

Budova:

Hala Kolín

## **AKUSTICKÁ STUDIE – doba dozvuku**

pro stavební řízení

7Datum zpracování:

Praha 03/2019

Zpracovatel:



Energetická agentura s.r.o.  
Strážovská 343/17, 153 00 Praha 5  
tel: 281867178, 731502060  
fax: 281861713  
info@energetickaagentura.eu  
[www.energetickaagentura.eu](http://www.energetickaagentura.eu)

Odpovědný projektant:

Ing. Petra Studecká, Ph.D.  
Autorizovaný inženýr ČKAIT č. 9547  
vč. modulu stavební fyzika

## Obsah studie

Obsah studie .....	2
Úvod.....	3
Legislativní požadavky .....	3
Výpočet doby dozvuku .....	5
Stanovení podmínek pro projektovou dokumentaci .....	9
Závěr.....	9

## Úvod

Předmětem studie je posouzení prostorové akustiky v objektu prostor navržené budovy nové sportovní haly.

Posouzení je provedeno pro stavební řízení s ohledem na požadavky § 7 odst. 1 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon 258/2000 Sb.“), ve spojení s § 4b vyhlášky 410/2005 Sb.

V první části jsou shrnuty dostupné normové požadavky. Druhá část je výpočtová. Poslední část řeší porovnání normových požadavků a vypočtených hodnot.

## Legislativní požadavky

### **§ 4b vyhlášky 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých**

V zařízeních pro výchovu a vzdělávání a provozovnách pro výchovu a vzdělávání musí být dodrženy normové hodnoty podle příslušné české technické normy upravující optimální doby dozvuku tzn. ČSN 730527 Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - Prostory pro kulturní účely - Prostory ve školách - Prostory pro veřejné účely.

### **Požadavky normy ČSN 730527**

Úkolem prostorové akustiky je vytvořit v uzavřených prostorech, na něž jsou kladeny požadavky z hlediska akustiky, optimální podmínky pro poslech hudby, řeči nebo obou těchto přirozených zvukových signálů. Jedná se tedy nejen o koncertní sítě, operní a činoherní divadla, kina, přednáškové sály apod. ale i o různé společenské a veřejné prostory jako letištní nádraží a poštovní bankovní sportovní a prodejní a jiné veřejné haly.

Rozhodujícím krokem pro vytvoření příznivých akustických poměrů v uzavřeném prostoru je dosažení optimální doby dozvuku nutně kompromisem mezi optimálními dobami doporučovanými pro jednotlivé účely.

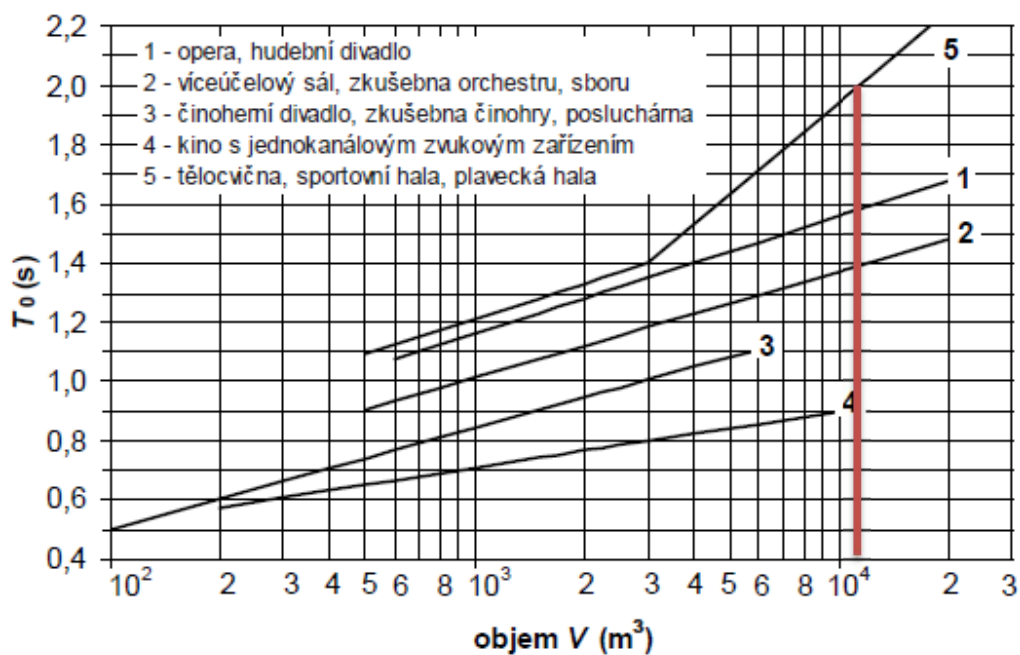
Požadavky na sportovní haly jsou uvedeny v tabulce 3 níže.



