

Název:

MODIFIKACE KOMPLEXU OP1 NA SAMOOBSLUŽNÉ V VYSÍLACÍ PRACOVNÍSTĚ V RS OSTRAVA

Zakázkové číslo:	15-01-12
Profese:	B - prostorová akustika
Dokument:	technická zpráva
Stupeň projektové dokumentace:	jednostupňový projekt
Datum:	březen 2015

Zpracoval: Ing. Tomáš Hrádek

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



Akce:

Profese:

Stupeň PD:

MODIFIKACE KOMPLEXU OP1 NA SAMOOBSLUŽNÉ V VYSÍLACÍ PRACOVNÍSTĚ V RS OSTRAVA
B - prostorová akustika
jednostupňový projekt

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	8

Přílohy:

Výpočetní příloha:

VP1 – výpočet a graf vypočtené doby dozvuku – režie 04

VP2 – výpočet a graf vypočtené doby dozvuku – hlasatelna 03

Výkresová příloha:

B.01 – režie - půdorys

B.02 – režie - podhled

B.03 – režie – pohled na stěnu A a B

B.04 – režie – pohled na stěnu C a D

B.05 – hlasatelna - půdorys

B.06 – hlasatelna - podhled

B.07 – hlasatelna – pohled na stěnu A a B

B.08 – hlasatelna – pohled na stěnu C a D

B.09 – režijní okno

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.

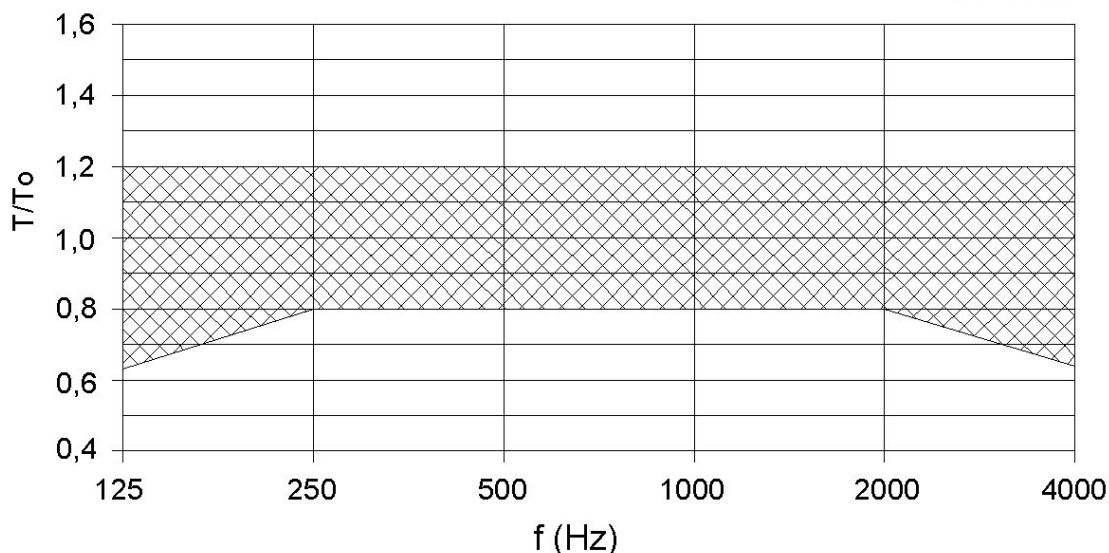
Vzhledem k uvažovanému využití by měla být optimální doba dozvuku prostoru:

- **režie 04 při jejím funkčním objemu $63,5 \text{ m}^3$ $T_0 = 0,2 - 0,25 \text{ s}$**

Frekvenční průběh doby dozvuku režie 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.

- **hlasatelny 03 při jejím funkčním objemu 67 m^3 $T_0 = \text{cca } 0,2 - 0,25 \text{ s}$**

Frekvenční průběh doby dozvuku hlasatelny 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.



