

AKUSTICKÝ POSUDEK

„Vybudování učeben a zázemí pro školní družinu ZŠ B. Němcové“ z hlediska prostorové akustiky učeben

Objednatel DELTA projekt s.r.o.
Havlíčkovo náměstí 104/I
380 01 Dačice

Číslo zakázky 21015495

Datum vydání 2021-07-05

Vypracoval Ing. Jan Dolejší, mobil: 733 716 153

Počet výtisků 3

Výtisk číslo 1 2 3 E

Obsah

1	VŠEOBECNÁ ČÁST	5
1.1.	Předmět zkoušky	5
1.2.	Metodické předpisy	5
1.2.1.	Standards	5
1.2.2.	Pomocné standardy	5
1.3.	Použité softwary	5
1.4.	Použité podklady	5
1.5.	Dokumentace	6
2	VÝSLEDKOVÁ ČÁST	10
2.1.	Učebna 02 - Popis prostoru	10
2.2.	Akustické řešení místnosti	10
2.3.	Návrh akustických úprav	11
2.4.	Akustická simulace a její hodnocení	12
2.5.	Akustická simulace a její hodnocení	14
2.6.	Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část	16
2.7.	Učebna 03 - Popis prostoru	18
2.8.	Akustické řešení místnosti	18
2.9.	Návrh akustických úprav	19
2.10.	Akustická simulace a její hodnocení	20
2.11.	Akustická simulace a její hodnocení	22
2.12.	Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část	24
2.13.	Učebna 04 - Popis prostoru	27
2.14.	Akustické řešení místnosti	27
2.15.	Návrh akustických úprav	28
2.16.	Akustická simulace a její hodnocení	29
2.17.	Akustická simulace a její hodnocení	31
2.18.	Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část	33
2.19.	Učebna 05 - Popis prostoru	35
2.20.	Akustické řešení místnosti	35
2.21.	Návrh akustických úprav	36
2.22.	Akustická simulace a její hodnocení	37
2.23.	Akustická simulace a její hodnocení	39
2.24.	Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část	41
3.	INTERPRETACE	43
3.1.	Požadavky z hlediska prostorové akustiky	43
3.2.	Vyhodnocení	44
3.3.	Schéma navržených akustických úprav	45

Seznam tabulek

Tabulka 1: Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru místnosti	11
Tabulka 2: Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti v navrženém stavu (obsazená místnost)	14
Tabulka 3: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{30} v místnosti v obsazeném stavu	14
Tabulka 4: Tabulka pro základní vyhodnocení srozumitelnosti řeči STI	17
Tabulka 5: Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru místnosti	19
Tabulka 6: Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti v navrženém stavu (obsazená místnost)	22
Tabulka 7: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{30} v místnosti v obsazeném stavu	22

Tabulka 8: Tabulka pro základní vyhodnocení srozumitelnosti řeči STI	26
Tabulka 9: Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru místnosti	28
Tabulka 10: Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti v navrženém stavu (obsazená místnost)	31
Tabulka 11: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{30} v místnosti v obsazeném stavu	31
Tabulka 12: Tabulka pro základní vyhodnocení srozumitelnosti řeči STI	34
Tabulka 13: Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru místnosti	36
Tabulka 14: Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti v navrženém stavu (obsazená místnost)	39
Tabulka 15: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{30} v místnosti v obsazeném stavu	39
Tabulka 16: Tabulka pro základní vyhodnocení srozumitelnosti řeči STI	42
Tabulka 17: Požadavky na prostory ve školách (ČSN 73 0527, Tabulka 2)	43

Seznam obrázků

Obrázek 1: Fotomapa (zdroj: www.mapy.cz)	6
Obrázek 2: Situace	7
Obrázek 3: Půdorys 1NP	7
Obrázek 4: Půdorys 2NP	8
Obrázek 5: Řezy objektem	8
Obrázek 6: Řezopohled jihozápadní	9
Obrázek 7: Náhled 3D modelu prostoru včetně vyznačených virtuálních mikrofónů (modře) a zdroje zvuku (červeně)	10
Obrázek 8: Technické parametry navrženého systému A1	11
Obrázek 9: Technické parametry navrženého systému A2	12
Obrázek 10: Optimální doba dozvuku T_0 pro jednotlivé typy prostorů (ČSN 73 0527)	13
Obrázek 11: Průměrná doba dozvuku T_{30} (s) 1,5 m nad podlahou	16
Obrázek 12: Zřetelnost D_{50} (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou	16
Obrázek 13: Echo dle Dietsch-Kraakova kritéria v úrovni 1,5 m nad podlahou	16
Obrázek 14: Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou	17
Obrázek 15: Náhled 3D modelu prostoru včetně vyznačených virtuálních mikrofónů (modře) a zdroje zvuku (červeně)	18
Obrázek 16: Technické parametry navrženého systému A1	19
Obrázek 17: Technické parametry navrženého systému A2	20
Obrázek 18: Optimální doba dozvuku T_0 pro jednotlivé typy prostorů (ČSN 73 0527)	21
Obrázek 19: Průměrná doba dozvuku T_{30} (s) 1,5 m nad podlahou	24
Obrázek 20: Zřetelnost D_{50} (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou	24
Obrázek 21: Echo dle Dietsch-Kraakova kritéria v úrovni 1,5 m nad podlahou	25
Obrázek 22: Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou	25
Obrázek 23: Náhled 3D modelu prostoru včetně vyznačených virtuálních mikrofónů (modře) a zdroje zvuku (červeně)	27
Obrázek 24: Technické parametry navrženého systému A1	28
Obrázek 25: Technické parametry navrženého systému A2	29
Obrázek 26: Optimální doba dozvuku T_0 pro jednotlivé typy prostorů (ČSN 73 0527)	30
Obrázek 27: Průměrná doba dozvuku T_{30} (s) 1,5 m nad podlahou	33
Obrázek 28: Zřetelnost D_{50} (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou	33
Obrázek 29: Echo dle Dietsch-Kraakova kritéria v úrovni 1,5 m nad podlahou	33
Obrázek 30: Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou	34

Obrázek 31: Náhled 3D modelu prostoru včetně vyznačených virtuálních mikrofónů (modře) a zdroje zvuku (červeně)	35
Obrázek 32: Technické parametry navrženého systému A1	36
Obrázek 33: Technické parametry navrženého systému A2	37
Obrázek 34: Optimální doba dozvuku T_0 pro jednotlivé typy prostorů (ČSN 73 0527)	38
Obrázek 35: Průměrná doba dozvuku T_{30} (s) 1,5 m nad podlahou	41
Obrázek 36: Zřetelnost D_{50} (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou	41
Obrázek 37: Echo dle Dietsch-Kraakova kritéria v úrovni 1,5 m nad podlahou	41
Obrázek 38: Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou	42
Obrázek 40: Schéma rozmístění akustických prvků dle specifikace	45



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 učeben v projektu „Vybudování učeben a zázemí pro školní družinu ZŠ B. Němcové“.

Řešené prostory budou sloužit k výukovým účelům (jako učebny). Zde je dáván důraz na kvalitu prostorové akustiky (dle doporučení normy ČSN 73 0527), zejména ale pak na kvalitu a funkčnost provedených akustických opatření vč. všech dalších nároků – např. mechanickou odolnost navržených akustických systémů.

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

1.2.1. 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

1.2.2. Pomocné standardy

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

1.3. Použité softwary

Cinema 4D V11.027
Odeon Auditorium v. 16.04
MS Office (Excel, Word)

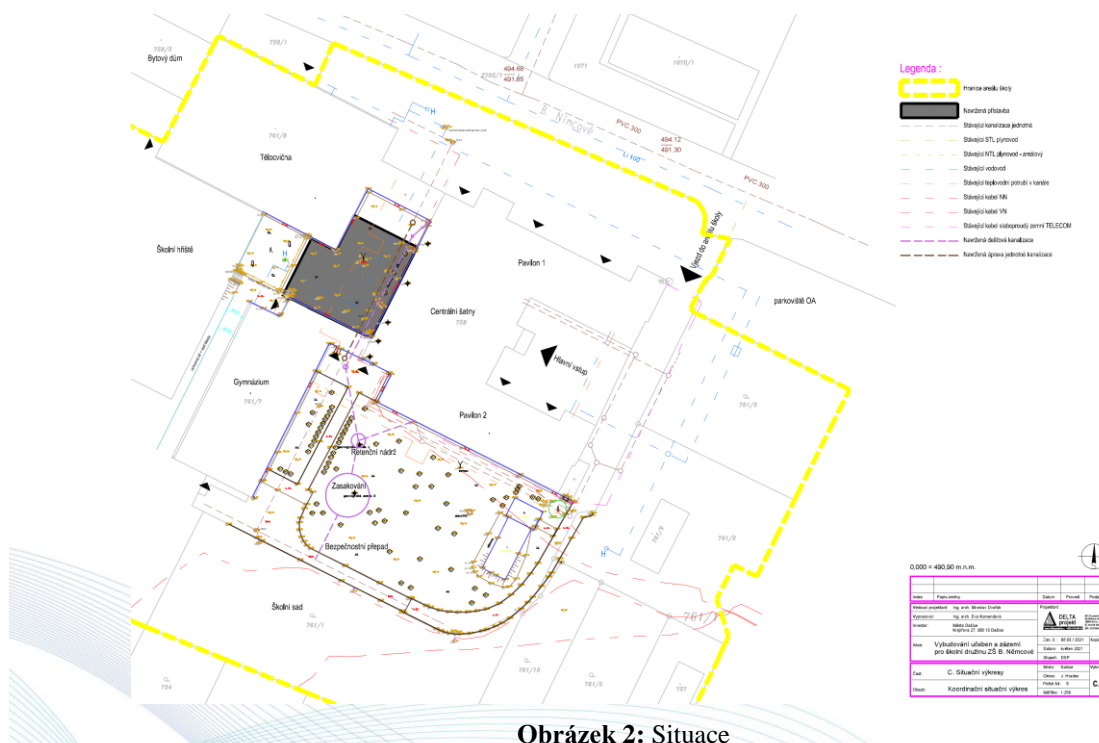
1.4. Použité podklady

- vybrané výkresy z PD ve stupni DSP ve formátu .pdf a .dwg
- technické listy výrobců pohltivých materiálů

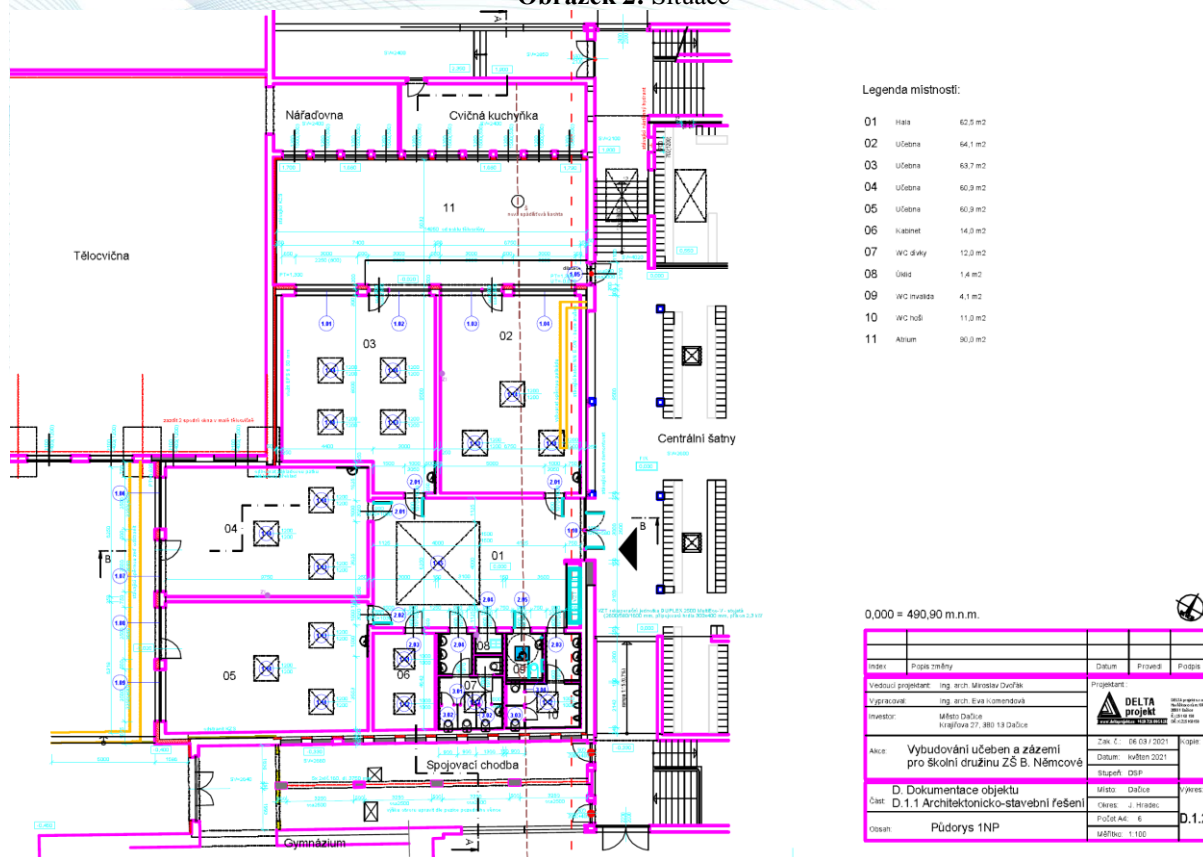
1.5. Dokumentace



Obrázek 1: Fotomapa (zdroj: www.mapy.cz)

