

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 Město Česká Kamenice

Odběratel Ing. M. Bezděková

Akce **Změna užívání části 1.NP sportovní haly
Česká Kamenice, Dukelských hrdinů 183**

Název přílohy **AKUSTIKA**

<i>Obsah</i>	ZÁKLADNÍ ÚDAJE	2
	NEPRŮZVUČNOST STROPU	2
	AKUSTIKA KLUBOVNY	5
	ZÁVĚR	9

Vypracoval: Ing.Jiří Kozák CSc.

Výtisk:

Počet stran: 9

Počet příloh: -

<i>Revize</i>	<i>Předmět</i>	<i>Datum</i>	<i>Podpis</i>
0	základní dokument	9.9.2023	Kozák

AKCE:	ZMĚNA UŽÍVÁNÍ ČÁSTI 1.NP SPORTOVNÍ HALY Česká Kamenice, Dukelských hrdinů 183	DRUH:	AKUSTIKA	REVIZE:	0
		SOUBOR:	Hala CK_AK.docx	STRANA:	2

ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Popis

Dokumentace obsahuje posouzení neprůzvučnosti stropu a návrh akustických úprav v nově navrhované klubovně v 1.NP sportovní haly v České Kamenici.

Podklady

Stavební výkresy a doplňující informace o objektu (Ing. Bezděková, Děčín)

NEPRŮZVUČNOST STROPU

Požadavky

Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách určuje ČSN 73 0532 *Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky*

Navrhovaná místnost v 1.NP bude sloužit jako klubovna (společně užívaný prostor), v podlaží nad klubovnou bude ubytovna (ložnicový prostor).

Tabulka 2 – Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v hotelech a ubytovnách

Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)					
Řádka	Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku)	Požadavky na zvukovou izolaci			
		Stropy		Stěny	Dveře
		$R'_{w, DnT,w}$ dB	$L'_{h,w}, L'_{hT,w}$ dB	$R'_{w, DnT,w}$ dB	R_w dB
Hotely a ubytovny – ložnicový prostor					
1	Všechny místnosti druhých jednotek	≥ 53	≤ 55	≥ 47	$\geq 42^a$
2	Společně užívané prostory (chodby, schodiště)	≥ 53	≤ 58	≥ 45	$\geq 32^b$ $\geq 27^c$
3	Restaurace a jiné provozní prostory s provozem do 22:00 h	≥ 57	≤ 53	≥ 57	–
4	Restaurace a jiné provozní prostory s provozem i po 22:00 h ($L_{A,max} \leq 85$ dB)	≥ 62	≤ 48	≥ 62	–

^a Platí pro spojovací dveře mezi samostatnými ubytovacími jednotkami (např. dvojité dveře).

^b Platí pro vstupní dveře ze společných prostor domu (chodby) přímo do chráněné obytné místnosti.

^c Platí pro vstupní dveře, je-li chráněný prostor oddělen předstíní nebo zádveřím s dalšími dveřmi.

Požadovaná stavební neprůzvučnost stropu $R_w' = 53$ dB.

Korekce k_1 na boční přenosy

Tabulka 7 – Korekce na vedlejší cesty přenosu zvuku pro vzduchovou neprůzvučnost dělicích konstrukcí

Dělicí prvek	Boční konstrukce	Korekce k_1 [dB]
Těžká dělicí stěna (strop) – monolitická, prefabrikovaná nebo zděná (cihly, beton, pórobeton apod.) $R_w \geq 40$ dB	4× těžká	2
	3× těžká, 1× lehká	3
	2× těžká, 2× lehká	4
	1× těžká, 3× lehká	5
	vyzdívaný skelet	≥ 4

korekce $k_1 = 2$

Požadovaná laboratorní neprůzvučnost

$R_w = 53 + 2 = 55$ dB

AKCE:	ZMĚNA UŽÍVÁNÍ ČÁSTI 1.NP SPORTOVNÍ HALY Česká Kamenice, Dukelských hrdinů 183	DRUH:	AKUSTIKA	REVIZE:	0
		SOUBOR:	Hala CK_AK.docx	STRANA:	3

Výpočet

Skladba stropu



hmotnost polystyrenbetonových panelů 521,7 kg (objemová hmotnost 970 kg/m³).
rozměr panelů 1490x2990x120 mm
SDK podhled – desky 15mm, svěšení 250mm

