

Ing. Zdeněk Jílek
Projektová činnost
Dlouhá 31, 312 00 Plzeň
IČO 45394750

Akustická studie

Výstavba nové haly, rekonstrukce stávající tělocvičny vč. Jejího zázemí a provozního objektu, propojujícího novou halu s objektem stávající školy při ZŠ Dýšina

p.č. 405/19, 403 /6

k.ú. DÝŠINA

Zakázka č.: **A -21-0311**

Zadavatel: **Ing. arch. Lubomír Korčák**

Datum: **3-5 / 2021**

Vypracoval: **Ing. Zdeněk Jílek**

Počet stran: **17**


Ing. Zdeněk JÍLEK
projektová činnost
IČO 45394750
Dlouhá 31, 312 04 Plzeň
Tel. 603 471 029

Obsah

Prostorová akustika

- 1. Úvod**
- 2. Charakteristika prostředí**
- 3. Návrhy a opatření**
- 4. Závěr**

1 Úvod

Obsahem této zprávy je posouzení nového a stávajícího stavu vnitřních prostor objektů ZŠ Dýšina z pohledu akustiky prostředí, a to z hlediska doby dozvuku a emise hluku do navazujícího venkovního prostředí. Podkladem bylo použito stavebních výkresů a zadaného přehledu a rozsahu vyplývajícího z požadavků ČSN 73 0527 Projektování v oboru prostorové akustiky.

Podklady: výkresová dokumentace
koordinace s hlavním projektantem
koordinace s projektantem vzt

2 Charakteristika prostředí

Použité normy

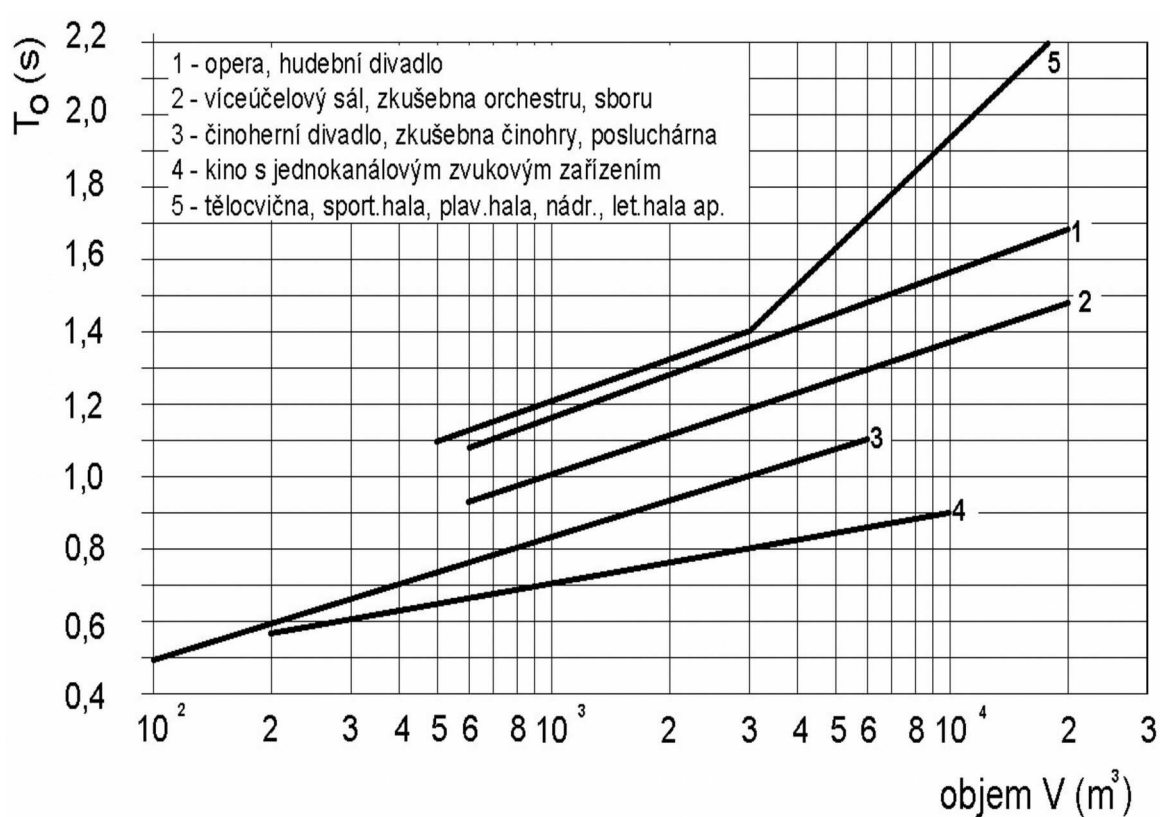
- [1] ČSN 73 0525 - Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky
Všeobecné zásady - 1998.
- [2] ČSN 73 0527 - Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky
Prostory pro kulturní účely - Prostory ve školách - Prostory pro veřejné účely – 2005.

