

„ZŠ Na Stráni“

z hlediska prostorové akustiky

-

Děčín VI

 Erbenova 146/10 460 08 Liberec 8 Mobil : 777 652 599 777 825 531 Tel/fax: 485 150 103 E-mail: beryl.lbc@centrum.cz	vypracoval	Ing. Jan Dolejší	číslo zak	0611/24
		Karel Wagner		
	schválil	Ing. Eliška Wagnerová	datum	11/24
	objednatel	Martin Hübschman, DiS Růžová 88, 405 02 Děčín II	stupeň	expertiza
			arch.číslo	0611/24
název		Akustický posudek	paré	poč.stran
			1	12

BERYL, spol. s r. o.

Erbenova 146/10, 460 08 Liberec 8
Tel: 777 652 599, 777 825 531
IČ: 25029169 DIČ: CZ25029169

1. Všeobecná část

1.1 Předmět zkoušky

Tato studie byla vypracována na základě objednávky s cílem navrhnout a posoudit akustické systémy upravující parametry prostorové akustiky v rámci projektu „ZŠ Na Stráni“, ul. Na Stráni 879/2, Děčín VI.

Ve všech řešených prostorech, učebnách a dalších navazujících místnostech bylo navrženo akustické opatření (viz dále). Je zde dáván důraz na kvalitu prostorové akustiky (dle ČSN 73 0527), zejména ale pak na kvalitu a funkčnost provedených akustických opatření včetně všech dalších nároků.

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

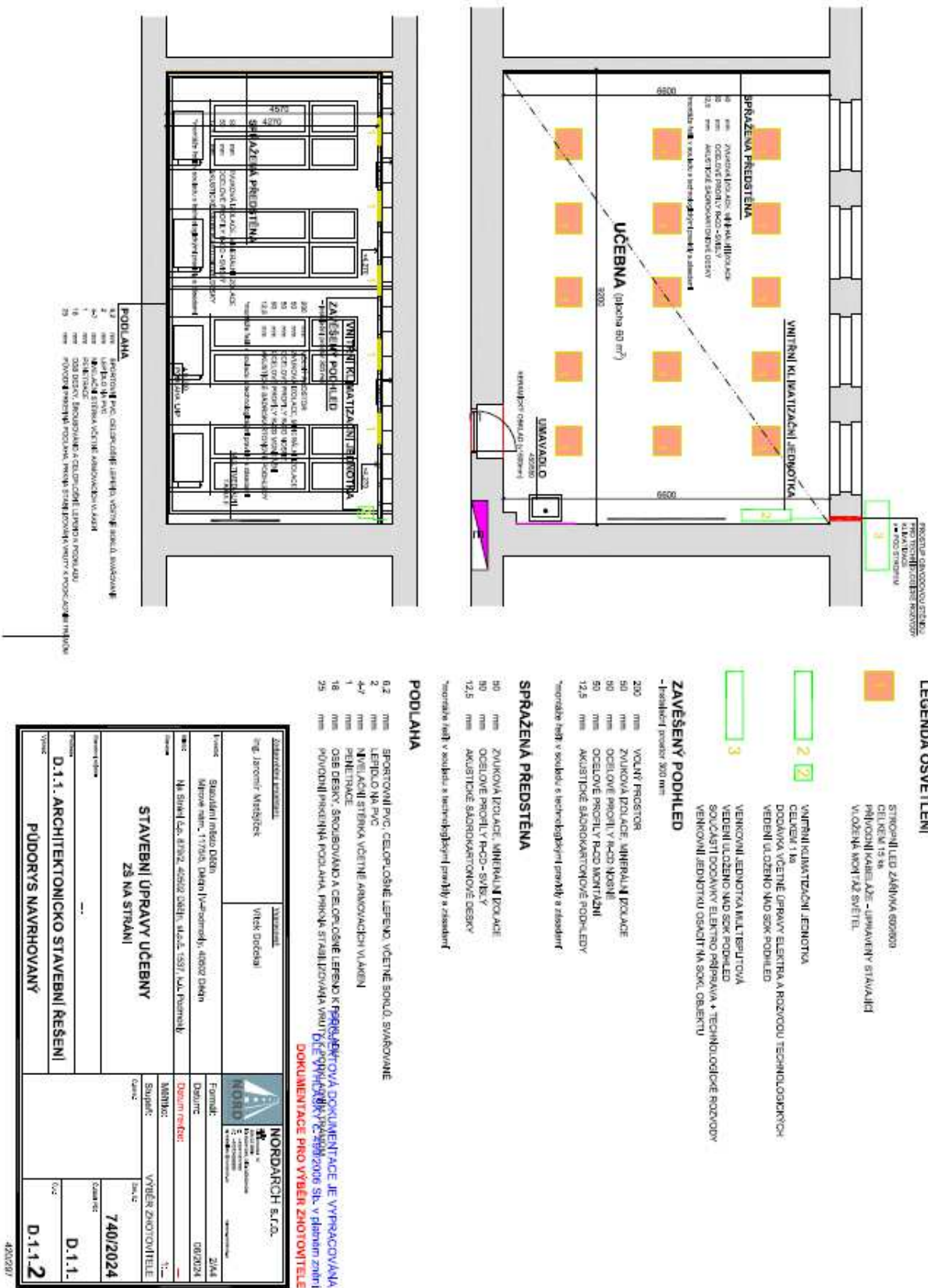
- Vyhláška 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých
- Vyhláška 343/2009 Sb., kterou se mění vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí 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

