

Název:

Rekonstrukce vysílacího komplexu ČRo Vltava diskusní studio B413

Zakázkové číslo: 20-09-09
Profese: D 1.1.2 Prostorová akustika
Dokument: technická zpráva
Stupeň projektové dokumentace: dokumentace pro provádění stavby DPS
Datum: březen 2021



Zpracoval: Ing. Tomáš Hrádek
Ing. arch. Jan Antoš

AVETON s.r.o.
Krátkého 211/2, 190 00 Praha 9
tel.: +420 731 463 403
e-mail.: hradek@aveton.cz
web.: www.aveton.cz
IČ: 02436647
DIČ: CZ02436647

AVETON
AKUSTIKA
AV TECHNIKA
DESIGN

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	5
2.3.	SPECIFIKACE AKUSTICKÝCH MATERIÁLŮ.....	5
2.4.	ŘEŠENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY.....	6
3.	ZÁVĚR	7

Přílohy:

Výpočetní příloha:

VP01 – výpočet a graf vypočtené doby dozvuku – diskusní studio B413

Výkresová příloha:

- D 1.1.2.01 – B413 – půdorys: rozmístění akustických prvků
- D 1.1.2.02 – B413 – půdorys podhledu: rozmístění akustických prvků
- D 1.1.2.03 – B413 – pohledy na stěny: funkční vrstva akust. prvků
- D 1.1.2.04 – B413 – pohledy na stěny: lícová vrstva akust. prvků
- D 1.1.2.05 – B413 – detaily A: funkční schéma akust. obkladů
- D 1.1.2.06 – B413 – detaily A: funkční schéma akust. podhledů

Tabulková příloha:

Tab1 - specifikace akustických prvků

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

1.1. VÝCHOZÍ ÚDAJE A PODKLADY

- výkresová dokumentace a vlastní zaměření prostoru
- ústní informace předané při jednáních se zástupcem objednatele a zástupcem investora

1.2. POUŽITÉ NORMY A LITERATURA

- [1] ČSN 73 0525 - Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - Všeobecné zásady – únor 1998
- [2] ČSN 73 0526 - Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - Studia a místnosti pro snímání, zpracování a kontrolu zvuku – únor 1998
- [3] ČSN 73 0527 - Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - Prostory pro kulturní účely - Prostory ve školách - Prostory pro veřejné účely – březen 2005
- [4] Vaverka, J., kol.: Stavební fyzika 1 - urbanistická, stavební a prostorová akustika, nakladatelství VUTIUM, Brno 1998.
- [5] Hrádek, T., Tuček, J.: Katalog akustických prvků, nakladatelství Akademie múzických umění v Praze, Praha 2011, ISBN 978-80-7331-316-6
- [6] EBU tech 3276 - Listening conditions for the assessment of sound programme material: monophonic and two-channel stereophonic, May 1998
- [7] EBU tech 3276 – Supplement 1 - Listening conditions for the assessment of sound programme material: multichannel sound, October 2002
- [8] T. Cox, P. D'Antonio: Acoustic Absorbers and Diffusers: Theory, Design and Application, Spon Press, 2004
- [9] T. Cox, P. D'Antonio: Two Decades of Sound Diffuser Design and Development, Part 1: Applications and Design
- [10] T. Cox, P. D'Antonio: Two Decades of Sound Diffuser Design and Development, Part 2: Prediction, Measurement, and Characterization

