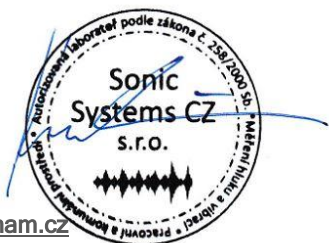


Hodnocení akustiky vnitřního prostoru ke stavbě „Víceúčelový sportovní areál UKB – GP“

Sonic Systems CZ s.r.o.
Ing. A. Kaluža, Ing. B. Holek
e-mail: sonicsystemscz@seznam.cz
www.sonic-systems.cz



Datum zpracování: červen 2024

Obsah

Úvod	3
Podklady a legislativa	3
Vyhodnocení doby dozvuku	3
Vnitřní prostor tělocvičny	4
Závěr	6

Úvod

Úkolem této studie je hodnocení a návrh materiálového složení povrchů interiéru vnitřního prostoru tělocvičny s ohledem na dodržení parametrů doby dozvuku. Vnitřní prostory řešené stavby je nutno vyhodnotit s porovnáním k mezím dle aktuální verze normy ČSN 73 0527.

Podklady a legislativa

- ČSN 73 0527 - Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - prostory pro kulturní účely - Prostory ve školách - Prostory pro veřejné účely
- Projektová dokumentace stavby

Vyhodnocení doby dozvuku

Výpočet doby dozvuku se provádí pro vnitřní prostory nových místností, nebo prostorů kde jsou prováděny stavební či dispoziční úpravy, a ve smyslu ČSN 730527 - Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky, je zde doporučená hodnota průběhu doby dozvuku ve vybraném frekvenčním rozsahu. Případně se jedná o prostory, u kterých je vhodné vzhledem ke způsobu užívání optimalizovat akustiku. V případě školských zařízení se jedná o místnosti typu: učebna, posluchárna, místnosti pobytu dětí v MŠ, školní družina, výuková dílna, školní kabinet, ale také kanceláře, zasedací místnosti, tělocvičny, a jiné prostory, u kterých je vhodné z hlediska akustické pohody prostředí mít vyřešenou dobu dozvuku.

Doporučením pro výše uvedené typy místností je vyhodnotit dobu dozvuku, kterou je možno v ideálním případě optimalizovat širokopásmovým obkladem části místnosti - přičemž plochou, která je pro instalaci nejvhodnější je zpravidla strop místnosti.

Optimální doba dozvuku je dle aktuálního znění normy (srpen 2023) stanovena v závislosti na vnitřním objemu místnosti, charakteru využití, a toleranční pásmo pak dle typu zvuku (řeč/hudba). Např. pro kmenovou učebnu o vnitřním objemu 300 m³, je doba dozvuku $T_0 = 0,7$ s, jazyková učebna stejného objemu bude mít $T_0 = 0,5$ s, stejně tak multimediální učebny (stanoveno dle grafu A2 a navazující tabulky). Stanovení optimální doby dozvuku pro školská zařízení se provádí dle křivek a tabulky A.2 přílohy normy ČSN 73 0527. Stanovení tolerančního pásma je pak dle grafů A4, A5 normy.

Pro vnitřní prostory tělocvičen je stanovena doba dozvuku T_0 dle obrázku A2 normy (křivka E)

K hodnocení vnitřní akustiky prostoru níže uvedených místností je proveden výpočet doby dozvuku dle požadavků ČSN 73 0527. Činitele zvukové pohltivosti α v jednotlivých frekvenčních pásmech byly pro výpočet vzaty z hodnot experimentálně zjištěných činitelů zvukové pohltivosti, hodnot naměřených výrobcem materiálu, nebo uváděných v odborné literatuře. Tyto hodnoty je nutno považovat za orientační - reálné hodnoty činitele pohltivosti se mohou mírně lišit. Hodnoty zvukové pohltivosti akustických obkladů jsou použity z katalogových listů výrobců. Výpočty jsou uvažovány pro situace užívání učeben - tedy včetně uvažovaných počtů osob a s běžným školním případně jiným nábytkem.