Obr. 1 - Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 obsazeného prostoru určeného k přednesu 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. Oba řešené prostory jsou ve výpočtu doby dozvuku uvažovány 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 a VP2.

2.3. SPECIFIKACE AKUSTICKÝCH MATERIÁLŮ

Viz Tabulková příloha – Výkaz výměr a specifikace akustických prvků.

2.4. ŘEŠENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY

REŽIE 04

Popis prostoru:

Prostor v podobě bez akustických úprav má v půdorysu obdélníkový tvar s rozměry: délka – 5,6 m, šířka – 4,6 m a výšku – 3,5 m.

strop: celá plocha stropu je tvořená akustickým rastrovým podhledem proměnné výšky od 2,6 m u čelní stěny až po 3,4 m u stěny zadní.

stěny: nosným materiálem stěn je zdivo s omítkou; do čelní stěny je vsazeno režijní okno; v zadní stěně se nachází dvě okna s rozměry cca 1,2×2,2 m; do boční stěny vlevo od režijního okna jsou vsazeny vstupní dveře; celá plocha stěn je tvořena akustickým obkladem

podlaha: podlaha je v celé ploše tvořena povrchem flotex položeném na podkladním betonu

vybavení místnosti: v prostoru je uvažováno se standardním režijním vybavením pro jednoho režiséra s doplněním jedním poslechovým místem u zadní stěny místnosti

Popis akustických úprav:

Akustický podhled:

Celoplošný akustický podhled se skládá celkem ze tří druhů podhledových kazet. Podhledový systém **LAP** (více viz tabulka specifikace) s kazetami šířky 300 mm bude mít na styku s kazetami systému **AP-A** a **AP-G** (více viz tabulka specifikace) odsazení šířky 14 mm. Mezi kazetami systému **AP-A** a **AP-G** bude odsazení šířky 8 mm. Podhledové kazety jsou rozmístěny tak, aby v přední části nad reproduktorovými soustavami a nad poslechovým místem byla maximální zvuková pohltivost eliminující rušivé odrazy zvuku. Podhledové kazety se sníženou pohltivostí jsou umístěny u zadní stěny z důvodu koncepce řešení režie jako LEDE. Akustický podhled se směrem od čelní stěny ke stěně zadní zvyšuje. Zvýšení je nerovnoměrné se zlomem v předozadní úrovni poslechového bodu. Více viz výkresová dokumentace.

Akustické obklady stěn:

Stěnové obklady jsou tvarovány s ohledem na dosažení optimálních poslechových podmínek režijního pracoviště. Do výšky 150 mm od podlahy je na všech stěnách umístěn odnímatelný sokl **SOK** (více viz tabulka specifikace). V prostoru za soklem je možné vést kabelové trasy. Na bočních stěnách ve výšce od 150 mm do 800 mm jsou umístěny nízkofrekvenční prvky **NFR-H** (více viz tabulka specifikace), od výšky 800 mm do 2150 mm jsou aplikovány širokopásmově pohltivé obklady **SAO** (více viz tabulka specifikace) a dále od výšky 2150 mm až do úrovně stropního podhledu jsou aplikovány svislé kmitající panely **KP** (více viz tabulka specifikace) a **VP** (více viz tabulka specifikace). Boční stěny jsou dále děleny dvěma vertikálami difuzního obkladu **DIF** (více viz tabulka specifikace) šířky 300 mm. Čelní stěna je výrazně tvarovaná, tvořená rezonátory **NFR-V** (více viz tabulka specifikace) a **VP**. Nízkofrekvenční prvky **NFR-V** jsou dále umístěny v rozích u zadní stěny. Jejich funkce je velmi důležitá pro maximální omezení vlivu vlastních modů prostoru a zajištění prostorové vyrovnanosti zvukového pole. Na zadní stěně je v prostoru mezi okny do výšky parapetu umístěn prvek **NFR-H** a nad ním difuzní prvek **DIF** opět důležitý pro zajištění prostorově vyrovnaného zvukového pole. Radiátory jsou překryty krycími panely **KPR** (více viz tabulka specifikace). Zbývající plochy jsou doplněny panely **VP**. Více viz výkresová příloha.

