

# NÁSTAVBA BUDOVY PŘÍSTAVBY ZŠ MNICHOVICKÁ KOLÍN

---

ZŠ Mnichovická, Kolín 5

## PROSTOROVÁ AKUSTIKA

---

3.07 - Učebna jazyků

3.08 - Učebna informatiky

3.04 - Technická a řemeslná učebna

Návrh akustických úprav a výpočet doby dozvuku

Vypracoval:



Ing. Martin Čech

Na Míčáncích 6  
101 00 Praha 10-Vršovice

Generální projektant:

Ing. Martin Škorpík

ČKAIT č. 1840  
V Břízách 794  
280 02 Kolín 2

Stavebník:

Město Kolín  
Karlovo náměstí 78  
280 12 Kolín 1

---

Praha, únor 2017

# NÁSTAVBA BUDOVY PŘÍSTAVBY ZŠ MNICHOVICKÁ KOLÍN

---

ZŠ Mnichovická, Kolín 5

## PROSTOROVÁ AKUSTIKA

---

**3.07 - Učebna jazyků**

**3.08 - Učebna informatiky**

**3.04 - Technická a řemeslná učebna**

**Návrh akustických úprav a výpočet doby dozvuku**

### 1. Úvod

Předmětem dokumentace je návrh úprav prostorové akustiky učebny jazyků 3.07, učebny informatiky 3.08 a technické a řemeslné učebny 3.04, které jsou umístěny v nástavbě budovy přístavby Základní školy Mnichovická, Kolín 5.

Řešení prostorové akustiky obsahuje stanovení optimální doby dozvuku podle doporučení ČSN 73 0526 a ČSN 73 0527 a výpočet kmitočtového průběhu předpokládané doby dozvuku pro navrhovanou skladbu akustických obkladů a konstrukcí v upravovaných místnostech.

Návrh akustických úprav je proveden podle doporučení platných českých státních norem, které jsou pro prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých závazné podle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví ČR 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, v platném znění vyhlášky Ministerstva zdravotnictví ČR 343/2009 Sb..

### 2. Použité výchozí podklady

1. Nástavba budovy přístavby Základní školy Mnichovická Kolín, Kolín 5, projektová dokumentace pro stavební povolení, Ing. Martin Škorpík, ČKAIT č. 1840, V Břízách 794, Kolín 2, listopad 2016,
2. Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, v platném znění,
3. Vyhláška Ministerstva zdravotnictví ČR 343/2009 Sb., kterou se mění vyhláška 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, v platném znění,
4. ČSN 73 0525 Akustika. Projektování v oboru prostorové akustiky. Všeobecné zásady. ČNI, únor 1998,
5. ČSN 73 0527 Akustika. Projektování v oboru prostorové akustiky. Prostory pro kulturní účely. Prostory ve školách. Prostory pro veřejné účely. ČNI, březen 2005,
6. J. Čechura: Akustika stavebních konstrukcí, Stavební fyzika 10, ČVUT Praha, 1997,
7. J. Vaverka, J. Havránek, V. Kozel, P. Siegl: Akustika staveb-Souhrn kritériálních požadavků a výpočtových metod v oboru stavební a prostorové akustiky, VUT Brno, 1996,
8. J. Vaverka, J. Chybík: Akustika staveb-Souhrn materiálů a jejich fyzikálních vlastností pro aplikace v prostorové akustice, VUT Brno, 1996,
9. Technická dokumentace výrobce akustických obkladů, materiálů a konstrukcí, Saint-Gobain Ecophon, zastoupení pro Českou republiku Saint-Gobain Ecophon CZ, s.r.o..

### 3. Definice a výpočet doby dozvuku $T$

V každém uzavřeném prostoru dochází vlivem zvukové pohltivosti stěn a vnitřního vybavení k pohlcování akustické energie vyzařované zdrojem zvuku.

Po zapnutí zdroje zvuku hustota zvukové energie s časem roste a asymptoticky se blíží hodnotě v ustáleném stavu, ve kterém je zvuková energie pohlcovaná stěnami neustále doplňována zdrojem zvuku. Součet energie v prostoru a energie pohlcované stěnami a vybavením se tedy musí rovnat zvukové energii vysílané zdrojem. Po vypnutí zdroje zvuku bude hustota zvukové energie v prostoru postupně klesat, až zcela zanikne.

Zvuk, který se šíří prostorem po vypnutí zdroje zvuku, se nazývá dozvuk a doba, po kterou existuje, je dobou dozvuku  $T$ .

Doba dozvuku je definována jako doba, za kterou po vypnutí zdroje zvuku klesne hustota energie nebo intenzita zvuku na miliontinu ( $10^{-6}$ ) své původní hodnoty.

Při vyjádření pomocí hladin akustického tlaku  $L$ , na jejichž vyhodnocování je založeno měření doby dozvuku, odpovídá době dozvuku rozdíl hladin 60 dB.

