

REVIZE: OBSAH:

DATUM:

0 DPS K P IPOMÍNKÁM
1 DPS ISTOPIIS

02 / 2023
04 / 2023

±0,000 = 193,45 m n.m. Bpv



REVITALIZACE NÁDRAŽÍ BUBNY NA PAMÁTNÍK TICHÁ

Bubenská 177/8b, 170 00, Praha 7 - Holešovice

investor:

Památník ticha, s.p.o., IČO 10892303

Maltézské nám stí 471/1, 118 00 Praha 1 - Malá Strana

Pavel Štingl, editel

architekt:

ARN Studio spol. s r.o.

eskoslovenské armády 219/24, 500 03 Hradec Králové

Ing.arch. Ji í Krej ík, Ing.arch. Michal Krej ík

info@arn-studio.cz

generální projektant:

DELTAPLAN spol. s r.o.

Jankovcova 938/18a, 170 00 Praha 7 - Holešovice

Ing. Petr Kniha

deltaplan@deltaplan.cz, www.deltaplan.cz

projektant části:

AVETON

Drahobejlova 1425/54, 190 00 Praha 5

Ing. arch. Vít Domká , Ph.D.

domkar@aveton.cz

zodpovědný projektant části:

vypracoval:

stupeň :

DPS - dokumentace pro provád ní stavby

stavební objekt:

profese:

datum:

revize:

04 / 2023

1

název přílohy:

**AKUSTICKÉ POSOUZENÍ - ŘEŠENÍ PROSTOROVÉ A
STAVEBNÍ AKUSTIKY**

měřítko:

číslo výkresu:

číslo paré:

E.4

Název:

Památník Ticha

Zakázkové číslo: 22-12-25
Profese: prostorová akustika, stavební akustika
Dokument: technická zpráva
Stupeň projektové dokumentace: DPS
Datum: duben 2023
Revize: 01



Zpracoval: Ing. David Röhrich

AVETON s.r.o.

Drahobejlova 54, 190 00 Praha 9

tel.: +420 608 840 676

e-mail.: rohrich@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	6
2.3.	ŘEŠENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY	7
3.	STROJOVNY	8
3.1.	IZOLAČNÍ PODHLEDY.....	9
3.2.	POŽADAVKY NA ANTIVIBRAČNÍ ČLENY.....	9
3.3.	HLUK POZADÍ V SÁLECH	9
4.	ZÁVĚR.....	9

Přílohy:

Výpočetní příloha:

VP01 – výpočet a graf vypočtené doby dozvuku – výstavní sál 3.01

VP02 – výpočet a graf vypočtené doby dozvuku – knihovna 3.03

VP03 – výpočet a graf vypočtené doby dozvuku – auditorium 3.08

VP04 – výpočet a graf vypočtené doby dozvuku – výstavní sál 2.01

VP05 – výpočet a graf vypočtené doby dozvuku – výuková místnost 2.05

Tabulková příloha:

Tab1– specifikace 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, prosinec 2020

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.

V případě hal a výstavních prostorů je hlavním cílem snížit hladinu hluku v místnosti a dosáhnout co nejlepší srozumitelnosti mluveného slova. Je tedy doporučeno optimální dobu dozvuku snížit oproti běžným halám. Vzhledem k uvažovanému využití pro expozice není možné instalovat fixní stěnové absorbéry do výstavních sálů a dalších řešených halových prostor, protože zde budou umístěny exponáty a podoba prostoru se může v průběhu času měnit.

Prostory s vyššími nároky na prostorovou akustiku

Výstavní sál 3.01

Optimální doba dozvuku T_0 pro výstavní sál o objemu cca 3300 m³ byla stanovena na základě normy ČSN 73 0527 a zkušeností s řešením těchto prostor na cca **$T_0 = 1,1 - 1,2s$** . Tato hodnota vychází z průběhů 2 a 3 (grafy na obr. 1), které jsou určeny pro víceúčelové sály a posluchárny. U prostoru je cílem snížit hladinu hluku v místnosti, a proto je v místnosti uvažováno s nižší dobou dozvuku, než je běžné pro haly, a to včetně započtení obsazenosti návštěvníky. Zároveň je pro halové prostory často problematické umístit ve velké ploše nízkofrekvenční absorbéry. Proto je doporučeno pracovat s tolerančním pásmem určeným pro haly, tj. 250 Hz – 2000 Hz.

Frekvenční průběh doby dozvuku v místnosti by měl probíhat v rozsahu od 250 Hz do 2 kHz uvnitř tolerančního pásma dle ČSN 73 0527 – viz Obr. 3. Jedná se o frekvenční průběh určený pro haly a tělocvičny (v tomto případě ovšem obsazené).

Knihovna 3.03

Optimální doba dozvuku T_0 pro knihovnu o objemu cca 724 m³ byla stanovena na základě normy ČSN 73 0527 a zkušeností s řešením těchto prostor na cca **$T_0 = 0,95 - 1,05s$** . Tato hodnota vychází z průběhů 2 (grafy na obr. 1), které jsou určeny pro víceúčelové sály. U prostoru je cílem snížit hladinu hluku v místnosti, a proto je v místnosti uvažováno s nižší dobou dozvuku, než je běžné pro knihovny a halové prostory.

Frekvenční průběh doby dozvuku v místnosti by měl probíhat v rozsahu od 125 Hz do 4 kHz uvnitř tolerančního pásma dle ČSN 73 0527 – viz Obr. 2. Jedná se o frekvenční průběh určený pro řeč a hudbu.

Auditorium 3.08

Optimální doba dozvuku T_0 pro auditorium o objemu cca 724 m³ byla stanovena na základě normy ČSN 73 0527 a zkušeností s řešením těchto prostor na cca **$T_0 = 0,95 - 1,05s$** . Tato hodnota vychází z průběhů 2 (grafy na obr. 1), který je určen pro víceúčelové sály. U prostoru je cílem snížit hladinu hluku v místnosti, a proto je v místnosti uvažováno s nižší dobou dozvuku, než je běžné pro halové prostory.

Frekvenční průběh doby dozvuku v místnosti by měl probíhat v rozsahu od 125 Hz do 4 kHz uvnitř tolerančního pásma dle ČSN 73 0527 – viz Obr. 2. Jedná se o frekvenční průběh určený pro řeč a hudbu.