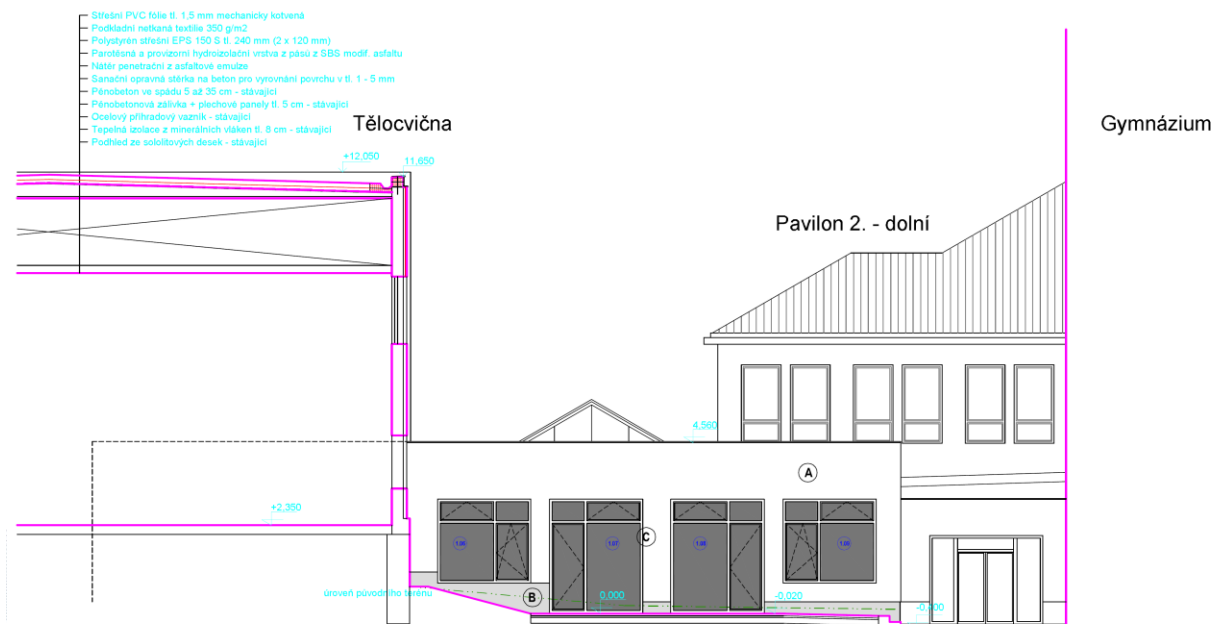


Obrázek 2: Situace



Obrázek 3: Půdorys 1NP





2 VÝSLEDKOVÁ ČÁST

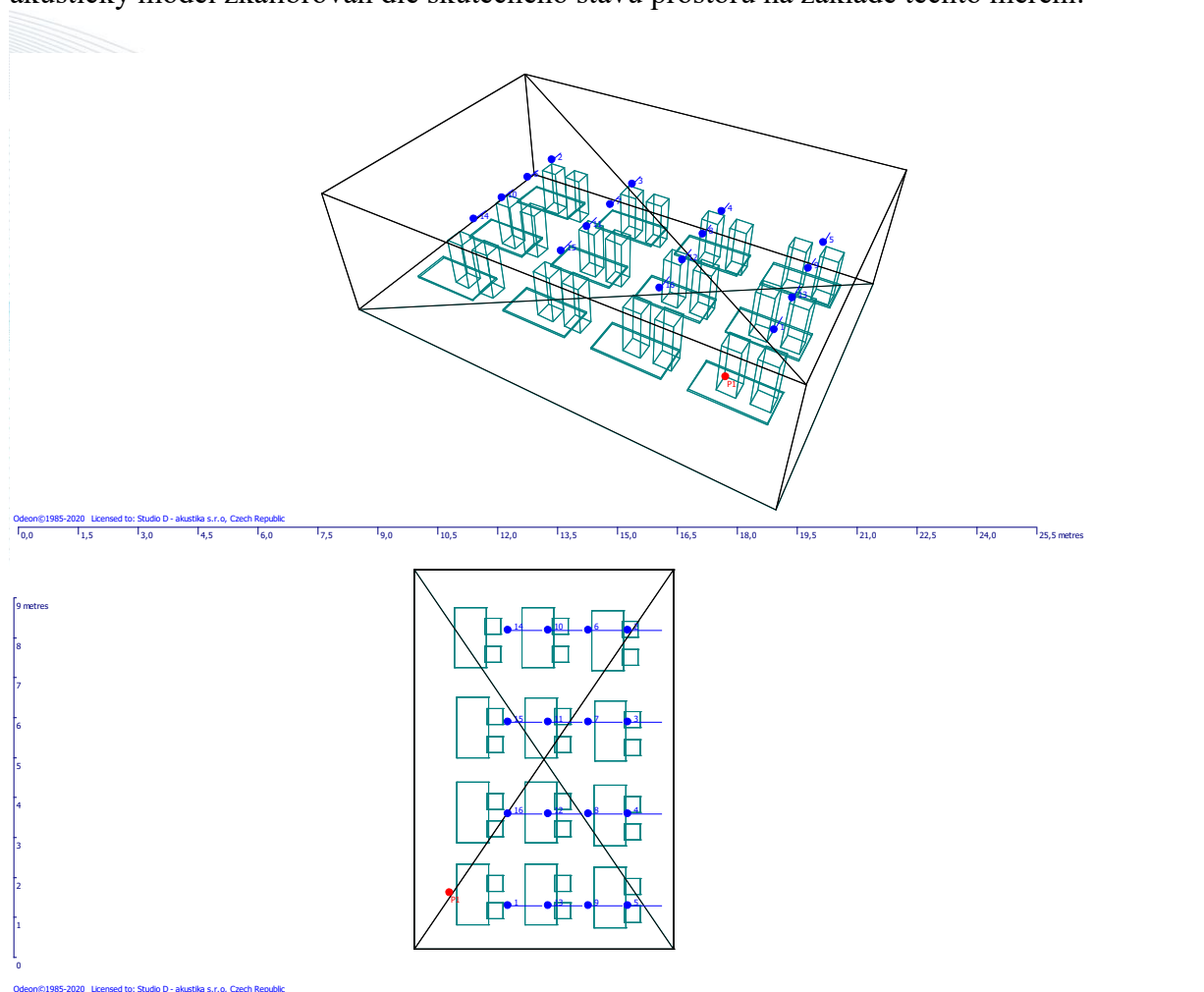
2.1. Učebna 02 - Popis prostoru

Učebna 02 je obdélníkového tvaru, má délku 9,5 m a šířku 6,5 m. Světla výška místnosti je po provedení všech akustických úprav 3,3 m. Objem prostoru je $V = 185 \text{ m}^3$ (odměřeno z modelu) a celková plocha ohraničujících vnitřních povrchů konstrukcí je $S = 298 \text{ m}^2$ (odměřeno z modelu).

Prostor bude sloužit jako učebna (pro školní - výukové účely).

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.



Obrázek 7: Náhled 3D modelu prostoru včetně vyznačených virtuálních mikrofónů (modře) a zdroje zvuku (červeně)

2.3. Návrh akustických úprav

V návrhu je uvažováno s učebnou v obsazeném stavu (dle ČSN 73 0527). Uvažované konstrukční materiály: nášlapná vrstva podlahy akusticky odrazivá (viz TZ). Obvodové a vnitřní stěny tvoří zděné konstrukce, omítnuté s vnitřním štukem. Podhled bude svěšený, viz níže. Detailněji jsou popsány jednotlivé skladby v projektové dokumentaci.

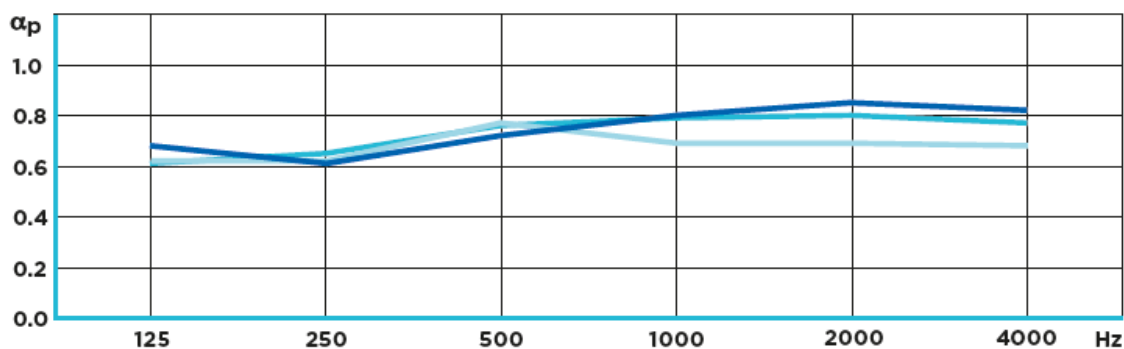
Veškeré použité akustické systémy jsou zobrazeny v následující tabulce a budou uspořádány dle přiložených výkresů (viz kapitola 4. Přílohy).

Ozn.	Typ akustického materiálu	Odsazení od tuhé desky	Popis	Výměra / m ²	Poznámka
A1	Rigips BIG Quattro 44	200 mm	Akusticky pohltivý perforovaný bezesparý sádrokartonový podhled	60 m²	Rozmístit celoplošně v celé ploše podhledu místnosti (kromě prostoru nad mluvčím-učitelem – cca 2 m ² plochy bude opatřeno pouze plným sádrokartonovým podhledem)
A2	Rockfon VertiQ A24	Přisazeno přímo k nosné stěně	Akusticky pohltivé stěnové obklady	Cca 20 m²	Rozmístit na zadní stěnu (naproti tabuli)

Tabulka 1: Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru místnosti

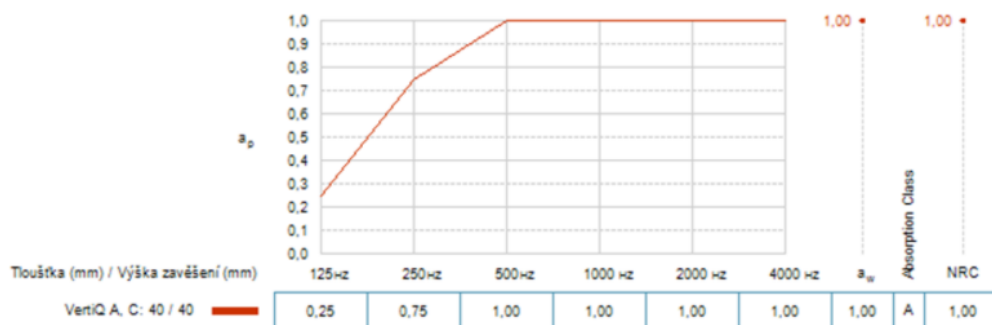
Acoustics

Practical absorption coefficient α_p



	Suspension distance	Mineral Wool	Frequency						α_w value	NRC value	Absorption class
			125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz			
	58 mm	50 mm	0.60	0.64	0.75	0.78	0.79	0.76	0.80	0.75	B
	200 mm	–	0.61	0.61	0.76	0.68	0.68	0.67	0.75	0.70	C
	400 mm	50 mm	0.67	0.60	0.71	0.79	0.84	0.81	0.80	0.75	B

Obrázek 8: Technické parametry navrženého systému A1



Obrázek 9: Technické parametry navrženého systému A2

Pozn.: Vzhledem ke skutečnosti, že se může na 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).

2.4. Akustická simulace a její hodnocení

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

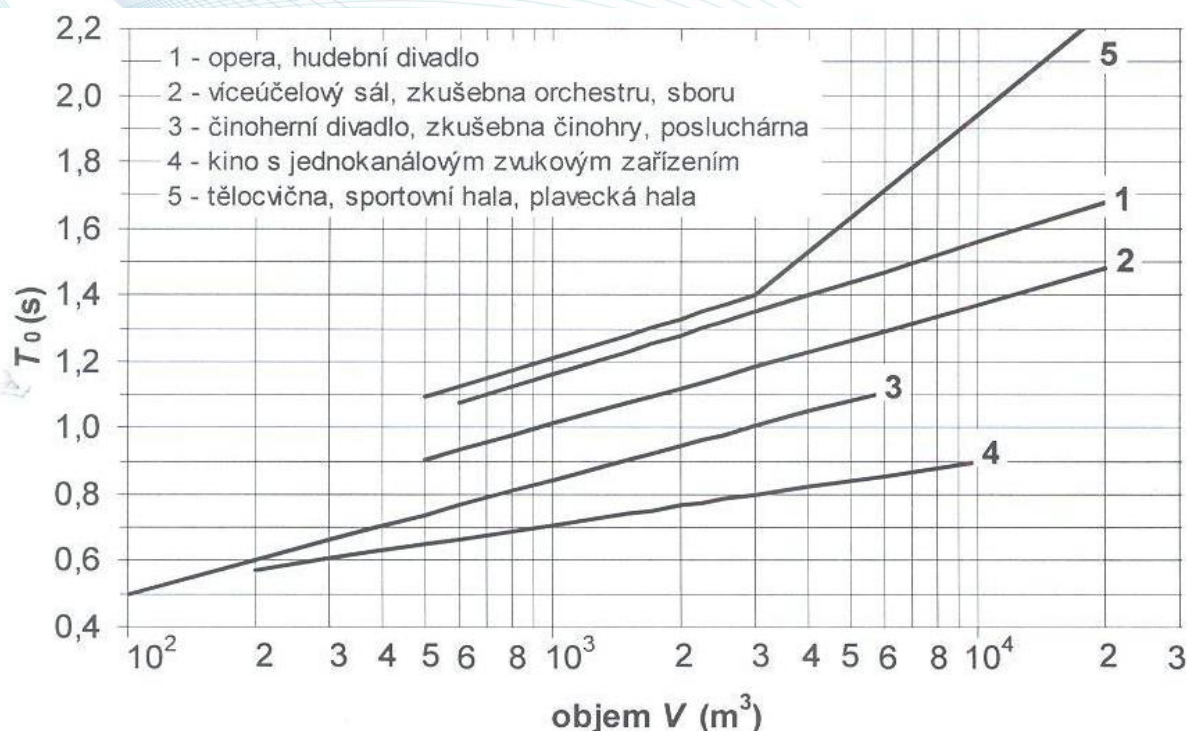
Zjednodušený geometrický model místnosti byl vytvořený na základě projektové dokumentace poskytnuté zadavatelem. Zvukpohltivé vlastnosti vnitřních povrchů byly stanovené podle dříve naměřených dat. Počítačová simulace byla provedená pro všesměrový zdroj zvuku a všesměrové přijímače (mikrofony).

Optimální řešení doby dozvuku (resp. prostorové akustiky) 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.

Na základě objemu místnosti a jejího účelu využití (kmenová učebna) byl zvolen požadavek na optimální dobu dozvuku $T_0 = 0,7$ 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 10: Optimální doba dozvuku T_0 pro jednotlivé typy prostorů (ČSN 73 0527)

2.5. Akustická simulace a její hodnocení

Frekvence (Hz)	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Simulace T_{30} (s)	0,7	0,73	0,76	0,69	0,63	0,48
Simulace T_{20} (s)	0,69	0,72	0,73	0,63	0,59	0,46
Simulace EDT (s)	0,56	0,59	0,62	0,55	0,5	0,36
SPL (dB) ****	75,1	78,8	78,3	78,2	78,2	78,2
C_{80} (dB)	10,7	12,2	13,8	14,7	14,5	16,2
D_{50} (-)	0,85	0,95	0,97	0,97	0,96	0,96
T_s (ms)	29	19	17	17	17	15
LF_{80} (-)	0,391	0,334	0,312	0,307	0,31	0,314
$ECHO_{MAX}$ (-)*	0,38	0,46	0,53	0,52	0,47	0,37
STI (-)***				0,88	Alcons (%)**	2,11
STI (Žena) (-)***				0,88	RASTI (-)***	0,88
STI (Muž) (-)***				0,88		

Tabulka 2: Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti v navrženém stavu (obsazená místnost)

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

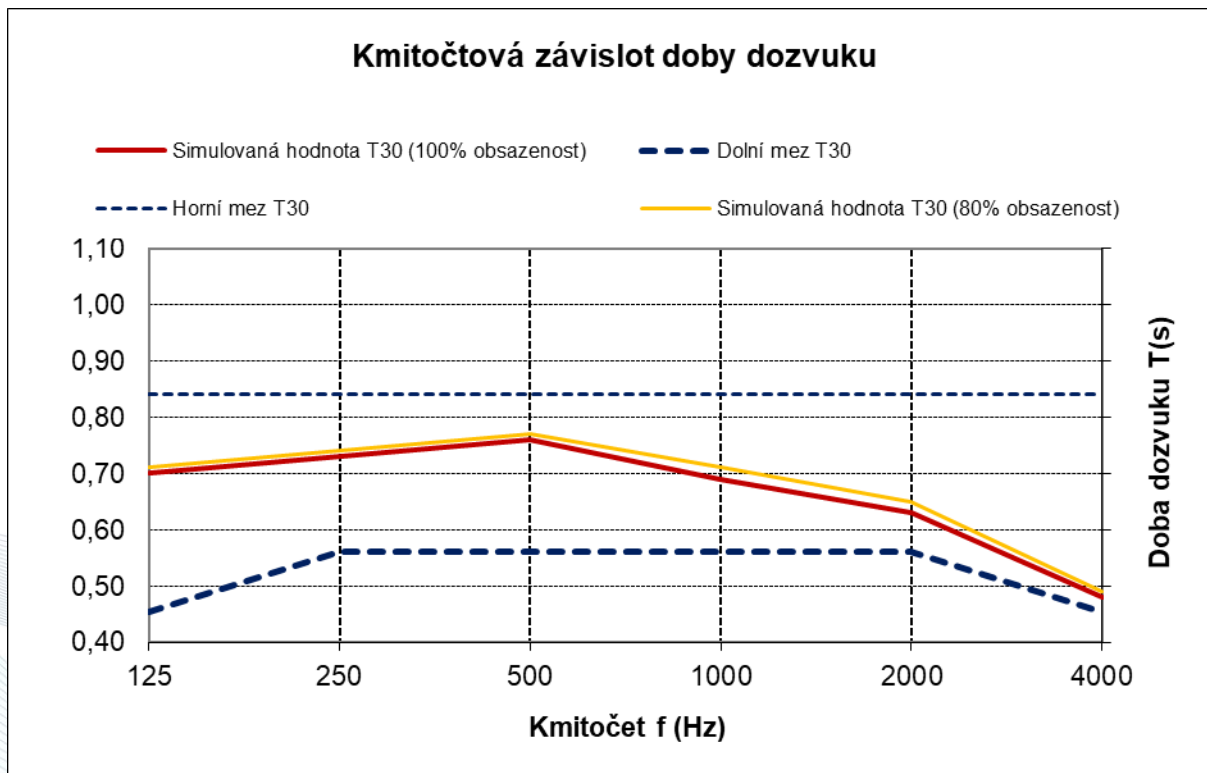
** Parametr Alcons (Articulation loss): Přípustné rozmezí je 0-11%.

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

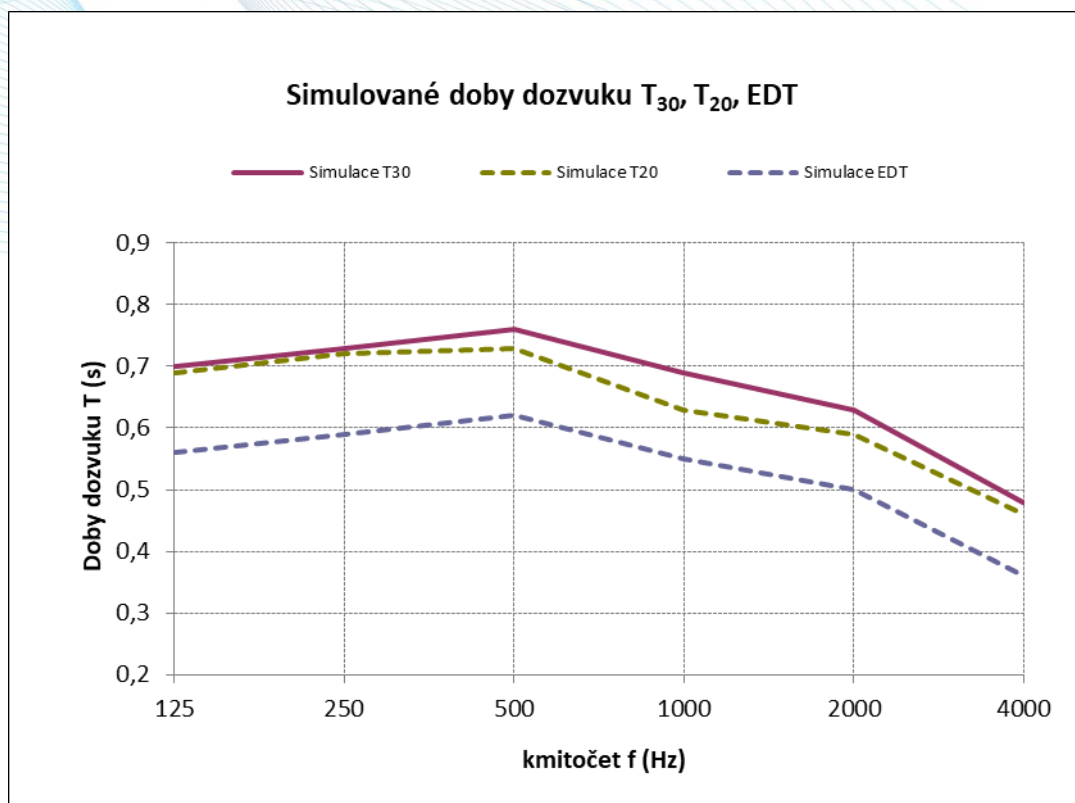
****Průměrná hodnota akustického tlaku v místnosti za předpokladu akustického výkonu zdroje 90 dB.

