



Akustická laboratoř

Autorizovaná dle zákona č. 258/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů

Akulab s.r.o., Kavriánov 417/417, 683 52 Šaratice

www.akulab.cz, e-mail: akulab@akulab.cz, tel.: 606 641 521

Objednatel: **Ing. Ondřej Nesměrák**

Ploštilova 1379/11

143 00 Praha 4

Akustická studie – výpočet doby dozvuku

Dětská skupina - Hořovice

Vypracoval: Mgr. Luboš Popelák

Verze: 01

Kontakt na zpracovatele: e-mail: popelak@akulab.cz, tel.: +420 606 641 521




V Šaraticích dne: 16. 01. 2024

.....

Ing. Lukáš Haluska
Vedoucí akustické laboratoře

Bez písemného souhlasu laboratoře není možno hlukovou studii reprodukovat jinak než celou.

	Dětská skupina - Hořovice		
	Akustická studie – výpočet doby dozvuku 2024/01-19	strana	2 z 15

1. Úvod.....	3
2. Požadavky normy	3
3. Posuzované prostory	4
4. Výpočet.....	8
4.1 Výpočet pro ložnici/hernu (místnost 1.10).....	9
5. Závěr.....	13
5.1 Navržená opatření.....	13
6. Použitá literatura	14
7. Přílohy.....	15

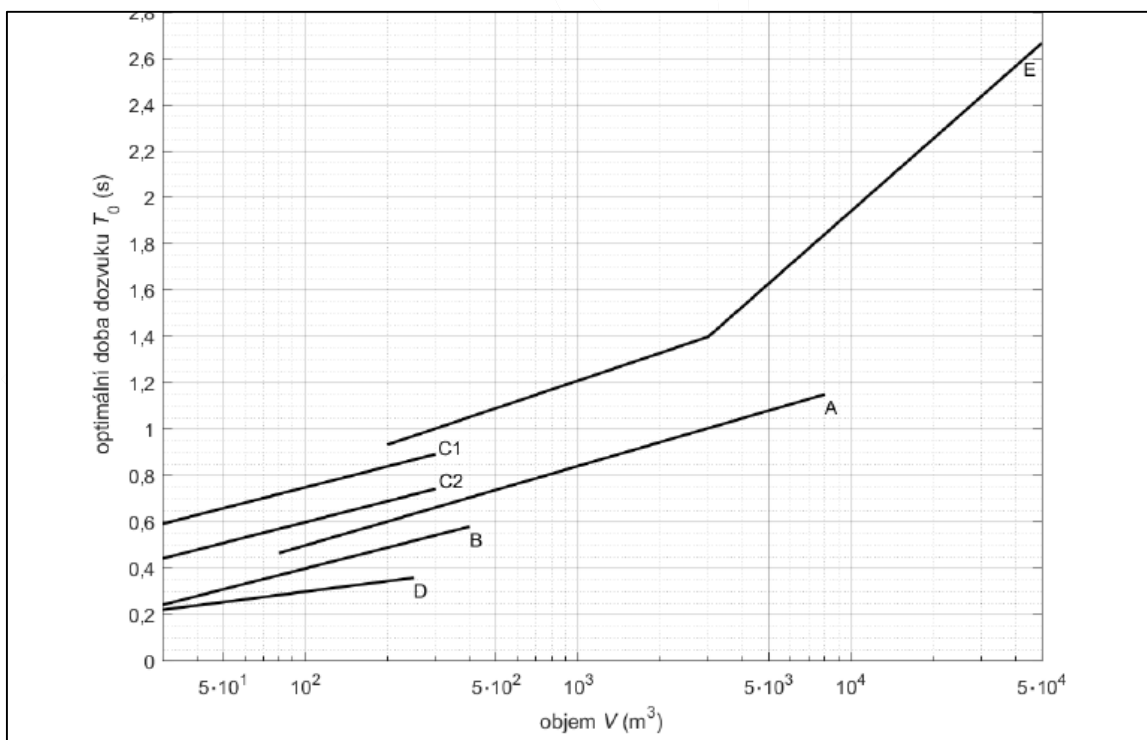
1. Úvod

Akustická studie byla zpracována pro orientační zhodnocení doby dozvuku (DD) v objektu, který bude obsahovat prostory pro dětskou skupinu ve městě Hořovice. Dětská skupina je situována ve dvou nadzemních podlažích. Předmětem posouzení jsou místnosti určené jako herna/ložnice (místnost č. 1.10 a 2.9). Tyto místnosti jsou půdorysně a geometricky téměř totožné. Mírné odlišnosti nemají vzhledem k výpočtu zásadní vliv, a proto byla vyhodnocena místnost pouze v prvním nadzemním podlaží (1.10). V rámci akustické studie budou navržena akustická opatření pro splnění požadavků normy ČSN 73 0527 [2].


2. Požadavky normy

Pro posouzení kvality akustiky v místnosti jsou klíčové dvě hodnoty. Je to optimální doba dozvuku T_0 představující hodnotu, jež je pro daný typ místnosti nejvhodnější. Tato hodnota se mění v závislosti na objemu prostoru a účelu prostoru. Posuzované prostory jsou řazeny do níže uvedených kategorií vymezených normou ČSN 73 0527 [2]. Podrobný výpočet T_0 je v kap. 4.

