

Název:

Modernizace a rekonstrukce budov B a C Univerzity Hradec Králové, náměstí Svobody

Zakázkové číslo: 18-10-27

Profese: Prostorová akustika

Část: D.1.1.d – Architektonicko-stavební řešení –
prostorová akustika

Dokument: D.1.1.d.101 - Technická zpráva

Stupeň projektové dokumentace: PDPS

Datum: květen 2019

Zpracoval: Ing. Ondřej Šupka
Kontroloval: Ing. Tomáš Hrádek

AVETON s.r.o.

Krátkého 211/2, 190 00 Praha 9

tel.: +420 774 780 450

e-mail.: supka@aveton.cz

web.: www.aveton.cz

IČ: 02436647

DIČ: CZ02436647



Akce:
Část:
Stupeň PD:

Modernizace a rekonstrukce budov B a C Univerzity Hradec Králové, náměstí Svobody 1/10
D.1.1.d – Architektonicko-stavební řešení – prostorová akustika
PDPS

Obsah:

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE	3
1.1. VÝCHOZÍ ÚDAJE A PODKLADY	3
1.2. POUŽITÉ NORMY A LITERATURA	3
2. PROSTOROVÁ AKUSTIKA.....	4
2.1. POŽADAVKY NA AKUSTICKÉ PARAMETRY	4
2.2. ŘEŠENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY	7
3. ZÁVĚR.....	10

Seznam příloh:

Výpočetní přílohy

D.1.1.d.102 – 1S29 hudební sál – výpočet doby dozvuku
D.1.1.d.103 – 127 počítačová učebna – výpočet doby dozvuku
D.1.1.d.104 – 220 posluchárna – výpočet doby dozvuku
D.1.1.d.105 – 227 seminární učebna – výpočet doby dozvuku
D.1.1.d.106 – 311 učebna hry na klavír – výpočet doby dozvuku
D.1.1.d.107 – 317 učebna hry na klavír, zkušebna souboru – výpočet doby dozvuku
D.1.1.d.108 – 318 nahrávací studio – výpočet doby dozvuku
D.1.1.d.109 – 319 učebna, zkušebna sboru a orchestru – výpočet doby dozvuku
D.1.1.d.110 – 325 učebna hry na klavír – výpočet doby dozvuku

Tabulkové přílohy

D.1.1.d.111 – výkaz výměr a specifikace akustických prvků
D.1.1.d.112 – výkaz výměr akustických prvků po místnostech

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

1.1. VÝCHOZÍ ÚDAJE A PODKLADY

- výkresová dokumentace
- informace předané při komunikaci se zástupcem objednatele

1.2. POUŽITÉ NORMY A LITERATURA

- [1] ČSN 73 0525 - Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - Všeobecné zásady – únor 1998
- [2] ČSN 73 0527 - Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - Prostory pro kulturní účely - Prostory ve školách - Prostory pro veřejné účely – březen 2005
- [3] Vaverka, J., kol.: Stavební fyzika 1 - urbanistická, stavební a prostorová akustika, nakladatelství VUTIUM, Brno 1998.
- [4] Hrádek, T., Tuček, J.: Katalog akustických prvků, nakladatelství Akademie múzických umění v Praze, Praha 2011, ISBN 978-80-7331-316-6

2. PROSTOROVÁ AKUSTIKA

2.1. POŽADAVKY NA AKUSTICKÉ PARAMETRY

Pro akusticky náročné prostory vyžadují jak normy ČSN 73 0525 a 73 0527, tak i praktické zkušenosti speciální akustickou úpravu z důvodu snahy o dosažení vhodných akustických podmínek. Splnění požadavků normy ČSN 73 0527 je závazné dle vyhlášky č. 343/2009 sbírky zákonů ČR. V případě výukových prostor hudebního oboru, koncertního sálu a studiových místností je hlavním cílem splnit toleranční pásmo frekvenčního průběhu doby dozvuku předepsané výše uvedenými normami a dosáhnout odpovídajících akustických podmínek pro interpretaci hudby a zpěvu. U poslucháren je hlavním cílem toleranční pásmo frekvenčního průběhu doby dozvuku předepsané výše uvedenými normami a dosáhnout optimální srozumitelnosti.

Dále je nutné vhodnou konfigurací akustických prvků zabránit nežádoucím odrazům zvuku a podpořit odrazy žádoucí. Zejména u akusticky pohltivých materiálů je velmi důležité i jejich vhodné umístění tak, aby byly potlačeny silné násobné odrazy zvuku mezi dvěma rovnoběžnými odrazivými stěnami (tzv. třepotavá ozvěna), která by výrazně snižovala akustickou kvalitu řešeného prostoru.

Z výše uvedeného vyplývá, že není možné provést plnohodnotnou akustickou úpravu pouze umístěním akustického podhledu. V případě takového řešení není pohltivá plocha rozmístěna rovnoměrně a mezi stěnami dochází často ke vzniku zmíněné třepotavé ozvěny.

Prostory spadající do kategorie akusticky náročný prostor (hudební sál, posluchárny, hudební výukové prostory a studiové prostory), kde je nutné dosáhnout optimální doby dozvuku T_0 (s) a tolerančního pásma pro frekvenční průběh doby dozvuku dle výše uvedených norem, zadání a zkušeností. Stanovené cílové akustické parametry jsou definovány níže.

Akusticky náročné prostory s výpočtem doby dozvuku:

č.m.	účel	objem (m ³)	půdorysná plocha (m ²)	cílová doba dozvuku (s)	toleranční pásmo
1S29	hudební sál	724,7	108,1	1,05 – 1,10	hudba (Obr.3)
220	posluchárna	261,0	65,9	0,60 – 0,65	hudba a řeč (Obr.2)*
311	učebna hry na klavír	71,2	18,3	0,70 - 0,75	hudba a řeč (Obr.2)*
317	učebna hry na klavír, zkušebna souboru	255,3	64,7	0,45 - 0,50 ¹	hudba a řeč (Obr.2)
318	nahrávací studio	102,1	27,4	0,30 – 0,35 ²	hudba a řeč (Obr.2)
319	učebna, zkušebna sboru a orchestru	319,8	84,2	cca 0,85 ³	hudba a řeč (Obr.2)
325	učebna hry na klavír	120,6	30,9	0,80 – 0,85	hudba a řeč (Obr.2)*

* vzhledem k historickému rázu budovy a interiérovému řešení není možné splnit toleranční mez v pásmu 125 Hz (u typových místností 311 a 325 i v pásmu 250 Hz)

¹ využití prostoru i jako nahrávací studio s kratší dobou dozvuku

² využití prostoru jako studiová režie pro sousedící místnosti 317 a 319

³ využití prostoru i jako nahrávací studio s delší dobou dozvuku

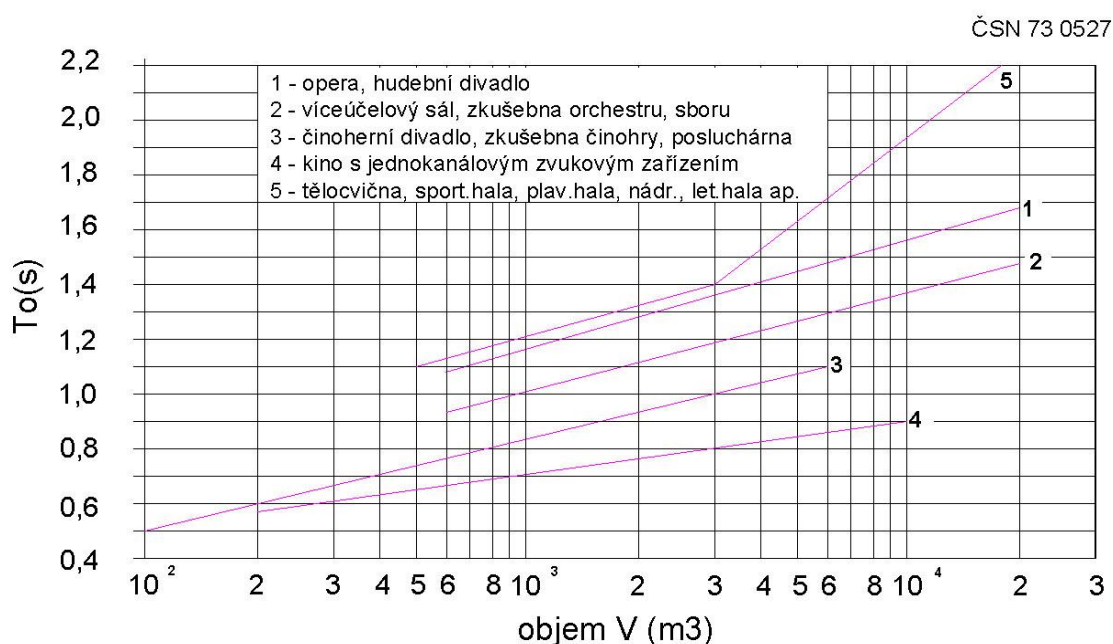
Ostatní akusticky náročné prostory (realizované dle typové předlohy):

