

Akustická studie

POSOUZENÍ DOBY DOZVUKU

ZŠ VELTRUSY
VÝSTAVBA ODBORNÝCH UČEBEN

Opletalova 493, 277 46 Veltrusy

REMIUMA s.r.o.

Leden 2023

Obsah

- 1 Všeobecně
- 2 Podklady
- 3 Předmět a účel studie
- 4 Požadavky
- 5 posouzení doby dozvuku
 - 5.1 Výpočtový model
 - 5.2 Vstupní údaje
 - 5.3 Vypočtené hodnoty
- 6 Závěr

1 VŠEOBECNĚ

Předmět	ZŠ VELTRUSY VÝSTAVBA ODBORNÝCH UČEBEN
Úkol akustické studie	Studie prostorové akustiky - výpočet doby dozvuku v nově budovaných učebnách
Zpracovatel	REMIUMA s.r.o. Holečkova 789/49 Smíchov 150 00 I.Č. 24261670
Zprávu vypracovali	Ing. arch. Helena Fišarová, Ing. Leo Vychodil, Michael Jiroušek, Matyáš Vychodil
Zpracováno v období	31. ledna 2023

2 PODKLADY

- [1] Dokumentace pro společné povolení ZŠ Veltrusy Výstavba odborných učeben
- [2] Stavební fyzika 1 - Urbanistická, stavební a prostorová akustika - Prof. Ing. Jiří Vaverka Dr.Sc, Ing. Václav Kozel, Ing. Libor Ládyš, RNDr. Miloš Liberko, Doc., Ing. Jocef Chybík CSc. - Vysoké učení technické v Brně - Nakladatelství VUTIUM 1998
- [3] Stavební fyzika 10 - Akustika stavebních konstrukcí - Doc. Ing. Jiří Čechura CSc - České vysoké učení technické v Praze - Vydavatelství ČVUT 1997
- [4] ČSN 73 0525 (73 0525) Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - Všeobecné zásady
- [5] ČSN 73 0527 (73 0527) Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - Prostory pro kulturní účely - Prostory ve školách - Prostory pro veřejné účely
- [6] ČSN EN 12354-6 Stavební akustika - Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků - Část 6: Zvuková pohltivost v uzavřených prostorech

Pozn. Jsou myšleny normy a předpisy v aktuálním znění (včetně změn platných ke dni zpracování protokolu).

3 PŘEDMĚT A ÚČEL STUDIE

Účelem posouzení je orientační zhodnocení doby dozvuku v nově vzniklých učebnách v rámci akce "ZŠ VELTRUSY VÝSTAVBA ODBORNÝCH UČEBEN".

4 POŽADAVKY

Požadavky na dobu dozvuku jsou dány dle požadavků zákona č. 258/2000 Sb. a vyhlášky č. 410/2005 Sb. v platném znění s odkazem na splnění normových požadavků.

Dle ČSN 73 0527 "Projektování v oboru prostorové akustiky" je pro školní učebny do 250 m³ optimální doba dozvuku **T₀ 0,7 s.**

Posuzovaný prostor se hodnotí v **obsazeném stavu**.

Doba dozvuku se vypočítá podle ČSN 73 0527 pro oktávová pásma se středními kmitočty od 125 Hz do 4000 Hz. Kmitočtový průběh vypočítané doby dozvuku T se ve vztahu k optimální době dozvuku projevuje pomocí kmitočtové závislosti přípustného rozmezí. Hodnoty přípustného rozmezí T/T₀ pro jednotlivá oktávová pásma jsou uvedeny v následující tabulce.

Rozmezí T/T_0 ČSN 73 0527	Střední kmitočet oktaóvového pásma f [Hz]						
Určení	Meze	125	250	500	1000	2000	4000
Řeč	Horní	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
	Dolní	0,65	0,80	0,80	0,80	0,80	0,65

Pomocí výše popsaných hodnot bylo vypočítáno požadované rozmezí hodnot doby dozvuku T , které je obsaženo v tabulce níže:

Parametr	Střední kmitočet oktaóvového pásma f [Hz]						
	Meze	125	250	500	1000	2000	4000
Požadované rozmezí hodnot doby dozvuku T [s]	Horní	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
	Dolní	0,46	0,56	0,56	0,56	0,56	0,46

5 POSOUZENÍ DOBY DOZVUKU

5.1 VÝPOČTOVÝ MODEL

Výpočet doby dozvuku byl proveden podle ČSN 73 0525 Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - všeobecné zásady pomocí Eyringova vztahu.