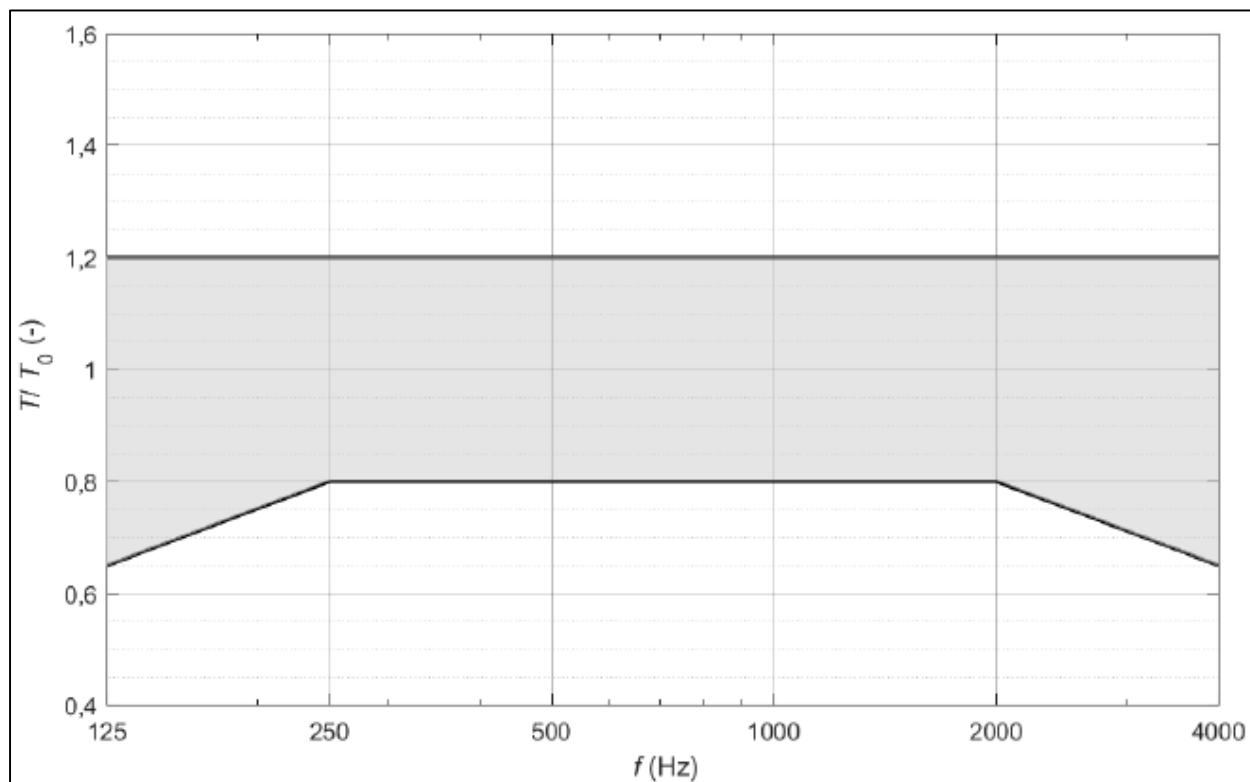
- Denní a pohybová místnost MŠ: *křivka A*



Obr. 1 – Závislost optimální doby dozvuku T_0 (s) pro kmitočet 1 000 Hz na objemu V [m^3] uzavřeného prostoru v obsazeném stavu (převzato z ČSN 73 0527 [2])

	Dětská skupina - Hořovice		
	Akustická studie – výpočet doby dozvuku 2024/01-19	strana	4 z 15

Druhou klíčovou hodnotou prostorové akustiky je skutečná doba dozvuku T (stanovená pro stávající/výhledový stav). Tyto dvě hodnoty jsou pro vyhodnocení dány do poměru. Jejich poměr je potom vymezen normou ČSN 73 0527 [2] stanovením horní a dolní meze. Pro posouzení řešených prostor je použito rozmezí poměru pro prostory určené k přednesu řeči, viz obr. 2.




Obr. 2 – Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 obsazeného prostoru k přednesu řeči v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma (převzato z ČSN 73 0527 [2])

