

Ing. Petr Brutar, K Biřičce 1646, 500 08 Hradec Králové

IČO : 48646903

Technika prostředí staveb - TEPS

petr.brutar@volny.cz

**Akce: PŘÍSTAVBA A REKONSTRUKCE SPORTOVNÍ
HALY CHRUDIM, I. ETAPA**

Výpočet doby dozvuku



Zpracoval: Ing. Petr Brutar

Osvědčení o autorizaci č.0600394 ČKAIT dle zákona č. 360/1992

Hradec Králové, květen 2021

arch. č. 12/2021

1. Popis situace, akustické úpravy

Účelem posouzení je orientační zhodnocení doby dozvuku v prostoru sportovních hal a v zrcadlovém sále v rámci akce „PŘÍSTAVBA A REKONSTRUKCE SPORTOVNÍ HALY CHRUDIM, I. Etapa“ (zpracovatel Projekce CZ s.r.o., Chrudim).

Stavební a prostorové řešení jednotlivých prostorů je zřejmé z PD.

Hala č.m. 1.1.01 má půdorysnou plochu palubovky cca 1080 m² s výškou pod podhled 7,92 m. Na sportovní plochu navazuje tribuna č.m. 1.2.01 s plochou cca 252 m² a chodba č.m. 1.2.03 s plochou cca 106 m². Hala je prosvětlena okny v obvodové stěně. Palubovka haly je stávající s dřevěným povrchem, tribuna je s povrchem beton a osazena plastovými sedadly, prostor chodby je s keramickou dlažbou, stěny jsou s omítkami, v hale je do výšky 3 m navržen dřevěný obklad, oddělení od prostoru boulderingu je plechovou stěnou.

Akustické úpravy:

Pod stropem haly a tribuny bude instalován svěšený akustický podhled ECOPHON SUPER G Plus (1200 x 600 x 40 mm) – volná plocha podhledu (bez plochy světla, VZT) je cca 70 % z celkové plochy stropu plochy – tj. cca 1000 m².

Na čelních stěnách budou umístěny pod stropem akustické stěnové obklady ECOPHON Akusto Wall Super G „C“ (2700 x 600 x 40 mm) - v celkové ploše cca 60 m².

Hala č.m. 2.1.17 má půdorysnou plochu palubovky cca 299 m² s výškou pod podhled 7,35 m. Na sportovní plochu navazuje hala rozběhu s plochou cca 17 m² a ochoz č.m. 2.2.05 s plochou cca 47 m². Hala je prosvětlena skleněnou stěnou v obvodové stěně, v interiéru jsou ŽB sloupy, vazníky jsou dřevěné, mezi nimi jsou k podhledu přisazena světla a otopné panely, které zaujímají podstatnou plochu stropu. Palubovka haly je s vinylovým sportovním povrchem, prostor ochozu je s keramickou dlažbou, stěny jsou s omítkami, v hale je do výšky 3 m navržen dřevěný obklad.

Akustické úpravy:

Pod stropem haly a ochozu bude instalován dle prostorových možností vzhledem k uvedenému technologickému vybavení svěšený akustický podhled ECOPHON SUPER G Plus (1200 x 600 x 40 mm) – volná plocha podhledu je orientačně uvažována cca 20 % z celkové plochy stropu plochy – tj. cca 60 m². V případě, že tato volná plocha nebude k dispozici, je nutno zbývající plochu nahradit stěnovými obklady.

Na čelních stěnách a vzhledem k požadované ploše i na částech bočních stěn budou umístěny akustické stěnové obklady ECOPHON Akusto Wall Super G „C“ (2700 x 600x 40 mm) - v celkové ploše cca 150 m².

Zrcadlový sál č.m. 2.2.14 má půdorysnou plochu cca 70 m² s výškou pod podhled 2,8 m Sál je prosvětlen okny v obvodové stěně. Podlaha je navržena se sportovním vinylovým povrchem, stěny jsou s omítkami, podélná stěna je opatřena zrcadly.

Akustické úpravy:

Pod stropem sálu bude instalován akustický podhled ECOPHON SUPER G (1200 x 600 x 35 mm) – volná plocha podhledu (bez plochy světla) je uvažována cca 85 % z celkové plochy stropu plochy – tj. cca 60 m².