- Akustické vertikální žaluzie:** Pro eliminaci tvrdého zpožděného odrazu zvuku od prosklené plochy oken jsou v celé jejich ploše umístěny akustické vertikální žaluzie **AVZ** (více viz tabulka specifikace). Žaluzie budou kotveny do ostění akustického obkladu.
- Vstupní dveře:** Vstupní dveře musí vykazovat dostatečnou vzduchovou neprůzvučnost pro zamezení rušivému hluku pronikajícímu z okolních prostorů. Dále je nutné pro zajištění co nejlepší symetrie poslechu, aby byly dveře ze strany režie v absorpčním provedení. Více viz specifikace položka **ADN-R**.
- Režijní okno:** Režijní okno je koncipováno pro dosažení maximálních hodnot vzduchové neprůzvučnosti mezi prostorem režie a hlasatelnou. Důležité je šikmé osazení obou skel pro zajištění vhodného směřování odrazu zvuku, předepsané tloušťky skel, ztlumení prostoru režijního okna, ale i rámové osazení včetně dilatace. Více viz specifikace položka **ORN** a výkresová dokumentace. Režijní okno musí být provedeno takovým způsobem, aby stavební vzduchová neprůzvučnost dělící příčky mezi režii a hlasatelnou byla $R'_w \geq 45$ dB.

HLASATELNA 03

Popis prostoru:

Prostor v podobě bez akustických úprav má v půdorysu obdélníkový tvar s rozměry: délka – 5,5 m, šířka – 4,5 m a výška – 3,5 m. Světlá výška místnosti je 3,25 m a vnitřní rozměry s uvažováním tloušťky akustických obkladů: délka – 5,1 m a šířka – 4,1 m.

strop: celá plocha stropu je tvořená akustickým rastrovým podhledem

stěny: nosným materiálem stěn je zdivo s omítkou; do čelní stěny je vsazeno režijní okno; v zadní stěně se nachází dvě okna s rozměry cca 1,2×1,5 m; v zadní části boční stěny vpravo od režijního okna jsou vsazeny vstupní dveře; celá plocha stěn je tvořena akustickým obkladem

podlaha: podlaha je v celé ploše tvořena povrchem flotex položeném na podkladním betonu

vybavení místnosti: v prostoru je uvažováno s nábytkovým vybavením do jednoho až čtyři hlasatele

Popis akustických úprav:

- Akustický podhled:** Celoplošný akustický podhled se skládá celkem ze tří druhů podhledových kazet. Podhledový systém **LAP** (více viz tabulka specifikace) s kazetami šířky 300 mm bude mít na styku s kazetami systému **AP-A a AP-G** (více viz tabulka specifikace) odsazení šířky 14 mm. Mezi kazetami systému **AP-A a AP-G** bude odsazení šířky 8 mm. Kladecí plán podhledu je zpracován tak, aby nad snímacím prostorem mikrofonů byly umístěny pouze širokopásmově pohltivé podhledové kazety. Více viz výkresová dokumentace.
- Akustické obklady stěn:** Celá plocha stěn je upravena akustickými obklady. Do výšky 150 mm od podlahy je umístěn odnímatelný sokl **SOK** (více viz tabulka specifikace), ve výšce od 150 mm do 800 mm jsou umístěny nízkofrekvenční prvky **NFR-H** (více viz tabulka specifikace), od výšky 800 mm do 2150 mm jsou aplikovány širokopásmově pohltivé obklady **SAO** (více viz tabulka specifikace) a dále od výšky 2150 mm až do výšky 3200 mm jsou aplikovány mírně vyklopené kmitající panely **KP** (více viz tabulka specifikace). Boční stěny jsou dále děleny třemi vertikálami difuzního obkladu **DIF** (více viz tabulka specifikace) šířky 300 mm. Difuzní prvek vedle vstupních dveří bude v demontovatelném provedení s možností jeho celkového odejmutí a otevření vertikální kabelové trasy. Radiátory jsou překryty krycími

panely **KPR** (více viz tabulka specifikace). Drobné a výplňové plochy jsou překryty panely **VP**. Více viz výkresová příloha.