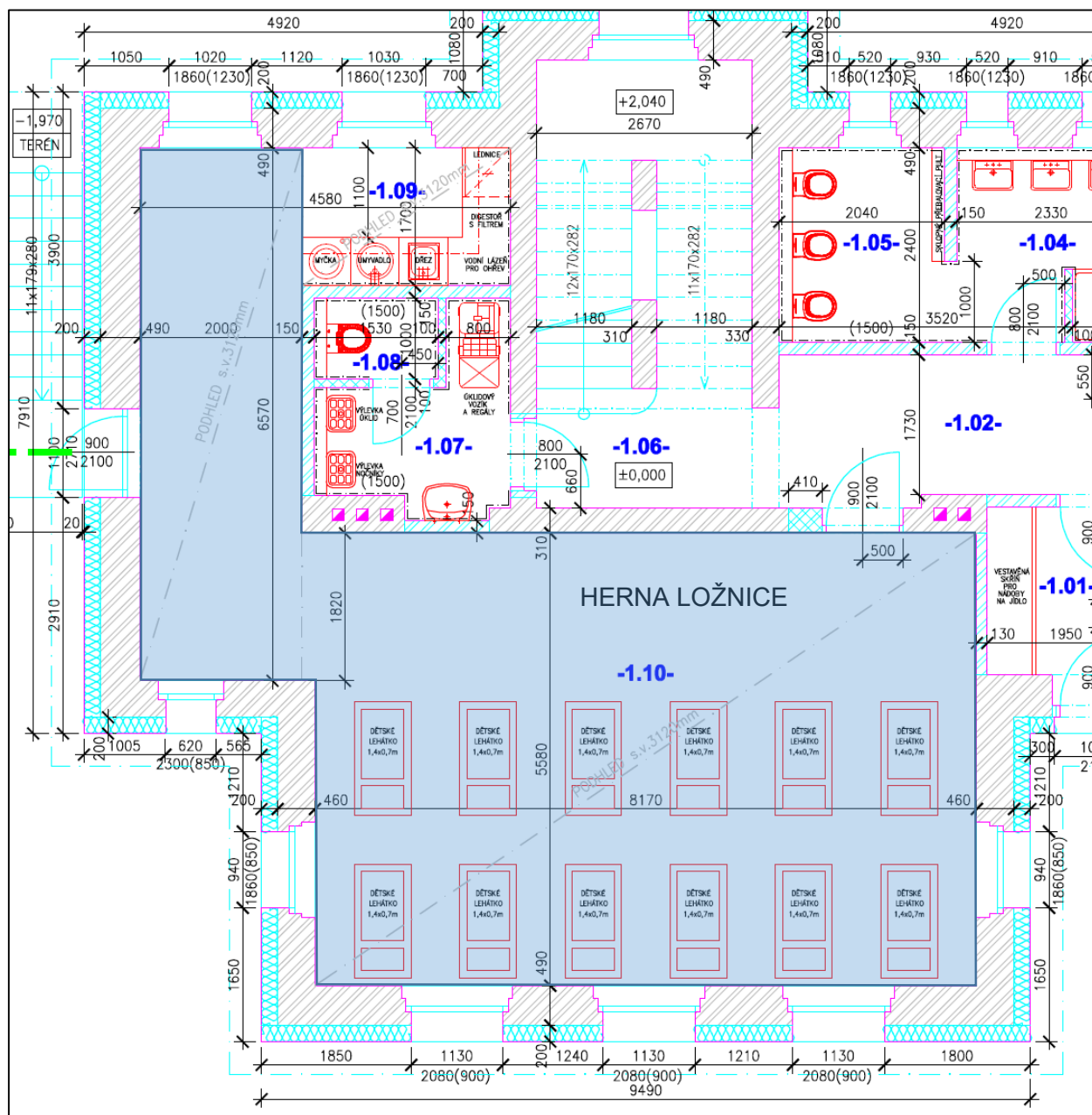
Požadavky normy ČSN 73 0527 [2] na posuzované prostory se vztahují k vybaveným a obsazeným prostorům. Vliv obsazenosti místnosti byla dopočítána Eyringovou metodou dle ČSN 73 0527 [2].

3. Posuzované prostory

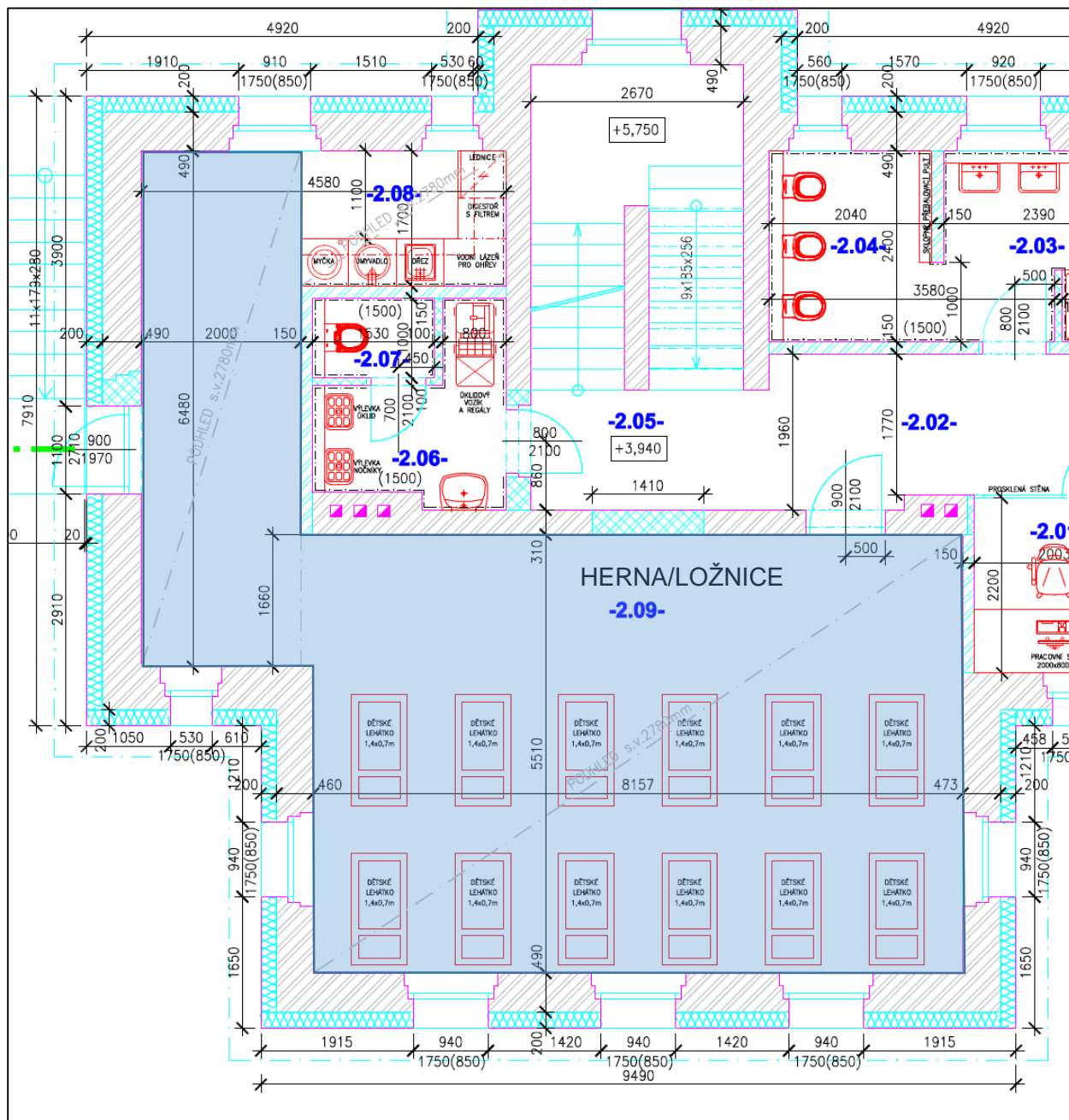
Předmětem studie je posouzení místností dětské skupiny určené jako herna/ložnice (místnost 1.10) v prostorách nově zřizovaného objektu v Hořovicích. Posuzovaná místnost se nachází v 1. NP.