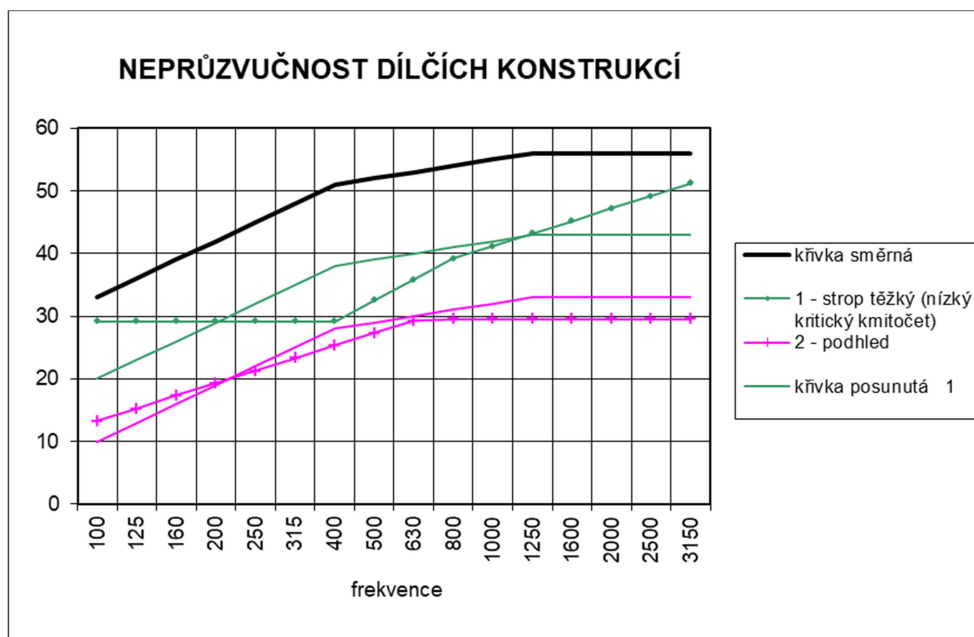
zadané hodnoty											
materiál	objemová		modul	koef.	rychlost	plošná		tuhost konstrukce		hodnocení	
	tloušťka	hmotnost				hmotnost	hmotnost	hmotnost	hmotnost		
	h	ρ	E	η	c _L	m	m' _c	m' _s	3	R _{wc}	R _{w1}
	[m]	[kg/m ³]	[Pa]	[-]	[m/s]	[kg/m ²]	[kg/m ²]	[kg/m ²]			
strop těžký (nízký kritický kmitočet)	0,120	1000	5,20E+09	0,007	2280	120	6,8	101,5	TUHÁ	26,7	38,1
beton lehčený	4										
separační vrstva	0,250	0	140000		340						
vzduch											
podhled	0,015	730	2,30E+09	0,021	1775	11,0	7,1	77,3	POLO	27,1	20,1
sádkartón	41										
tloušťka celkem	0,385										
činitel pohltivosti výplně	α ₅₀₀	0,200									

výsledné hodnoty			f _r	f _I	f _A	f _B	f _C	f _{cr}
			[Hz]	[Hz]	[Hz]	[Hz]	[Hz]	[Hz]
			37,6	680	57	423	846	233
pomocná hodnota	p	1	37,9		29,2	29,2	39,2	47
pomocná hodnota	q	0,055	0,00		651	3529	7058	2394
pomocná hodnota	r	0,79			29,6	29,6	39,6	
maximum zvýšení R	D	14,09						
rozdíl neprůzvučnosti		Rw1-Rwc	1,15	dB				
rozdíl neprůzvučnosti		Rw2-Rwc	-0,70	dB				