Tabulka 3 – Požadavky na prostory pro veřejné účely

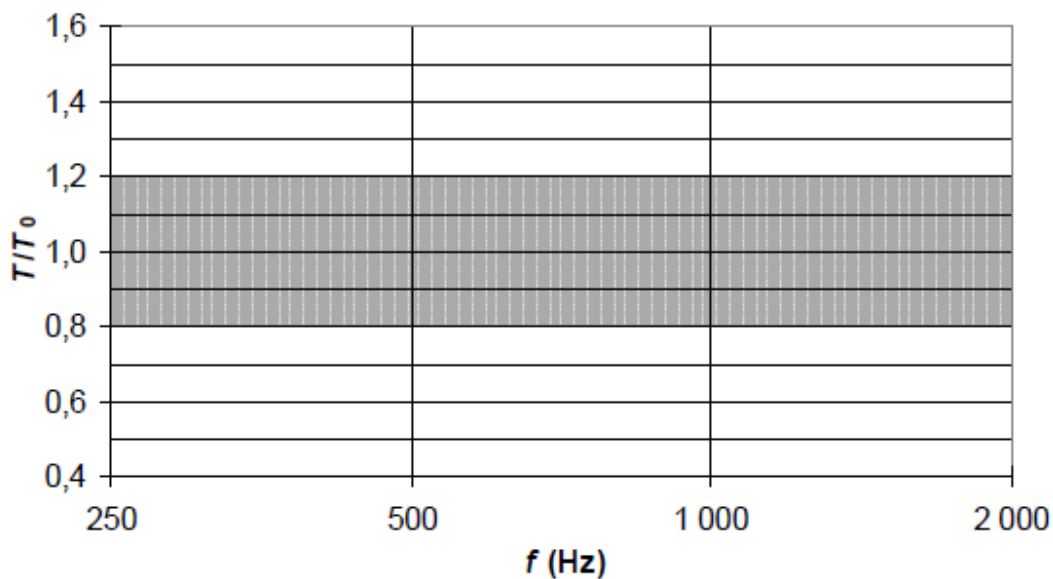
Prostor	Doba $T_0$ (s) (Akustická úprava)	Obrázek s rozmezím hodnot $T/T_0$	Poznámka
Tělocvičny	Závislost 5 – A.1	A.8	
Sportovní haly	Závislost 5 – A.1	A.8	
Plavecké haly	Závislost 5 – A.1	A.8	
Nádražní haly	Závislost 5 – A.1	A.8	
Letištní haly	Závislost 5 – A.1	A.8	
Haly a dvorany veřejných budov	1,4	A.3	Tam, kde je důležitá srozumitelnost řeči
Přepážkové haly pošt, spořitelna a bank	(širokopásmový obklad stropu)	–	
Čítárny a studovny	„	–	

### Grafy pro kontrolu doby dozvuku



Obrázek A.1 – Závislost optimální doby dozvuku  $T_0$  (s) pro kmitočet 1 000 Hz na objemu  $V$  ( $m^3$ ) uzavřeného prostoru v obsazeném stavu s výjimkou závislosti 5, která se týká neobsazeného stavu

$$T_0 = 1,9 \text{ s}$$



Obrázek A.8 – Příkladné rozmezí poměru dob dozvuku  $T/T_0$  tělocvičny, sportovní nebo plavecké haly v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma

