

**Ing. Jiří Kozák**  
**PROJEKTOVÁ KANCELÁŘ**

400 01 Ústí n.L., Králova výšina 51  
ČKAIT 0400010  
IČO 134 700 78

telefon 602 202 264

e-mail: jirikozak@iex.cz

*Investor* Statutární město Děčín

*Odběratel* Vladimír Vidai, Březiny

*Akce* **Stavební úpravy 2 učeben a změna užívání  
objektu ŠD Klostermannova 869/74, Děčín IV**  
ZMĚNA STAVBY PŘED DOKONČENÍM

*Název přílohy* **AKUSTIKA UČEBEN**

<i>Obsah</i>	ZÁKLADNÍ ÚDAJE	2
	POŽADAVKY	2
	VÝPOČET DOBY DOZVUKU	3
	UČEBNA 2.01	4
	UČEBNA 2.14	7
	SOUHRN	10

*Vypracoval:* Ing. Jiří Kozák CSc.

*Výtisk:*

*Počet stran:* 10

*Počet příloh:* -

<i>Revize</i>	<i>Předmět</i>	<i>Datum</i>	<i>Podpis</i>
<b>0</b>	základní dokument	21.5.2020	Kozák

AKCE:	STAVEBNÍ ÚPRAVY 2 UČEBEN A ZMĚNA UŽÍVÁNÍ objektu ŠD Klostermannova 869/74, Děčín IV	DRUH:	AKUSTIKA	REVIZE:	0
		SOUBOR:	ZS_Klos_AK.docx	STRANA:	2

## ZÁKLADNÍ ÚDAJE

### Popis

Dokumentace obsahuje návrh akustických úprav ve 2 učebnách základní školy v Klostermannově ulici v Děčíně.

### Podklady

#### Projekty

Stavební úpravy 2 učeben a změna užívání objektu ŠD Klostermannova 869/74, Děčín IV (V. Vidai, Březiny, 2020)

#### Normy a předpisy

Zákon č.258/2000Sb O ochraně veřejného zdraví a nařízení vlády č.272/2011Sb.

ČSN 73 0532 Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a souvisící akustické vlastnosti stavebních výrobků - Požadavky

ČSN EN 12354-1 Stavební akustika - Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků - Část 1: Vzduchová neprůzvučnost mezi místnostmi (ČSN 73 0512)

ČSN EN 12354-2 Stavební akustika - Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků - Část 2: Kročejová neprůzvučnost mezi místnostmi (ČSN 73 0512)

ČSN EN 12354-3 Stavební akustika - Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků - Část 3: Vzduchová neprůzvučnost vůči venkovnímu vzduchu (ČSN 73 0512)

ČSN EN 12354-4 Stavební akustika - Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků - Část 4: Přenos zvuku z budovy do venkovního prostoru (ČSN 73 0512)

ČSN EN 12354-6 Stavební akustika - Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků - Část 6: Zvuková pohltivost v uzavřených prostorech (ČSN 73 0512)

ČSN EN ISO 717-1 Hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách Část 1: Vzduchová neprůzvučnost (ČSN 73 0531)

ČSN EN ISO 717-2 Hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách Část 2: Kročejová neprůzvučnost (ČSN 73 0531)

ČSN 73 0532 Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a souvisící akustické vlastnosti stavebních výrobků - Požadavky

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

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

BERKA. P..DONAŤÁKOVÁ.D., ČUPROVÁ.P.. Vzduchová neprůzvučnost stropních konstrukcí. Sborník konference Podlahy, stropy a podhledy 2006. Brno 2006. str. 13 - 17.