Použité softwary

- GstarCAD 2023
- Cinema 4D V11.027
- Odeon Auditorium v. 17.03
- MS Office (Excel, Word)

Použité podklady

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



Obrázek 1: Půdorys učebny

2. Výsledková část

V tomto posudku jsou řešeny místnosti školy a návrh opatření prostorové akustiky tak, aby byla prostorová akustika těchto prostor v souladu s doporučeními normy ČSN 730527.

2.1 Učebna (učebna pro cvičení)

2.1.1 Popis prostoru

Jedná se o prostor obdélníkového půdorysného tvaru o celkové výměře 60 m² a světlé výšce 4,27 m.

Objem prostoru $V = 256 \text{ m}^3$ (dle PD) a celková plocha ohraničujících vnitřních povrchů konstrukcí je $S = 258 \text{ m}^2$.

2.1.2 Akustické řešení

Na základě podkladů byly vytvořeny zjednodušené akustické modely. Před provedením akustických modelů nebylo provedeno měření jednotlivých parametrů prostorové akustiky, tudíž nemohl být akustický model zkaliťován dle skutečného stavu prostoru na základě těchto měření.

Uvažované konstrukční materiály: vinyl tvoří pochozí vrstvu podlahy. Obvodové a vnitřní stěny jsou zděné opatřené vnitřní omítkou, stropy opatřené akustickými materiály. Detailněji jsou popsány jednotlivé skladby v projektové dokumentaci.