Výstavní sál 2.01

Optimální doba dozvuku T_0 pro výstavní sál o objemu cca 1230 m³ byla stanovena na základě normy ČSN 73 0527 a zkušeností s řešením těchto prostor na cca **$T_0 = 0,90 - 1,00s$** . Tato hodnota vychází z průběhů

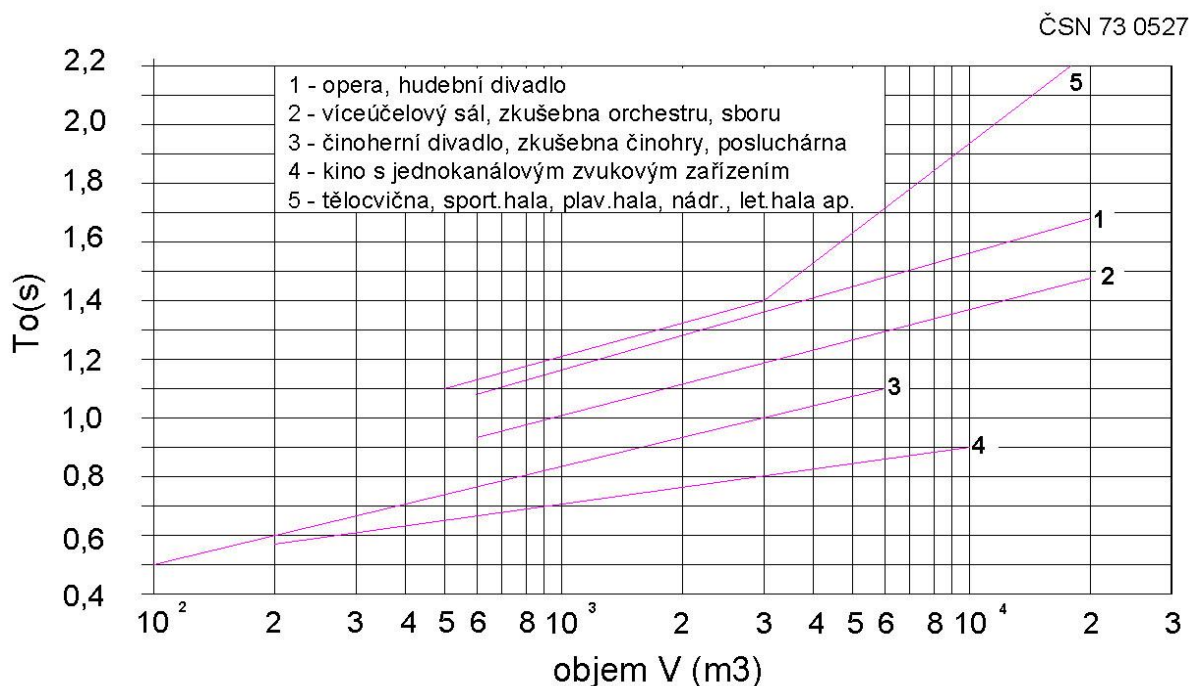
2 a 3 (grafy na obr. 1), které jsou určeny pro víceúčelové sály a posluchárny. U prostoru je cílem snížit hladinu hluku v místnosti, a proto je v místnosti uvažováno s nižší dobou dozvuku, než je běžné pro haly, a to včetně započtení obsazenosti návštěvníky. Zároveň je pro halové prostory často problematické umístit ve velké ploše nízkofrekvenční absorbéry. Proto je doporučeno pracovat s tolerančním pásmem určeným pro haly, tj. 250 Hz – 2000 Hz.

Frekvenční průběh doby dozvuku v místnosti by měl probíhat v rozsahu od 250 Hz do 2 kHz uvnitř tolerančního pásma dle ČSN 73 0527 – viz Obr. 3. Jedná se o frekvenční průběh určený pro haly a tělocvičny (v tomto případě ovšem obsazené). V rámci realizace není možné instalovat pro prostor výstavního sálu 2.01 určité typy nízkofrekvenčních absorbérů. Je to způsobeno omezením ve skladebné tloušťce použitelných absorbérů. Konkrétní podoba řešení byla architektem zvolena jako prioritní. Z výše uvedených důvodů tedy není možné striktní splnění tolerančního pásma frekvenčního průběhu doby dozvuku v oktavovém pásmu 250 Hz.

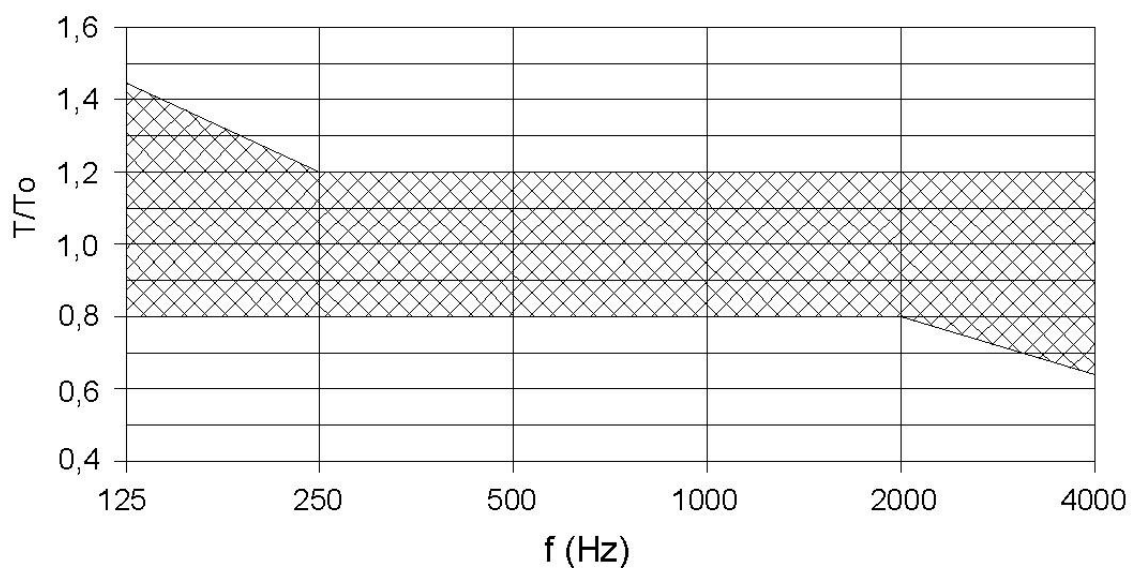
Výuková místnost 2.05

Optimální doba dozvuku T_0 pro učebnu o objemu cca 158 m³ byla stanovena na základě normy ČSN 73 0527 na cca $T_0 = 0,55 - 0,60s$. Tato hodnota vychází z průběhů 3 (grafy na obr. 1), které jsou určeny pro posluchárny.