#### Programy

Allplan 2012

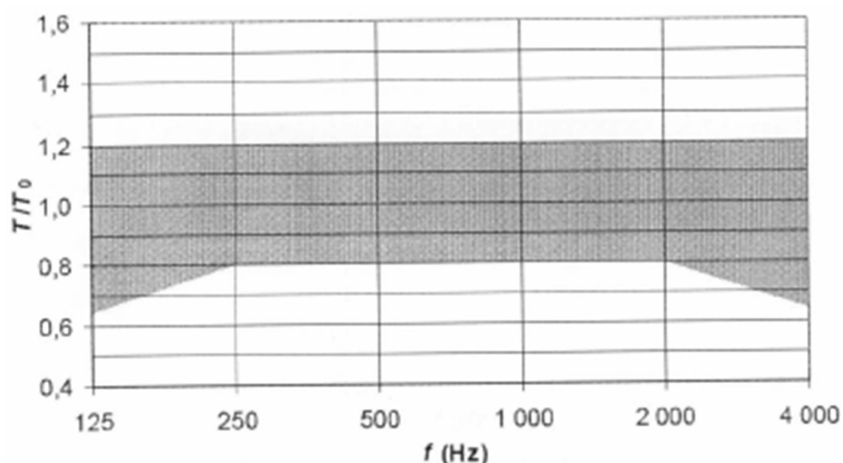
## POŽADAVKY

Požadavky na dobu dozvuku v místnostech škol určuje ČSN 73 0527 Akustika – projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely z března 2005.

Požadavky na optimální dobu dozvuku a frekvenční průběh doby dozvuku jsou pro prostory ve školách uvedeny v tabulce 2 této normy.

Tabulka 2 – Požadavky na prostory ve školách

Prostor	Objem (m <sup>3</sup> ) (orientačně)	Doba $T_0$ (s) (Akustická úprava)	Obrázek s rozmezím hodnot $T/T_0$	Poznámka
Učebna a posluchárna	do 250	0,7	A.4	
Posluchárna	přes 250	Závislost 3 – A.1	A.4	
Jazyková učebna (laboratoř)	130 až 180	0,45	A.4	
Audiovizuální učebna	200	0,6	A.4	
Učebna hudební výchovy	200	0,9	A.3	
Učebna hudební výchovy při reprodukování hudby	200	0,5	A.3	
Učebna hry na individuální nástroje a sólového zpěvu	80 až 120	0,7	A.3	
Učebna orchestrální hry hudebních škol	–	Závislost 2 – A.1	A.2	Objem $V \geq 600 \text{ m}^3$
Tělocvična a plavecká hala všech typů škol	–	Závislost 5 – A.1	A.8	
Sborovna nebo konferenční místnost	–	(Širokopásmový obklad stropu)	–	
Učebna pracovní výuky	–	„	–	
Učebna gymnastiky a tance	–	„	–	
Místnost pro hry v mateřských školách a školních družinách	130 až 200	„	–	
Denní místnost jeslí	150	„	–	
Školní jídelna, menza	–	„	–	



Obrázek A.4 – Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku  $T/T_0$  obsazeného prostoru určeného k přednesu řeči v závislosti na středním kmitočtu oktafvového pásma

## VÝPOČET DOBY DOZVUKU

Výpočet je proveden podle ČSN EN 12354-6 Stavební akustika-Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků – Část 6: Zvuková pohltivost uzavřených prostorech z června 2004. Hodnoty činitele pohltivosti jsou převzaty z citované ČSN EN 12354-6.

Základem výpočtu je měření doby dozvuku provedené v květnu roku 2012 akreditovanou laboratoří Studio D z Českých Budějovic. Změřené hodnoty byly promítnuty do výpočetní tabulky a následně byly doplněny akustické úpravy.

AKCE:	STAVEBNÍ ÚPRAVY 2 UČEBEN A ZMĚNA UŽÍVÁNÍ objektu ŠD Klostermannova 869/74, Děčín IV	DRUH:	AKUSTIKA	REVIZE:	0
		SOUBOR:	ZS_Klos_AK.docx	STRANA:	4

## UČEBNA 2.01

### Výsledky měření

frekvence	měření					
Hz	1	2	3	4	5	6
125	0,78	0,86	1,02	0,90	0,95	0,91
250	0,85	0,85	1,03	0,99	0,94	0,87
500	0,79	0,88	0,96	0,94	0,99	0,89
1000	0,69	0,84	1,02	0,89	0,97	0,94
2000	0,84	0,88	0,97	0,96	0,94	0,92
4000	0,82	0,84	1,00	0,91	0,96	0,90
průměr	0,80	0,86	1,00	0,93	0,96	0,91

