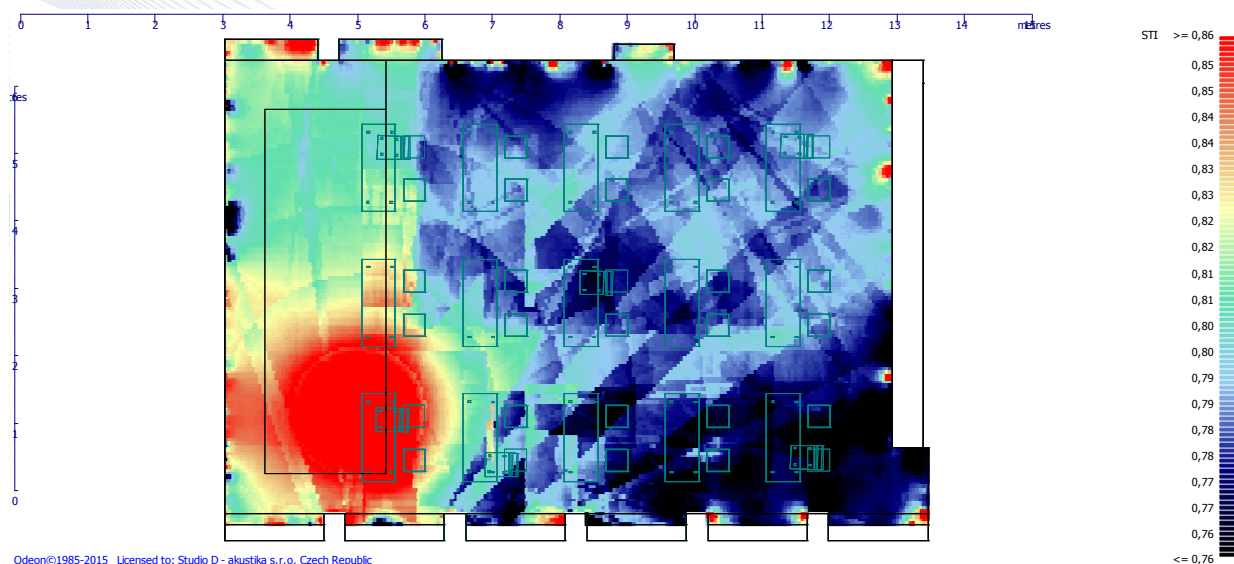
Obr. 26: Zřetelnost D₅₀ (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou



Obr. 27: Jasnost C₈₀ (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou



Obr. 28: Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,5 m nad podlahou



Obr. 29: Srozumitelnost řeči STI, 1,5 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 ³) (orientačně)	Doba T ₀ (s) (Akustická úprava)	Obrázek s rozmezím T/T ₀	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 reprodukování hudby	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 ³
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)	-	...

Tab. 16: Požadavky na prostory ve školách (ČSN 73 0527:2005, Tabulka 2)

3.2 Vyhodnocení

Byl vypracován a následně posouzen návrh upravující prostorovou akustiku ve vybraných referenčních učebnách v projektu „Stavební úpravy budovy odborně technického pavilonu v areálu ZŠ Bavorovská, Netolice parc.č. 871 – k.ú. Netolice“. Tyto prostory budou sloužit jako výukové učebny, jazykové učebny apod. Navrhované akustické úpravy posuzovaných prostorů budou sloužit, jako referenční místnosti, pro zbývající podobné prostory.

Výsledná průměrná doba dozvuku se bude nacházet v mezích tolerančního pásma doporučených hodnot doby dozvuku pro dané využití a objem.

Akustická simulace potvrdila, že aplikace materiálů na podhledy zabezpečí velmi dobrou srozumitelnost řeči, zamezí negativních účinků vlivem echa. Pro zlepšení distribuce zvukových paprsků od přednášejícího byl doplněn akustický systém o odrazivou část podhledu nad mluvčím.

Dále je nutno ošetřit pomocí „širokopásmového obkladu stropu“ zbývající řešené prostory dle požadavků ČSN 73 0527.

Zbývající místnosti bez požadavků dle ČSN 73 0527, jako jsou komunikační prostory (chodby, schodiště, apod.), kabinety, kanceláře, hygienické zařízení, apod. doporučujeme ošetřit širokopásmovými obklady stropu na základě požadavků projektové dokumentace.