č.m.	účel	objem (m ³)	půdorysná plocha (m ²)	cílová doba dozvuku (s)	typová předloha
228	Seminární učebna	256,0	64,0	0,60 – 0,65	227
312	Učebna hry na klavír	77,2	19,4	0,70 - 0,75	311
315	Učebna hry na klavír	117,0	29,4	0,75 – 0,80	325
320	Učebna hry na klavír	106,3	26,7	0,70 - 0,75	311
324	Učebna hry na klavír	112,6	28,3	0,75 – 0,80	325
326	Učebna hry na klavír	131,3	33,0	0,75 – 0,80	325
328	Učebna hry na klavír	92,3	23,2	0,70 - 0,75	311
329	Učebna hry na klavír	49,0	12,3	0,70 - 0,75	311
330	Učebna hry na klavír	60,5	15,2	0,70 - 0,75	311
331	Učebna hry na klavír	97,9	24,6	0,70 - 0,75	311
332	Učebna hry na klavír	66,9	16,8	0,70 - 0,75	311
333	Učebna hry na klavír	65,3	16,4	0,70 - 0,75	311

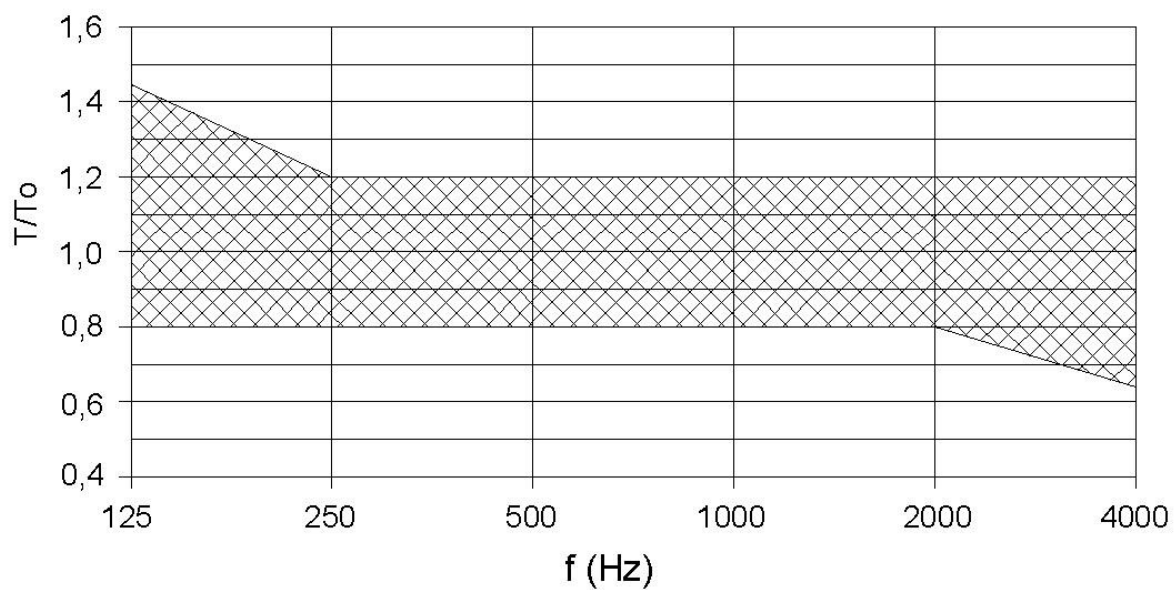
Prostory s nižším nárokem na akustiku:

č.m.	účel
123	Ateliér
125	Ateliér
131	Ateliér
222	Ateliér
230	Ateliér
334	Ateliér
413	Seminární učebna*

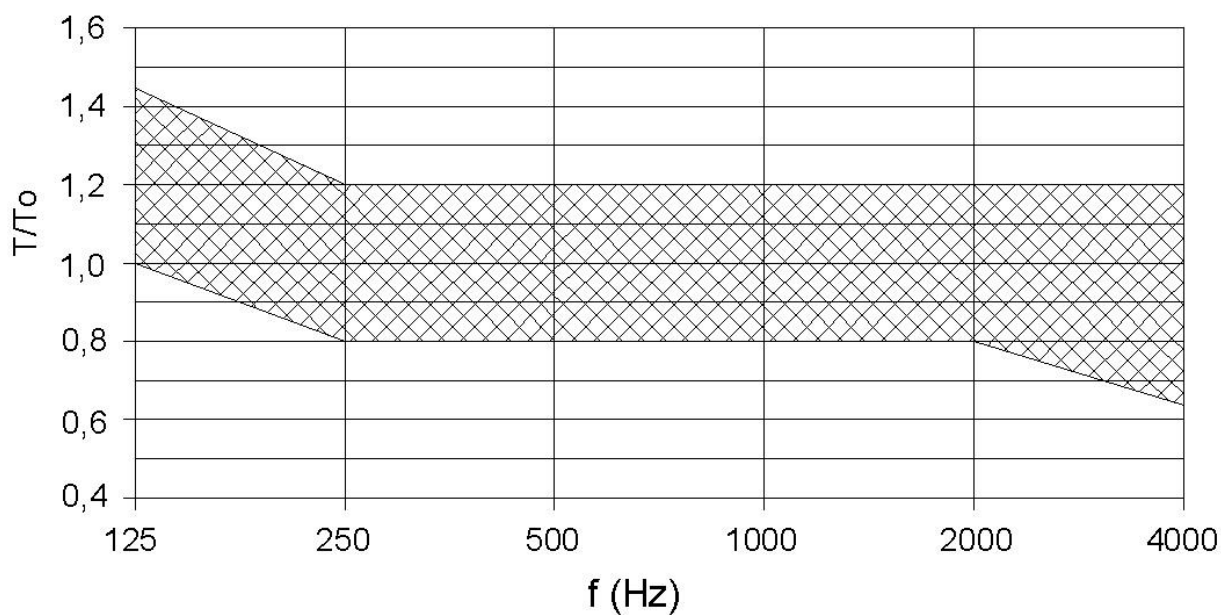
* využití jako ateliér, zasedací místnost



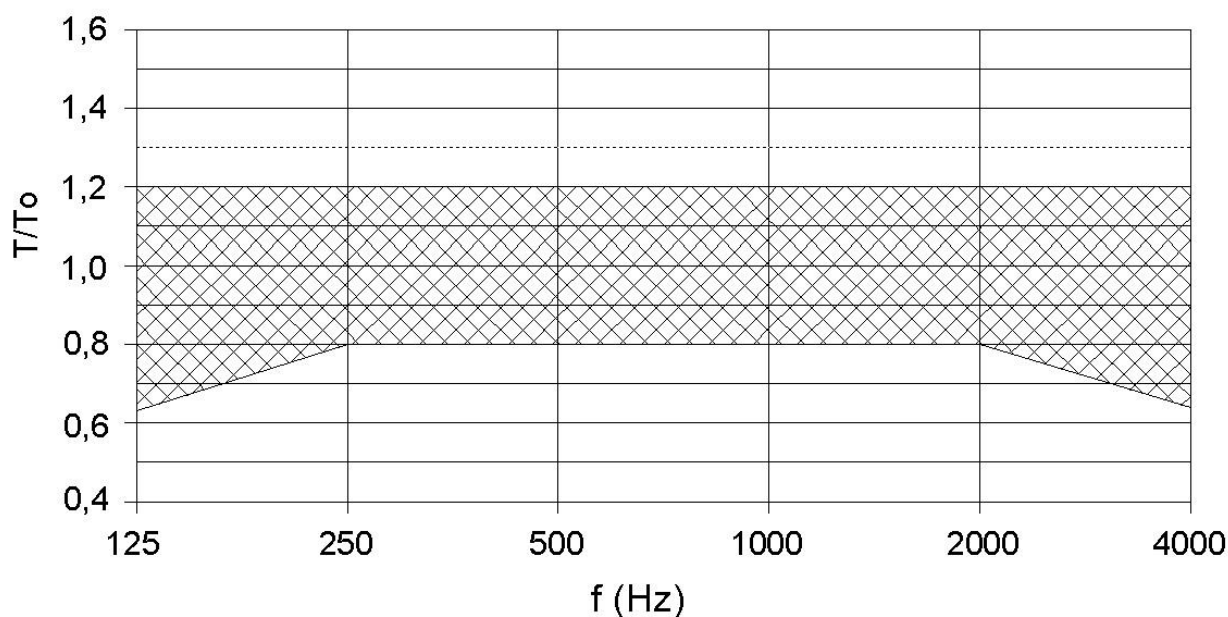
Obr. 1 – Závislost optimální doby dozvuku T_0 (s) pro kmitočet 1000 Hz na objemu V (m³) uzavřeného prostoru v obsazeném stavu (u závislosti 5 neobsazeném stavu)