	Dětská skupina - Hořovice		
	Akustická studie – výpočet doby dozvuku 2024/01-19	strana	5 z 15


U hodnocené místnosti herny (místnost 1.10) je uvažováno s obsazeností 13 osob (1 učitel a 12 dětí). Místnost herna/ložnice má světlou výšku 3,12 m s podlahovou plochou 60,0 m². Přesné rozměry místností a jejich srovnání s téměř totožnou místností v druhém nadzemním podlaží jsou na obrázku 3 a 4 níže. Většina povrchu posuzované místnosti je tvořena omítkou na zděných svislých konstrukcích. Místnosti jsou prosvětleny okny a prosklenými dveřmi. Nášlapná vrstva podlahy je tvořena PVC krytinou. Pro akustickou optimalizaci je uvažováno s použitím podhledu Ecophon Gedina A gamma o.d.s. 200 mm a Ecophon Gedina A o.d.s. 200 mm.



Obr. 3 – Půdorys místností 1.10 v 1.NP



Obr. 4 – Půdorys místnosti 2.09 v 2.NP

	Dětská skupina - Hořovice		
	Akustická studie – výpočet doby dozvuku 2024/01-19	strana	8 z 15

4. Výpočet

Výpočet stávající a výhledové doby dozvuku T byl proveden dle požadavků dle ČSN 73 0525 [1] a ČSN 73 0527 [2]. Činitel zvukové pohltivosti α stavebních materiálů v jednotlivých frekvenčních pásmech byl pro výpočet převzat z hodnot experimentálně zjištěných činitelů zvukové pohltivosti [3] a [4], a v případě uskutečnění přímého měření doby dozvuku T dále poupraven tak, aby výpočet odpovídal hodnotám měření.

Pro výpočet doby dozvuku T byl použit Eyringův vzorec:

$$T(s) = 0,164 \cdot V \frac{1}{s\alpha_e + 4mV}$$


kde V ...objem místnosti [m^3]

m ...koeficient pohltivosti v závislosti na relativní vlhkosti

$$\alpha_e = -\ln(1 - \alpha)$$

Pro výpočet optimální doby dozvuku T_0 byla zvolena příslušná rovnice závislosti optimální doby dozvuku na objemu dle Přílohy B ČSN 73 0527 [2]. Na základě rovnice byla vypočtena optimální doba dozvuku řešených prostor:

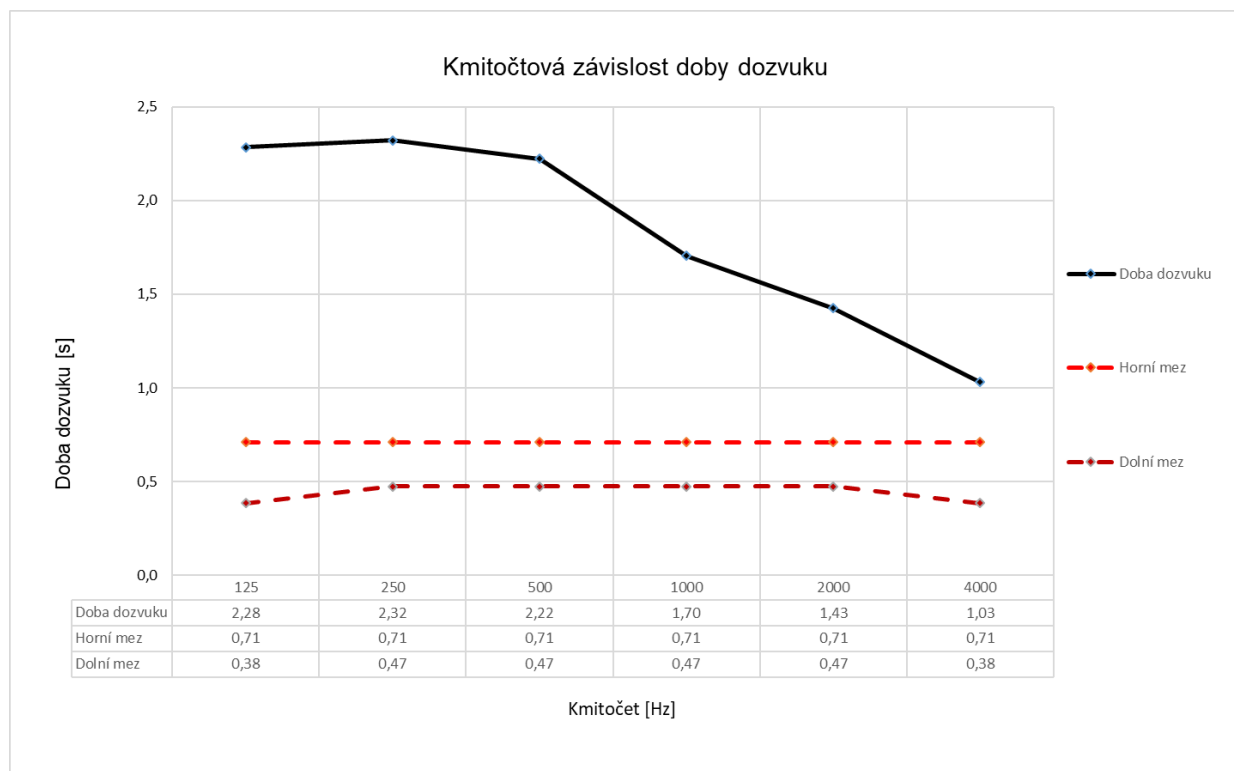
- Místnost 1.10: **$T_0 = 0,58$ s**

	Dětská skupina - Hořovice		
	Akustická studie – výpočet doby dozvuku 2024/01-19	strana	9 z 15

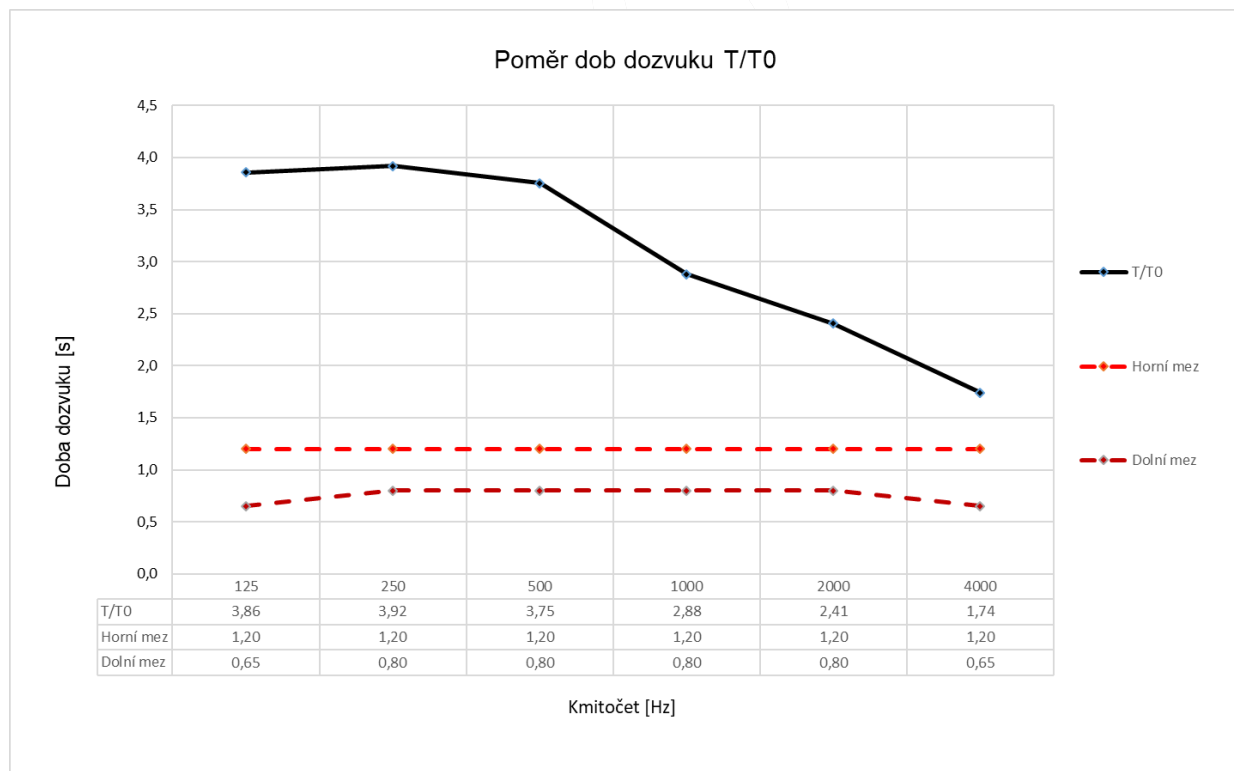
4.1 Výpočet pro ložnici/hernu (místnost 1.10)


Tab. 1 – Výpočet DD ložnice/herny (místnost 1.10) – stav před realizací akustických úprav