Požadavky a doporučení pro prostorovou akustiku

Jedním z nejdůležitějších akustických parametrů v akusticky náročných prostorech je doba dozvuku. Optimální doba dozvuku T_0 v daném prostoru je stanovena podle účelu jeho využití a velikosti (objemu) prostoru, jak uvádí *Obr. 2.1*. Vychází se přitom zejména z norem ČSN 73 0525 až 27.

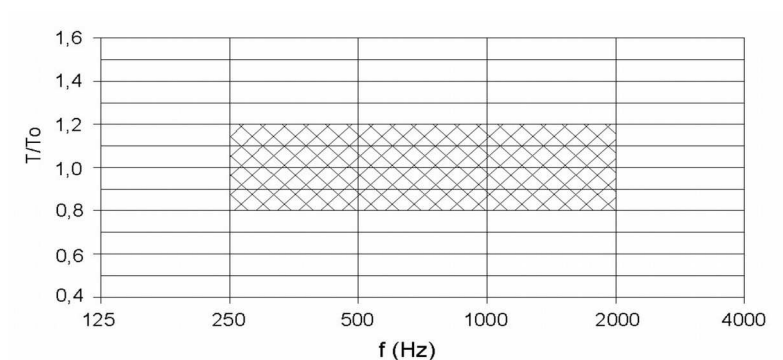
Doba dozvuku je důležitým, ale nikoliv jediným parametrem a patří k ní také distribuce zvuku mezi zdrojem a posluchačem, která souvisí mimo jiné s potlačením nežádoucích odrazů zvuku, a naopak se zachováním užitečných odrazů. Pro splnění těchto podmínek je nutno nejen vybrat vhodné typy akustických obkladů a stanovit jejich množství, ale řešit i jejich vhodné umístění. Dodržením předepsaných parametrů docílíme v řešených prostorech požadovaného standardu prostorové akustiky.

Doba dozvuku je kmitočtově závislý akustický parametr. Dosažení přesné optimální hodnoty v celém kmitočtovém rozsahu, se kterým prostorová akustika pracuje, tedy v oktavových pásmech se středními kmitočty od 125 Hz až do 4 kHz, je prakticky nemožné. Proto norma zavádí kolem optimální hodnoty přípustné rozmezí, ve kterém se může skutečná hodnota doby dozvuku T pohybovat. Přípustné rozmezí pro tělocvičny a sportovní haly je omezeno pro kmitočtový rozsah 250 Hz až 2 kHz jak uvádí *Obr. 2.2*.



Obr. 2.1: Závislost optimální doby dozvuku $T_0(s)$ pro kmitočet 1000 Hz na objemu $V [m^3]$ uzavřeného prostoru v obsazeném stavu, u závislosti 5 neobsazeném stavu (převzato z ČSN 73 0527)

Pro dosažení vyrovnané doby dozvuku je v projektu pro danou optimální dobu dozvuku sledováno splnění požadavku na přípustné rozmezí dob dozvuku T/T_0 (doba dozvuku v daném oktavovém pásmu/optimální doba dozvuku).