Výpočet doby dozvuku podle uvedené metodiky zohledňuje pouze velikost ploch materiálů a jejich teoretické vlastnosti. Do výpočtu nelze přesně zahrnout tvar prostoru ani řešení všech detailů. Při výpočtu je uvažováno s dokonale difuzním zvukovým polem, které není reálně dosažitelné. Výpočtové hodnoty doby dozvuku se tedy mohou od hodnot reálně naměřených mírně lišit.

Hodnoty činitele útlumu ve vzduchu byly uvažovány pro teplotu 20°C a 50 až 70% vlhkost vzduchu. Hodnoty jsou převzaty z ČSN EN 12354-6 - viz následující tabulka:

Součinitel útlumu ve vzduchu při teplotě 20 stupňů a vlhkosti 30 až 50 % dle ČSN EN 12354-6

Frekvence [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Součinitel útlumu ve vzduchu	0,0001	0,0003	0,0006	0,001	0,0019	0,0058

Ekvivalentní pohltivá plocha osob v místnosti uvažovaná ve výpočtu je uvedena v následující tabulce (jedná se o hodnoty převzaté z ČSN EN 12354-6):

	Střední kmitočet oktaóvového pásma f [Hz]					
	125	250	500	1000	2000	4000
činitel zvukové pohltivosti α [-]						
Děti ve třídě s odrazivým vybavením	0,10	0,20	0,25	0,35	0,40	0,40

5.2 VSTUPNÍ ÚDAJE

Kapacita jednotlivých učeben je uvažována 30 žáků a 1 učitel a je uvažováno s běžným vybavením (lavice, židle), které je odrazivé.

Činitele zvukové pohltivosti α v jednotlivých pásmech byly pro výpočet převzaty z odborné literatury a ČSN - zejména ČSN EN 12354-6 a Stavební fyzika 1 - Prof. Ing. Jiří Vaverka Dr.Sc. a další.

Výjimku tvoří činitel zvukové pohltivosti navrhovaného akustického podhledu, kdy byly činitele zvukové pohltivosti převzaty ze stránek výrobce. Jako akustický podhled je pro výpočet uvažován podhled Rigips Gyptone Quattro 22, s vloženou minerální izolací (50 mm) a výškou svěšení 60 mm. U všech nově vzniklých učeben je uvažováno obložení celé plochy stropní konstrukce, s ponecháním 7 % plochy stropu na instalaci osvětlení. V přední části učebny, kde obvykle stojí vyučující, je do podhledu integrována akusticky odrazivá plocha (tzv. akustický reflektor). Jako akustický reflektor řeči je použitý podhled Rigips Gyptone Base 31, výška svěšení 60 mm, bez vložené minerální izolace. Předpokládané rozmístění desek podhledu je patrné z následujících schémat.

