

# AKUSTICKÝ POSUDEK

k projektu  
„Gymnázium Říčany – výstavba nové tělocvičny  
parc. č. 1727, k.ú. Říčany u Prahy“  
z hlediska prostorové akustiky

**Objednatel** VMS projekt s.r.o.  
Čerčanská 640/30b  
140 00 Praha 4

**Číslo zakázky** 18013198  
**Datum vydání** 2018-04-19  
**Vypracoval** Ing. Pavel Stejskal, mobil: 739 055 213  
Bc. Jan Dolejší, mobil: 733 716 153

**Počet výtisků** 4  
**Výtisk číslo** 1 2 3 4 (E)

## Obsah

1	VŠEOBECNÁ ČÁST .....	4
1.1	Předmět zkoušky.....	4
1.2	Metodické předpisy .....	4
1.1.1	Standards.....	4
1.1.2	Pomocné standardy .....	4
1.3	Použité softwary .....	4
1.4	Použité podklady .....	4
1.5	Dokumentace .....	5
2	VÝSLEDKOVÁ ČÁST .....	6
2.1	„1.28 – Učebna“ .....	6
2.1.1	Popis prostoru.....	6
2.1.2	Akustické řešení místnosti .....	6
2.1.3	Návrh akustických úprav.....	7
2.1.4	Detailní popis použitých akustických materiálů v jednotlivých variantách.....	8
2.1.5	Akustická simulace a její hodnocení .....	9
2.1.6	Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část (80% obsazenost) .....	13
3	INTERPRETACE .....	15
3.1	Požadavky z hlediska prostorové akustiky .....	15
3.2	Vyhodnocení.....	16
4	PŘÍLOHY .....	17
4.1	Vysvětlivky hodnocených parametrů .....	17
4.2	Souhrn navržených akustických systémů .....	18
4.3	Souhrn posuzovaných místností .....	18
4.4	„Širokopásmový obklad stropu“ .....	19
4.5	Rozmístění akustických materiálů .....	19
4.6	Specifikace navržených akustických materiálů .....	21
4.6.1	A1, A2, A3: Ecophon Gedina E 15 mm / Extra Bass / Gamma povrch .....	21
4.6.2	A4: Ecophon Master B .....	22
4.6.3	A5: Ecophon Akusto Wall C.....	23
4.6.4	Příklady pohltivých materiálů do hlučných prostorů (strojovny apod.).....	24

## Seznam grafů

Graf 1: Simulovaná průměrná doba dozvuku $T_{30}$ a meze jejího tolerančního pásma v místnosti při obsazení osobami .....	12
Graf 2: Simulace a porovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků $T_{30}$ , $T_{20}$ , EDT v prostoru při 80-ti % obsazení osobami.....	12

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Půdorys INP řešeného prostoru .....	5
Obrázek 2: Pohledy do akustického modelu prostoru.....	6
Obrázek 3: Počítačový 3D model místnosti – s vyznačením pozic virtuálních mikrofonů (modře) a všesměrového zdroje hluku (červeně) .....	9
Obrázek 4: Optimální doba dozvuku $T_0$ pro jednotlivé typy prostorů (ČSN 73 0527) .....	10
Obrázek 5: Průměrná doba dozvuku $T_{30}$ (s) v úrovni 1,3 m nad podlahou.....	13
Obrázek 6: Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,3 m nad podlahou .....	13
Obrázek 7: Zřetelnost $D_{50}$ (%) pro 1 kHz v místnosti 1,3 m nad podlahou .....	13
Obrázek 8: Jasnost $C_{80}$ (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,3 m nad podlahou.....	14
Obrázek 9: Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,3 m nad podlahou .....	14
Obrázek 10: Srozumitelnost řeči STI, 1,3 m nad podlahou .....	14
Obrázek 11: Rozmístění akustických systémů v učebně - půdorys .....	19
Obrázek 12: Rozmístění akustických systémů v učebně – řez.....	20
Obrázek 13: Legenda použitých akustických materiálů .....	20

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru .....	7
Tabulka 2: Uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti $\alpha$ [-] navrhovaného akustického materiálu, které je nutno dodržet .....	8
Tabulka 3: Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti při 80-ti % obsazení osobami v navrženém stavu .....	11
Tabulka 4: Simulovaná průměrná doba dozvuku $T_{30}$ a meze jejího tolerančního pásma v místnosti při obsazení osobami .....	11
Tabulka 5: Požadavky na prostory ve školách (ČSN 73 0527, Tabulka 2) .....	15
Tabulka 6: Souhrnná tabulka navržených akustických materiálů v posuzovaných místnostech	18
Tabulka 7: Souhrnná tabulka posuzovaných místností včetně výměr navržených materiálů....	18



# 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 „Gymnázium Říčany – výstavba nové tělocvičny, parc. č. 1727, k.ú. Říčany u Prahy“.

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

Vybraná místnost se nachází v 1NP.

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

## 1.2 Metodické předpisy

---

### 1.1.1 Standardy

---

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

### 1.1.2 Pomocné standardy

---

- Vyhláška 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých
- Vyhláška 343/2009 Sb., kterou se mění vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých
- ČSN 73 0525 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady
- ČSN 73 0526 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Studia a místnosti pro snímání, zpracování a kontrolu zvuku
- ČSN 73 0527 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely - Prostory ve školách - Prostory pro veřejné účely

## 1.3 Použité softwary

---

Cinema 4D V11.027

Odeon Auditorium v. 14.03

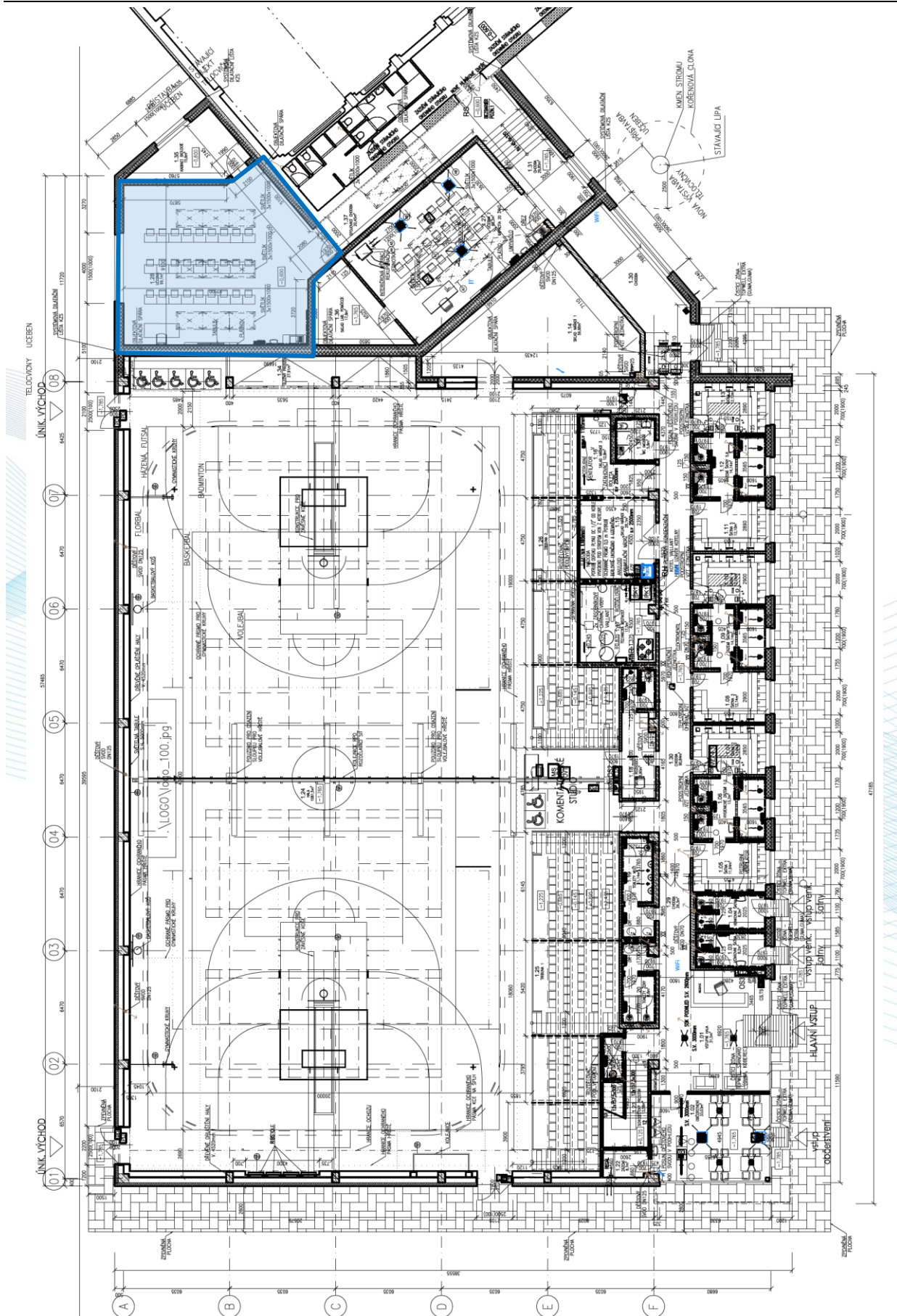
MS Excel

## 1.4 Použité podklady

---

- vybrané výkresy PD (VMS projekt s.r.o.)
- technické listy výrobců pohltivých materiálů

