

Akustická studie

NOVOSTAVBA TĚLOCVIČNY BEDIHOŠŤ

Řešení prostorové akustiky

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

Číslo zakázky: **20 318**

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: **30. září 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 činitel zvukové pohltivosti
α	/0/	-	činitel 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.

Norma ČSN 73 0527 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.

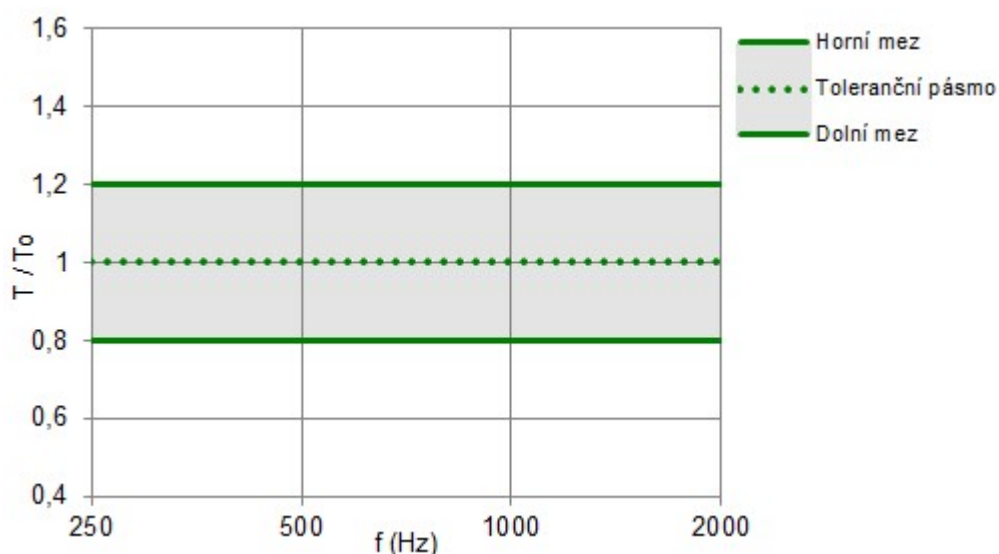
Sportovní hala, tělocvična:

$$V = 4\,854\, m^3$$

$$T_0 = 1,9\, s$$

* 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

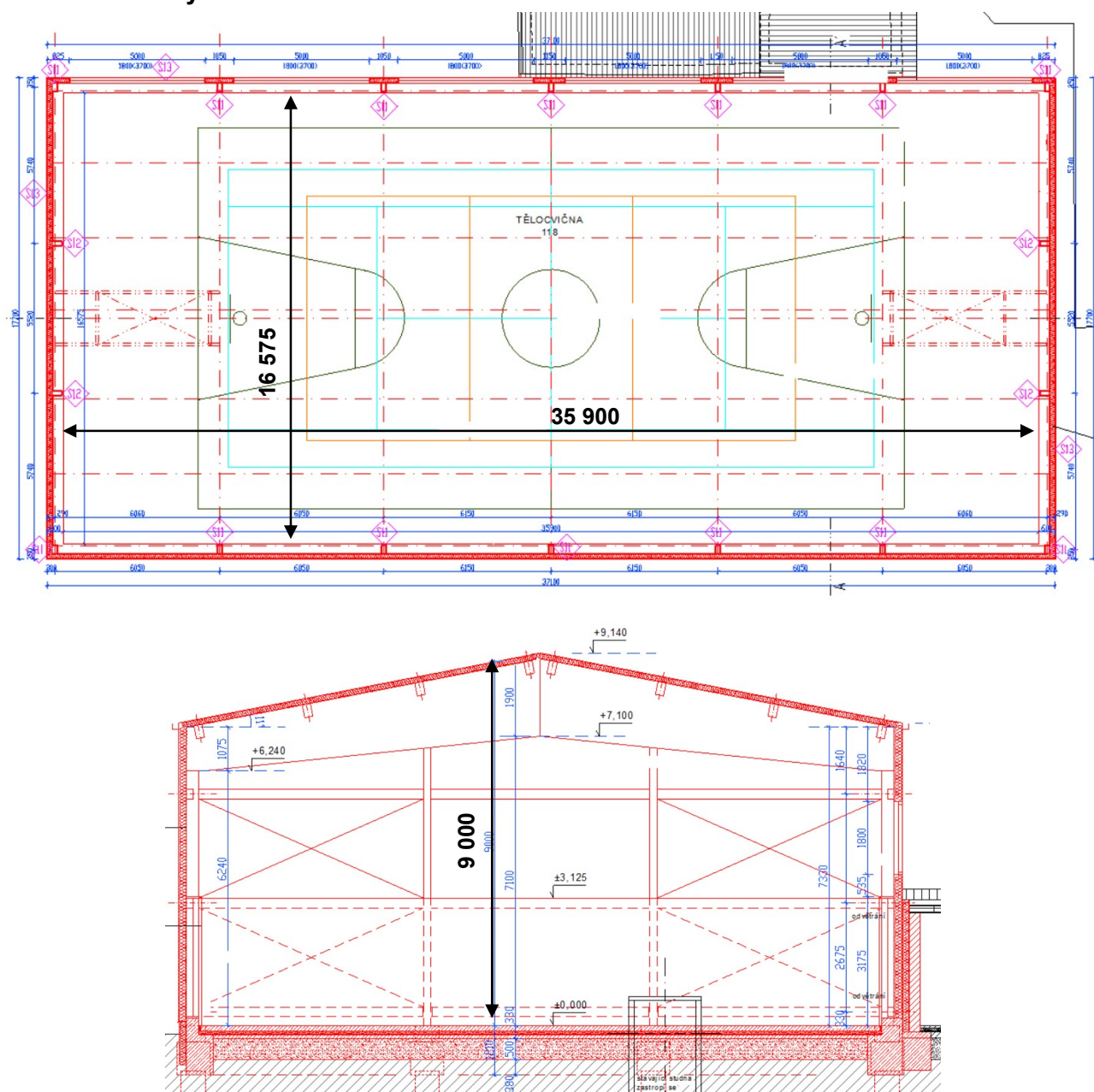
$$V = 4\,854\text{ m}^3$$

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

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 $h/V^{1/3} = 0,53 \Rightarrow$ postačoval by širokopásmový obklad stropu.

Obr. 5.1: Půdorys a řez halou



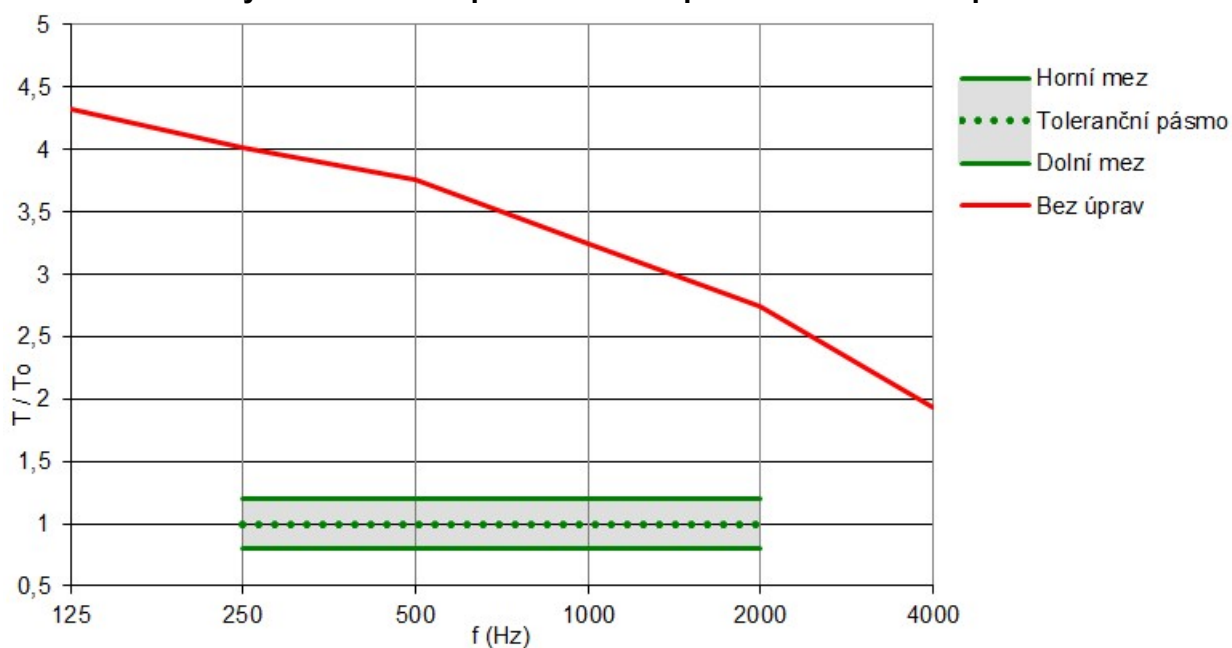
5.1 Neupravená tělocvična

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 tělocvičně a poměr dob dozvuku k optimální době dozvuku