Výpočet doby dozvuku je proveden dle vzorce:

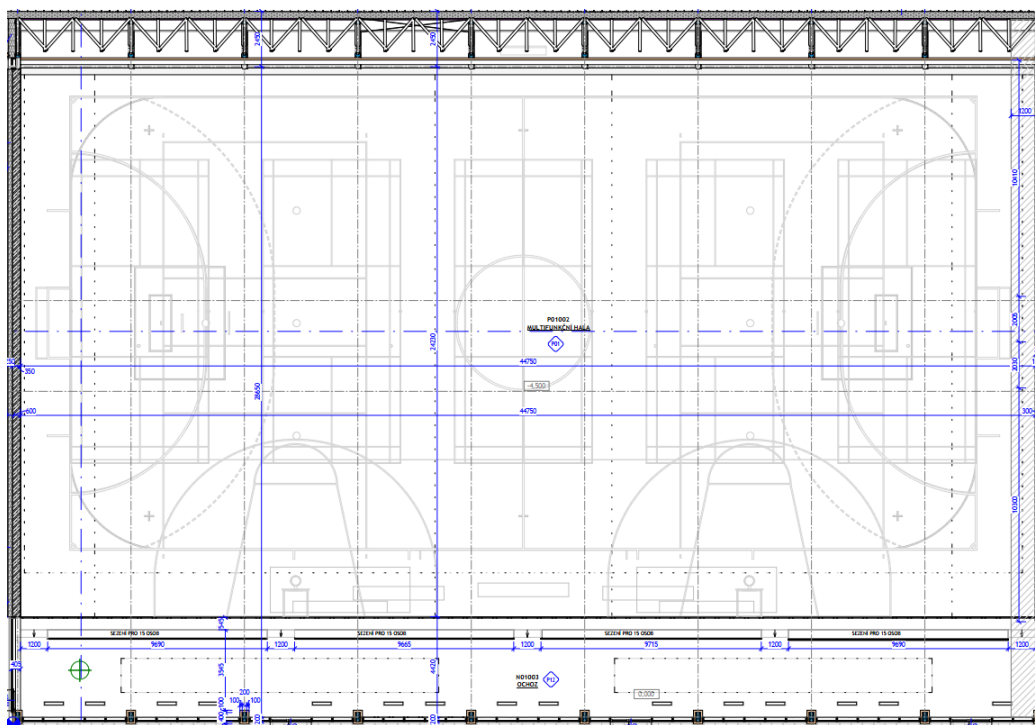
$$T = 0,164 * V * \frac{1}{S \alpha_E + 4mV} \quad [s]$$

V=objem místnosti

m=koeficient pohltivosti na základě vlhkosti vzduchu
(uplatní se zejména u velkých prostorů)

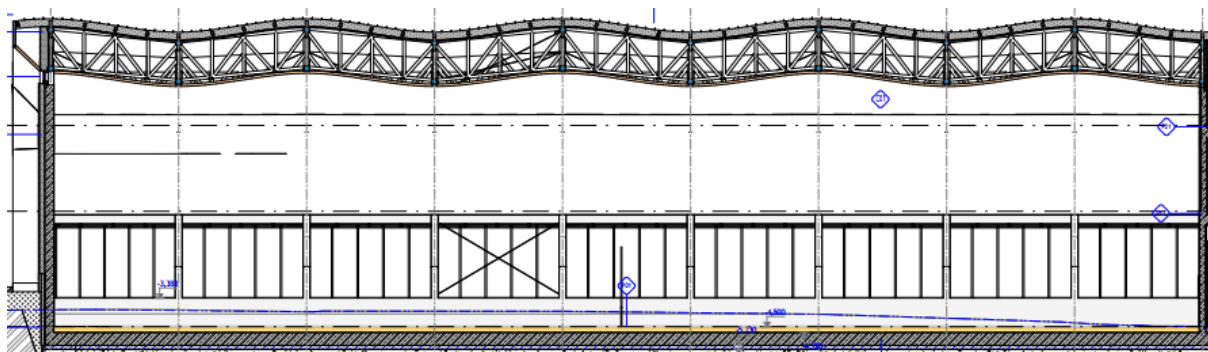
$$\alpha_E = -\ln(1 - \alpha)$$

Vnitřní prostor tělocvičny



Obr. č. 1 půdorys řešeného prostoru

Rozměry hlavního prostoru tělocvičny jsou 44,75 x 24,23 m, světlá výška prostoru tělocvičny je proměnlivá, jednak je strop tělocvičny v úhlu a obklad stropu bude ve tvaru vln.