Typická učebna přístavby



Typická učebna nástavby



LEGENDA



SVĚTLO



AKUSTICKÝ POHLTIVÝ PODHLED



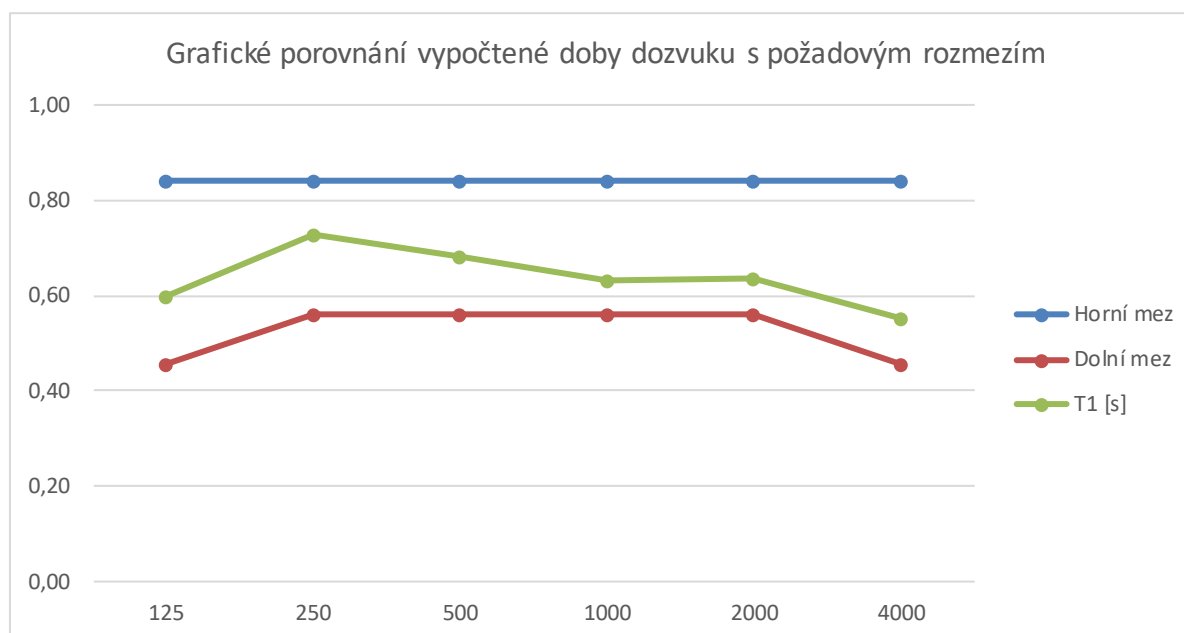
AKUSTICKÝ REFLEKTOR ŘEČI

Družiny v 2.NP přístavby nebyly posuzovány, neboť se nejedná o učebnu a posluchárnu ve smyslu ČSN 73 0527 (prostory neslouží pro výuku). Prostory jsou nicméně řešeny půdorysně téměř shodně jako učebny v 3.NP přístavby a bude u nich taktéž použit akustický podhled - vypočtené hodnoty dozvuku by tak byly téměř identické.