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.

Všechny prvky a rošty musí být provedeny precizně a dotaženy, aby nedocházelo k rezonanci panelů. Musí 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 aku. apod.) ani požární, mechanicko-odolnosti, bezpečnostní, tepelně technická ani jiná hlediska. Především doporučujeme prověřit umístění akustických materiálů z bezpečnostních hledisek (ostré hrany apod.) a z mechanicko-odolností 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 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.

4.2 Souhrn posuzovaných místností

Ozn. místnosti	Účel místnosti	Plocha [m ²]	Podlaží	Navržené akustické opatření
1.09	Učebna výpočetní techniky	37,1	1NP	<u>A1 (celkem 35,8 m²):</u> <u>A2 (celkem 11,52 m²):</u> formát 1200 x 600 mm: celkem 16 ks <u>A3 (celkem 0 m²):</u> formát 600 x 600 mm: celkem 0 ks <u>A4 (celkem 6,48 m²):</u> formát 2700 x 600 mm: celkem 4 ks
1.11	Učebna – fyzika/chemie	72,2	1NP	<u>A1 (celkem 59,9 m²):</u> <u>A2 (celkem 28,8 m²):</u> formát 1200 x 600 mm: celkem 40 ks <u>A3 (celkem 9,72 m²):</u> formát 600 x 600 mm: celkem 27 ks <u>A4 (celkem 6,48 m²):</u> formát 2700 x 600 mm: celkem 4 ks

Tab. 17: Souhrnná tabulka posuzovaných místností včetně výměr navržených materiálů

4.3 Souhrn navržených akustických systémů

Ozn. aku. opatření	Název akustického opatření	Celková hloubka systému [mm]
A1	Ecophon Gedina E 15 mm	180 mm
A2	Ecophon Extra Bass 50 mm	volně položeno na A1
A3	Ecophon Gedina E/gamma 15 mm	180 mm
A4	Ecophon Akusto Wall C 40 mm	43 mm (kontaktně)
„širokopásmový obklad stropu“	např.: Ecophon Gedina E 15 mm ($\alpha_w = 1,00$)	180 mm

Tab. 18: Souhrnná tabulka navržených akustických materiálů v posuzovaných místnostech

4.4 Výpis všech místností dle referenčních

4.4.1 Dle „1.09 – Učebna výpočetní techniky“

Ozn. místnosti	Účel místnosti	Počet osob	Plocha [m ²]	Navržené akustické opatření
1.09	Učebna výpočetní techniky	15 + 1	37,1	<u>REFERENČNÍ MÍSTNOST</u> (viz AKU. POSUDEK)
1.10	Učebna praktického vyučování	15 + 1	37,1	ANALOGICKY DLE <u>REFERENČNÍ MÍSTNOSTI</u>