Obr. 2 - Příпустné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 obsazeného prostoru určeného k přednesu hudby i řeči v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma



Obr. 3 - Příпустné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 obsazeného prostoru určeného k přednesu hudby v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma



Obr. 4 - Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 obsazeného prostoru určeného k přednesu řeči v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma.

2.2. ŘEŠENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY

1S29 Hudební sál

Akustický pohled: V sálu bude zavěšeny akustické baldachýny **AB**, které zajistí dobrou distribuci zvuku od varhanů a od pódia a empory sboru mezi diváky. Tyto prvky dále doplňují stropní difuzní obklady **DSO-1** a **DSO-2**, které jsou umístěny nad pódium – pod emporou sboru a na stropě sálu. Tyto struktura napomohou distribuci zvuku a vytvoření lepšího difuzního pole pro hudebníky i pro posluchače (specifikace prvků viz Tab1, umístění, členění ploch a detaily prvků viz výkresová dokumentace).

Akustické úpravy stěn: Na stěnách ve spodní části sálu budou realizovány difuzní laťové obklady **SLO-D** a **SLO-DH**, které budou zajišťovat rovnoměrnější distribuci zvuku v prostoru. Kolem galerie sálu bude zhotoveno zábradlí obložené plným poprsníkem **PE**, část poprsníku naproti pódium **PPE** bude perforovaná pro zamezení tvrdého odrazu zvuku. V oknech budou instalovány svinovací rolety **RR** s nízkým činitelem zvukové pohltivosti pro zachování delšího odzvuku v sálu (specifikace viz Tab1, umístění a členění ploch obkladu viz výkresová dokumentace).

220 Posluchárna

Akustický pohled: Na strop budou kontaktně instalovány segmenty akustického podhledu **AP-K** (specifikace viz Tab1, umístění a členění ploch obkladu viz výkresová dokumentace). Tyto plocha bude zamezovat vzniku třepotavé ozvěny mezi stropem a podlahou a účinně zkracovat dobu dozvuku.

Akustické úpravy stěn: Na zadní stěně bude instalován širokopásmově pohltivý dřevěný perforovaný obklad **APO-100** v kombinaci s **APO-200** (specifikace viz Tab1, umístění a členění ploch obkladu viz výkresová dokumentace). Tato plocha bude zamezovat tvrdému odrazu zvuku od zadní stěny.

311 Učebna hry na klavír

Akustické úpravy stěn: V oknech budou instalovány akustické rolety **AR**, na stěny budou umístěny akustické panely **SAP** (specifikace viz Tab1, umístění panelů viz výkresová dokumentace). Tyto prvky budou zamezovat vzniku třepotavé ozvěně mezi rovnoběžnými stěnami a zkracovat dobu dozvuku.

317 Učebna hry na klavír, zkušebna souboru

Akustický podhled: Na strop budou kontaktně instalovány segmenty akustického podhledu **AP-K** (specifikace viz Tab1, umístění a členění ploch obkladu viz výkresová dokumentace). Tyto plocha bude zamezovat vzniku třepotavé ozvěny mezi stropem a podlahou a účinně zkracovat dobu dozvuku.

Akustické úpravy stěn: Na stěnách bude instalován stěnový laťový obklad **SLO-100** v kombinaci obkladem **SLO-200** a s laťovými rezonátory **LREZ**, v oknech budou instalovány akustické závěsy **AZ**. Tyto prvky budou zabraňovat vzniku třepotavé ozvěny a ve své kombinaci účinně redukovat dobu dozvuku. V sedacích stupních budou instalovány rezonátory **TR**, pro vyrovnání doby dozvuku na nízkých frekvencích (specifikace viz Tab1, umístění panelů viz výkresová dokumentace).

318 Nahrávací studio

Akustický podhled: Na strop budou kontaktně instalovány segmenty akustického podhledu **AP-K** (specifikace viz Tab1, umístění a členění ploch obkladu viz výkresová dokumentace). Tyto plocha bude zamezovat vzniku třepotavé ozvěny mezi stropem a podlahou a účinně zkracovat dobu dozvuku.

Akustické úpravy stěn: Na stěnách studia bude instalován akustický perforovaný obklad **APD-100** v kombinaci s kmitajícími panely **KP**, v oknech budou instalovány akustické rolety **AR** (specifikace viz Tab1, umístění panelů viz výkresová dokumentace). Tyto prvky budou zabraňovat vzniku třepotavé ozvěny a ve své kombinaci účinně redukovat dobu dozvuku.

319 Učebna, zkušebna sboru a orchestru

Akustický podhled: Na strop budou zavěšeny kmitající panely **KP-Z** a odrazivé solitérní panely **SP-O** (specifikace viz Tab1, umístění a členění ploch obkladu viz výkresová dokumentace). Prvky budou zavěšeny tak, aby zajišťovaly fungovaly v celku difuzně. Tyto plocha bude zamezovat vzniku třepotavé ozvěny mezi stropem a podlahou, budou redukovat dobu dozvuku zejm. na nízkých frekvencích a budou vytvářet difuzní pole.

Akustické úpravy stěn: Na stěnách bude instalován stěnový laťový obklad **SLO-D** v kombinaci obkladem **SLO-100 N**, v oknech budou instalovány akustické závěsy **AZ** (specifikace viz Tab1, umístění panelů viz výkresová dokumentace). Tyto prvky budou zabraňovat vzniku třepotavé ozvěny a ve své kombinaci účinně redukovat dobu dozvuku.

325 Učebna hry na klavír

Akustické úpravy stěn: V oknech budou instalovány akustické rolety **AR**, na stěny budou umístěny akustické panely **SAP** (specifikace viz Tab1, umístění panelů viz výkresová dokumentace). Tyto prvky budou zamezovat vzniku třepotavé ozvěně mezi rovnoběžnými stěnami a zkracovat dobu dozvuku.

2.3. POŽADAVKY NA TECHNOLOGICKÉ PRVKY Z HLEDISKA PROSTOROVÉ AKUSTIKY

Koncové prvky ani další komponenty přímo exponované zvukovou energií (tj. nechráněné kompaktním izolačním či akustickým podhledem) technologických profesí (VZT, silnoproud, slaboproud, audio-technologie atd.) nesmí při vybuzení zvukovou energií vykazovat vlastní rezonance a tom důsledku vyzařovat do prostoru zvukovou energii. Obecně je nutné tyto prvky volit v masivním, tuhém provedení (např. je nutné eliminovat veškeré tenké plechové konstrukce), nebo je opatřit antivibrační úpravou (např. aplikace AMS fólie). V případě nutnosti se může jednat o atypicky konstruované prvky (např. mřížky VZT vyrobené ze dřeva atd.). Prvky je nutné odsouhlasit v rámci vzorování. Tyto požadavky platí pro všechny koncové prvky umístěné v prostorech určených ke snímání, zpracování a reprodukci zvukového signálu.

Dále je nutné, aby koncové prvky VZT byly připojeny pomocí prvků s vlastním zvukovým útlumem (např. prvky Sonoflex).