Obr. 2.2: Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 tělocvičny, sportovní nebo plavecké haly v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma (převzato z ČSN 73 0527)

Doba dozvuku

Je-li v určitém prostoru umístěn zdroj zvuku, pak úroveň akustické energie narůstá až do ustáleného stavu, kdy se vyrovná množství dodávané energie a energie pohlcované stěnami a předměty umístěnými v prostoru. Je-li po ustálení zdroj zvuku vypnut, akustický tlak začne klesat vlivem pohlcování energie stěnami. Zvuk šířící se prostorem po vypnutí zdroje se nazývá dozvuk. Doba dozvuku je pak stanovena jako čas od vypnutí zdroje zvuku do poklesu energie na jednu miliontinu původní ustálené hodnoty, tedy o 60 dB.

Doba dozvuku je jedním z parametrů, který lze spolehlivě předpovědět i výpočtem. Výpočet doby dozvuku je dán parametry prostoru, jakými je například pohltivost použitých materiálů v prostoru, plocha obklopujících stěn nebo objem prostoru. Závislost vypočítané doby dozvuku se v tomto případě uvádí pro oktávová pásma se středními kmitočty od 250 Hz do 2 kHz.

Optimální doba dozvuku byla stanovena na základě ČSN 73 0527 dle křivek dané pro tělocvičny, sportovní a plavecké haly na $T_0 = 1,8$ s.

Nová tělocvična

rozměry 48 x 28 m s výškou pod vazník 8,27 m.

Betonový skelet se zastřešením z příhradových ocelových vazníků a trapézového plechu se zateplením. Osvětlení pod střechou, spodní části stěn pevné včetně stupňů pro přihlížející. Rozvody vzduchotechniky pod stropem s vzt jednotkou mimo tělocvičnu.

Provozní záměr - sportovní aktivita.

Multifunkční sál (stávající tělocvična)

rozměry 23 x 10 m s výškou podhledu 5,44 m.

Cihelné zdivo se stropem betonovým trámovým. Čelní stěna s pódiem, protilehlá stěna plná.

Provozní záměr – multifunkční využití.

Pohledový strop je tvořený rastrovým podhledem, dílčí plocha stěny je řešena akustickým obkladem stěn.

3 Návrhy a opatření

Nová tělocvična

objem prostoru: $V = 13930 \text{ m}^3$

optimální doba dozvuku: $T_0 = 1,8 \text{ s}$

Podhled: Strop bude vzhledem k odrazivé podlaze hrát důležitou roli v akustice prostoru. Předpokládá se použití minerálního akustického podhledu svěšeného v úrovni vazníků s variabilní možností sestav s ohledem na provoz vzduchotechniky, umístění svítidel, případně sálavých prvků přibližně v polovině půdorysné plochy stropu. Doporučená plocha podhledu 1.000 m^2 . Pohltivost α stř. $> 0,7$

Stěnový obklad: Akustický obklad je řešen jako doplněk akustického podhledu. Zabraňuje nežádoucím odrazům zvuku mezi rovnoběžnými stěnami. Bude tvořen dřevěným rastrovým obložením s vloženou minerální vatou. Mezery rastru cca 30 mm.

Multifunkční sál (stávající tělocvična)

objem prostoru: $V = 1340 \text{ m}^3$

optimální doba dozvuku: $T_0 = 0,9 \text{ s}$

Podhled: Předpokládá se použití minerálního akustického podhledu deskového do rastru v úrovni mezi průvlaky. Pro zvýraznění útlumu se do vzduchové mezery vloží nízkofrekvenční absorber. Doporučená plocha podhledu 110 m^2 . Pohltivost $\alpha_{\text{stř.}} > 0,8$

Stěnový obklad: Akustický obklad stěn je řešen jako doplněk akustického podhledu. Zabraňuje nežádoucím odrazům zvuku mezi rovnoběžnými stěnami. Bude tvořen akustickými deskami se zvýšenou mechanickou odolností a to u podélné stěny do výšky $2,2 \text{ m}$, u čelní plné stěny do výšky $4,8 \text{ m}$. Pohltivost $\alpha_{\text{stř.}} > 0,8$

4 Závěr

Tato studie řeší prostorovou akustiku pro projekt novostavby sportovní haly dle normy, požadavků objednavatele a zkušeností z obdobných projektů. Pro výše uvedený prostor je potřebné pro kvalitní užívání splnit minimální požadavky určené touto studií. Při dodržení výše uvedených akustických opatření bude v prostoru tělocvičny dosaženo komplexně dostatečného standardu prostorové akustiky.