Frekvence [Hz]	-	125	250	500	1000	2000	4000
Povrch	Plocha [m ²]	Činitel zvukové pohltivosti α [-]					
Dřevěné dveře	3,78	0,14	0,10	0,08	0,08	0,08	0,08
Okna	13,87	0,15	0,10	0,05	0,04	0,03	0,02
Podlaha – PVC	60,00	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05
Omítka vápenocementová	202,28	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,08
Osoby	13	0,20	0,25	0,35	0,45	0,50	0,55
Činitel zvukové pohltivosti α [-]		0,05	0,04	0,05	0,06	0,07	0,10
Doba dozvuku T [s]		2,28	2,32	2,22	1,70	1,43	1,03



Obr. 5 – Vypočtená DD ložnice/herny (místnost 1.10) bez akustických úprav

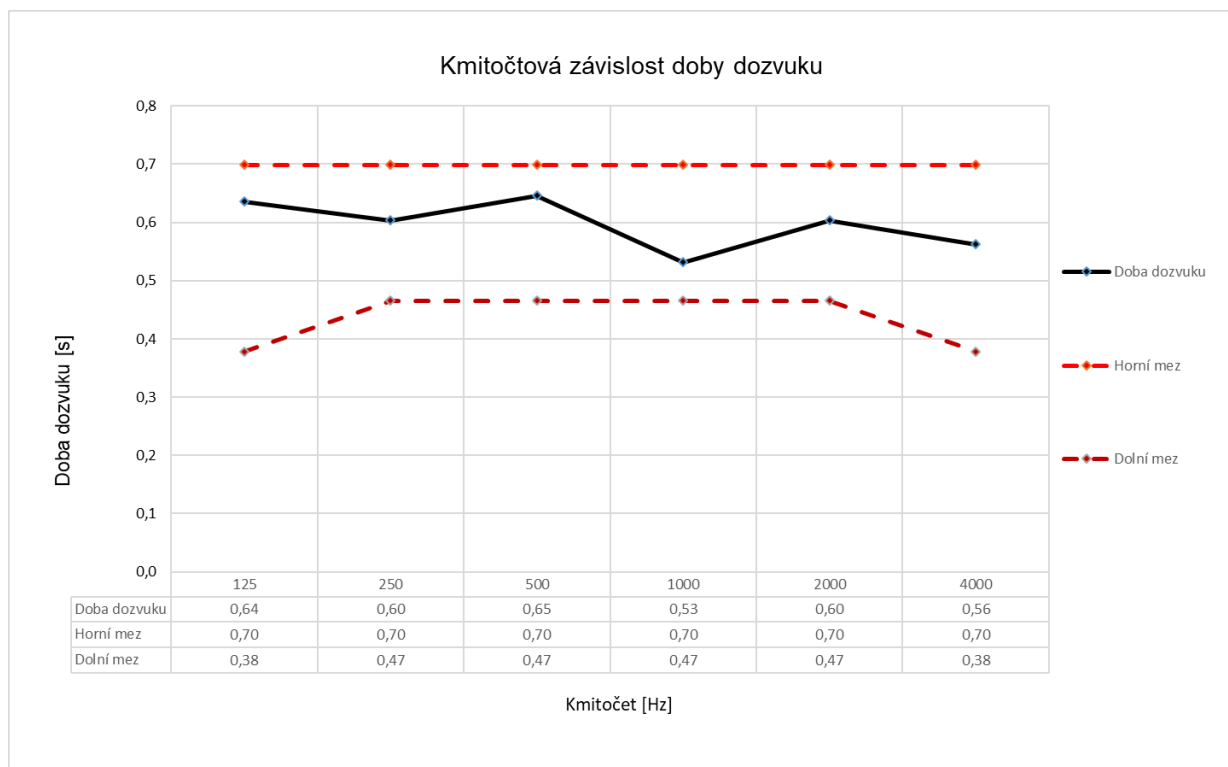

Obr. 6 – Poměr vypočtené DD T a optimální DD T_0 ložnice/herny (místnost 1.10) bez akustických úprav

	Dětská skupina - Hořovice		
	Akustická studie – výpočet doby dozvuku 2024/01-19	strana	11 z 15