5.3 VYPOČTENÉ HODNOTY

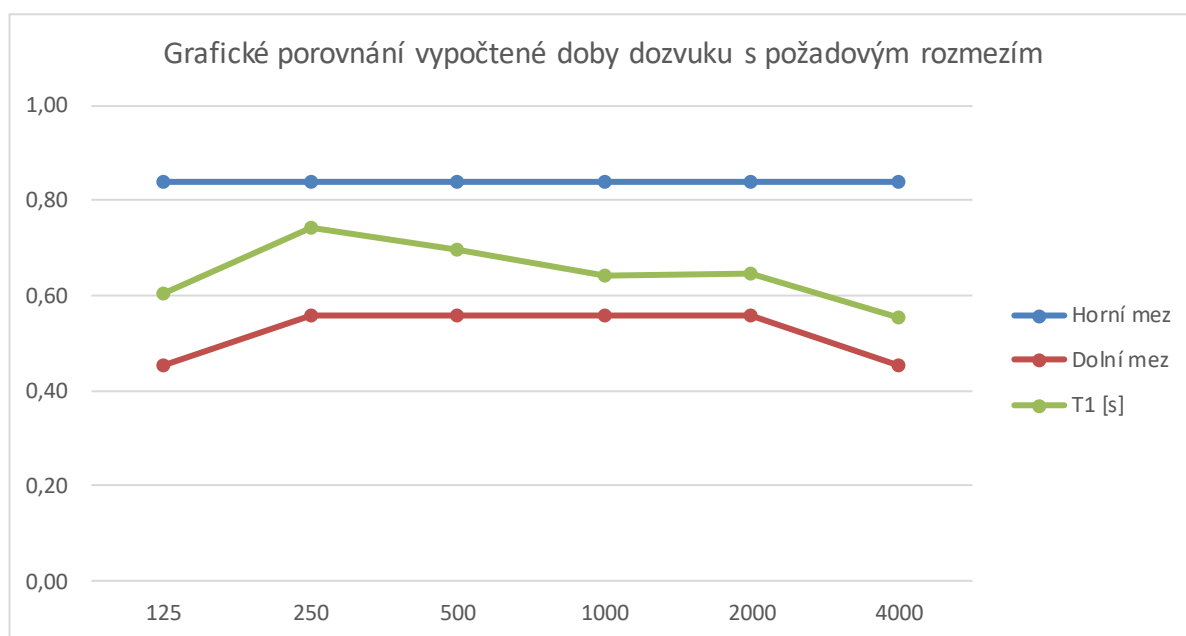
a) 3.01 Odborná učebna ICT

Učebna	3. 01 Odborná učebna ICT						
Frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
Povrch	plocha [m ²]	činitel zvukové pohltivosti α [-]					
Akustický podhled	50,31	0,62	0,47	0,51	0,49	0,45	0,46
Akustický reflektor řeči	8,64	0,10	0,10	0,05	0,05	0,00	0,05
Podlaha - PVC na těžké podlaze	63,39	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06
Prosklení	13,20	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02
Dveře (dřevěné)	1,97	0,14	0,10	0,08	0,08	0,08	0,08
Omítka na zdivu	6,51	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,08
Omítka na betonu	36,23	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03
SDK předstěna s minerální vlnou	24,53	0,20	0,12	0,07	0,05	0,06	0,13
Vestavěné skříně - dřevotříska	17,85	0,08	0,08	0,09	0,10	0,10	0,10
	počet [j]						
Žáci/učitelé	31,00	0,10	0,20	0,25	0,35	0,40	0,40
T [s]		0,60	0,73	0,68	0,63	0,63	0,55



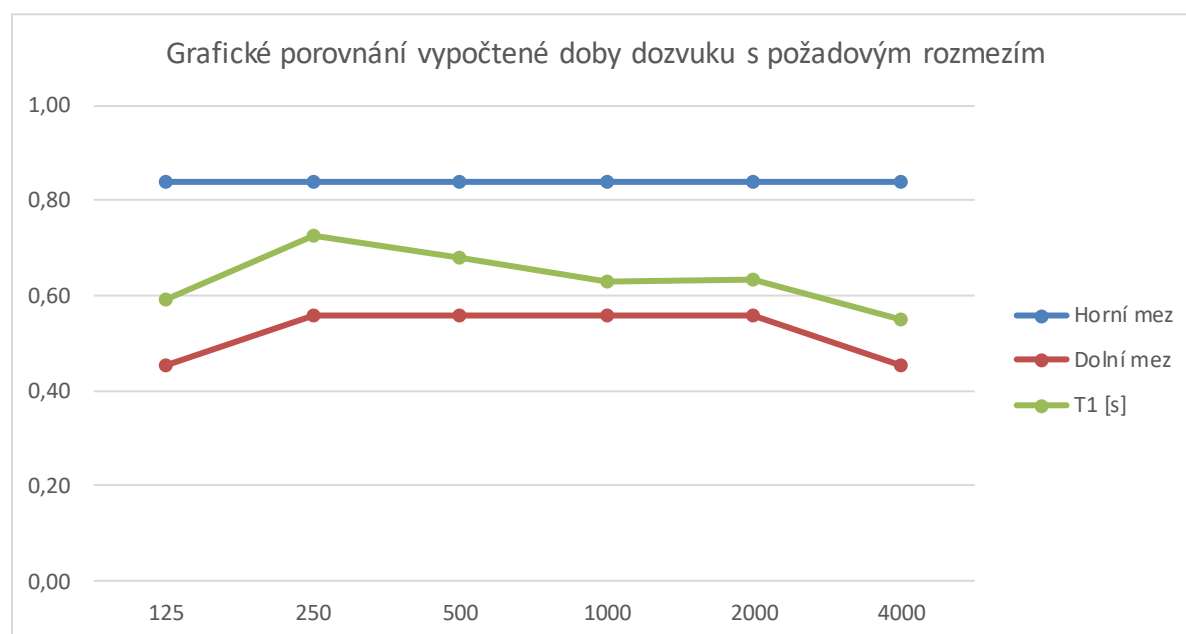
b) Odborná učebna fyzika

Učebna	3. 02 Odborná učebna fyzika						
Frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
Povrch	plocha [m ²]	činitel zvukové pohltivosti α [-]					
Akustický podhled	50,31	0,62	0,47	0,51	0,49	0,45	0,46
Akustický reflektor řeči	8,64	0,10	0,10	0,05	0,05	0,00	0,05
Podlaha - PVC na těžké podlaze	63,39	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06
Prosklení	13,20	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02
Dveře (dřevěné)	3,94	0,14	0,10	0,08	0,08	0,08	0,08
Omítka na zdivu	18,43	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,08
Omítka na betonu	34,23	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03
SDK předstěna s minerální vlnou	24,53	0,20	0,12	0,07	0,05	0,06	0,13
Vestavěné skříně - dřevotříska	4,50	0,08	0,08	0,09	0,10	0,10	0,10
	počet [j]						
Žáci/učitelé	31,00	0,10	0,20	0,25	0,35	0,40	0,40
T [s]		0,60	0,74	0,70	0,64	0,64	0,55



