

EKOLA group, spol. s r.o.

Držitel certifikátů:

ČSN EN ISO 9001:2016

ČSN EN ISO 14001:2016

ČSN ISO 45001:2018

Kulturní centrum Linserka

Studie prostorové akustiky

EKOLA group, spol. s r.o.

Mistrovská 4

108 00 Praha 10

IČ: 63981378

DIČ: CZ63981378

Telefon: +420 274 784 927-9

Fax: +420 274 772 002

E-mail: ekola@ekolagroup.cz

www.ekolagroup.cz


Březen 2024



Název akce: **Studie prostorové akustiky prostorů kulturního centra Linserka**
Liberec

Zadavatel: **ATELIER JAROSLAV s.r.o.**
Masarykova 699/9
Liberec

Zhotovitel: **EKOLA group, spol. s r.o.**
Mistrovská 558/4
108 00 Praha 10



Vedoucí projektu: **Ing. Libor Vymětal**

Zprávu vypracoval: **Ing. Libor Vymětal**

Kontroloval: **Ing. Ondřej Simon**

Veškerá práva k využití si vyhrazuje EKOLA group, spol. s r.o. společně se zadavatelem.

Výsledky a postupy obsažené ve zprávě jsou duševním majetkem společnosti EKOLA group, spol. s r.o., a jsou chráněny autorskými právy ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Praha, 11. 03. 2024

Obsah

1. Úvod	3
2. Stručný popis řešených prostorů	4
2.1 Místnost č. 101 (1.NP) - Kavárna	4
2.2 Místnost č. 201 (2.NP) - Ateliér	5
2.3 Místnost č. 301 (3.NP) – Výstavní prostor.....	6
3. Požadavky normy na optimální dobu dozvuku nebo doporučený poměr A/V.	9
3.1 Místnost č. 101 (1.NP) - Kavárna	9
3.2 Místnost č. 201 (2.NP) – Ateliér.....	9
3.3 Místnost č. 301 (3.NP) – výstavní prostor	11
4. Výpočet doby dozvuku	12
5. Materiály pro akustickou úpravu	13
5.1 Akustické úpravy stropu.....	13
5.2 Akustické úpravy stěn	13
6. Stručný popis akustických úprav	14
6.1 Místnost č. 101 (1.NP) - Kavárna	14
6.2 Místnost č. 201 (2.NP) – Ateliér.....	14
6.3 Místnost č. 301 (3.NP) – Výstavní prostor.....	15
6.4 Navrhované množství akustických panelů.....	15
7. Závěr	16
8. Použité podklady	18
9. Přílohy	18

1. Úvod

Předmětem této zprávy je návrh akustických úprav následujících prostorů kulturního centra Linserka v Liberci:

- 101 – Kavárna
- 201 – Ateliér (víceúčelový prostor)
- 301- Výstavní prostor

V uvedených prostorech jsou navrženy akustické úpravy za účelem dosažení vhodných akustických podmínek – vhodné doby dozvuku.

Součástí zprávy je rovněž stanovení doporučených tolerancí doby dozvuku na základě technické normy ČSN 73 0527, odborných doporučení a zkušeností z obdobných realizací.

Nutno uvést, že požadavky této normy na dobu dozvuku T v posuzovaných prostorech nejsou sice v tomto případě z hlediska legislativy závazné, ale doporučení uvedená v normě poslouží jako vhodná reference.

Snížením doby dozvuku obecně dochází ke zlepšení srozumitelnosti konverzace a k omezení nežádoucích přeslechů a odrazů zvuku, což má za důsledek zlepšení celkově vnímaného akustického komfortu a kvality vnitřního prostředí obecně.