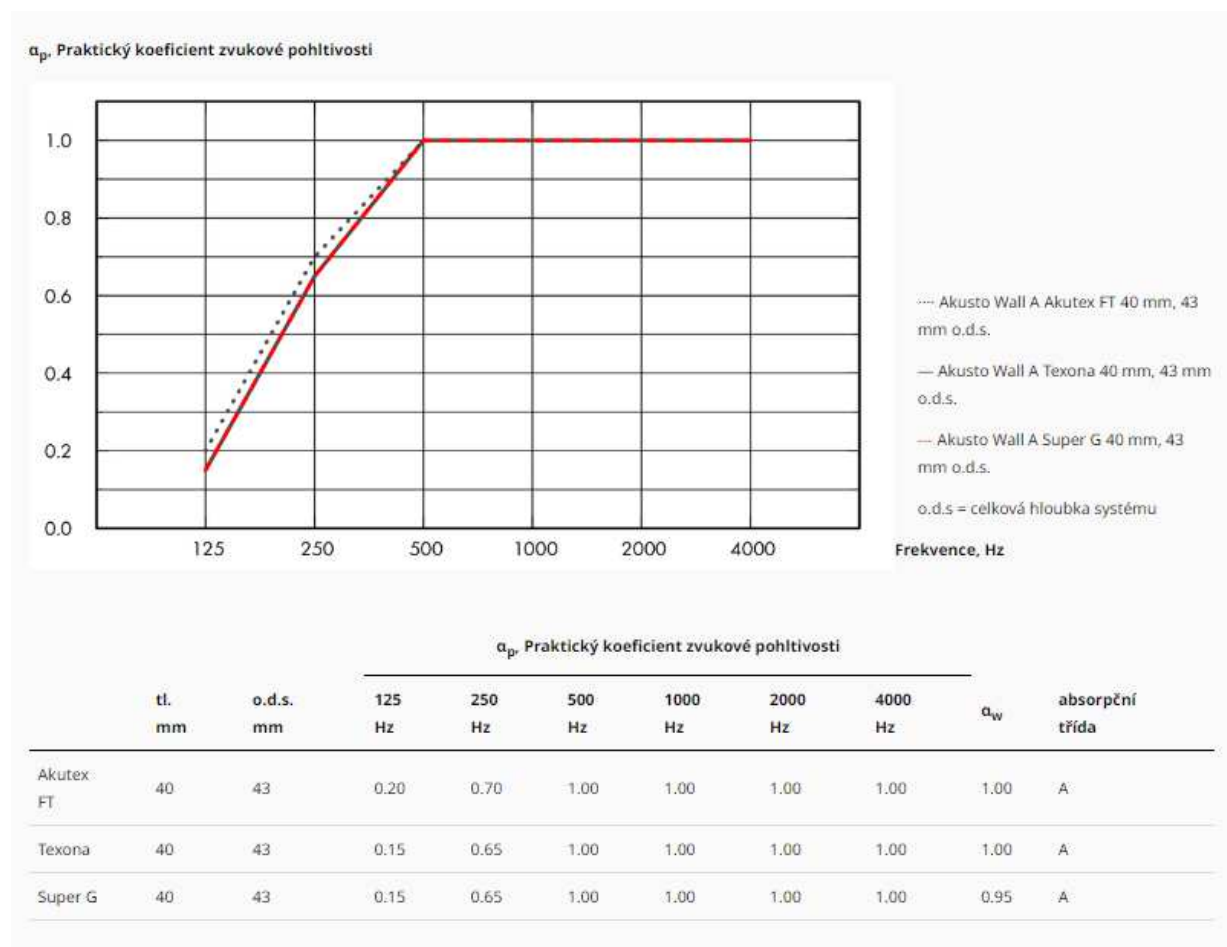
2.1.3 Návrh akustických úprav

Návrh akustických úprav byl proveden za pomoci referenčních akustických systémů, které splňují zadané požadavky.

Ozn.	Typ akustického materiálu	Odsazení od tuhé desky	Popis	Výměra / m ²	Poznámka
A1	Plný SDK podhled (ref. výrobek Rigips)	300 mm	Plný bezesparý sádrokartonový podhled. Vzduchová mezera svěšení bude opatřena minerální vatou tl. 50 mm	<u>Celoplošně ve zvolené ploše podhledu místnosti (Cca 60 m²)</u>	
A2	Akusticky pohltivé stěnové panely tl. 40 mm (ref. Výrobek Ecophon Akusto Wall C)	Kontaktně přímo k podkladu	Akusticky pohltivé stěnové panely tl. 40 mm na bázi lisované kamenné vlny	<u>Opatřit stěny rovnoměrně po celém obvodu místnosti (cca 35 m²)</u>	Rovnoměrně rozmístit na zadní stěnách místnosti

Tabulka 1: Tabulka použitých akustických materiálů v interiéru

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



Obrázek 2: Technická specifikace navrženého materiálu A2

2.1.4 Akustická simulace a její hodnocení

Zjednodušený geometrický model místností byl vytvořen 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).

