

Akustická studie

TĚLOCVIČNA ZŠ FRÝDEK-MÍSTEK, JANA ČAPKA 2555

Řešení prostorové akustiky

Objednatel: **Saint-Gobain Construction Products CZ a. s.; Smrčkova 2485/4;
180 00 Praha 8**

Číslo zakázky: **20 351**

Počet stran: **6**

Zhotovitel:



AKUSTING, spol. s r. o., Cejl 76, 602 00 BRNO
tel.+ fax +420 545 210 297

Vypracovala: **Ing. Hana Vojířová**

Kontrolovala: **Petra Bílá**

Datum: **16. listopadu 2020**

Veškerá práva k využití si vyhrazuje AKUSTING společně se zadavatelem. Výsledky obsažené v dokumentaci jsou duševním vlastnictvím firmy AKUSTING. Jejich veřejná publikace a další využití nad rámec původního smluvního určení nebo předání třetí osobě je vázáno na souhlas zpracovatele.

DIČ: **CZ 27679748**
IČO: **27679748**

e-mail: **akusting@akusting.cz**
http: **www.akusting.cz**

1 Úvod a popis situace

Tato zpráva obsahující modelaci prostoru, výpočty a vyhodnocení s ohledem na platnou legislativu byla vypracována jako podklad pro návrh množství a typu akustických prvků výrobce Ecophon aplikovaných tělocvičně ke zlepšení akustických podmínek.

Pro posouzení je použito příslušných norem ČSN a odborná literatura.

Úkolem práce bylo posouzení akustického řešení vnitřního prostoru tělocvičny směřující k dosažení optimálních akustických podmínek. Výpočty jsou provedeny s použitím prvků o výrobce Ecophon.

2 Související předpisy a vstupní podklady

- 1 ČSN 73 0525: akustika. Projektování v oboru prostorové akustiky. Všeobecné zásady. Český normalizační institut; únor 1998
- 2 ČSN 73 0527: Akustika. Projektování v oboru prostorové akustiky. Prostory pro kulturní účely. Prostory ve školách. Prostory pro veřejné účely. Český normalizační institut; březen 2005.

3 Seznam použitých zkratk a symbolů

f	/Hz/	-	frekvence
T	/s/	-	doba dozvuku
T _o	/s/	-	optimální doba dozvuku
T _N ; T _U	/s/	-	doba dozvuku neupraveného prostoru, doba dozvuku upraveného prostoru
V	/m ³ /	-	objem místnosti
α _w	/0/	-	vážený číselný koeficient zvukové pohltivosti
α	/0/	-	číselný koeficient zvukové pohltivosti
α _{125-4kHz}	/0/	-	frekvenční průběh zvukové pohltivosti v oktávách

4 Legislativa

Pro hodnocení hluku jsou využita následující ustanovení:

- ČSN 73 0525: Akustika. Projektování v oboru prostorové akustiky. Všeobecné zásady. Únor 1998.
- ČSN 73 0527: Akustika. Projektování v oboru prostorové akustiky. Prostory pro kulturní účely. Prostory ve školách. Prostory pro veřejné účely. Český normalizační institut; březen 2005.

Kompletní přepis legislativy zabývající se těmito účely je pro účely této práce nadbytečný, proto zde uvádíme pouze odstavce, které se dotýkají tématu.

4.1 ČSN 73 0527: Akustika. Projektování v oboru prostorové akustiky. Prostory pro kulturní účely. Prostory ve školách. Prostory pro veřejné účely.

Tato norma stanoví hlavní zásady pro projektování a realizaci uzavřených prostorů pro kulturní účely, prostorů ve školách a prostorů pro veřejné účely. Platí pro nově zřizované, rekonstruované nebo adaptované prostory, v nichž kvalita poslechových podmínek či akustická pohoda hraje významnou roli.

4. Technické požadavky

4.2 Prostory pro veřejné účely

4.2.5 Doba dozvuku

Doba dozvuku T veřejných prostorů se vypočítá podle ČSN 73 0527 pouze pro oktávová pásma se středními kmitočty od 250 Hz do 2 000 Hz. Účelem akustické úpravy haly je upravit jejich dobu dozvuku T tak, aby závislost hodnot T/T_0 na středních kmitočtech oktávových pásem vyhovovala přípustnému rozmezí těchto hodnot. Odpovídající rozmezí T/T_0 je uvedeno v grafu 1.