Průběhy- dílčí konstrukce

frekvence	100	125	160	200	250	315	400	500	Hz
křivka směrná	33,0	36,0	39,0	42,0	45,0	48,0	51,0	52,0	dB
křivka posunutá 1	20,0	23,0	26,0	29,0	32,0	35,0	38,0	39,0	dB
křivka posunutá 2	10,0	13,0	16,0	19,0	22,0	25,0	28,0	29,0	dB
1 - strop těžký (nízký kritický kmitočet)	29,2	29,2	29,2	29,2	29,2	29,2	29,2	32,5	dB
odchylky	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	5,8	8,8	6,5	dB
2 - podhled	13,3	15,2	17,4	19,3	21,2	23,3	25,3	27,3	dB
odchylky	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,7	2,7	1,7	dB

frekvence	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	Hz
křivka směrná	53,0	54,0	55,0	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0	dB
křivka posunutá 1	40,0	41,0	42,0	43,0	43,0	43,0	43,0	43,0	dB
křivka posunutá 2	30,0	31,0	32,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	dB
1 - strop těžký (nízký kritický kmitočet)	35,9	39,2	41,2	43,2	45,2	47,2	49,2	51,2	dB
odchylky	4,1	1,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	dB
2 - podhled	29,3	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	dB
odchylky	0,7	1,4	2,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	dB

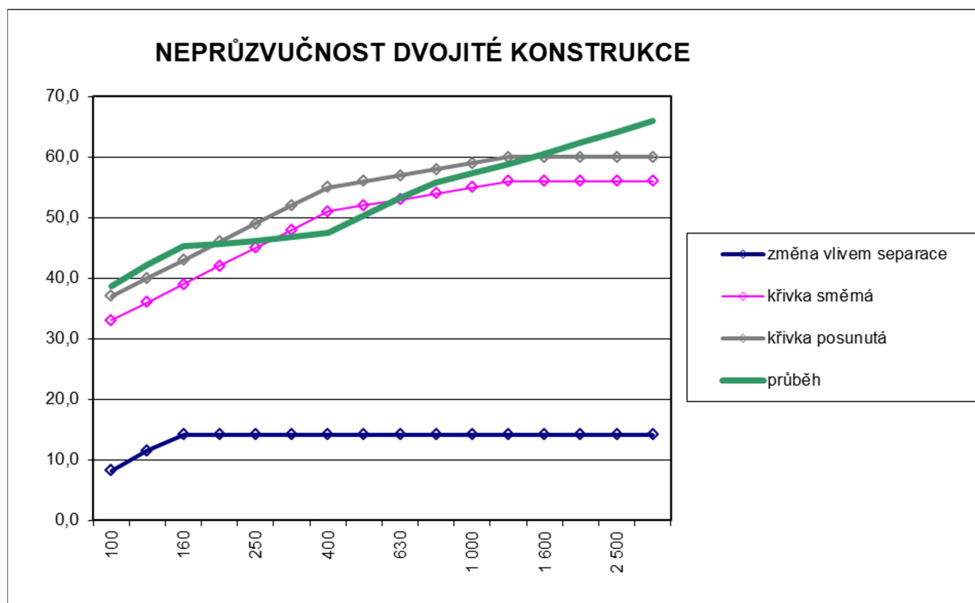


Průběhy - celek

frekvence	Hz	100	125	160	200	250	315	400	500
součtová neprůzvučnost	dB	30,5	30,8	31,2	31,6	32,1	32,7	33,5	36,3
změna vlivem separace	dB	8,2	11,5	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1
křivka posunutá	dB	37,0	40,0	43,0	46,0	49,0	52,0	55,0	56,0
dvojitá konstr.- průběh	dB	38,7	42,3	45,3	45,7	46,2	46,8	47,6	50,4
dvojitá konstr.- odchylky	dB	0,0	0,0	0,0	0,3	2,8	5,2	7,4	5,6

frekvence	Hz	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
součtová neprůzvučnost	dB	39,2	41,7	43,2	44,8	46,5	48,3	50,1	51,9
změna vlivem separace	dB	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1
křivka posunutá	dB	57,0	58,0	59,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
dvojitá konstr.- průběh	dB	53,3	55,8	57,3	58,9	60,6	62,3	64,1	66,0
dvojitá konstr.- odchylky	dB	3,7	2,2	1,7	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0

křivka posunutá 1		-13,0
křivka posunutá 2		-23,0
1 - strop těžký (nízký kritický kmitočet)	Σ	30,6
odchylky	max	8,8
2 - podhled	Σ	27,0
odchylky	max	3,4
součtová neprůzvučnost	R _m	
změna vlivem separace	D _R	
křivka posunutá		4,0
dvojitá konstr.- průběh	Σ	30,0
dvojitá konstr.- odchylky	max	7,4



