

Název:

Chodský hrad - infocentrum

Zakázkové číslo: 19-03-18
Profese: prostorová akustika
Dokument: technická zpráva
Stupeň projektové dokumentace: studie
Datum: květen 2019
Revize: 00

Zpracoval: Ing. Tomáš Hrádek

AVETON s.r.o.

Krátkého 211/2, 190 00 Praha 9

tel.: +420 608 840 676

e-mail.: info@aveton.cz

web.: www.aveton.cz

IČ: 02436647

DIČ: CZ02436647



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.	TEORETICKÝ VÝPOČET DOBY DOZVUKU	4
2.3.	ŘEŠENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY	5
3.	ZÁVĚR	6

Přílohy:

Výpočetní příloha:

VP01 – výpočet a graf vypočtené doby dozvuku bez akustických úprav a úpravou prostorové akustiky – infocentrum 1.03

VP02 – výpočet a graf vypočtené doby dozvuku bez akustických úprav a úpravou prostorové akustiky – výstava 1.15

Tabulková příloha:

Tab1 – výkaz výměr a specifikace prvků prostorové akustiky

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

1.1. VÝCHOZÍ ÚDAJE A PODKLADY

- výkresová dokumentace
- ústní informace předané při jednáních se zástupcem objednatele a generálního projektanta

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. Prostory infocentra ve výše uvedených normách explicitně definovány nejsou, nicméně je rozhodně žádoucí zde alespoň se základními akustickými úpravami uvažovat.

Možnosti návrhu akustických úprav a provedení akustických opatření jsou značně omezené. Omezení jednak spočívá v nemožnosti využít plochy klenutých stropů a dále pak v omezené ploše stěn, která je pro akustické úpravy k dispozici.

Akustické úpravy jsou tedy vzhledem k výše uvedenému uvažovány jako maximální možné. Pro dosažení optimálních provozních podmínek z hlediska akustiky by bylo potřeba do řešených prostor aplikovat akusticky pohltivých ploch nezanedbatelně více.

infocentrum 1.03

Doba dozvuku v infocentru o objemu cca 222 m³ by v oktávových pásmech 250 Hz až 4 kHz neměla překročit hodnotu $T_{\max} = 2$ s.

Doba dozvuku infocentra je hodnocena v obsazeném stavu.

výstava 1.15

Doba dozvuku v prostoru výstavy o objemu cca 86 m³ by v oktávových pásmech 250 Hz až 4 kHz neměla překročit hodnotu $T_{\max} = 1,2$ s.

Doba dozvuku infocentra je hodnocena v obsazeném stavu.

chodba 1.02

Pro prostor chodby nebyl prováděn výpočet doby dozvuku. Akustické úpravy na chodbě mají zajistit snížení celkové hladiny hluku a alespoň dílčí zlepšení provozních podmínek z hlediska akustiky.

2.2. TEORETICKÝ VÝPOČET DOBY DOZVUKU

Pro výpočet doby dozvuku byl dle ČSN 73 0525 použit Eyringův vztah:

$$T_E = \frac{0,163 \cdot V}{-S \cdot \ln(1 - \alpha_s) + 4mV} [s]$$

kde $V [m^3]$ je objem místnosti

$S [m^2]$ je celková plocha ohraničujících stěn místnosti

$\alpha_s [-]$ je střední hodnota činitele zvukové pohltivosti

$m [-]$ je činitel útlumu zvuku při šíření ve vzduchu

Střední hodnotu činitele zvukové pohltivosti vypočteme podle vztahu:

$$\alpha_s = \frac{\sum S_i \cdot \alpha_i}{S} [-]$$

kde $S_i [m^2]$ je dílčí pohltivá plocha

$\alpha_i [-]$ je činitel zvukové pohltivosti dílčích ploch

$S [m^2]$ je celková plocha ohraničujících stěn místnosti

Výpočet doby dozvuku byl proveden dle ČSN 73 0525 v oktávových pásmech se středními kmitočty 125 Hz až 4 kHz.

Do výpočtu doby dozvuku byly započítány i zvukové pohltivosti prvků a konstrukcí, které nejsou definovány jako akustický obklad (např. nábytkové vybavení, osoby, atd. Jejich vliv na akustické parametry ale nelze pominout.

Grafy vypočtené doby dozvuku jsou uvedeny ve výpočetní příloze VP01 a VP02.