Obsah

Průmyslový hluk

1. Situace

2. Zdroj hluku

3. Přenosy

4. Vyhodnocení

Závěr

1 Situace

Obsahem této části zprávy je posouzení provozu vzt jednotek, odsávacích ventilátorů a kondenzační jednotky, souvisejících s provozem nové tělocvičny objektu ZŠ a jejím zázemím.

Předmětem posouzení je akustické klima v navazujícím venkovním prostoru, u nejbližší obytné zástavby, vlivem vzniklé emise hluku dle zadaného rozsahu činnosti a zdroje hluku.

Jako podkladu bylo použito:

- situační řešení
- zadavatelem zadaného rozsahu a provozních hodnot

2 Zdroj hluku

Návrh řeší umístění VZT jednotek umístěných ve vnitřním prostředí strojoven. Vzt jednotka typ A09606 a Z09606 slouží k větrání nové tělocvičny a multifunkční haly, vzt jednotka CQ50IVBV pak zajišťuje větrání hygienických zařízení. Kondenzační jednotka složí pro chlazení (typ UU85W.U74) je umístěna na fasádě objektu v blízkosti sací komory ostatních vzt jednotek, jejichž výdech je výustkami nad střechu .

Provozní doba je pouze v denní době.

Zadané hodnoty hlučnosti jsou vyjádřeny akustickým výkonem

Hygienické požadavky

Dle nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, stanoví nejvyšší přípustné hodnoty hladin hluku L_{Aeq} součtem hladiny základní L_A a korekcemi dle místních podmínek a denní doby.

Chráněný venkovní prostor staveb

$L_{pAeq} = 50 \text{ dB}$	s korekcí na denní dobu	$K = 0 \text{ dB}$
	s korekcí na noční dobu	$K = -10 \text{ dB}$

Hygienický limit pro chráněný venkovní prostor staveb v denní době
stacionární zdroje $L_{Aeq,8h} = 50 \text{ dB}$

3 Přenosy

Zpracováno programem Hluk + 11-5 při následujících parametrech:

denní doba 8 nejhluchnějších hodin po sobě jdoucích

Povrch terénu a zástavby – pohltivý.

Rekapitulace zdrojů hluku (pro maximální výkony)

P1	Sací komora Vzt jednotek	LW = 87 dB
P2	Výdech Vzt - tělocvična	LW = 77 dB
P3	Výdech Vzt – hygienická zařízení	LW = 73 dB
P4, 5	Odsávací ventilátory	LW = 77 dB
P6	Kondenzační jednotka	LW = 74 dB

Posuzované body

bod 1	Květinová	č.p. 321
bod 2	Školní	č.p. 320
bod 3	Školní	č.p. 254
bod 4	Školní	č.p. 157
bod 5	Školní	č.p. 120

Rekapitulace výstupních hladin hluku pro denní provozní dobu

místo		LAeq,8h dB	LAeq,8h dB limit
1	č.p. 231 v = 3 m	37,4	50,0
2	č.p. 320 v = 3 m	29,2	
3	č.p. 254 v = 3 m	32,9	
4	č.p. 157 v = 3 m	31,0	
5	č.p. 120 v = 3 m	23,6	

4 Vyhodnocení

Z předchozího výpočtového hodnocení vyplývá následující:

Vlivem provozu vzt jednotek a klima jednotky nedochází k navýšení emise hluku do okolí z jejího provozu a ve všech posuzovaných bodech je emisní hladina hluku pod limitem i v případě výskytu tónové složky.

Doporučená opatření :

- Organizačně zajistit pravidelnou údržbu tg zařízení
- Pružné uložení jednotek včetně jejich potrubních rozvodů pro eliminaci přenosu hluku do konstrukce objektu a následného vzniku chvění a vibrací

Závěr

Výpočetní zpracování provozu vzt jednotek vykazuje pro daný rozsah a typ zdroje hluku **podlimitní hladiny hluku pro posuzovanou denní dobu** v chráněném venkovním prostředí staveb posuzovaných bodů.