Činitel zvukové pohltivosti plochy je poměr zvukové energie plochou pohlcené k celkové energii na plochu dopadající

$$0 < \alpha < 1.$$

Pro plochu úplně odrazející dopadající zvukovou energii je tedy

$$\alpha = 0 \quad [-]$$

a naopak plocha úplně pohlcující dopadající zvukovou energii má

$$\alpha = 1 \quad [-].$$

Zvuková pohltivost plochy  $S$  je

$$A = \alpha S \quad [\text{m}^2].$$

Střední činitel zvukové pohltivosti  $n$  ( $i = 1$  až  $n$ ) ploch je

$$\alpha_S = \sum_i \alpha_i S_i / S \quad [\text{m}^2]$$

kde je

$S_i$	$[\text{m}^2]$	- dílčí plocha,
$\alpha_i$	$[-]$	- činitel zvukové pohltivosti této dílčí plochy,
$S$	$[\text{m}^2]$	- celkový vnitřní povrch uzavřeného prostoru,
$\alpha_S$	$[-]$	- střední činitel zvukové pohltivosti vnitřního povrchu.

Pro dobu dozvuku platí Eyringův vztah

$$T = 0,163V / A \quad [\text{s}],$$

kde je

$V$	$[\text{m}^3]$	- objem uzavřeného prostoru,
$A = \alpha_E S + 4mV$	$[\text{m}^2]$	- celková ekvivalentní plocha pohlcování,
$m$	$[-]$	- činitel útlumu zvuku při šíření ve vzduchu,
$\alpha_E = -\ln(1 - \alpha_S)$	$[-]$	- Eyringův činitel zvukové pohltivosti.

Jak je z uvedených vztahů zřejmé, lze vhodnou kombinací obkladů a konstrukcí o různé zvukové pohltivosti ovlivňovat velikost doby dozvuku v uzavřeném prostoru.

Pro každý uzavřený prostor existuje tzv. optimální doba dozvuku, jejíž velikost závisí na objemu prostoru, na druhu zvukového signálu šířícího se vzduchem a na účelu, ke kterému má prostor sloužit.

Hlavní požadavky, zásady a kritéria pro řešení prostorové akustiky uzavřených prostorů jsou uvedeny ve státních normách:

ČSN 73 0525-Akustika. Projektování v oboru prostorové akustiky-Všeobecné zásady,  
 ČSN 73 0526-Akustika. Projektování v oboru prostorové akustiky-Studia a místnosti pro snímání,  
 zpracování a kontrolu zvuku,  
 ČSN 73 0527-Akustika. Projektování v oboru prostorové akustiky-Prostory pro kulturní účely;  
 Prostory ve školách; Prostory pro veřejné účely.

V ČSN ISO 3382 (73 0534)-Akustika. Měření doby dozvuku místností a sálů s uvedením jiných akustických parametrů je stanoven způsob měření doby dozvuku.

Výpočet doby dozvuku se provádí v oktávových pásmech se středními kmitočty 125 Hz až 4 000 Hz nebo 250 Hz až 2 000 Hz (pro tělocvičny) podle ČSN 73 0525. Kmitočtový průběh doby dozvuku  $T$  vypočítaný pro navrhovanou skladbu akustických obkladů musí vyhovovat tolerančnímu pásmu pro převažující typ signálu v prostoru. Přípustná rozmezí poměru vypočítané doby dozvuku a optimální doby dozvuku  $T/T_0$  jsou uvedeny v příslušných normách.

V současné době jsou tyto státní normy platné, ale jejich ustanovení nejsou závazná, pokud není dalšími předpisy stanoveno jinak. Jejich doporučení se týkají objemu, tvaru, doby dozvuku a hlukových poměrů v akusticky náročných prostorech. Kvůli kvalitě díla je vhodné je při realizaci dodržovat.

#### 4. Požadavky na dobu dozvuku

Podle § 7, odst. 1 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, v platném znění, /lit. 2/, ve spojení s § 4b vyhlášky Ministerstva zdravotnictví ČR 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, v platném znění vyhlášky Ministerstva zdravotnictví ČR 343/2009 Sb., /lit. 3/, musí být v zařízeních pro výchovu a vzdělávání a provozovnách pro výchovu a vzdělávání dodrženy normové hodnoty podle příslušné české technické normy upravující optimální dobu dozvuku.