2.3. ŘEŠENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY

infocentrum 1.03

Strop: bez akustických úprav

Akustické obklady stěn: Na třech různých stěnách jsou umístěny celkem 4 akustické panely **AP** (více viz Tab1 – výkaz výměr a specifikace). Přesné rozměry a umístění akustických panelů – viz výkresy interiéru.

výstava 1.15

Strop: bez akustických úprav

Akustické obklady stěn: Na dvou protilehlých stěnách jsou umístěny celkem 4 akustické panely **AP** (více viz Tab1 – výkaz výměr a specifikace). Přesné rozměry a umístění akustických panelů – viz výkresy interiéru.

chodba 1.02

Strop: bez akustických úprav

Akustické obklady stěn: Na stěnách chodby je umístěno celkem 5 akustických panelů **AP** (více viz Tab1 – výkaz výměr a specifikace) a dále pak 2 akustické obrazy **AO1** a **AO2** (více viz Tab1 – výkaz výměr a specifikace). Přesné rozměry a umístění akustických prvků – viz výkresy interiéru.

3. ZÁVĚR

Studie řeší úpravy prostorové akustiky infocentra v objektu Chodského hradu. Konkrétně se jedná o prostory infocentra 1.03 a výstavy 1.15, pro které byly provedeny výpočty doby dozvuku a stanoveny maximální hodnoty, které by neměly být překročeny. Dále pak byla řešena chodba 1.02, kde bylo cílem zejména snížení hladiny hluku. Vzhledem k omezením z hlediska interiérové koncepce byly ve všech výše uvedených prostorech aplikovány pouze akustické stěnové obklady. Aplikované množství není dostatečné pro zajištění optimálních akustických podmínek, ale z hlediska zlepšení prostorové akustiky je rozhodně nezanedbatelné a prostředí výraznou měrou zkvalitní.

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: **infocentrum 1.03, Chodský hrad**

Cílová doba dozvuku	$T_0 = 1,67$	s	základní parametry prostoru:		
toleranční pásmo	řeč				
	hudba				
	hudba a řeč	1			
objem prostoru	$V =$	221,7 m ³			
plocha prostoru	$S =$	257,0 m ²	střední výška 2,9 m		
			délka 9,1 m		
			střední šířka 8,4 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							
klenba	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	84,1
podlaha							
podlaha - kamenná dlažba	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	61,4
nábytek a osoby	0,20	0,25	0,30	0,35	0,35	0,30	15,0
stěny							
omítka a další odrazivé plochy	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	86,4
okna + dveře	0,10	0,06	0,05	0,05	0,04	0,03	11,3
AP - akustické panely	0,20	0,65	0,90	0,90	0,90	0,90	6,4

celková plocha	264,7
----------------	-------

celková ekvivalentní pohltivá plocha [-]	14,8	18,1	20,7	21,9	23,2	27,6
toleranční pásmo [s]	dolní mez	1,34	1,34	1,34	1,34	1,09
	horní mez	2,42	2,00	2,00	2,00	2,00
vypočtená doba dozvuku dle řešení [s]	2,40	1,94	1,69	1,60	1,51	1,28