Frekvence (Hz)	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Simulace T_{30} (s) (80% obsazená místnost)	0,71	0,74	0,77	0,71	0,65	0,49
Simulace T_{30} (s) (100% obsazená místnost)	0,7	0,73	0,76	0,69	0,63	0,48
Horní mez T_{30} (s)	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Dolní mez T_{30} (s)	0,455	0,56	0,56	0,56	0,56	0,455

Tabulka 3: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{30} v místnosti v obsazeném stavu

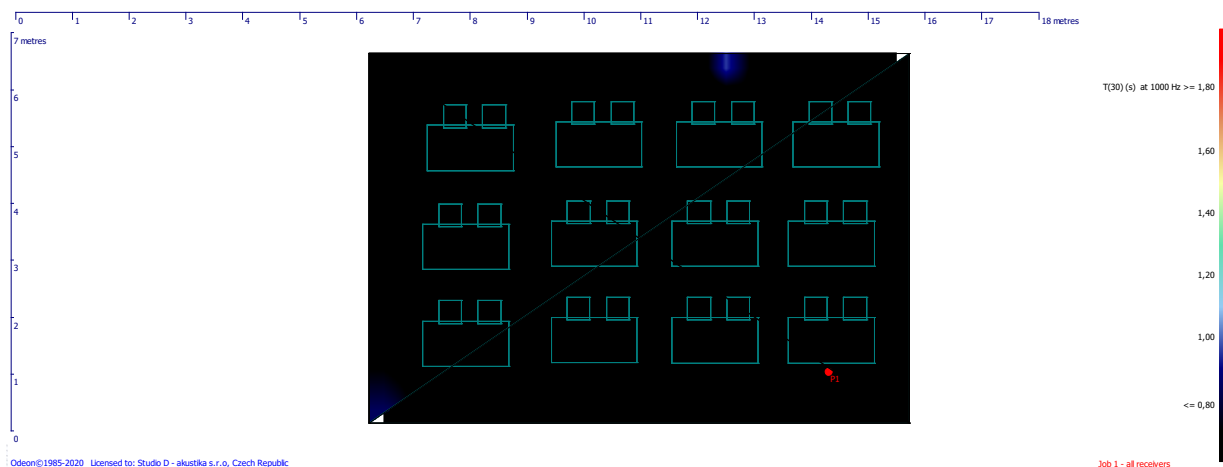


Graf 1: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{30} a meze jejího tolerančního pásma v místnosti v obsazeném stavu

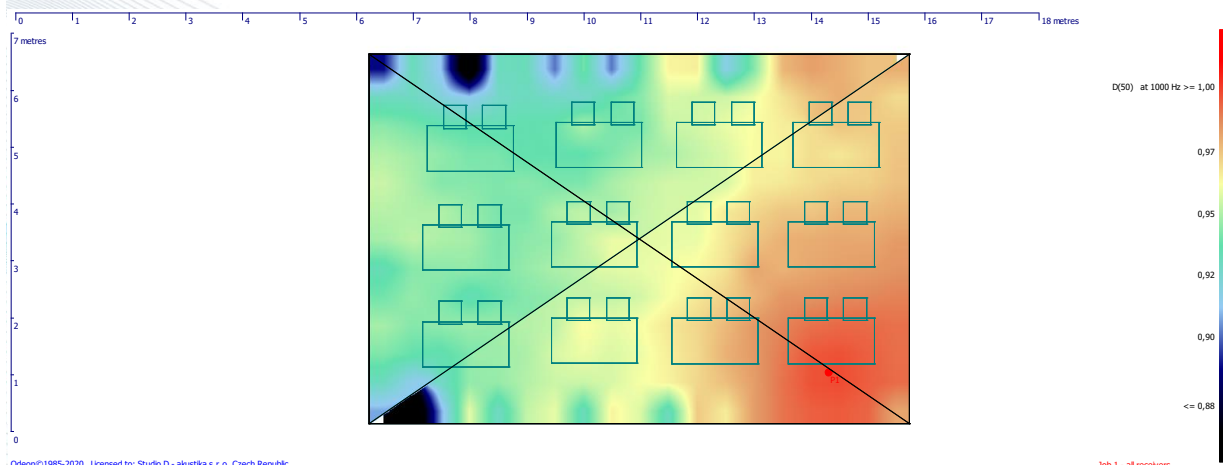


Graf 2: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{20} , T_{30} a EDT v místnosti v obsazeném stavu

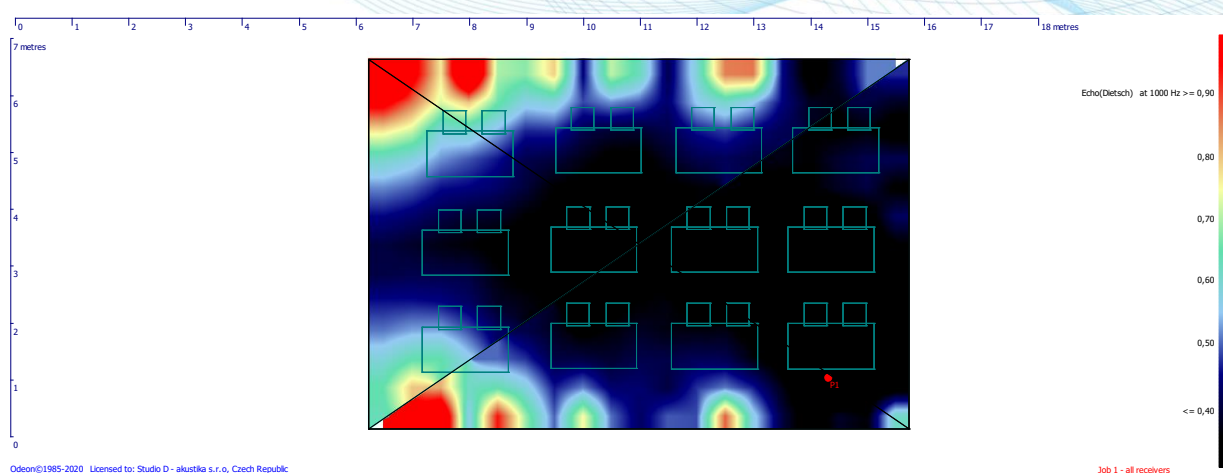
2.6. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část



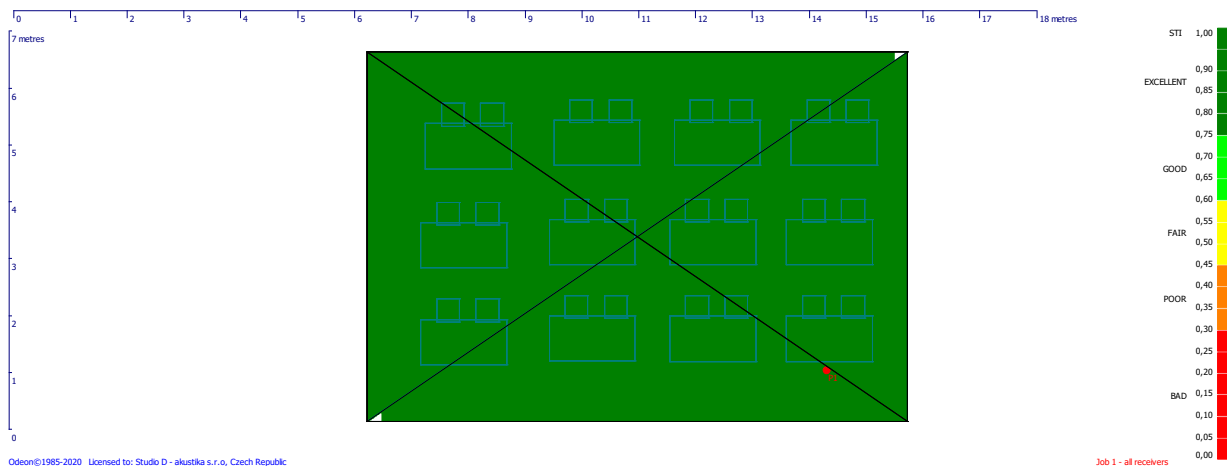
Obrázek 11: Průměrná doba dozvuku T_{30} (s) 1,5 m nad podlahou



Obrázek 12: Zřetelnost D_{50} (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou



Obrázek 13: Echo dle Dietsch-Kraakova kritéria v úrovni 1,5 m nad podlahou



Obrázek 14: Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou

STI - hodnocení	Standard STI	Kategorie I pokročilý, denně používá druhý cizí jazyk	Kategorie II středně pokročilý i v úrovni druhého cizího jazyk	Kategorie III začátečník, zřídka používá druhý cizí jazyk
špatná	0,30	0,33	0,36	0,44
dostatečná	0,45	0,50	0,60	0,74
dobrá	0,60	0,68	0,86	nedosažitelné
výborná	0,75	0,86	nedosažitelné	nedosažitelné

Tabulka 4: Tabulka pro základní vyhodnocení srozumitelnosti řeči STI

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.

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 0,8-0,9.

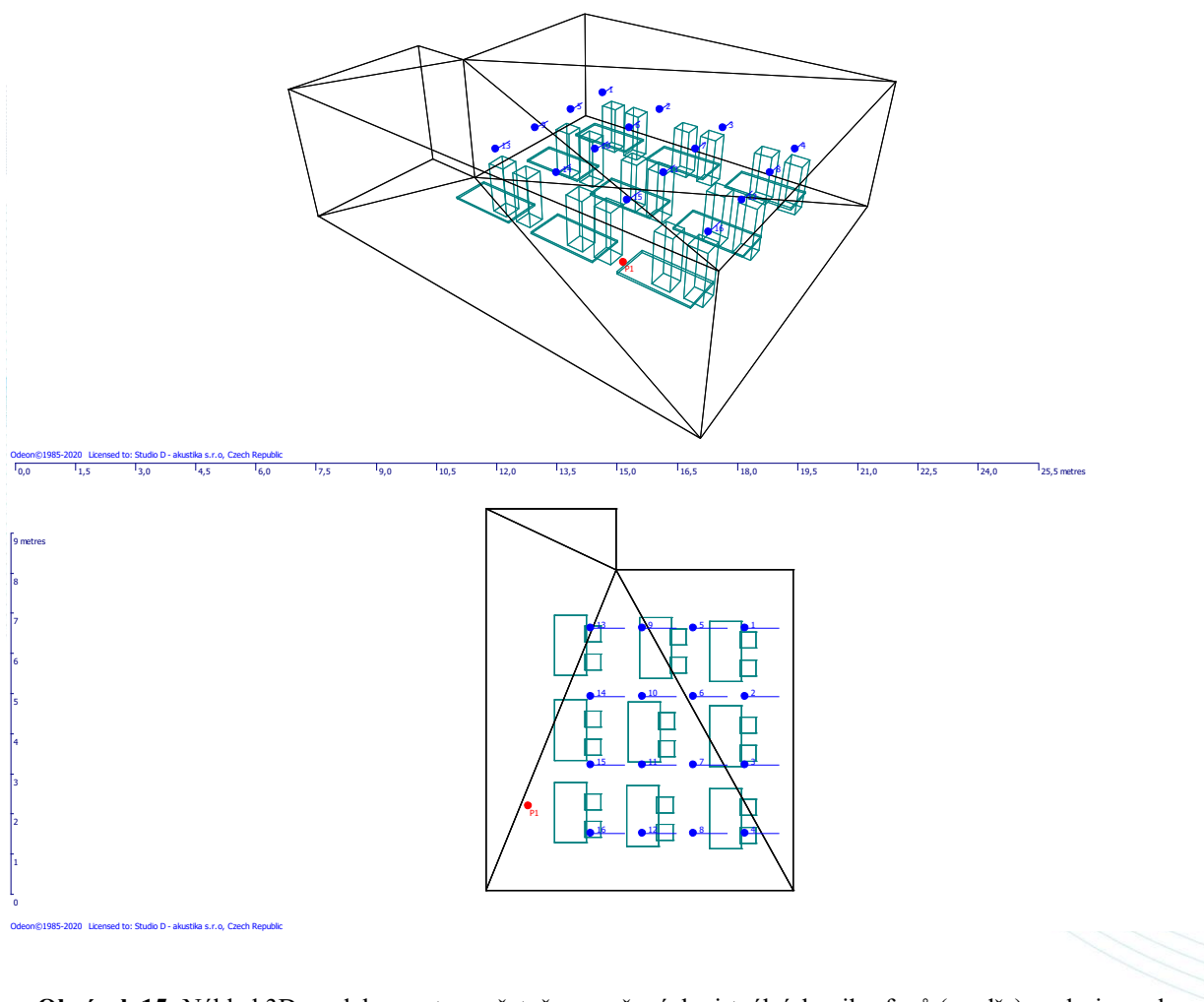
Po provedení akustických opatření uvedených v této studii je STI (srozumitelnost) **Výborná**.

2.7. Učebna 03 - Popis prostoru

Učebna 03 je nepravidelného tvaru. Světla výška místnosti je po provedení všech akustických úprav 3,3 m. Objem prostoru je $V = 193 \text{ m}^3$ (odměřeno z modelu) a celková plocha ohraničujících vnitřních povrchů konstrukcí je $S = 218 \text{ m}^2$ (odměřeno z modelu). Prostor bude sloužit jako učebna (pro školní - výukové účely).

2.8. 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.



Obrázek 15: Náhled 3D modelu prostoru včetně vyznačených virtuálních mikrofónů (modře) a zdroje zvuku (červeně)

2.9. Návrh akustických úprav

V návrhu je uvažováno s učebnou v obsazeném stavu (dle ČSN 73 0527). Uvažované konstrukční materiály: nášlapná vrstva podlahy akusticky odrazivá (viz TZ). Obvodové a vnitřní stěny tvoří zděné konstrukce, omítnuté s vnitřním štukem. Podhled bude svěšený, viz níže. Detailněji jsou popsány jednotlivé skladby v projektové dokumentaci.

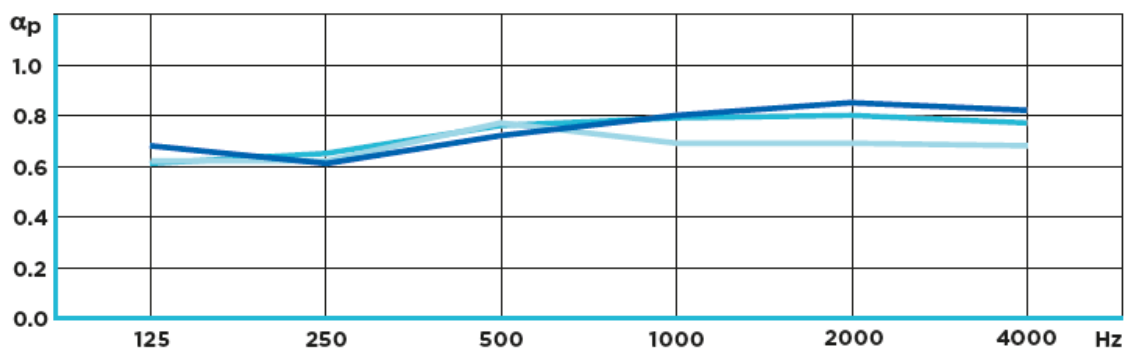
Veškeré použité akustické systémy jsou zobrazeny v následující tabulce a budou uspořádány dle přiložených výkresů (viz kapitola 4. Přílohy).