## 1.5 Dokumentace



**Obrázek 1: Půdorys 1NP řešeného prostoru**

## 2 VÝSLEDKOVÁ ČÁST

### 2.1 „1.28 – Učebna“

#### 2.1.1 Popis prostoru

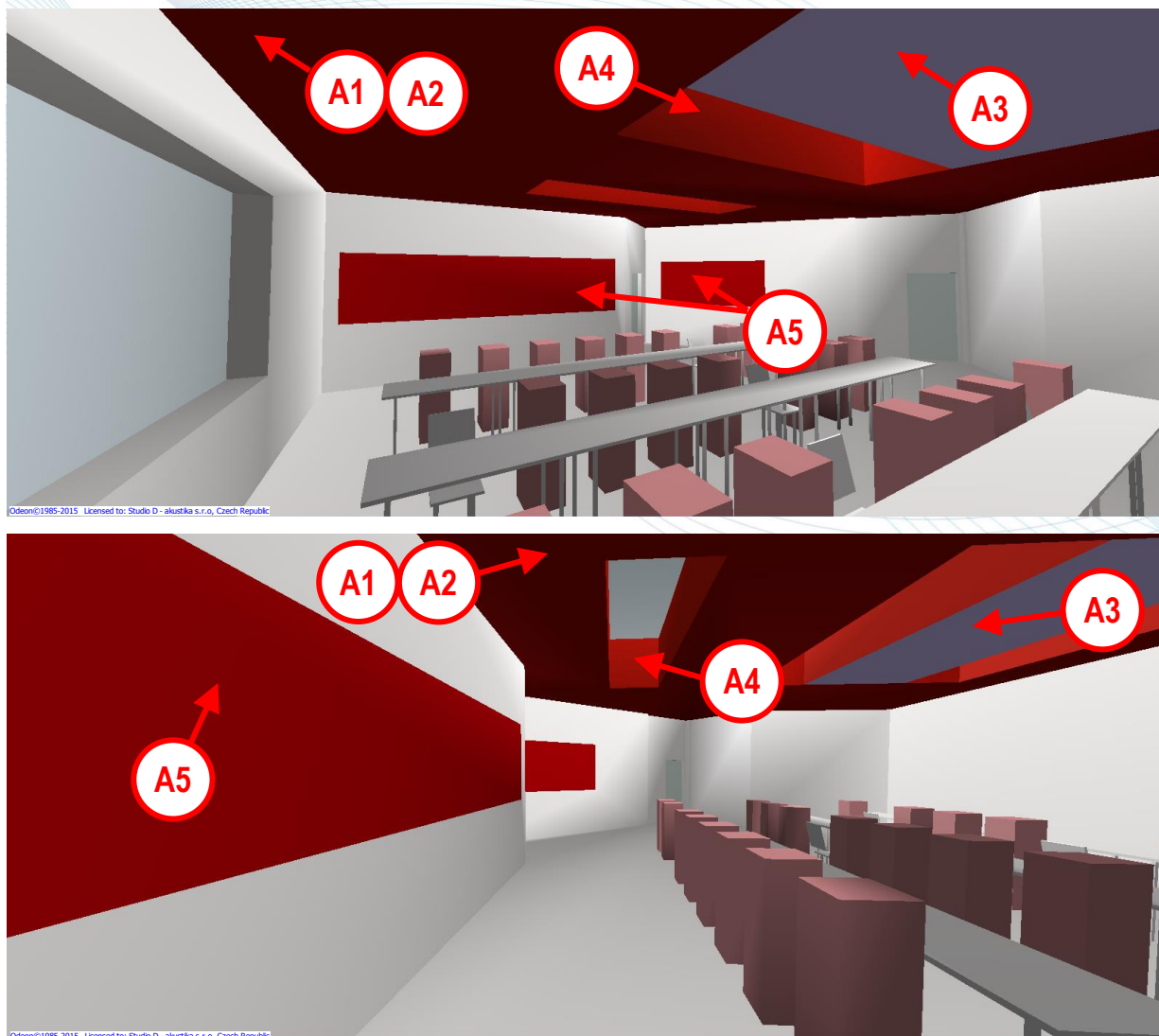
Místnost „1.28 – Učebna“ má délku 10,5 m a šířku 9,10 m. Světlá výška místnosti je po provedení všech akustických úprav 3,30 m. Objem prostoru je cca  $V = 340,6 \text{ m}^3$  (odměřeno z modelu) a celková plocha ohraničujících vnitřních povrchů konstrukcí je cca  $S = 427,9 \text{ m}^2$  (odměřeno z modelu).

Celý prostor byl simulován za předpokladu osmdesátiprocentního obsazení osobami (22 osob z 27) dle předpokládaného uspořádání. Pro porovnání byla vypočítána doba dozvuku  $T_{30}$  i pro stoprocentní obsazenost osobami, tj. 27 osob.

#### 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.



Obrázek 2: Pohledy do akustického modelu prostoru



### 2.1.3 Návrh akustických úprav

V návrhu je uvažováno s učebnou s 80% obsazením osobami (ČSN 73 0527). Konkrétně bylo počítáno s osobami sedícími na dřevěných židlích.

Uvažované konstrukční materiály: PVC 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.

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

Ozn.	Typ akustického materiálu	Odsazení od tuhé desky	Popis	Výměra / m <sup>2</sup>	Poznámka
A1	minerální pohltivý podhled tl. 15 mm	≥ 200 mm	Demontovatelný zavěšený akustický podhled s minerálními pohltivými kazetami o rozměrech 600 x 600 x 15 mm	<b>76,2 m<sup>2</sup></b>	zavěšený podhled (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	<b>72,0 m<sup>2</sup></b> (tj. 100 ks)	volně položeno na A1 (rozmístění viz přílohy)
A3	minerální odrazivý podhled tl. 15 mm	≥ 200 mm	Demontovatelný zavěšený akustický podhled s minerálními odrazivými kazetami o rozměrech 600 x 600 x 15 mm	<b>8,64 m<sup>2</sup></b> (tj. 24 ks)	umístit nad nejčastější polohu mluvčího (rozmístění viz přílohy)
A4	stropní panely tl. 40 mm	43 mm (kontaktně)	akustické stropní panely určené ke kontaktní aplikaci s rozměrem panelu 600 x 600 x 40 mm	<b>33,0 m<sup>2</sup></b>	kontaktně na stěny světlíků (rozmístění viz přílohy)
A5	stěnové panely tl. 40 mm	43 mm (kontaktně)	akustické stěnové panely určené ke kontaktní aplikaci s rozměrem panelu 2700 x 600 x 40 mm	<b>9,72 m<sup>2</sup></b> (tj. 6 panelů)	umístit na zadní a popř. boční stěnu (rozmístění viz přílohy)

**Tabulka 1:** Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru

**Pozn.:** Vzhledem ke skutečnosti, že se můžou 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 skelného 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 cca 200 mm.

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

**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.

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

**A3:** Akustické panely s jádrem ze skelného 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 cca 200 mm.

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

**A4:** Akustické panely s jádrem ze skelného vlákna o vysoké hustotě. Viditelný pohltivý povrch je ze sklovláknité tkaniny. Zadní plocha pokryta skelnou tkaninou. Hrany jsou opatřeny nátěrem. Rozměr prvku 600 x 600 x 40 mm. Instalováno kontaktně pomocí lepidla.

