

revize

.....  
*datum*

projekt

výškopisný systém BpV  
polohopisný systém S-JTSK

Novostavba knihovny Ant. Marka v Turnově  
DPS – dokumentace pro provedení stavby

investor / hlavní architekt

Město Turnov  
A69 – architekti s.r.o.

výkres / dokument

Prostorová akustika  
Technická zprávačíslo výkresu / dokumentu

### D.1.5.2

atributy dokumentu

paré č.

měřítka

datum 05/2023

Název:

## Novostavba knihovny Antonína Marka v Turnově

---

Zakázkové číslo: 23-02-13  
Profese: prostorová akustika  
Dokument: technická zpráva  
Stupeň projektové dokumentace: DPS  
Datum: květen 2023  
Revize: 00

---



Zpracoval: Ing. David Röhrich

AVETON s.r.o.

Drahobejlova 1452/54, 190 00 Praha 9

tel.: +420 608 840 676

e-mail.: [rohrich@aveton.cz](mailto:rohrich@aveton.cz)

web.: [www.aveton.cz](http://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 .....	6
2.3.	ŘEŠENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY .....	6
3.	ZÁVĚR.....	8

## Přílohy:

### Výpočetní příloha:

D1.5.3 – VP01 – výpočet a graf vypočtené doby dozvuku – přednáškový sál 1.15

### Tabulková příloha:

D1.5.4 – Tab01 – specifikace a výkaz výměr akustických prvků

### Výkresová příloha:

D1.5.5 – Přednáškový sál 1.15, rozmístění a detaily akustických prvků

# 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
- [5] ČSN 730532 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky, únor 2010

## 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.

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 odrazy zvuku s velkým časovým zpožděním za přímým zvukem (u učeben se povětšinou jedná o zadní stěnu), které mohou působit jako ozvěna a zhoršit tak srozumitelnost řeči a akustické podmínky.

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 třepotavé ozvěny. Třepotavá ozvěna negativně ovlivňuje srozumitelnost. Dále při úpravě akustiky soustředěné pouze na strop dochází často k tvrdým zpožděným odrazům od zadní stěny, které při větší vzdálenosti mohou být vnímány jako izolovaná ozvěna.

V případě výukových a přednáškových prostor je hlavním cílem splnit toleranční pásmo frekvenčního průběhu doby dozvuku předepsané výše zmiňovanou normou a dosáhnout co nejlepší srozumitelnosti mluveného slova

### Prostory s vyššími nároky na prostorovou akustiku

#### 1.15 – přednáškový sál

Optimální doba dozvuku  $T_0$  pro přednáškový sál o objemu cca 193 m<sup>3</sup> byla stanovena na základě normy ČSN 73 0527 a také na základě zkušeností s řešením těchto multimediálních prostorů, které mají důraz na zpracování audiovizuálního materiálu na cca  $T_0 = 0,55 - 0,65s$ .

Frekvenční průběh doby dozvuku v učebně by měl probíhat v rozsahu od 125 Hz do 4 kHz uvnitř tolerančního pásma dle ČSN 73 0527 – viz Obr. 2. Jedná se o pásmo pro přednes řeči.

