

Knauf AMFs.r.o., Chlumčanského 5, 180 00 Praha 8

Digitronic
Šimkova 904/2
500 03 Hradec Králové
k rukám: **Ing. Eliášové**

Věc : Návrh technického řešení prostorové akustiky pro

SZeŠ Kostelec nad Orlicí

V Praze dne: 1.10.2021

Vážená paní Eliášová,

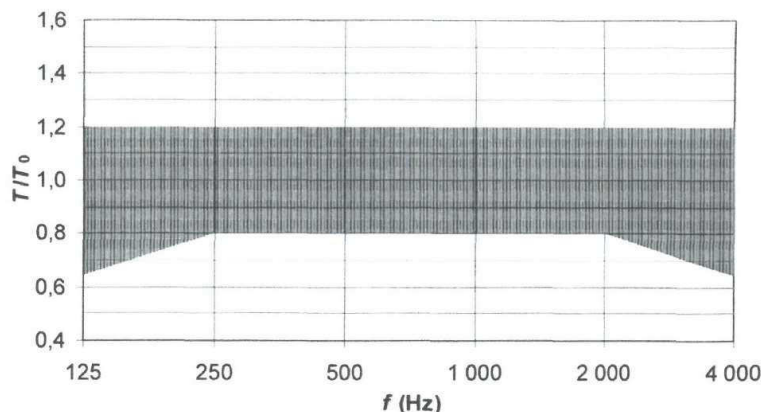
na základě zaslaných podkladů i tel. hovoru posílám návrh řešení prostorové akustiky pro učebny SzeŠ SOU_CHKT v Kostelci nad Orlicí.

Podklady pro výpočet: půdorysy, řezy v dwg.formátu, informace o základním interiérovém vybavení včetně typu podlahové krytiny, informace o počtu žáků a užívání učeben.

Výpočet doby dozvuku byl proveden statistickou metodou podle Eyringa v souladu s ČSN 73 0527. Tato metoda neumožňuje zohlednit geometrické uspořádání akusticky aktivních ploch, při výpočtu je uvažováno s dokonale difuzním zvukovým polem, které není reálně dosažitelné.

Výpočtová metodika proto slouží jako pomůcka pro návrh akustických úprav pro zlepšení prostorové akustiky prostoru. Vypočtené hodnoty doby dozvuku se mohou od hodnot reálně naměřených lišit.

Kmenové třídy se dle vyhlášky navrhuji cca pro objem učebny do 250m³ s optimální dobou dozvuku $T_0 = 0,7s$ a přípustné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 dle obrázku A4 normy.



Učebna 2.09, výměra 35,90m², počet žáků 12.

Pro správné šíření mluveného slova je v učebně navržena kombinace materiálů akusticky pohltivého, deska Alpha a odrazivého, deska Thermatex Acoustic RL. Pro splnění podmínky funkce podhledu jako požární ochrany stropní konstrukce bude nad obě desky položena akustická izolace 2x50mm CNF Board D9 a budou ochráněny všechny vestavěné prvky do podhledu.

Výměra desky Acoustic RL je 10,8m². Svěšení obou desek na líc h=200mm. Pro zatlumení nízkých frekvencí a také kvůli většímu prosklení v učebně doporučuji na podélnou stěnu proti oknům instalovat stěnový absorber Heradesign Micro o rozměru 1,8x4,2m². Výškové umístění absorberu, od stropu dolů, odsazení od stěny h=55mm na líc desky. Absorbér je v příloze ve výkresu znázorněn silnou modrou čarou, odrazivé desky Acoustic RL čarou šrafovanou.

Podkrovní učebna 2.07, výměra 48,92m², počet žáků 12.

V učebně je jako podhled navržen pouze jeden typ akustického materiálu a to minerální deska Thermatex Alpha + kvůli požární ochranné stropní konstrukce 2x50mm položené akustické izolace CNF Board D9. Vzhledem k malé výměře rovné části stropu bude pro zatlumení učebny použit ještě stěnový absorber Heradesign Micro tl.25mm a to o celkové ploše 17m². Umístění absorberu podélné stěny mezi okny. Odsazení absorberu h=55mm. Limitní křivka vykazuje překročení mezí dozvuku pro frekvenci 125Hz. Pro běžné užívání učebny nebude vadit. Pokud by přeci jenom v reálném provozu např. při puštění hudby vznikala ozvěna, pak doporučuji obložit ještě volné stěny akustickou deskou Heradesign Micro tl.25mm.