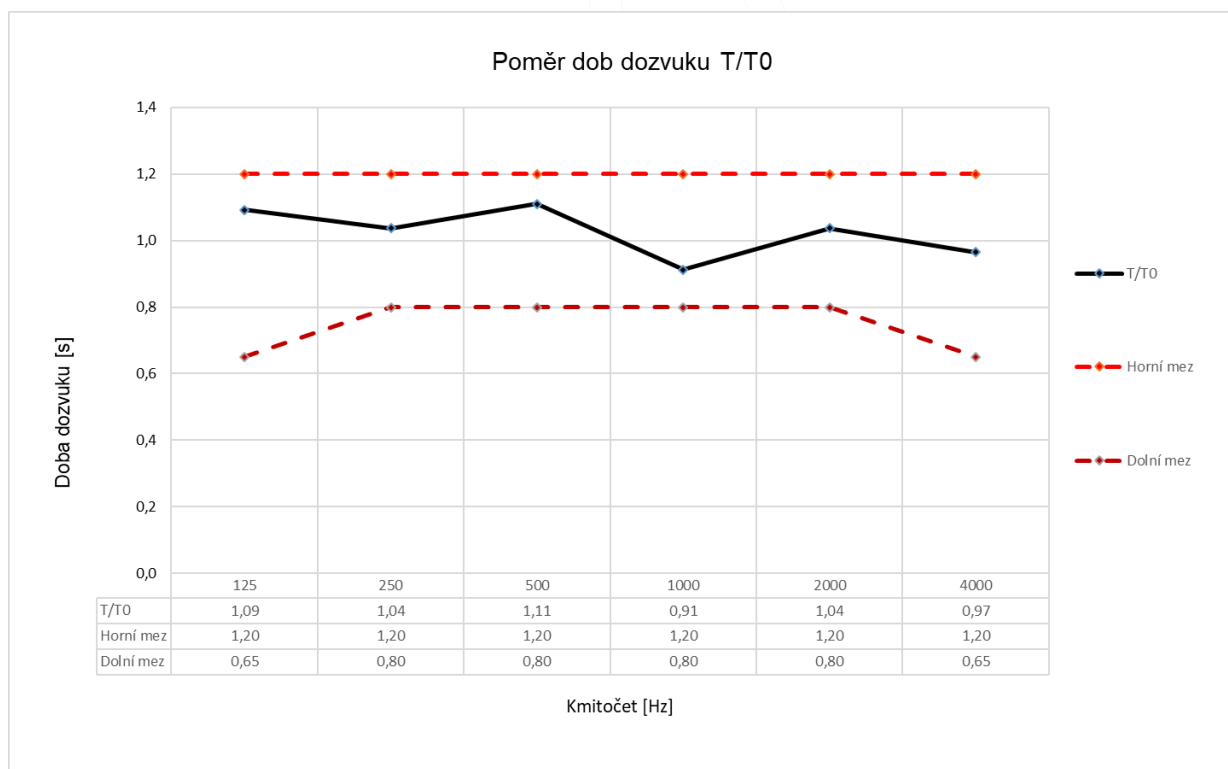
Tab. 2 – Výpočet DD ložnice/herny (místnost 1.10) – stav po realizaci akustických úprav

Frekvence [Hz]	-	125	250	500	1000	2000	4000
Povrch	Plocha [m²]	Činitel zvukové pohltivosti α [-]					
Dřevěné dveře	3,78	0,14	0,10	0,08	0,08	0,08	0,08
Okna	13,87	0,15	0,10	0,05	0,04	0,03	0,02
Podlaha – PVC	60,00	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05
Omítka vápenocementová	132,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,08
Ecophon Gedina A gamma o.d.s. 200 mm	43,80	0,50	0,40	0,30	0,45	0,25	0,20
Ecophon Gedina A o.d.s. 200 mm	16,20	0,45	0,90	1,00	0,85	0,95	0,95
Osoby	13	0,20	0,25	0,35	0,45	0,50	0,55
Činitel zvukové pohltivosti α [-]		0,16	0,17	0,16	0,19	0,17	0,18
Doba dozvuku T [s]		0,64	0,59	0,63	0,52	0,59	0,55

 Navržená opatření



Obr. 7 – Vypočtená DD ložnice/herny (místnost 1.10) po realizaci akustických úprav