V případě jakýchkoliv změn je nutné přehodnotit výpočetní posouzení dle skutečného stavu.

- - -

Přílohy: **prostorová akustika**

Výpočtové zpracování tělocvičny
 Výpočtové zpracování multifunkčního sálu
 Půdorysné schema tělocvičny
 Půdorysné schema multifunkčního sálu

průmyslový hluk

Hluková mapa - den
 Vstupní a výstupní parametry

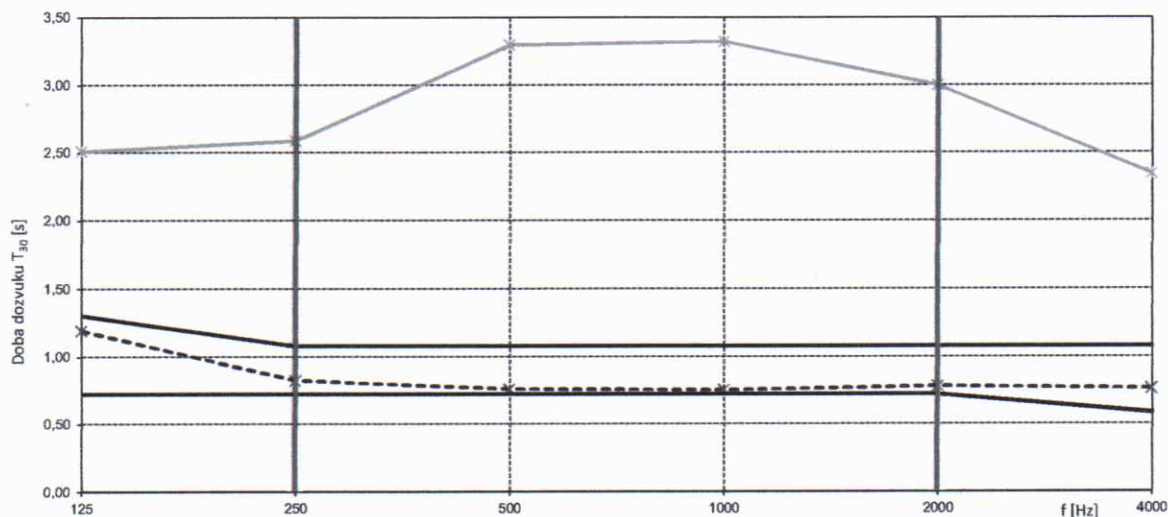
Multifunkční sál

V = 1340,0 m³
S = 930,6 m²

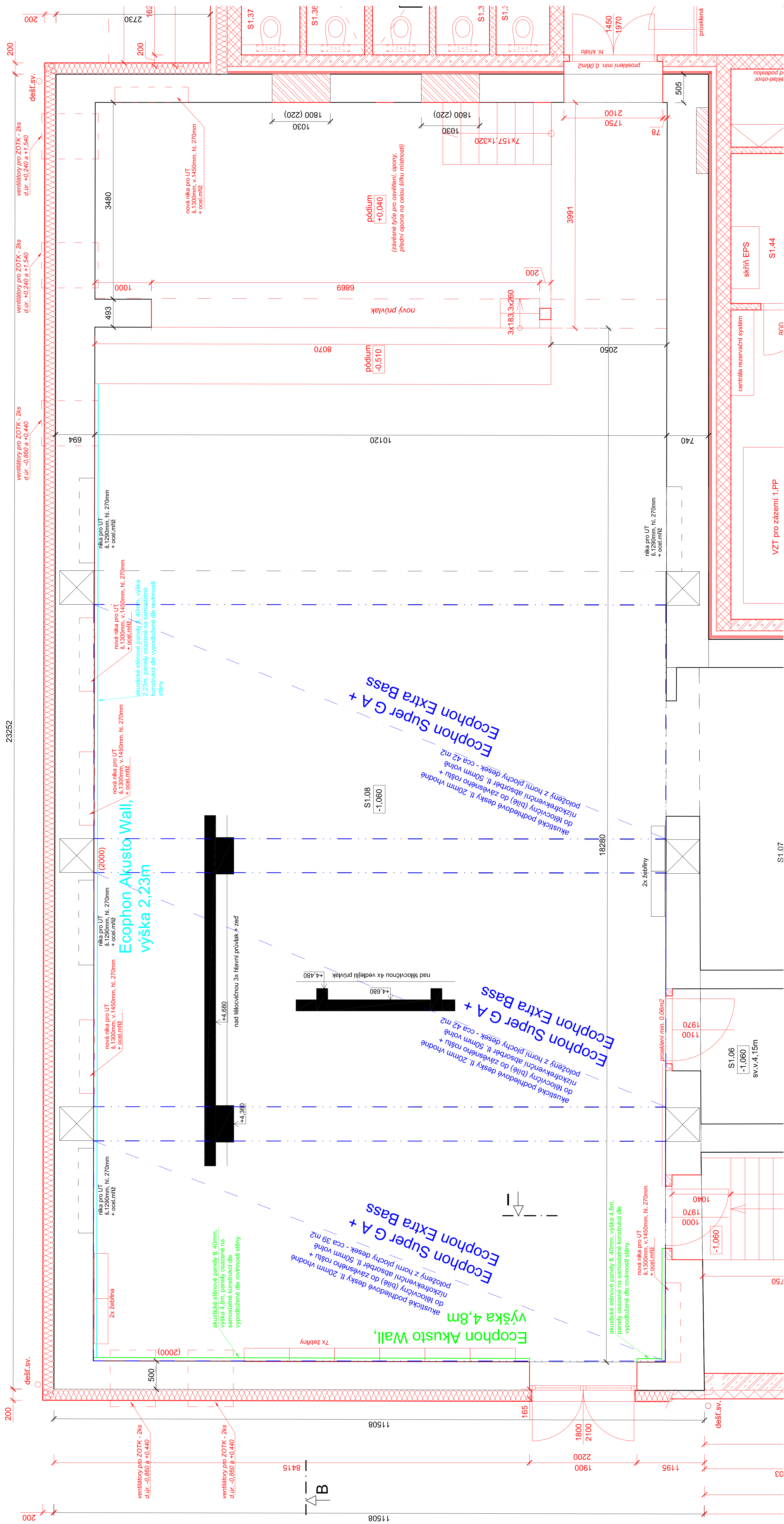
Cílová doba dozvuku

0,9 s

POZN.	Řeč: 0						Plocha	Hudba: 1						Hudba: 0					
	alfa							pohltivost											
	125	250	500	1000	2000	4000		125	250	500	1000	2000	4000						
Vzduch	6,6E-05	0,00025	0,00068	0,00127	0,00252	0,00641	-	0,3538	1,3374	3,6584	6,7815	13,4858	34,3753						
Podlaha - sportovní povrch	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	183,17	3,66	7,33	7,33	7,33	7,33	7,33						
Okna	0,15	0,10	0,06	0,05	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
Dveře	0,10	0,10	0,10	0,08	0,08	0,08	10,00	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	0,80						
Stěny	0,10	0,08	0,04	0,04	0,05	0,05	335,52	33,55	26,84	13,42	13,42	16,78	16,78						
