

Název:

Zámek Nečtiny – akustická studie

Zakázkové číslo: 17-03-16
Profese: prostorová akustika
Dokument: technická zpráva
Stupeň projektové dokumentace: studie
Datum: duben 2017
Revize: 00

Zpracoval: Ing. David Röhrich

Kontroloval: 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



Akce: zámek Nečtiny – akustická studie
Profese: prostorová akustika
Stupeň PD: studie
Revize: 00

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.....	7

Přílohy:

Výpočetní příloha:

VP01 – výpočet a graf vypočtené doby dozvuku – učebna 3.06

VP02 – výpočet a graf vypočtené doby dozvuku – konferenční sál 2.03.

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

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. Splnění požadavků ČSN 73 0527 je závazné dle vyhlášky 343/2009 sbírky zákonů ČR. V případě výukových prostor je hlavním cílem splnit toleranční pásmo frekvenčního průběhu doby dozvuku předepsané výše zmiňovanou normou a dosáhnout co nejlepší srozumitelnosti mluveného slova.

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 a sálů 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.

Učebna – 3.06

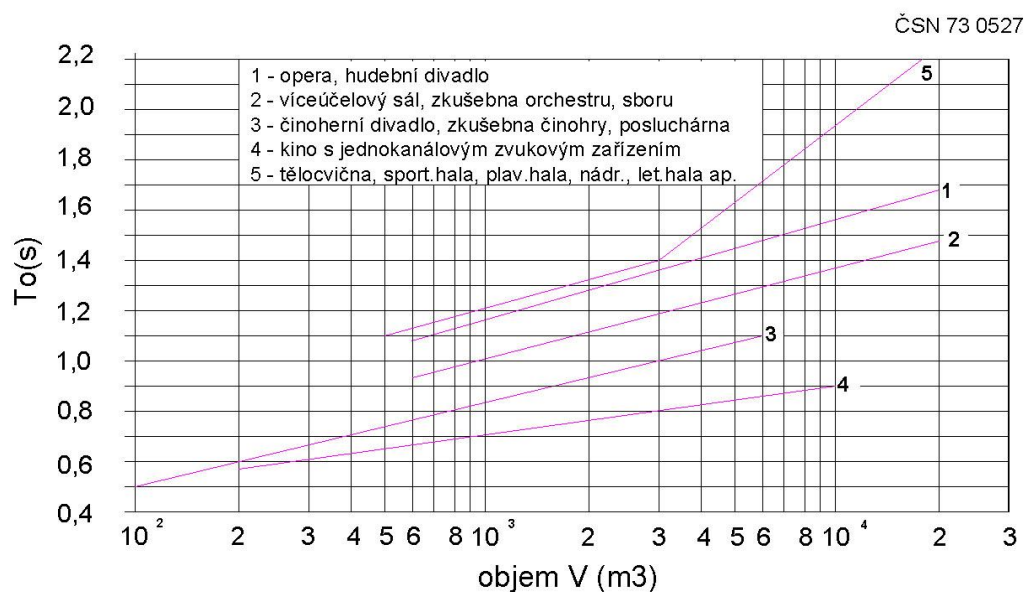
Optimální doba dozvuku T_0 pro učebny o objemu cca 384 m³ byla stanovena na základě normy ČSN 73 0527 dle křivky č. 3 na Obr. 1 na **$T_0 = \text{cca } 0,7 \text{ s}$** .

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 frekvenční průběh určený pro řeč.

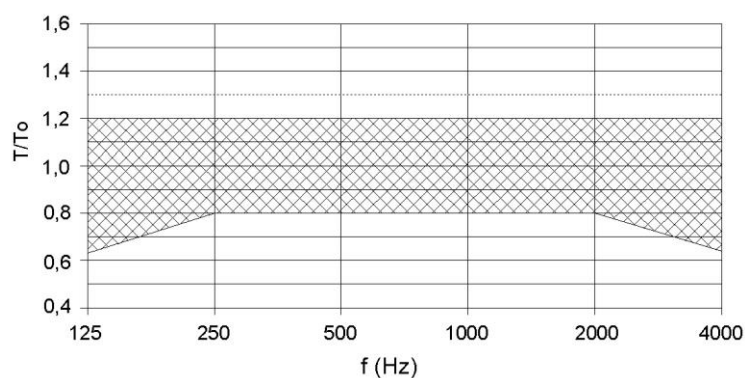
Konferenční sál – 2.03

Pro konferenční sál o objemu cca 337 m³ byla stanovena optimální doba dozvuku T_0 na základě normy ČSN 73 0527 na **$T_0 = 0,65 - 0,7 \text{ s}$** . Tato hodnota vychází z průběhu křivky 2 na Obr. 1.