Pro uzavřené prostory pro kulturní účely, prostory ve školách a prostory pro veřejné účely stanovují normy pro daný objem místnosti V (m^3) a s ohledem na využití místnosti optimální dobu dozvuku T_0 (s). Důležité je, aby byla doba dozvuku ve frekvenčním spektru vyrovnaná. Pro sportovní haly a tělocvičny se doporučují širokopásmové obklady celého stropu. Tím se dosáhne příznivých akustických poměrů.

V normě je uvedena i hodnota optimální doby dozvuku pro prostory sportovních hal. Lze ji odečíst z grafu A.1, dle křivky pro daný způsob využití prostoru a jeho objemu.

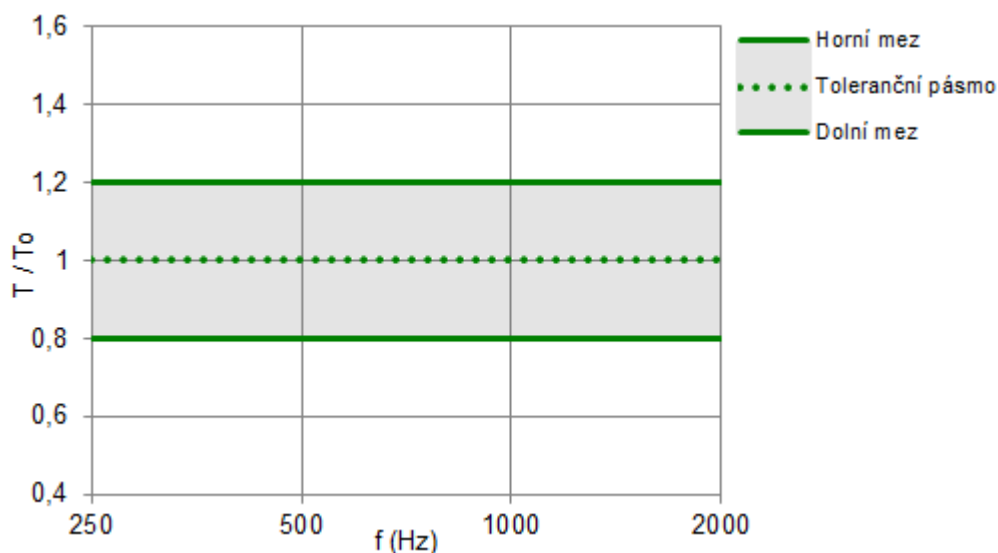
Sportovní hala, tělocvična:

$$V = 10\,404\, m^3$$

$$T_0 = 1,6\, s$$

* Širokopásmový obklad je dle této normy definován jako obklad, jehož vážený činitel zvukové pohltivosti $\alpha_w \geq 0,8$. Vážený činitel zvukové pohltivosti je jednočíselná kmitočtově nezávislá hodnota rovná hodnotě směrné křivky na 500 Hz po jejím posuvu, jak stanoví norma ČSN EN ISO 11 654. V předchozích předpisech byl širokopásmový obklad definován jako obklad z materiálů, jejichž činitel zvukové pohltivosti $\alpha > 0,6$ v pásmu kmitočtů 250 Hz až 2 000 Hz. Rozdíl mezi materiály popsány podle nové a staré definice je téměř nulový. Výrobci zatím, ne vždy uvádí vážený činitel zvukové pohltivosti, proto budeme materiály popisovat na základě činitele zvukové pohltivosti.