### Prostory s nižším nárokem na prostorovou akustiku

-1.02 – Čítárna dětské oddělení

-1.04 – Čítárna dětské oddělení

1.02 – Foyer

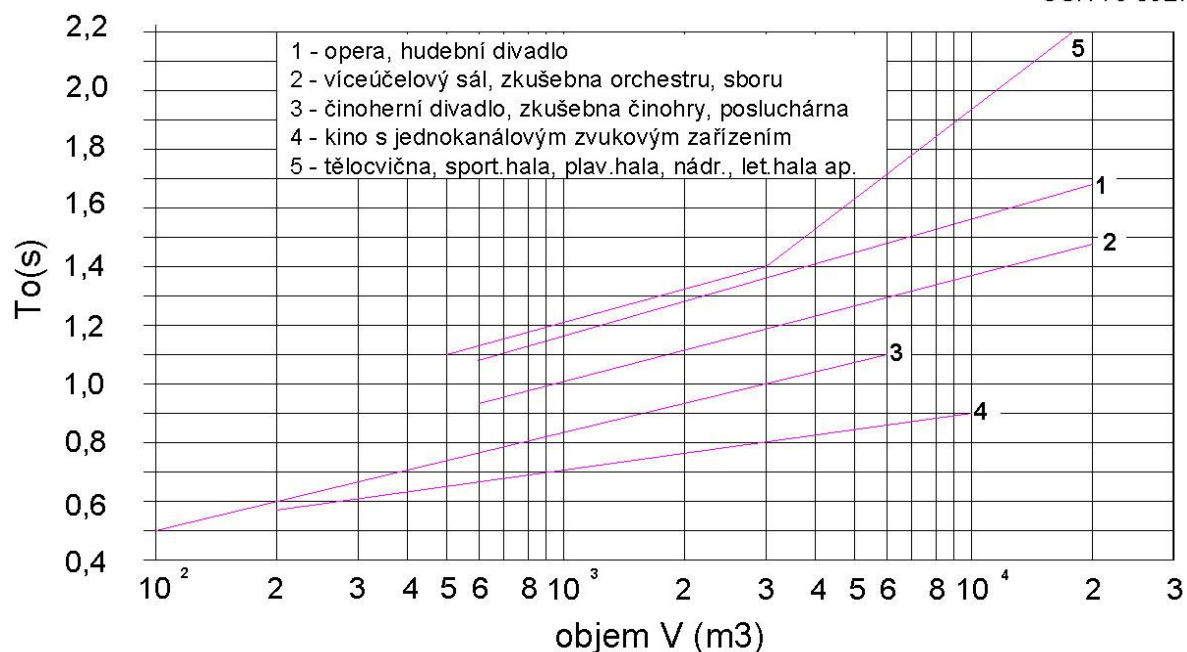
1.12 – Klubový prostor

2.04 – Čítárna

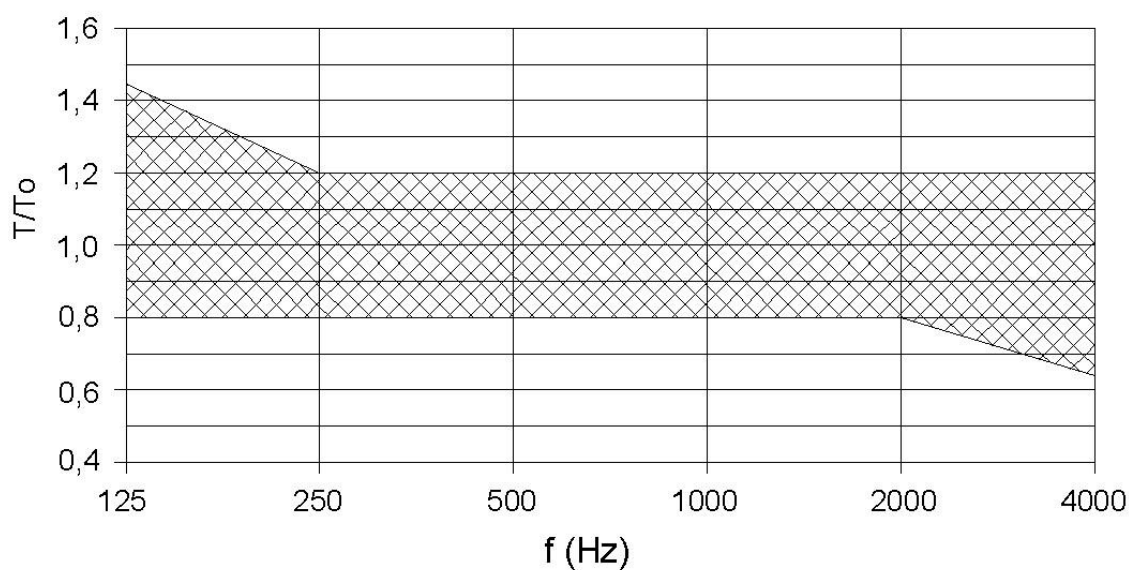
3.08 – Studovna

4.04 – Regionální studovna

V prostorech jako je atrium, nebo menší studovny je cílem snížení doby dozvuku v prostorech, což vede ke snížení hladiny hluku a lepší srozumitelnosti mluveného slova.



Obr. 1 – Závislost optimální doby dozvuku  $T_0$ (s) pro kmitočty 1000 Hz na objemu  $V$  (m<sup>3</sup>) uzavřeného prostoru v obsazeném stavu (u závislosti 5 neobsazeném stavu)



Obr. 2 - Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku  $T/T_0$  obsazeného prostoru určeného k přednesu řeči a hudby 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. Obsazenost řešených prostor byla dle ČSN 73 0527 uvažována s 80% kapacitou.

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 (sedadla, přítomné osoby, apod.).

Grafy vypočtené doby dozvuku jsou uvedeny ve výpočetní příloze VP01.