Ozn.	Typ akustického materiálu	Odsazení od tuhé desky	Popis	Výměra / m ²	Poznámka
A1	Rigips BIG Quattro 44	200 mm	Akusticky pohltivý perforovaný bezesparý sádrokartonový podhled	64 m²	Rozmístit celoplošně v celé ploše podhledu místnosti (kromě prostoru nad mluvčím- učitelem – cca 2 m ² plochy bude opatřeno pouze plným sádrokartonovým podhledem)
A2	Rockfon VertiQ A24	Přisazeno přímo k nosné stěně	Akusticky pohltivé stěnové obklady	Cca 20 m²	Rozmístit na zadní stěnu (naproti tabuli)

Tabulka 5: Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru místnosti

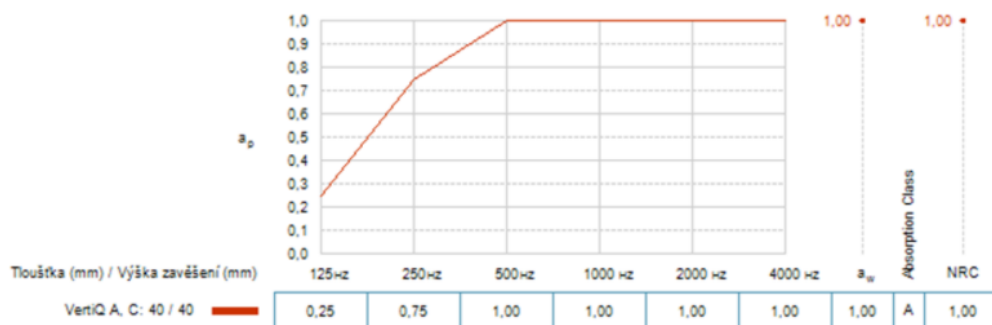
Acoustics

Practical absorption coefficient α_p



	Suspension distance	Mineral Wool	Frequency						α_w value	NRC value	Absorption class
			125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz			
	58 mm	50 mm	0.60	0.64	0.75	0.78	0.79	0.76	0.80	0.75	B
	200 mm	–	0.61	0.61	0.76	0.68	0.68	0.67	0.75	0.70	C
	400 mm	50 mm	0.67	0.60	0.71	0.79	0.84	0.81	0.80	0.75	B

Obrázek 16: Technické parametry navrženého systému A1



Obrázek 17: Technické parametry navrženého systému A2

Pozn.: Vzhledem ke skutečnosti, že se může na 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).

2.10. Akustická simulace a její hodnocení

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

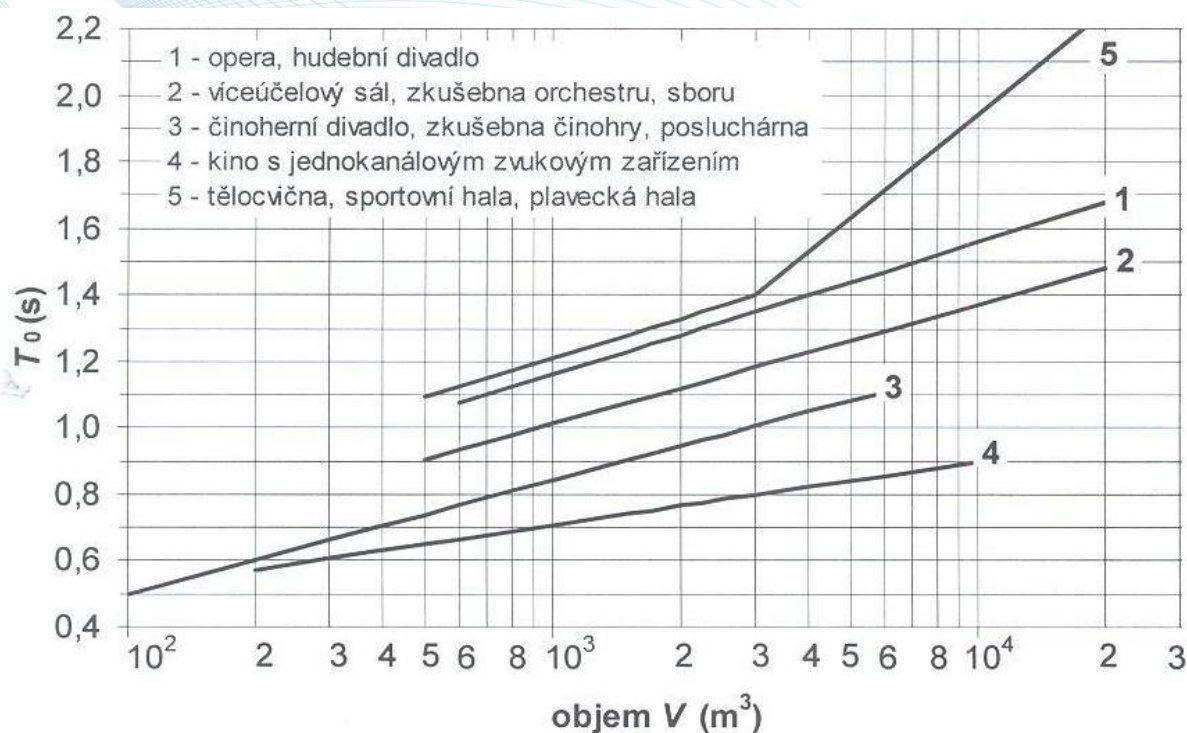
Zjednodušený geometrický model místnosti byl vytvořený na základě projektové dokumentace poskytnuté zadavatelem. Zvukpohltivé vlastnosti vnitřních povrchů byly stanovené podle dříve naměřených dat. Počítačová simulace byla provedená pro všesměrový zdroj zvuku a všesměrové přijímače (mikrofony).

Optimální řešení doby dozvuku (resp. prostorové akustiky) 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.

Na základě objemu místnosti a jejího účelu využití (kmenová učebna) byl zvolen požadavek na optimální dobu dozvuku $T_0 = 0,7$ 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 18: Optimální doba dozvuku T_0 pro jednotlivé typy prostorů (ČSN 73 0527)

2.11. Akustická simulace a její hodnocení

Frekvence (Hz)	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Simulace T_{30} (s)	0,71	0,71	0,71	0,71	0,68	0,6
Simulace T_{20} (s)	0,67	0,68	0,69	0,69	0,67	0,6
Simulace EDT (s)	0,4	0,38	0,36	0,36	0,36	0,34
SPL (dB) ****	74,8	74,3	73,6	73,5	73,4	73,3
C_{80} (dB)	12,7	13,4	14,2	14,3	14,4	15
D_{50} (-)	0,86	0,88	0,9	0,91	0,91	0,91
T_s (ms)	25	22	19	19	19	18
LF_{80} (-)	0,275	0,27	0,262	0,26	0,26	0,259
$ECHO_{MAX}$ (-)*	0,4	0,41	0,41	0,42	0,42	0,41
STI (-)***				0,83	Alcons (%)**	2,39
STI (Žena) (-)***				0,83	RASTI (-)***	0,83
STI (Muž) (-)***				0,83		

Tabulka 6: Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti v navrženém stavu (obsazená místnost)

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

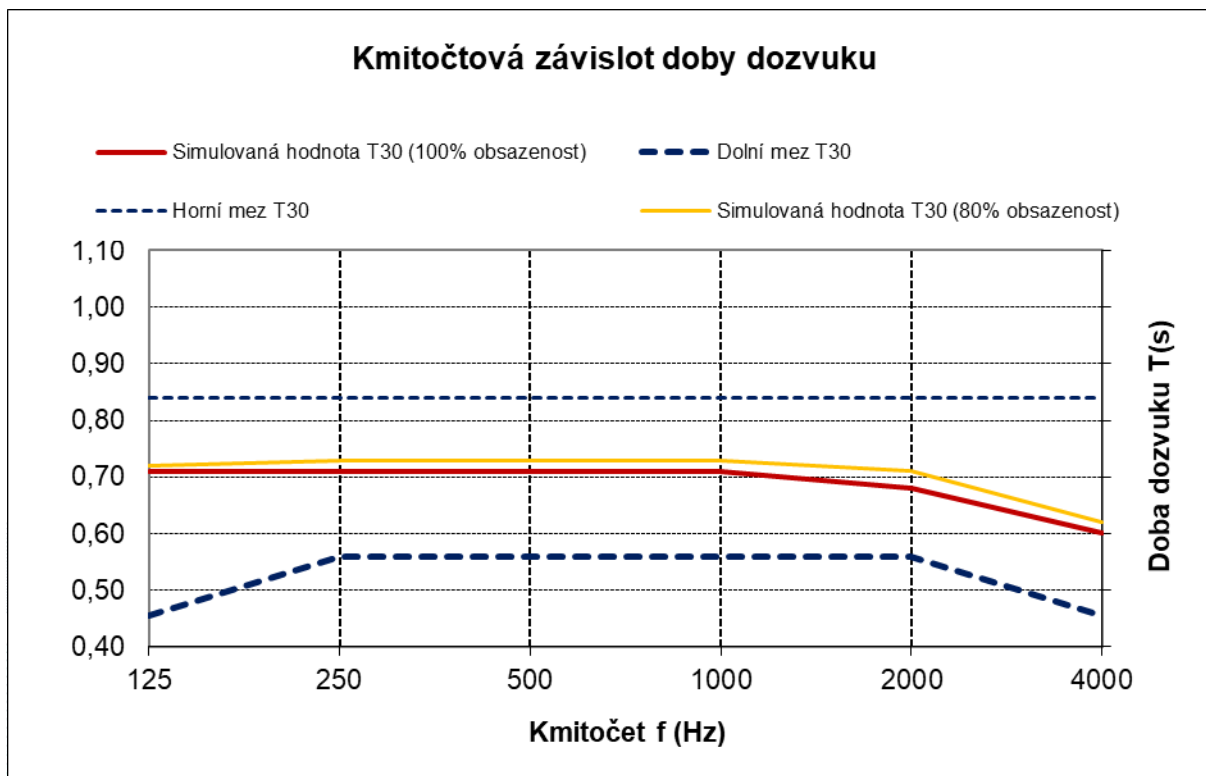
** Parametr Alcons (Articulation loss): Přípustné rozmezí je 0-11%.

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

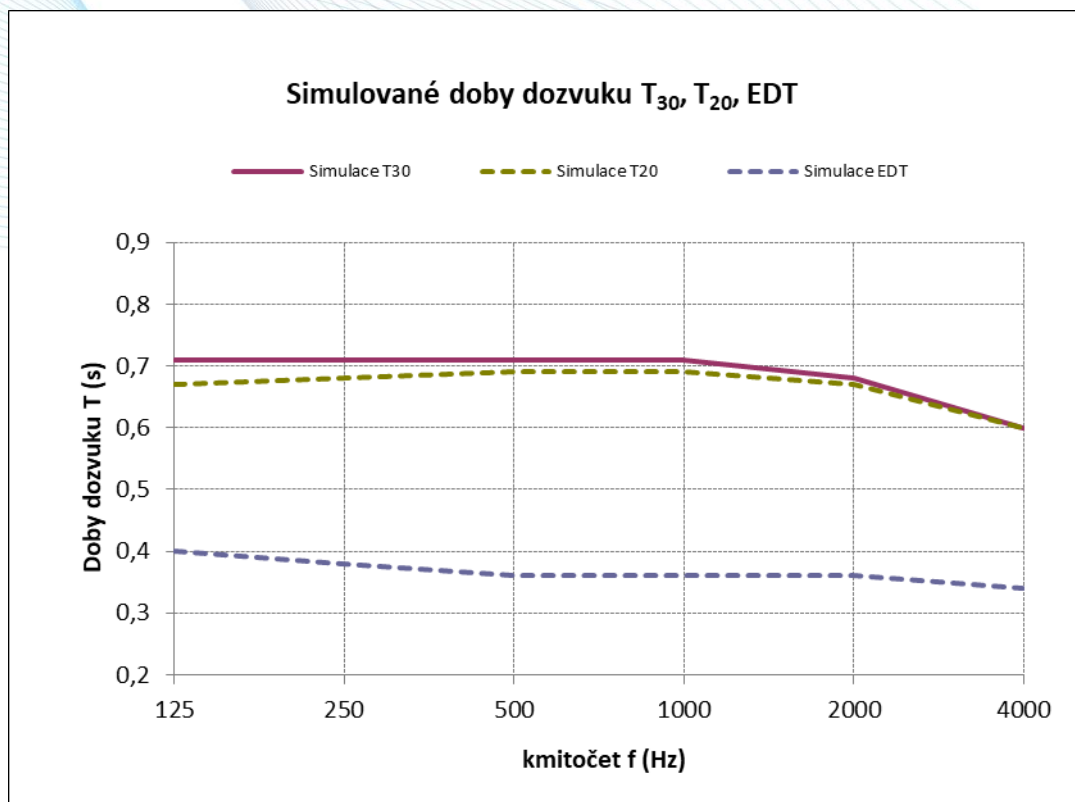
****Průměrná hodnota akustického tlaku v místnosti za předpokladu akustického výkonu zdroje 90 dB.

Frekvence (Hz)	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Simulace T_{30} (s) (80% obsazená místnost)	0,72	0,73	0,73	0,73	0,71	0,62
Simulace T_{30} (s) (100% obsazená místnost)	0,71	0,71	0,71	0,71	0,68	0,6
Horní mez T_{30} (s)	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Dolní mez T_{30} (s)	0,455	0,56	0,56	0,56	0,56	0,455

Tabulka 7: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{30} v místnosti v obsazeném stavu

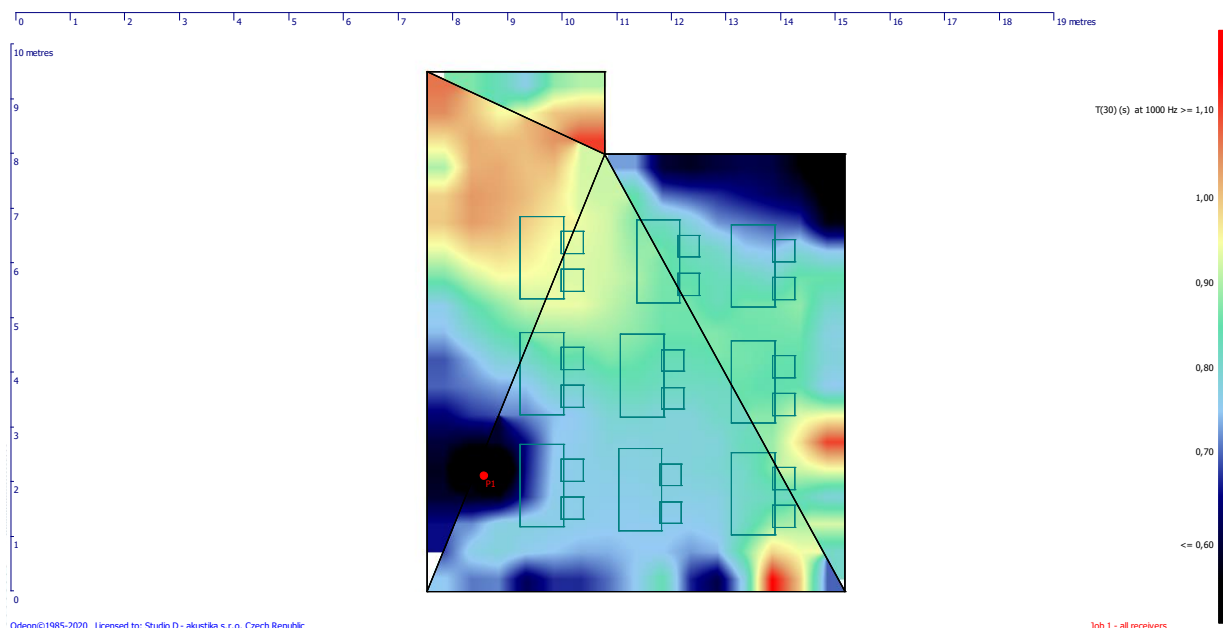


Graf 3: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{30} a meze jejího tolerančního pásma v místnosti v obsazeném stavu

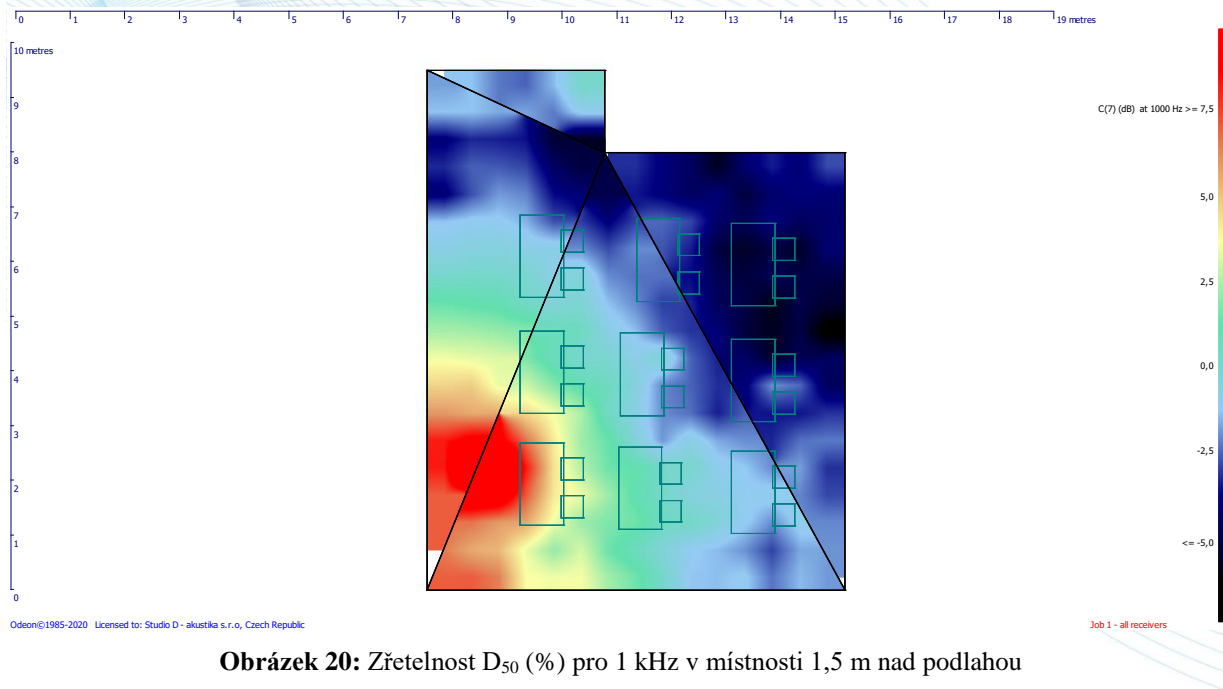


Graf 4: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{20} , T_{30} a EDT v místnosti v obsazeném stavu