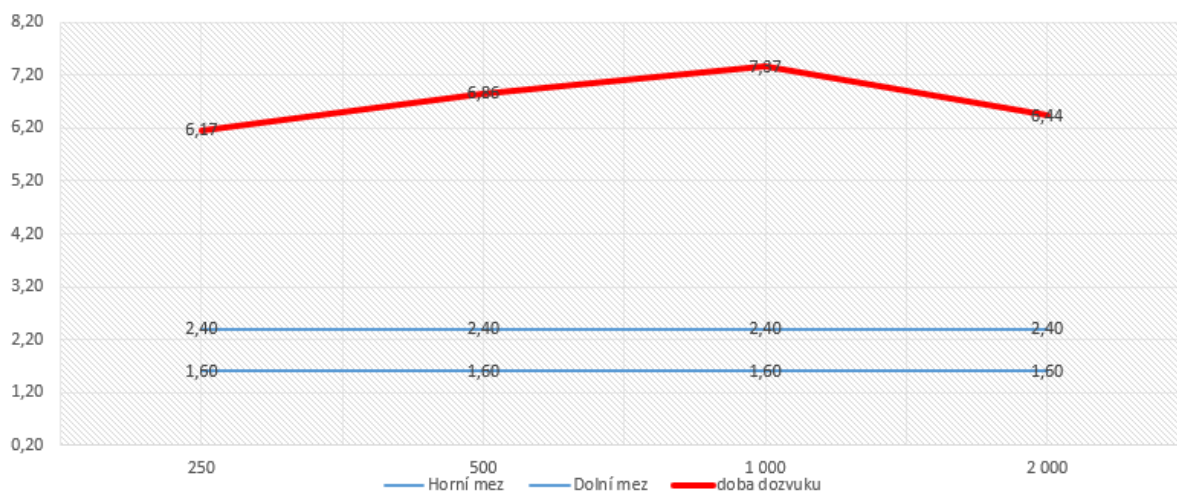


Obr. č. 2 podélný řez tělocvičnou

Meze doby dozvuku se odvíjí od vnitřního objemu tělocvičny a stanoveny jsou ve rozsahu frekvencí 200 Hz až 2000 Hz, viz graf níže, na kterém je měřením zjištěná hodnota doby dozvuku hlavního prostoru tělocvičny.

Pro řešený vnitřní prostor tělocvičny bude doba dozvuku T_0 stanovena na základě objemu cca 13 000 m³ jako $T_0 = 2s$.

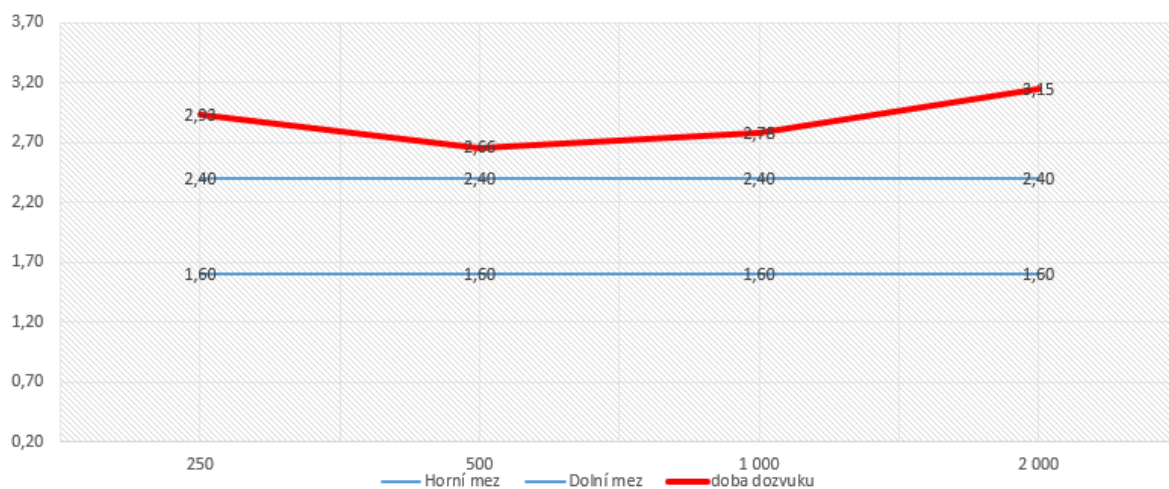
Za předpokladu použití běžných (akusticky tvrdých) materiálů povrchů ploch obvodových konstrukcí tělocvičny budou hodnoty doby dozvuku vysoce převyšovat normou stanovené meze, viz graf níže.