## Výpočet doby dozvuku

Pro objektivní hodnocení prostorové akustiky prostoru byl vytvořen výpočtový model místností, kterým byla určena hodnota doby dozvuku. Tato hodnota je pouze orientační a slouží jako pomůcka pro návrh akustických úprav prostoru. Tento postup nenahrazuje měření doby dozvuku in situ. Doba dozvuku je vypočtena podle ČSN 73 0525 Projektování v oboru akustiky – všeobecné zásady. Doba dozvuku je doba v sekundách, za kterou poklesne hladina akustického tlaku v uzavřeném prostoru o 60 dB. Doba dozvuku  $T$  uzavřeného prostoru o objemu  $V$  se vypočítá podle Eyringova vzorce

$$T = 0,163 \frac{V}{A}$$

Kde  $A$  je celková ekvivalentní plocha pohlcování, která se určí pomocí vztahů

$$A = \alpha_E S + 4 m V$$

$$\alpha_E = -\ln(1 - \bar{\alpha})$$

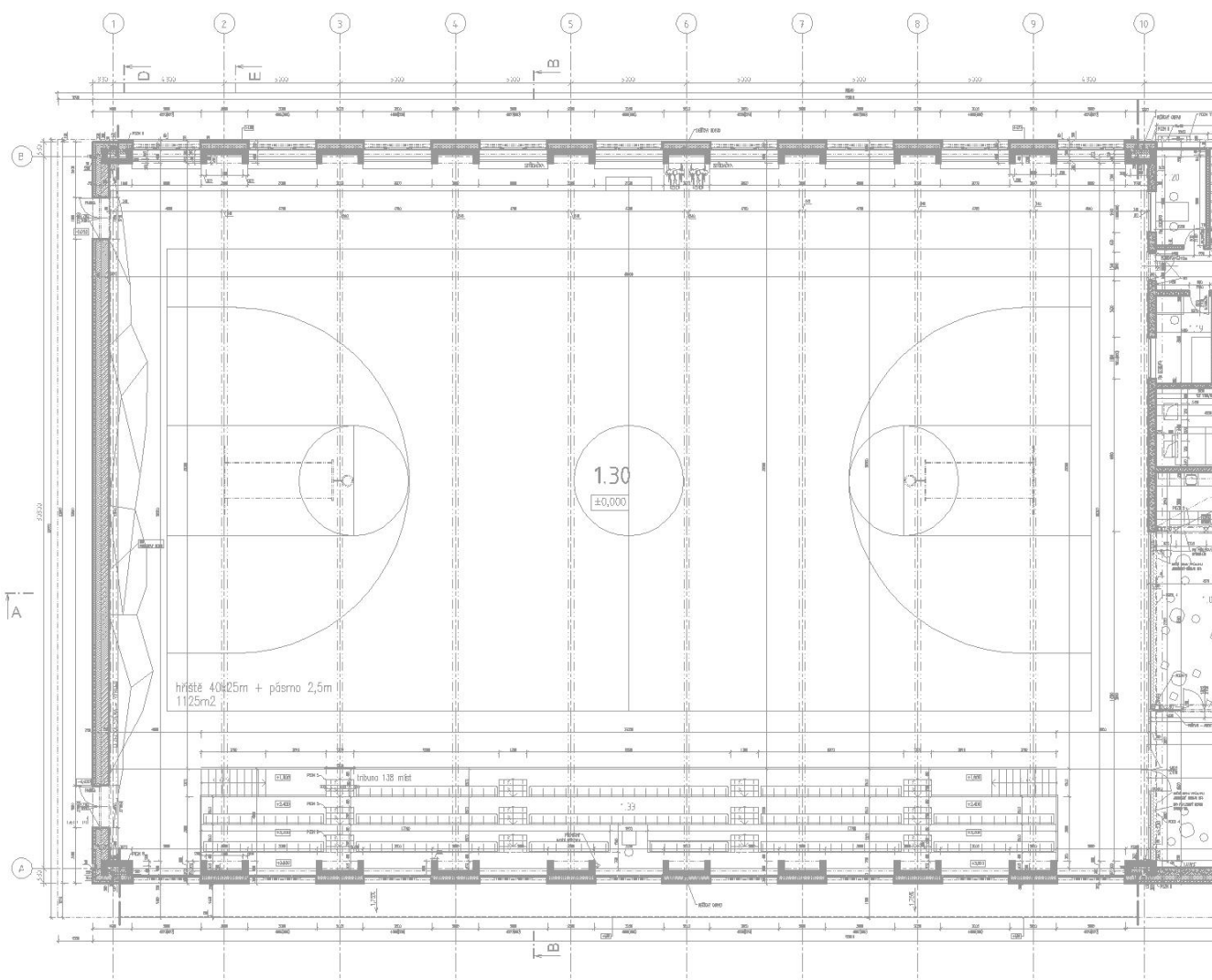
$$\bar{\alpha} = \frac{1}{S} \sum_i S_i \alpha_i$$