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

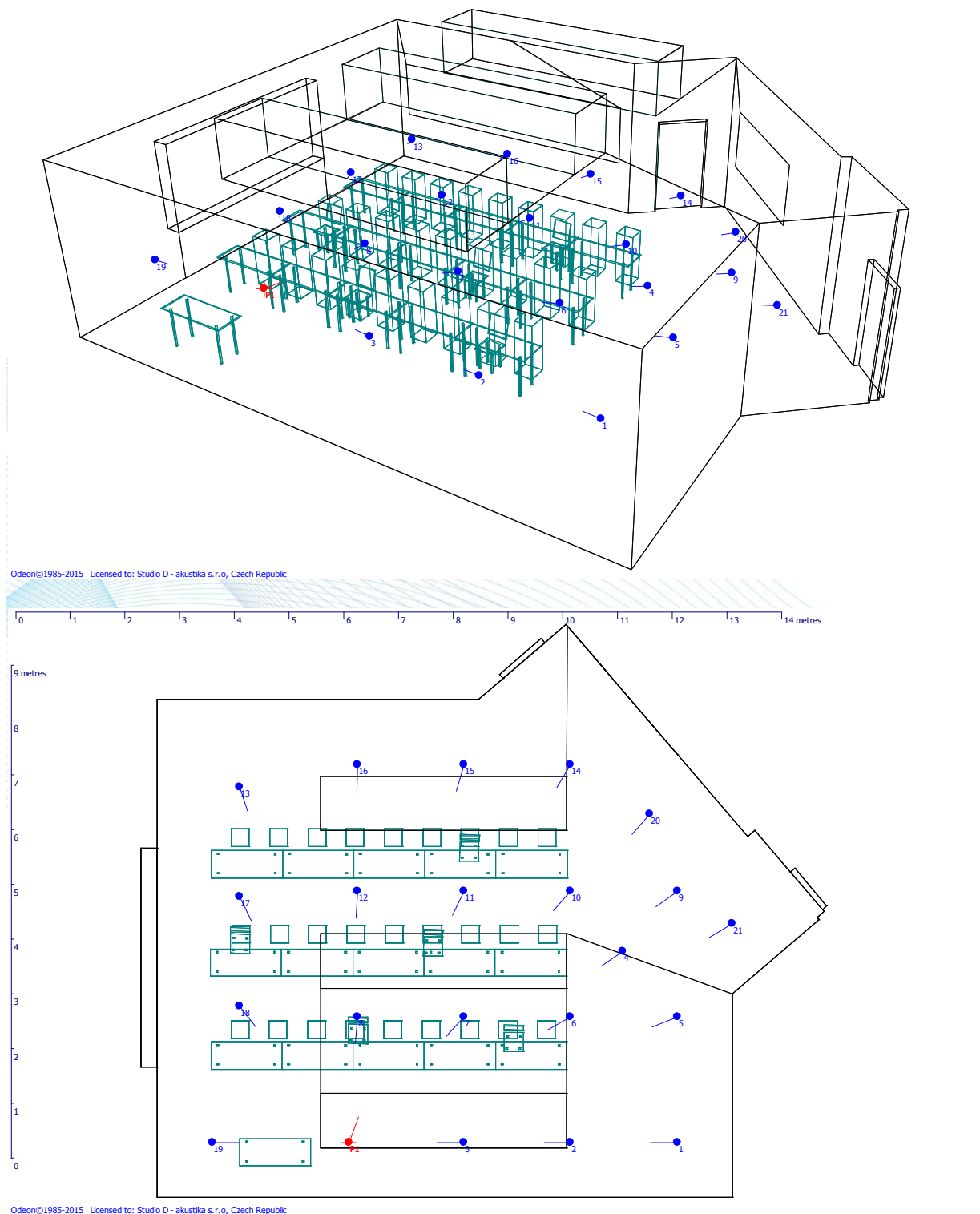
**A5:** Stěnové panely s jádrem ze skelného vlákna o vysoké hustotě. Viditelný pohltivý povrch je ze sklovláknité tkaniny. Zadní plocha pokryta skelnou tkaninou. Rohy jsou opatřeny nátěrem. Rozměr prvku 2700 x 600 x 40 mm. Instalováno do pozinkovaného skrytého ocelového roštu. Odsazení od tuhé konstrukce 0 mm (kontaktně).

Frekvence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000	$\alpha_w$	třída
A5	0,25	0,80	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	A

**Tabulka 2:** Uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti  $\alpha$  [-] navrhovaného akustického materiálu, které je nutno dodržet.



## 2.1.5 Akustická simulace a její hodnocení



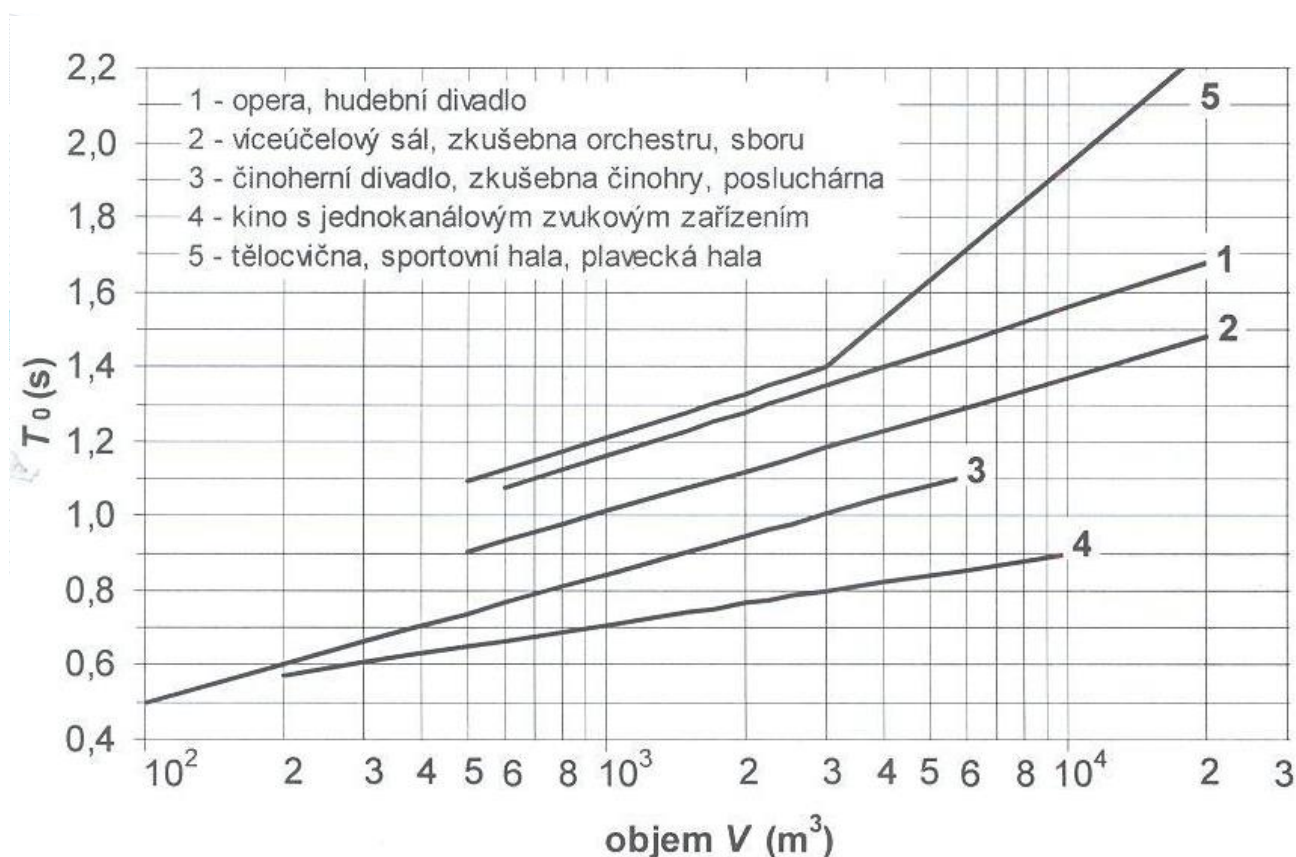
**Obrázek 3:** Počítačový 3D model místnosti – s vyznačením pozic virtuálních mikrofónů (modře) a všesměrového zdroje hluku (červeně)

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 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  $T_0 = 0,68$  s. Výsledky simulace  $T_{30}$  jsou zobrazené v následujícím grafu, ze kterého je zřejmé, že doba dozvuku v navrhované místnosti po provedení akustických úprav se pohybuje v mezích zvoleného tolerančního pásma.