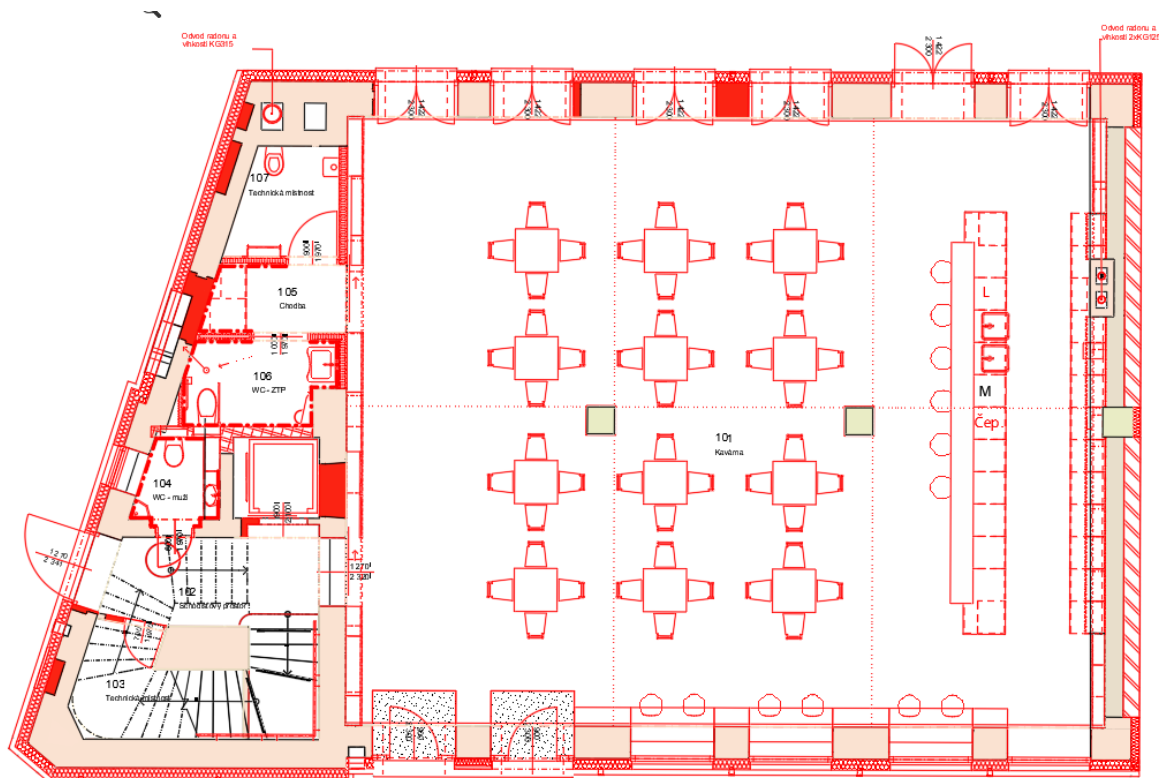
Zlepšením vnitřního akustického komfortu, tj. snížením doby dozvuku navíc většinou dochází i k dílčímu poklesu hladin zvuku v prostoru a tím k redukci nežádoucího rušení sousedních prostorů hlukem. Díky lepší akustice zpravidla není nutné pro zajištění odpovídajícího posluchačského vjemu provozovat ozvučovací systém na tak vysokých hlasitostních úrovních, jako v prostoru bez akustických úprav.

Cílem následného návrhu prostorové akustiky bude se těmito doporučeným hodnotám přiblížit.

2. Stručný popis řešených prostorů

2.1 Místnost č. 101 (1.NP) - Kavárna

Půdorys kavárny má obdélníkový tvar, viz půdorys a vizualizace prostoru na obrázku obr. 1.



Obr. 1 – Půdorys kavárny.

Základní rozměry kavárny dle dodané projektové dokumentace jsou uvedeny v následující tabulce – tab. 1.

Základní rozměry kavárny	
Délka místnosti	14,1 m
Šířka místnosti	11,3 m
Plocha podlahy	159,3 m ²
Výška stropu	4,41 m
Objem místnosti	732,1 m³
Celková plocha všech stěn obepínající místnost	713,7 m²

Tab. 1 – Základní rozměry kavárny.

Strop místnosti je železobetonový s železobetonovými trámy. Z akustického hlediska se jedná o odrazivé plochy.

5

Základní rozměry ateliéru dle dodané projektové dokumentace jsou uvedeny v následující tabulce – tab. 2.

Základní rozměry ateliéru	
Délka místnosti	14,1 m
Šířka místnosti	11,3 m
Plocha podlahy	159,3 m ²
Výška stropu	4,0 m
Objem místnosti	657,1 m³
Celková plocha všech stěn obepínající místnost	669,9 m²

Tab. 2 – Základní rozměry ateliéru.

Strop místnosti je železobetonový s železobetonovými trámy. Z akustického hlediska se jedná o odrazivé plochy.

Do ploch stěn jsou zahrnuty plochy oken a dveří s dvojitým zasklením, dále jedna dřevěná boční stěna.