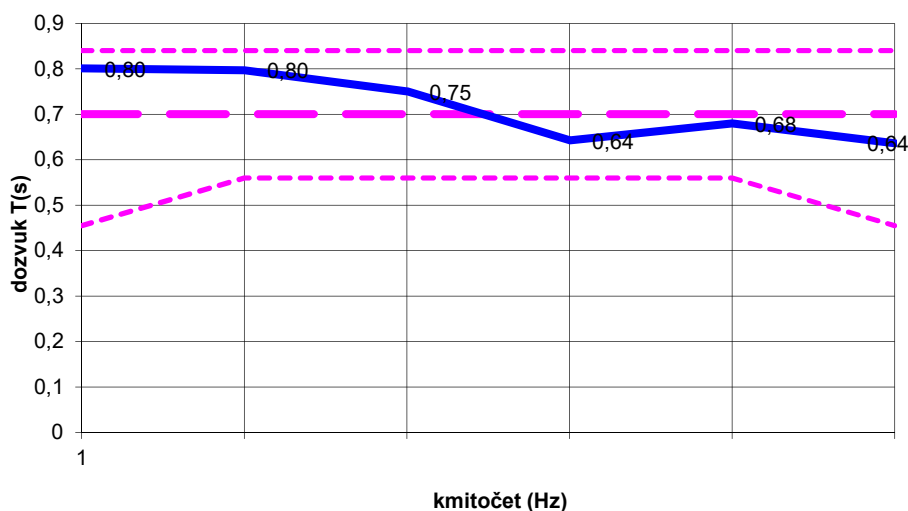
### Návrh a výpočet

Akustický pohled Ecophon Focus B – desky lepené přímo na stropní pohled.  
Tloušťka desek 20mm.

AKCE	ZŠ Klostermannova									
ČÁST	UČEBNA 2.01									
verze	AKUSTICKÝ OBKLAD STROPU									
číslo		kmitočet [kHz]	S <sub>i</sub>	125	250	500	1000	2000	4000	
		povrch	[m <sup>2</sup> ]							
1	strop	tradiční strop	53,2	0,050	0,040	0,040	0,030	0,020	0,020	
		omítka na rákos		2,66	2,13	2,13	1,60	1,06	1,06	
		POHLTIVÝ OBKLAD	14,4	0,050	0,350	0,750	0,950	1,000	1,000	
		Ecophon Focus B		0,72	5,04	10,80	13,68	14,40	14,40	
			0,0	0,500	0,400	0,300	0,450	0,250	0,200	
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
2	podlaha	povlak PVC	17,6	0,020	0,030	0,030	0,040	0,060	0,060	
				0,35	0,53	0,53	0,70	1,05	1,05	
		vybavení (stolky+židle)	50,0	0,650	0,600	0,520	0,580	0,480	0,440	
				32,50	30,00	26,00	29,00	24,00	22,00	
3	stěny	zdivo omítnuté	104,0	0,020	0,020	0,030	0,030	0,040	0,050	
		vápenná omítka		2,08	2,08	3,12	3,12	4,16	5,20	
		obklad stěny	1,5	0,140	0,100	0,060	0,080	0,100	0,100	
		keramický obklad		0,21	0,15	0,09	0,12	0,15	0,15	
			0,0	0,150	0,100	0,060	0,040	0,040	0,050	
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			0,0	0,200	0,600	1,000	1,000	0,950	0,800	
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			0,0	0,540	0,630	0,550	0,390	0,310	0,270	
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
				0,550	1,000	1,000	1,000	1,000	0,950	
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	dveře	dveře plné	6,0	0,140	0,100	0,060	0,080	0,100	0,100	
				0,84	0,60	0,36	0,48	0,60	0,60	
	okna	zasklená dvojsklem	9,6	0,150	0,050	0,030	0,030	0,020	0,020	
				1,44	0,48	0,29	0,29	0,19	0,19	
			0,0	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		součty [m <sup>2</sup> ]	256,3	40,80	41,01	43,31	48,99	45,62	44,66	
		objem míst [m <sup>3</sup> ]	218,3							
střední činitel pohltivosti α				0,172	0,159	0,160	0,169	0,191	0,178	0,174
činitel pohltivosti podle Eyringa α <sub>E</sub>				0,189	0,173	0,174	0,185	0,212	0,196	0,191
doba dozvuku T [s]			0,74	0,80	0,80	0,75	0,64	0,68	0,64	

## Průběh a posouzení

### PRŮBĚH DOBY DOZVUKU



Průběh neprůzvučnosti je v tolerančních mezích – VYHOVUJE.