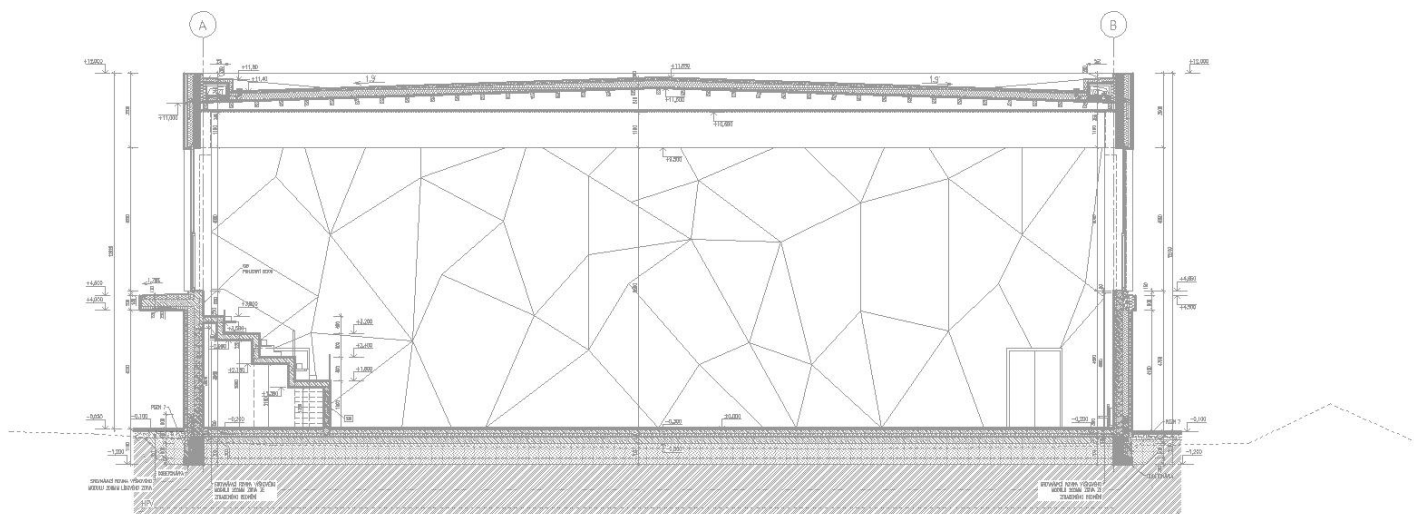


V následující tabulce jsou uvedeny činitele pohltivosti jednotlivých pohledových materiálů. Hodnoty činitelů pohltivosti pro jednotlivé materiály byly převzaty z tabulek. Pro materiály, pro něž nebyly činitele pohltivosti k dispozici, jsou tyto hodnoty stanoveny odborným odhadem. Při výpočtu byly použity tyto materiály povrchů:

výměra m <sup>2</sup>	materiál
425,0	pohled beton štítové stěny
400,2	pohled beton podélné stěny
665,3	dřevěné vazníky
1093,5	sportovní podlaha
1424,0	akustický podhled NOVATOP Acoustic fibrex 3.2
308,6	okna

### Hala 1.30





## Výpočet

### parametry místnosti

číslo místnosti	účel místnosti	šířka	délka	výška	součet všech ploch S	objem
hala 1.30	učebna	27,0	45,0	10,69	4328,4	12 988,4

125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
-	940,0	1352,2	1404,9	1154,4	-