ČSN 73 0527 Akustika. Projektování v oboru prostorové akustiky. Prostory pro kulturní účely. Prostory ve školách. Prostory pro veřejné účely, /lit. 5/, stanoví v Tabulce 2-Požadavky na prostory ve školách následující požadavky na akustické řešení, resp. optimální dobu dozvuku:

$T_0 = 0,70$ s	pro učebnu a posluchárnu o objemu do 250 m <sup>3</sup> (orientačně),
$T_0 = 0,70$ s	pro učebnu a posluchárnu o objemu přes 250 m (404,8 m <sup>3</sup> ),
$T_0 = 0,60$ s	pro audiovizuální učebnu o objemu 200 m <sup>3</sup> (orientačně),

- hodnoty optimální doby dozvuku se vztahují ke kmitočtu 1 000 Hz,
- přípustné rozmezí doby dozvuku pro řeč je stanoveno na obrázku A 4 zmíněné normy, a to  $\pm 20$  % pro střední kmitočty oktávových pásem 250-2 000 Hz a  $\pm 20$  %/-35 % pro střední kmitočty oktávových pásem 125 Hz a 4 000 Hz.

#### 5. Základní charakteristika akusticky upravovaného prostoru

Architektonicko stavební řešení akusticky upravovaných učeben 3.04, 3.07 a 3.08, které jsou umístěny v nástavbě budovy přístavby školy, je navrženo v projektové dokumentaci, /lit. 1/.

Místnosti mají:

- obdélníkový (3.07 a 3.08), nebo lichoběžníkový (3.04) půdorys,
- rovnou podlahu s nášlapnou podlahovou vrstvou z PVC,
- ve stěnách tvořících fasádní plášť okna rozměrů 1 200×1 800 mm - po 3 ks v učebnách 3.07 a 3.08, nebo 8 ks v učebně 3.04,
- ve stěnách sousedících s chodbou po jedné dveřích rozměrů 900×1 970 mm,
- ve stěně učebny 3.04 sousedící s kabinetem a skladem dvoje dveře rozměrů 900×1 970 mm,
- ve stěně učebny 3.08 sousedící se skladem dveře rozměrů 900×1 970 mm,
- interiérové vybavení, stoly s židlemi pro žáky, katedru se židlí pro učitele, tabuli, skříňky, apod.,

- na stěnách, nejlépe zadní naproti katedře, případně bočních stěnách, přímo instalované stěnové panely ze skelné vlny se zvýšenou mechanickou pevností Ecophon Akusto Wall C/Super G o rozměrech 600×2 700×40 mm, které mohou být využívány jako nástěnky, případně lze na nástěnky místo těchto panelů ze skelné vlny použít i stejné množství panelů např. z dřevovláknitých měkkých desek,
- pod stropem na lankách vodorovně zavěšené akustické volně plovoucí obdélníkové stropní panely ze skelné vlny Ecophon Solo Rectangle o rozměrech 2 400×1 200×40 mm podle návrhu akustických úprav, výška svěšení je 200 mm (vzdálenost líce panelů od stropu místnosti).

## 6. Návrh akustických úprav

Návrh akustických úprav je proveden teoreticky podle Eyringovy statistické metody a vychází z teoretických předpokladů pro neupravený prostor. Tento postup návrhu se používá v případech, ve kterých nelze provést měření počáteční doby dozvuku, např. při projektové přípravě. Toto měření lze provést až v určité fázi stavby a teoretický návrh akustických obkladů lze potom podle výsledků měření korigovat. Při rekonstrukci stávajícího prostoru státní norma doporučuje měření počáteční doby dozvuku a návrh akustických úprav vycházející z jeho výsledků.

Výpočet doby dozvuku je proveden v oktákových pásmech kmitočtu se středními kmitočty 125 Hz až 4 000 Hz podle ČSN 73 0525, /lit. 4/.

Základní rozměry prostoru a výsledky teoretického výpočtu předpokládaného kmitočtového průběhu doby dozvuku pro navrženou akustickou úpravou stropu v jednotlivých učebnách jsou uvedeny v tabulkách TAB 1-3:

<b>3.04 - Technická a řemeslná učebna</b>	<b>V = 404,8 m<sup>3</sup></b>	<b>T<sub>o</sub> = 0,70 s</b>	<b>TAB 1</b>
T <sub>1k</sub> = 0,65 s      T <sub>stř</sub> = 0,72 s			
14 ks	- Ecophon Solo Rectangle	- obdélníkové stropní panely zavěšené pod stropem místnosti,	
3,2 m <sup>2</sup>	- Ecophon Akusto Wall C/Super G	- stěnový panel přímo instalovaný na zadní stěně místnosti,	
<b>3.07 - Učebna jazyků</b>	<b>V = 149,6 m<sup>3</sup></b>	<b>T<sub>o</sub> = 0,70 s</b>	<b>TAB 2</b>
T <sub>1k</sub> = 0,52 s      T <sub>stř</sub> = 0,57 s			
6 ks	- Ecophon Solo Rectangle	- obdélníkové stropní panely zavěšené pod rovnou částí stropu místnosti,	
3,2 m <sup>2</sup>	- Ecophon Akusto Wall C/Super G	- přímo instalovaný stěnový panel ze skelné vlny rozměrů,	
<b>3.08 - Učebna informatiky</b>	<b>V = 152,0 m<sup>3</sup></b>	<b>T<sub>o</sub> = 0,70 s</b>	<b>TAB 3</b>
T <sub>1k</sub> = 0,53 s      T <sub>stř</sub> = 0,58 s			
6 ks	- Ecophon Solo Rectangle	- obdélníkové stropní panely zavěšené pod stropem místnosti,	
3,2 m <sup>2</sup>	- Ecophon Akusto Wall C/Super G	- stěnový panel přímo instalovaný na zadní stěně místnosti,	
kde je - V [m <sup>3</sup> ] - vnitřní objem místnosti,			
- T <sub>o</sub> [s] - optimální doba dozvuku,			
- T <sub>1k</sub> [s] - střední doba dozvuku pro střední kmitočet oktáového pásma 1 000 Hz,			
- T <sub>stř</sub> [s] - střední doba dozvuku v pásmu se středními kmitočty 500-1 000 Hz,			