2. PROSTOROVÁ AKUSTIKA

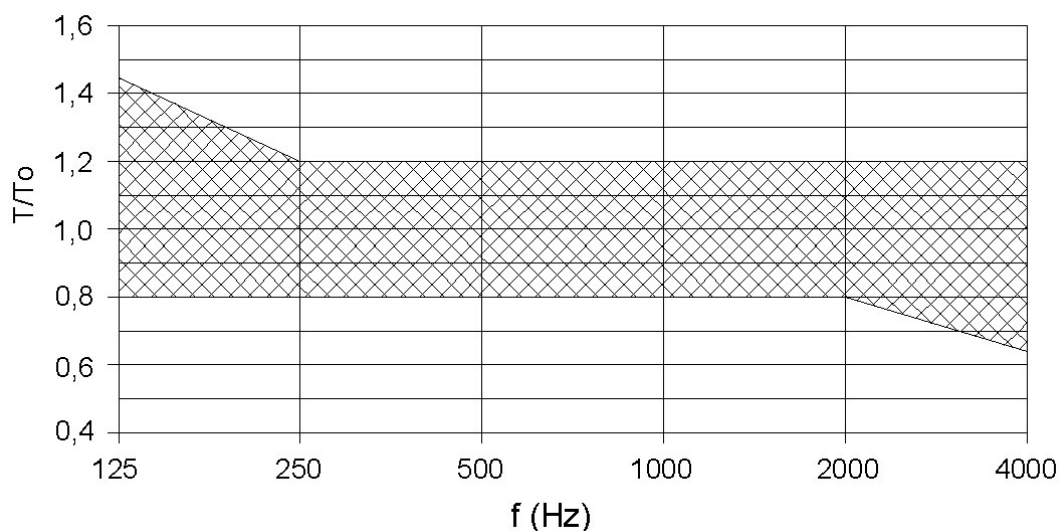
2.1. POŽADAVKY NA AKUSTICKÉ PARAMETRY

Pro akusticky náročné prostory vyžadují jak normy ČSN 73 0525, 73 0526 a 73 0527, tak i praktické zkušenosti speciální akustickou úpravu z důvodu snahy o dosažení vhodných akustických podmínek. Při návrhu je nutné vhodnou konfigurací akustických prvků zabránit nežádoucím odrazům zvuku a jejich nevhodnému šíření v rámci řešeného prostoru. Zejména u akusticky pohltivých materiálů je velmi důležité jejich vhodné umístění v prostoru tak, aby byly potlačeny nežádoucí silné odrazy zvuku s větším časovým zpožděním za přímým zvukem a neobjevovala se třepotavá ozvěna. Dále je kladen zvláštní důraz na frekvenční vyrovnanost doby dozvuku a také na prostorovou vyrovnanost zvukového pole zejména v prostoru určeném pro snímání a poslech zvuku.

Cílová doba dozvuku řešených prostor byla stanovena na základě požadavků definovaných v normě ČSN 73 0526, doporučení EBU tech 3276, předchozích zkušeností a jednání se zástupcem investora.

Vzhledem k uvažovanému využití by měla být optimální doba dozvuku **diskusního studia B413** při funkčním objemu $82,5 \text{ m}^3$ $T_0 = 0,20 - 0,25 \text{ s}$

Frekvenční průběh doby dozvuku diskusního studia by měl probíhat v rozsahu od 125 Hz do 4 kHz uvnitř tolerančního pásma dle ČSN 73 0527 – viz Obr. 1. Jedná se o frekvenční průběh určený pro řeč a hudbu.



Obr. 1 - Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 obsazeného prostoru určeného k přednesu hudby i řeči v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma

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. Řešený prostor je ve výpočtu doby dozvuku uvažován v obsazeném stavu.

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

Výpočet doby dozvuku a graf je uveden ve výpočetní příloze VP1.

2.3. SPECIFIKACE AKUSTICKÝCH MATERIÁLŮ

Viz Tabulková příloha – Výkaz výměr a specifikace akustických prvků.

2.4. ŘEŠENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY

DISKUSNÍ STUDIO B413

Popis prostoru:

Prostor diskusního studia má v půdorysu tvar osově souměrného pětiúhelníku o půdorysné ploše 27,5 m² a obvodu 20,6 m. Světlá výška studia jsou 3 m.

podlaha: celoplošná zdvojená podlaha s povrchem v kombinaci přírodního linolea a koberce (linoleum cca 60 %, koberec cca 40 %)

vybavení místnosti: v prostoru je uvažováno s atypickým stolem pro 5 osob (viz část AS výkres D 1.1.2a)

Popis akustických úprav:

Akustický podhled:

Diskusní studio bude mít v centrální části instalován širokopásmově pohltivý akustický podhled **MAP** (více viz příloha Tab1 – specifikace prvků prostorové akustiky). Po větší části obvodu místnosti budou umístěny nízkofrekvenční absorbéry **NFR-P** (více viz příloha Tab1 – specifikace prvků prostorové akustiky). Tyto prvky mají zajistit frekvenční vyrovnanost doby dozvuku a dále omezit vlastní módy zvukového pole v prostoru. Zbývající plocha podhledu je tvořena prvkem **NSDK** (více viz příloha Tab1 – specifikace prvků prostorové akustiky) s integrovanými VZT vyústkami **M-VZT-P** (více viz příloha Tab1 – specifikace prvků prostorové akustiky) a lineárním osvětlením. Podhled je nutné konstruovat jako vzduchotěsný, jelikož slouží jako přefukovaná komora pro přívod čerstvého vzduchu. Přesné rozměry a konfigurace akustických prvků – viz výkresová příloha.