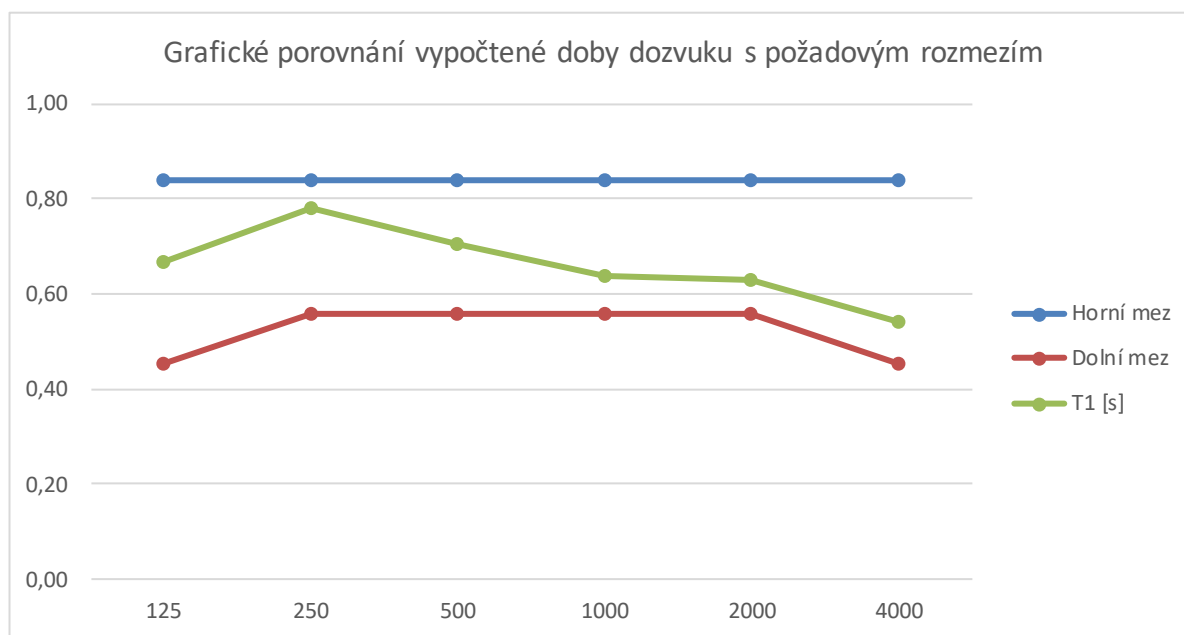
c) Odborná učebna chemie

Učebna	3. 04 Odborná učebna chemie						
Frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
Povrch	plocha [m ²]	činitel zvukové pohltivosti α [-]					
Akustický podhled	50,31	0,62	0,47	0,51	0,49	0,45	0,46
Akustický reflektor řeči	8,64	0,10	0,10	0,05	0,05	0,00	0,05
Podlaha - PVC na těžké podlaze	63,39	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06
Prosklení	13,20	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02
Dveře (dřevěné)	3,94	0,14	0,10	0,08	0,08	0,08	0,08
Omítka na zdivu	5,53	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,08
Omítka na betonu	34,23	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03
SDK předstěna s minerální vlnou	24,53	0,20	0,12	0,07	0,05	0,06	0,13
Vestavěné skříně - dřevotříska	17,40	0,08	0,08	0,09	0,10	0,10	0,10
	počet [j]						
Žáci/učitelé	31,00	0,10	0,20	0,25	0,35	0,40	0,40
T [s]		0,59	0,73	0,68	0,63	0,63	0,55