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



**Obrázek 4:** Optimální doba dozvuku  $T_0$  pro jednotlivé typy prostorů (ČSN 73 0527)

Frekvence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000
<b>Simulace T<sub>30</sub> [s]</b>	0,75	0,63	0,62	0,62	0,61	0,55
<b>Simulace T<sub>20</sub> [s]</b>	0,74	0,58	0,56	0,56	0,55	0,50
<b>Simulace EDT [s]</b>	0,69	0,45	0,43	0,45	0,43	0,41
<b>SPL [dB] ****</b>	75,6	73,3	73,1	72,9	72,7	72,4
<b>C<sub>80</sub> [dB]</b>	6,6	10,9	11,4	11,1	11,6	12,2
<b>D<sub>50</sub> [-]</b>	0,67	0,83	0,84	0,83	0,85	0,86
<b>T<sub>s</sub> [ms]</b>	46,0	27,0	25,0	26,0	25,0	23,0
<b>LF<sub>80</sub> [-]</b>	0,243	0,210	0,204	0,211	0,205	0,202
<b>ECHO<sub>MAX</sub> [-]*</b>	0,46	0,45	0,47	0,47	0,46	0,46
<b>STI [-]***</b>			0,77	<b>Alcons [%]**</b>		3,17
<b>STI (Žena) [-]***</b>			0,78	<b>RASTI [-]***</b>		0,78
<b>STI (Muž) [-]***</b>			0,77			

**Tabulka 3:** 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%.

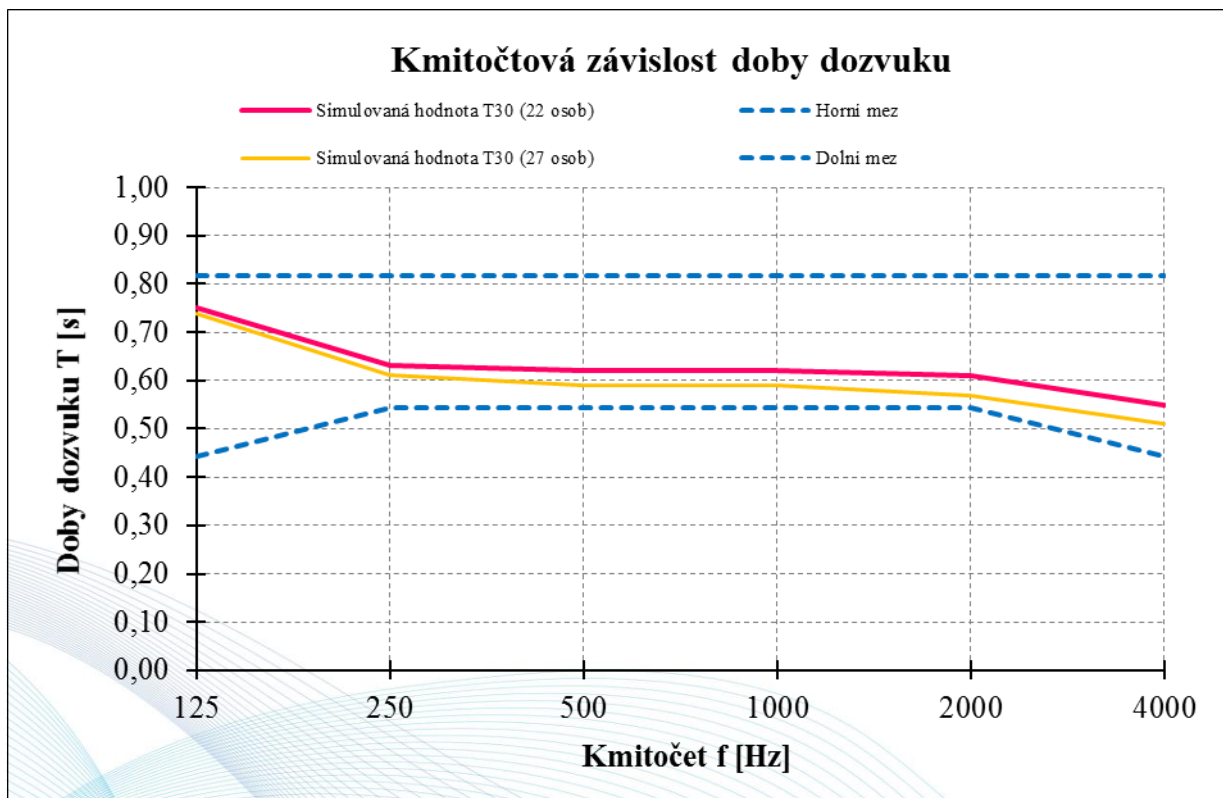
\*\*\* Hodnoty STI pro mužský i ženský hlas, a stejně tak RASTI byly vypočítané pro předpokládanou hladinu pozadí hluku <35 dB. Doporučené hodnoty parametru STI pro mluvené slovo jsou v rozmezí 0,6-1,0. Přičemž ideálně by se měly nacházet v rozmezí 0,7-1. Hodnoty STI byly vypočítané pro předpokládanou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

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

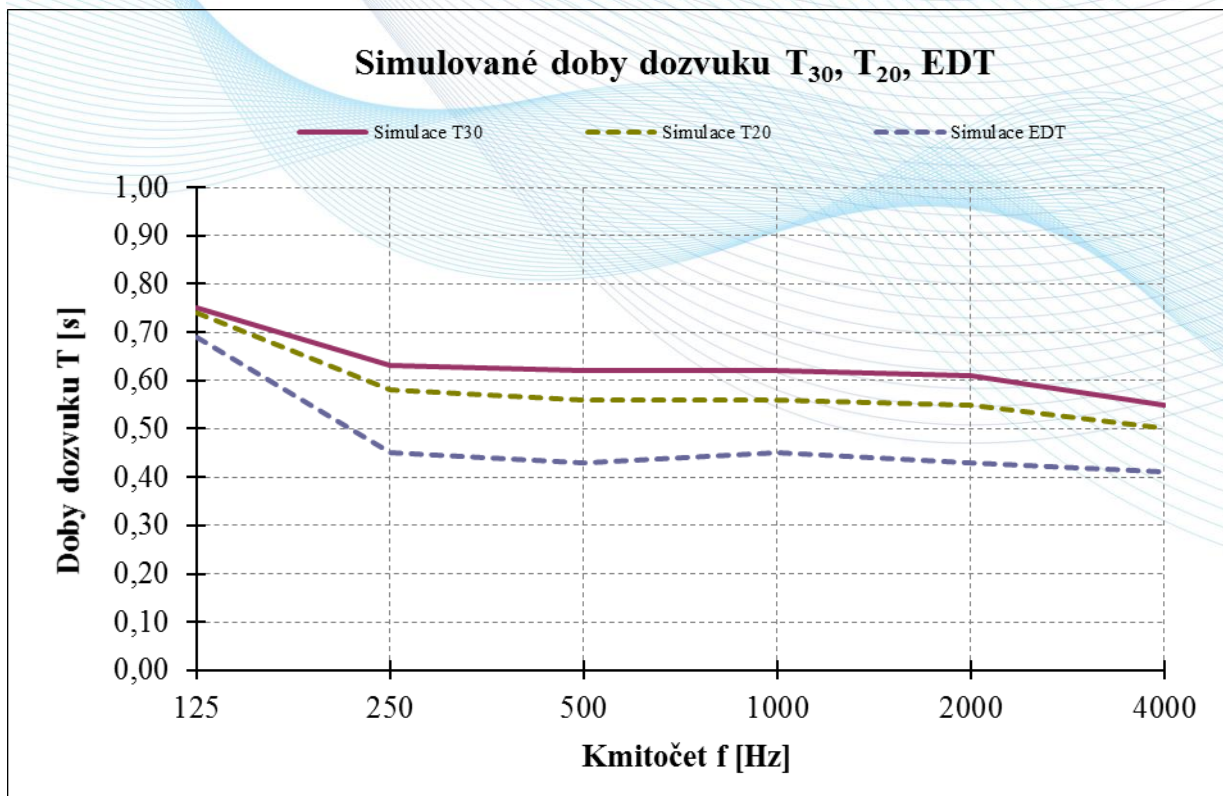
Frekvence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000
<b>Simulace T<sub>30</sub> [s]</b> (80 % obsazenost)	0,75	0,63	0,62	0,62	0,61	0,55
<b>Simulace T<sub>30</sub> [s]</b> (100 % obsazenost)	0,74	0,61	0,59	0,59	0,57	0,51
<b>Horní mez [s]</b>	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
<b>Dolní mez [s]</b>	0,44	0,54	0,54	0,54	0,54	0,44