Zbýlá plocha stěn se uvažuje obecně jako odrazivá plocha.

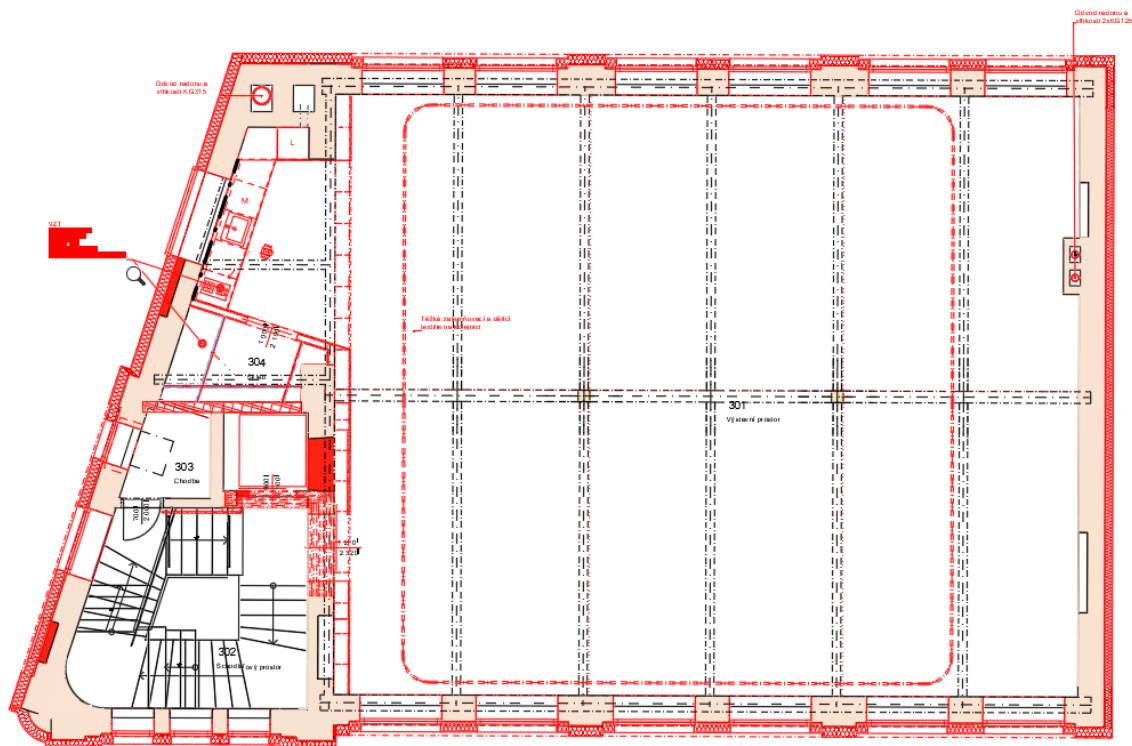
Podlahová plocha je v celé části místnosti tvořena epoxidovou stěrkou, tedy obecně zvukově odrazivá.

V prostoru se počítá s obsazeností cca 50 osob.

Tato místnost se dle normy z hlediska stanovení doporučené hodnoty optimální doby dozvuku (viz kapitola 3) uvažuje dle normy jako prostor *víceúčelového sálu s převažujícím mluveným slovem bez ozvučení*.

2.3 Místnost č. 301 (3.NP) – Výstavní prostor

Půdorys sálu výstavního prostoru má obdélníkový tvar. K sálu je připojen kuchyňský kout, viz půdorys a vizualizace prostoru na obrázcích *obr. 3 a 4*.



Obr. 3 – Půdorys výstavního prostoru.



Obr. 4 – Vizualizace výstavního prostoru – kuchyňský kout.

Základní rozměry výstavního prostoru dle dodané projektové dokumentace jsou uvedeny v následující tabulce – *tab. 3*.

Základní rozměry výstavního prostoru	
Délka sálu	14,1 m
Šířka sálu	11,3 m
Plocha podlahy sálu	159,3 m ²
Plocha podlahy kuchyňského koutu	8,4 m ²
Výška stropu sálu (elevace)	3,6 – 4,0 m
Výška stropu kuchyňského koutu	3,0 m
Objem místnosti	653,6 m³
Celková plocha všech stěn obepínající místnost	683,0 m²

Tab. 3 – Základní rozměry výstavního prostoru.