Kmenová učebna 0.20, výměra 57,15m², počet žáků 16

Na rovnou část stropu doporučuji použít desku Thermatex Alpha tl.19mm + položená akustická izolace 2x50mm CNF Board D9. Orientační výměra desky Alpha cca 32,40m². Vzhledem k prosklení celé jedné podélné stěny a též přítomnosti střešních oken je nutné posílení akustiky ještě stěnovými absorbery. Vhodný typ deska Heradesign Fine tl.25mm. Umístění desky na podélnou stěnu proti oknům a to v rozsahu cca 9,1x3,0 m². Za tento absorbér s odsazením od stěny h=105mm na líc

desky bude vložena ještě akustická izolace 80mm CNF Board D5. Další tlumicí materiál, deska Heradesign Fine tl.25mm bude umístěn na zadní stěnu proti učitelskému stolku, od stropu dolů orientačně 6x1,8m² s odsazením od stěny h=85mm a vloženou akustickou izolací 30mm CNF Board D5. Třetí akustický absorber z desky Heradesign Fine doporučuji instalovat na šikmou stěnu nad okny, rozměr absorbéru 1,2x9m², odsazení h=85mm, vložená akustická izolace 30mm CNF Board D9. Celkem akusticky pohltivého materiálu Heradesign Fine tl.25mm na stěny bude 49,02m².

Montáž desek

Minerální desky Alpha a Acoustic RI ve formátu 600x600mm budou namontovány vkládáním do konstrukce dle montážního systému C, TL S04. Nad desky Alpha i Acoustic RL bude položena akustická izolace 2x50mm CNF Board D9 a to za účelem splnění požární ochrany stropní konstrukce na EI 30 ze spoda.

Stěnový absorber Heradesign Micro a Heradesign Fine, tl. desky 25mm, formát lze použít 600x600 nebo 600x1200mm s hranou AK 01. Desky budou namontovány dle nárazuvzdorného, montážního systému B/WS buď na dřevěné KVH latě nebo na CD profily. Odsazení absorbéru od stěn dle předchozího popisu. Za desky Heradesign Fine bude vložena ještě akustická izolace.

Pokud postup výstavby umožní, doporučuji provést akustické měření před konečnou instalací produktů KCS a zajistit tak kalibraci návrhu. Kontrolní měření doby dozvuku doporučujeme provádět v průběhu realizace a po dokončení realizace navržených úprav. Ze zkušenosti lze říci, že předpokládaná doba dozvuku v nízkých frekvencích může být vyšší než dovolená, pro vybrané typy prostoru obecně i zpracovatel normy ČSN 730527 připouští, že s ohledem na ekonomickou efektivnost řešení může být reálná doba dozvuku vyšší než doba dozvuku získaná výpočtem i požadovaná normou. Stejně tak může dojít k výrazné odchylce v určitém frekvenčním pásmu. Příčinou může být nerovnoměrné rozložení pohltivých ploch. Návrh vychází z teoretických výpočtů, které nahrazují reálný stav pouze s omezenou přesností a pracují s hodnotami materiálových parametrů výrobků KCS zjišťovaných v laboratorním prostředí. Vlastnosti ostatních materiálů použitých v interiéru jsou stanoveny na základě veřejně dostupných zdrojů bez možnosti verifikace jejich věrohodnosti, případně se využívají hodnoty užívané v odborné literatuře. Skutečný stav akustiky prostoru se proto od výpočtových modelů může různě lišit. Z tohoto důvodu doporučujeme kontrolovat dobu dozvuku prostoru měřením a případně počítat s jistou rozpočtovou rezervou na realizaci akustických opatření.

Přílohy: Výpočty doby dozvuku pro učebnu 0.20, 2.07 a 2.09.
Technický list desky Thermatex Alpha, Acoustic RL, Heradesign Micro,
Heradesign Fine
Technický list montážního systému B/WS, systému C a systému požární
ochrany stropní konstrukce 4-180/2018

Těším se na další spolupráci s Vámi.