### Materiál

#### Ecophon Focus B

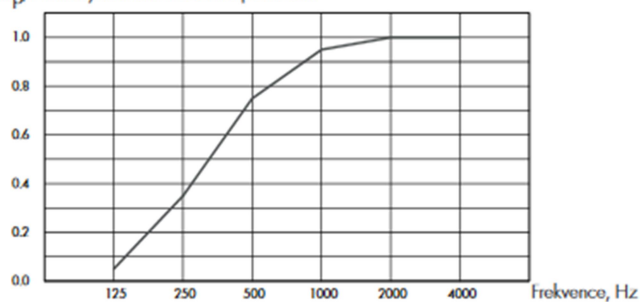
Panely se lepí přímo ke stropní konstrukci a vytvářejí tak strop s hladkým vzhledem. Šikmé hrany vytvářejí dojem úzkých drážek mezi panely. Panely nejsou demontovatelné. Panely mají vnitřní jádro vyrobené ze skelného vlákna vysoké hustoty. Viditelný povrch je opatřen vrstvou materiálu Akutex™ FT a zadní strana panelu je pokryta sklovláknennou tkaninou. Hrany jsou natřeny. Hmotnost konstrukce je cca 2,5 kg/m².

#### Zvuková absorpce:

Výsledky zkoušek v souladu s EN ISO 354.

Klasifikace podle EN ISO 11654, jednotlivé hodnoty pro NRC a SAA v souladu s ASTM C 423.

$\alpha_p$  Praktický koeficient zvukové pohltivosti

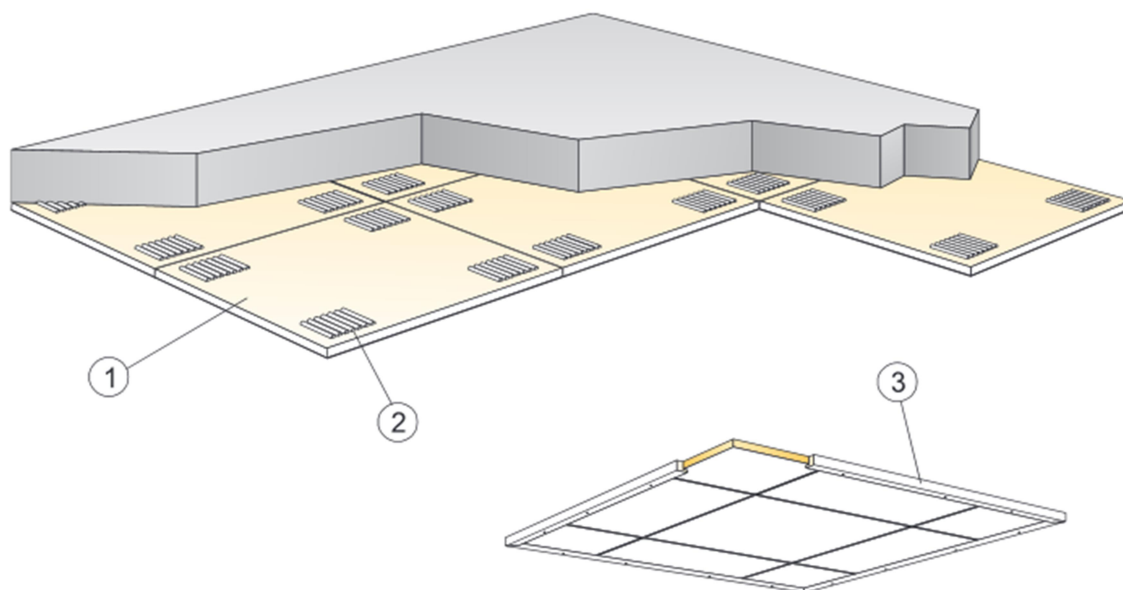


– Focus B 20 mm, 20 mm o.d.s.

o.d.s = celková hloubka systému

tl. mm	o.d.s. mm	$\alpha_p$ Praktický koeficient zvukové pohltivosti						$\alpha_w$	absorpční třída
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz		
20	20	0.05	0.35	0.75	0.95	1.00	1.00	0.65	C

AKCE: STAVEBNÍ ÚPRAVY 2 UČEBEN A ZMĚNA UŽÍVÁNÍ objektu ŠD Klostermannova 869/74, Děčín IV	DRUH: AKUSTIKA	REVIZE: 0
	SOUBOR: ZS_Klos_AK.docx	STRANA: 6



1 Focus B

2 lepidlo

3 ukončující lišta



#### Humidity Resistance

Testováno pro Třídu C, relativní vlhkost 70%, 25°C, dle EN 13964:2014.