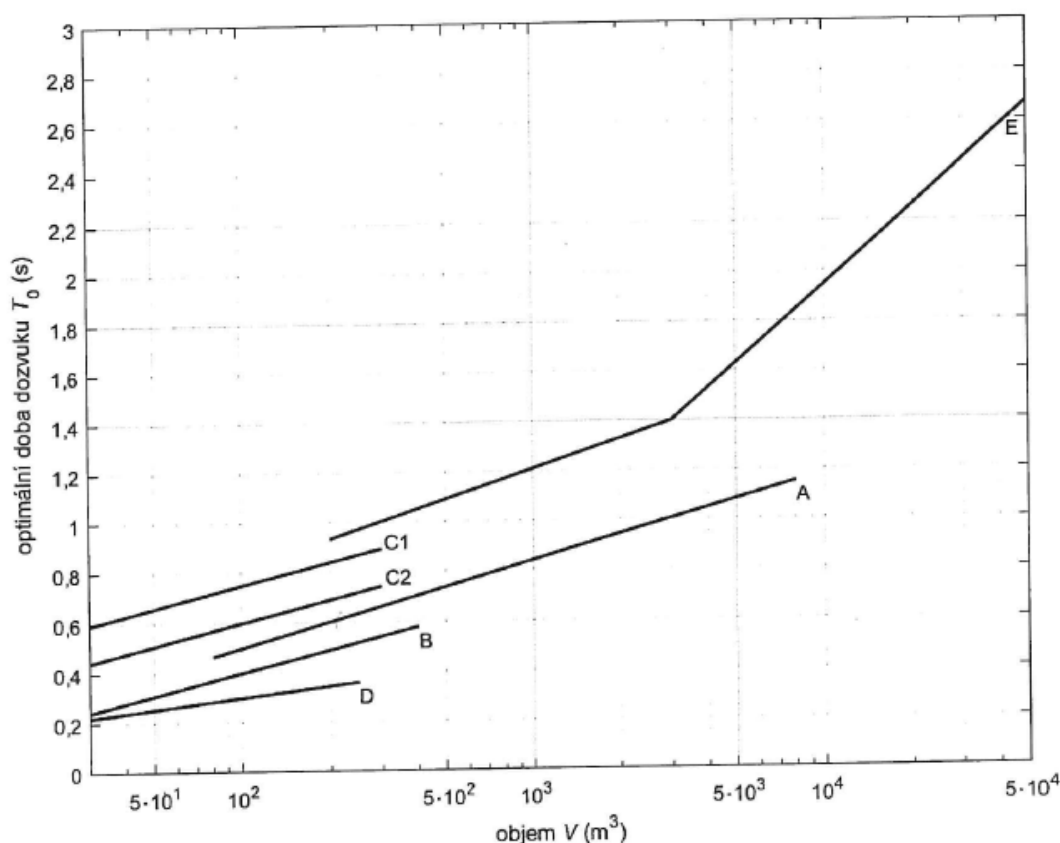
Optimální řešení doby dozvuku (resp. prostorové akustiky) byla stanovena na základě doporučených hodnot normou ČSN 73 0527 (srpen 2023) Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory pro veřejné účely.

Pro Učebnu pro cvičení byl zvolen požadavek na optimální doby dozvuku $T_0 = 0,97$ s, podle křivky průběhu pro stanovení optimální doby dozvuku T_0 (s).