S pozdravem

Ing. Petra Kuntová
Technická zástupkyně Čechy

Výpočet akustických parametrů

Výpočet doby dozvuku podle Eyringa



Knauf AMF s.r.o.
V.4.12 04.10.2021 / PK

Místnost	Popis: učebna 0.20				
Popis	SZeŠ SOU_CHKT Kostelec nad Orlicí				
Rozměry místnosti	6,267	x	9,1	x	3,94 m
Objem	326,62	m ³			

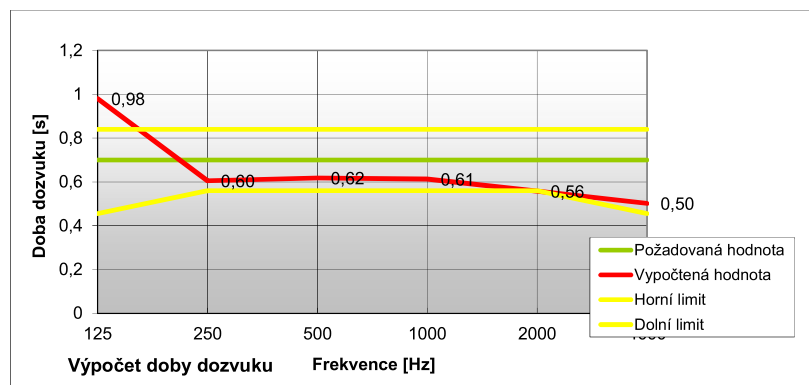
ČSN 730525 - Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky-Všeobecné zásady

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 ve školách-Prostory pro veřejné účely

Díl	Rozměry místnosti					Hz					
	Šířka	Délka	Výška	α_w	NRC	125	250	500	1000	2000	4000
Podlaha											
Mramor	3,56	9,1	4,48			0,32396	0,32396	0,64792	0,64792	0,97188	0,97188
Mramor	5,54	9,1	3,6			0,50414	0,50414	1,00828	1,00828	1,51242	1,51242
Stěny											
Vápenocementová omítka s hlinkovou barvou		25,32	4,48			3,403008	3,403008	2,268672	4,537344	5,67168	9,074688
Vápenocementová omítka s hlinkovou barvou		-8,8	2,6			-0,6864	-0,6864	-0,4576	-0,9152	-1,144	-1,8304
Okna plastová, dvojitě zasklení		8,8	2,6			0,4576	1,3728	0,6864	0,6864	0,6864	0,4576
Okna plastová, dvojitě zasklení		3,92	0,98			0,076832	0,230496	0,115248	0,115248	0,115248	0,076832
Okna plastová, dvojitě zasklení		-3,92	0,98			-0,07683	-0,2305	-0,11525	-0,11525	-0,11525	-0,07683
Stropy											
Beton bez omítky, štukové omítky											
Podhledy											
Thermatex Alpha a=200 mm + 100 mm MV	3,56	9,1		0,95		17,8178	24,297	29,1564	32,396	32,396	32,396
Stěnové obklady											
Heradesign fine 25 mm 80 mm DP-4 h=105 mm	9,1	3		0,80 (L)		19,11	27,3	21,84	20,475	21,84	21,84
Heradesign fine 25 mm 30 mm DP-4 h=85 mm	6	1,8		0,80 (L)		4,32	9,72	9,72	7,56	8,64	8,64
Heradesign fine 25 mm 30 mm DP-4 h=85 mm	9,1	1,2		0,80 (L)		4,368	9,828	9,828	7,644	8,736	8,736
Obsazenost											
Žák ve školní třídě v dřevěné lavici : 3,0 m2/osobu	16										
$\Sigma \alpha_i S_i$						49,6	76,1	74,7	74,0	79,3	81,8
Pohltivá plocha A [m²]				293,66	m²						
α						0,17	0,26	0,25	0,25	0,27	0,28
αE						-0,185	-0,3	-0,294	-0,291	-0,315	-0,326

Požadovaná hodnota		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Horní limit		0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Dolní limit		0,455	0,56	0,56	0,56	0,56	0,455
Vypočtená hodnota		0,98	0,60	0,62	0,61	0,56	0,50