HODNOCENÍ KONSTRUKCE		
podle ČSN EN ISO 717-1		
VÁŽENÁ NEPRŮZVUČNOST		
$R_w (C; C_{tr})$	56(-1;-5)	

Vážená neprůzvučnost stropu (stavební)
 $R_w' = 56 - 2 = 54 \text{ dB} > R_{w' \text{ pož}} = 53 \text{ dB}$ – VYHOVUJE

AKUSTIKA KLUBOVNY

Popis

Požadavky na dobu dozvuku 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 pro místnosti typu klubovna norma nestanoví, ale vzhledem k tvaru a rozměrům místnosti je doporučeno provést akustickou úpravu spočívající v instalaci širokopásmového akustického obkladu. Širokopásmový znamená, že materiál dosahuje požadovaný útlum v širokém kmitočtovém rozsahu zvuku.

Návrh

U sádkartonových podhledů se útlumu dosahuje použitím SDK desek s perforací. V tomto případě to není možné, protože díry v podhledu by znamenaly nepřípustné snížení neprůzvučnosti stropu (které bylo řešeno v předcházejícím odstavci).

Návrh uvažuje s deskami přímo lepenými na plný SDK podhled. Použitelné jsou desky ze sortimentu Ecophon, a to buď typ Focus SQ nebo typ Master SQ.

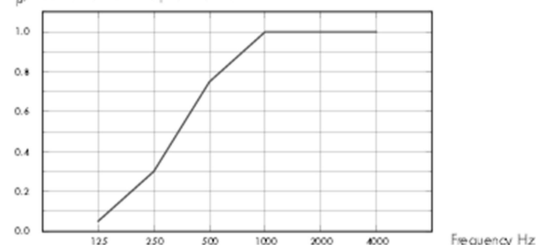
Focus SQ

Acoustic

Sound Absorption:

Test results according to EN ISO 354. Classification according to EN ISO 11654, and the single value ratings for Noise Reduction Coefficient, NRC and Sound Absorption Average, SAA according to ASTM C 423.

α_p Practical sound absorption coefficient



— Focus SQ 20 mm, 23 mm o.d.s.

o.d.s = overall depth of system

THK mm	o.d.s. mm	α_p Practical sound absorption coefficient						α_w	Sound absorption class
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz		
20	23	0.05	0.30	0.75	1.00	1.00	1.00	0.60	C

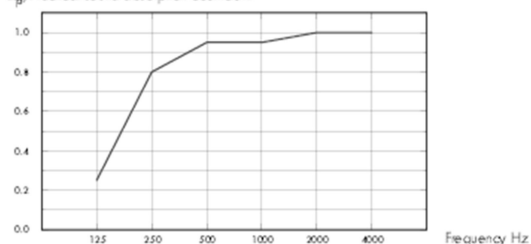
Master SQ

Acoustic

Sound Absorption:

Test results according to EN ISO 354. Classification according to EN ISO 11654.

α_p Practical sound absorption coefficient



— Master SQ 40 mm, 43 mm o.d.s.

o.d.s = overall depth of system

THK mm	o.d.s. mm	α_p Practical sound absorption coefficient						α_w	Sound absorption class
		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

Materiály se liší v tloušťce, v pohltivosti a v ceně. Focus představuje splnění minimálních požadavků na úpravu prostoru, Master představuje dosažitelné maximum.

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 a z dalších dostupných pramenů. Údaje o pohltivých materiálech jsou z firemních údajů.

AKCE:	ZMĚNA UŽÍVÁNÍ ČÁSTI 1.NP SPORTOVNÍ HALY Česká Kamenice, Dukelských hrdinů 183	DRUH:	AKUSTIKA	REVIZE:	0
		SOUBOR:	Hala CK_AK.docx	STRANA:	7