## 2.3. ŘEŠENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY

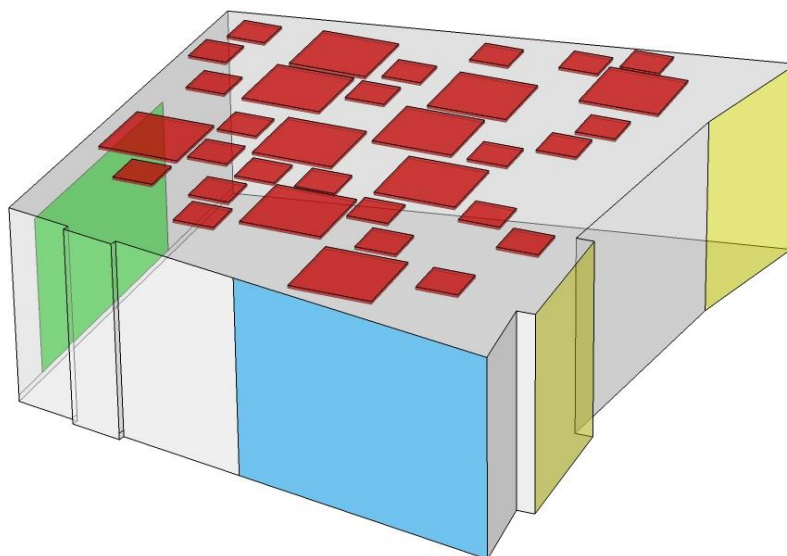
### Přednáškový sál 1.15

Akustický pohled: Na stropě jsou uvažována akustická závěsná tělesa **SAP1 a SAP2** (více viz Tab1 – výkaz výměr a specifikace).

Akustické obklady stěn: Na zadní stěně je uvažováno s akustickým obkladem **PAO** (více viz Tab1 – výkaz výměr a specifikace). Na boční stěně je umístěn akustický obklad se sníženou pohltivostí **PAO-Z** (více viz Tab1 – výkaz výměr a specifikace). Na čelní stěně jsou umístěny akustické závěsy **AZ** (více viz Tab1 – výkaz výměr a specifikace).

Takto ošetřený prostor splňuje požadavky normy a akustické požadavky pro uvažované účely. Vzhledem k tomu, že není možné instalovat určité typy nízkofrekvenčních absorbérů, doba dozvuku je v pásmu 125Hz nad horní hranicí tolerančního pásma. Pro zajištění dobré srozumitelnosti mluveného slova jsou důležitá hlavně oktávová pásma 250 Hz až 2 kHz. Z výše uvedených důvodů tedy není nutné striktní splnění tolerančního pásma frekvenčního průběhu doby dozvuku v oktávovém pásmu 125 Hz.

Na obr. 3 je znázorněn zjednodušený 3D model prostoru.



Obr. 3 – Zjednodušený 3D model sálu 1.15. **SAP1/SAP2** – červeně, **PAO-Z** – modře, **PAO** – zeleně, **AZ** – žlutě.

### Prostory s nižším nárokem na prostorovou akustiku

V prostorech s nižšími nároky na prostorovou akustiku je vhodné realizovat akustická opatření také. Doporučujeme použít materiály, které jsou uvažovány v prostorech výše, např. solitérní závěsná tělesa s tím, že by měly být v cca 40% plochy stropu. Dále je uvažováno s tím, že zadní stěny knihoven jsou tvořeny perforovanou deskou, která je použita i pro **PAO** více viz Tab1 – výkaz výměr a specifikace). Tento typ perforované desky (**PAO**) bude použit i pro dvířka skříněk v 1NP.

Ve foyer a ve třech podlažích volného výběru je na předělových stěnách okolo vertikálního průhledu použit děrovaný akustický SDK (procento perforace min. 10 %, nahodilé kruhové otvory o průměrech 8 mm, 15 mm a 20 mm). Tato položka není součástí dodávky prostorové akustiky, zahrnuta je ve výkazech stavební části. Je uvažováno se 100% pokrytím plochy předělových stěn směrem k vertikálnímu průhledu do „soutěsky“.



### 3. ZÁVĚR

Ve studii je řešena prostorová akustika. Ta řeší přednáškový sál a další vybrané prostory s nároky na prostorovou akustiku v rámci projektu „Novostavba knihovny Antonína Marka v Turnově“. Pro tyto akustiky náročné prostory je stanovena optimální doba dozvuku a proveden návrh akustických úprav včetně výpočtu doby dozvuku tak, aby byl splněn definovaný požadavek normy ČSN 73 0527. Prostory návrh upravuje tak, aby zde byla dosažena dobrá srozumitelnost mluveného slova, snížena celková hladina hluku a byly zde celkově zajištěny vhodné akustické podmínky pro požadované účely.

V rámci realizace je nutné provést etapové měření doby dozvuku pro ověření a případnou korekci teoretického výpočtu. Dále je nutné po dokončení realizace provést závěrečné měření doby dozvuku se zpracováním výsledků formou měřicího protokolu. Pro některé prvky je předepsáno měření akustické pohltivosti, tak aby byly ověřeny předpokládané parametry systému.

**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.**