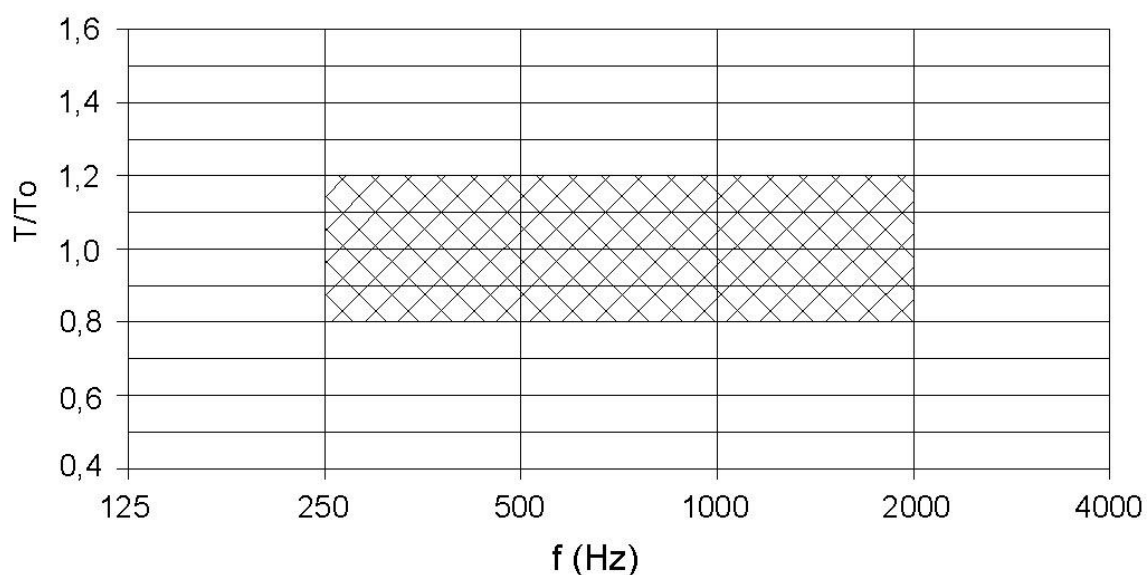
Frekvenční průběh doby dozvuku v učebně by měl probíhat v rozsahu od 125 Hz do 4 kHz uvnitř tolerančního pásma dle ČSN 73 0527 – viz Obr. 2. Vzhledem k možnému multimediálnímu obsahu se jedná se o frekvenční průběh určený pro řeč a hudbu.



Obr. 1 – Závislost optimální doby dozvuku $T_0(s)$ pro kmitočet 1000 Hz na objemu $V(m^3)$ 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 řeči a hudby v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma.



Obr. 2 - Příпустné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 haly 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:

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

kde $V \text{ [m}^3\text{]}$ je objem místnosti

$S \text{ [m}^2\text{]}$ je celková plocha ohraničujících stěn místnosti

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

$m \text{ [-]}$ 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 až VP05.

2.3. ŘEŠENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY

Výstavní sál 3.01

Akustický podhled: Na stropě je uvažován akustický textilní vypínaný podhled **Po02.1a** (více viz Tab1 – výkaz výměr a specifikace).

Takto ošetřený prostor splňuje akustické požadavky pro uvažované účely.

Konkrétní rozmístění je ve výkresové dokumentaci a je nutné ho revidovat v rámci dílenské dokumentace.

Knihovna 3.03

Akustický podhled: Na stropě je uvažován akustický textilní vypínaný podhled **Po02.1a** (více viz Tab1 – výkaz výměr a specifikace).

Takto ošetřený prostor splňuje akustické požadavky pro uvažované účely.

Konkrétní rozmístění je ve výkresové dokumentaci a je nutné ho revidovat v rámci dílenské dokumentace.

Auditorium 3.08

Akustický podhled: Na stropě je uvažován akustický textilní vypínaný podhled **Po02.1a** (více viz Tab1 – výkaz výměr a specifikace).

Takto ošetřený prostor splňuje akustické požadavky pro uvažované účely.

Konkrétní rozmístění je ve výkresové dokumentaci a je nutné ho revidovat v rámci dílenské dokumentace.

Výstavní sál 2.01

Akustický podhled: Na stropě je uvažován akustický textilní vypínaný podhled **Po02.1b** (více viz Tab1 – výkaz výměr a specifikace).

V rámci realizace není možné instalovat pro prostor výstavního sálu 2.01 určité typy nízkofrekvenčních absorbérů. Je to způsobeno omezením ve skladebné tloušťce použitelných absorbérů. Konkrétní podoba řešení byla architektem zvolena jako prioritní. Z výše uvedených důvodů tedy není možné striktní splnění tolerančního pásma frekvenčního průběhu doby dozvuku v oktavovém pásmu 250 Hz.

Takto ošetřený prostor splňuje akustické požadavky pro uvažované účely.

Konkrétní rozmístění je ve výkresové dokumentaci a je nutné ho revidovat v rámci dílenské dokumentace.

Výuková místnost 2.05

Akustický podhled: Na stropě je uvažován akustický textilní vypínaný podhled **Po02.1a** (více viz Tab1 – výkaz výměr a specifikace).

Akustický obklad: Na stěně je uvažován akustický frézovaný obklad **F005.2** (více viz Tab1 – výkaz výměr a specifikace).

Takto ošetřený prostor splňuje akustické požadavky pro uvažované účely.

Konkrétní rozmístění je ve výkresové dokumentaci a je nutné ho revidovat v rámci dílenské dokumentace.

3. STROJOVNY

2.12 Strojovna

Uvažovaný hluk ze zařízení VZT v místnosti je cca 60-66 dB v závislosti na pohltivosti přidané do prostoru. Je uvažováno s pohltivým obkladem na stropě (podhled Po05.1) a na 3 stěnách (obklad F05.1). Jednotky VZT musí být uloženy na vibroizolace (ideálně systémové), dále musí být použity kompenzátory do potrubí, aby se hluk z jednotky nepřenášel na rozvody. Rozvody také kotvit na antivibrační členy.

0.15 Strojovna

Uvažovaný hluk ze zařízení VZT v místnosti je cca 51-57 dB v závislosti na pohltivosti přidané do prostoru. Je uvažováno s pohltivým obkladem na 2 stěnách (obklad F05.1). Jednotky VZT musí být uloženy na vibroizolace (ideálně systémové), dále musí být použity kompenzátory do potrubí, aby se hluk z jednotky nepřenášel na rozvody. Rozvody také kotvit na antivibrační členy.

0.07 Strojovna

Uvažovaný hluk ze zařízení VZT v místnosti je cca 83-90 dB v závislosti na pohltivosti přidané do prostoru. Je uvažováno s pohltivým obkladem na stropě (podhled Po05.1) a na 3 stěnách (obklad F05.1). Jednokřídlé dveře mezi strojovnou a chodbou by měly mít R_w min. 50 dB. Jednotky VZT musí být uloženy na vibroizolace (ideálně systémové), dále musí být použity kompenzátory do potrubí, aby se hluk z jednotky nepřenášel na rozvody. Rozvody také kotvit na antivibrační členy. Chladicí jednotka musí mít těžký betonový antivibrační základ, dále musí být použity kompenzátory do potrubí, aby se hluk z jednotky nepřenášel na rozvody. Rozvody také kotvit na antivibrační členy.

3.1. IZOLAČNÍ PODHLEDY

Ve strojovnách bude umístěn izolační SDK podhled s minerální vatou pro zvýšení zvukové izolace mezi strojovny a sály. Tento podhled má i funkci požární ochrany stopních konstrukcí. Následně bude na něj kotven pohltivý podhled Po05.1.

3.2. POŽADAVKY NA ANTIVIBRAČNÍ ČLENY

Veškeré jednotky musí být pružně uloženy vůči nosné konstrukci.

Požadavek na pružné členy je, že vlastní kmitočet veškerých pružných členů musí být menší než 15 Hz (ideálně menší než 10 Hz).

Konkrétní návrh musí vycházet z finálně zvoleného technologického zařízení a z typu pružného členu daného výrobce. Řešení je součástí dodávky výrobce.