- Ecophon Solo Rectangle - volně plovoucí obdélníkový stropní panel ze skelné vlny o rozměrech 2 400×1 200×40 mm, výška svěšení je 200 mm (vzdálenost líce panelů od stropu místnosti), závěsný typový montážní systém s lanky a háčky,
- Ecophon Akusto Wall C/Super G - přímo instalovaný stěnový panel ze skelné vlny rozměrů 600×2 700×40 mm se zvýšenou mechanickou pevností, s hranou v provedení pero-drážka, tloušťka vzduchového polštáře je 43 mm (vzdálenost líce panelů od stěny místnosti), přímý typový montážní systém s obvodovými lištami.

Návrh umístění akustických obkladů a konstrukcí v jednotlivých místnostech a jejich architektonické ztvárnění jsou uvedeny v architektonicko stavební části projektové dokumentace.

Ve výpočtu předpokládané skutečné doby dozvuku v místnosti je zahrnut vliv zvukové pohltivosti obsazení osobami a dalšího interiérového vybavení místností.

Bude-li se skutečně instalované množství akustických materiálů lišit od navrhovaného o  $\pm 10\%$ , nebude výsledný kmitočtový průběh doby dozvuku podstatně ovlivněn.

## 7. Popis akustického obkladu

Akustické materiály, konstrukce a prvky musí splňovat všechny požadavky na akustickou funkci, bezpečnost a zdravotní nezávadnost stanovené platnými předpisy.

K akustické úpravě prostoru bude použit akustický obklad uvedeného typu a konstrukce:

### **Ecophon Solo Rectangle / Square - volně zavěšený akustický panel**

Akustický volně zavěšený panel s vnitřním jádrem ze skelné vlny vysoké hustoty.

Přední i zadní strana panelu je opatřena povrchem Akutex FT bílé barvy.

Hrany panelu jsou rovné a natřené.

Tři různé závěsné systémy: Connect stavitelný závěs, Connect pevný závěs a Connect stavitelný přímý závěs. Všechny systémy vytváří čistý a hladký vzhled.

Panely se vyrábějí v rozměru 2 400×1 200 mm (Rectangle), resp. 1 200×1 200 mm (Square).

Tloušťka panelu je 40 mm.

Hmotnost panelu je zhruba 11,5 kg (Rectangle), resp. 6 kg (Square).

### **Ecophon Akusto Wall / Super G - typový stěnový panel**

Akustický panel s vnitřním jádrem ze skelného vlákna vysoké hustoty na bázi 3RD Technology.

Stěnové panely se dodávají s různými povrchy:

- viditelný povrch je ze sklovláknité tkaniny Texona nebo ze silné, nárazu odolné, sklovláknité tkaniny Super G v různých barvách, či s povrchovou úpravou Akutex FT (nanoporézní akrylátový povrch) v bílé barvě,

Zadní strana panelu je pokryta skelnou tkaninou, hrany jsou bez úpravy.

Obvodové profily Ecophon Connect WP a Thinline a Connect dělicí profil.

Tloušťka vzduchového polštáře 43 mm.

Panely s rovnou hranou A se vyrábějí v rozměru 2 700×1 200 mm.

Panely s hranou C (pero-drážka) se vyrábějí v rozměru 2 700×600 mm.

Tloušťka panelů je 40 mm.

Celková hmotnost konstrukce je zhruba 4, resp. 5 kg/m<sup>2</sup>.

Katalogové listy akustických prvků podle /lit. 9/ jsou v obrazové příloze.



## 8. Závěr

Návrh akustických úprav je proveden podle doporučení platných českých státních norem, které jsou pro prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých závazné podle vyhlášky Ministerstva zdravotnictví ČR 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, v platném znění vyhlášky Ministerstva zdravotnictví ČR 343/2009 Sb., /lit. 3/.