Obr. č. 3 doba dozvuku v tělocvičně v případě realizace bez opatření optimalizující dobu dozvuku

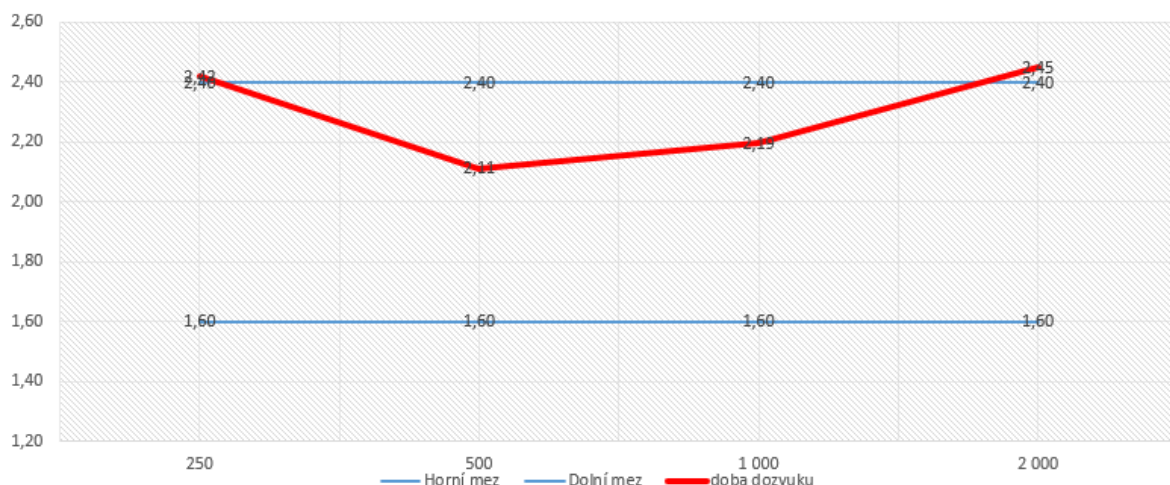
Opatření která jsou v rámci projektu navrhována:

Strop bude opatřen dřevěným laťováním s mezerami mezi latěmi. Nad tímto obkladem bude instalován akustický materiál Ecophon Industry Modus, který má v řešeném spektru velmi dobré hodnoty pohlcení zvuku. Do výpočetního modelu bude počítáno s mezerami mezi latěmi v šířce alespoň 30 mm při šířce latě 100 mm. Hodnocení doby dozvuku při této variantě opatření je na grafu níže.