### dobu dozvuku T (sec)

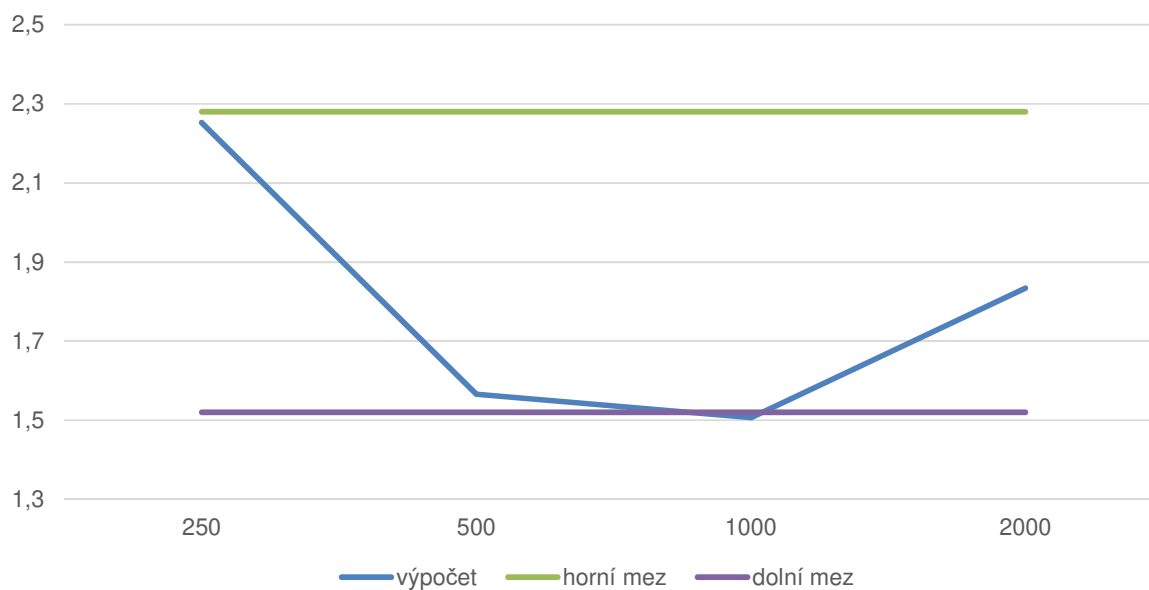
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
-	2,3	1,6	1,5	1,8	-

výměra m2	materiál	kmitočety Hz					
		125	250	500	1000	2000	4000
425,0	pohled beton štitové stěny		0,01	0,02	0,02	0,02	
400,2	pohled beton podélné stěny		0,01	0,02	0,02	0,02	
665,3	dřevěné vazníky		0,04	0,06	0,12	0,10	
1093,5	sportovní podlaha		0,25	0,10	0,06	0,05	
1424,0	akustický podhled NOVATOP Acoustic fibrex 3.2		0,40	0,80	0,85	0,70	
308,6	okna		0,20	0,15	0,10	0,06	
11,8	dveře		0,04	0,06	0,12	0,10	

## Vyhodnocení výpočtu

Ve všech posuzovaných místnostech je doba dozvuku ve všech hodnocených středních kmitočtech oktávnových pásem v požadovaném rozmezí dle CSN 730527.

### Místnost 1.30



Obr. 1 Graf průběhu doby dozvuku místnosti v závislosti na kmitočtu.



## Stanovení podmínek pro projektovou dokumentaci

Snížení doby dozvuku lze obecně dosáhnout zvětšením celkové pohltivosti prostoru, tj. opatřením prostoru pohltivými materiály. Výpočet doby dozvuku zohledňuje pouze velikost ploch materiálu a jejich teoretické vlastnosti. Do výpočtu nelze přesně zahrnout tvar prostoru ani řešení všech detailů. Při výpočtu je uvažováno s dokonale difuzním zvukovým polem, které není reálně dosažitelné. Výpočtová metodika proto slouží pouze jako pomůcka pro návrh akustických úprav pro zlepšení prostorové akustiky prostoru. Vypočtené hodnoty doby dozvuku se tedy mohou od hodnot reálně naměřených mírně lišit.

Jako patření pro optimalizaci doby dozvuku jsou navrženy akustické podhledy a obklady. Jejich parametry jsou uvedeny ve výpočtu. Doporučuji opatřit všechna možná zařízení rovněž pohltivými materiály.

## Závěr

**Všechny posuzované místnosti vyhoví** na dobu dozvuku v případě, že budou na stropní konstrukci a stěně v ose 10 od výšky 3,75 m dle PD opatřeny akustickými deskami např. **NOVATOP Acoustic fibrex 3.2**. V rámci projektu může být použit jiný obklad se zachováním technických parametrů daných touto studií.

Při dodržení podmínek stanovených v této studii bude zajištěno splnění normových požadavků. Návrhy vycházejí z teoretických výpočtů, které nahrazují reálný stav pouze s omezenou přesností a pracují s hodnotami materiálových parametrů zjišťovaných pouze výpočtem namísto měření v laboratoři. Skutečný stav akustiky prostoru se proto od výpočtových modelů může mírně lišit. V případě požadavku na přesnější doladění prostoru je třeba po realizaci provést v místnostech měření doby dozvuku a na základě těchto výsledků pak případně přistoupit k doladění prostoru.

V Praze dne 5.3. 2019

Ing. Petra STUDECKÁ, Ph.D.