**Tabulka 4:** Simulovaná průměrná doba dozvuku T<sub>30</sub> a meze jejího tolerančního pásma v místnosti při obsazení osobami



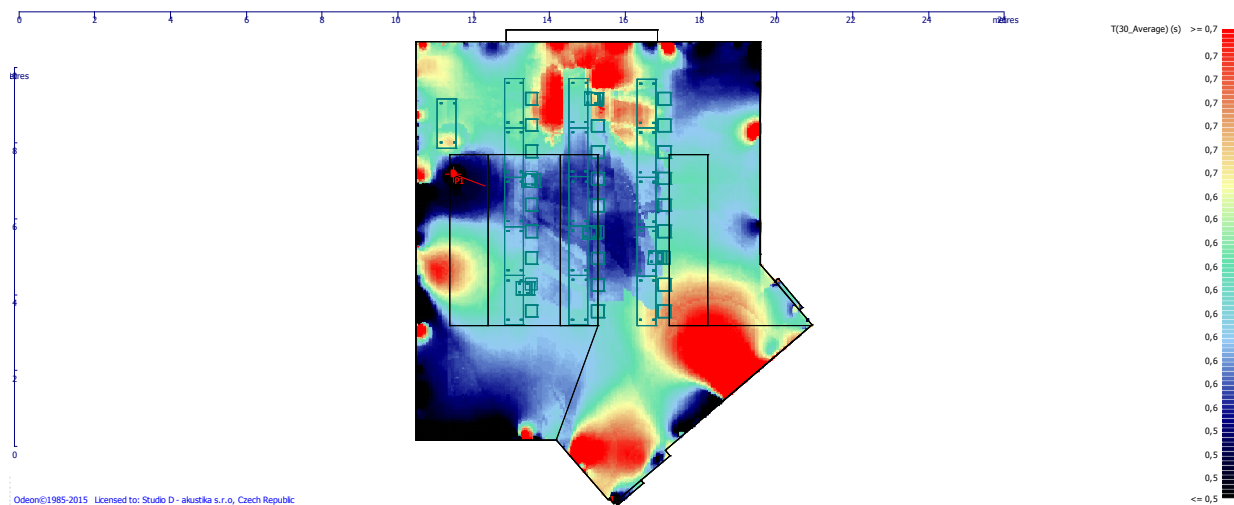


**Graf 1:** Simulovaná průměrná doba dozvuku  $T_{30}$  a meze jejího tolerančního pásma v místnosti při obsazení osobami

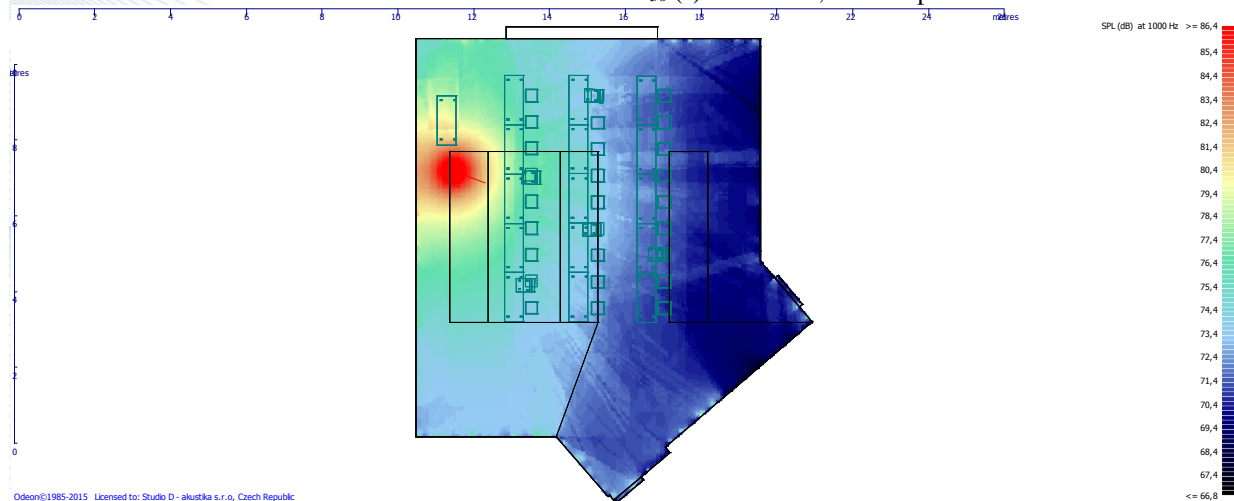


**Graf 2:** Simulace a porovnání průměrných hodnot veličin dob dozvuků  $T_{30}$ ,  $T_{20}$ , EDT v prostoru při 80-ti % obsazení osobami

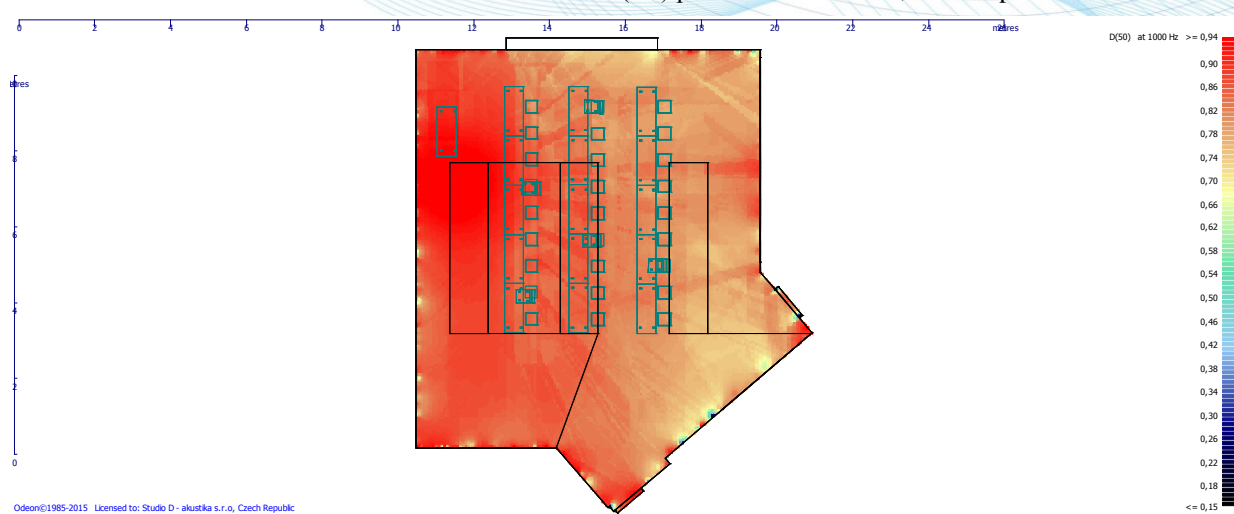
## 2.1.6 Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část (80% obsazenost)



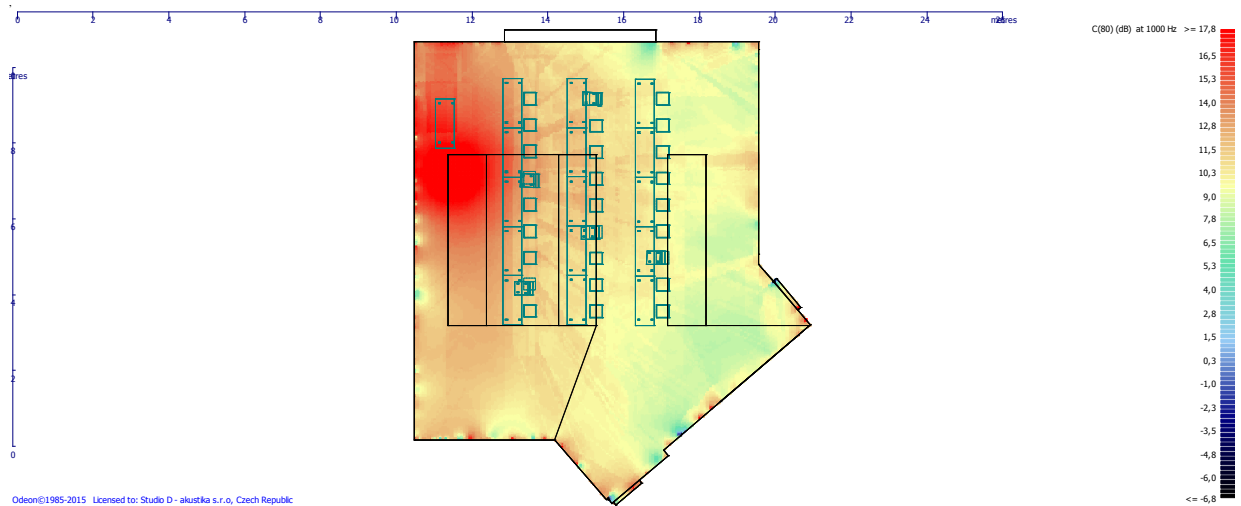
**Obrázek 5:** Průměrná doba dozvuku  $T_{30}$  (s) v úrovni 1,3 m nad podlahou