#### Světelná účinnost

Bílá Frost, nejbližší barevný vzorek NCS je S 0500-N, odrazivost světla 85%, lesk < 1.



#### Údržba

Denní stírání prachu a vysávání. Týdenní čištění za mokra.



#### Přístupnost

Panely nejsou demontovatelné.



#### Instalace

Instalace dle montážního diagramu, instalačního postupu a pomocného výkresu. Informace o minimální celkové hloubce systému viz specifikace množství. Konstrukce stropního podkladu musí mít dostatečnou pevnost, aby byla možná bezpečná instalace panelů. Povrch by měl být vždy suchý a čistý. Pro dosažení nejlepších výsledků by stropní podklad měl být rovný.



#### Mechanické vlastnosti

Větší zatížení musí být kotveno k nosné stropní konstrukci.

AKCE:	STAVEBNÍ ÚPRAVY 2 UČEBEN A ZMĚNA UŽÍVÁNÍ objektu ŠD Klostermannova 869/74, Děčín IV	DRUH:	AKUSTIKA	REVIZE:	0
		SOUBOR:	ZS_Klos_AK.docx	STRANA:	7

## UČEBNA 2.14

### Výsledky měření

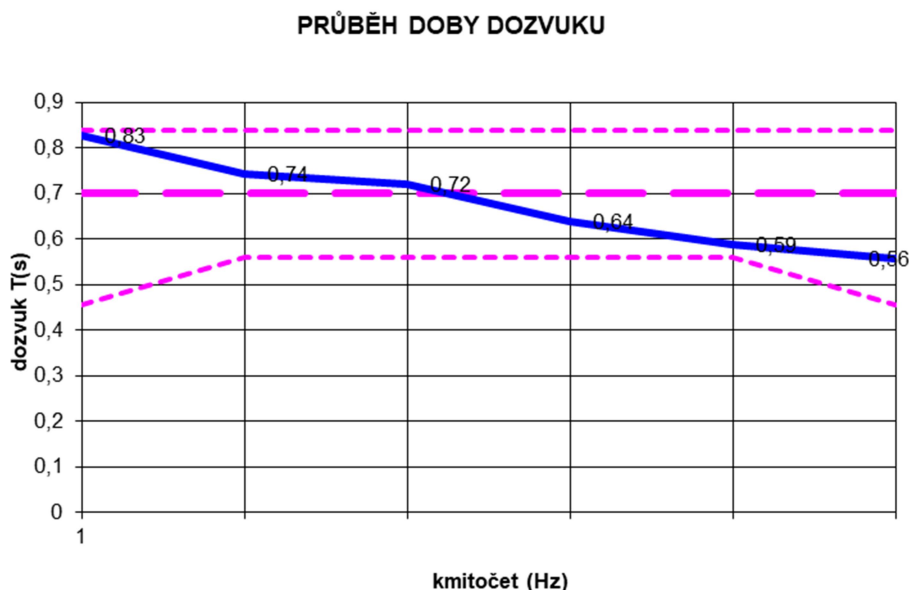
frekvence Hz	měření					
	1	2	3	4	5	6
125	0,77	0,93	0,98	0,79	0,77	0,74
250	0,93	0,94	0,99	0,89	0,74	0,67
500	0,92	0,97	0,93	0,86	0,74	0,72
1000	0,90	0,93	0,96	0,81	0,76	0,70
2000	0,86	0,95	0,98	0,80	0,75	0,71
4000	0,87	0,97	0,92	0,84	0,79	0,69
průměr	0,88	0,95	0,96	0,83	0,76	0,71

### Návrh a výpočet

Akustický pohled Ecophon Modus B – desky lepené přímo na stropní pohled.  
Tloušťka desek 40mm.