Z výsledků výpočtu předpokládané skutečné doby dozvuku vyplývá, že navrhované akustické úpravy umožní v učebnách technické a řemeslné 3.04, jazyků 3.07 a informatiky 3.08, které jsou umístěny v nástavbě budovy přístavby Základní školy Mnichovická Kolín, Kolín 5, zajistit akustické podmínky potřebné pro pobyt a výuku.

Navrhované akustické úpravy slouží ke zvětšení zvukové pohltivosti a tedy ke zkrácení doby dozvuku a snížení hladiny akustického tlaku v poli odražených vln v místnosti. Přispějí tím ke zlepšení srozumitelnosti řeči a k ochraně vnitřního prostředí před hlukem z provozu v místnosti, ze zdrojů uvnitř budovy i z venkovního prostoru a zajistí tak potřebnou akustickou kvalitu a pohodu v místnosti.

Návrh umístění akustických obkladů a konstrukcí v jednotlivých místnostech a jejich architektonické ztvárnění jsou uvedeny v architektonicko stavební části projektové dokumentace.

Praha, únor 2017

**Ing. Martin Čech**

Na Míčáncích 6  
101 00 Praha 10-Vršovice  
tel./fax: 272 730 640  
gsm: 602 218 696  
e-mail: marcech@tiscali.cz

## 3.04 - Technická a řemeslná učebna

## Návrh akustických úprav a výpočet předpokládané doby dozvuku T

ČSN 730525 - Akustika-Projektování v oboru prostorové akustiky-Všeobecné zásady

ČSN 730526 - Akustika-Projektování v oboru prostorové akustiky-Studia a místnosti pro snímání, zpracování a kontrolu zvuku

ČSN 730527 - Akustika-Projektování v oboru prostorové akustiky-Prostory pro kulturní účely-Prostory ve školách-Prostory pro veřejné účely

## Rozměry a optimální akustické vlastnosti prostoru

půdorys:	P =	134,9 m <sup>2</sup>	délka:	d = 15,01-17,17 m
stropní podhled:	R =	134,9 m <sup>2</sup>	šířka:	š = 8,30 m
obvodové stěny:	Q =	147,1 m <sup>2</sup>	výška:	v = 3,00 m
celkový povrch:	S =	416,9 m <sup>2</sup>		
celkový objem:	V =	404,8 m <sup>3</sup>		
optimální doba dozvuku:	To =	0,70 s	ČSN 73 0527 - Učebna a posluchárna přes 250 m <sup>3</sup>	
činitel zvukové pohlivosti:	alfaE =	0,23	alfaS =	0,20
zvuková pohlivost:	AE =	94,8 m <sup>2</sup>	AS =	84,8 m <sup>2</sup>

## Výpočet doby dozvuku T1

f [Hz]		125	250	500	1k	2k	4k	250-2k
č. materiál (činitel zvukové pohlivosti)	Si [m <sup>2</sup> ]/ni [ks]	alfa [-]		m=	0,0012	0,0024	0,0079	NRC
0 Odrazivé plochy	256,0 m <sup>2</sup>	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,08	
1 Obsazení - osoby 2-2,5 ks/m <sup>2</sup>	20,0 m <sup>2</sup>	0,41	0,48	0,54	0,57	0,56	0,53	
2 PVC podlahová krytina	134,9 m <sup>2</sup>	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	
3 Okno zasklené	17,3 m <sup>2</sup>	0,30	0,20	0,15	0,10	0,06	0,04	
4 Dveře dřevěné	5,4 m <sup>2</sup>	0,12	0,11	0,10	0,08	0,08	0,11	
5 Ecophon Akusto Wall C Super G 40 mm	3,2 m <sup>2</sup>	0,25	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	
č. materiál (ekvivalentní absorpční plocha - 1 prvek)	ni [ks]	Sabine [m <sup>2</sup> ]						
6 Ecophon Solo Rectangle 2400×1200, d=200 mm	14,0 ks	0,90	2,40	3,40	4,00	4,10	3,80	