Tělocvična	V= 4 854 m ³	f / Hz					
	T _o = 1,6 s	125	250	500	1000	2000	4000
Prostor bez úprav	T _b	6,92	6,43	6,02	5,19	4,38	3,09
	T _b /T _o	4,32	4,02	3,76	3,24	2,74	1,93

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



5.2 Tělocvična s akustickými úpravami

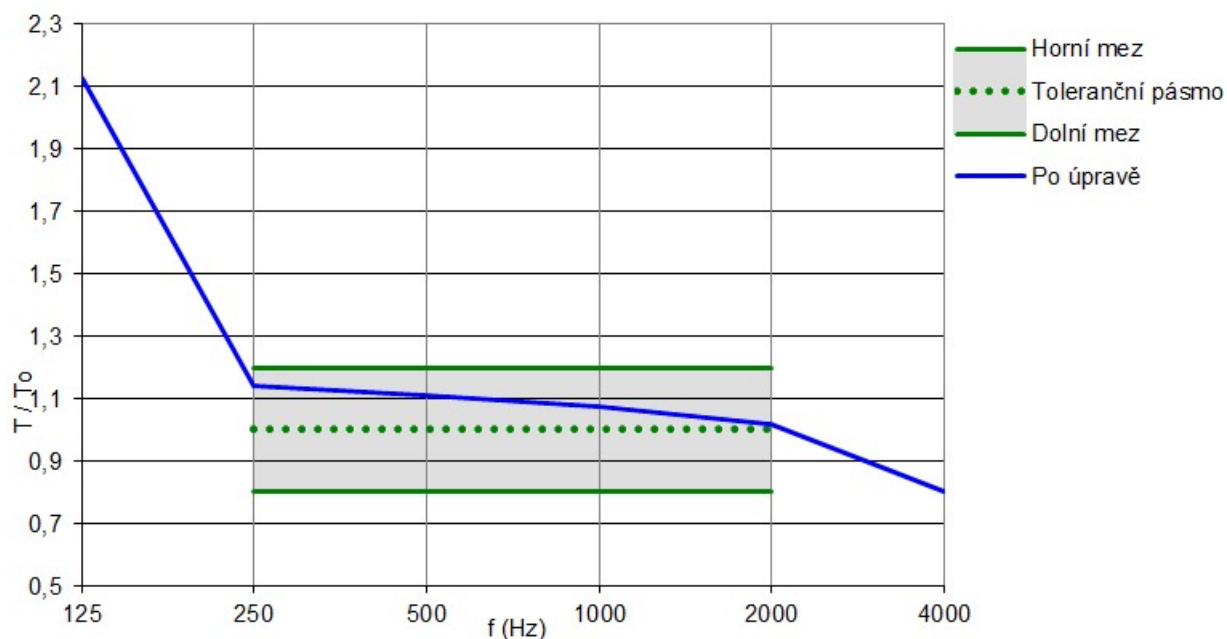
Akustické úpravy tělocvičen je nejlépe začít širokopásmovým obkladem stropu, které se případně doplní o úpravy na stěnách. Snažíme se o odstranění dvou protilehlých hladkých ploch (např. strop x podlaha), mezi kterými vzniká nežádoucí třesk. Uvažujeme s akustickou úpravou na stropě pomocí prvků Ecophon Super G plus, které budou aplikovány na strop mezi vazníky. Vzhledem k uspořádání stropu bylo uvažováno s pokrytím 540 m² stropu. Úprava na stropě byla doplněna o 77 m² obkladu stěny naproti oknům z prvků Ecopho Akusto Wall.

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

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

Tělocvična	V= 4 854 m ³	f / Hz					
	T _o = 1,6 s	125	250	500	1000	2000	4000
Po ak. úpravách	T _{up}	3,41	1,82	1,78	1,72	1,63	1,28
	T _{up} /T _o	2,13	1,14	1,11	1,08	1,02	0,8

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



Komentář:

Po aplikaci širokopásmového obkladu na strop 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. Rozdíl v hladinách akustického tlaku A v akusticky upravené a neupravené hale je cca 4,5 dB. 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.

...