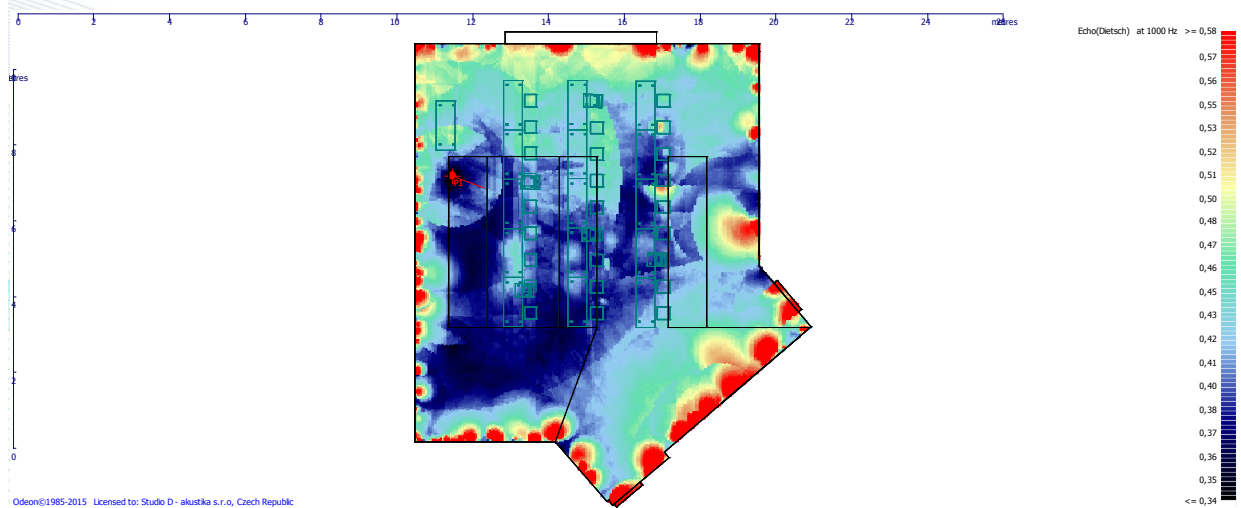
**Obrázek 6:** Hladina akustického tlaku SPL (dB) pro 1 kHz v úrovni 1,3 m nad podlahou



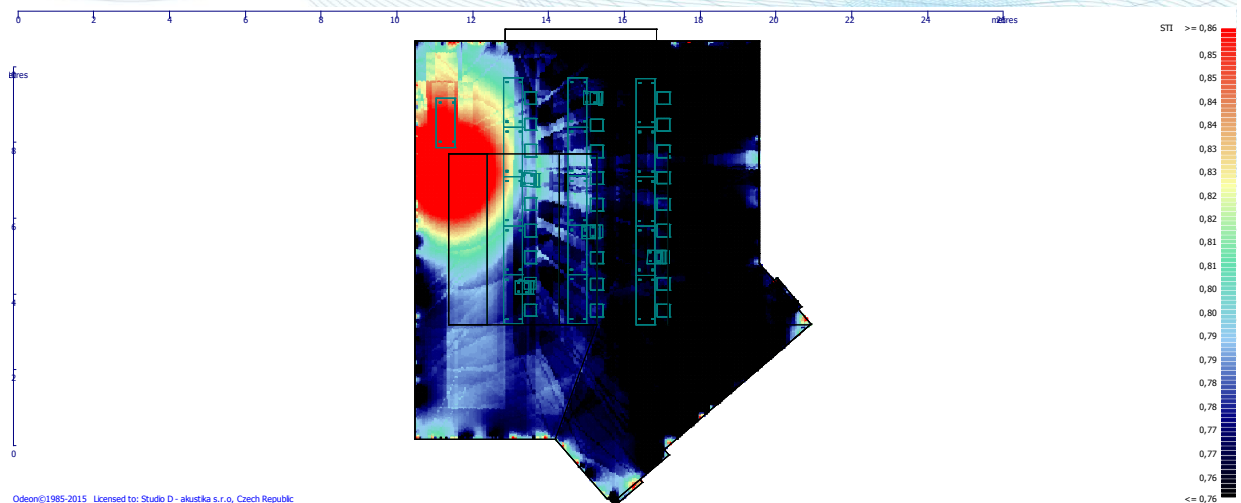
**Obrázek 7:** Zřetelnost  $D_{50}$  (%) pro 1 kHz v místnosti 1,3 m nad podlahou



**Obrázek 8:** Jasnost  $C_{80}$  (dB) pro 1 kHz v místnosti 1,3 m nad podlahou



**Obrázek 9:** Rozložení hodnot Echo (-) dle Dietsch-Kraakova kritéria v místnosti, pro 1 kHz, 1,3 m nad podlahou



**Obrázek 10:** Srozumitelnost řeči STI, 1,3 m nad podlahou



### 3 INTERPRETACE

#### 3.1 Požadavky z hlediska prostorové akustiky

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

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

**Tabulka 5:** Požadavky na prostory ve školách (ČSN 73 0527, Tabulka 2)

### 3.2 Vyhodnocení

---

Byl vypracován a následně posouzen návrh upravující prostorovou akustiku ve vybraného prostoru v projektu „Gymnázium Říčany – výstavba nové tělocvičny, parc. č. 1727, k.ú. Říčany u Prahy“. Prostor bude sloužit jako učebna.

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

Akustická simulace také potvrdila, že aplikace materiálů na podhledy a stěny zabezpečí velmi dobrou srozumitelnost řeči. Pro zlepšení distribuce zvukových paprsků od přednášejícího byl v učebně doplněn akustický systém o odrazivou část podhledu nad mluvčím.

Dále je nutno ošetřit pomocí „širokopásmového obkladu stropu“ zbývající prostory dle požadavků ČSN 73 0527. Místnosti bez normových požadavků, jako jsou šatny, vstupní hala, komunikační prostory (chodby, schodiště, apod.), kanceláře, hygienické zařízení, apod. doporučujeme také 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. Musejí být dodrženy veškeré technologické předpisy a postupy dané výrobcem. Výsledné provedení závisí na realizační firmě.

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



## 4 PŘÍLOHY

### 4.1 Vysvětlivky hodnocených parametrů

Při posouzení byly použity tyto parametry:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Alcons**: Obdoba srozumitelnosti řeči STI, 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 navržených akustických systémů

Ozn. aku. opatření	Název akustického opatření	Celková hloubka systému [mm]
A1	Ecophon Gedina E 15 mm	≥ 200 mm
A2	Ecophon Extra Bass 50 mm	volně položeno na A1
A3	Ecophon Gedina E/gamma 15 mm	≥ 200 mm
A4	Ecophon Master B 40 mm	43 mm (kontaktně)
A5	Ecophon Akusto Wall C/Super G 40 mm	43 mm (kontaktně)
„širokopásmový obklad stropu“	např.: Ecophon Gedina E 15 mm ( $\alpha_w = 1,00$ )	≥ 200 mm
„širokopásmový obklad stropu“	např.: Ecophon Industry Modus S100 ( $\alpha_w = 1,00$ )	≥ 200 mm
„širokopásmový obklad stropu“	např.: Akustický molitan „Block“ ( $\alpha_w = 1,00$ )	kontaktně

**Tabulka 6:** Souhrnná tabulka navržených akustických materiálů v posuzovaných místnostech

## 4.3 Souhrn posuzovaných místností

Ozn. místnosti	Účel místnosti	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Podlaží	Navržené akustické opatření
1.28	Učebna	99,1	1NP	<p><b><u>A1 (celkem 76,2 m<sup>2</sup>):</u></b></p> <p><b><u>A2 (celkem 72,0 m<sup>2</sup>):</u></b> formát 1200 x 600 mm: celkem 100 ks</p> <p><b><u>A3 (celkem 8,64 m<sup>2</sup>):</u></b> formát 600 x 600 mm: celkem 24 ks</p> <p><b><u>A4 (celkem 33,0 m<sup>2</sup>):</u></b></p> <p><b><u>A5 (celkem 9,72 m<sup>2</sup>):</u></b> formát 2700 x 600 mm: celkem 6 ks</p>