AKCE	ZŠ Klostermannova										
ČÁST	UČEBNA 2.14										
verze	AKUSTICKÝ OBKLAD STROPU										
číslo		kmitočet [kHz]	$S_i$	125	250	500	1000	2000	4000		
		povrch	$[m^2]$								
1	strop	tradiční strop	32,8	0,050	0,040	0,040	0,030	0,020	0,020		
		omítka na rákos		1,64	1,31	1,31	0,99	0,66	0,66		
		POHLTIVÝ OBKLAD	7,2	0,250	0,800	0,950	0,950	1,000	1,000		
		Ecophon Modus B		1,80	5,76	6,84	6,84	7,20	7,20		
			0,0	0,500	0,400	0,300	0,450	0,250	0,200		
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
2	podlaha			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		povlak PVC	40,0	0,020	0,030	0,030	0,040	0,060	0,060		
				0,80	1,20	1,20	1,60	2,40	2,40		
		vybavení (stolky+židle)	30,0	0,530	0,530	0,510	0,595	0,610	0,560		
				15,90	15,90	15,30	17,85	18,30	16,80		
				0,020	0,020	0,030	0,030	0,040	0,050		
				1,43	1,43	2,14	2,14	2,85	3,57		
3	stěny	zdivo omítnuté	71,3	0,020	0,020	0,030	0,030	0,040	0,050		
		vápenná omítka		0,0	0,140	0,100	0,060	0,080	0,100	0,100	
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			0,0	0,150	0,100	0,060	0,040	0,040	0,050		
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			0,0	0,200	0,600	1,000	1,000	0,950	0,800		
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			0,0	0,540	0,630	0,550	0,390	0,310	0,270		
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			0,0	0,550	1,000	1,000	1,000	1,000	0,950		
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		dveře	dveře plné		3,2	0,140	0,100	0,060	0,080	0,100	0,100
						0,45	0,32	0,19	0,26	0,32	0,32
				okna	zasklená dvojsklem		13,7	0,150	0,050	0,030	0,030
		2,05	0,68			0,41	0,41	0,27	0,27		
	0,0	0,030	0,030			0,030	0,030	0,030	0,030		
		0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00		
		součty $[m^2]$	198,3	24,07	26,61	27,40	30,08	32,01	31,22		
		objem míst $[m^3]$	130,3								
střední čísel pohltivosti $\alpha$				0,144	0,121	0,134	0,138	0,152	0,161	0,157	
čísel pohltivosti podle Eyringa $\alpha_E$				0,156	0,129	0,144	0,149	0,165	0,176	0,171	
doba dozvuku T [s]				0,69	0,83	0,74	0,72	0,64	0,59	0,56	

## Průběh a posouzení



Průběh neprůzvučnosti je v tolerančních mezích – VYHOVUJE.

## Materiál

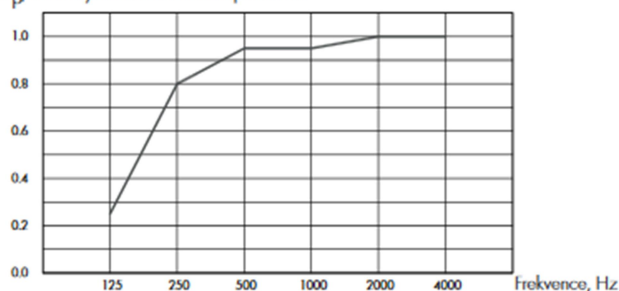
Panele se lepí těsně vedle sebe přímo na plochu stropu, čímž se vytváří strop s hladkým vzhledem. Sešikmené hrany vytvářejí úzkou drážku mezi jednotlivými panely. Panele nejsou demontovatelné. Panele mají jádro vyrobené ze skelné vlny vysoké hustoty na bázi 3RD Technology. Viditelný povrch je ošetřen vrstvou materiálu Akutex™ FT. Zadní strana panelu je potažena skelnou tkaninou. Hrany jsou opatřeny nátěrem. Hmotnost konstrukce je cca 5 kg/m².

### Zvuková absorpce:

Výsledky zkoušek v souladu s EN ISO 354.

Klasifikace podle EN ISO 11654, jednotlivé hodnoty pro NRC a SAA v souladu s ASTM C 423.