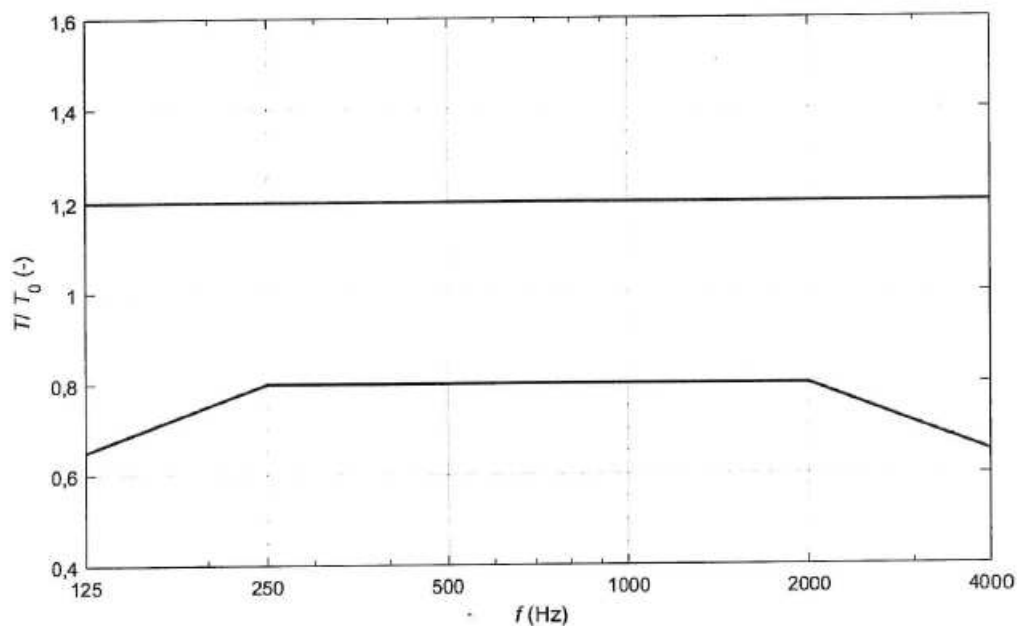
Výsledky simulace T_{30} jsou zobrazené v následujícím grafu, ze kterého je zřejmé, že doba dozvuku v navrhované místnosti po provedení akustických úprav se pohybuje v mezích zvoleného tolerančního pásma.

Veškeré simulované průměrné hodnoty akustických veličin jsou uvedeny v následujících tabulkách.

ČSN 73 0527



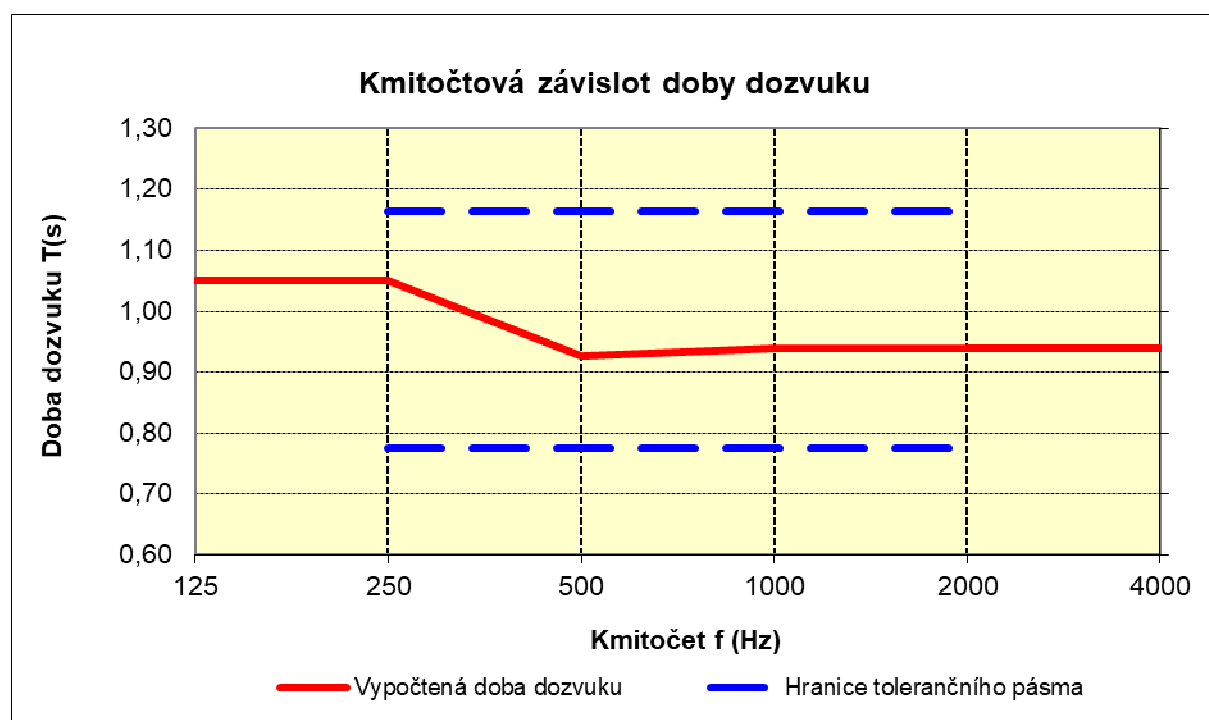
Obrázek 3: Optimální doba dozvuku T_0 pro jednotlivé typy prostorů (školské prostory a prostory pro vzdělání)