Konkrétně se výše definované požadavky vztahují na tyto prostory:

1S29	hudební sál
311	učebna hry na klavír
312	učebna hry na klavír
315	učebna hry na klavír
317	učebna hry na klavír, zkušebna souboru (studio)
318	nahrávací studio (režie)
319	učebna, zkušebna sboru a orchestru
320	učebna hry na klavír
324	učebna hry na klavír
325	učebna hry na klavír
326	učebna hry na klavír
329	učebna hry na klavír
330	učebna hry na klavír
331	učebna hry na klavír
332	učebna hry na klavír
333	učebna hry na klavír

Pozn. Vlastní rezonance technologických prvků je možné objektivně měřit v bezdozvukové místnosti.

3. ZÁVĚR

Studie prostorové akustiky řeší jednak akusticky náročné prostory a dále prostory s nižším nárokem na akustiku v rámci objektu Pedagogické fakulty Univerzity Hradec Králové. Pro akusticky náročné prostory je stanovena optimální doba dozvuku a proveden návrh akustických úprav tak, aby byl splněn definovaný požadavek normy ČSN 73 0527 resp. ČSN 73 0525. V průběhu realizace je nezbytné provádět kontrolní etapová měření. Dále je nutné po dokončení realizace provést závěrečná měření parametrů stavební a prostorové akustiky včetně zpracování výsledků formou měřicího protokolu. Všechny výše uvedené akustické zkoušky jsou nutné pro úspěšné dokončení díla.

V případě jakýchkoliv změn v koncepci, umístění nebo typu akustických prvků, dispozičních změn či změn skladeb konstrukcí a povrchových úprav je nutné zajistit odsouhlasení těchto změn odpovědným akustikem.

Výpočet doby dozvuku

název prostoru: **1S29 - hudební sál, PdF HK**

Cílová doba dozvuku	$T_0 = 1,17$	s	základní parametry prostoru:			
toleranční pásmo	řeč					
	hudba	1				
	hudba a řeč					
objem prostoru	$V = 724,7$	m ³				
plocha prostoru	$S = 657,8$	m ²				
			výška	6,94	m	
			délka	18,69	m	
			šířka	5,82	m	
			plocha pódia	38,0	m ²	
			objem pódia	18,2	m ³	
			plocha galerie	50	m ²	

materiály	činitel zvukové pohltivosti k oktávovým pásmům						plochy
popis, základní charakteristika	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	[m ²]
vzduch, 50% relativní vlhkost	6,60E-05	2,50E-04	6,83E-04	1,10E-03	2,70E-03	9,40E-03	–
strop							
dvojitý plný SDK	0,09	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	27,7
AB - akustický baldachýn	0,15	0,08	0,04	0,04	0,04	0,04	18,5
DSO-1 - difuzní obklad stropu - typ 1	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	28,4
DSO-2 - difuzní obklad stropu - typ 2	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	9,2
SB - stropní obklad empory	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	25,0
podlaha							
podlaha (tuhá) - vlys	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	28,2
nábytek a osoby	0,30	0,40	0,50	0,60	0,60	0,55	80,6
stěny							
omítka	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	215,1
dveře	0,09	0,07	0,05	0,05	0,04	0,04	13,5
varhany	0,30	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	18,0
BB - boční obklad empory	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	18,8
RR - rolety svinovací	0,12	0,10	0,14	0,18	0,10	0,08	29,1
PE - poprsník empory	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	42,2
PPE - perforovaný poprsník empory	0,30	0,65	0,95	0,85	0,55	0,50	4,3
SLO-D - stěnový laťový obklad - difuzní	0,20	0,22	0,25	0,25	0,22	0,20	66,9
SLO-DH - stěnový laťový obklad - difuzní, hluboký	0,22	0,25	0,28	0,28	0,25	0,22	22,9
DS - dřevěný sokl (vč. výdechů VZT)	0,15	0,13	0,09	0,08	0,08	0,08	9,4

celková plocha	657,8
----------------	-------

celková ekvivalentní pohltivá plocha [-]	77,5	86,2	98,7	108,6	106,8	119,4
toleranční pásmo [s]	dolní mez	1,17	0,94	0,94	0,94	0,76
	horní mez	1,70	1,40	1,40	1,40	1,40
vypočtená doba dozvuku dle řešení [s]		1,44	1,29	1,12	1,01	1,03

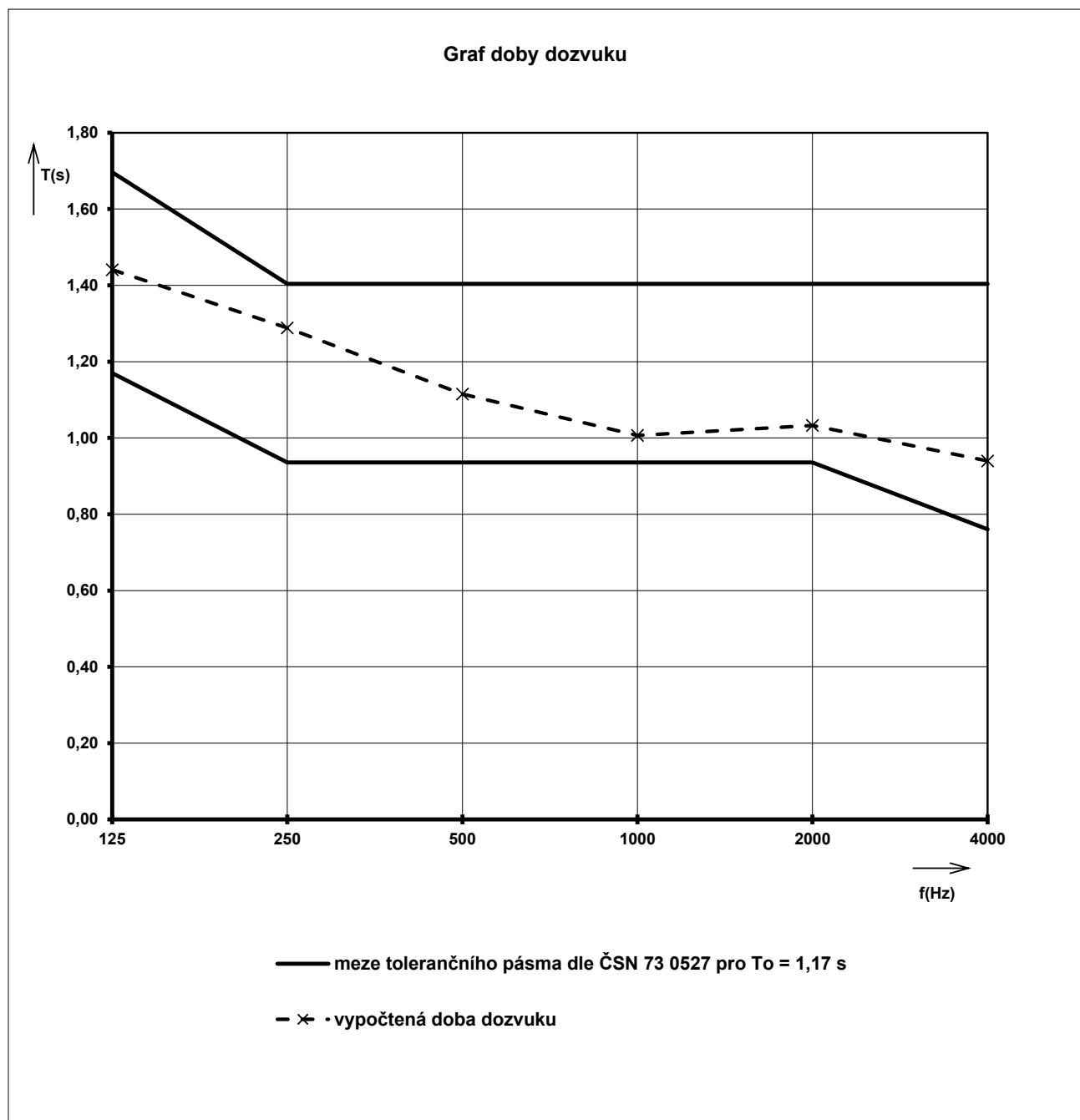
Graf vypočtené doby dozvuku

název prostoru: **1S29 - hudební sál, PdF HK**

objem prostoru $V = 724,7 \text{ m}^3$

plocha prostoru $S = 657,8 \text{ m}^2$

frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
vypočtená doba dozvuku		1,44	1,29	1,12	1,01	1,03	0,94
toleranční pásmo [s]	dolní mez	1,17	0,94	0,94	0,94	0,94	0,76
	horní mez	1,70	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40