Rozvody VZT, u kterých může docházet k přenosu strukturálního hluku, musí být pružně uloženy nebo zavěšeny (opět je nutné dodržet požadavek, že vlastní kmitočet veškerých pružných členů musí být menší než 15 Hz), případně osazeny kompenzátory.

3.3. HLUK POZADÍ V SÁLECH

Pro výstavní sály nebyl definován požadavek na hluk pozadí. Ten tedy závisí na jednotlivých prvcích VZT a CHL a jejich technologických možnostech.

4. ZÁVĚR

V první části studie je část prostorové akustiky. Ta řeší vybrané prostory s nároky na prostorovou akustiku v rámci projektu Památník Ticha v Praze. 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, který vychází z normy ČSN 73 0527 a zkušeností s řešením obdobných prostorů. 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 závislosti na způsobu využití.

V rámci realizace není možné instalovat pro prostor výstavního sálu 2.01 určité typy nízkofrekvenčních absorbérů. Je to způsobeno omezením ve skladebné tloušťce použitelných absorbérů. Konkrétní vizuální podoba řešení byla architektem zvolena jako prioritní. Z výše uvedených důvodů tedy není možné striktní splnění tolerančního pásma frekvenčního průběhu doby dozvuku v oktávovém pásmu 250 Hz.

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.

Ve druhé části studie jsou posouzeny strojovny z hlediska stavební akustiky, dále jsou předepsány požadavky na dveře a obecná doporučení, kterými se řídit při instalaci technologických prvků ve strojovnách.

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: **Památník Ticha - sál 3.01**

Cílová doba dozvuku	$T_0 = 1,2$	s	základní parametry prostoru:		
toleranční pásmo	řeč				
	hudba				
	hudba a řeč	1			
objem prostoru	$V = 3\,384,6$	m^3	střední výška	6,6	m
plocha prostoru	$S = 1\,668,5$	m^2	střední délka	33,3	m
			šířka	15,4	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	1,27E-03	2,52E-03	6,41E-03	–
strop							
Po02.1a	0,6	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	374,0
stěny							
omítka a zbývající odrazné plochy	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	744,7
dveře a okna	0,12	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	37,0
podlaha							
podlaha	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	432,8
nábytkové vybavení + osoby - obsazenost 80%	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,4	80,0

celková plocha	1668,5
----------------	--------

celková ekvivalentní pohltivá plocha [-]		304,3	421,1	431,0	442,6	463,5	511,8
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,78
	horní mez	1,74	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44
vypočtená doba dozvuku dle řešení [s]		1,65	1,15	1,12	1,09	1,05	0,96

Graf vypočtené doby dozvuku

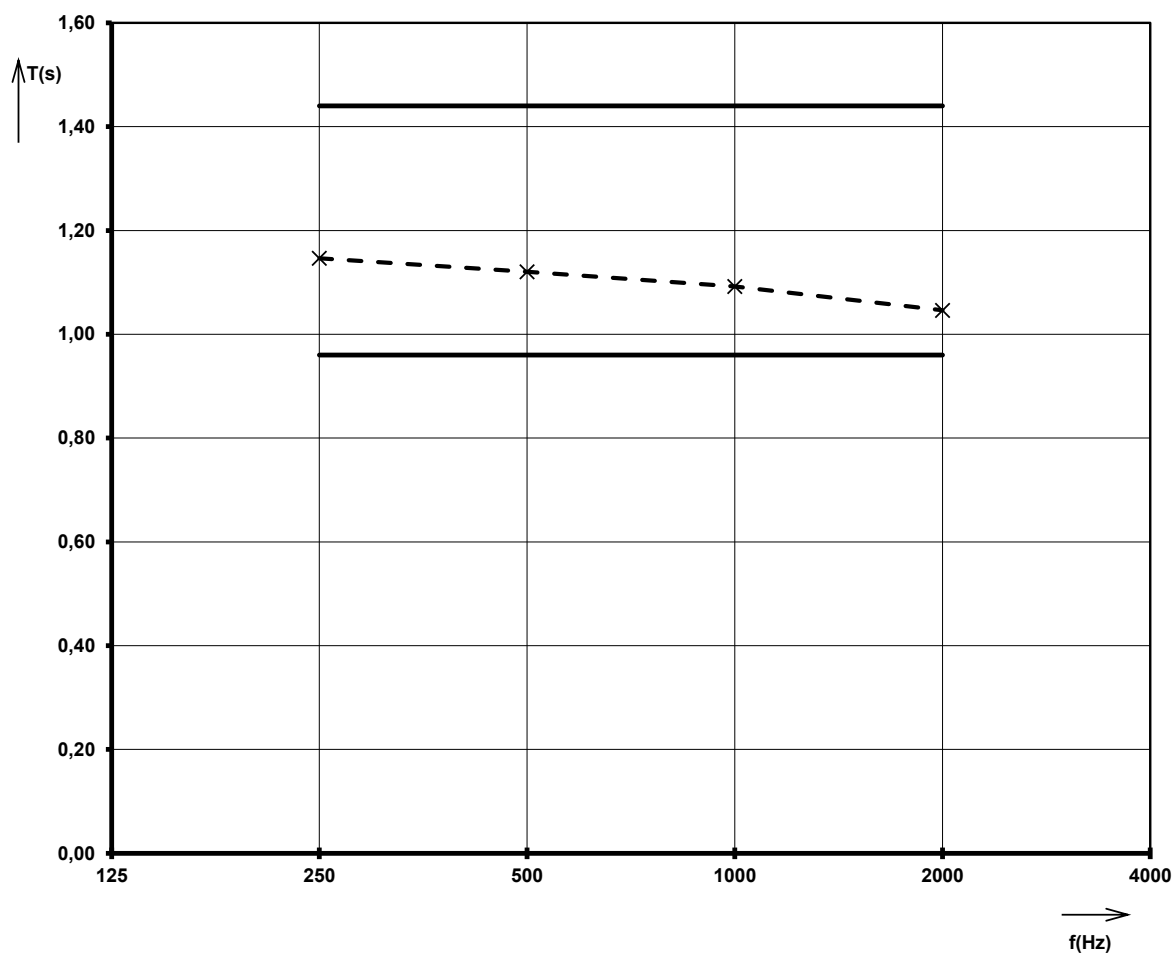
název prostoru: **Památník Ticha - sál 3.01**

objem prostoru $V = 3384,6 \text{ m}^3$

plocha prostoru $S = 1668,5 \text{ m}^2$

frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
vypočtená doba dozvuku			1,15	1,12	1,09	1,05	
toleranční pásmo [s]	dolní mez		0,96	0,96	0,96	0,96	
	horní mez		1,44	1,44	1,44	1,44	