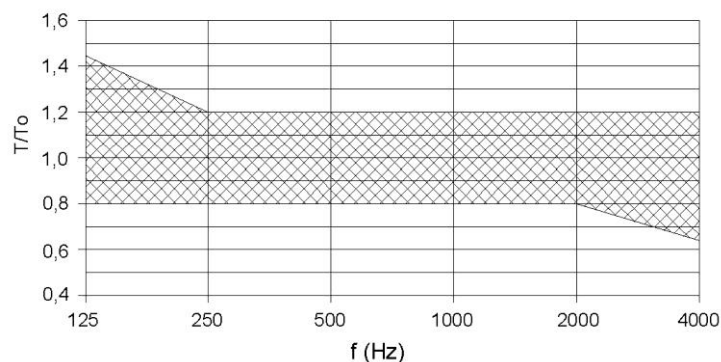
Frekvenční průběh doby dozvuku v místnosti by měl probíhat v rozsahu od 125 Hz do 4 kHz uvnitř tolerančního pásma dle ČSN 73 0527 – viz Obr. 3. Jedná se o frekvenční průběh určený pro řeč a hudbu.



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



Obr. 3 - 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. 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 a VP02.

2.3. ŘEŠENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY

Učebna 3.06

Akustický podhled: Na strop je v celé vodorovné ploše mezi vazníky umístěn akustický podhled kontaktně přisazeným na strop **AP-K** (více viz Tab1 – výkaz výměr a specifikace).

Akustické obklady stěn: Na zadní stěnu jsou uvažovány dva panely akustického obkladu **SP** (více viz Tab1 – výkaz výměr a specifikace). Panely budou umístěny horizontálně s dolní hranou ve výšce cca 1000 mm nad úrovní podlahy. Tato akusticky pohltivá plocha zabraňuje vzniku třepotavé ozvěny a zpožděnému odrazu zvuku od zadní stěny zpět k vyučujícímu.

Vzhledem k tomu, že se jedná o historickou budovu, skýtá řešení interiéru potažmo prostorové akustiky učebny určitá omezení. Z tohoto důvodu není možné instalovat určité typy nízkofrekvenčních absorbérů a 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.

Zároveň dojde na vyšších kmitočtech ke snížení doby dozvuku mírně pod spodní hranici tolerančního pásma. Tento stav není na škodu, protože tím dojde ke snížení hladiny hluku v místnosti.

Konferenční sál 2.03

Akustický podhled: Ve zvýšené vodorovné části stropu bude instalován akustický podhled **AP-SR** (více viz Tab1 – výkaz výměr a specifikace). Obvodový lem je tvořen SDK. Na vodorovné části SDK lemu bude z rubové strany přisazena minerální vata tl. 40mm o objemové hmotnosti 40-60kg/m². Nad podhledem jsou po celém obvodu stropu umístěny nízkofrekvenční rezonátory **AP-NFR** (více viz Tab1 – výkaz výměr a specifikace).

Akustické obklady stěn: Na zadní stěně jsou uvažovány dva panely akustického obkladu **SP** (více viz Tab1 – výkaz výměr a specifikace). Panely budou umístěny horizontálně s dolní hranou ve výšce cca 1000 mm nad úrovní podlahy.

Takto ošetřený sál splňuje požadavky normy a akustické požadavky pro uvažované účely.

3. ZÁVĚR

Studie prostorové akustiky řeší učebnu 3.06 a konferenční sál 2.03 v rámci objektu Zámek Nečtiny. 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 resp. ČSN 73 0525. Prostor 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.

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.