AKCE	Sportovní hala Česká Kamenice										
ČÁST	101 KLUBOVNA										
verze	bez akustických úprav										
číslo		kmitočty [kHz]	S_p	125	250	500	1000	2000	4000		
		povrch	[m ²]								
1	strop	sádkarton	41,4	0,150	0,090	0,050	0,030	0,050	0,000		
				6,21	3,73	2,07	1,24	2,07	0,00		
		plný	0,0	0,050	0,300	0,750	1,000	1,000	1,000		
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		svítidla	2,9	0,080	0,040	0,030	0,030	0,020	0,020		
				0,23	0,12	0,09	0,09	0,06	0,06		
			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		
		2	podlaha	PVC povlak	44,3	0,010	0,010	0,020	0,020	0,030	0,030
						0,44	0,44	0,89	0,89	1,33	1,33
3	stěny sálu	omítka na zdivu	87,6	0,020	0,020	0,030	0,040	0,050	0,050		
				1,75	1,75	2,63	3,51	4,38	4,38		
			0,0	0,020	0,020	0,030	0,040	0,050	0,050		
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			0,0	0,040	0,040	0,050	0,060	0,060	0,060		
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			0,0	0,150	0,110	0,100	0,100	0,070	0,060		
				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	dřevěné plné	3,2	0,100	0,150	0,100	0,050	0,030	0,020	
					0,32	0,48	0,32	0,16	0,10	0,06	
		okna	zasklená dvojsklem	5,4	0,020	0,060	0,030	0,030	0,020	0,020	
					0,11	0,32	0,16	0,16	0,11	0,11	
				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]	184,8	9,07	6,84	6,15	6,04	8,04	5,94		
		objem míst [m ³]	148,8								
střední čísel pohltivosti α			0,038	0,049	0,037	0,033	0,033	0,044	0,032		
číslo pohltivosti podle Eyringa α_E			0,039	0,050	0,038	0,034	0,033	0,044	0,033		
doba dozvuku T [s]			3,39	2,61	3,48	3,88	3,54	2,51	2,26		

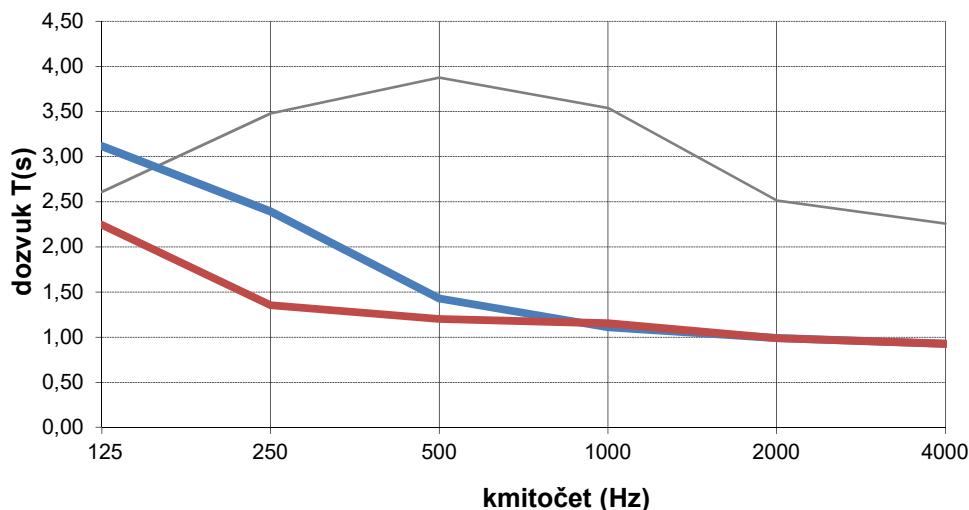
AKCE	Sportovní hala Česká Kamenice									
ČÁST	101 KLUBOVNA									
verze	NÁVRH 1 Focus SQ									
číslo		kmitočet [kHz]	S_p	125	250	500	1000	2000	4000	
		povrch	[m ²]							
1	strop	sádrokarton	27,0	0,150	0,090	0,050	0,030	0,050	0,000	
		plný	4,05	2,43	1,35	0,81	1,35	0,00		
		Ecophon Focus SQ	14,4	0,050	0,300	0,750	1,000	1,000	1,000	
			0,72	4,32	10,80	14,40	14,40	14,40		
		svítidla	2,9	0,080	0,040	0,030	0,030	0,020	0,020	
			0,23	0,12	0,09	0,09	0,06	0,06		
			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	
2	podlaha	PVC povlak	44,3	0,010	0,010	0,020	0,020	0,030	0,030	
			0,44	0,44	0,89	0,89	1,33	1,33		
3	stěny sálu	omítka na zdivu	87,6	0,020	0,020	0,030	0,040	0,050	0,050	
			1,75	1,75	2,63	3,51	4,38	4,38		
			0,0	0,020	0,020	0,030	0,040	0,050	0,050	
			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			0,0	0,040	0,040	0,050	0,060	0,060	0,060	
			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			0,0	0,150	0,110	0,100	0,100	0,070	0,060	
			0,00	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	0,00	
			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	0,00	
			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	0,00	
	dveře	dřevěné plné	3,2	0,100	0,150	0,100	0,050	0,030	0,020	
			0,32	0,48	0,32	0,16	0,10	0,06		
	okna	zasklená dvojsklem	5,4	0,020	0,060	0,030	0,030	0,020	0,020	
			0,11	0,32	0,16	0,16	0,11	0,11		
			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	0,00	
		součty [m ²]	184,8	7,63	9,87	16,23	20,01	21,72	20,34	
		objem míst [m ³]	148,8							
střední čísel pohltivosti α				0,086	0,041	0,053	0,088	0,108	0,118	0,110
číslo pohltivosti podle Eyringa α_E				0,090	0,042	0,055	0,092	0,115	0,125	0,117
doba dozvuku T [s]				1,45	3,11	2,39	1,43	1,11	0,99	0,92