Graf doby dozvuku



— meze tolerančního pásma dle ČSN 73 0527 pro $T_0 = 1,2 \text{ s}$

- x - vypočtená doba dozvuku

Výpočet doby dozvuku

název prostoru: **Památník Ticha - knihovna 3.03**

Cílová doba dozvuku	$T_0 = 1,03$	s	základní parametry prostoru:		
toleranční pásmo	řeč		střední výška	6,6	m
	hudba		délka	15,6	m
	hudba a řeč	1	šířka	7,04	m
objem prostoru	$V = 724,8$	m^3			
plocha prostoru	$S = 518,5$	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							
Po02.1a	0,6	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	80,0
stěny							
omítka a zbývající odrazné plochy	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	291,7
dveře a okna	0,12	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	37,0
podlaha							
podlaha	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	84,8
nábytkové vybavení + osoby - obsazenost 80%	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,4	25,0

celková plocha	518,5
----------------	-------

celková ekvivalentní pohltivá plocha [-]	76,9	100,8	103,3	105,9	110,8	120,4
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,82	0,82	0,82	0,82	0,67
	horní mez	1,49	1,24	1,24	1,24	1,24
vypočtená doba dozvuku dle řešení [s]	1,43	1,06	1,04	1,01	0,97	0,90

Graf vypočtené doby dozvuku

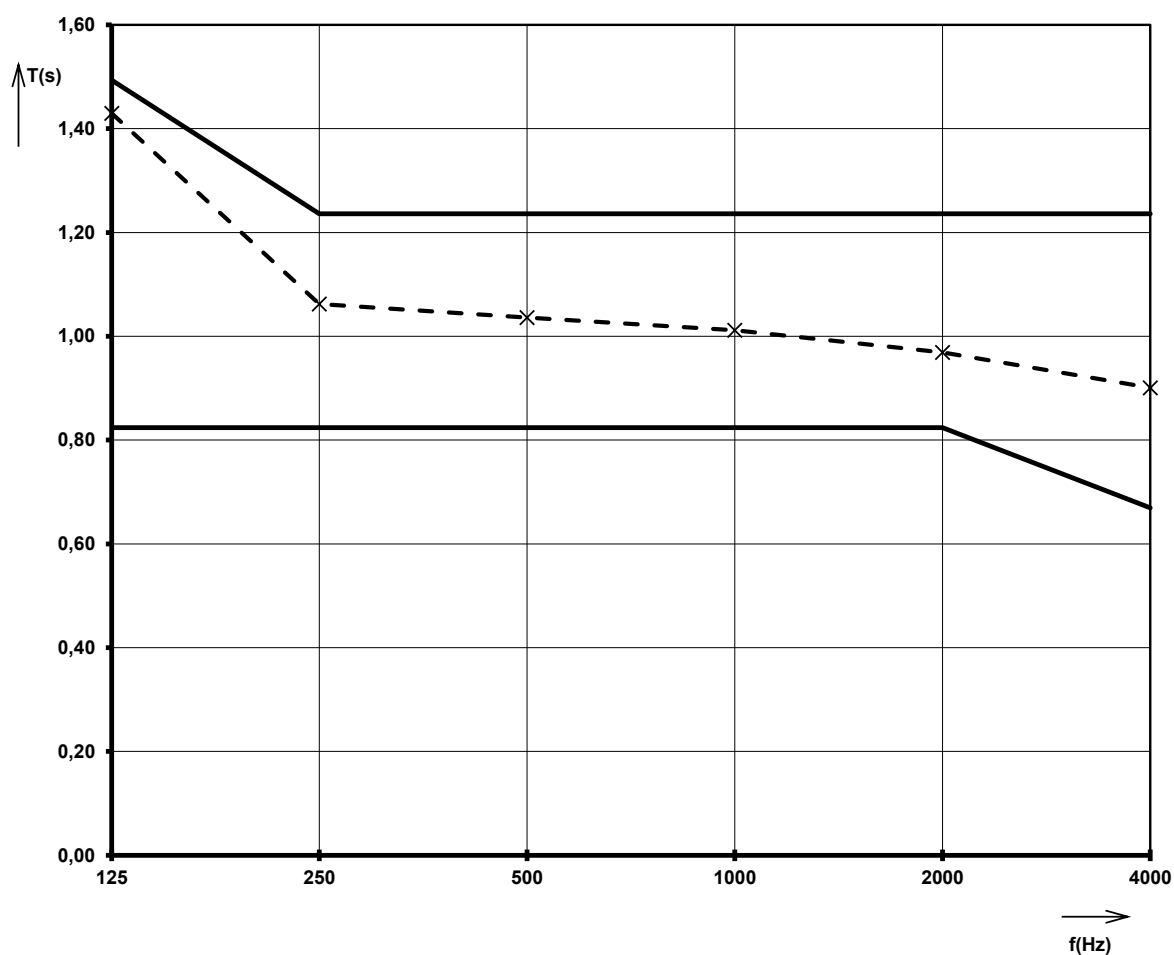
název prostoru: **Památník Ticha - knihovna 3.03**

objem prostoru $V = 724,8 \text{ m}^3$

plocha prostoru $S = 518,5 \text{ m}^2$

frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
vypočtená doba dozvuku		1,43	1,06	1,04	1,01	0,97	0,90
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,67
	horní mez	1,49	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24

Graf doby dozvuku



— meze tolerančního pásma dle ČSN 73 0527 pro $T_0 = 1,03 \text{ s}$

— x — vypočtená doba dozvuku

Výpočet doby dozvuku

název prostoru: **Památník Ticha - auditorium 3.08**

Cílová doba dozvuku	$T_0 = 1,02$	s	základní parametry prostoru:		
toleranční pásmo	řeč		střední výška	6,6	m
	hudba		délka	15,6	m
	hudba a řeč	1	šířka	7,04	m
objem prostoru	$V = 724,8$	m^3			
plocha prostoru	$S = 518,5$	m^2			

materiály	činitel zvukové pohltivosti k oktáovým 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	1,27E-03	2,52E-03	6,41E-03	–
strop							
Po02.1a	0,6	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	80,0
stěny							
omítka a zbývající odrazné plochy	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	291,7
dveře a okna	0,12	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	37,0
podlaha							
podlaha	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	84,8
nábytkové vybavení + osoby - obsazenost 80%	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,4	25,0

celková plocha	518,5
----------------	-------

celková ekvivalentní pohltivá plocha [-]		76,9	100,8	103,3	105,9	110,8	120,4
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,66
	horní mez	1,48	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22
vypočtená doba dozvuku dle řešení [s]		1,43	1,06	1,04	1,01	0,97	0,90