Akustické vertikální žaluzie: Pro eliminaci tvrdého zpožděného odrazu zvuku od prosklené plochy oken jsou v celé jejich ploše umístěny akustické vertikální žaluzie **AVZ** (více viz tabulka specifikace). Žaluzie budou kotveny do ostění akustického obkladu.

Vstupní dveře: Vstupní dveře musí vykazovat dostatečnou vzduchovou neprůzvučnost pro zamezení rušivému hluku pronikajícímu z okolních prostorů. Více viz specifikace položka **DN-H**.

Poznámky:

V případě umístění 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.

V prostoru hlasatelný je pod režijním oknem uvažováno se zřízením přípojného panelu. Jeho přesné provedení, umístění a rozměry budou dořešeny v rámci realizace díla. Prostupy pro kabelové trasy musí být provedeny takovým způsobem, aby stavební vzduchová neprůzvučnost dělicí příčky mezi režíí a hlasatelnou byla $R'_w \geq 45$ dB.

3. ZÁVĚR

Projekt řeší prostorovou akustiku režie 04 a hlasatelný 03 v objektu ČRo Ostrava, Dr. Šmerala 2, Ostrava. Návrh akustických úprav vychází z optimální doby dozvuku, která byla stanovena pro režii $T_0 = 0,2 - 0,25$ s a pro hlasatelnou také $T_0 = 0,2 - 0,25$ s. Akustické úpravy využívají v obou řešených prostorech celou plochu stropu i stěn. V návrhu jsou dále uvažovány akustické vertikální žaluzie pro zamezení tvrdého odrazu zvuku od prosklené plochy oken. Důraz je kladen na aplikaci nízkofrekvenčních absorbérů pro dosažení vyrovnaného frekvenčního průběhu doby dozvuku.

Před zahájením vlastní realizace by mělo být provedeno vstupní měření doby dozvuku dokumentující stávající stav prostorové akustiky pracovišť. 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: **ČRo Ostrava - režie 04**

Cílová doba dozvuku	$T_0 =$	0,23 s	základní parametry prostoru:		
toleranční pásmo		řeč 1	výška	3,1	m
		hudba	šířka	3,9	m
		hudba a řeč	délka	5,25	m
objem prostoru	$V =$	63,5 m ³	půdorysná plocha	20,5	m ²
plocha prostoru	$S =$	99,1 m ²	obvod místnosti	17,4	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, 55% realivní vlhkost	6,60E-05	2,50E-04	6,83E-04	1,27E-03	2,52E-03	6,41E-03	–
podlaha							
podlaha jednoduchá - flotex	0,06	0,07	0,1	0,15	0,17	0,22	18,5
nábytek a osoby	0,3	0,45	0,55	0,6	0,6	0,55	2,0
strop							
LAP - liniový akustický podhled	0,55	0,8	0,85	0,8	0,9	0,9	2,8
AP-A - akustický podhled alpha	0,55	0,8	0,8	0,85	0,9	0,9	13,7
AP-G - akustický podhled gamma	0,4	0,3	0,2	0,35	0,3	0,2	6,8
stěny							
SAO - stěnový akustický obklad	0,5	0,8	0,85	0,85	0,9	0,9	9,5
NFR-H - nízkofrekvenční rezonátor - horizontální	0,6	0,3	0,25	0,2	0,15	0,1	5,4
NFR-V - nízkofrekvenční rezonátor - vertikální	0,7	0,4	0,3	0,25	0,2	0,15	8,1
KP - kmitající panel - u stropu	0,5	0,2	0,15	0,1	0,1	0,1	5,4
DIF - difuzor	0,3	0,35	0,35	0,35	0,35	0,3	6,6
AVZ - akustické vertikální žaluzie	0,1	0,3	0,55	0,45	0,55	0,55	5,3
VP - vykrývací panel s MV	0,2	0,1	0,07	0,06	0,05	0,05	7,2
KPR - krycí panel radiátoru	0,2	0,12	0,1	0,1	0,1	0,1	2,0
SOK - sokl	0,15	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	2,2
ADN-R - absorpční dveře se zvýšenou neprůzvuč.	0,25	0,7	0,9	0,8	0,7	0,65	2,0
okna	0,1	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	1,7