Poznámka

V ostatních sportovních prostorech je vhodné použít např. akustický podhled ECOPHON GEDINA E 600x600x15.

2. Požadavky na dobu dozvuku

Sportovní hala č.m. 1.1.01

Dle ČSN 73 0527 "Projektování v oboru prostorové akustiky" je pro hodnocení sportovní haly stanovena doba dozvuku (tabulka č. 3 normy) v závislosti na objemu prostoru - dle přílohy A – obr. A1 – závislost 5 (pro neobsazený stav) – pro úhrnný objem propojených prostorů haly (cca 10720 m³) :

$$\text{cca } T_0 = 1,95 \text{ s}$$

Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 dle přílohy A8 normy :

pro frekvence 250 - 2000 Hz $T/T_0 = 0,8 - 1,2$

tj. rozpětí hodnot $T = 1,56 \text{ s}$ – dolní mez

$T = 2,34 \text{ s}$ – horní mez

Sportovní hala č.m. 2.1.17

Dle ČSN 73 0527 "Projektování v oboru prostorové akustiky" je pro hodnocení sportovní haly stanovena doba dozvuku (tabulka č. 3 normy) v závislosti na objemu prostoru - dle přílohy A – obr. A1 – závislost 5 (pro neobsazený stav) – pro úhrnný objem propojených prostorů haly (cca 2 420 m³) :

$$\text{cca } T_0 = 1,35 \text{ s}$$

Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 dle přílohy A8 normy :

pro frekvence 250 - 2000 Hz $T/T_0 = 0,8 - 1,2$

tj. rozpětí hodnot $T = 1,08 \text{ s}$ – dolní mez

$T = 1,62 \text{ s}$ – horní mez

Zrcadlový sál

Dle ČSN 73 0527 "Projektování v oboru prostorové akustiky" je pro hodnocení tělocvičen stanovena doba dozvuku (tabulka č. 3 normy) v závislosti na objemu prostoru – pro objem až od 500 m³ (příloha A, obr. A.1.). Pro objem sálu cca 195 m² je možné využít požadavek na prostory ve školách (tab. 2 normy) – pro učebnu gymnastiky a tance je doporučen **širokopásmový obklad stropu** bez specifikace hodnoty doby dozvuku.

Širokopásmový obklad stropu musí splňovat následující specifikaci: absorpční třída A nebo B, vážený činitel zvukové pohltivosti $\alpha_w \geq 0,8$.

3. Orientační výpočet doby dozvuku

Pro ověření akustických parametrů sportovních hal a zrcadlového sálu s navrženým akustickým podhledem a popř. obkladem je proveden orientační 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 uváděných v odborné literatuře - např. dle měření VÚZORT (katalog Akustické obklady) a katalogu VUT Brno - Akustika staveb a dle ČSN EN 12354-6 – Stavební akustika – Výpočet akustických vlastností budov. Tyto hodnoty je nutno však považovat pouze jako orientační - skutečné hodnoty se mohou částečně lišit.

Hodnoty zvukové pohltivosti akustických podhledů a obkladů jsou použity z katalogu ECOPHON (viz tabulka výpočtů). Pro přiblížení teoretických výpočtů vzhledem k prováděným měřením při obdobných podmínkách je při výpočtu uvažováno s korigovanými hodnotami na středních frekvencích pro přiblížení reálného prostředí a podmínek při realizaci.

Prostor pro posouzení sportovních hal a sálu je pro výpočet dle požadavků normy uvažován bez lidí.

Výpočet doby dozvuku T

byl proveden dle vztahu (Eyringův vzorec) :

$$T = 0,164 \cdot V \frac{1}{s\alpha_E + 4mV} \quad (s)$$

kde V objem (m^3)