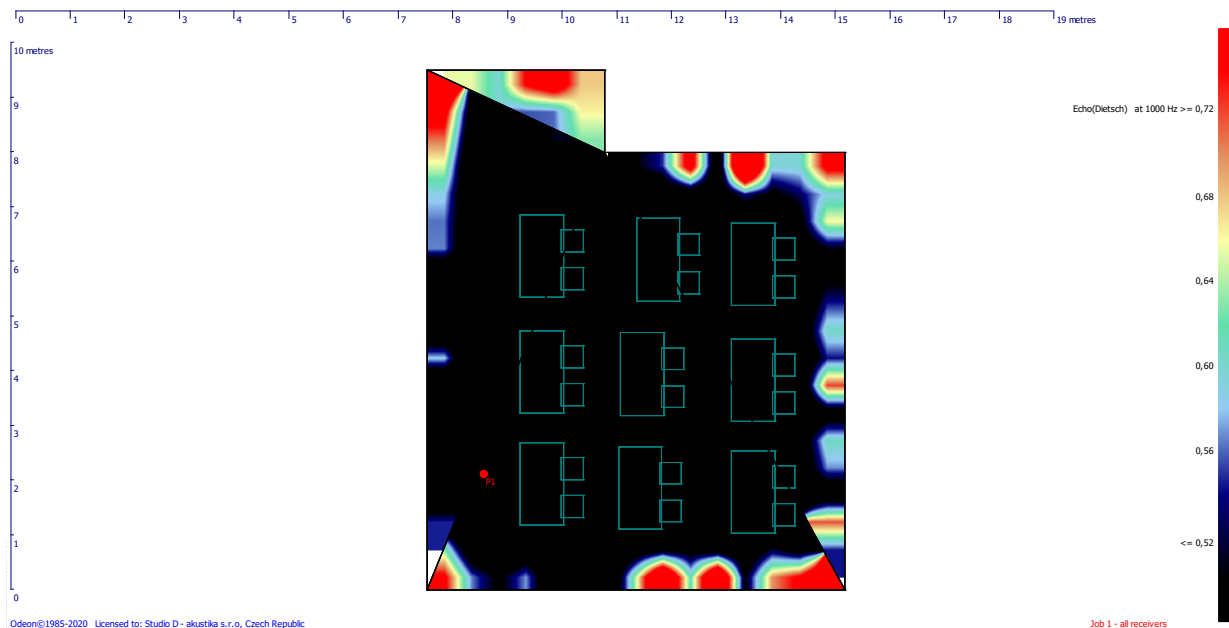
2.12. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část



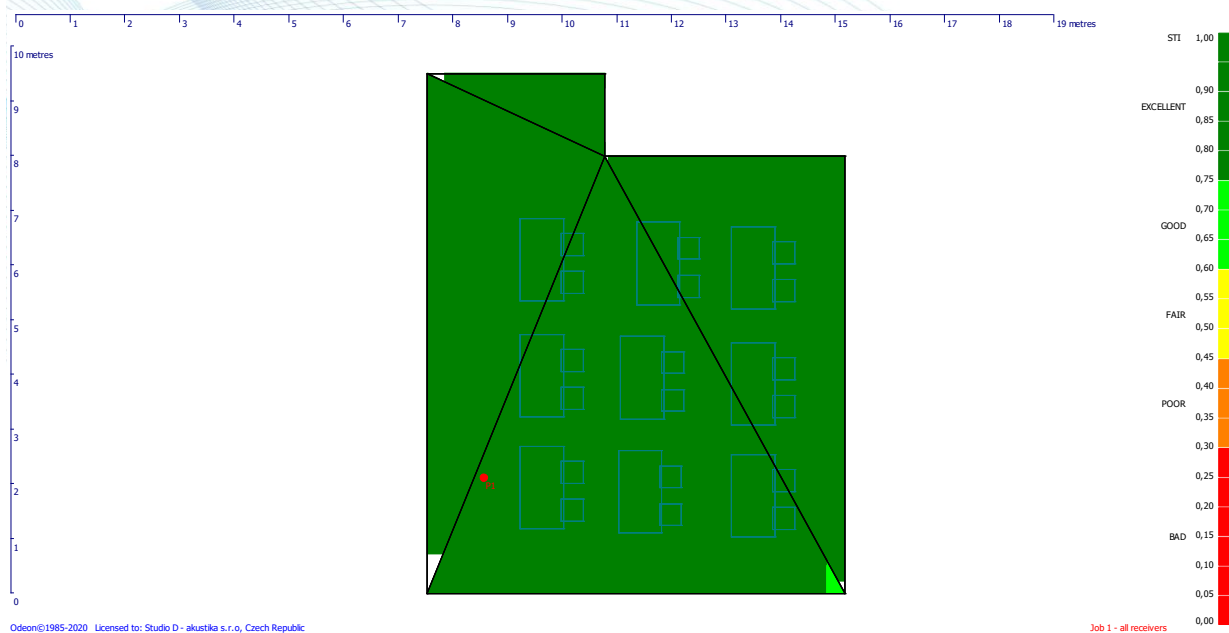
Obrázek 19: Průměrná doba dozvuku T_{30} (s) 1,5 m nad podlahou



Obrázek 20: Zřetelnost D_{50} (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou



Obrázek 21: Echo dle Dietsch-Kraakova kritéria v úrovni 1,5 m nad podlahou



Obrázek 22: Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou

STI - hodnocení	Standard STI	Kategorie I pokročilý, denně používá druhý cizí jazyk	Kategorie II středně pokročilý i v úrovni druhého cizího jazyk	Kategorie III začátečník, zřídka používá druhý cizí jazyk
špatná	0,30	0,33	0,36	0,44
dostatečná	0,45	0,50	0,60	0,74
dobrá	0,60	0,68	0,86	nedosažitelné
výborná	0,75	0,86	nedosažitelné	nedosažitelné

Tabulka 8: Tabulka pro základní vyhodnocení srozumitelnosti řeči STI

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.

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 0,8-0,9.

Po provedení akustických opatření uvedených v této studii je STI (srozumitelnost) **Výborná**.

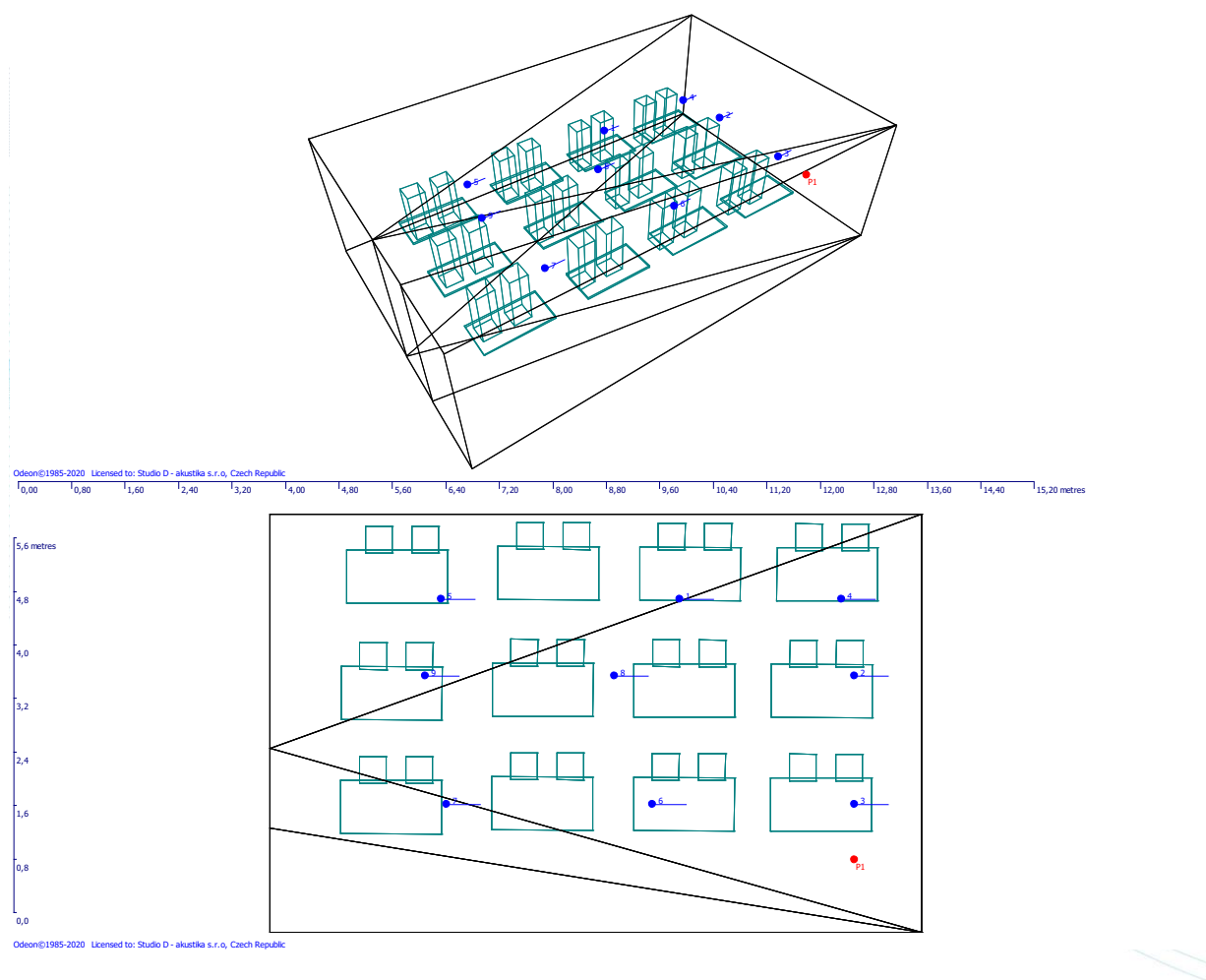
2.13. Učebna 04 - Popis prostoru

Učebna 04 je obdélníkového tvaru délky 9,75 a šířky 6,25 m. Světlá výška místnosti je po provedení všech akustických úprav 3,3 m. Objem prostoru je $V = 193 \text{ m}^3$ (odměřeno z modelu) a celková plocha ohraničujících vnitřních povrchů konstrukcí je $S = 218 \text{ m}^2$ (odměřeno z modelu).

Prostor bude sloužit jako učebna (pro školní - výukové účely).

2.14. 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.



Obrázek 23: Náhled 3D modelu prostoru včetně vyznačených virtuálních mikrofonů (modře) a zdroje zvuku (červeně)

2.15. Návrh akustických úprav

V návrhu je uvažováno s učebnou v obsazeném stavu (dle ČSN 73 0527). Uvažované konstrukční materiály: nášlapná vrstva podlahy akusticky odrazivá (viz TZ). Obvodové a vnitřní stěny tvoří zděné konstrukce, omítnuté s vnitřním štukem. Podhled bude svěšený, viz níže. Detailněji jsou popsány jednotlivé skladby v projektové dokumentaci.

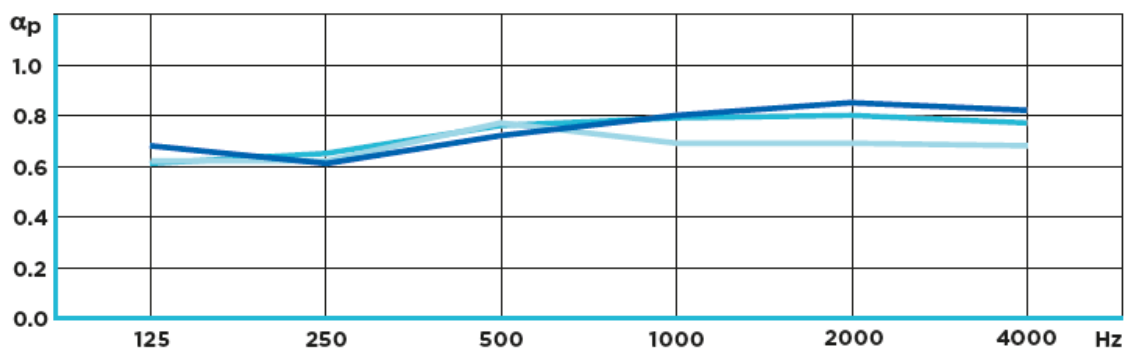
Veškeré použité akustické systémy jsou zobrazeny v následující tabulce a budou uspořádány dle přiložených výkresů (viz kapitola 4. Přílohy).

Ozn.	Typ akustického materiálu	Odsazení od tuhé desky	Popis	Výměra / m ²	Poznámka
A1	Rigips BIG Quattro 44	200 mm	Akusticky pohltivý perforovaný bezesparý sádrokartonový podhled	<u>57 m²</u>	Rozmístit celoplošně v celé ploše podhledu místnosti (kromě prostoru nad mluvčím-učitelem – cca 2 m ² plochy bude opatřeno pouze plným sádrokartonovým podhledem)
A2	Rockfon VertiQ A24	Přisazeno přímo k nosné stěně	Akusticky pohltivé stěnové obklady	<u>Cca 14 m²</u>	Rozmístit na zadní stěnu (naproti tabuli)

Tabulka 9: Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru místnosti

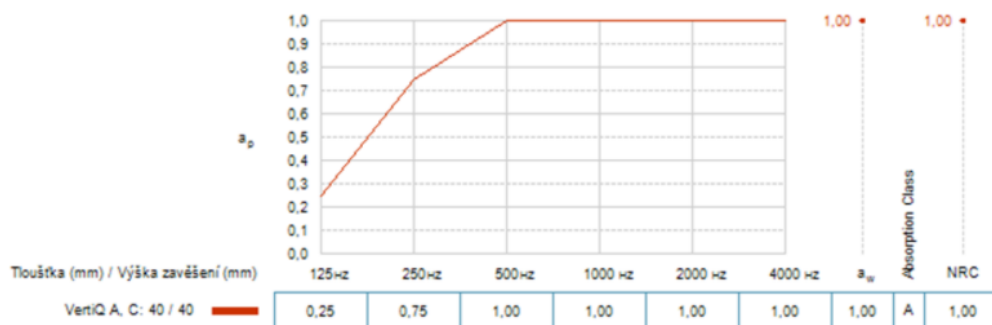
Acoustics

Practical absorption coefficient α_p



	Suspension distance	Mineral Wool	Frequency						α_w value	NRC value	Absorption class
			125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz			
	58 mm	50 mm	0.60	0.64	0.75	0.78	0.79	0.76	0.80	0.75	B
	200 mm	–	0.61	0.61	0.76	0.68	0.68	0.67	0.75	0.70	C
	400 mm	50 mm	0.67	0.60	0.71	0.79	0.84	0.81	0.80	0.75	B

Obrázek 24: Technické parametry navrženého systému A1



Obrázek 25: Technické parametry navrženého systému A2

Pozn.: Vzhledem ke skutečnosti, že se může na 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).

2.16. Akustická simulace a její hodnocení

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

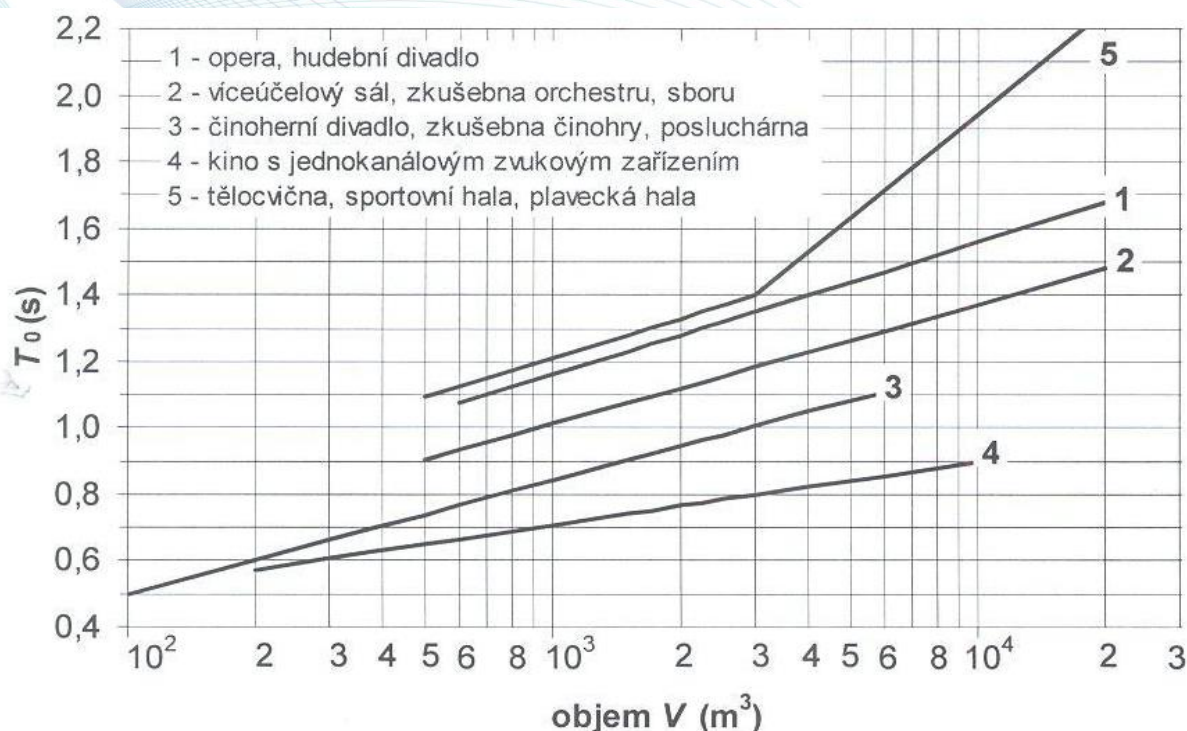
Zjednodušený geometrický model místnosti byl vytvořený na základě projektové dokumentace poskytnuté zadavatelem. Zvukpohltivé vlastnosti vnitřních povrchů byly stanovené podle dříve naměřených dat. Počítačová simulace byla provedená pro všesměrový zdroj zvuku a všesměrové přijímače (mikrofony).