celková plocha	99,1
----------------	------

celková ekvivalentní pohltivá plocha [-]	35,2	37,6	38,4	39,4	40,7	40,8
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,15	0,18	0,18	0,18	0,15
	horní mez	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
vypočtená doba dozvuku dle řešení [s]		0,24	0,22	0,21	0,21	0,20

Graf vypočtené doby dozvuku

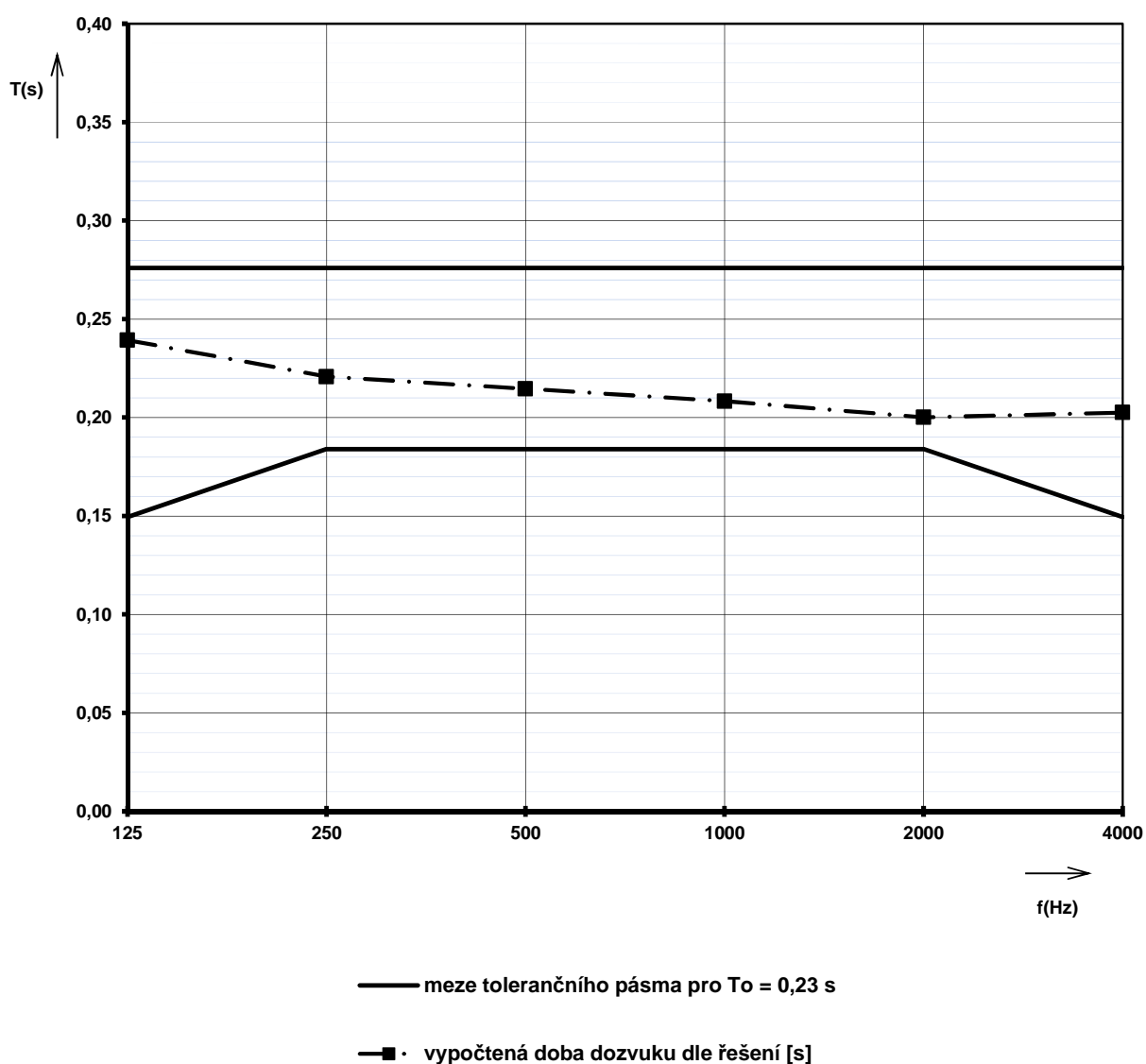
název prostoru: **ČRo Ostrava - režie 04**