Akustické obklady stěn:

Stěnové obklady jsou tvarovány s ohledem na dosažení optimálních akust. podmínek pro dané využití. Do výšky 120 mm od podlahy je na všech stěnách umístěn odnímatelný sokl **SO** (více viz tabulka specifikace). V prostoru za soklem je možné vést kabelové trasy. Na stěnách A a E jsou ve výšce od 120 mm do 720 mm nad podlahou umístěny nízkofrekvenční prvky **SAO-NFR** (více viz příloha Tab1 – specifikace prvků prostorové akustiky). Od úrovně 720 mm do výšky 2320 mm je aplikován širokopásmově pohltivý obklad **SAO** (více viz příloha Tab1 – specifikace prvků prostorové akustiky). Ve vrchním pásu obkladu je od úrovně 2320 mm do výšky 2920 mm znovu umístěn pás nízkofrekvenčních prvků **SAO-NFR**. Na stěně B je ve výšce od 120 mm do 720 mm nad podlahou umístěn zaslepený stěnový obklad **SAO-Z** (více viz příloha Tab1 – specifikace prvků prostorové akustiky) s integrovanou VZT vyústkou **M-VZT-S**. Součástí prvku **SAO-Z** je otevíravý vertikální kabelový žlab pro rozvody kabeláže mezi podlahou a podhledem. Od úrovně 720 mm do výšky 2320 mm je aplikován širokopásmově pohltivý obklad **SAO** stejně jako na stěnách A a E. Ve vrchním pásu obkladu je od úrovně 2320 mm do výšky 2920 mm znovu umístěn pás nízkofrekvenčních prvků **SAO-Z**. Na stěnách C a D je ve výšce od 120 mm do 2920 mm nad podlahou je aplikován širokopásmově pohltivý obklad **SAO-LED** s integrovaným LED osvětlením (více viz příloha Tab1 – specifikace prvků prostorové akustiky). Jako přechodový prvek mezi akustickými obklady všech stěn a podhledem pak slouží antisokl **ASO** (více viz příloha Tab1 – specifikace prvků prostorové akustiky).

Poznámky:

V případě umístění koncových prvků osvětlení, klimatizace nebo jakýchkoliv dalších prvků, které nejsou přímo součástí akustického obkladu, nebo podhledu je nutné při výběru dbát na to, aby tyto prvky měly dostatečně tuhou konstrukci a nebyly tedy potenciálními zdroji rušivých rezonancí.

3. ZÁVĚR

Projekt řeší prostorovou akustiku diskusního studia č. B413 v rámci rekonstrukce vysílacího komplexu ČRo Vltava v Praze. Návrh akustických úprav vychází z optimální doby dozvuku, která byla stanovena na $T_0 = 0,20 - 0,25$ s. Akustické úpravy prostoru využívají celou plochu stropu i stěn. Důraz je kladen na aplikaci nízkofrekvenčních absorbérů pro dosažení vyrovnaného frekvenčního průběhu doby dozvuku.

V průběhu vlastní realizace musí být prováděna etapová měření doby dozvuku pro kontrolu teoretických výpočtů a případné korekce prováděného díla. Po dokončení realizace by mělo být provedeno závěrečné měření doby dozvuku se zpracováním výsledků formou protokolu.

Výpočet doby dozvuku

název prostoru: **diskuzní studio B413, ČRo Vltava**

Cílová doba dozvuku	$T_0 = 0,22$	s	základní parametry prostoru:		
toleranční pásmo	řeč		výška	3	m
	hudba		půdorysná plocha	27,5	m ²
	hudba a řeč	1	obvod	20,6	m
	$V = 82,5$	m ³			
plocha prostoru	$S = 116,8$	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	1,27E-03	2,52E-03	6,41E-03	–
strop							
MAP - minerální akustický podhled	0,6	0,85	0,9	0,85	0,9	0,9	13,0
NFR-P - nízkofrekvenční rezonátor podhledový	0,6	0,3	0,25	0,2	0,15	0,15	6,5
NSDK - nízkofrekvenční SDK podhled	0,17	0,1	0,07	0,06	0,06	0,06	8,1
podlaha							
marmoleum na zdvojené podlaze	0,1	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	16,7
koberec na zdvojené podlaze	0,1	0,1	0,25	0,22	0,3	0,4	6,3
nábytek a osoby	0,25	0,3	0,4	0,45	0,5	0,5	4,5
stěny							
SAO - stěnové akustické obklady	0,5	0,8	0,9	0,9	0,9	0,85	12,5
SAO-LED - stěnové akust. obklady s LED světly	0,5	0,8	0,85	0,8	0,75	0,6	24,1
SAO-NFR - stěnové akust. obklady s rezonátory	0,6	0,35	0,3	0,25	0,2	0,2	10,1
SAO-Z - stěnové akustické obklady zaslepené	0,2	0,12	0,1	0,12	0,13	0,15	3,5
SO - sokl	0,08	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	2,4
ASO - antisokl	0,08	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	1,8
režijní okna	0,1	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	5,2
dveře	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	2,1
zbývající odrazivé plochy	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,0

celková plocha	116,8
----------------	-------

celková ekvivalentní pohltivá plocha [-]	42,6	50,8	53,8	51,3	51,0	48,7
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,18	0,18	0,18	0,18	0,14
	horní mez	0,32	0,26	0,26	0,26	0,26
vypočtená doba dozvuku dle řešení [s]	0,26	0,20	0,19	0,20	0,20	0,22