Optimální řešení doby dozvuku (resp. prostorové akustiky) 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.

Na základě objemu místnosti a jejího účelu využití (kmenová učebna) byl zvolen požadavek na optimální dobu dozvuku $T_0 = 0,7$ 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 26: Optimální doba dozvuku T_0 pro jednotlivé typy prostorů (ČSN 73 0527)

2.17. Akustická simulace a její hodnocení

Frekvence (Hz)	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Simulace T_{30} (s)	0,72	0,72	0,72	0,72	0,7	0,64
Simulace T_{20} (s)	0,64	0,64	0,64	0,64	0,62	0,56
Simulace EDT (s)	0,3	0,3	0,29	0,31	0,31	0,3
SPL (dB) ****	74,6	74,6	74,6	74,6	74,6	74,4
C_{80} (dB)	14,1	14,2	14,2	14,1	14,1	14,6
D_{50} (-)	0,91	0,91	0,91	0,9	0,91	0,9
T_s (ms)	18	18	17	18	18	17
LF_{80} (-)	0,27	0,272	0,272	0,273	0,274	0,273
$ECHO_{MAX}$ (-)*	0,43	0,44	0,44	0,45	0,45	0,45
STI (-)***	0,83			Alcons (%)**		2,61
STI (Žena) (-)***	0,83			RASTI (-)***		0,83
STI (Muž) (-)***	0,83					

Tabulka 10: Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti v navrženém stavu (obsazená místnost)

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

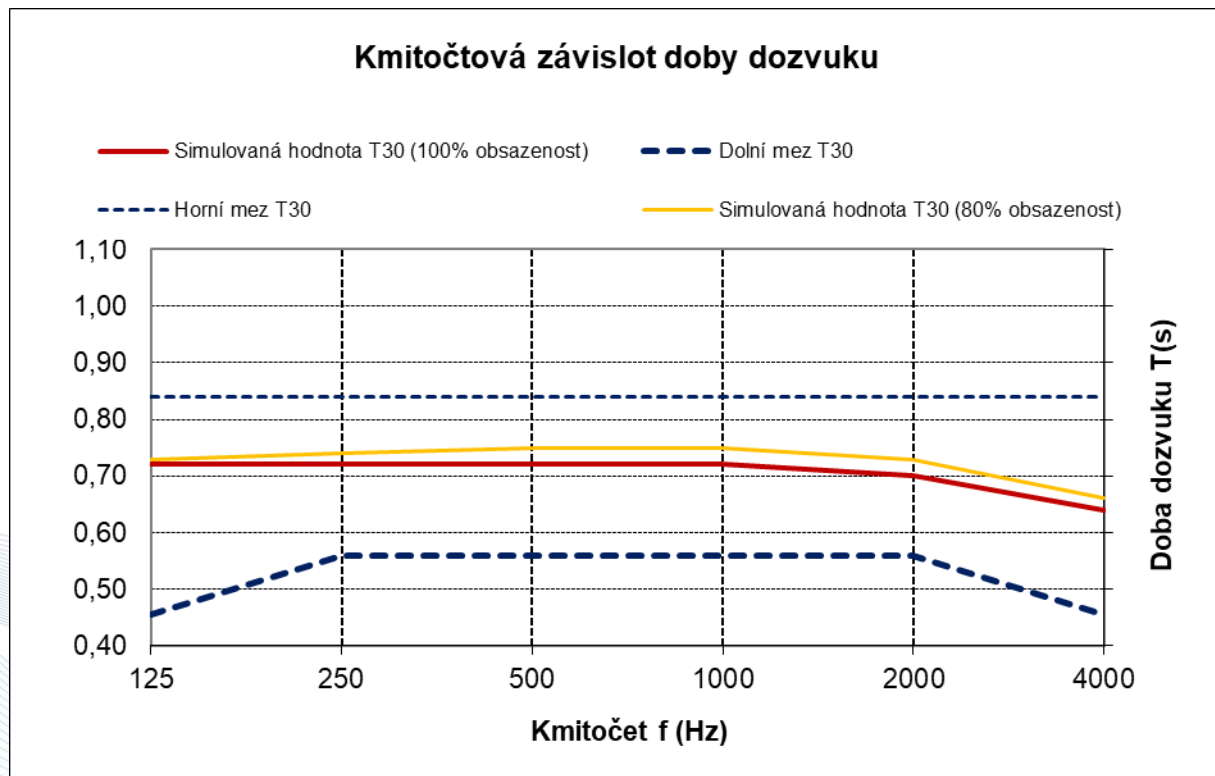
** Parametr Alcons (Articulation loss): Přípustné rozmezí je 0-11%.

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

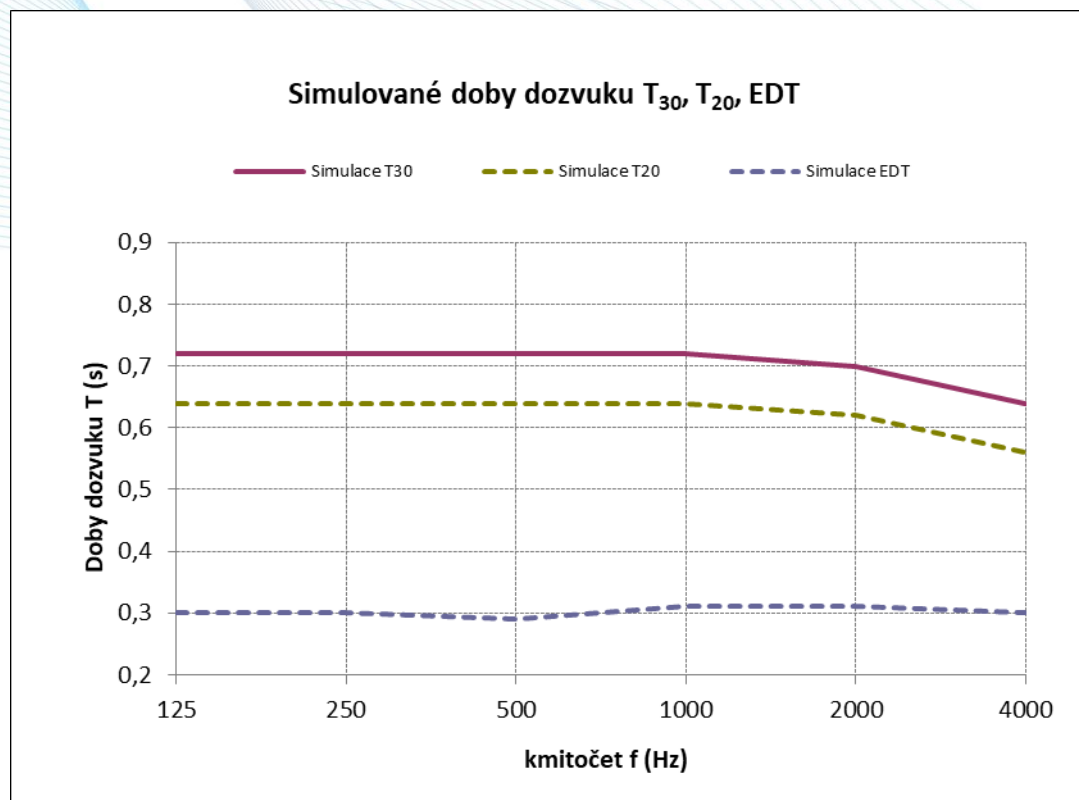
****Průměrná hodnota akustického tlaku v místnosti za předpokladu akustického výkonu zdroje 90 dB.

Frekvence (Hz)	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Simulace T_{30} (s) (80% obsazená místnost)	0,73	0,74	0,75	0,75	0,73	0,66
Simulace T_{30} (s) (100% obsazená místnost)	0,72	0,72	0,72	0,72	0,7	0,64
Horní mez T_{30} (s)	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Dolní mez T_{30} (s)	0,455	0,56	0,56	0,56	0,56	0,455

Tabulka 11: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{30} v místnosti v obsazeném stavu

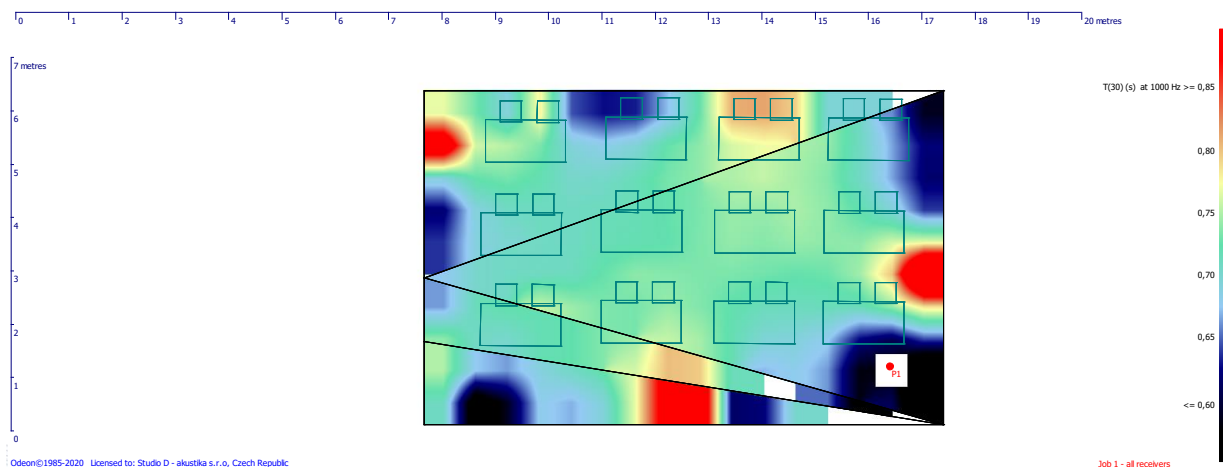


Graf 5: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{30} a meze jejího tolerančního pásma v místnosti v obsazeném stavu

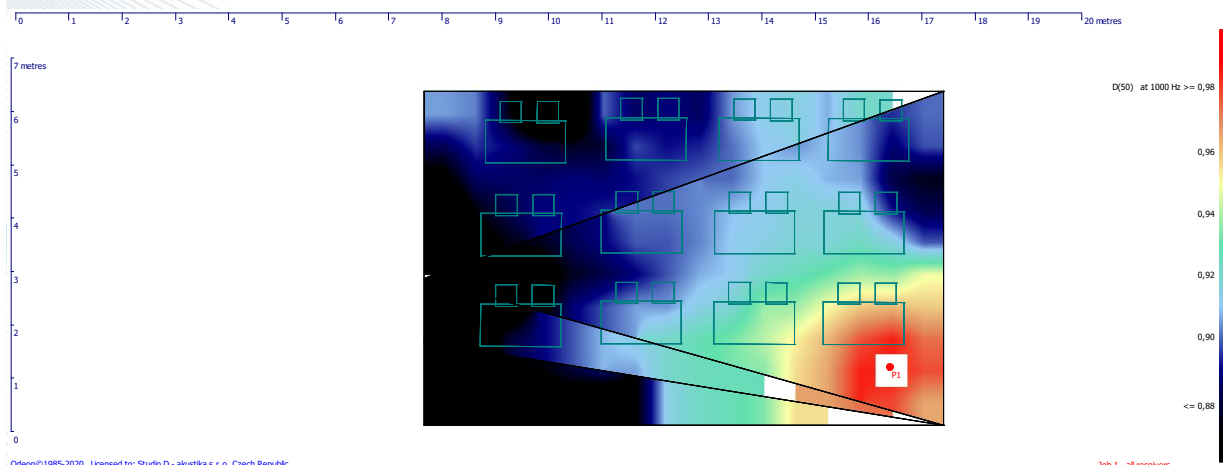


Graf 6: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{20} , T_{30} a EDT v místnosti v obsazeném stavu

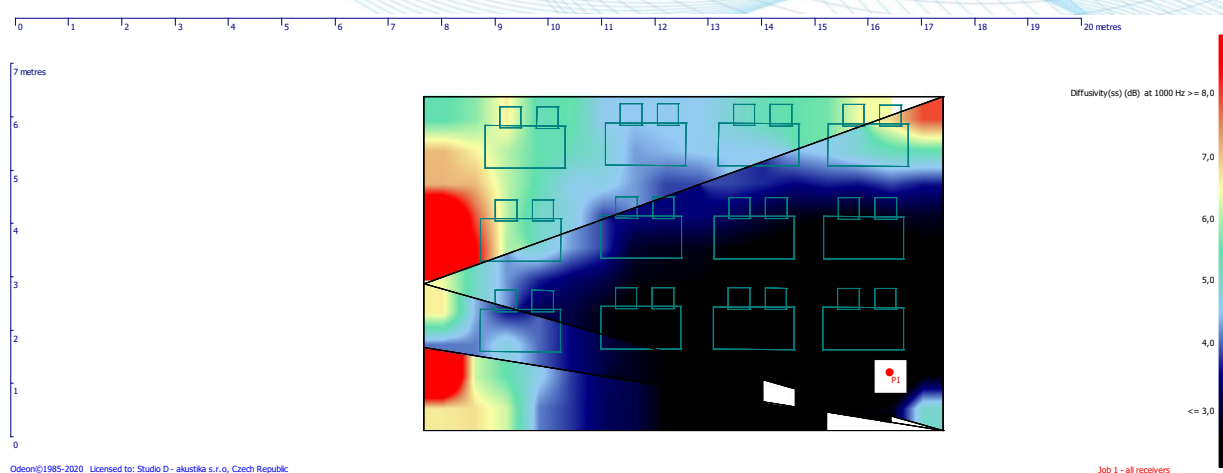
2.18. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část



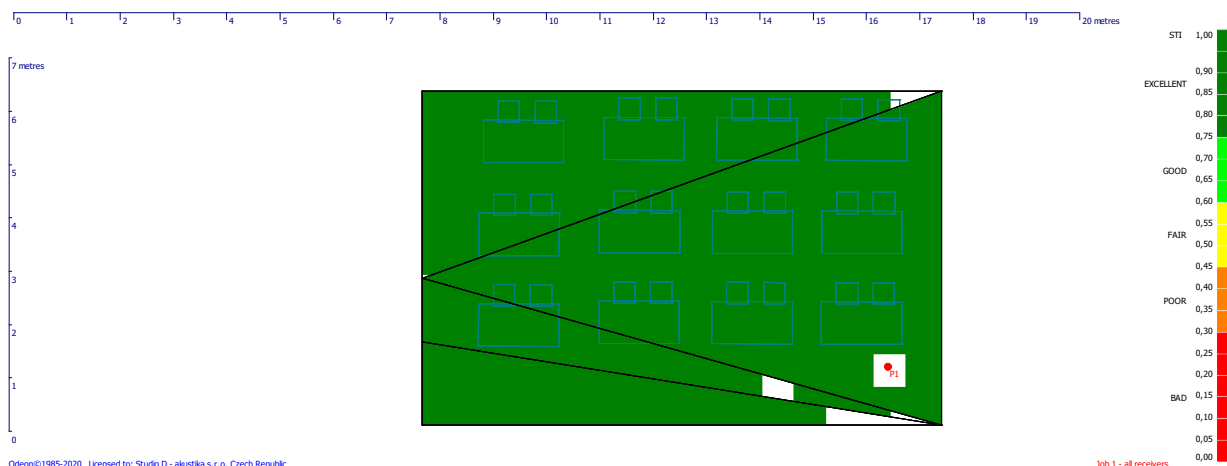
Obrázek 27: Průměrná doba dozvuku T_{30} (s) 1,5 m nad podlahou



Obrázek 28: Zřetelnost D_{50} (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou



Obrázek 29: Echo dle Dietsch-Kraakova kritéria v úrovni 1,5 m nad podlahou



Obrázek 30: Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou

STI - hodnocení	Standard STI	Kategorie I pokročilý, denně používá druhý cizí jazyk	Kategorie II středně pokročilý i v úrovni druhého cizího jazyk	Kategorie III začátečník, zřídka používá druhý cizí jazyk
špatná	0,30	0,33	0,36	0,44
dostatečná	0,45	0,50	0,60	0,74
dobrá	0,60	0,68	0,86	nedosažitelné
výborná	0,75	0,86	nedosažitelné	nedosažitelné

Tabulka 12: Tabulka pro základní vyhodnocení srozumitelnosti řeči STI

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.