Graf 1: Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 sportovní haly v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma



5 Návrh akustického řešení sportovní haly

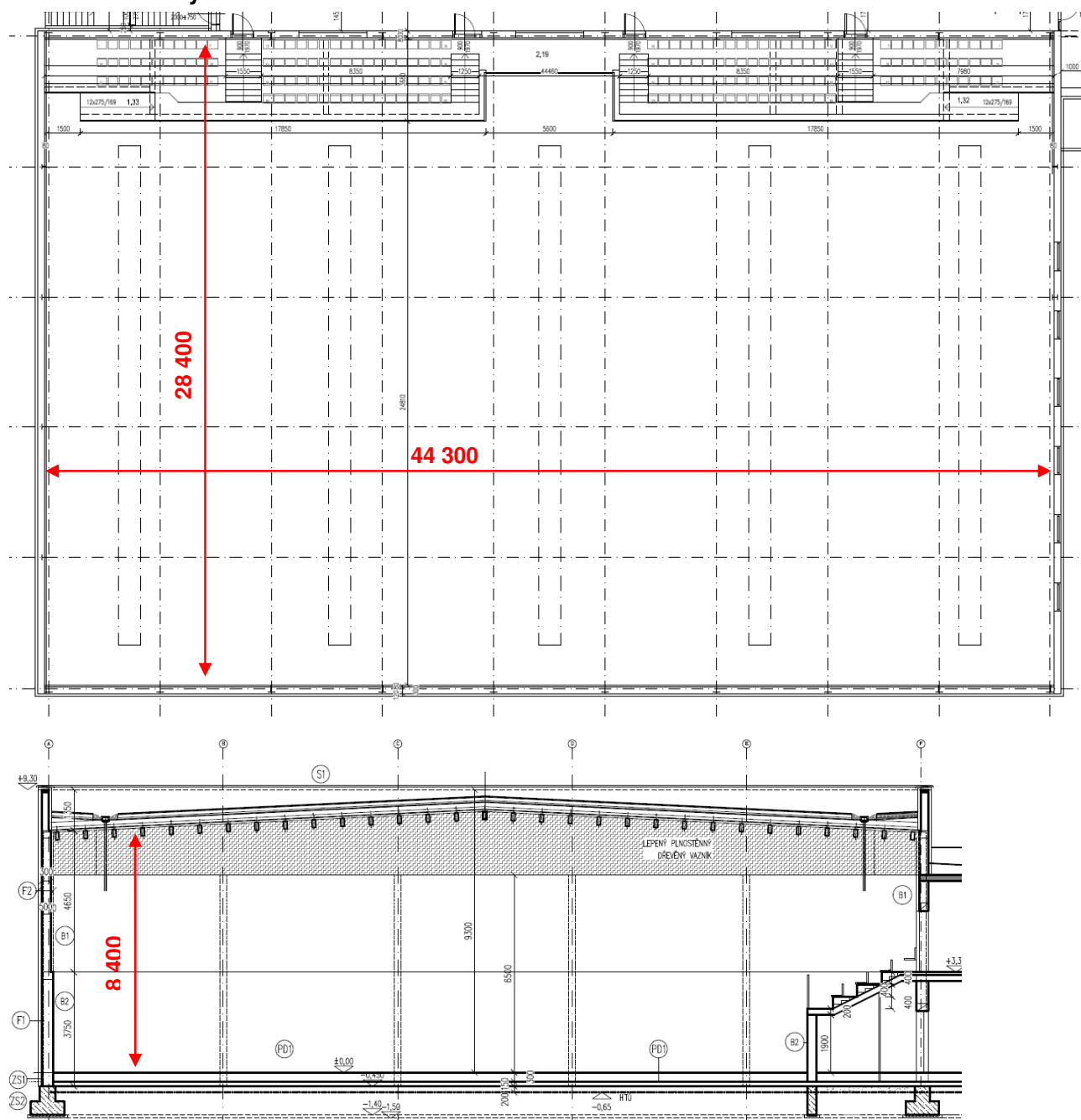
$$V = 10\,404 \text{ m}^3$$

$$T_0 = 1,6 \text{ s}$$

Na základě dodaných podkladů byl vytvořen počítačový model tělocvičny a vypočtena doba dozvuku v prostoru dle Eyringa. Bylo počítáno i s pohltivostí vzduchu. Pro sportovní haly je obecně požadován širokopásmový akustický obklad stropu. U některých typů hal je třeba obklad stropu doplnit ještě o obklad stěn. U hal s poměrem $h/V^{1/3} \leq 0,8$ postačuje obklad stropu; pokud je poměr $h/V^{1/3} > 0,8$, je nutné obložit i stěny.