Jako technické řešení navrhujeme použít následující produkty AMF

Heradesign fine 25 mm 80 mm DP-4 h=105 mm

Heradesign fine 25 mm 30 mm DP-4 h=85 mm

Heradesign fine 25 mm 30 mm DP-4 h=85 mm

Thermatex Alpha a=200 mm + 100 mm MV

provedení
Weiss

formát

hrana
AK-01

množství

49,02m2

32,40m2

Výpočet akustických parametrů

Výpočet doby dozvuku podle Eyringa

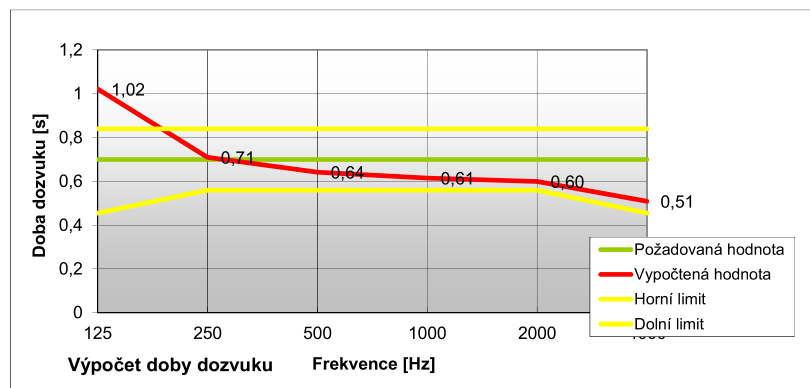


Místnost	Popis: učebna 2.07				
Popis	SZeŠ SOU_CHKT Kostelec nad Orlicí				
Rozměry místnosti	7,635	x	6,31	x	2,62 m
Objem	125,98	m ³			

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 ve školách-Prostory pro veřejné účely

Díl	Rozměry místnosti				Hz						
	Šířka	Délka	Výška	α_w	NRC	125	250	500	1000	2000	4000
Podlaha											
Mramor	2,4	7,635	3,34			0,18324	0,18324	0,36648	0,36648	0,54972	0,54972
Mramor	3,91	7,635	2,17			0,298529	0,298529	0,597057	0,597057	0,895586	0,895586
Stěny											
Vápenocementová omítka s hlínkovou barvou		20,07	3,34			2,011014	2,011014	1,340676	2,681352	3,35169	5,362704
Vápenocementová omítka s hlínkovou barvou		-2,1	2,15			-0,13545	-0,13545	-0,0903	-0,1806	-0,22575	-0,3612
Okna plastová, dvojité zasklení		2,1	2,15			0,0903	0,2709	0,13545	0,13545	0,13545	0,0903
Vápenocementová omítka s hlínkovou barvou		-0,9	2,1			-0,0567	-0,0567	-0,0378	-0,0756	-0,0945	-0,1512
Dveře dřevěné		0,9	2,1			0,2268	0,2079	0,189	0,1512	0,1512	0,2079
Okna plastová, dvojité zasklení		0,75	4			0,06	0,18	0,09	0,09	0,09	0,06
Vápenocementová omítka s hlínkovou barvou		-0,75	4			-0,09	-0,09	-0,06	-0,12	-0,15	-0,24
Stropy											
Sádrokarton 9,5 mm, dutina a=100 mm	2,8	7,6				2,3408	2,7664	1,064	0,4256	0,4256	0,6384
Sádrokarton 9,5 mm, dutina a=100 mm	-1	2				-0,22	-0,26	-0,1	-0,04	-0,04	-0,06
Podhledy											
Thermatex Alpha a=200 mm + 100 mm MV	2,4	7,635		0,95		10,0782	13,743	16,4916	18,324	18,324	18,324
Stěnové obklady											
Heradesign micro 25 mm h=55 mm	1	17		0,45		4,25	7,65	9,35	7,65	6,8	7,65
Obsazenost											
Žák ve školní třídě v dřevěné lavici : 3,0 m2/osobu	12										
$\Sigma \alpha_i S_i$						19,0	26,8	29,3	30,0	30,2	33,0
Pohltivá plocha A [m²]				181,81 m²							
α						0,10	0,15	0,16	0,17	0,17	0,18
αE						-0,111	-0,159	-0,176	-0,18	-0,182	-0,2

Požadovaná hodnota		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Horní limit		0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Dolní limit		0,455	0,56	0,56	0,56	0,56	0,455
Vypočtená hodnota		1,02	0,71	0,64	0,61	0,60	0,51



Jako technické řešení navrhujeme použít následující produkty AMF
Heradesign micro 25 mm h=55 mm
Thermatex Alpha a=200 mm + 100 mm MV

provedení	formát	hrana	množství
Weiss	1200x600x25 mm	AK-01	17,0m2
	600x600x19 mm	Board	18,32m2