Tab. 19: Souhrnná tabulka přiřazených místností k posouzené referenční místnosti

4.4.2 Dle „1.11 – Učebna – fyzika/chemie“

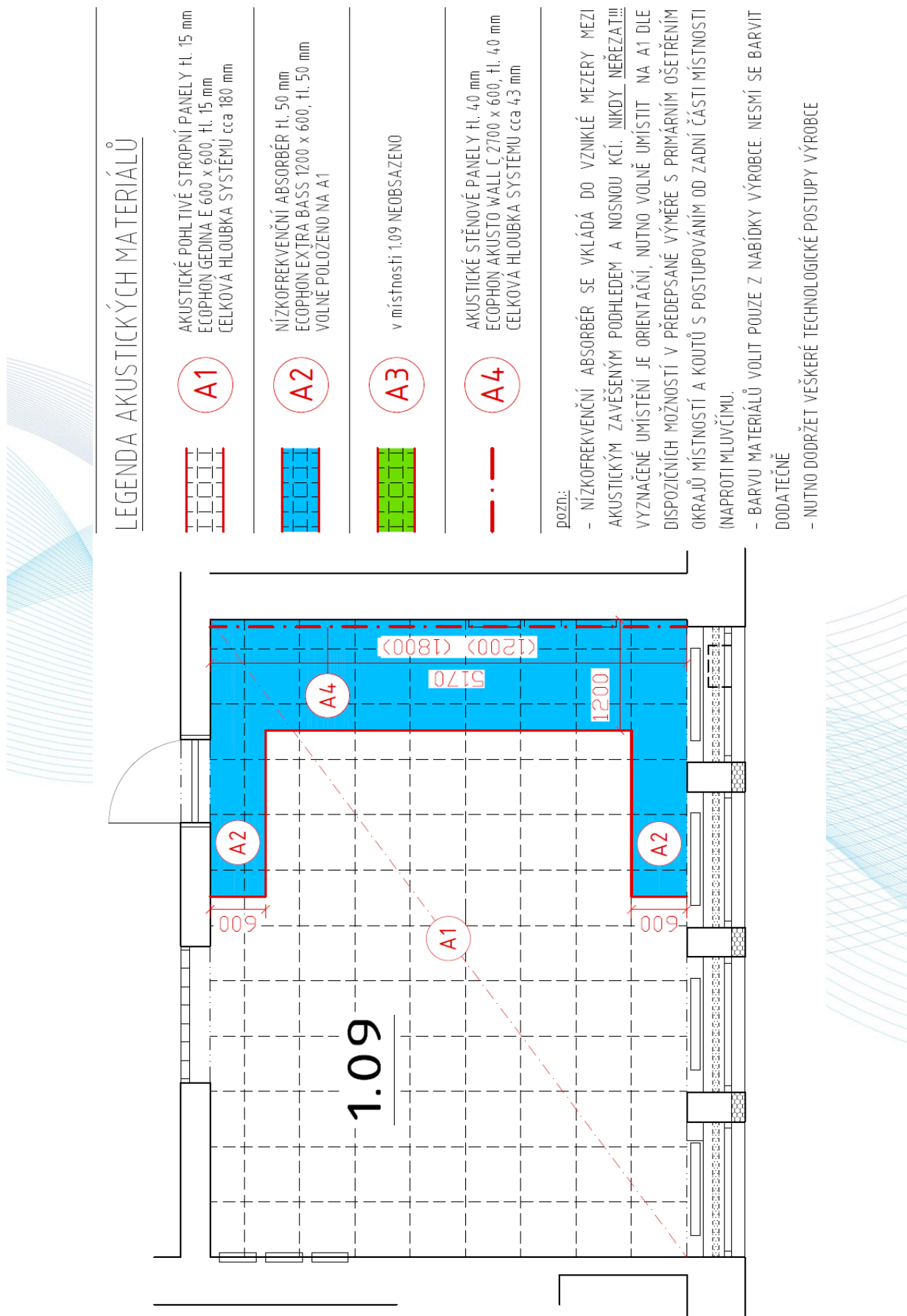
Ozn. místnosti	Účel místnosti	Počet osob	Plocha [m ²]	Navržené akustické opatření
1.11	Učebna – fyzika/chemie	30 + 1	72,2	<u>REFERENČNÍ MÍSTNOST</u> (viz AKU. POSUDEK)
1.08	Učebna dílen	18 + 1	73,0	ANALOGICKY DLE <u>REFERENČNÍ MÍSTNOSTI</u>