AKCE:	ZMĚNA UŽÍVÁNÍ ČÁSTI 1.NP SPORTOVNÍ HALY Česká Kamenice, Dukelských hrdinů 183	DRUH:	AKUSTIKA	REVIZE:	0
		SOUBOR:	Hala CK_AK.docx	STRANA:	8

AKCE	Sportovní hala Česká Kamenice										
ČÁST	101 KLUBOVNA										
verze	NÁVRH 2		Master SQ								
číslo	kmitočet [kHz]	S_v	125	250	500	1000	2000	4000			
	povrch	[m ²]									
1	strop	sádrokarton	27,0	0,150	0,090	0,050	0,030	0,050	0,000		
		plný		4,05	2,43	1,35	0,81	1,35	0,00		
		Ecophon Master SQ	14,4	0,250	0,800	0,950	0,950	1,000	1,000		
				3,60	11,52	13,68	13,68	14,40	14,40		
		svítidla	2,9	0,080	0,040	0,030	0,030	0,020	0,020		
				0,23	0,12	0,09	0,09	0,06	0,06		
			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		
		2	podlaha	PVC povlak	44,3	0,010	0,010	0,020	0,020	0,030	0,030
						0,44	0,44	0,89	0,89	1,33	1,33
3	stěny sálu	omítka na zdivu	87,6	0,020	0,020	0,030	0,040	0,050	0,050		
				1,75	1,75	2,63	3,51	4,38	4,38		
			0,0	0,020	0,020	0,030	0,040	0,050	0,050		
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			0,0	0,040	0,040	0,050	0,060	0,060	0,060		
				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			0,0	0,150	0,110	0,100	0,100	0,070	0,060		
				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	dřevěné plné	3,2	0,100	0,150	0,100	0,050	0,030	0,020		
				0,32	0,48	0,32	0,16	0,10	0,06		
	okna	zasklená dvojsklem	5,4	0,020	0,060	0,030	0,030	0,020	0,020		
				0,11	0,32	0,16	0,16	0,11	0,11		
			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]	184,8	10,51	17,07	19,11	19,29	21,72	20,34		
		objem míst [m ³]	148,8								
střední čísel pohltivosti α			0,097	0,057	0,092	0,103	0,104	0,118	0,110		
číslel pohltivosti podle Eyringa α_E			0,103	0,059	0,097	0,109	0,110	0,125	0,117		
doba dozvuku T [s]			1,28	2,24	1,35	1,20	1,15	0,99	0,92		

Doba dozvuku bez akustických úprav je 3,4s, při aplikaci desek Focus SQ je to 1,5s a při použití desek Master SQ je to 1,3s.

KMITOČTOVÝ PRŮBĚH DOBY DOZVUKU



Slabá šedá část je průběh bez úprav, modrá je Focus SQ a červená je Master SQ.