Graf vypočtené doby dozvuku

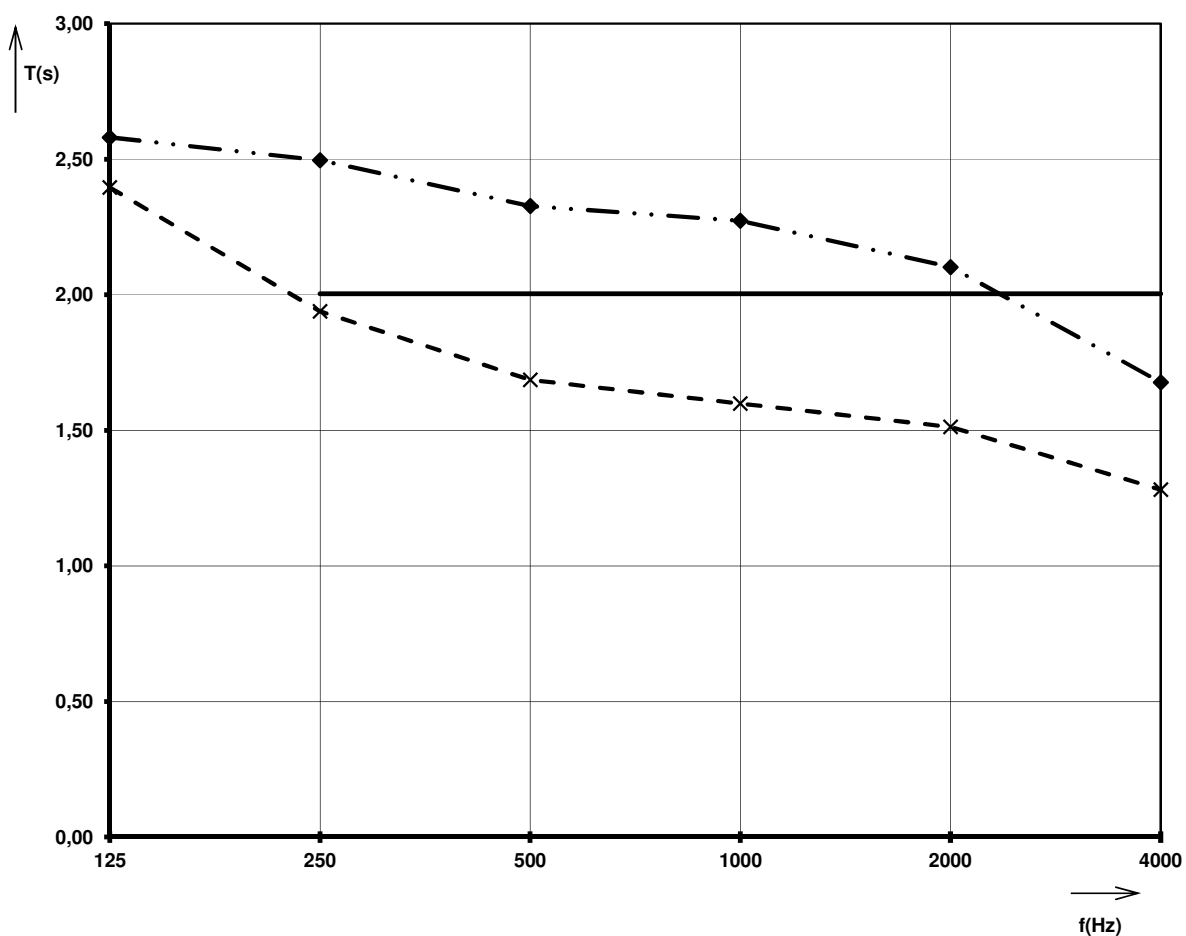
název prostoru: **infocentrum 1.03, Chodský hrad**

objem prostoru $V = 221,7 \text{ m}^3$

plocha prostoru $S = 257,0 \text{ m}^2$

frekvence [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
vypočtená doba dozvuku - bez akustických úprav	2,58	2,50	2,33	2,27	2,10	1,68
vypočtená doba dozvuku - s akustickými úpravami	2,40	1,94	1,69	1,60	1,51	1,28
toleranční pásmo [s]	horní mez					
		2,00	2,00	2,00	2,00	2,00

Graf doby dozvuku



- horní mez tolerančního pásma $T_{\max} = 2 \text{ s}$
- x - vypočtená doba dozvuku - s akustickými úpravami
- ♦ - vypočtená doba dozvuku - bez akustických úprav

Výpočet doby dozvuku

název prostoru: **výstava 1.15, Chodský hrad**

Cílová doba dozvuku	$T_0 = 1,00$	s	základní parametry prostoru:		
toleranční pásmo	řeč				
	hudba				
	hudba a řeč	1			
objem prostoru	$V = 85,7$	m^3			
plocha prostoru	$S = 120,0$	m^2	střední výška	3,5	m
			délka	5,1	m
			střední šířka	4,8	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							
klenba	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	26,9
podlaha							
podlaha - kamenná dlažba	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	16,0
nábytek a osoby	0,20	0,25	0,30	0,35	0,35	0,30	8,5
stěny							
omítka a další odrazivé plochy	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	56,7
okna + dveře	0,10	0,06	0,05	0,05	0,04	0,03	7,2
AP - akustické panely	0,20	0,65	0,90	0,90	0,90	0,90	7,2

celková plocha	122,5
----------------	-------

celková ekvivalentní pohltivá plocha [-]	7,9	11,3	13,6	14,2	14,7	16,3
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,80	0,80	0,80	0,80	0,65
	horní mez	1,45	1,20	1,20	1,20	1,20
vypočtená doba dozvuku dle řešení [s]	1,73	1,19	0,98	0,94	0,91	0,82