Výpočet akustických parametrů

Výpočet doby dozvuku podle Eyringa



Knauf AMF s.r.o.
V.4.12 30.09.2021 / PK

Místnost	Popis: učebna 2.09				
Popis	SZeŠ SOU_CHKT Kostelec nad Orlicí				
Rozměry místnosti	7,06	x	5,04	x	3,1 m
Objem	110,31	m ³			

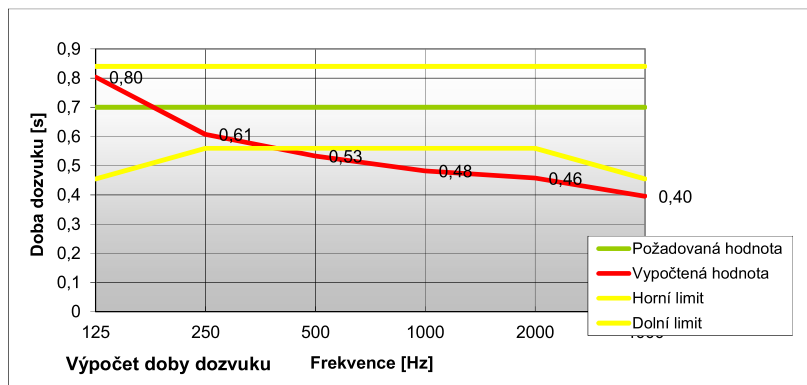
ČSN 730525 - Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky-Všeobecné zásady

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 ve školách-Prostory pro veřejné účely

Díl	Rozměry místnosti			Hz							
	Šířka	Délka	Výška	α_w	NRC	125	250	500	1000	2000	4000
Podlaha											
Mramor	7,06	5,04	3,1			0,355824	0,355824	0,711648	0,711648	1,067472	1,067472
Stěny											
Vápenocementová omítka s hlínkovou barvou		24,2	3,1			2,2506	2,2506	1,5004	3,0008	3,751	6,0016
Vápenocementová omítka s hlínkovou barvou		-3,19	2,15			-0,20576	-0,20576	-0,13717	-0,27434	-0,34293	-0,54868
Okna plastová, dvojitě zasklení		3,19	2,15			0,13717	0,41151	0,205755	0,205755	0,205755	0,13717
Vápenocementová omítka s hlínkovou barvou		-0,9	2,1			-0,0567	-0,0567	-0,0378	-0,0756	-0,0945	-0,1512
Dveře dřevěné		0,9	2,1			0,2268	0,2079	0,189	0,1512	0,1512	0,2079
Stropy											
Beton bez omítky, štukové omítky											
Podhledy											
Thermatex Alpha a=200 mm + 100 mm MV	7,06	5,04		0,95		19,57032	26,6868	32,02416	35,5824	35,5824	35,5824
Thermatex Acoustic RL	3,6	3		0,15(L)		2,7	2,16	1,62	1,08	1,62	2,16
Thermatex Alpha a=200 mm + 100 mm MV	-3,6	3		0,95		-5,94	-8,1	-9,72	-10,8	-10,8	-10,8
Stěnové obklady											
Heradesign micro 25 mm h=55 mm	1,8	4,2		0,45		1,89	3,402	4,158	3,402	3,024	3,402
Obsazenost											
Žák ve školní třídě v dřevěné lavici : 3,0 m2/osobu	12										
$\Sigma \alpha_i S_i$						20,9	27,1	30,5	33,0	34,2	37,1
Pohltivá plocha A [m ²]	165,74 m ²										
α						0,13	0,16	0,18	0,20	0,21	0,22
αE						-0,135	-0,179	-0,203	-0,222	-0,231	-0,253

Požadovaná hodnota	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Horní limit	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Dolní limit	0,455	0,56	0,56	0,56	0,56	0,455
Vypočtená hodnota	0,80	0,61	0,53	0,48	0,46	0,40



Jako technické řešení navrhujeme použít následující produkty AMF
Heradesign micro 25 mm h=55 mm
Thermatex Alpha a=200 mm + 100 mm MV
Thermatex Acoustic RL

provedení	formát	hrana	množství
Weiss	1200x600x25 mm	AK-01	7,56m2
	600x600x19 mm	Board	10,8m2