Výpočet doby dozvuku

název prostoru: **Posluchárna 220, PdF HK**

Cílová doba dozvuku	$T_0 = 0,64 \text{ s}$	základní parametry prostoru: výška 4,015 m délka 10 m šířka 6,5 m
toleranční pásmo	řeč	
	hudba	
	hudba a řeč	
objem prostoru	$V = 261,0 \text{ m}^3$	
plocha prostoru	$S = 262,5 \text{ m}^2$	

materiály	činitel zvukové pohltivosti k oktávovým pásmech						plochy
popis, základní charakteristika	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	[m ²]
vzduch, 50% relativní vlhkost	6,60E-05	2,50E-04	6,83E-04	1,10E-03	2,70E-03	9,40E-03	–
strop							
dvojitý SDK	0,10	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	30,4
AP-K - akustický podhled - kontaktní	0,25	0,70	0,90	0,90	0,90	0,90	34,6
podlaha							
podlaha - parkety/vlysy	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	25,0
nábytek a osoby	0,25	0,30	0,35	0,40	0,40	0,35	40,0
stěny							
omítka	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	95,5
okna + dveře	0,12	0,07	0,05	0,05	0,04	0,03	24,3
APO-100 - akustický perf. obklad	0,45	0,80	0,90	0,80	0,60	0,50	4,1
APO-200 - akustický perf. obklad	0,80	0,80	0,90	0,80	0,50	0,45	8,6
DSU - dřevěný sokl učebny	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,3

celková plocha	262,8
----------------	-------

celková ekvivalentní pohltivá plocha [-]		38,2	55,3	64,5	65,7	63,7	67,6
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,42
	horní mez	0,93	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
vypočtená doba dozvuku dle řešení [s]		1,04	0,69	0,58	0,57	0,59	0,57

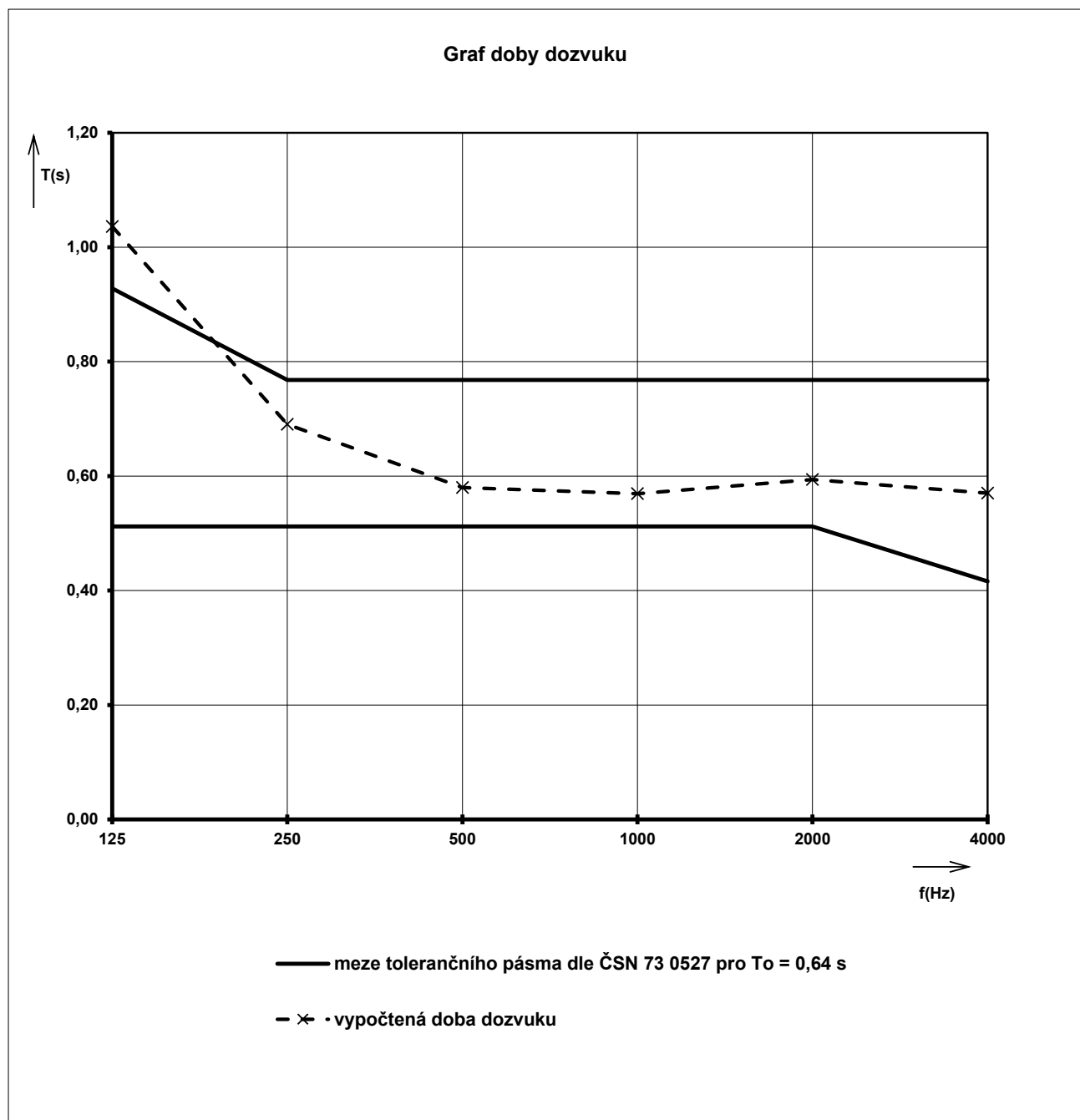
Graf vypočtené doby dozvuku

název prostoru: **Posluchárna 220, PdF HK**

objem prostoru $V = 261,0 \text{ m}^3$

plocha prostoru $S = 262,5 \text{ m}^2$

frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
vypočtená doba dozvuku		1,04	0,69	0,58	0,57	0,59	0,57
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,42
	horní mez	0,93	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77



Výpočet doby dozvuku

název prostoru: **Učebna hry na klavír 311, PdF HK**

Cílová doba dozvuku	$T_0 = 0,71 \text{ s}$	základní parametry prostoru:		
toleranční pásmo	řeč			
	hudba			
	hudba a řeč			
	1			
objem prostoru	$V = 71,2 \text{ m}^3$	výška	4	m
plocha prostoru	$S = 109,5 \text{ m}^2$	délka	6,5	m
		šířka	2,74	m

materiály	činitel zvukové pohltivosti k oktávovým pásmech						plochy
popis, základní charakteristika	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	[m ²]
vzduch, 50% relativní vlhkost	6,60E-05	2,50E-04	6,83E-04	1,10E-03	2,70E-03	9,40E-03	–
strop							
dvojitý SDK	0,10	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	17,8
podlaha							
podlaha - parkety/vlasy	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	12,8
nábytek a osoby	0,28	0,30	0,35	0,40	0,40	0,35	5,0
stěny							
omítka	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	56,9
dveře	0,09	0,07	0,05	0,05	0,04	0,04	3,0
AR - akustické rolety	0,15	0,20	0,40	0,60	0,45	0,50	4,6
SAP - stěnový akustický panel	0,20	0,70	0,90	0,90	0,90	0,90	9,4

celková plocha	109,5
----------------	-------

celková ekvivalentní pohltivá plocha [-]	8,8	13,3	15,9	17,2	16,9	18,8
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,57	0,57	0,57	0,57	0,46
	horní mez	1,03	0,85	0,85	0,85	0,85
vypočtená doba dozvuku dle řešení [s]	1,27	0,82	0,68	0,63	0,64	0,58