Graf vypočtené doby dozvuku

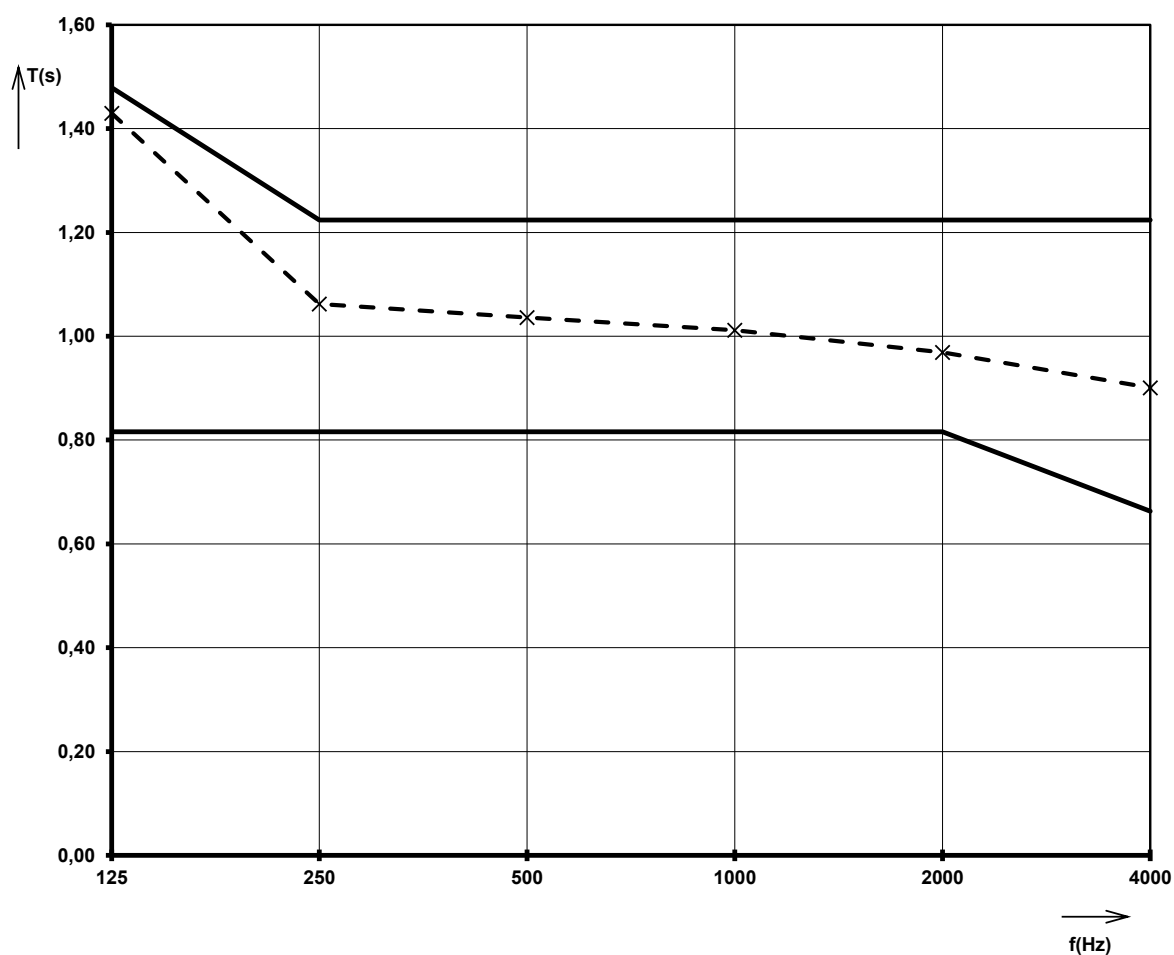
název prostoru: **Památník Ticha - auditorium 3.08**

objem prostoru $V = 724,8 \text{ m}^3$

plocha prostoru $S = 518,5 \text{ m}^2$

frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
vypočtená doba dozvuku		1,43	1,06	1,04	1,01	0,97	0,90
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,66
	horní mez	1,48	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22

Graf doby dozvuku



— meze tolerančního pásma dle ČSN 73 0527 pro $T_0 = 1,02 \text{ s}$

— x — vypočtená doba dozvuku

Výpočet doby dozvuku

název prostoru: **Památník Ticha - výstavní sál 2.01**

Cílová doba dozvuku	$T_0 = 0,95$	s	základní parametry prostoru:		
toleranční pásmo	řeč		střední výška	3,1	m
	hudba		délka	25,9	m
	hudba a řeč	1	šířka	16	m
objem prostoru	$V = 1\,284,6$	m^3			
plocha prostoru	$S = 1\,088,6$	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							
Po02.1b (bez vaty)	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,3	235,0
Po02.1b	0,2	0,6	0,9	0,9	0,9	0,9	120,0
stěny							
omítka a zbývající odrazné plochy	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	282,2
dveře a okna	0,12	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	37,0
podlaha							
podlaha	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	364,4
nábytkové vybavení + osoby - obsazenost 80%	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,4	50,0

celková plocha	1088,6
----------------	--------

celková ekvivalentní pohltivá plocha [-]	93,5	154,8	207,3	224,2	244,9	262,0
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,76	0,76	0,76	0,76	0,62
	horní mez	1,38	1,14	1,14	1,14	1,14
vypočtená doba dozvuku dle řešení [s]	2,16	1,26	0,92	0,84	0,77	0,73

Graf vypočtené doby dozvuku

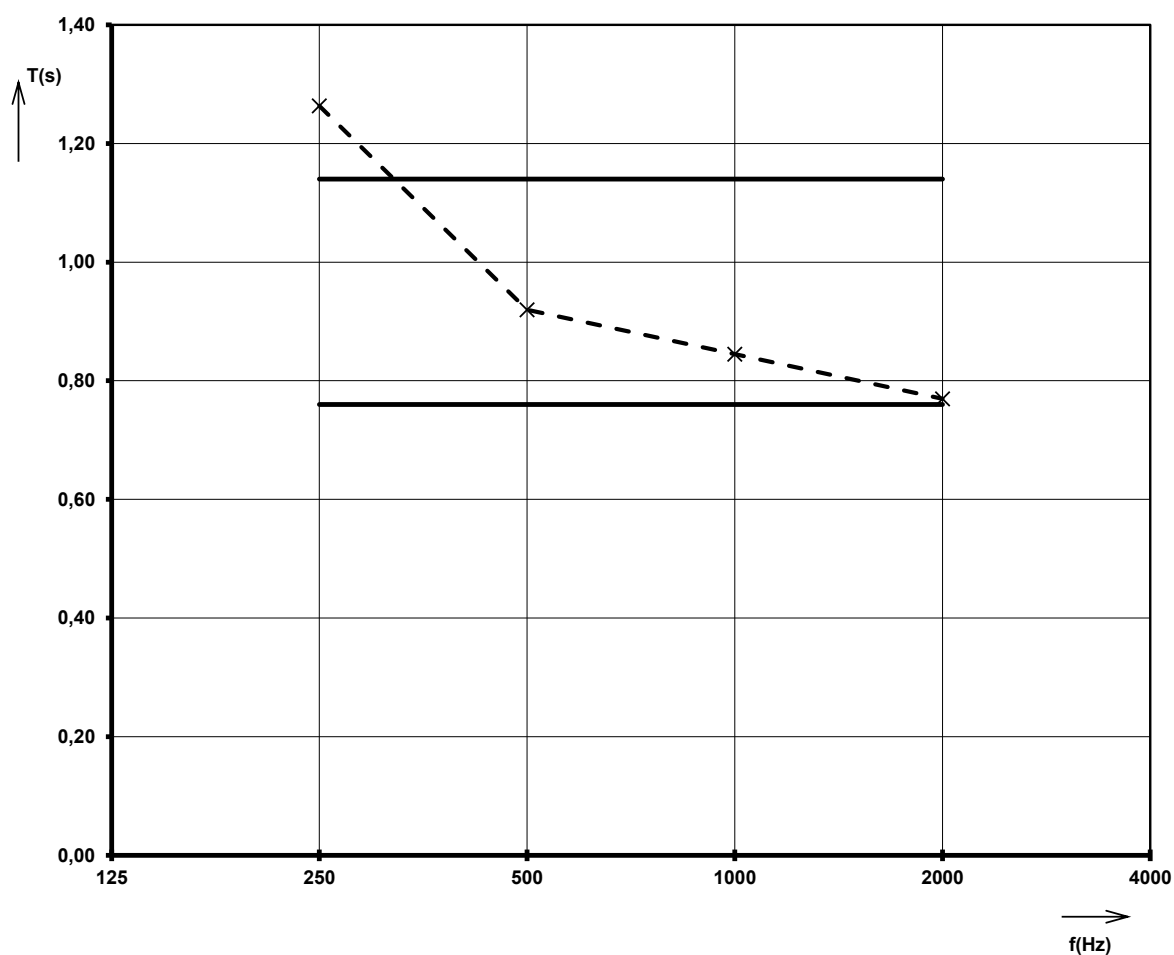
název prostoru: **Památník Ticha - výstavní sál 2.01**