Tab. 20: Souhrnná tabulka přiřazených místností k posouzené referenční místnosti

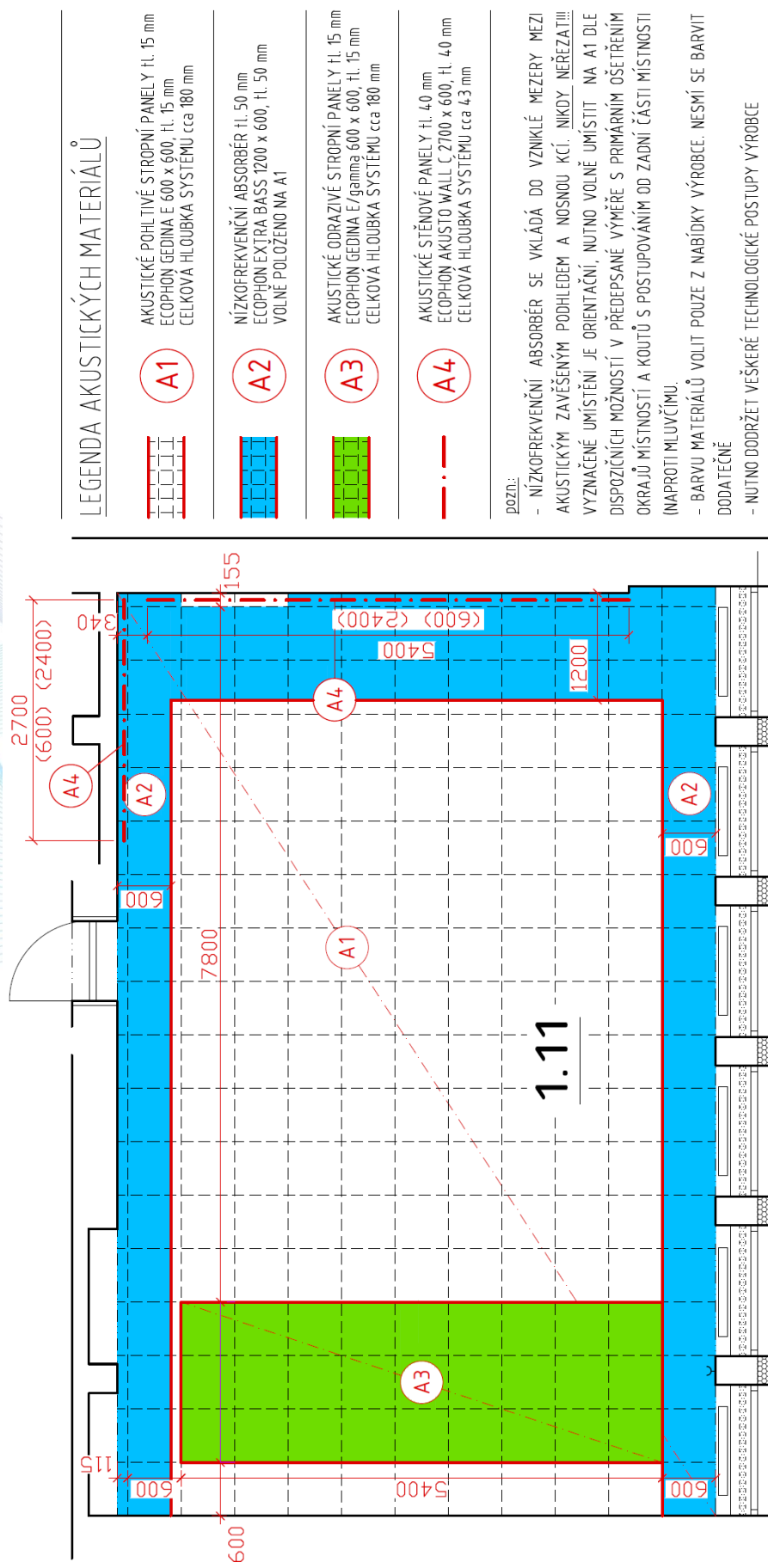
Pozn.: Doporučujeme vybavit širokopásmovým obkladem stropu místnosti, jako jsou kanceláře, kabinety, komunikační prostory apod.

Širokopásmový obklad stropu je obklad, jehož vážený činitel zvukové pohltivosti $\alpha_w \geq 0,80$ (referenční příklad je uveden v tabulce výše)