Strop sálu je železobetonový s železobetonovými trámy. Z akustického hlediska se jedná o odrazivé plochy.

Do ploch stěn jsou zahrnuty :

- plochy oken a dveří s dvojitým zasklením
- dřevěná boční stěna sálu
- dřevěné boční stěny v kuchyňském koutu
- dřevěná kuchyňská linka
- plocha okna v kuchyňském koutu

Zbylá plocha stěn se uvažuje obecně jako odrazivá plocha.

Podlahová plocha je v celé části místnosti tvořena epoxidovou stěrkou, tedy obecně zvukově odrazivá.

V prostoru se počítá s obsazeností cca 50 osob.

Tato místnost se dle normy z hlediska stanovení doporučené hodnoty poměru A/V (po přepočtu doporučené doby dozvuku) (viz *kapitola 3*) uvažuje jako *výstavní prostor*.

3. Požadavky normy na optimální dobu dozvuku nebo doporučený poměr A/V.

3.1 Místnost č. 101 (1.NP) - Kavárna

Akustické požadavky na snížení hlučnosti pro prostory typu *restaurace a kavárny* udává norma pomocí frekvenční závislosti poměru A/V, kde A je celková ekvivalentní pohltivá plocha uvažovaného prostoru a V je objem uvažovaného prostoru.

Doporučený poměr A/V je stanoven v závislosti na světlé výšce řešeného prostoru h podle vztahu /1/:

$$A/V \geq \frac{1}{2,49 + 4,69 \cdot \log(h)} \quad /1/$$

Konkrétní požadavek dle normy pro náš případ kavárny (objem V = cca 732,1 m³) je tedy tento:

$$A/V \geq 0,18 \quad /2/$$

Pro posouzení akustických požadavků pomocí optimální doby dozvuku T_0 provedeme její přepočet z poměru A/V na základě Sabinova vztahu:

$$T_0 \leq 0,163 \cdot (A/V)^{-1} \text{ (s)} \quad /3/$$

Pro náš případ kavárny je optimální doba dozvuku T_0 doporučená normou tedy tato:

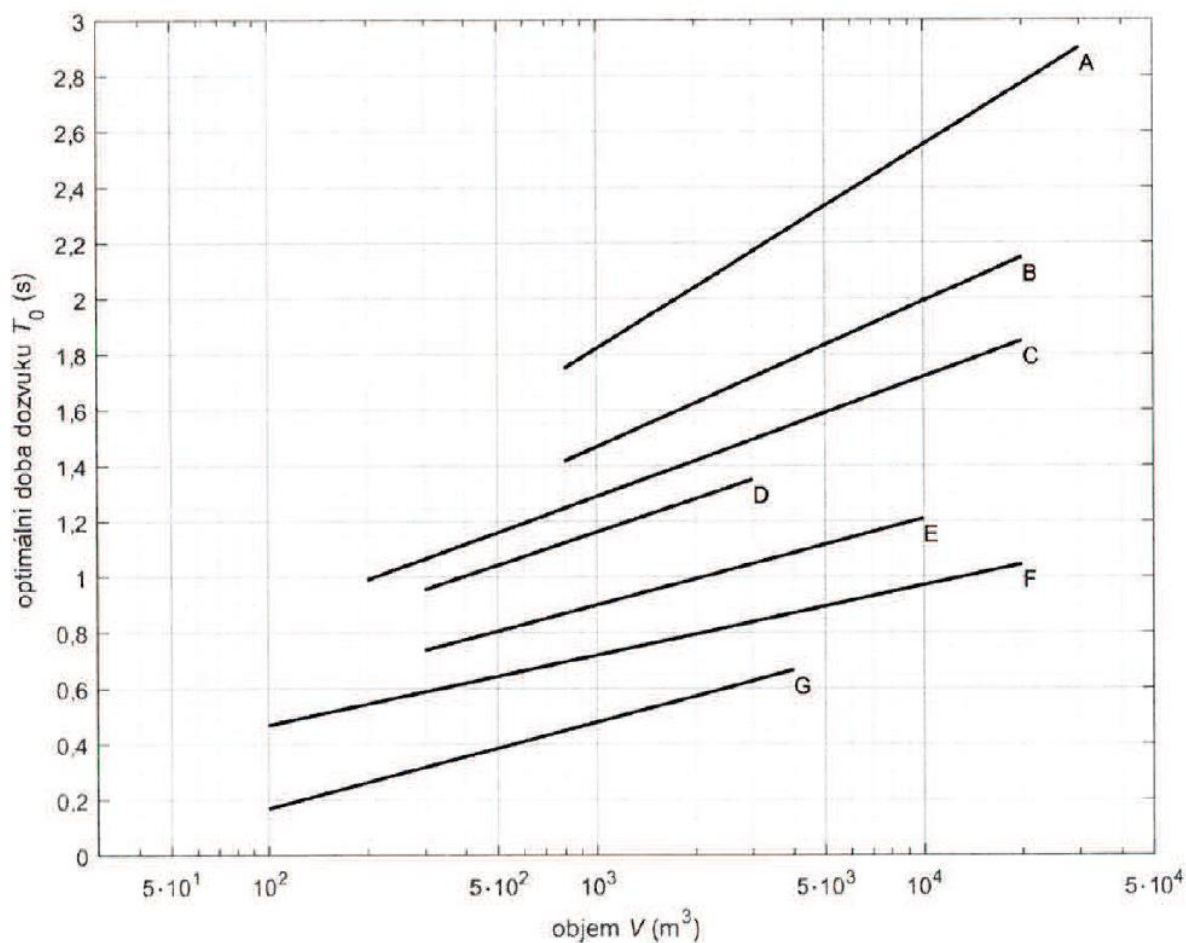
$$T_0 \leq 0,9 \text{ (s)} \quad /4/$$

3.2 Místnost č. 201 (2.NP) – Ateliér

Pro stanovení doporučených hodnot pro prostory typu *víceúčelový sál pro produkci mluveného slova i hudby, a to jak v ozvučeném, tak neozvučeném stavu* norma stanovuje optimální dobu dozvuku T_0 .

Optimální doba dozvuku T_0 se stanoví podle objemu místnosti a způsobu využití z následujícího normou udávaného obrázku (viz obr. 5) a vztahu /5/.

Pro náš uvažovaný prostor víceúčelového sálu platí křivka E (resp. F pro stav s ozvučením) na obrázku 5 a vztah /5/.



Obr. 5 – Závislost optimální doby dozvuku T_0 (s) pro kmitočet 1000 Hz na objemu V (m³) uzavřeného prostoru.

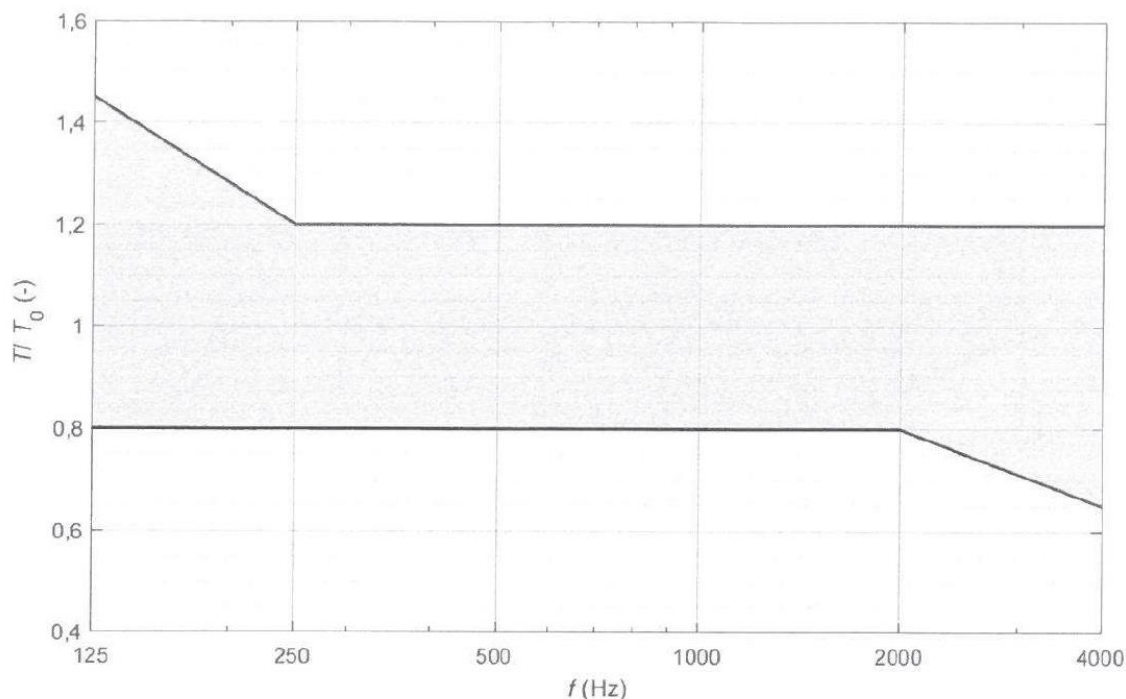
$$T_0 = 0,25 \cdot \log V - 0,03 \text{ (s)} \quad /5/$$