objem prostoru $V = 1284,6 \text{ m}^3$

plocha prostoru $S = 1088,6 \text{ m}^2$

frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
vypočtená doba dozvuku			1,26	0,92	0,84	0,77	
toleranční pásmo [s]	dolní mez		0,76	0,76	0,76	0,76	
	horní mez		1,14	1,14	1,14	1,14	

Graf doby dozvuku



— meze tolerančního pásma dle ČSN 73 0527 pro $T_0 = 0,95 \text{ s}$

— x — vypočtená doba dozvuku

Výpočet doby dozvuku

název prostoru: **Památník Ticha - výuková místnost 2.05**

Cílová doba dozvuku	$T_0 =$	0,55	s	základní parametry prostoru:			
toleranční pásmo		řeč		střední výška	3,1	m	
		hudba		délka	8,5	m	
		hudba a řeč	1	šířka	6	m	
objem prostoru	$V =$	158,1	m ³				
plocha prostoru	$S =$	191,9	m ²				

materiály	činitel zvukové pohltivosti k oktáovým 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	1,27E-03	2,52E-03	6,41E-03	–
strop							
Po02.1a (bez vaty)	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,3	37,0
Po02.1a	0,6	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	20,0
stěny							
FO5.2	0,4	0,8	0,85	0,75	0,7	0,5	8,5
omítka a zbývající odrazné plochy	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	38,4
dveře a okna	0,12	0,07	0,07	0,06	0,06	0,05	37,0
podlaha							
podlaha	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	36,0
nábytkové vybavení + osoby - obsazenost 80%	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,4	15,0

celková plocha	191,9
----------------	-------

celková ekvivalentní pohltivá plocha [-]		30,7	41,0	44,3	46,0	49,0	48,6
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,36
	horní mez	0,80	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
vypočtená doba dozvuku dle řešení [s]		0,78	0,56	0,52	0,50	0,46	0,47

Graf vypočtené doby dozvuku

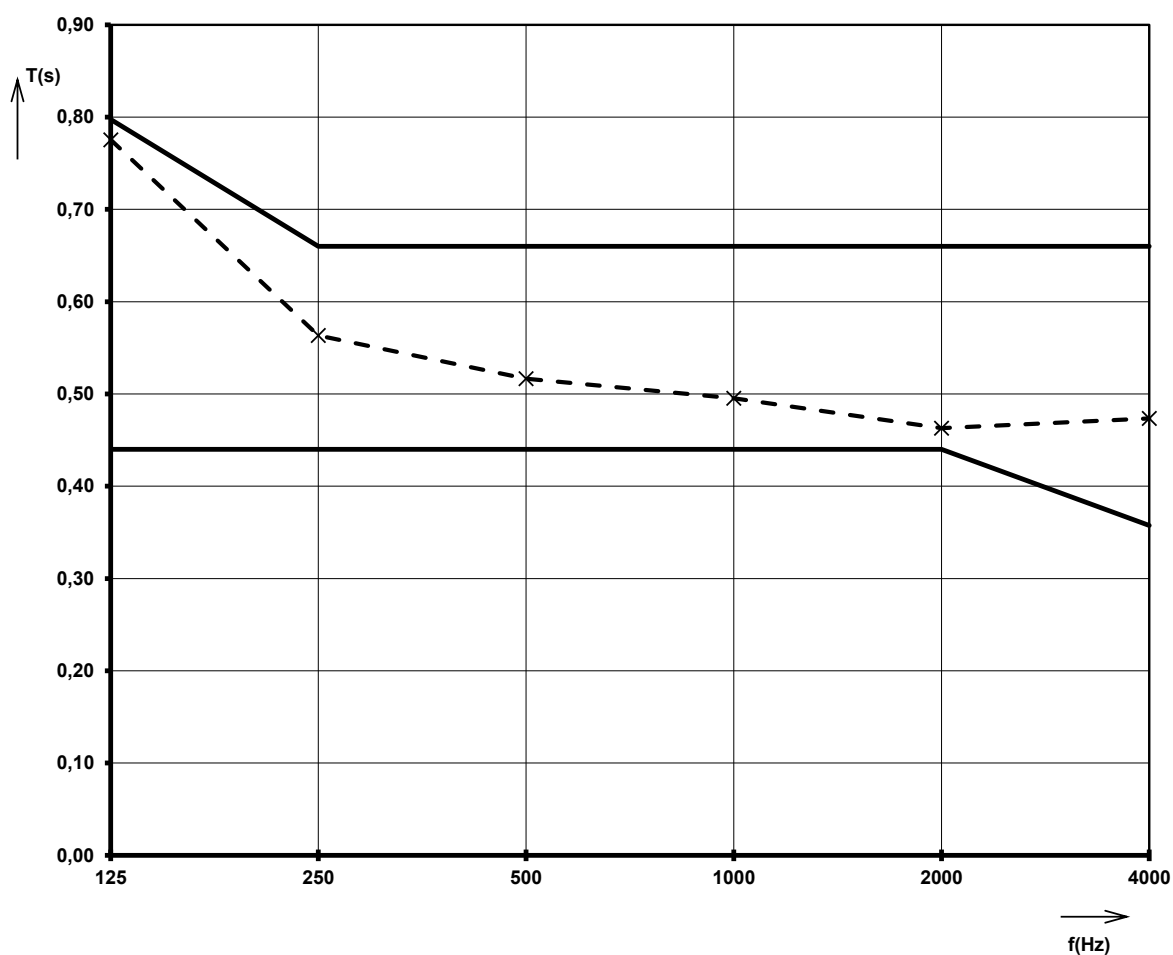
název prostoru: **Památník Ticha - výuková místnost 2.05**

objem prostoru $V = 158,1 \text{ m}^3$

plocha prostoru $S = 191,9 \text{ m}^2$

frekvence [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
vypočtená doba dozvuku		0,78	0,56	0,52	0,50	0,46	0,47
toleranční pásmo [s]	dolní mez	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,36
	horní mez	0,80	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66