$\alpha_p$ , Praktický koeficient zvukové pohltivosti



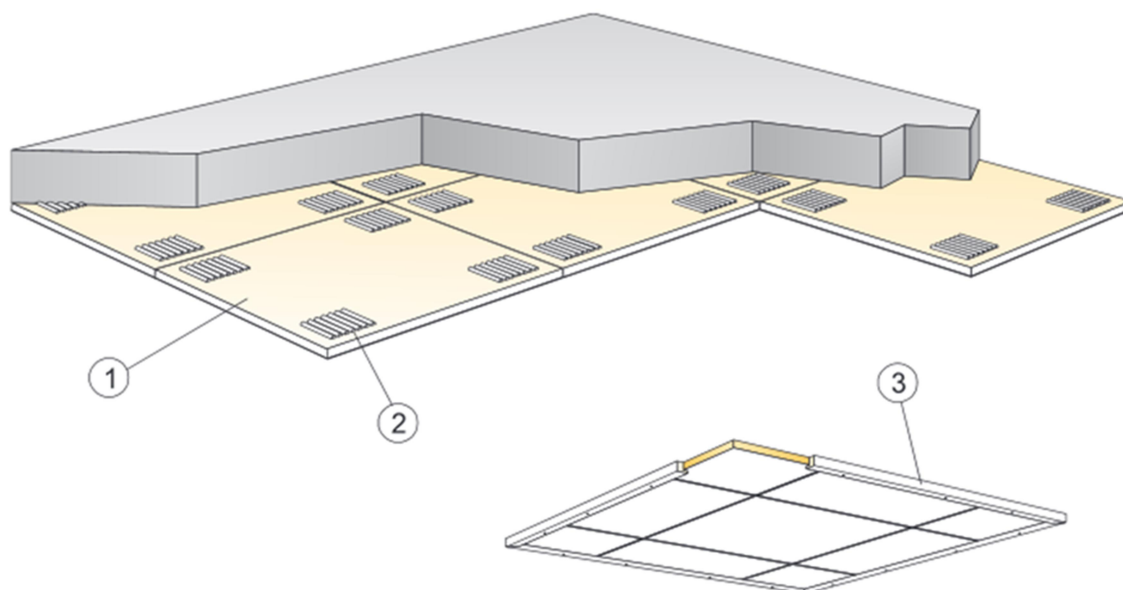
– Master B 40 mm, 43 mm o.d.s.

o.d.s = celková hloubka systému

tl. mm	o.d.s. mm	$\alpha_p$ , Praktický koeficient zvukové pohltivosti						$\alpha_w$	absorpční třída
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz		
40	43	0.25	0.80	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00	A



AKCE:	STAVEBNÍ ÚPRAVY 2 UČEBEN A ZMĚNA UŽIVÁNÍ objektu ŠD Klostermannova 869/74, Děčín IV	DRUH:	AKUSTIKA	REVIZE:	0
		SOUBOR:	ZS_Klos_AK.docx	STRANA:	9



#### Humidity Resistance

Testováno pro Třidu C, relativní vlhkost 70%, 25°C, dle EN 13964:2014.



#### Světelná účinnost

Bílá Frost, nejbližší barevný vzorek NCS je S 0500-N, odrazivost světla 85%, lesk < 1.



#### Údržba

Denní stírání prachu a vysávání. Týdenní čištění za mokra.



#### Přístupnost

Panely nejsou demontovatelné.



#### Instalace

Instalace dle montážního diagramu, instalačního postupu a pomocného výkresu. Informace o minimální celkové hloubce systému viz specifikace množství. Konstrukce stropního podkladu musí mít dostatečnou pevnost, aby byla možná bezpečná instalace panelů. Povrch by měl být vždy suchý a čistý. Pro dosažení nejlepších výsledků by stropní podklad měl být rovný.



#### Mechanické vlastnosti

Větší zatížení musí být kotveno k nosné stropní konstrukci.

AKCE:	STAVEBNÍ ÚPRAVY 2 UČEBEN A ZMĚNA UŽIVÁNÍ objektu ŠD Klostermannova 869/74, Děčín IV	DRUH:	AKUSTIKA	REVIZE:	0
		SOUBOR:	ZS_Klos_AK.docx	STRANA:	10

## SOUHRN

Akustické úpravy jsou navrženy z materiálu Ecophon z desek lepených přímo na povrch podhledu. Desky se dodávají v balení po 7,2m<sup>2</sup>. V učebně 2.01 je navržen materiál Focus B, v učebně 2.14 je materiál Modus B. Rozdíl je v tloušťce a v ceně. Desky Focus mají 20mm, Modus má 40mm a je o 762 Kč/m<sup>2</sup> dražší.

Plocha desek je menší, než plocha celého stropu, zpravidla se umísťují doprostřed místnosti do pravidelného geometrického tvaru, který se olemuje.

Pokud bude prováděno ověřovací měření, je nutné reprodukovat podmínky dokumentované při výchozím měření dozvuku (viz fotodokumentace v protokolu).