Obrázek 4: Přípustné toleranční pásmo poměru doby dozvuku T/T_0 v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma (školské prostory a prostory pro vzdělání)

Frekvence [Hz]	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Simulace T_{30} [s] (neobsazená místnost)	1,05	1,04	0,93	0,94	0,94	0,94
Simulace T_{30} [s] (nehodnoceno)	-	-	-	-	-	-
Horní mez T_{30} [s]	-	1,164	1,164	1,164	1,164	-
Dolní mez T_{30} [s]	-	0,776	0,776	0,776	0,776	-

Tabulka 2: Simulovaná průměrná doba dozvuku T_{30} a meze jejího tolerančního pásma v místnosti v navrženém stavu (Učebna pro cvičení)



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

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 3: 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, síně 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) v učebně **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.

Všechny nově řešené prostory byly posuzovány jako prostory pro výuku, viz níže.

Prostor	Křivka průběhu pro stanovení optimální doby dozvuku T_0 (s), (viz příloha A, obrázek A.2)	Toleranční pásmo (viz příloha A)
Kmenové učebny Odborné učebny Učebny pracovní výuky Seminární místnosti Posluchárny Denní místnosti mateřských škol	A	Řeč (obrázek A.5)
Hudební učebny	A	Hudba a řeč (obrázek A.4)
Jazykové učebny Speciální učebny se zvýšeným nárokem na srozumitelnost	B	Řeč (obrázek A.5)
Multimediální učebny Hudební učebny s reprodukovanou hudbou	B	Řeč (obrázek A.5)
Učebny pro elektronické a elektrofonické hudební nástroje	B	Hudba a řeč (obrázek A.4)
Učebny hry na individuální akustické nástroje učebny zpěvu – dolní mez	C1	Hudba a řeč (obrázek A.4)
Učebny hry na bicí nástroje	C2	Hudba a řeč (obrázek A.4)
Učebna orchestrální hry hudebních škol	D	Hudba a řeč (obrázek A.4)
Tělocvičny a sportovní haly Plavecké haly Učebny gymnastiky a tance Posilovny Prostory pro fitness	E	Zúžené toleranční pásmo (obrázek A.7)

Tabulka 4: Požadavky na školské prostory pro vzdělání (ČSN 73 0527, tabulka 5)

3.2 Vyhodnocení

Byl vypracován posudek prostorové akustiky na základě objednávky s cílem navrhnout a posoudit akustické systémy upravující parametry prostorové akustiky v rámci projektu „ZŠ Na Stráni, Děčín“. Je nutné konzultovat jakékoliv změny, aby nedošlo k narušení prostorové akustiky v posuzované místnosti.

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

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

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

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 C80: Ukazatel „kvality“ prostoru pro daný účel, zejména pak pro hudební představení. Různé styly hudby vyžadují různou hodnotu jasnosti. Např. pro komorní hudbu se ideální hodnoty pohybují mezi -4 a +4 dB atp.

Zřetelnost D50: Parametr spjatý se srozumitelností řeči. Určuje kvalitu poslechu řeči v závislosti na daném prostoru.