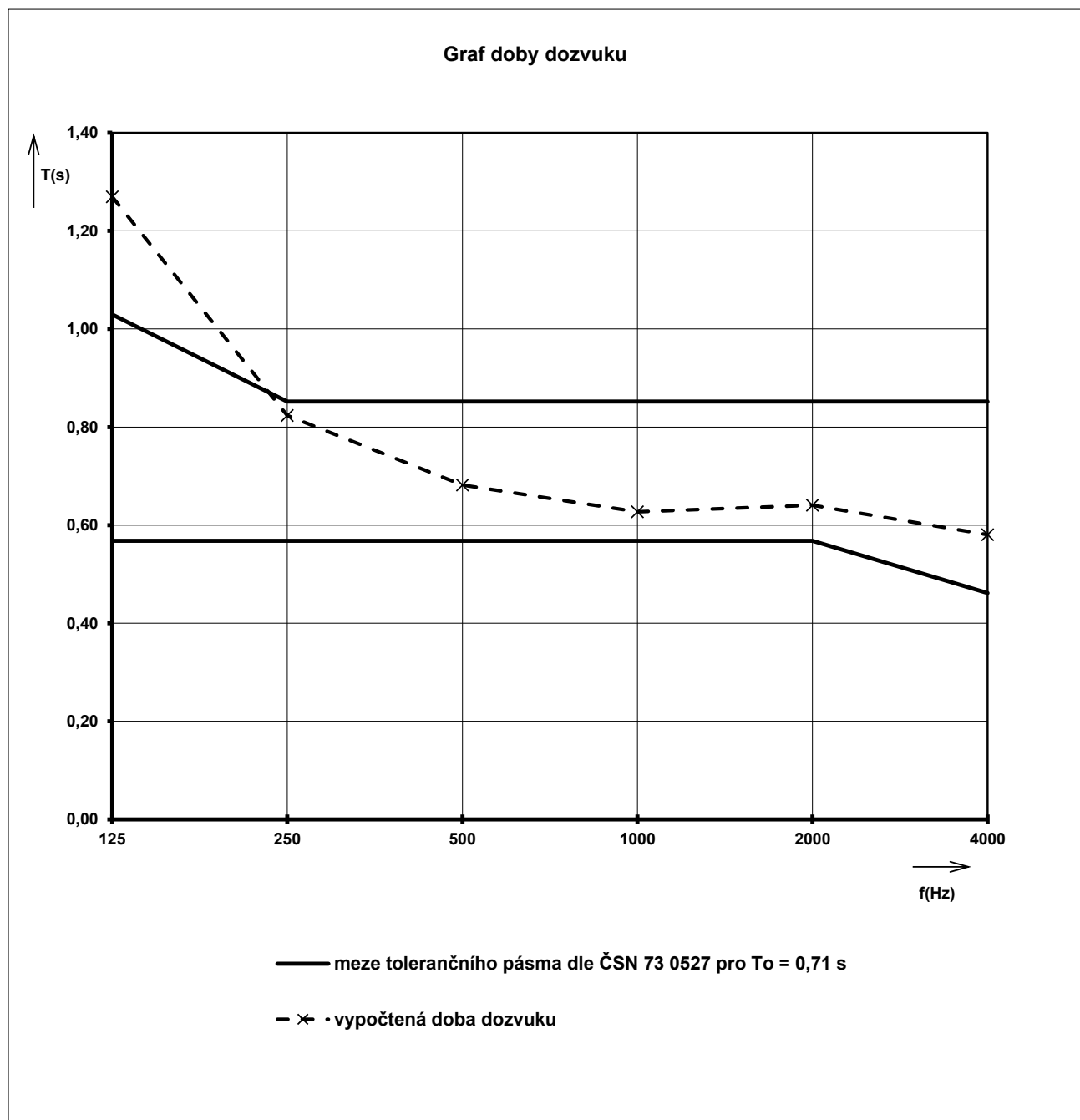
Graf vypočtené doby dozvuku

název prostoru: **Učebna hry na klavír 311, PdF HK**

objem prostoru $V = 71,2 \text{ m}^3$

plocha prostoru $S = 109,5 \text{ m}^2$

frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
vypočtená doba dozvuku		1,27	0,82	0,68	0,63	0,64	0,58
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,46
	horní mez	1,03	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85



Výpočet doby dozvuku

název prostoru: **Učebna hry na klavír 317, PdF HK**

Cílová doba dozvuku	$T_0 = 0,45$	s	základní parametry prostoru:		
toleranční pásmo	řeč				
	hudba				
	hudba a řeč	1			
objem prostoru	$V = 255,3$	m^3			
plocha prostoru	$S = 258,2$	m^2			
			výška	4	m
			délka	9,82	m
			šířka	6,5	m

materiály	činitel zvukové pohltivosti k oktávovým pásmům						plochy
popis, základní charakteristika	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	[m ²]
vzduch, 50% relativní vlhkost	6,60E-05	2,50E-04	6,83E-04	1,10E-03	2,70E-03	9,40E-03	–
strop							
dvojitý SDK	0,10	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	31,4
AP-K - akustický podhled - kontaktní	0,25	0,70	0,90	0,90	0,90	0,90	32,4
podlaha							
podlaha - parkety/vlasy	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	43,8
nábytek a osoby	0,27	0,30	0,35	0,40	0,40	0,35	20,0
stěny							
omítka	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	67,8
dveře	0,09	0,07	0,05	0,05	0,04	0,04	3,9
dřevěný sokl	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	13,7
okna bez závěsů (1/2 plochy)	0,12	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	11,5
AZ - akustický závěs (1/2 plochy)	0,20	0,45	0,55	0,60	0,80	0,80	11,5
SLO-100 - stěnový laťový obklad	0,35	0,75	0,90	0,85	0,70	0,60	8,2
SLO-200 - stěnový laťový obklad	0,55	0,85	0,85	0,80	0,70	0,60	14,0
LREZ - laťový rezonátor	0,60	0,35	0,30	0,25	0,20	0,20	27,7
TR - tvárniceový rezonátor	0,60	0,35	0,25	0,20	0,15	0,15	9,8
DS - dřevěný sokl	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	4,6

celková plocha	281,3
----------------	-------

celková ekvivalentní pohltivá plocha [-]	59,5	73,9	80,3	79,3	78,7	82,4
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,36	0,36	0,36	0,36	0,29
	horní mez	0,65	0,54	0,54	0,54	0,54
vypočtená doba dozvuku dle řešení [s]		0,63	0,49	0,44	0,45	0,45