Poměr výšky a objemu haly je $h/V^{1/3} = 0,38 \Rightarrow$ postačoval by širokopásmový obklad stropu.

Obr. 5.1: Půdorys a řez halou



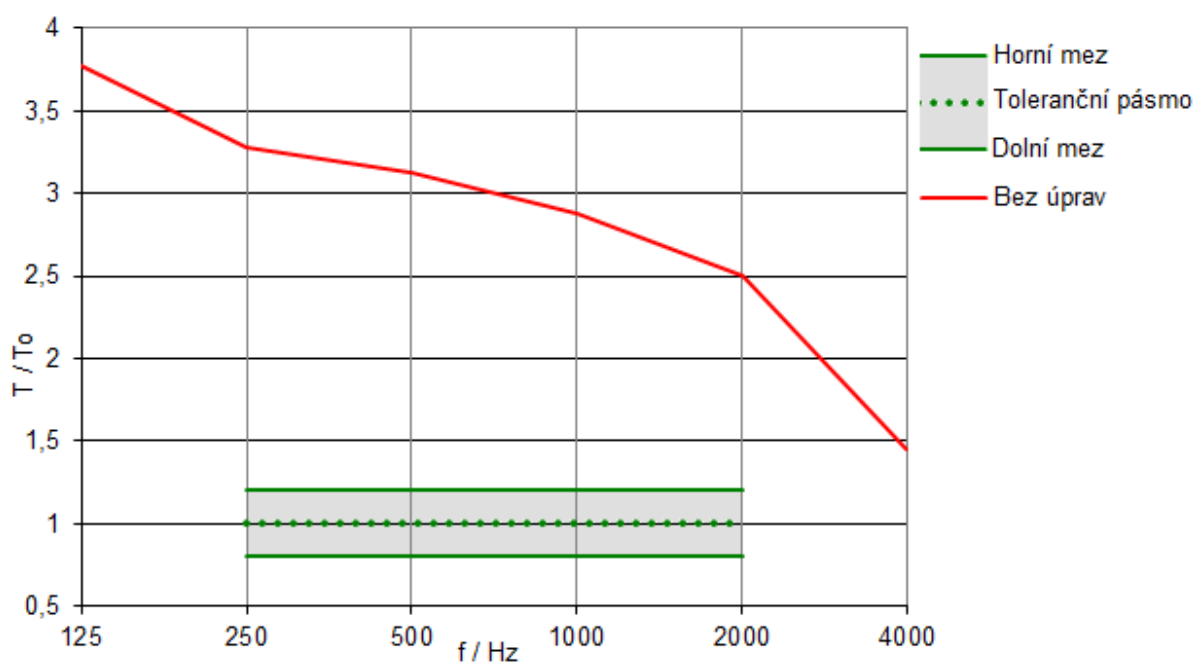
5.1 Neupravená tělocvična

V následující tabulce a grafu předkládáme výsledky výpočtů doby dozvuku v neupraveném prostoru tělocvičny. Z grafu č. 2 je zřejmé, že poměr dob dozvuku T_N/T_o leží zcela mimo toleranční pásmo.

Tab. 1: Doba dozvuku v neupravené hale a poměr dob dozvuku k optimální době dozvuku

tělocvična	V= 10 404 m ³	f / Hz					
	T _o = 1,6 s	125	250	500	1000	2000	4000
Prostor bez úprav	T _b	6,05	5,24	5,00	4,61	4,00	2,32
	T _b /T _o	3,78	3,28	3,13	2,88	2,50	1,45