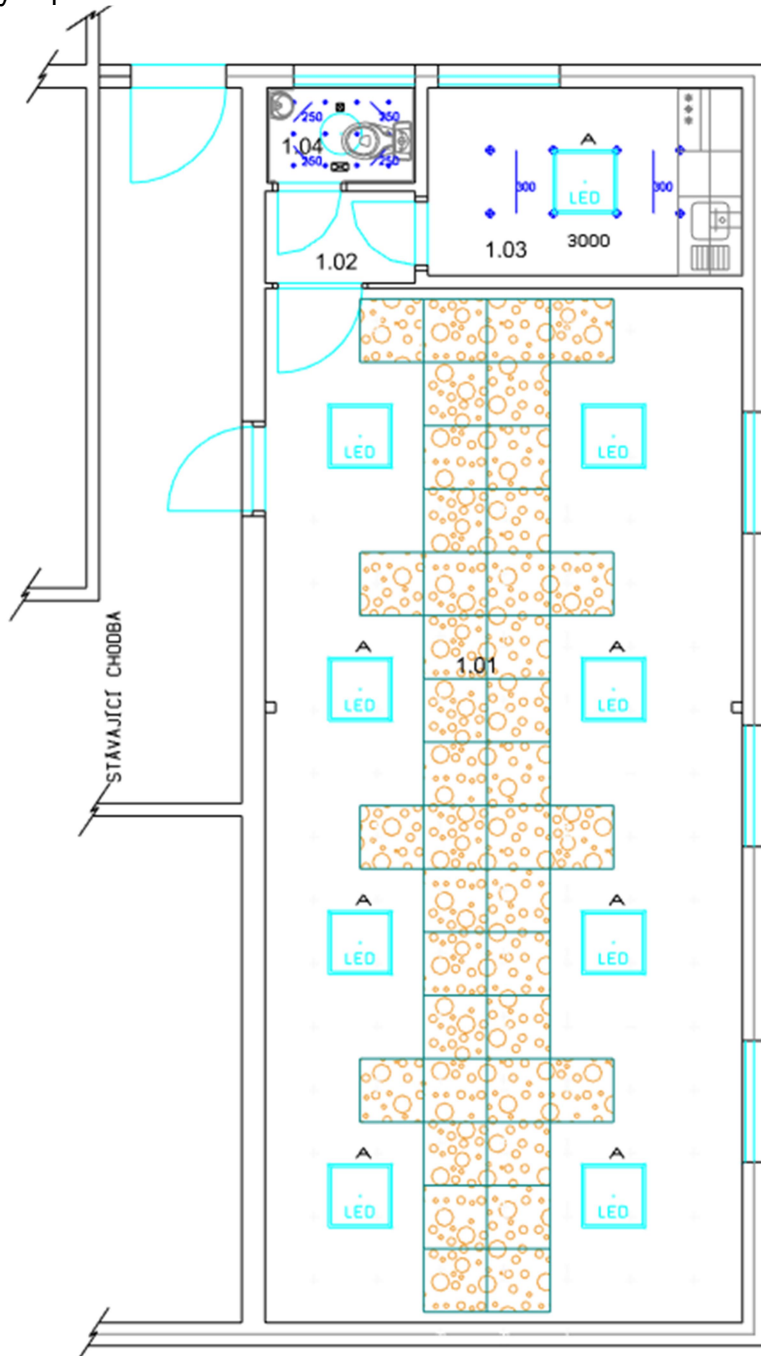
AKCE:	ZMĚNA UŽÍVÁNÍ ČÁSTI 1.NP SPORTOVNÍ HALY Česká Kamenice, Dukelských hrdinů 183	DRUH:	AKUSTIKA	REVIZE:	0
		SOUBOR:	Hala CK_AK.docx	STRANA:	9

ZÁVĚR

Výpočet neprůzvučnosti stropu prokázal, že stávající strop po doplnění sádrokartonového podhledu s deskami 15mm a svěšením 250mm vyhovuje normovým požadavkům.

Z výpočtu doby dozvuku jednoznačně vyplývá, že provedení akustického obkladu je pro užívání klubovny velmi důležité. Jsou navrženy dvě materiálové varianty, které se liší tloušťkou desek a cenou. Celkem bude použito 40 desek 600x600mm. U desek Focus to jsou 2 balení, u desek Master 4 balení.

Rozmístění je v obou případech stejné. Na obrázku je zakresleno možné rozmístění akustických panelů.



Ceníková cena desek Focus SQ 1650,-Kč/m², Master SQ 2802,-Kč/m².