Graf změřené a vypočtené doby dozvuku

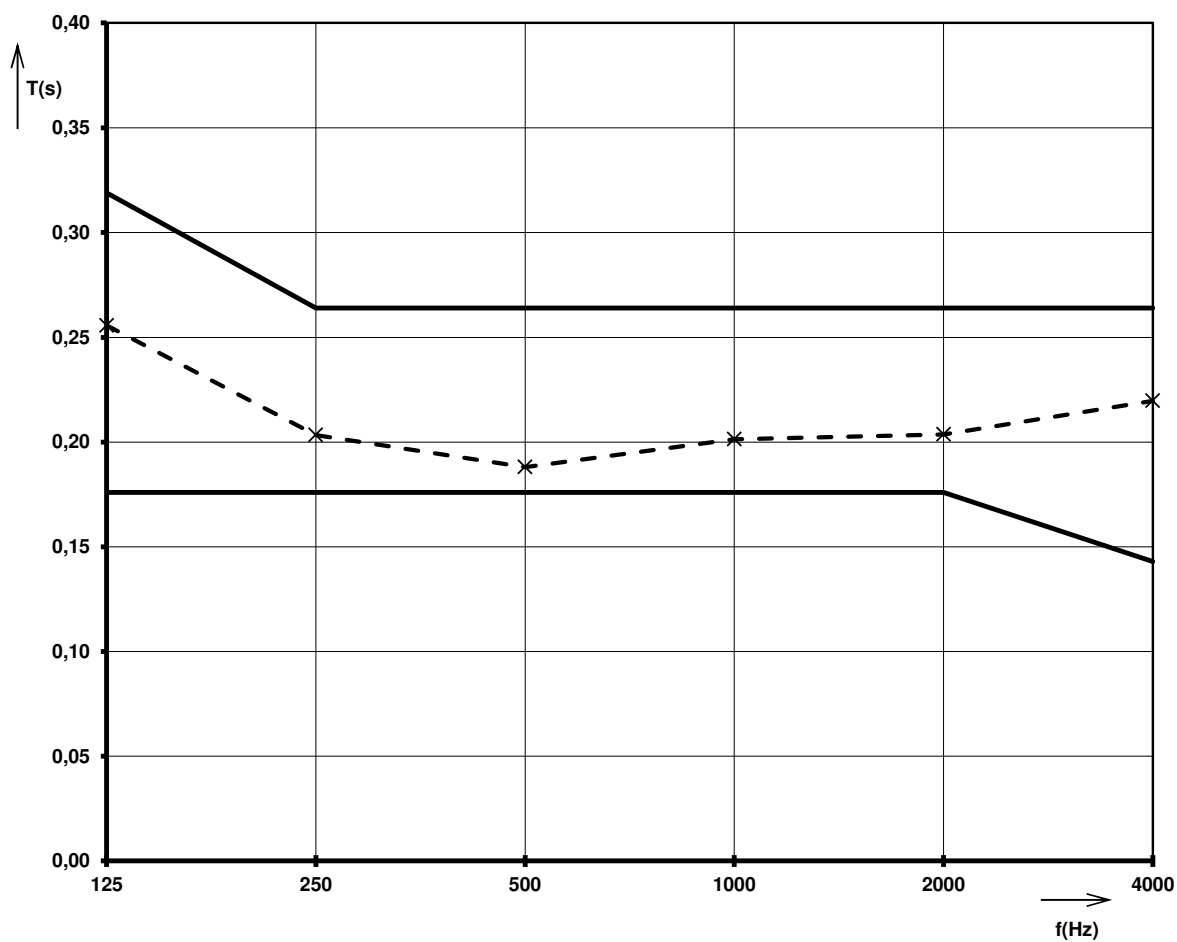
název prostoru: **diskuzní studio B413, ČRo Vltava**

objem prostoru $V = 82,5 \text{ m}^3$

plocha prostoru $S = 116,8 \text{ m}^2$

frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
vypočtená doba dozvuku		0,26	0,20	0,19	0,20	0,20	0,22
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,14
	horní mez	0,32	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26

Graf doby dozvuku



— meze tolerančního pásma dle ČSN 73 0526 pro $T_0 = 0,22 \text{ s}$

— x — vypočtená doba dozvuku