Konkrétní doporučení dle normy pro náš případ víceúčelového sálu (objem $V = \text{cca } 657,1 \text{ m}^3$) je tedy tento:

$$T_0 = 0,84 \text{ (s)} - \text{neozvučený stav}$$

$$T_0 = 0,65 \text{ (s)} - \text{ozvučený stav} \quad /6/$$

Frekvenční průběh doby dozvuku by měl v uvažovaném prostoru víceúčelového sálu podle doporučení normy probíhat v rozsahu od 125 Hz do 4 kHz uvnitř tolerančního pásma dle normy – viz obr. 6.



Obr. 6 - Příпустné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 sálu v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma.

3.3 Místnost č. 301 (3.NP) – výstavní prostor

Akustické požadavky na snížení hlučnosti pro prostory typu *výstavní prostory* udává norma pomocí frekvenční závislosti poměru A/V , kde A je celková ekvivalentní pohltivá plocha uvažovaného prostoru a V je objem uvažovaného prostoru.

Doporučený poměr A/V je stanoven v závislosti na světlé výšce řešeného prostoru h podle vztahu /7/:

$$A/V \geq \frac{1}{4,8 + 4,69 \cdot \log(h)} \quad /7/$$

Konkrétní doporučení dle normy pro náš případ výstavního prostoru (objem $V = \text{cca } 732,1 \text{ m}^3$) je tedy tento:

$$A/V \geq 0,13 \quad /8/$$

Pro posouzení akustických požadavků pomocí optimální doby dozvuku T_0 provedeme její výpočet na základě Sabinova vztahu :

$$T_0 \leq 0,163 \cdot (A/V)^{-1} \text{ (s)} \quad /9/$$

Pro náš případ kavárny je optimální doba dozvuku T_0 tedy tato:

$$T_o \leq 1,24 \text{ (s)} \quad /10/$$

4. Výpočet doby dozvuku

Výpočet doby dozvuku pro uvažované prostory byl proveden empiricky dle ČSN 73 0525 podle Eyringova vztahu:

$$T_E = \frac{0,163 \cdot V}{-S \cdot \ln(1 - \alpha_s) + 4mV} \text{ (s)} \quad /11/$$

kde V ... objem místnosti
 S ... celková plocha ohraničujících stěn místnosti
 α_s ... střední činitel zvukové pohltivosti (-)
 m ... činitel útlumu zvuku při šíření ve vzduchu

Střední činitel zvukové pohltivosti vypočteme podle vztahu:

$$\alpha_s = \frac{\sum S_i \cdot \alpha_i}{S} \text{ (-)} \quad /12/$$

kde S_i ... je dílčí pohltivá plocha (m²)
 α_i ... činitel zvukové pohltivosti dílčí plochy (-)

Výpočet doby dozvuku byl proveden podle ČSN 73 0525 a ČSN 73 0527 v oktávových pásmech se středními frekvencemi 125 Hz až 4 kHz. Cílová doba dozvuku T_o byla volena v souladu s požadavky v kapitole 3.

Výsledky výpočtů doby dozvuku pro navrhované akustické úpravy (viz kapitola 6) sálu jsou uvedeny v grafech v příloze 1 - 3.

Činitele zvukové pohltivosti α vstupující do výpočtů byly stanoveny na základě odborné literatury, firemních údajů a provedených měření stejných nebo podobných akustických materiálů a prvků.

5. Materiály pro akustickou úpravu

5.1 Akustické úpravy stropu

Pro stropní akustické úpravy jsou uvažovány následující akustické prvky.