Strop	0,12	0,10	0,06	0,05	0,04	0,04	141,34	16,96	14,13	8,48	7,07	5,65	5,65						
Stěny - laťovaný obklad	0,50	0,80	0,90	0,85	0,65	0,50	74,69	37,35	59,75	67,22	63,49	48,55	37,35						
Minerální podhled - 250mm	0,50	0,80	0,90	0,90	0,90	0,90	103,49	51,74	82,79	93,14	93,14	93,14	93,14						
Vybavení tělocvičny	0,20	0,40	0,60	0,60	0,60	0,60	32,40	6,48	12,96	19,44	19,44	19,44	19,44						
Osoby na židlích	0,30	0,50	0,70	0,80	0,80	0,80	50,00	15,00	25,00	35,00	40,00	40,00	40,00						
CELKEM							930,6	166,10	231,14	248,69	251,46	245,17	254,86						
							Td1 [s]	1,1943	0,8234	0,7583	0,7514	0,7803	0,7637						
							po úpravě	1,19	0,82	0,76	0,75	0,78	0,76						
							prázdná	2,51	2,59	3,30	3,32	3,00	2,35						
Toleranční pásmo							dol. mez	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,585						
							hor. mez	1,305	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08						
							celková ekvivalentní pohltivá plocha - bez aku. úprav [-]	51,14	46,21	38,45	37,98	43,81	61,71						
							pokles hladiny hluku po akustické úpravě [dB]	5,7	8,0	9,3	9,4	8,6	7,3						