Graf 2: Průběh doby dozvuku v neupravené hale a příslušné toleranční pásmo



5.2 Tělocvična s akustickými úpravami

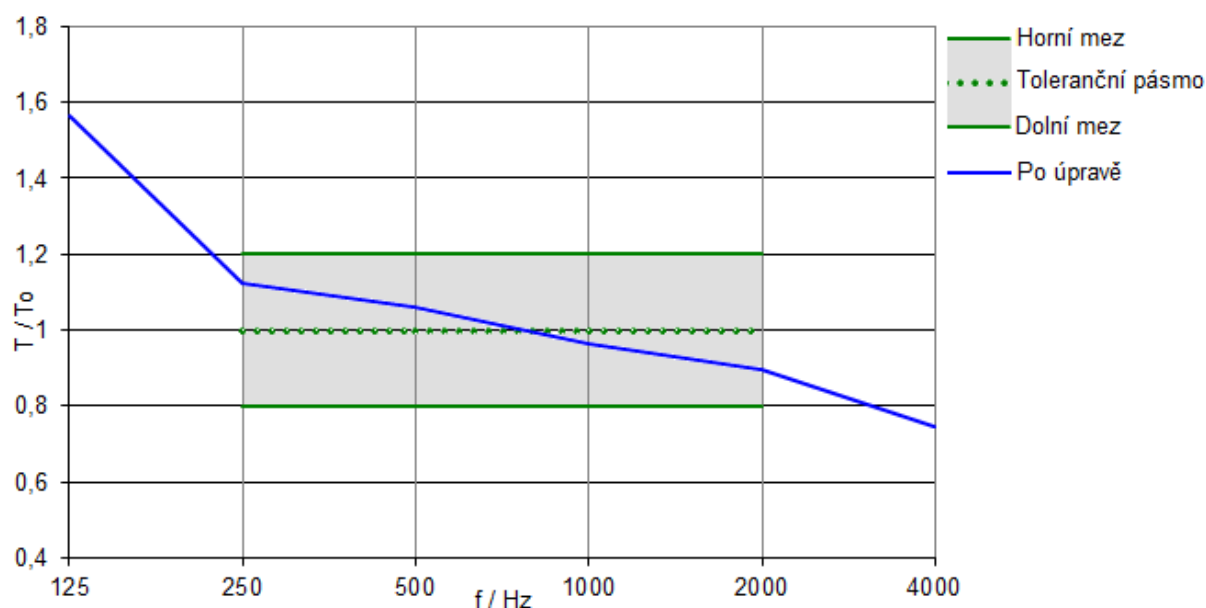
Akustické úpravy tělocvičen je nejlépe začít širokopásmovým obkladem stropu, které se případně doplní o úpravy na stěnách. Snažíme se o odstranění dvou protilehlých hladkých ploch (např. strop x podlaha), mezi kterými vzniká nežádoucí třesk. Uvažujeme s akustickou úpravou na stropě pomocí prvků Ecophon Super G plus, které budou aplikovány na strop mezi vazníky. Vzhledem k uspořádání stropu bylo uvažováno s pokrytím 1050 m² stropu. Tato úprava byla doplněna o úpravu na jedné boční a jedné čelní stěně. Stěny tělocvičny budou do výšky 3,5 m nad podlahou obloženy plným dřevěným obkladem. Akustický obklad stěn byl umístěn v pásu nad nimi. Na delší boční stěnu bylo aplikováno celkem 102 m² obkladu (do každého pole mezi sloupky 7 ks rozměru 600x2700 mm). Na čelní stěnu bylo aplikováno celkem 58 m² obkladu (do každého pole mezi sloupky 9 ks rozměru 600x2700 mm).

V následující tabulce a grafu předkládáme výsledky výpočtů úprav v tělocvičně.

Tab. 2: Doba dozvuku po úpravách v tělocvičně a poměr dob dozvuku k optimální době dozvuku

Tělocvična	V= 10 404 m ³	f / Hz					
	T ₀ = 1,6 s	125	250	500	1000	2000	4000
Po úpravách	T _{up}	4,56	2,48	1,7	1,54	1,43	1,19
	T _{up} /T ₀	2,85	1,55	1,06	0,96	0,89	0,74

Graf 3: Průběh doby dozvuku po úpravě a příslušné toleranční pásmo



Komentář:

Po aplikaci širokopásmového obkladu na strop a stěny dojde k poklesu doby dozvuku v celém spektru. Tělocvičny a sportovní haly patří do skupiny prostor, kde je zapotřebí snížení hluku vzniklého vlastní činností a kde dlouhá doba dozvuku snižuje silně srozumitelnost. Úpravou stropu dojde v hale k plošnému snižování hladin akustického tlaku A. Přetlumení zde není problematické spíše naopak. Uživatelé v takto upraveném prostoru nemusí tolik křičet, aby si rozuměli a i hluk vznikající jejich činností se po prostoru tolik nerozléhá.

...