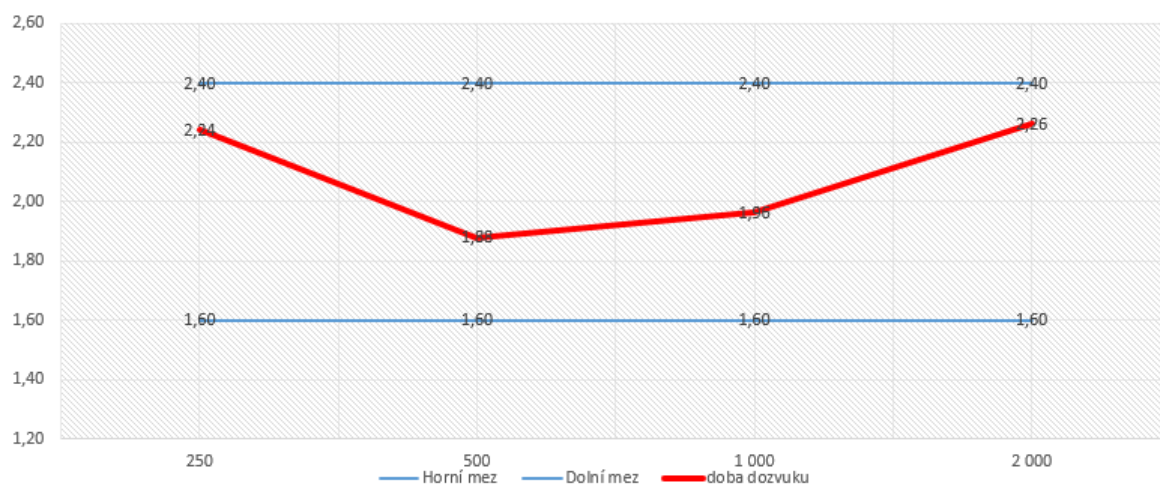
Obr. č. 4 doba dozvuku v tělocvičně v případě realizace akustického opatření na strop tělocvičny

Dle výše uvedeného grafu je zřejmé, že akustická opatření provedená pouze na stropě místnosti nemusí být dostatečná k dodržení parametrů normy. Plochami, které mají výrazný vliv na akustiku vnitřního prostoru tělocvičny jsou čelní stěny a podélná stěna pod ochozem, které jsou v prvotním výpočtu hodnoceny jako betonové, a tedy akusticky výrazně odrazivé. Materiálem, který by bylo možné alespoň na čelní stěny instalovat je stěnový lepený obklad Ecophon Super G Plus B v celkové ploše alespoň 150 m² tzn. 2 x pás výšky 3 m na obou čelních stěnách.



Obr. č. 5 doba dozvu v tělocvičně v případě realizace akustického opatření na strop a části bočních stěn tělocvičny

Doplněním k výše uvedeným opatřením by pak mohly být akustické dřevěné panel AVS3 alfa 3 v ploše 185 m², za kterými by byla instalována vrstva nízkofrekvenčního pohlcovače Ecophon Extra Bass, vše instalováno na stěny nad ochozem mezi sloupky (do hodnocení zadaná plocha 185 m²).



Obr. č. 6 doba dozvu v tělocvičně v případě realizace akustického opatření na strop, části bočních stěn a v prostoru nad ochozem, tělocvičny

Závěr

Výše provedeným výpočtem bylo provedeno hodnocení doby dozvu v návaznosti na požadavky ČSN 73 0527 k řešenému prostoru. Ve výpočtech jsou uvedeny materiály a jejich umístění, které je doporučeno použít při realizaci stavby. Instalací výše uvedených materiálů vzniká předpoklad dodržení požadavků normy na akustiku vnitřního prostředí učebny-herny.

Výše provedený výpočet má omezenou přesnost a vychází z projektové dokumentace, dostupných materiálů a hodnot činitele útlumu standardních stavebních materiálů, reálné hodnoty akustiky vnitřního prostředí jsou proměnné a budou se měnit např. počtem dětí, umístěním a typem nábytku, ale i ročním obdobím, tlakem vzduchu, vlhkostí apod. Vlastní realizaci akustických opatření je nutno provádět dle ČSN 73 0525 v krocích kdy jsou průběžně prováděna měření doby dozvu na základě, kterých jsou výše vypočtené hodnoty optimalizovány. Pouze za

předpokladu dodržení tohoto postupu lze garantovat dodržení požadavků ČSN 73 0527 v návaznosti na výše provedené výpočty. Je také vhodné alokovat určitou finanční rezervu v celkových nákladech stavby pro případná dodatečná opatření optimalizující dobu dozvuku, které mohou na základě výsledků měření dodatečně vzniknout.