4.5 Rozmístění akustických materiálů



Obr. 30: Schéma půdorysu 1.09 rozmístění navržených akustických materiálů



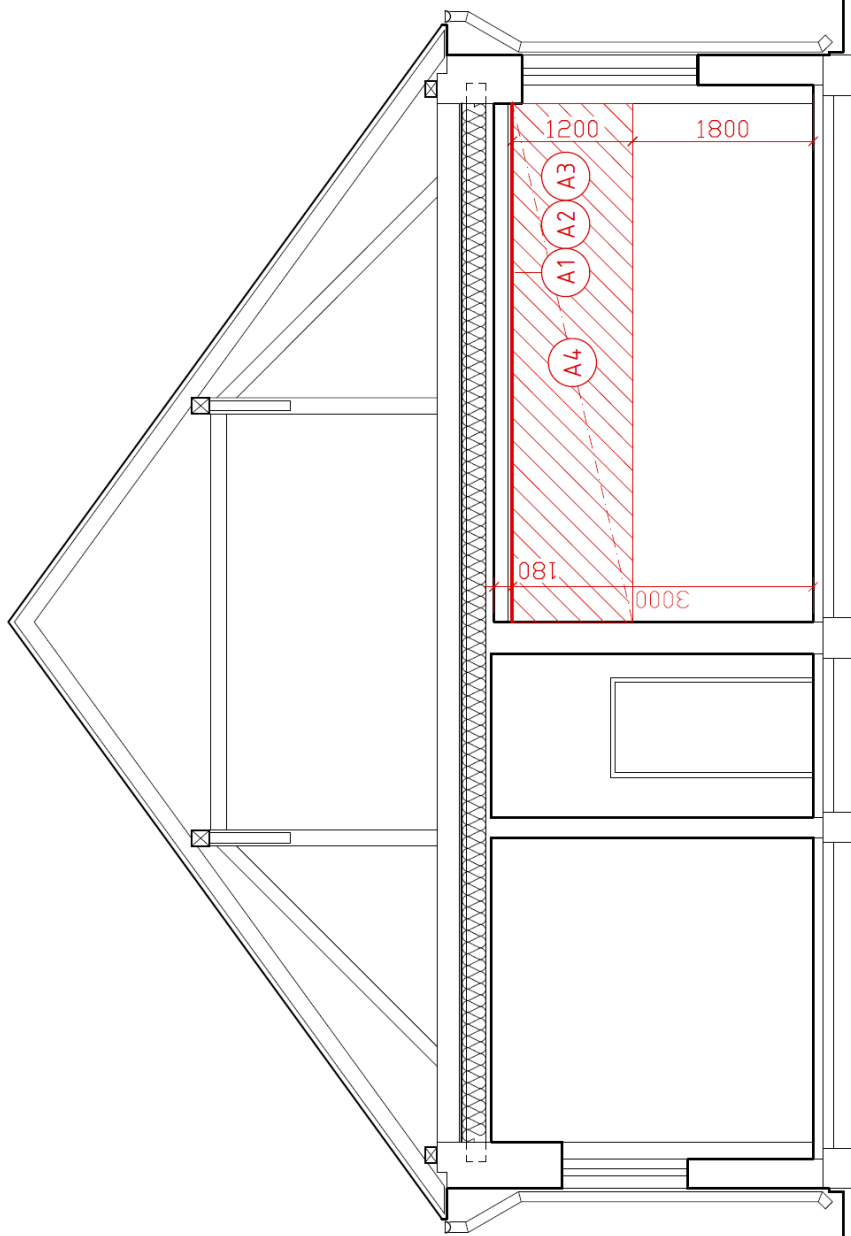
Obr. 31: Schéma půdorysu 1.11 rozmístění navržených akustických materiálů

LEGENDA AKUSTICKÝCH MATERIÁLŮ

	A1	AKUSTICKÉ POHLTLIVÉ STROPNÍ PANELE Hl. 15 mm ECOPHON GEDINA E 600 x 600, Hl. 15 mm CELKOVÁ HLOUBKA SYSTÉMU cca 180 mm
	A2	NÍZKOFREKVENČNÍ ABSORBÉR Hl. 50 mm ECOPHON EXTRA BASS 1200 x 600, Hl. 50 mm VOLNĚ POLOŽENÝ NA A1
	A3	AKUSTICKÉ ODRAZIVÉ STROPNÍ PANELE Hl. 15 mm ECOPHON GEDINA E/gamma 600 x 600, Hl. 15 mm CELKOVÁ HLOUBKA SYSTÉMU cca 180 mm
	A4	AKUSTICKÉ STĚNOVÉ PANELE Hl. 40 mm ECOPHON AKUSTO WALL C 2700 x 600, Hl. 40 mm CELKOVÁ HLOUBKA SYSTÉMU cca 43 mm

pozn.:

- NÍZKOFREKVENČNÍ ABSORBÉR SE VKLÁDÁ DO VZNIKLÉ MEZERY MEZI AKUSTICKÝM ZAVĚŠENÝM PODHLEDEM A NOSNOU KČÍ. NIKDY NEŘEŽAT!!!
- VYZNAČENÉ UMÍSTĚNÍ JE ORIENTAČNÍ, NUTNO VOLNĚ UMÍSTIT NA A1 DLE DISPOZIČNÍCH MOŽNOSTÍ V PŘEDEPSANÉ VÝMĚŘE S PRIMÁRNÍM OŠETŘENÍM OKRAJŮ MÍSTNOSTÍ A KOUTŮ S POSTUPOVÁNÍM OD ZADNÍ ČÁSTI MÍSTNOSTI (NAPROTI MLUVČÍMU).
- BARVU MATERIÁLŮ VOLIT POUZE Z NABÍDKY VÝROBCE. NESMÍ SE BARVIT DODATEČNĚ
- NUTNO DODRŽET VEŠKERÉ TECHNOLOGICKÉ POSTUPY VÝROBCE