--- Vypočtená doba dozvuku po úpravě — Neupravený prostor — Hranice tolerančního pásma pro $T_0 = 0,9$ s



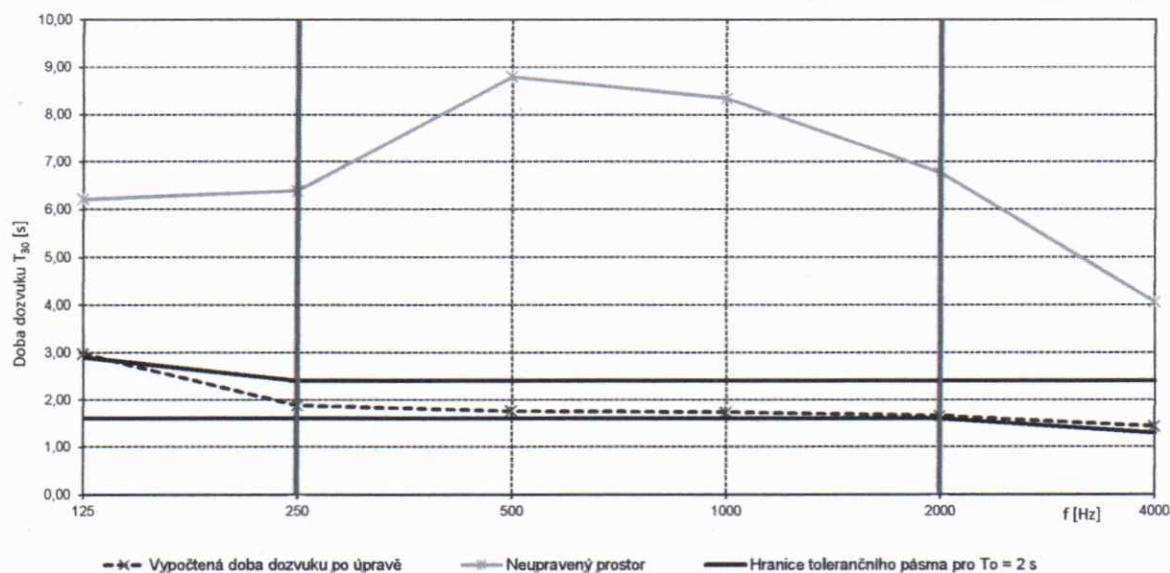
Sportovní hala

V = 13930,0 m³
S = 3847,3 m²

Cílová doba dozvuku

2 s

POZN.	Řeč: 0						Plocha	Řeč + hudba: 1						Hudba: 0					
	alfa							pohltivost											
	125	250	500	1000	2000	4000		125	250	500	1000	2000	4000						
vzduch	6,6E-05	0,00025	0,00068	0,00127	0,00252	0,00641	-	3,6776	13,9027	38,0311	70,4969	140,1915	357,3491						
Podlaha - sportovní povrch	0,02	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	1261,37	25,23	50,45	50,45	50,45	50,45	50,45						
Okna	0,15	0,10	0,06	0,05	0,04	0,03	55,50	8,33	5,55	3,33	2,78	2,22	1,67						
Dveře	0,10	0,10	0,10	0,08	0,08	0,08	24,30	2,43	2,43	2,43	1,94	1,94	1,94						
Stěny	0,10	0,08	0,04	0,04	0,05	0,05	813,05	81,30	65,04	32,52	32,52	40,65	40,65						
Strop	0,12	0,10	0,06	0,05	0,04	0,04	504,18	60,50	50,42	30,25	25,21	20,17	20,17						
Stěny - multiplex 15mm perf.	0,25	0,80	0,80	0,70	0,60	0,50	114,88	28,72	91,90	91,90	80,42	68,93	57,44						
Minerální podhled	0,50	0,80	0,90	0,90	0,90	0,90	933,66	466,83	746,93	840,29	840,29	840,29	840,29						
Vybavení tělocvičny	0,08	0,12	0,20	0,18	0,18	0,20	32,40	2,59	3,89	6,48	5,83	5,83	6,48						
Tribuna	0,12	0,10	0,12	0,18	0,20	0,25	108,00	12,96	10,80	12,96	19,44	21,60	27,00						
CELKEM							3847,3	692,57	1041,32	1108,66	1129,38	1192,28	1403,45						
							Td1 [s]	2,9768	1,8778	1,7565	1,7347	1,6583	1,4387						
							po úpravě	2,98	1,88	1,76	1,73	1,66	1,44						
							prázdná	6,22	6,39	8,80	8,35	6,77	4,07						
							dol. mez	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,3						