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 0,8-0,9.

Po provedení akustických opatření uvedených v této studii je STI (srozumitelnost) **Výborná**.

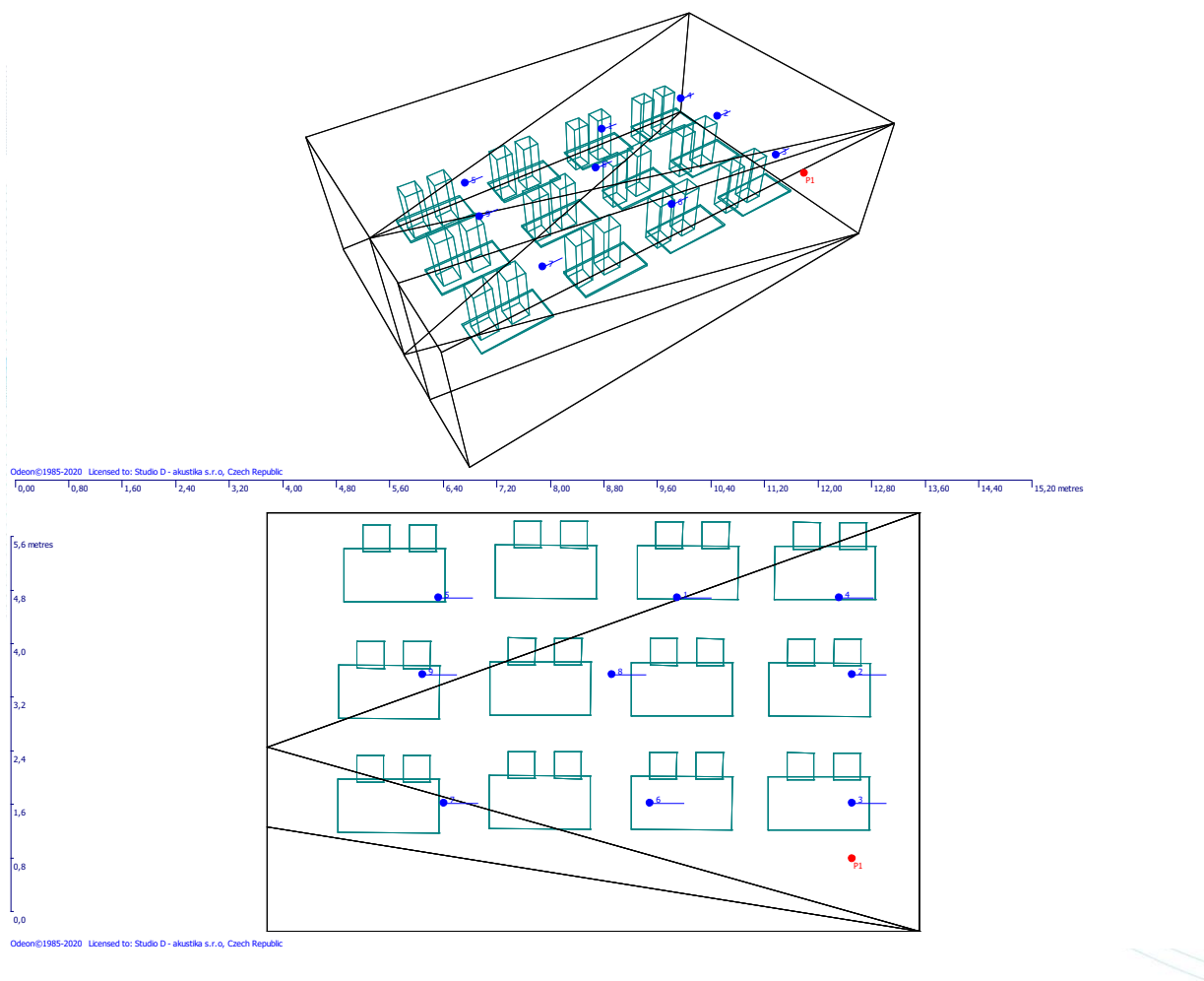
2.19. Učebna 05 - Popis prostoru

Učebna 05 je obdélníkového tvaru délky 9,75 a šířky 6,2 m. Světla výška místnosti je po provedení všech akustických úprav 3,3 m. Objem prostoru je $V = 193 \text{ m}^3$ (odměřeno z modelu) a celková plocha ohraničujících vnitřních povrchů konstrukcí je $S = 218 \text{ m}^2$ (odměřeno z modelu).

Prostor bude sloužit jako učebna (pro školní - výukové účely).

2.20. 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.



Obrázek 31: Náhled 3D modelu prostoru včetně vyznačených virtuálních mikrofonů (modře) a zdroje zvuku (červeně)

2.21. Návrh akustických úprav

V návrhu je uvažováno s učebnou v obsazeném stavu (dle ČSN 73 0527). Uvažované konstrukční materiály: nášlapná vrstva podlahy akusticky odrazivá (viz TZ). Obvodové a vnitřní stěny tvoří zděné konstrukce, omítnuté s vnitřním štukem. Podhled bude svěšený, viz níže. Detailněji jsou popsány jednotlivé skladby v projektové dokumentaci.

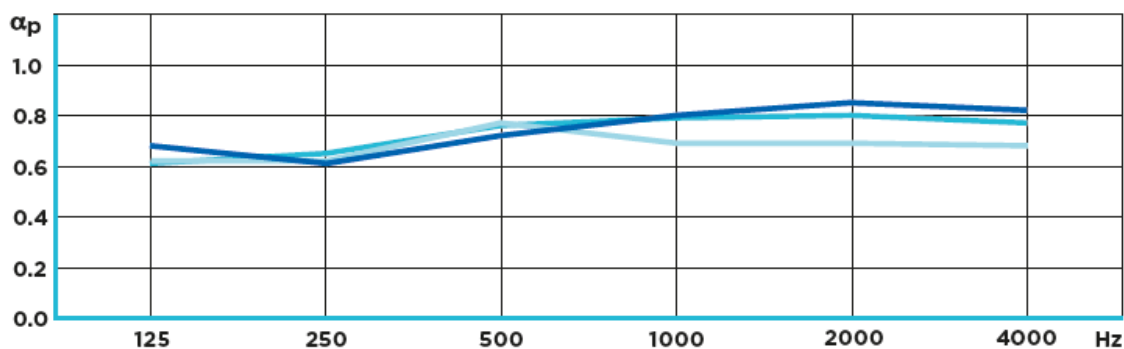
Veškeré použité akustické systémy jsou zobrazeny v následující tabulce a budou uspořádány dle přiložených výkresů (viz kapitola 4. Přílohy).

Ozn.	Typ akustického materiálu	Odsazení od tuhé desky	Popis	Výměra / m ²	Poznámka
A1	Rigips BIG Quattro 44	200 mm	Akusticky pohltivý perforovaný bezesparý sádrokartonový podhled	<u>57 m²</u>	Rozmístit celoplošně v celé ploše podhledu místnosti (kromě prostoru nad mluvčím- učitelem – cca 2 m ² plochy bude opatřeno pouze plným sádrokartonovým podhledem)
A2	Rockfon VertiQ A24	Přisazeno přímo k nosné stěně	Akusticky pohltivé stěnové obklady	<u>Cca 14 m²</u>	Rozmístit na zadní stěnu (naproti tabuli)

Tabulka 13: Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru místnosti

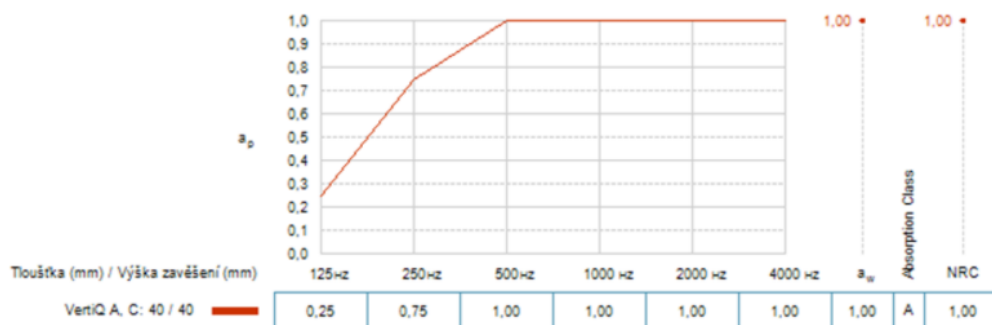
Acoustics

Practical absorption coefficient α_p



	Suspension distance	Mineral Wool	Frequency						α_w value	NRC value	Absorption class
			125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz			
	58 mm	50 mm	0.60	0.64	0.75	0.78	0.79	0.76	0.80	0.75	B
	200 mm	–	0.61	0.61	0.76	0.68	0.68	0.67	0.75	0.70	C
	400 mm	50 mm	0.67	0.60	0.71	0.79	0.84	0.81	0.80	0.75	B

Obrázek 32: Technické parametry navrženého systému A1



Obrázek 33: Technické parametry navrženého systému A2

Pozn.: Vzhledem ke skutečnosti, že se může na 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).

2.22. Akustická simulace a její hodnocení

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

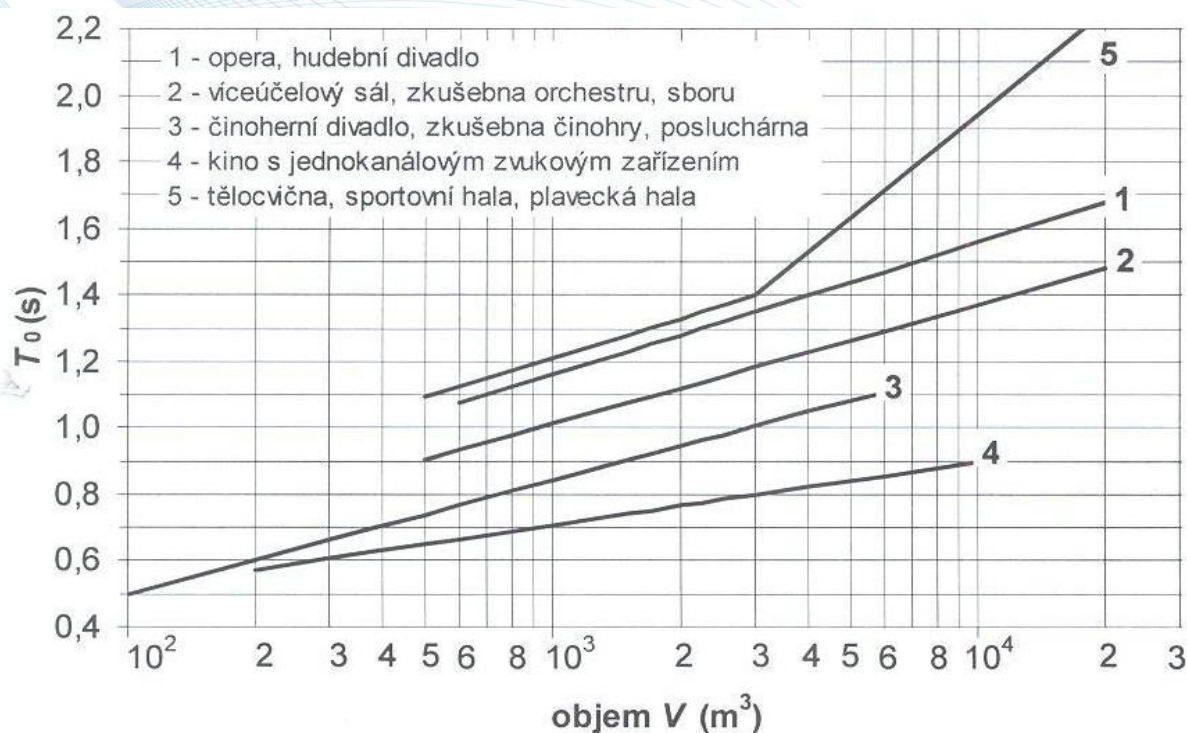
Zjednodušený geometrický model místnosti byl vytvořený na základě projektové dokumentace poskytnuté zadavatelem. Zvukpohltivé vlastnosti vnitřních povrchů byly stanovené podle dříve naměřených dat. Počítačová simulace byla provedená pro všesměrový zdroj zvuku a všesměrové přijímače (mikrofony).

Optimální řešení doby dozvuku (resp. prostorové akustiky) 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.

Na základě objemu místnosti a jejího účelu využití (kmenová učebna) byl zvolen požadavek na optimální dobu dozvuku $T_0 = 0,7$ 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 34: Optimální doba dozvuku T_0 pro jednotlivé typy prostorů (ČSN 73 0527)

2.23. Akustická simulace a její hodnocení

Frekvence (Hz)	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Simulace T_{30} (s)	0,72	0,72	0,72	0,72	0,7	0,64
Simulace T_{20} (s)	0,64	0,64	0,64	0,64	0,62	0,56
Simulace EDT (s)	0,3	0,3	0,29	0,31	0,31	0,3
SPL (dB) ****	74,6	74,6	74,6	74,6	74,6	74,4
C_{80} (dB)	14,1	14,2	14,2	14,1	14,1	14,6
D_{50} (-)	0,91	0,91	0,91	0,9	0,91	0,9
T_s (ms)	18	18	17	18	18	17
LF_{80} (-)	0,27	0,272	0,272	0,273	0,274	0,273
$ECHO_{MAX}$ (-)*	0,43	0,44	0,44	0,45	0,45	0,45
STI (-)***	0,83			Alcons (%)**		2,61
STI (Žena) (-)***	0,83			RASTI (-)***		0,83
STI (Muž) (-)***	0,83					

Tabulka 14: Průměrné hodnoty akustických veličin v místnosti v navrženém stavu (obsazená místnost)

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

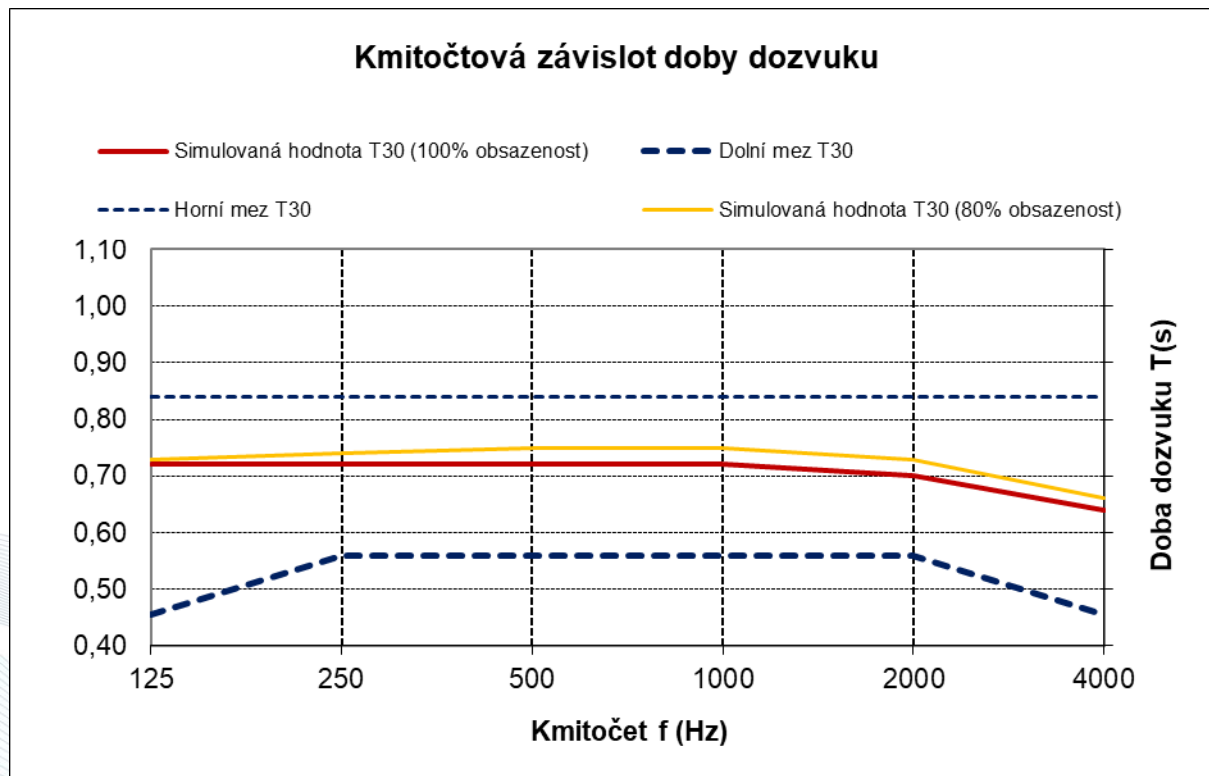
** Parametr Alcons (Articulation loss): Přípustné rozmezí je 0-11%.

