

1 Úvod

Tato studie popisuje úpravy prostorové akustiky tělocvičny ZŠ Preislerova. Na základě výpočtů kmitočtových závislostí dob dozvuku jsou specifikovány potřebné akustické úpravy, rozsah a parametry akustických prvků.

Studie neřeší konkrétní provedení instalace, předpokládá se standardní montáž v souladu s technologickými postupy výrobců.

2 Vstupní požadavky

V řešeném prostoru je nutné splnit akustické požadavky plynoucí z normy ČSN 73 0527, která specifikuje akustické parametry prostor pro výukové, sportovní a veřejné účely.

Tyto nároky jsou pro školní prostory závazné (a tedy i školní tělocvičny). Prostor bude využíván výhradně jako sportoviště, jeho cílová doba dozvuku v souladu s objemem a výše uvedenou normou je 1,35 sekundy.

3 Akustický návrh

Tato studie prostorové akustiky se zabývá výhradně optimalizací šíření zvuku v rámci řešených prostor, nikoliv navazujícími akustickými obory (stavební nebo hluková akustika).

3.1. Výpočet doby dozvuku

Pro výpočet doby dozvuku byl použit vztah podle N. Eyringa

$$T_{60} = \frac{4 \cdot \log_e 10^{-6} \cdot V}{-S \cdot c_0 \cdot \log_e (1 - \bar{\alpha})} \approx 0,164 \cdot \frac{V}{-S \cdot \ln(1 - \bar{\alpha})} \quad [\text{s}]$$

kde S je celková plocha místnosti [m^2].

V je objem místnosti [m^3].

Průměrná hodnota α se určí podle následujícího vztahu

$$\bar{\alpha} = \frac{\alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \dots + \alpha_n S_n}{S} = \sum_{i=1}^n \frac{S_i \cdot \alpha_i}{S} \quad [-]$$

kde $\alpha_1 \dots \alpha_n$ jsou činitelé pohltivosti [-] omezujících ploch $S_1 \dots S_n$ [m^2],

S je celková plocha místnosti [m^2].

Tento vztah v sobě nezahrnuje vliv útlumu zvuku ve vzduchu a proto

$$T_{60} = 0,164 \cdot \frac{V}{-S \cdot \ln(1 - \alpha) + 4m \cdot V} \quad [s]$$

kde m je činitel útlumu zvuku ve vzduchu [-].

Výpočty byly provedeny v oktavových pásmech s důrazem na střední kmitočty, to znamená 250 Hz až 2 kHz (redukované kmitočtové pásmo v souladu s normativními požadavky na tělocvičny).

4 Popis řešení prostorové akustiky

Na základě výpočtů dob dozvuku byly stanoveny plochy a parametry akustických prvků. V rámci stropu je uvažován rastrový podhled s mechanickou odolností vyhovující sportovnímu provozu, souhrnná plocha by měla pokrýt polovinu celkové půdorysné plochy. Zbýlá plocha je tvořena plným SDK podhledem, který lze realizovat buď jako obvodový pás, nebo prostřídat v segmentech s rastrovým podhledem (pak je vhodné do SDK instalovat koncové prvky ostatních profesí, např. osvětlení, VZT apod).

Výše uvedená polovina plochy stropu je čistá výměra akustických prvků bez uvažování těchto koncových prvků.

Odpovídající akustické parametry jsou následující:

Kmitočet (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Koef. aku. absorpce	0,49	0,81	0,95	1,0	1,0	0,90

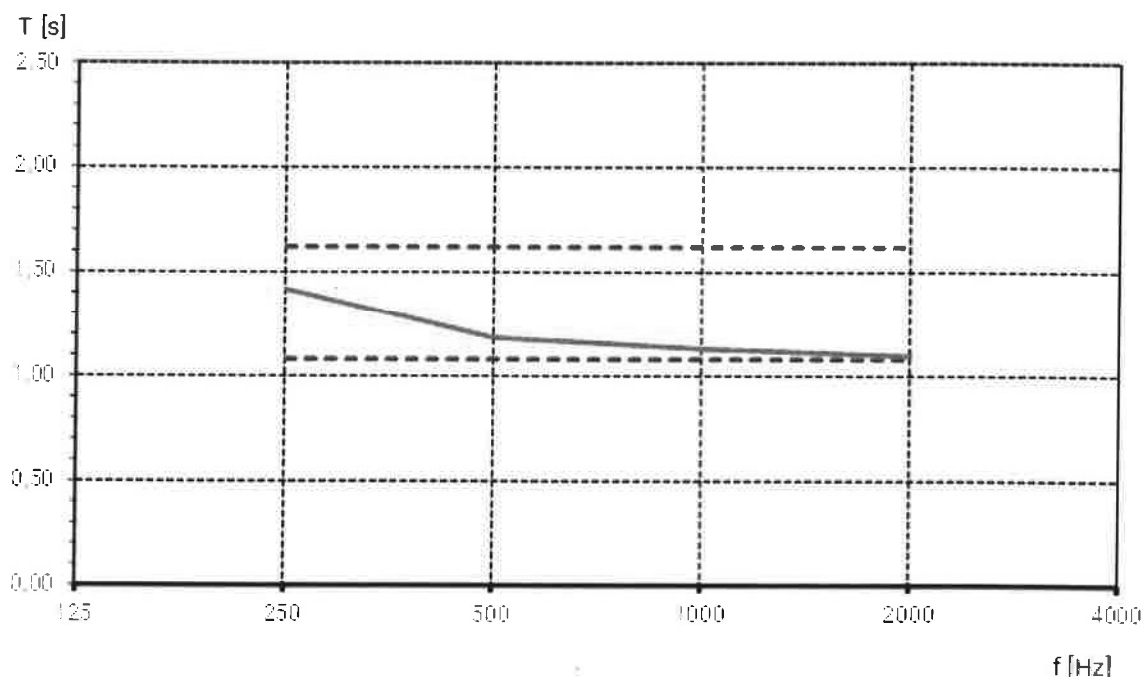
Pro další zatlumení prostoru a zamezení vzniku opakovaných odrazů je vhodné instalovat stěnové obklady, vždy na jednu z protilehlých stěn.

Pro tyto stěnové akustické obklady jsou uvažovány následující parametry:

Kmitočet (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Koef. aku. absorpce	0,45	0,65	0,8	0,7	0,6	0,5

4.1. Parametry prostorové akustiky po úpravách

Na následujícím obrázku je uveden vypočtený kmitočtový průběh doby dozvuku dle výše uvedených úprav.



Obr. 1: Vypočtená kmitočtová závislosti doby dozvuku po akustických úpravách.
Čárkované průběhy vymezují toleranční pole dle normy.

Z vypočteného kmitočtového průběhu vyplývá, že doba dozvuku se pohybuje v tolerančním poli daném normou pro sportovní prostory a tělocvičny.

5 Závěr

Tato studie popisuje návrh řešení prostorové akustiky školního prostoru tělocvičny a vyhodnocuje splnění normativních požadavků, které jsou dle vyhlášky č. 343/2009 Sb. závazné.

Řešená tělocvična splní po navržených akustických úpravách požadavky normy ČSN 73 0527.

Akustické úpravy jsou řešeny podhledem, který bude kombinován s plným SDK a stěnovými obklady. Rovnoměrné rozprostření akustických prvků v prostoru (absorpce není soustředěna pouze na podhled) zajistí správné akustické podmínky pro požadované využití.

Celkové výměry akustických prvků:

Akustický prvek	Výměra
Akustický rastrový podhled	170 m ²
Stěnové akustické obklady	120 m ²