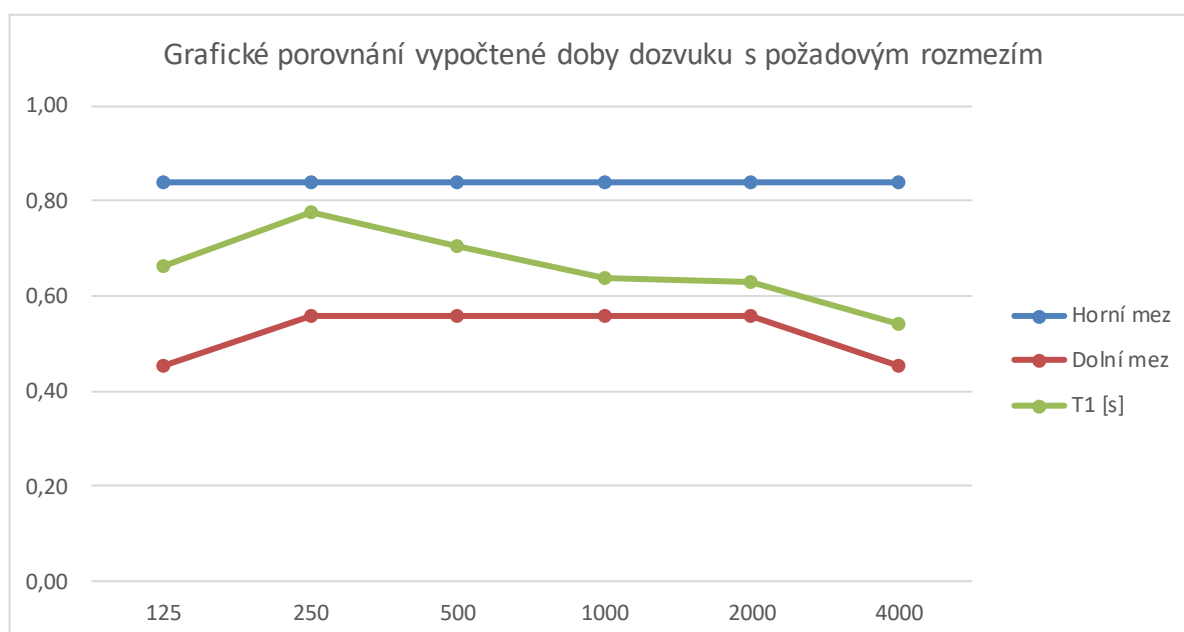
d) 4.0.0.2 Odborná učebna ICT

Učebna	4.0.0.2 Odborná učebna ICT						
Frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
Povrch	plocha [m ²]	činitel zvukové pohltivosti α [-]					
Akustický podhled	49,04	0,62	0,47	0,51	0,49	0,45	0,46
Akustický reflektor řeči	8,64	0,10	0,10	0,05	0,05	0,00	0,05
Podlaha - PVC na těžké podlaze	62,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06
Prosklení	12,30	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02
Dveře (dřevěné)	1,97	0,14	0,10	0,08	0,08	0,08	0,08
Omítka na zdivu	86,98	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,08
	počet [j]						
Žáci/učitelé	31,00	0,10	0,20	0,25	0,35	0,40	0,40
T [s]		0,67	0,78	0,71	0,64	0,63	0,54