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

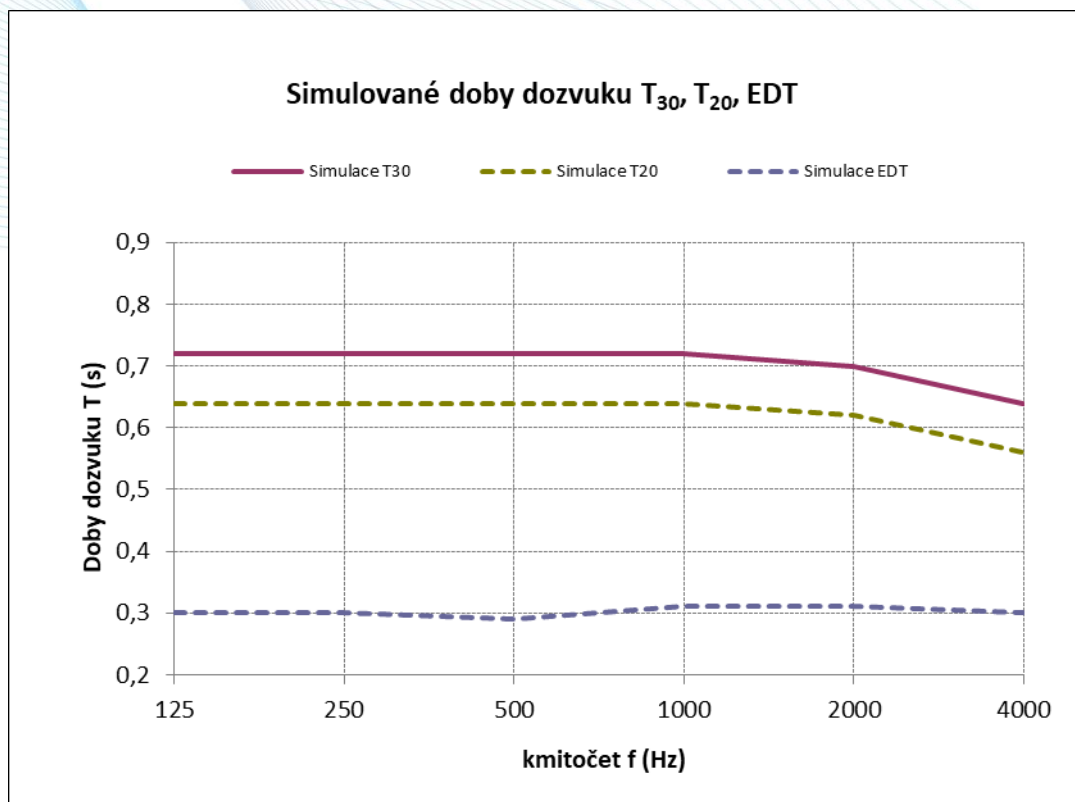
****Průměrná hodnota akustického tlaku v místnosti za předpokladu akustického výkonu zdroje 90 dB.

Frekvence (Hz)	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Simulace T_{30} (s) (80% obsazená místnost)	0,73	0,74	0,75	0,75	0,73	0,66
Simulace T_{30} (s) (100% obsazená místnost)	0,72	0,72	0,72	0,72	0,7	0,64
Horní mez T_{30} (s)	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Dolní mez T_{30} (s)	0,455	0,56	0,56	0,56	0,56	0,455

Tabulka 15: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{30} v místnosti v obsazeném stavu

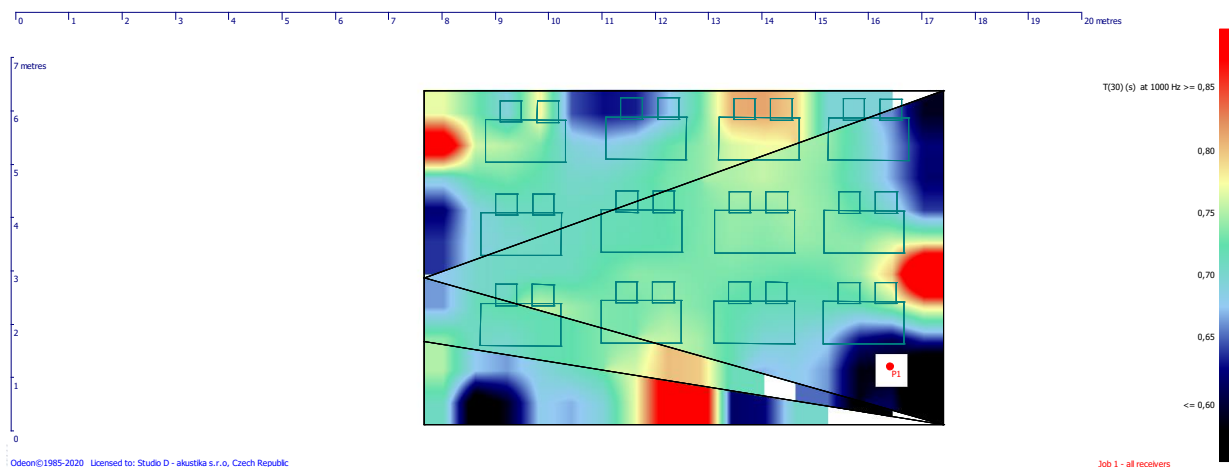


Graf 7: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{30} a meze jejího tolerančního pásma v místnosti v obsazeném stavu

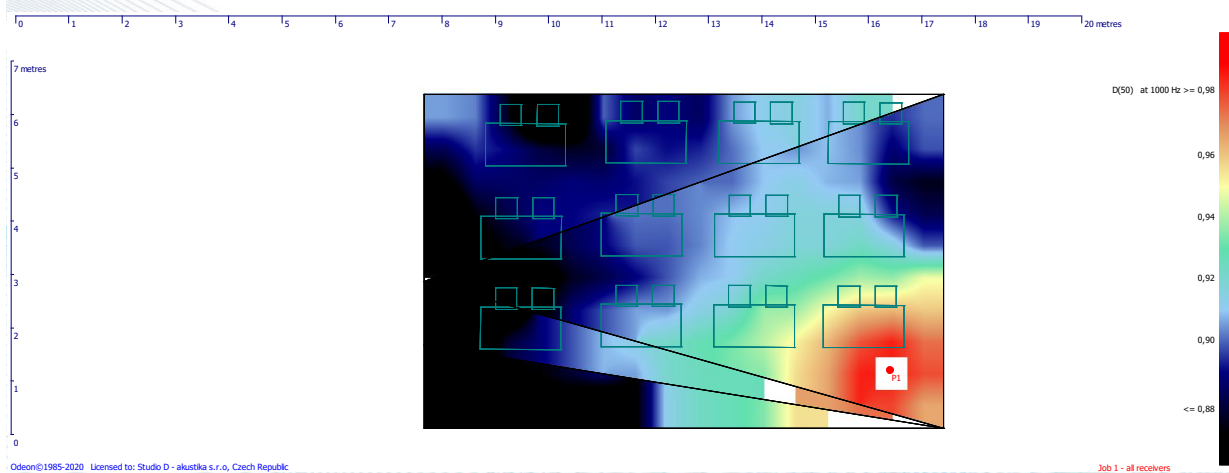


Graf 8: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{20} , T_{30} a EDT v místnosti v obsazeném stavu

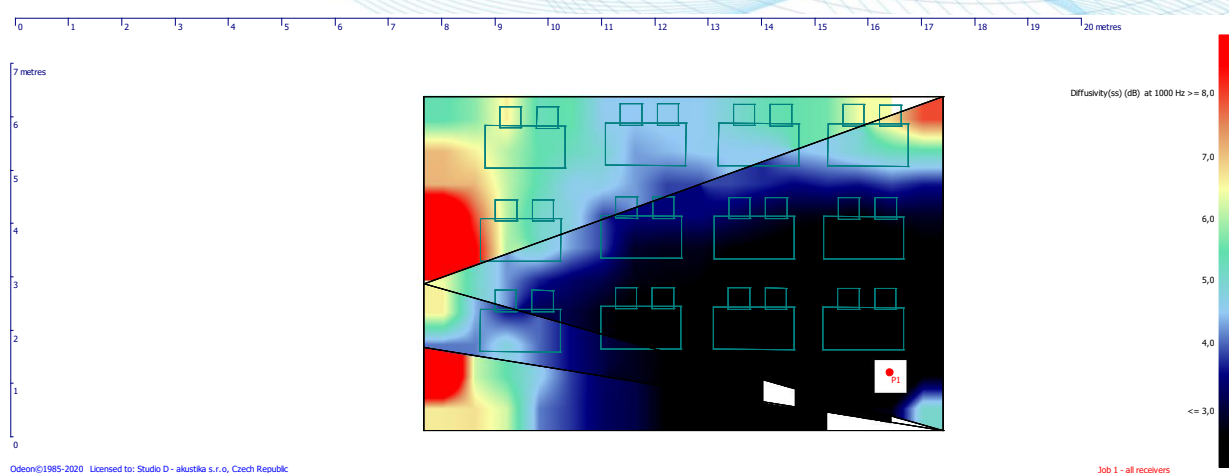
2.24. Akustická simulace a její hodnocení – obrazová část



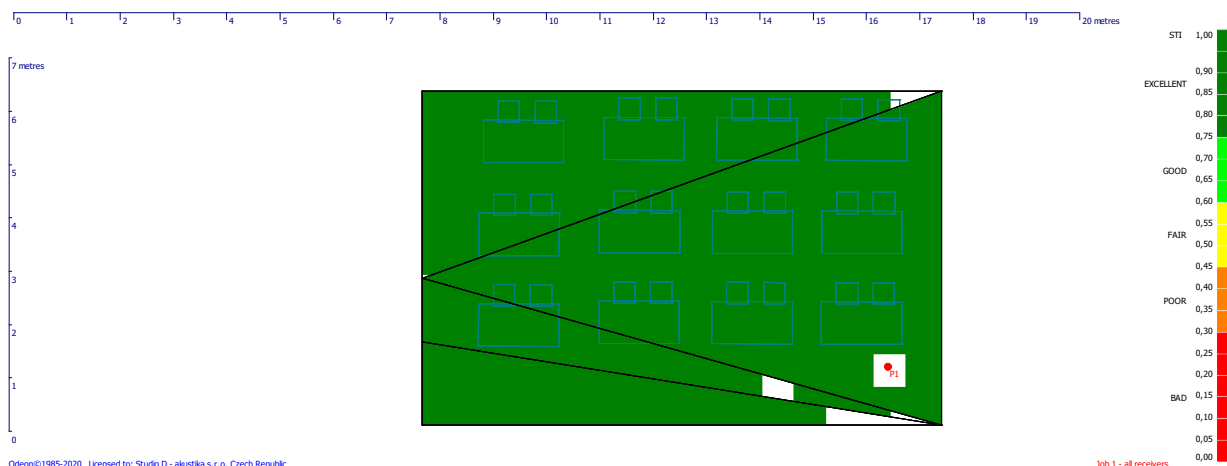
Obrázek 35: Průměrná doba dozvuku T_{30} (s) 1,5 m nad podlahou



Obrázek 36: Zřetelnost D_{50} (%) pro 1 kHz v místnosti 1,5 m nad podlahou



Obrázek 37: Echo dle Dietsch-Kraakova kritéria v úrovni 1,5 m nad podlahou



Obrázek 38: Srozumitelnost řeči STI, 1,5 m nad podlahou

STI - hodnocení	Standard STI	Kategorie I pokročilý, denně používá druhý cizí jazyk	Kategorie II středně pokročilý i v úrovni druhého cizího jazyk	Kategorie III začátečník, zřídka používá druhý cizí jazyk
špatná	0,30	0,33	0,36	0,44
dostatečná	0,45	0,50	0,60	0,74
dobrá	0,60	0,68	0,86	nedosažitelné
výborná	0,75	0,86	nedosažitelné	nedosažitelné

Tabulka 16: Tabulka pro základní vyhodnocení srozumitelnosti řeči STI

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.

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 0,8-0,9.

Po provedení akustických opatření uvedených v této studii je STI (srozumitelnost) **Výborná**.

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)	-	...

Tabulka 17: Požadavky na prostory ve školách (ČSN 73 0527, Tabulka 2)

3.2. Vyhodnocení

Byl vypracován a následně posouzen návrh upravující prostorovou akustiku v učebnách projektu „Vybudování učeben a zázemí pro školní družinu ZŠ B. Němcové“.

Akustická simulace také potvrdila, že aplikace materiálů na podhledy a stěny zabezpečí velmi dobrou srozumitelnost řeči. Je nutné konzultovat jakékoliv změny, aby nedošlo k narušení prostorové akustiky v posouzených místnostech.

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

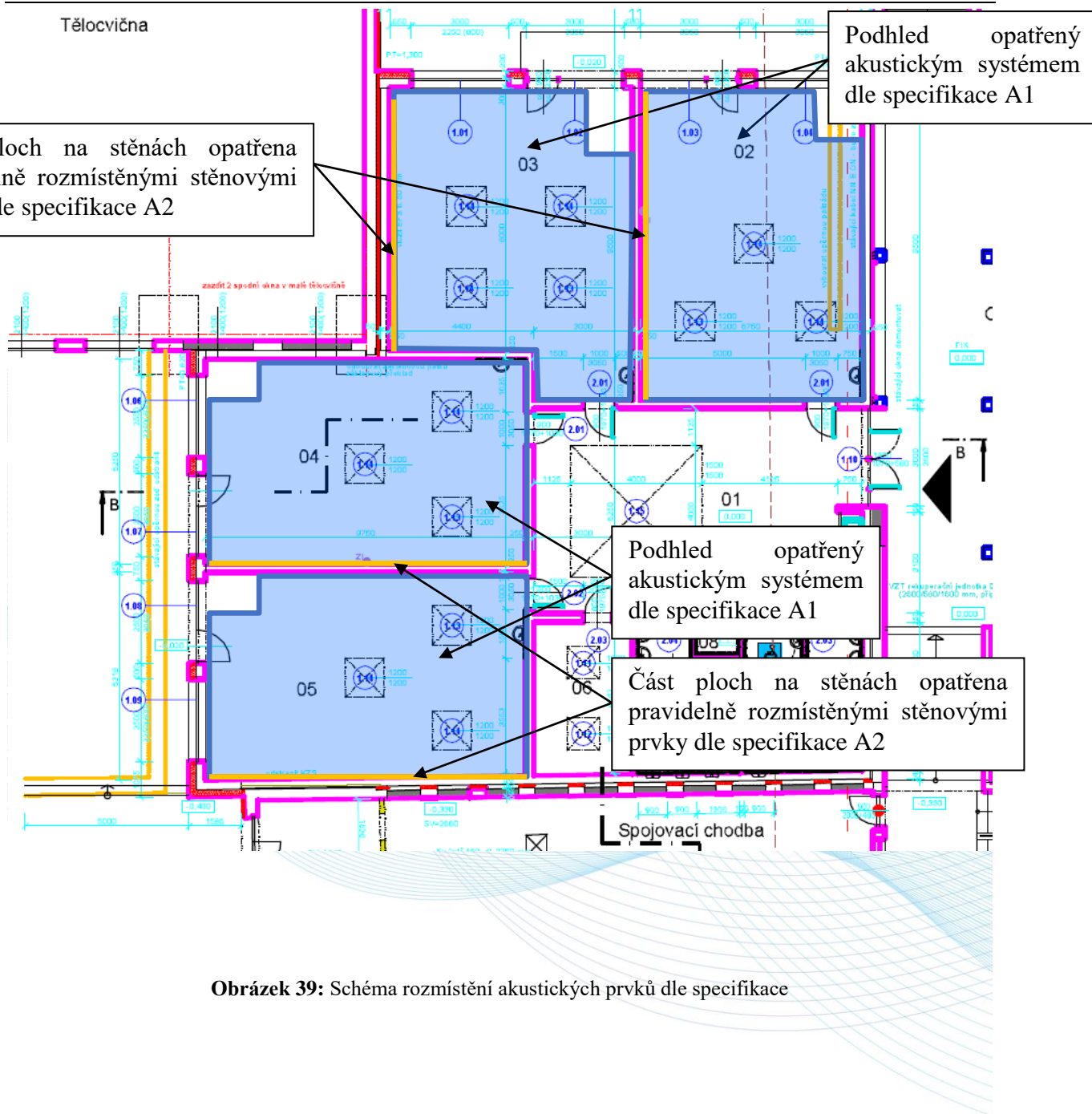
Posudek řeší pouze prostorovou akustiku. Neřeší zbylé části akustiky (stavební akustiku, hluk z objektu apod.) ani požární, mechanicko-odolnostní, bezpečnostní, tepelně technická ani jiná hlediska. Především doporučujeme prověřit umístění akustických materiálů z bezpečnostních hledisek (ostré hrany apod.)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

Pozn.: Po akustických úpravách bude dosaženo výborné srozumitelnosti řeči ve všech učebnách (tj. průměrné hodnoty budou minimálně 0,75).

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

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

3.3. Schéma navržených akustických úprav



Obrázek 39: Schéma rozmístění akustických prvků dle specifikace