objem prostoru $V = 63,5 \text{ m}^3$

plocha prostoru $S = 99,1 \text{ m}^2$

frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
vypočtená doba dozvuku dle řešení [s]		0,24	0,22	0,21	0,21	0,20	0,20
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,15	0,18	0,18	0,18	0,18	0,15
	horní mez	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28

Graf doby dozvuku



Výpočet doby dozvuku

název prostoru: **ČRo Ostrava - hlasatelna 03**

Cílová doba dozvuku	$T_0 =$	0,23 s	základní parametry prostoru:		
toleranční pásmo		řeč 1			
		hudba			
		hudba a řeč			
objem prostoru	$V =$	67,0 m ³	výška	3,25	m
plocha prostoru	$S =$	100,5 m ²	šířka	4,08	m
			délka	5,05	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, 55% realivní vlhkost	6,60E-05	2,50E-04	6,83E-04	1,27E-03	2,52E-03	6,41E-03	–
podlaha							
podlaha jednoduchá - flotex	0,06	0,07	0,1	0,15	0,17	0,22	18,6
nábytek a osoby	0,3	0,45	0,55	0,6	0,6	0,55	2,0
strop							
LAP - liniový akustický podhled	0,55	0,8	0,85	0,8	0,9	0,9	5,6
AP-A - akustický podhled alpha	0,55	0,8	0,8	0,85	0,9	0,9	10,1
AP-G - akustický podhled gamma	0,4	0,3	0,2	0,35	0,3	0,2	8,8
stěny							
SAO - stěnový akustický obklad	0,5	0,8	0,85	0,85	0,9	0,9	15,3
NFR-H - nízkofrekvenční rezonátor - horizontální	0,6	0,3	0,25	0,2	0,15	0,1	7,1
KP - kmitající panel - u stropu	0,5	0,2	0,15	0,1	0,1	0,1	11,8
DIF - difuzor	0,3	0,35	0,35	0,35	0,35	0,3	5,6
AVZ - akustické vertikální žaluzie	0,1	0,3	0,55	0,45	0,55	0,55	3,6
VP - vykrývací panel s MV	0,2	0,1	0,07	0,06	0,05	0,05	2,5
KPR - krycí panel radiátoru	0,2	0,12	0,1	0,1	0,1	0,1	3,6
SOK - sokl	0,15	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	2,2
okna, dveře	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	3,7

celková plocha	100,5
----------------	-------

celková ekvivalentní pohltivá plocha [-]	35,5	38,3	39,1	40,4	42,5	42,9
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,15	0,18	0,18	0,18	0,15
	horní mez	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
vypočtená doba dozvuku dle řešení [s]		0,25	0,23	0,22	0,21	0,20

Graf vypočtené doby dozvuku

název prostoru: **ČRo Ostrava - hlasatelna 03**

objem prostoru $V = 67,0 \text{ m}^3$

plocha prostoru $S = 100,5 \text{ m}^2$

frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
vypočtená doba dozvuku dle řešení [s]		0,25	0,23	0,22	0,21	0,20	0,20
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,15	0,18	0,18	0,18	0,18	0,15
	horní mez	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28

Graf doby dozvuku