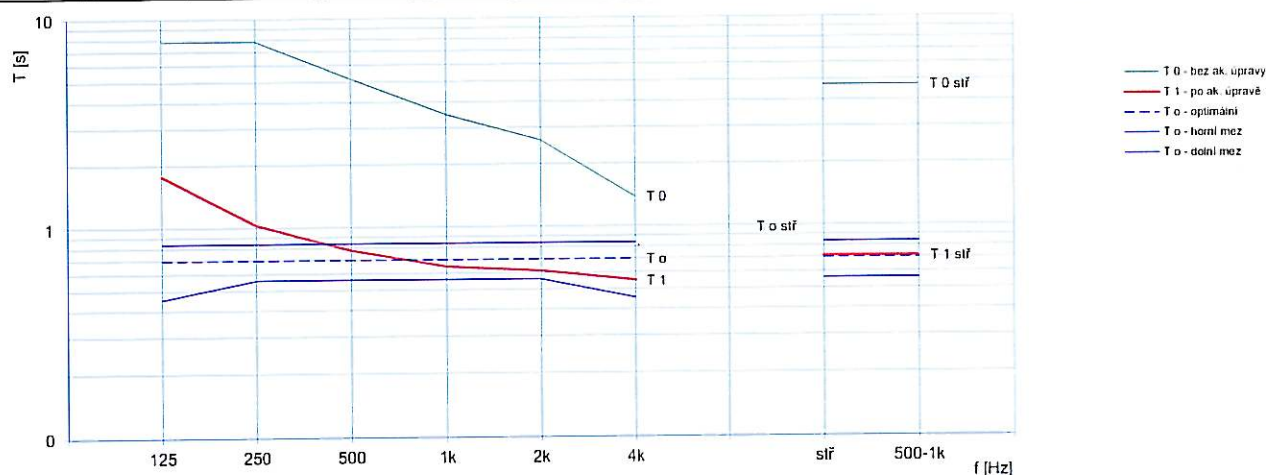
f [Hz]		125	250	500	1k	2k	4k	500-1k
								stř
T 0 [s] - bez akustické úpravy		7,83	7,83	5,20	3,48	2,61	1,39	4,34
alfaS [-]		0,08	0,14	0,18	0,21	0,22	0,23	0,20
AS [m <sup>2</sup> ]		35,3	58,9	76,5	88,4	91,5	94,2	82,47
alfaE [-]		0,09	0,15	0,20	0,24	0,25	0,26	0,22
AE [m <sup>2</sup> ]		36,8	63,4	84,5	99,4	103,3	106,8	91,96
A=AE+4mV [m <sup>2</sup> ]		36,8	63,4	84,5	101,3	107,2	119,6	92,93
T 1 [s] - po akustické úpravě		1,79	1,04	0,78	0,65	0,62	0,55	0,72

## Akustické obklady, vybavení a materiály

d - tloušťka vzduchového polštáře

0 Odrazivé plochy	256,0 m <sup>2</sup>	omítka vápenná na cihelném zdivu
1 Obsazení - osoby 2-2,5 ks/m <sup>2</sup>	20,0 m <sup>2</sup>	osoby v prostoru, hustota 2-2,5 ks/m <sup>2</sup>
2 PVC podlahová krytina	134,9 m <sup>2</sup>	PVC podlahová krytina, plast
3 Okno zasklené	17,3 m <sup>2</sup>	okno se skleněnou výplní
4 Dveře dřevěné	5,4 m <sup>2</sup>	dřevěné dveře
5 Ecophon Akusto Wall C Super G 40 mm	3,2 m <sup>2</sup>	stěnový panel skl. vlna, šikmá hrana C, 2 700×1 200×40 mm, d=50 mm
6 Ecophon Solo Rectangle 2400×1200, d=200 mm	14,0 ks	volně zavěšený panel skl. vlna, obdélník 2400×1200×40 mm, d=200 mm

## Kmitočtový průběh doby dozvuku





ZŠ Mníchovická, Kolín 5

## 3.07 Učebna jazyků

## Návrh akustických úprav a výpočet předpokládané doby dozvuku T

ČSN 730525 - Akustika-Projektování v oboru prostorové akustiky-Všeobecné zásady

ČSN 730526 - Akustika-Projektování v oboru prostorové akustiky-Studia a místnosti pro snímání, zpracování a kontrolu zvuku

ČSN 730527 - Akustika-Projektování v oboru prostorové akustiky-Prostory pro kulturní účely-Prostory ve školách-Prostory pro veřejné účely

## Rozměry a optimální akustické vlastnosti prostoru

půdorys:	P =	49,9 m <sup>2</sup>	délka:	d =	8,30 m
stropní podhled:	R =	49,9 m <sup>2</sup>	šířka:	š =	6,12 m
obvodové stěny:	Q =	86,5 m <sup>2</sup>	výška:	v =	3,00 m
celkový povrch:	S =	186,2 m <sup>2</sup>			
celkový objem:	V =	149,6 m <sup>3</sup>			
optimální doba dozvuku:	To =	0,70 s	ČSN 73 0527 - Učebna a posluchárna do 250 m <sup>3</sup>		
činitel zvukové pohlivosti:	alfaE =	0,19		alfaS =	0,17
zvuková pohlivost:	AE =	35,0 m <sup>2</sup>		AS =	31,9 m <sup>2</sup>