Graf doby dozvuku



— meze tolerančního pásma dle ČSN 73 0527 pro $T_0 = 0,55 \text{ s}$

— x — vypočtená doba dozvuku

Název akce:
Dokument:
Profese:
Stupeň dokumentace:

Památník Ticha
Specifikace
Prostorová akustika
DPS

Čís. pol.	Číselné zařídění	Popis položky	Počet měř. jednotek	Měrná jednotka	Technické specifikace, technické a uživatelské standardy stavby, podrobný popis položky
Akustické obklady a podhledy					
1	Po02.1a	D+M - akustický vypínaný textilní podhled	590	m ²	jedná se o širokopásmově pohltivý akustický prvek s maximem zvukové pohltivosti na středních a vysokých kmitočtech; lícová plocha prvku je tvořena pnutým textilním materiálem vypnutým do systémového rámu připevněném na nosné konstrukci z materiálu na bázi dřeva; na rubové straně bude umístěna absorpční vložka o tloušťce 100 mm a objemové hmotnosti 40-60kg/m2; požadovaný činitel zvukové pohltivosti obkladu při skladebné tloušťce 190 mm je: 125 Hz – $\alpha \div 0,60$; 250 Hz - $\alpha \div 0,90$; 500 Hz - $\alpha \div 0,90$; 1 kHz - $\alpha \div 0,90$; 2 kHz - $\alpha \div 0,90$; 4 kHz - $\alpha \div 0,90$; skryté kotevní prvky; povrchová úprava – dle vzorníku
2	Po02.1b	D+M - akustický vypínaný textilní podhled	355	m ²	jedná se o širokopásmově pohltivý akustický prvek s maximem zvukové pohltivosti na středních a vysokých kmitočtech; lícová plocha prvku je tvořena pnutým textilním materiálem vypnutým do systémového rámu připevněném na nosné konstrukci z materiálu na bázi dřeva; na rubové straně bude umístěna absorpční vložka o tloušťce 20 mm a objemové hmotnosti 40-60kg/m2; absorpční vložka bude umístěna v cca 30% výměry v prostorech 2.01; požadovaný činitel zvukové pohltivosti obkladu při skladebné tloušťce 30 mm včetně absorbéru je: 125 Hz – $\alpha \div 0,20$; 250 Hz - $\alpha \div 0,60$; 500 Hz - $\alpha \div 0,90$; 1 kHz - $\alpha \div 0,90$; 2 kHz - $\alpha \div 0,90$; 4 kHz - $\alpha \div 0,90$; skryté kotevní prvky; povrchová úprava – dle vzorníku
3	Po05.1	D+M - akustický podhled strojovny	61,3	m ²	jedná se o širokopásmově pohltivé kazety akustického podhledu s jádrem ze skelné vlny; uvažovaný formát kazet je 1200×600 mm; kazeta tl. 50mm; lícový povrch je tvořen skelnou tkaninou bílé; rubová strana panelů je pokryta skelnou tkaninou; jednotlivé panely jsou kontaktně kotveny na strop; uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti v oktavových pásmech pro celkovou tloušťku obkladu 50 mm při aplikaci jsou: 125 Hz $\alpha \div 0,15$; 250 Hz $\alpha \div 0,65$; 500 Hz $\alpha \div 0,85$; 1 kHz $\alpha \div 0,85$; 2 kHz $\alpha \div 0,85$; 4 kHz $\alpha \div 0,85$; provedení kazet v bílé
4	F05.1	D+M - akustický obklad strojovny	194,3	m ²	jedná se o širokopásmově pohltivé kazety akustického podhledu s jádrem ze skelné vlny; uvažovaný formát kazet je 1200×600 mm; kazeta tl. 50mm; lícový povrch je tvořen skelnou tkaninou bílé; rubová strana panelů je pokryta skelnou tkaninou; jednotlivé panely jsou kontaktně kotveny na strop; uvažované hodnoty činitele zvukové pohltivosti v oktavových pásmech pro celkovou tloušťku obkladu 50 mm při aplikaci jsou: 125 Hz $\alpha \div 0,15$; 250 Hz $\alpha \div 0,65$; 500 Hz $\alpha \div 0,85$; 1 kHz $\alpha \div 0,85$; 2 kHz $\alpha \div 0,85$; 4 kHz $\alpha \div 0,85$; provedení kazet v bílé
5	F05.2	D+M - akustický obklad - perforovaný mikroperforovaný	8,5	m ²	jedná se o širokopásmově absorpční akustický obklad, který je tvořen deskovým materiálem na bázi dřeva o tl. 18 mm; desky jsou z lícové plochy navrtány kruhovými otvory o průměru 1 mm o hloubce 3,5 mm v diagonálně odsazených řadách (45°); osová rozteč otvorů v řadě je 6 mm; jedná se o perforace Rd 0,5–4,4; z rubové strany jsou desky navrtány otvory o průměru 3 mm a hloubce 14,5 mm (soustředně na díry na lícové straně); na rubovou stran desek je celoplošně přisazena absorpční vložka z minerální vlny (20-40 kg/m3) balená v mikrotenové folii o tl. $\leq 40 \mu\text{m}$; požadovaný činitel zvukové pohltivosti prvku o skladebné tl. 100 mm v oktavových pásmech je: 125 Hz – $\alpha \div 0,40$; 250 Hz - $\alpha \div 0,80$; 500 Hz - $\alpha \div 0,85$; 1 kHz - $\alpha \div 0,75$; 2 kHz - $\alpha \div 0,70$; 4 kHz - $\alpha \div 0,50$; povrchová úprava desek - HPL dle výběru architekta; skryté kotevní prvky; kvalita celkového provedení prvku musí odpovídat nábytkové kvalitě; součástí položky je kotvení prvku, nosná podkonstrukce, sokly a ukončovací a napojovací prvky; požadavky PBŘ: třída reakce na oheň B-s1, d0; index šíření plamene is = 0 mm/min
Akustická měření a projekční činnost					
6	DD	Díleňská dokumentace profese prostorová akustika	1	ks	díleňská dokumentace profese prostorová akustika; jedná se zejména o díleňské detaily provedení atypických akustických prvků; tato bude předložena k odsouhlasení generálnímu projektantovi, projektantovi akustiky a zástupci investora
7	MDD-E	měření doby dozvuku - etapové	5	ks	jedná se o etapové měření doby dozvuku dle normy ČSN EN ISO 3382-1; součástí měření je také vyhodnocení a protokolární zpracování výsledků s příslušnými závěry v komplexní vazbě na akustiku prostoru jako celku
8	MDD-Z	měření doby dozvuku - závěrečné	5	ks	jedná se o závěrečné měření doby dozvuku dle normy ČSN EN ISO 3382-1 s definovanými požadavky na cílovou dobu dozvuku; součástí měření je také vyhodnocení a protokolární zpracování výsledků