m koeficient pohltivosti v závislosti na rel. vlhkosti

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

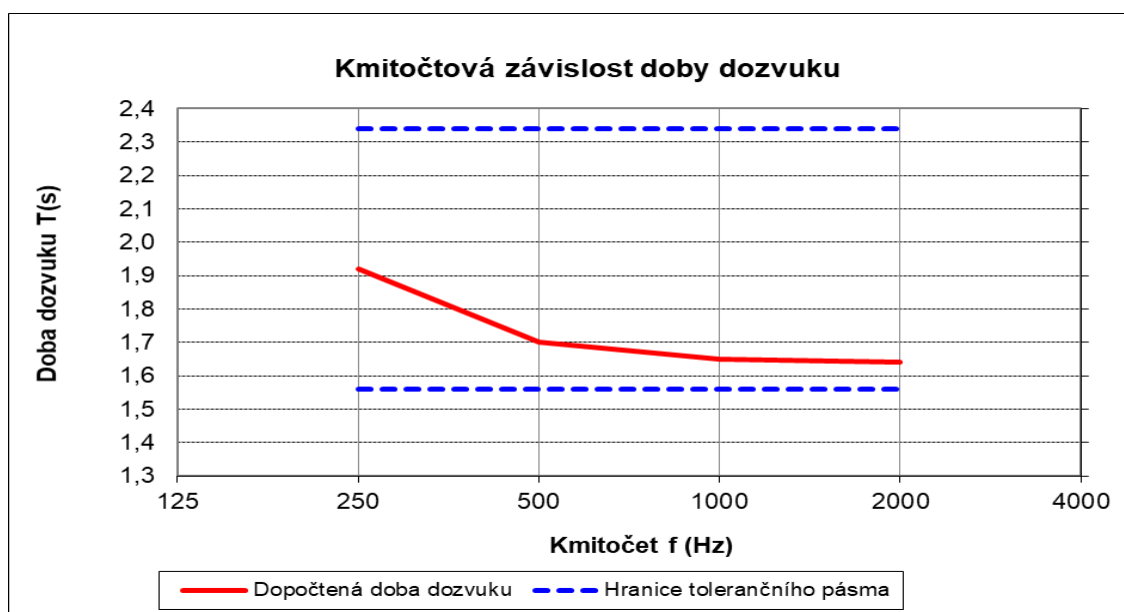
Sportovní hala č.m. 1.1.01

Vypočtené hodnoty (v oktávových pásmech):

- uvedené plochy jsou orientační (základní plochy)

Frekvence (Hz)	-	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Povrch	plocha (m ²)	činitel zvukové pohltivosti α (-)					
Podhled ECOPHON SUPER G Plus	1000	0,2	0,85	1	1	1	1
Obklad ECOPHON AKUSTO Wall C Super G	60	0,15	0,65	1	1	1	1
Palubovka	1080	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06
Kovová stěna	50	0,1	0,13	0,12	0,05	0,05	0,05
Dřevěné zařízení, obklad	400	0,15	0,1	0,06	0,06	0,06	0,05
Stěny- omítky	600	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
Prosklení	70	0,15	0,05	0,03	0,05	0,02	0,02
Betonová podlaha, dlažba	350	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
Plocha se sedadly	200	0,06	0,06	0,10	0,06	0,06	0,09
α_p	-	0,09	0,21	0,24	0,25	0,25	0,25
T (s)	-	(4,8)	1,92	1,70	1,65	1,64	(1,6)

Grafické vyhodnocení:



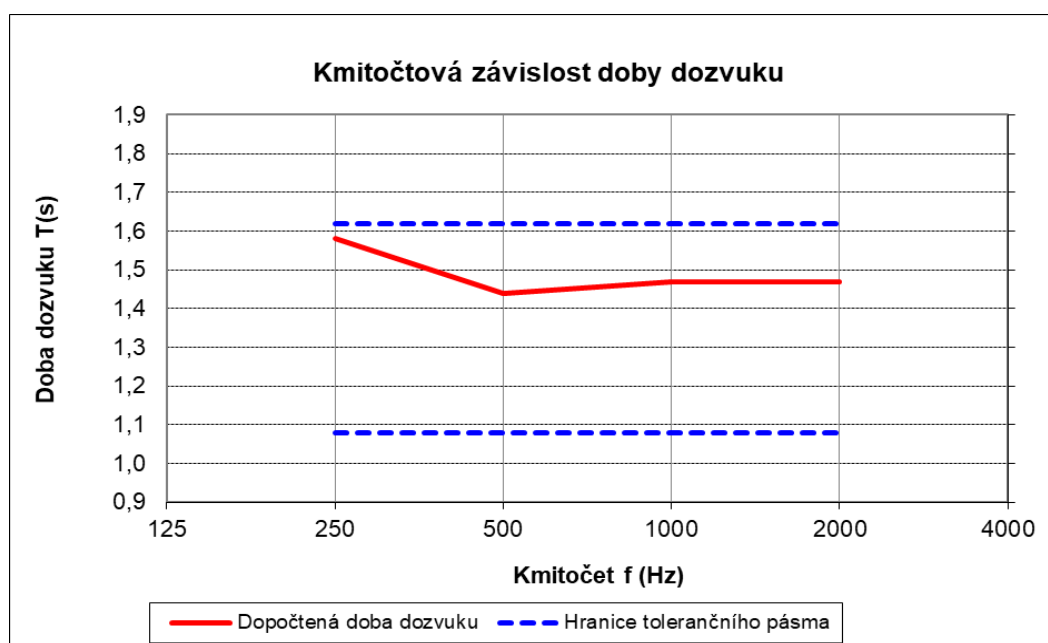
Sportovní hala č.m. 2.1.17

Vypočtené hodnoty (v oktávových pásmech):

- uvedené plochy jsou orientační (základní plochy)

Frekvence (Hz)	-	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Povrch	plocha (m ²)	činitel zvukové pohltivosti α (-)					
Podhled ECOPHON SUPER G Plus	60	0,2	0,85	1	1	1	1
Obklad ECOPHON AKUSTO Wall C Super G	150	0,15	0,65	1	1	1	1
Palubovka	316	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Strop –.zařízení	250	0,12	0,12	0,08	0,05	0,05	0,05
Dřevěné zařízení,obklad	150	0,15	0,1	0,06	0,06	0,06	0,05
Stěny- omítky	200	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
Prosklení	130	0,08	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02
Beton, dlažba	80	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
α_p	-	0,09	0,16	0,19	0,18	0,18	0,18
T (s)	-	(3,4)	1,58	1,44	1,47	1,47	(1,4)

Grafické vyhodnocení:



Zrcadlový sál č.m. 2.2.14

Vypočtené hodnoty (v oktávových pásmech):

(průměrné hodnoty v prostoru sálu – orientačně stanoveny jako pro prostor tělocvičny)

Frekvence (Hz)	-	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Povrch	plocha (m²)	činitel zvukové pohltivosti α (-)					
Podhled ECOPHON SUPER G	59	0,15	0,55	1	1	1	1
Podlaha - vinyl	70	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Dřevěné zařízení	5	0,15	0,1	0,06	0,06	0,06	0,05
Stěny- omítky	47	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
Prosklení	20	0,15	0,05	0,03	0,05	0,02	0,02
zrcadla	35	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
α_p	-	0,14	0,21	0,25	0,27	0,27	0,27
T (s)	-	(2,1)	0,8	0,6	0,6	0,6	(0,6)

Poznámka:

- doba dozvuku není pro zrcadlový sál dle normy číselně stanovena, předepisuje širokopásmový akustický podhled

4. Zhodnocení

Doba dozvuku pro hodnocení posuzovaných sportovních hal při uvažované ploše akustického podhledu ECOPHON SUPER G PLUS a navrženého obkladu stěn ECOPHON AKUSTO WALL A / SUPER G splňuje dle orientačního výpočtu požadavky ČSN 730527 (pro uvedené povolené rozmezí hodnot pro frekvence 250- 2000 Hz, pro frekvence 125 a 4000 Hz není rozmezí stanoveno).

Pro zrcadlový sál nelze dle ČSN 73 0527 použít pro hodnocení hodnoty jako pro tělocvičnu – dle normy je stanovena doba dozvuku (tabulka č. 3 normy) v závislosti na objemu prostoru – pro objem až od 500 m³ (příloha A, obr. A.1.). Pro objem sálu cca 195 m² je možné využít požadavek na prostory ve školách (tab. 2 normy) – pro učebnu gymnastiky a tance je doporučen **širokopásmový obklad stropu** bez specifikace hodnoty doby dozvuku. Širokopásmový obklad stropu musí splňovat následující specifikaci: absorpční třída A nebo B, vážený činitel zvukové pohltivosti $\alpha_w \geq 0,8$. Navržený akustický podhled splňuje absorpční třídu B a vážený činitel zvukové pohltivosti je dle TP $\alpha_w = 0,85$.

V Hradci Králové , květen 2021

Ing. Petr Brutar