Graf vypočtené doby dozvuku

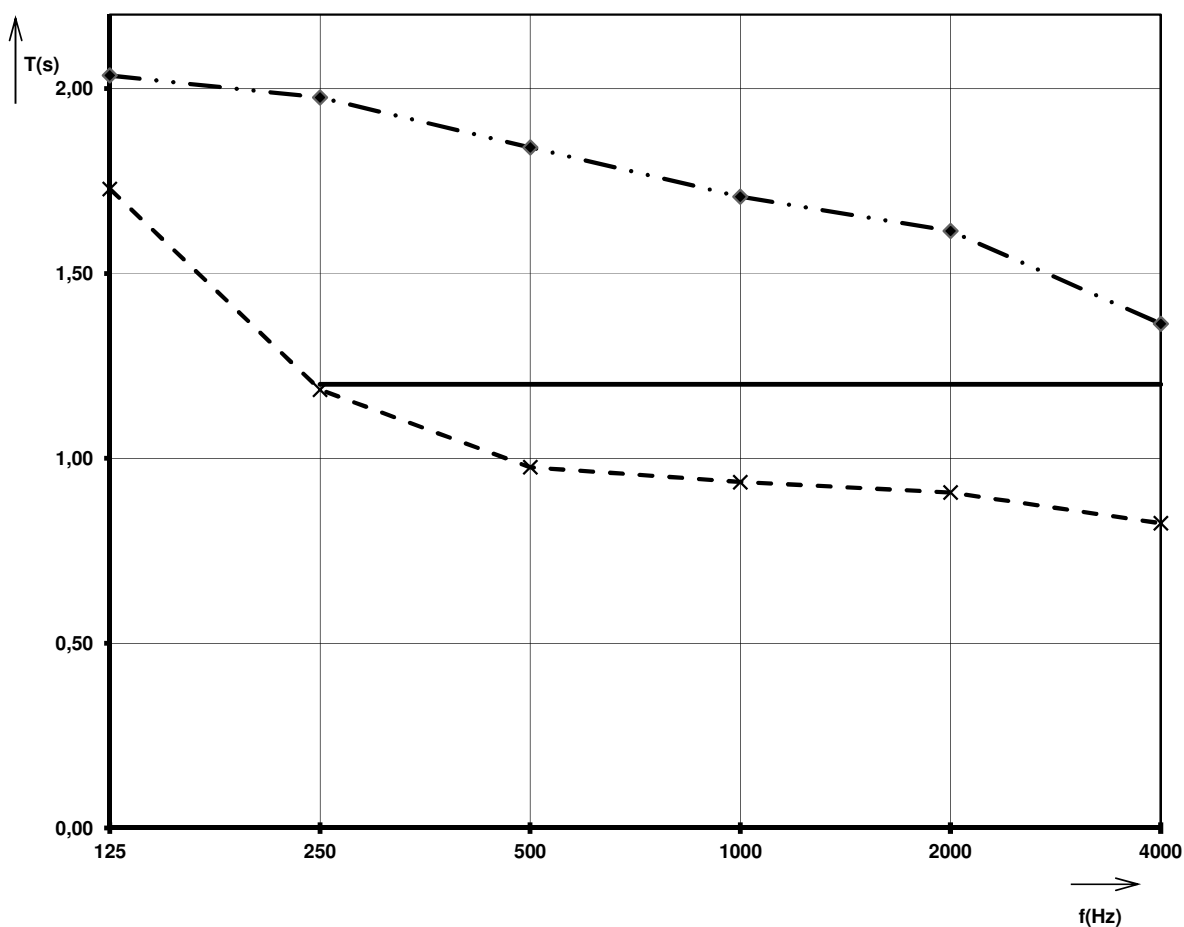
název prostoru: **výstava 1.15, Chodský hrad**

objem prostoru $V = 85,7 \text{ m}^3$

plocha prostoru $S = 120,0 \text{ m}^2$

frekvence [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
vypočtená doba dozvuku - bez akustických úprav	2,04	1,98	1,84	1,71	1,61	1,36
vypočtená doba dozvuku - s akustickými úpravami	1,73	1,19	0,98	0,94	0,91	0,82
toleranční pásmo [s]	horní mez					
		1,20	1,20	1,20	1,20	1,20

Graf doby dozvuku



- horní mez tolerančního pásma $T_{\max} = 1,2 \text{ s}$
- x - vypočtená doba dozvuku - s akustickými úpravami
- ♦ - vypočtená doba dozvuku - bez akustických úprav