Obr. 32: Schéma řezu rozmístění navržených akustických materiálů

4.6 Specifikace navržených akustických materiálů

4.6.1 A1, A2, A3: Ecophon Gedina E 15 mm / Extra Bass / Gamma povrch



Panel Gedina E



Systém Gedina E

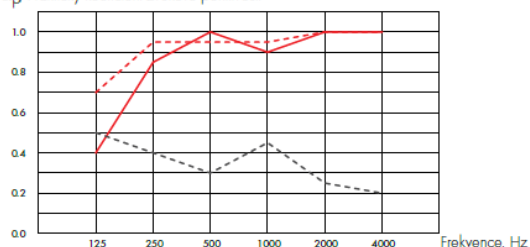


Akustika

Zvuková absorpce:

Výsledky zkoušek v souladu s normou EN ISO 354. Klasifikace v souladu s EN ISO 11654.

α_p Praktický koeficient zvukové pohltivosti



- Gedina E 15 mm, 200 mm o.d.s.
- Gedina E 15 mm + Extra Bass 50 mm, 200 mm o.d.s.
- Gedina E/gamma 15 mm, 200 mm o.d.s.
- o.d.s = celková hloubka systému

	tl, mm	o.d.s. mm	α_p Praktický koeficient zvukové pohltivosti						α_w	absorpční třída
			125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz		
	15	200	0.40	0.85	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	A
+ Extra Bass	65	200	0.70	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00	A
gamma	15	200	0.50	0.40	0.30	0.45	0.25	0.20	0.30	D



Přístupnost

Panely lze snadno demontovat. Min. demontážní hloubka v souladu s instalačním diagramem.



Údržba

Denní stírání prachu a vysávání. Týdenní čištění za mokra.



Světelná účinnost

Bílá 500, nejbližší barevný vzorek NCS S 0500-N, světelná odrazivost 84% (více než 99% odraženého světla je světlo rozptýlené)



Odolnost proti vlhkosti

Panely odolávají trvalé relativní vlhkosti prostředí do 95% při 30°C bez rizika vydouvání, deformace nebo oddělování jednotlivých vrstev (EN 13964).

Panely je možné použít také ve zvláště náročném vlhkém a horkém prostředí. Prosím kontaktujte náš tým Ecophon pro specifikaci vašeho projektu.

4.6.2 A4: Ecophon Akusto Wall C



Ecophon Akusto™ Wall C

Systém Ecophon Akusto™ Wall C je stěnový zvukový absorbér, který je vhodné kombinovat s akustickými podhledy. Vyznačuje se skrytým nosným rástrem 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.

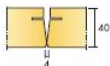
Panely jsou demontovatelné. Systém sestává z panelů Ecophon Akusto™ Wall C a nosného rástru Ecophon Connect. Celková hmotnost systému je 5 kg/m². Kvalita systému je dána instalací nosných prvků Connect včetně příslušenství, které Vám nabízejí spoustu designových možností. Panely jsou vyrobeny ze skelného vlákna o vysoké hustotě na bázi 3RD Technology. Pohledová plocha je ze

sklovláknité tkaniny (povrch Texona v různých barvách, nebo s povrchem z nárazuvzdorné skelné tkaniny (Super G). Nabízena je také povrchová úprava Akutex™ FT (v bílé barvě White Frost). Zadní plocha panelů je pokryta skelnou tkaninou. Rohy jsou opatřeny nátěrem a povrchová úprava pohledové strany částečně překrývá delší hrany. Akusto™ Wall C s povrchem Texona je také v provedení gamma (odrazivým povrchem viz akustická křivka). Pro dosažení nejlepších výsledků a kvality systému použijte profily Ecophon Connect a jeho příslušenství.



Kliniken Maria Hilf, Merchingladbach, Germany

SYSTÉMOVÁ ŘADA



Rozměry, mm	2700x600
Thinline Profil	•
WP Profil	•
Tloušťka (tl.)	40
Instalační diagram	M354, M356, M355, M235, M303