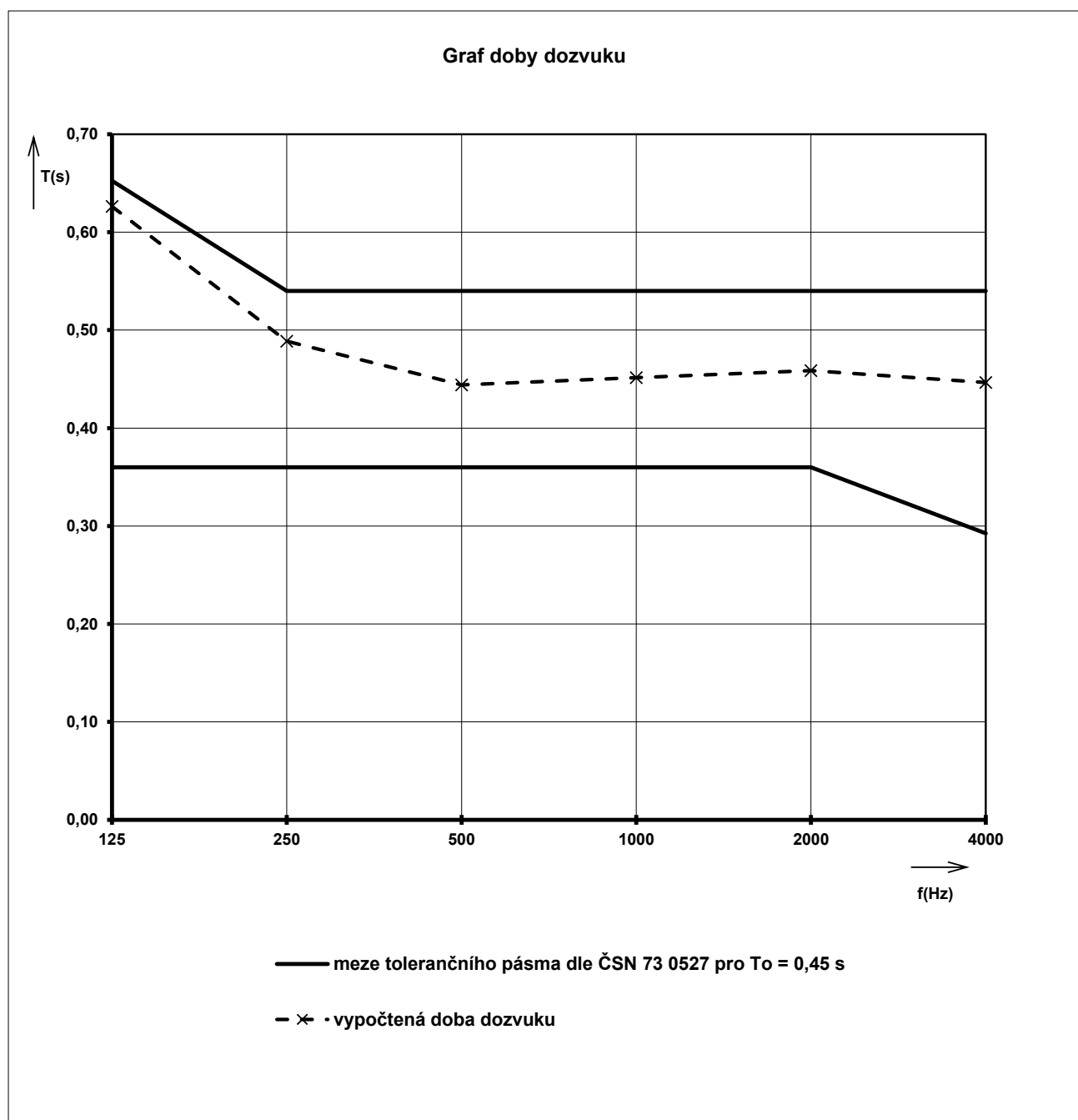
Graf vypočtené doby dozvuku

název prostoru: **Učebna hry na klavír 317, PdF HK**

objem prostoru $V = 255,3 \text{ m}^3$

plocha prostoru $S = 258,2 \text{ m}^2$

frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
vypočtená doba dozvuku		0,63	0,49	0,44	0,45	0,46	0,45
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,29
	horní mez	0,65	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54



Výpočet doby dozvuku

název prostoru: **Režie 318, PdF HK**

Cílová doba dozvuku	$T_0 = 0,32 \text{ s}$	základní parametry prostoru:		
toleranční pásmo	řeč			
	hudba			
	hudba a řeč			
	1			
objem prostoru	$V = 102,1 \text{ m}^3$	výška	3,95	m
plocha prostoru	$S = 134,5 \text{ m}^2$	délka	6,51	m
		šířka	3,97	m

materiály	činitel zvukové pohltivosti k oktávovým pásmech						plochy
popis, základní charakteristika	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	[m ²]
vzduch, 50% relativní vlhkost	6,60E-05	2,50E-04	6,83E-04	1,10E-03	2,70E-03	9,40E-03	–
strop							
dvojitý SDK	0,10	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	8,2
AP-K - akustický podhled - kontaktní	0,25	0,70	0,90	0,90	0,90	0,90	17,6
podlaha							
podlaha - parkety/vlysy	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	17,8
nábytek a osoby	0,35	0,35	0,40	0,45	0,45	0,40	8,0
stěny							
omítka	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	26,1
dveře	0,10	0,07	0,05	0,05	0,04	0,03	3,1
AR - akustické rolety	0,15	0,20	0,40	0,60	0,45	0,50	9,2
APO-100 - akustický perf. obklad	0,45	0,80	0,90	0,80	0,60	0,50	24,9
KP - kmitající panel	0,50	0,20	0,15	0,15	0,15	0,12	18,8
DSU - dřevěný sokl učebny	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,7

celková plocha	134,5
----------------	-------

celková ekvivalentní pohltivá plocha [-]		32,1	43,3	50,5	50,4	44,7	44,4
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,21
	horní mez	0,46	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
vypočtená doba dozvuku dle řešení [s]		0,46	0,32	0,27	0,27	0,31	0,32

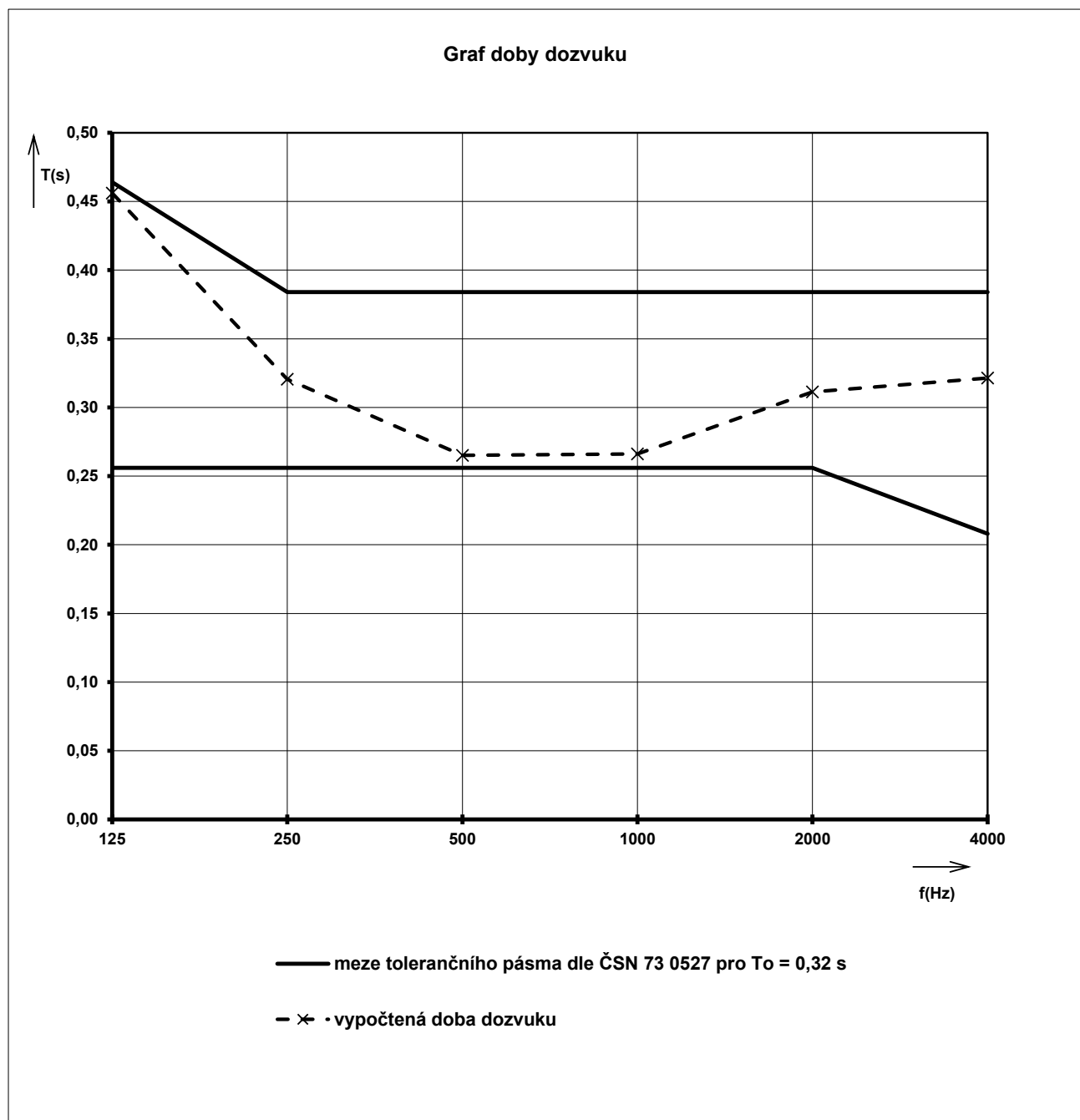
Graf vypočtené doby dozvuku

název prostoru: **Režie 318, PdF HK**

objem prostoru $V = 102,1 \text{ m}^3$

plocha prostoru $S = 134,5 \text{ m}^2$

frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
vypočtená doba dozvuku		0,46	0,32	0,27	0,27	0,31	0,32
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,21
	horní mez	0,46	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38