**Tabulka 7:** Souhrnná tabulka posuzovaných místností včetně výměr navržených materiálů

**Pozn.:** Uvedené rozměry akustických materiálů jsou v „čisté“ ploše, tj. bez prořezů apod.

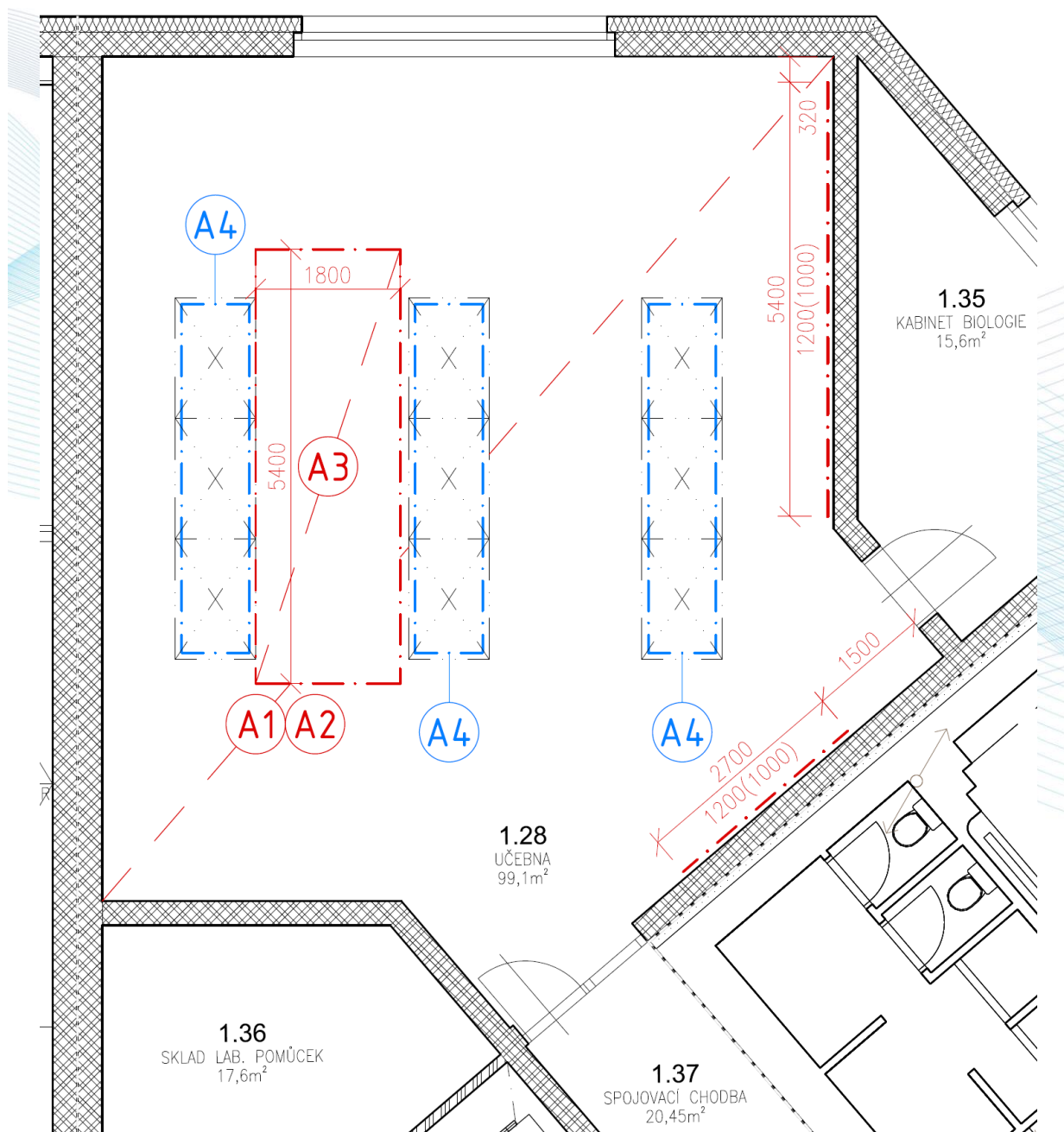
#### 4.4 „Širokopásmový obklad stropu“

Širokopásmový obklad stropu je obklad, jehož vážený číselný koeficient zvukové pohltivosti  $\alpha_w \geq 0,80$ .

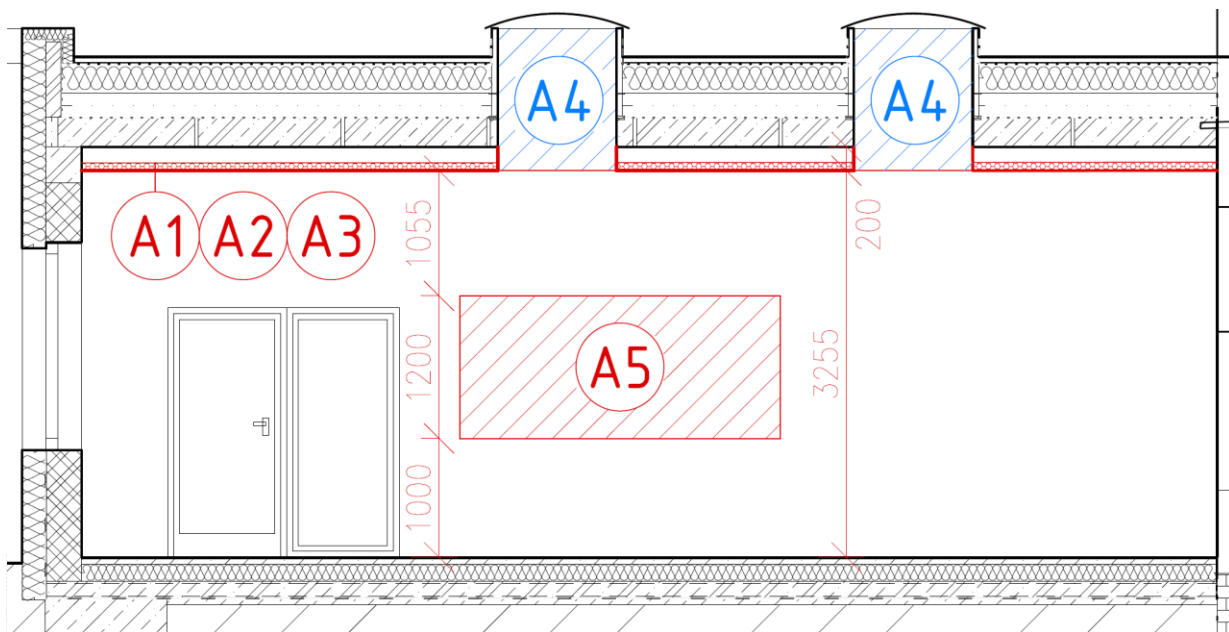
Důrazně doporučujeme místnosti, jako jsou šatny, vstupní hala, komunikační prostory (chodby, schodiště, apod.), kanceláře, hygienické zařízení, apod., ošetřit širokopásmovými obklady stropu na základě požadavků projektové dokumentace nebo takovými pohltivými materiály, kterými budou zajištěny parametry prostorové akustiky, jako kdyby byl prostor ošetřen právě širokopásmovým obkladem stropu.

V poslední řadě by bylo velmi vhodné vybavit pohltivými materiály i stroje vzduchotechniky, výtahu apod. a to z důvodu, aby došlo ke snížení hladiny hluku v těchto prostorech, které ovlivňují i prostory navazující. Podrobněji jsou tyto prostory řešeny v dalších částech akustických posudků (hluk z VZT a stavební akustika).