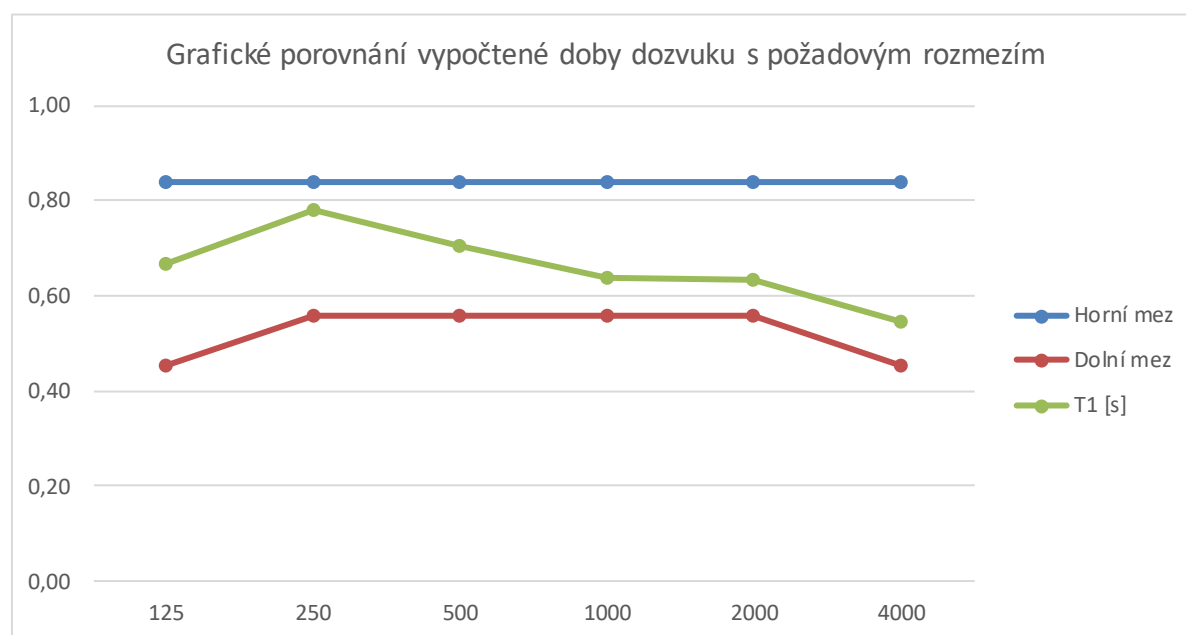
e) 4.0.0.3 Odborná učebna zeměpis

Učebna	4.0.0.3 Odborná učebna zeměpis						
Frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
Povrch	plocha [m ²]	činitel zvukové pohltivosti α [-]					
Akustický pohled	49,05	0,62	0,47	0,51	0,49	0,45	0,46
Akustický reflektor nad mluvčím	8,64	0,10	0,10	0,05	0,05	0,00	0,05
Podlaha - PVC na těžké podlaze	62,03	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06
Prosklení	12,30	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02
Dveře (dřevěné)	3,94	0,14	0,10	0,08	0,08	0,08	0,08
Omítka na zdivu	85,01	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,08
	počet [j]						
Žáci/učitelé	31,00	0,10	0,20	0,25	0,35	0,40	0,40
T [s]		0,66	0,78	0,70	0,64	0,63	0,54



f) 4.0.0.5 Odborná učebna přírodopis

Učebna	4.0.0.5 Odborná učebna přírodopis						
Frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
Povrch	plocha [m ²]	činitel zvukové pohltivosti α [-]					
Akustický podhled	49,10	0,62	0,47	0,51	0,49	0,45	0,46
Akustický reflektor nad mluvěním	8,64	0,10	0,10	0,05	0,05	0,00	0,05
Podlaha - PVC na těžké podlaze	62,09	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06
Prosklení	12,30	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02
Dveře (dřevěné)	3,94	0,14	0,10	0,08	0,08	0,08	0,08
Omítka na zdivu	78,90	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,08
	počet [j]						
Žáci/učitelé	31,00	0,10	0,20	0,25	0,35	0,40	0,40
T [s]		0,67	0,78	0,70	0,64	0,63	0,55



6 ZÁVĚR

Doba dozvuku v posuzovaných nově zřizovaných učebnách při uvažované ploše akustického podhledu Rigips Gyptone Quattro 22 s vloženou minerální izolací (50 mm) a výškou svěšlení 60 mm a při uvažované ploše akustického reflektoru řeči Rigips Gyptone Base 31 a výšce svěšlení 60 mm splňuje dle orientačního výpočtu požadavky dle ČSN 73 0527.

Podhledy mohou být použity i od jiného výrobce, v takovém případě je však třeba znovu posoudit dobu dozvuku, pokud nebudou mít tyto materiály stejné hodnoty činitele zvukové pohltivosti pro jednotlivá pásma.

Návrh vychází z teoretických výpočtů, které nahrazují reálný stav pouze s omezenou přesností. Z tohoto důvodu zpracovatel studie doporučuje po realizaci stavby provést navržené úpravy (obložení akustickým podhledem) nejprve v 1 typické učebně přístavba a 1 typické učebně nástavby a měřením ověřit reálnou dobu dozvuku pro navrhované řešení.