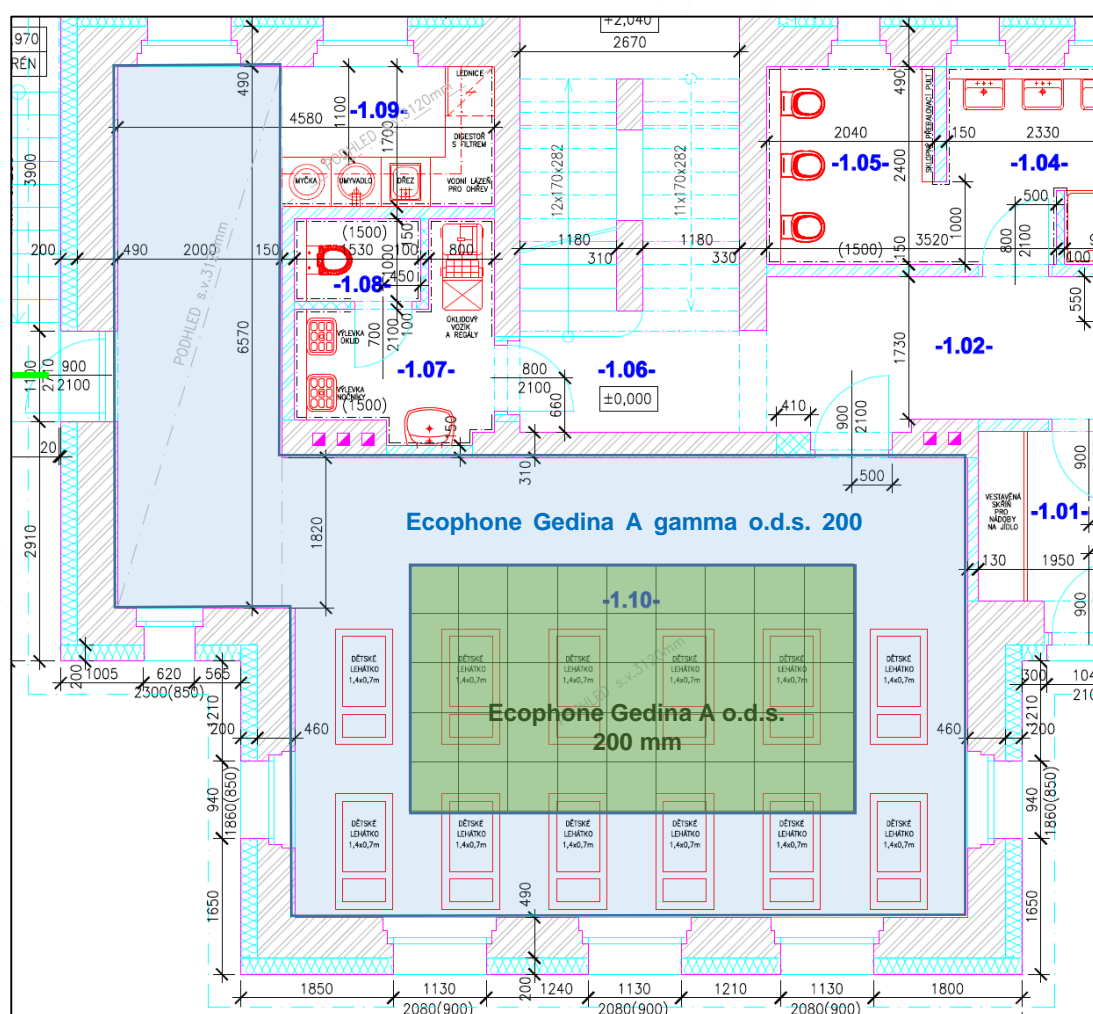

Obr. 8 – Poměr vypočtené DD T a optimální DD T_0 ložnice/herny (místnost 1.10) po realizaci akustických úprav

5. Závěr


Akustika prostorů posuzovaných místností ložnice/herna (místnost 1.10 a 2.09) je bez použití akustických úprav nevyhovující. Z tohoto důvodu bylo navrženo použití podhledu Ecophon Gedina A gamma o.d.s. 200 mm a Ecophon Gedina A o.d.s. 200 mm jako opatření vedoucích ke snížení doby dozvuku v celém sledovaném frekvenčním spektru v souladu s požadavky normy ČSN 730527 [2].

5.1 Navržená opatření

Ložnice/herna (místnost 1.10 a 2.09): Ecophon Gedina A o.d.s. 200 mm v celkovém rozsahu 16,2 m² (45 dílců 0,6x0,6m). Dílce jsou uloženy v rastru jako podhled. Ve zbylé ploše je použit Ecophon Gedina A gamma o.d.s. 200 mm. Rozmístění je patrné z obrázku níže.



Obr. 9 – Rozmístění navržených akustických podhledů pro místnost 1.10 a 2.09

	Dětská skupina - Hořovice		
	Akustická studie – výpočet doby dozvuku 2024/01-19	strana	14 z 15

6. Použitá literatura

- [1] ČSN 73 0525 (73 0525) Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady
- [2] ČSN 73 0527 (73 0527) Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely
- [3] J. Vaverka, J. Chybík: Akustika staveb. Souhrn materiálů a jejich fyzikálních vlastností pro aplikace v prostorové akustice, VUT Brno, 1996.
- [4] J. Kaňka: Stavební fyzika 1. Akustika budov, ČVUT, 2007.
- [5] T. Hrádek, J. Tuček: Katalog akustických prvků, Akademie múzických umění v Praze, 2011.

7. Přílohy

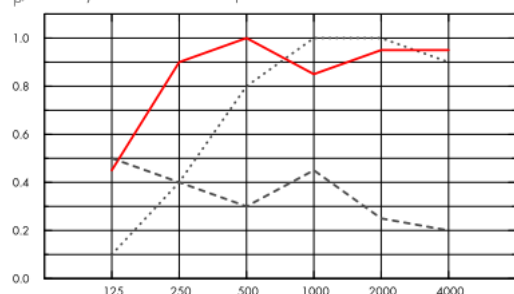
Navrhovaný akustický podhled Ecophon Gedina A gamma o.d.s. 200 mm a Ecophon Gedina A o.d.s. 200 mm

<https://www.ecophone.com>

Zvuková absorpce:

Výsledky zkoušek v souladu s normou EN ISO 354. Klasifikace v souladu s EN ISO 11654.

α_p , Praktický koeficient zvukové pohltivosti



.... Gedina A 15 mm, 50 mm o.d.s.
 — Gedina A 15 mm, 200 mm o.d.s.
 --- Gedina A/gamma 15 mm, 200 mm o.d.s.
 o.d.s = celková hloubka systému

	tl. mm	o.d.s. mm	α_p , Praktický koeficient zvukové pohltivosti						α_w	absorpční třída
			125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz		
-	15	50	0.10	0.40	0.80	1.00	1.00	0.90	0.70	C
-	15	200	0.45	0.90	1.00	0.85	0.95	0.95	0.95	A
gamma	15	200	0.50	0.40	0.30	0.45	0.25	0.20	0.30	D

tl. mm	o.d.s. mm	NRC	SAA
15	50	0.80	0.80
15	400	0.85	0.86

tl. mm	AC(1.5) Artikulační třída, ASTM E1111, ASTM E1110	D_{nfw} Vážená normová hodnota izolace zvuku, ISO 10848-2	CAC dB Třída útlumu hluku, ASTM 1414, ASTM E413
15	190	19	19

Kvalita vnitřního prostředí

Certifikáty / Označení	600x600, 1200x600 (NE)	Other formats
Eurofins Indoor Air Comfort®	IAC Gold	IAC
French VOC	A+	A
Finnish M1		•