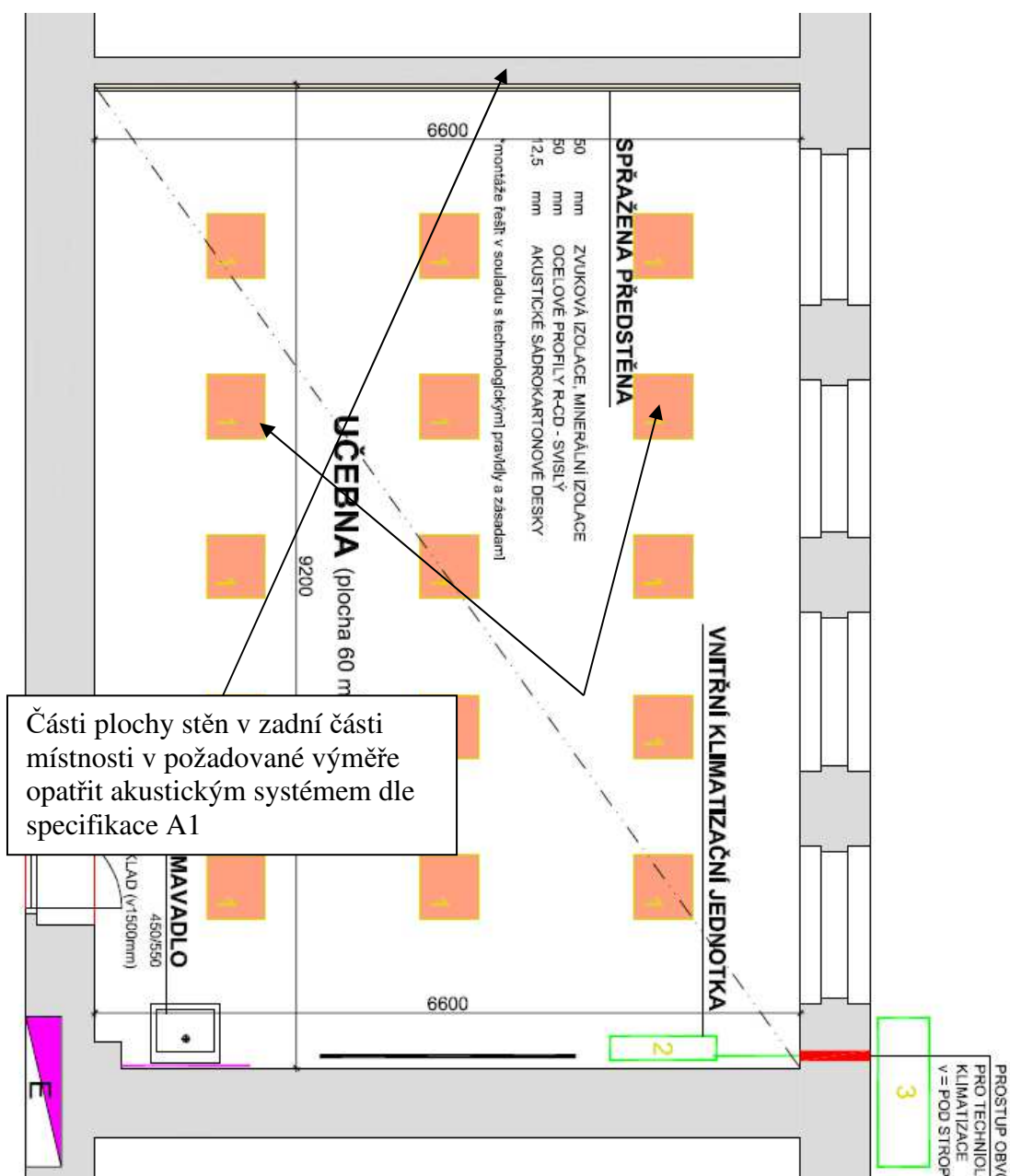
Lateral fraction LF80: závislá především na tvaru sálu a odrazivosti ploch. Spolu s hodnotami LF50, LFC50 a LFC80 spoluurčuje kvalitu distribuce zvuku v závislosti na tvaru a objemu prostoru.

Echo: Hodnota, 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.

Index přenosu řeči (srozumitelnost) STI: zkoumá srozumitelnost jednotlivých slabik, slov i celých vět v mluveném projevu.

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

4.2 Rozmístění akustických materiálů



Obrázek 5: Schematický náčrt navržených akustických opatření