## Výpočet doby dozvuku T1

f [Hz]		125	250	500	1k	2k	4k	250-2k
č. materiál (činitel zvukové pohlivosti)	Si [m <sup>2</sup> ]/ni [ks]	alfa [-]		m=	0,0012	0,0024	0,0079	NRC
0 Odrazivé plochy	124,8 m <sup>2</sup>	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,08	
1 Obsazení - osoby 2-2,5 ks/m <sup>2</sup>	10,0 m <sup>2</sup>	0,41	0,48	0,54	0,57	0,56	0,53	
2 PVC podlahová krytina	49,9 m <sup>2</sup>	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	
3 Okno zasklené	6,5 m <sup>2</sup>	0,30	0,20	0,15	0,10	0,06	0,04	
4 Dveře dřevěné	1,8 m <sup>2</sup>	0,12	0,11	0,10	0,08	0,08	0,11	
5 Ecophon Akusto Wall C Super G 40 mm	3,2 m <sup>2</sup>	0,25	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	
č. materiál (ekvivalenční absorpční plocha - 1 prvek)	ni [ks]	Sabine [m <sup>2</sup> ]						
6 Ecophon Solo Rectangle 2400×1200, d=200 mm	6,0 ks	0,90	2,40	3,40	4,00	4,10	3,80	

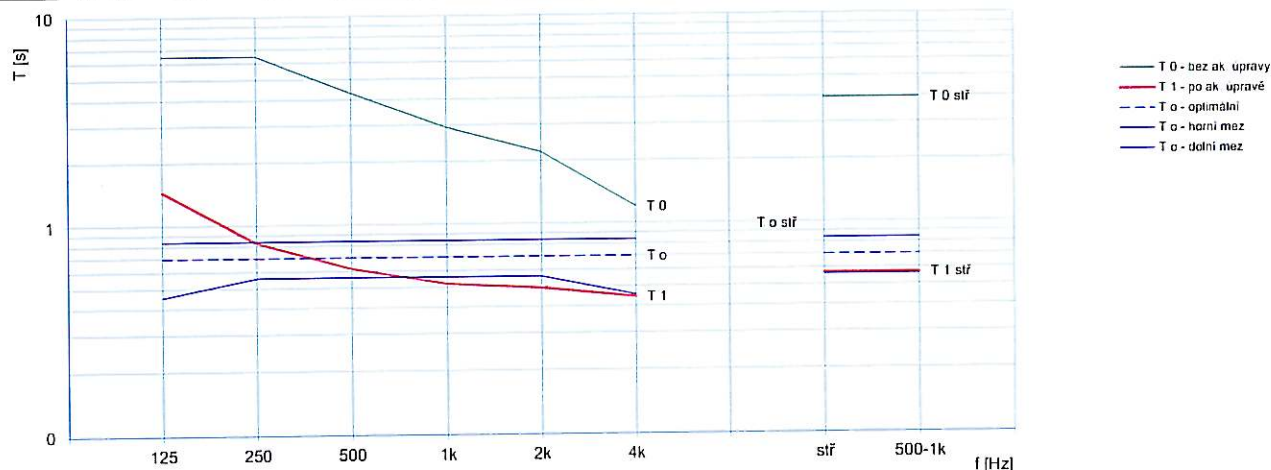
f [Hz]		125	250	500	1k	2k	4k	500-1k
								stř
T 0 [s] - bez akustické úpravy		6,48	6,48	4,30	2,93	2,22	1,20	3,61
alfaS [-]		0,09	0,15	0,19	0,22	0,23	0,24	0,20
AS [m <sup>2</sup> ]		16,0	27,1	35,4	40,7	42,2	43,8	38,08
alfaE [-]		0,09	0,16	0,21	0,25	0,26	0,27	0,23
AE [m <sup>2</sup> ]		16,7	29,3	39,3	46,0	47,9	49,9	42,63
A=AE+4mV [m <sup>2</sup> ]		16,7	29,3	39,3	46,7	49,3	54,6	42,99
T 1 [s] - po akustické úpravě		1,46	0,83	0,62	0,52	0,49	0,45	0,57

## Akustické obklady, vybavení a materiály

d - tloušťka vzduchového polštáře

0 Odrazivé plochy	124,8 m <sup>2</sup>	omítka vápenná na cihelném zdivu
1 Obsazení - osoby 2-2,5 ks/m <sup>2</sup>	10,0 m <sup>2</sup>	osoby v prostoru, hustota 2-2,5 ks/m <sup>2</sup>
2 PVC podlahová krytina	49,9 m <sup>2</sup>	PVC podlahová krytina, plast
3 Okno zasklené	6,5 m <sup>2</sup>	okno se skleněnou výplní
4 Dveře dřevěné	1,8 m <sup>2</sup>	dřevěné dveře
5 Ecophon Akusto Wall C Super G 40 mm	3,2 m <sup>2</sup>	stěnový panel skl. vlna, šikmá hrana C, 2 700×1 200×40 mm, d=50 mm
6 Ecophon Solo Rectangle 2400×1200, d=200 mm	6,0 ks	volně zavěšený panel skl. vlna, obdélník 2400×1200×40 mm, d=200 mm