Výpočet doby dozvuku

název prostoru: **Zkušebna orchestru 319, PdF HK**

Cílová doba dozvuku	$T_0 = 0,85$	s	základní parametry prostoru:		
toleranční pásmo	řeč				
	hudba	1			
	hudba a řeč				
objem prostoru	$V = 319,8$	m^3			
plocha prostoru	$S = 308,7$	m^2			
			výška	3,95	m
			délka	11,6	m
			šířka	6,98	m

materiály	činitel zvukové pohltivosti k oktávovým pásmech						plochy
popis, základní charakteristika	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	[m ²]
vzduch, 50% relativní vlhkost	6,60E-05	2,50E-04	6,83E-04	1,10E-03	2,70E-03	9,40E-03	–
strop							
dvojitý SDK	0,10	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	43,2
KP-Z - kmitající panel - zavěšený	0,50	0,20	0,15	0,15	0,15	0,12	16,2
SP-O - soliterní panel - odrazivý	0,20	0,22	0,25	0,25	0,22	0,20	21,6
podlaha							
podlaha - parkety/vlysy	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	51,0
hlediště + hudebníci	0,27	0,35	0,40	0,45	0,45	0,40	20,0
neobsazené sedačky	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	10,0
stěny							
omítka	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	53,9
dveře	0,10	0,07	0,05	0,05	0,04	0,04	3,1
okna bez závěsů (1/2 plochy)	0,12	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	11,5
AZ - akustický závěs (1/2 plochy)	0,20	0,45	0,55	0,60	0,80	0,80	11,5
SLO-100 N - stěnový laťový obklad	0,35	0,75	0,90	0,85	0,70	0,60	17,1
SLO-D - stěnový laťový obklad difuzní	0,20	0,22	0,25	0,25	0,22	0,20	43,7
DS - dřevěný sokl	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	6,0

celková plocha	308,7
----------------	-------

celková ekvivalentní pohltivá plocha [-]	46,6	52,5	57,1	58,4	58,2	62,2
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,85	0,68	0,68	0,68	0,55
	horní mez	1,23	1,02	1,02	1,02	1,02
vypočtená doba dozvuku dle řešení [s]		1,04	0,91	0,83	0,81	0,82

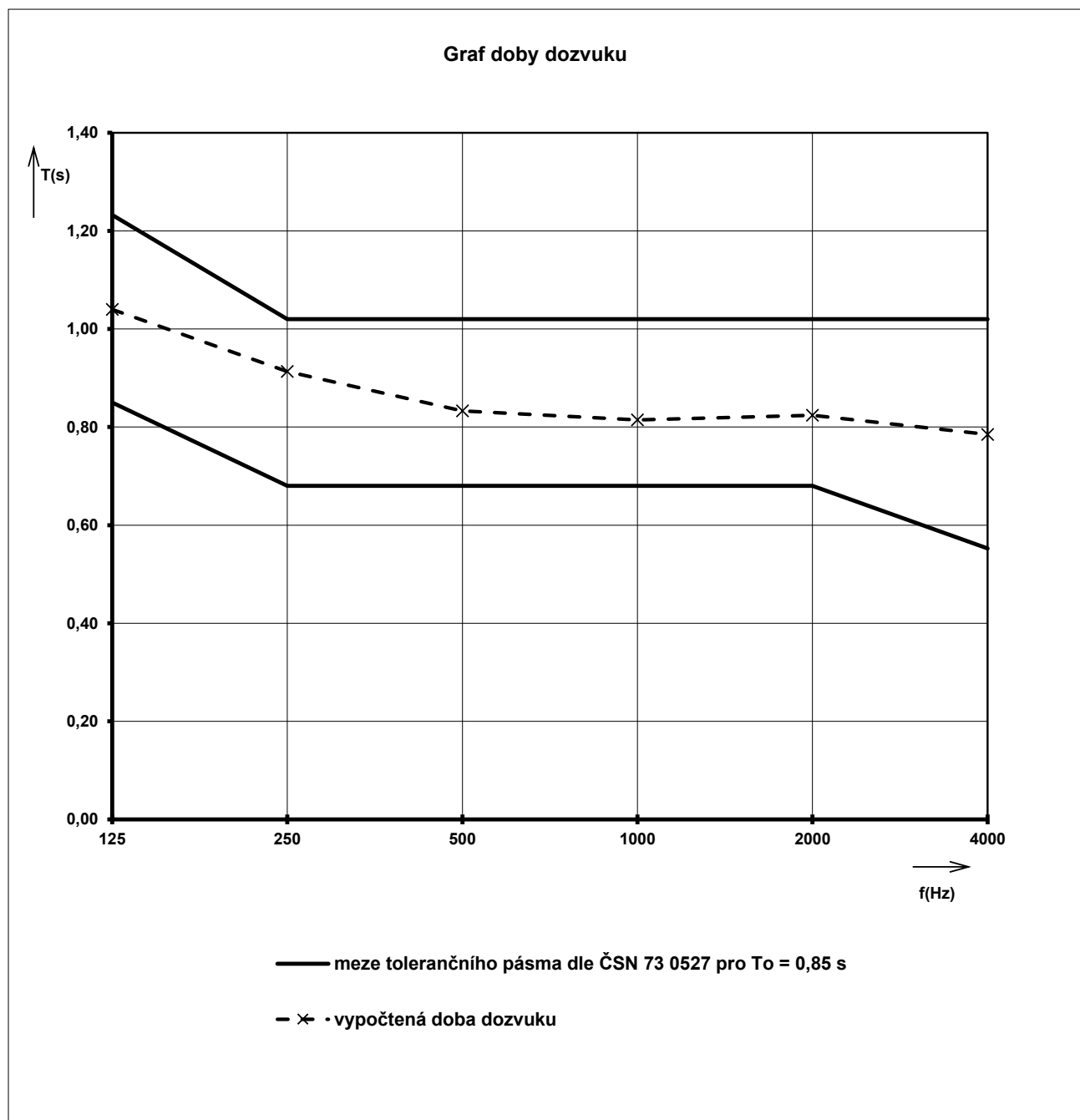
Graf vypočtené doby dozvuku

název prostoru: **Zkušebna orchestru 319, PdF HK**

objem prostoru $V = 319,8 \text{ m}^3$

plocha prostoru $S = 308,7 \text{ m}^2$

frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
vypočtená doba dozvuku		1,04	0,91	0,83	0,81	0,82	0,78
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,85	0,68	0,68	0,68	0,68	0,55
	horní mez	1,23	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02



Výpočet doby dozvuku

název prostoru: **Učebna hry na klavír 325, PdF HK**

Cílová doba dozvuku	$T_0 = 0,85 \text{ s}$	základní parametry prostoru:
toleranční pásmo	řeč	
	hudba	
	hudba a řeč 1	
objem prostoru	$V = 120,6 \text{ m}^3$	
plocha prostoru	$S = 149,2 \text{ m}^2$	výška 4 m
		délka 6,4 m
		šířka 4,71 m

materiály	činitel zvukové pohltivosti k oktávovým pásmech						plochy
popis, základní charakteristika	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	[m ²]
vzduch, 50% relativní vlhkost	6,60E-05	2,50E-04	6,83E-04	1,10E-03	2,70E-03	9,40E-03	–
strop							
dvojitý SDK	0,10	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	30,1
podlaha							
podlaha - parkety/vlasy	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	24,1
nábytek a osoby	0,25	0,30	0,35	0,40	0,40	0,35	6,0
stěny							
omítka	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	63,2
dveře	0,09	0,07	0,05	0,05	0,04	0,04	3,9
AR - akustické rolety	0,15	0,20	0,40	0,60	0,45	0,50	9,2
SAP - stěnový akustický panel	0,20	0,70	0,90	0,90	0,90	0,90	12,6

celková plocha	149,2
----------------	-------

celková ekvivalentní pohltivá plocha [-]	12,3	18,5	22,3	24,7	24,0	27,4
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,68	0,68	0,68	0,68	0,55
	horní mez	1,23	1,02	1,02	1,02	1,02
vypočtená doba dozvuku dle řešení [s]	1,54	1,00	0,82	0,74	0,76	0,67

Graf vypočtené doby dozvuku

název prostoru: **Učebna hry na klavír 325, PdF HK**

objem prostoru $V = 120,6 \text{ m}^3$

plocha prostoru $S = 149,2 \text{ m}^2$

frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
vypočtená doba dozvuku		1,54	1,00	0,82	0,74	0,76	0,67
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,55
	horní mez	1,23	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02