							hor. mez	2,9	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4						
							celková ekvivalentní pohltivá plocha - bez aku. úprav [-]	51,14	46,21	38,45	37,98	43,81	61,71						
							pokles hladiny hluku po akustické úpravě [dB]	12,1	14,8	16,0	16,2	15,9	15,5						





P R Ů M Y S L O V Ě					Z D R O J E				
Zdroj	Obj	[x ; y]		výška [m]	Q	L2 [dB]	Plocha [m2]	Lw [dB]	LwPův [dB]
P 1	0	122.6;	306.1	3.5	8.0	75.0	0.700	73.5	79.5
P 2	0	120.9;	295.5	4.3	4.0	70.0	0.300	64.8	64.8
P 3	0	115.8;	294.4	4.3	4.0	70.0	0.300	64.8	64.8
P 4	0	118.5;	292.7	4.3	4.0	68.0	0.300	62.8	64.8
P 5	0	114.9;	292.6	4.3	4.0	68.0	0.300	62.8	64.8
P 6	0	121.3;	307.4	4.0	4.0	66.0	0.600	63.8	63.8
Výpočet po frekvencích: Ne (^F4-prepni)									

T A B U L K A O B J E K T Ů									
Číslo	Typ	Výška		p ů d o r y s [m]					Korekce pro odraz od stěn [dB]
		(od)	do	Bodů	Bod č.1	délka	šířka		
1	Dům		6.0	4	98;	304	23	12	3.0
2	Dům		3.8	4	105;	293	23	9	3.0
3	Dům		10.0	4	107;	276	51	15	3.0
4	Dům		7.0	4	58;	294	28	15	3.0
5	Dům		7.0	4	153;	273	13	10	3.0
6	Dům		8.6	4	133;	308	44	27	3.0
7	Dům		6.0	4	206;	320	11	10	3.0
8	Dům		7.0	4	226;	280	12	11	3.0
9	Dům		5.0	4	125;	204	14	8	3.0
10	Dům		6.0	4	183;	223	14	10	3.0
11	Dům		6.0	4	146;	212	14	10	3.0
12	Dům		7.0	4	80;	197	12	11	3.0
13	Dům		7.0	4	241;	248	12	11	3.0

T A B U L K A B O D Ů V Ý P O Č T U (D E N)									
Č.	výška	Souřadnice		LAeq (dB)					měření
				doprava	průmysl	celkem	předch.		
1	3.0	195.9;	320.1		37.4	37.4			
2	3.0	181.3;	220.9		29.2	29.2			
3	3.0	148.8;	215.1		32.9	32.9			
4	3.0	127.2;	207.0		31.0	31.0			
5	3.0	88.3;	201.5		23.6	23.6			

Výpočet po frekvencích: Ne (^F4-přepni)