## Kmitočtový průběh doby dozvuku



ZŠ Mníchovická, Kolín 5

## 3.08 - Učebna informatiky

## Návrh akustických úprav a výpočet předpokládané doby dozvuku T

ČSN 730525 - Akustika-Projektování v oboru prostorové akustiky-Všeobecné zásady

ČSN 730526 - Akustika-Projektování v oboru prostorové akustiky-Studia a místnosti pro snímání, zpracování a kontrolu zvuku

ČSN 730527 - Akustika-Projektování v oboru prostorové akustiky-Prostory pro kulturní účely-Prostory ve školách-Prostory pro veřejné účely

## Rozměry a optimální akustické vlastnosti prostoru

půdorys:	P =	50,7 m <sup>2</sup>	délka:	d =	8,30 m
stropní podhled:	R =	50,7 m <sup>2</sup>	šířka:	š =	6,10 m
obvodové stěny:	Q =	86,4 m <sup>2</sup>	výška:	v =	3,00 m
celkový povrch:	S =	187,7 m <sup>2</sup>			
celkový objem:	V =	152,0 m <sup>3</sup>			
optimální doba dozvuku:	To =	0,70 s	ČSN 73 0527 - Učebna a posluchárna do 250 m <sup>3</sup>		
činitel zvukové pohltivosti:	alfaE =	0,19		alfaS =	0,17
zvuková pohltivost:	AE =	35,6 m <sup>2</sup>		AS =	32,4 m <sup>2</sup>

## Výpočet doby dozvuku T1

f [Hz]		125	250	500	1k	2k	4k	250-2k
č. materiál (činitel zvukové pohltivosti)	Si [m <sup>2</sup> ]/ni [ks]	alfa [-]		m =	0,0012	0,0024	0,0079	NRC
0 Odrazivé plochy	125,5 m <sup>2</sup>	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,08	
1 Obsazení - osoby 2-2,5 ks/m <sup>2</sup>	10,0 m <sup>2</sup>	0,41	0,48	0,54	0,57	0,56	0,53	
2 PVC podlahová krytina	50,7 m <sup>2</sup>	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	
3 Okno zasklené	6,5 m <sup>2</sup>	0,30	0,20	0,15	0,10	0,06	0,04	
4 Dveře dřevěné	1,8 m <sup>2</sup>	0,12	0,11	0,10	0,08	0,08	0,11	
5 Ecophon Akusto Wall C Super G 40 mm	3,2 m <sup>2</sup>	0,25	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	
č. materiál (ekvivalentní absorpční plocha - 1 prvek)	ni [ks]	Sabine [m <sup>2</sup> ]						
6 Ecophon Solo Rectangle 2400×1200, d=200 mm	6,0 ks	0,90	2,40	3,40	4,00	4,10	3,80	

f [Hz]		125	250	500	1k	2k	4k	stř
T 0 [s] - bez akustické úpravy		6,53	6,53	4,33	2,95	2,23	1,21	3,64
alfaS [-]		0,09	0,14	0,19	0,22	0,23	0,23	0,20
AS [m <sup>2</sup> ]		16,0	27,1	35,4	40,7	42,2	43,8	38,09
alfaE [-]		0,09	0,16	0,21	0,24	0,25	0,27	0,23
AE [m <sup>2</sup> ]		16,7	29,3	39,3	45,9	47,8	49,9	42,60
A=AE+4mV [m <sup>2</sup> ]		16,7	29,3	39,3	46,7	49,3	54,7	42,97
T 1 [s] - po akustické úpravě		1,48	0,85	0,63	0,53	0,50	0,45	0,58

## Akustické obklady, vybavení a materiály

## d - tloušťka vzduchového polštáře

0 Odrazivé plochy	125,5 m <sup>2</sup>	omítka vápenná na cihelném zdivu
1 Obsazení - osoby 2-2,5 ks/m <sup>2</sup>	10,0 m <sup>2</sup>	osoby v prostoru, hustota 2-2,5 ks/m <sup>2</sup>
2 PVC podlahová krytina	50,7 m <sup>2</sup>	PVC podlahová krytina, plast
3 Okno zasklené	6,5 m <sup>2</sup>	okno se skleněnou výplní
4 Dveře dřevěné	1,8 m <sup>2</sup>	dřevěné dveře
5 Ecophon Akusto Wall C Super G 40 mm	3,2 m <sup>2</sup>	stěnový panel skl. vlna, šikmá hrana C, 2 700×1 200×40 mm, d=50 mm
6 Ecophon Solo Rectangle 2400×1200, d=200 mm	6,0 ks	volně zavěšený panel skl. vlna, obdélník 2400×1200×40 mm, d=200 mm

## Kmitočtový průběh doby dozvuku