#### 4.5 Rozmístění akustických materiálů



Obrázek 11: Rozmístění akustických systémů v učebně - půdorys


**Obrázek 12: Rozmístění akustických systémů v učebně – řez**

## LEGENDA AKUSTICKÝCH MATERIÁLŮ

- A1

AKUSTICKÉ POHLTIVÉ STROPNÍ PANELE tl. 15 mm  
 ECOPHON GEDINA E 600 x 600 mm, tl. 15 mm  
 CELKOVÁ HLOUBKA SYSTÉMU > 200 mm
- A2

NÍZKOFREKVENČNÍ ABSORBÉR tl. 50 mm  
 ECOPHON ESTRA BASS 1200 x 600 mm, tl. 50 mm  
 VOLNĚ POLOŽENO NA A4
- A3

AKUSTICKÉ ODRAZIVÉ STROPNÍ PANELE tl. 15 mm  
 ECOPHON GEDINA E/gamma 600 x 600 mm, tl. 15 mm  
 CELKOVÁ HLOUBKA SYSTÉMU >200 mm
- A4

AKUSTICKÉ POHLTIVÉ STROPNÍ PANELE tl. 40 mm  
 ECOPHON MASTER B, tl. 40 mm  
 CELKOVÁ HLOUBKA SYSTÉMU 43 mm
- A5

AKUSTICKÉ POHLTIVÉ STĚNOVÉ PANELE tl. 40 mm  
 ECOPHON AKUSTO WALL C, tl. 40 mm  
 CELKOVÁ HLOUBKA SYSTÉMU cca 43 mm

pozn.:

- NÍZKOFREKVENČNÍ ABSORBÉR SE VKLÁDÁ VZNIKLÉ MEZERY MEZI AKUSTICKÝM ZAVĚŠENÝM PODHLEDEM A1 A NOSNOU KČÍ. NIKDY NEŘEZAT!!! VOLNĚ POLOŽIT NA A1 DLE DISPOZIČNÍCH MOŽNOSTÍ V PŘEDEPSANÉ VÝMĚŘE. PRIMÁRNĚ OŠETŘIT KRAJE A KOUTY. V PŘÍPADĚ NUTNOSTI JE MOŽNÉ UMÍSTIT EXTRA BASS I NA A3.

- A3: ODRAZIVÉ STROPNÍ KAZETY MUSEJÍ BÝT UMÍSTĚNY TAK, ABY PŘI PEVNĚ DANÉ POZICI MLUVČÍHO DOCHÁZELO K ODRAZU ZVUKU DO ZADNÍCH ŘAD.

**Obrázek 13: Legenda použitých 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

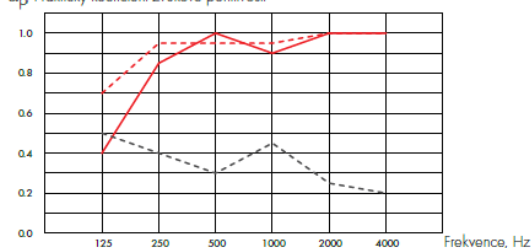


#### Akustika

##### Zvuková absorpce:

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

$\alpha_p$  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	$\alpha_p$ Praktický koeficient zvukové pohltivosti						$\alpha_w$	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 vydouvaní, 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 Master B



# Ecophon Master™ B

Panel je vhodný v místnostech, kde je požadovaná minimální možná celková hloubka systému kvůli omezenému prostoru nebo z jiných důvodů, a kde jsou přísné požadavky na dobrou akustiku a srozumitelnost. Panely se lepí těsně vedle sebe přímo na plochu stropu, čímž se vytváří strop s hladkým vzhledem. Zešikmené hrany vytvářejí úzkou drážku mezi jednotlivými panely. Panely nejsou demontovatelné.

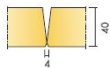
Ecophon doporučuje Connect Absorpční lepidlo pro rychlou a snadnou instalaci.

Panely mají jádro vyrobené ze skelné vlny vysoké hustoty na bázi 3RD Technology. Viditelný povrch je ošetřen vrstvou materiálu Akutex™ FT. Zadní strana panelu je potažena skelnou tkaninou. Hrany jsou opatřeny nátěrem. Hmotnost konstrukce je cca 5 kg/m<sup>2</sup>.



Navigator, Malmö, Sweden

### SYSTÉMOVÁ ŘADA



Rozměry, mm	600x600
Přímá montáž	•
Tloušťka (tl.)	40
Instalační diagram	M113

### 4.6.3 A5: 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.

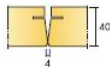
Panely jsou demontovatelné. Systém sestává z panelů Ecophon Akusto™ Wall C a nosného rástru Ecophon Connect. Celková hmotnost systému je 5 kg/m<sup>2</sup>. Kvalita systému je dána instalací nosných prvků Connect včetně příslušenství, které Vám nabízejí spoustu designových možností. Panely jsou vyrobeny 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, Mönchengladbach, Germany

#### SYSTÉMOVÁ ŘADA



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



#### 4.6.4 Příklady pohltivých materiálů do hlučných prostorů (strojovny apod.)

## Ecophon Industry™ Modus

Funkční panel vhodný pro snížení hlučnosti průmyslových prostor, kde jsou vyžadovány různé rozměry a způsoby montáže. Ecophon Industry Modus se instaluje na viditelný rošt. Každý panel je demontovatelný.

Systém se skládá z panelů Ecophon Industry Modus a rastru Ecophon Connect. Přibližná hmotnost systému je 3 - 5 kg/m<sup>2</sup> v závislosti na tloušťce panelu. Kvalita systému je dána instalací nosných prvků Connect včetně příslušenství. Panely mají jádro ze skelného vlákna na bázi 3RD Technology. Viditelný povrch je dávkově barvená skelná tkanina (S) a zadní strana panelů je pokryta skelnou tkaninou. Hrany jsou přirozené. Rastr je vyroben z pozinkované oceli.

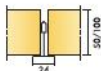
(Ecophon Industry Modus je funkční stropní systém, a tudíž

se může vzhled povrchu panelů mírně lišit. Tyto rozdíly nemají žádný vliv na funkční vlastnosti produktu)



© Swedlen

#### SYSTÉMOVÁ ŘADA



Rozměry, mm	1200x600	1200x1200	1200x1200
Přímá montáž	•	•	•
T24	•	•	•
Tloušťka (tl.)	50	50	100
Instalační diagram	M22, M23, M44	M22, M23, M44	M22, M23, M44

## AKUSTICKÉ MOLITANY – BLOCK

Akustické obložení z polyuretanové pěny s otevřenou buněčnou strukturou. Zlepšení akustických podmínek od veřejných kinosálů, call center přes průmyslové haly a dílny, hudební kluby, posluchárny, hudební zkušebny, dabingová a nahrávací studia, obytné místnosti.

Akustické materiály zajistí značné zvýšení absorpce zvuku v místnosti. Dojde ke snížení doby dozvuku, pohlcení odrazů a zároveň zateplení prostoru.



### Tvar a rozměry:

Deska s rovinnou rubovou stranou  
Výrobní rozměry 1000 x 1000mm  
Celková výška 80mm – z toho základna 60mm

### Objemová hmotnost:

23 – 35 kg/m<sup>3</sup>

### Design a jiné vlastnosti:

Barva – tmavě šedá - antracit  
Varianta STANDARD a PROTIPOŽÁRNÍ  
Teplotní odolnost -40°C až +90°C, krátkodobě až 150°C

### Požární parametry – protipožární úprava:

Splňují podmínky dle ČSN ISO 3795  
Hořlavost dle Směrnice Rady 95/28/ES a normy M/SS302 nepřekročí limit 100mm/min.  
Jsou samozhášivé

### Příklady použití:

Tlumí vibrace a zabraňují šíření zvuku v konstrukci budovy  
Ke zvukové absorpci dle frekvenční charakteristiky

### Montáž:

- Při řezání nepoužívejte odporový drát
  - Pro aplikaci Akustických molitanů můžete použít:
    - T-Rex GOLD SOUDAL
    - Univerzální kontaktní lepidlo SOUDAL
    - Soudabond EASY Gun SOUDAL – aplikace pistolí na PU pěnu
    - Soudabond EASY SOUDAL – trubičková
    - PU lepidlo PRO 40P SOUDAL
    - PU lepidlo PRO 45P SOUDAL
- Vhodný materiál zvolte podle požadavků na montáž a podmínky montáže. Bližší informace k materiálům naleznete na [www.akustickematerialy.cz](http://www.akustickematerialy.cz)
- Informace k aplikaci Akustických materiálů naleznete na <http://www.akustickematerialy.cz/strucny-radce/>

### Údržba:

Akustické materiály lze od prachu vyčistit vysavačem, při větší zašpinění roztok čisticího saponátu ve vlažné vodě

### Frekvenční charakteristika:

frekvence (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
pohltivost $\alpha$	0,34	0,95	1,14	1	1,02	1,04