SZP – stropní závěsný liniový prvek

Technický popis:

- Akustický volně svěšený prvek na minerální bázi.
- Rozměry : 1200 x 200 x 40 mm.
- Jde o prvek, který je nezávisle od ostatních prvků svěšen na určitou úroveň od stropu.
- Činitel zvukové pohltivosti zejména v oblasti středních a vyšších frekvencí.

Referenční výrobek: EKOLA group – ISONIC 20

5.2 Akustické úpravy stěn

ZA – závěs

Technický popis:

- Plošná hmotnost: min. 250 g/m² , nařasení min. 1,5

6. Stručný popis akustických úprav

6.1 Místnost č. 101 (1.NP) - Kavárna

Stropní závěsné liniové prvky

224 kusů závěsných liniových prvků **SZP** (popis viz *kap. 5.1*) volně svěšených od stropu.

Rozložení ve 28 řadách po 8 kusech v řadě (4 řady mezi příčnými stropními trámy – rozteč řady 1-2 a 3-4 SZP prvků 200 mm).

Hodnoty zvukové pohltivosti uváděny pro jeden prvek 1200 mm x 200 mm, při rozteči prvků 200 mm jsou uvedeny v následující *tabulce 4*.

Činitel zvukové pohltivosti alfa					
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
0,3	0,4	0,45	0,8	0,85	0,75

Tab. 4 – Činitel zvukové pohltivosti 1 m² SZP prvků při svěšení 200 mm.

6.2 Místnost č. 201 (2.NP) – Ateliér

Stropní závěsné liniové prvky

224 kusů závěsných liniových prvků **SZP** (popis viz *kap. 5.1*) volně svěšených od stropu.

Rozložení ve 28 řadách po 8 kusech v řadě (4 řad mezi příčnými stropními trámy - rozteč řady 1-2 a 3-4 SZP prvků 200 mm).

Hodnoty zvukové pohltivosti uváděny na 1m² prvků 1200 mm x 200 mm s roztečí 200 mm jsou uvedeny v následující *tabulce 1*.

Akustické úpravy stěn – Varianta 1

Závěs těžký našasený shrnutý na cca 15% celkové délky.

Hodnoty zvukové pohltivosti uváděny na 1m² těžkého závěsu shrnutého na 15% celkové délky jsou uvedeny v následující *tabulce 5*.

Činitel zvukové pohltivosti alfa					
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
0,4	0,7	0,9	0,95	0,95	0,95

Tab. 5 – Činitel zvukové pohltivosti 1 m² závěsu shrnutého na 15% celkové délky.

Akustické úpravy stěn – Varianta 2

Závěs těžký nařasený roztažený na 100% celkové délky.

Hodnoty zvukové pohltivosti uváděny na 1 m² těžkého závěsu roztaženého na 100% celkové délky jsou uvedeny v následující tabulce 6.

Činitel zvukové pohltivosti alfa					
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
0,3	0,5	0,7	0,8	0,8	0,8

Tab. 6 – Činitel zvukové pohltivosti 1 m² závěsu roztaženého na 100% celkové délky.

6.3 Místnost č. 301 (3.NP) – Výstavní prostor

Akustické úpravy stěn – Varianta 1

Závěs těžký nařasený shrnutý na cca 15% celkové délky.

Akustické úpravy stěn – Varianta 2

Závěs těžký nařasený roztažený na 100% celkové délky.

6.4 Navrhované množství akustických panelů

Akustický prvek	Počet kusů / m ²
Akustické stropní panely SZP (1200 x 200 mm, tl. 40 mm)	448 ks
Závěs těžký nařasený (plošná hmotnost min 250 g/m ²) Uvedená plocha je včetně 50% nařasení.	320 m ²

7. Závěr

Cílem akustických úprav je snížení doby dozvuku, které má za následek rovněž zlepšení srozumitelnosti. Tyto akustické faktory mají vliv na zlepšení akustického komfortu ve sledovaných prostorech.

Výsledky výpočtů akustických návrhů jednotlivých místností kulturního centra jsou uvedeny v přílohách 1 – 3.

Místnost č. 101 - Kavárna

Vypočítané frekvenční závislosti doby dozvuku pro kavárnu jsou uvedeny v grafech v příloze 1.

Červeně je vyznačena vypočítaná frekvenční závislost doby dozvuku v akusticky neupraveném stavu (bez stropních prvků).

Oranžově je vyznačena vypočítaná frekvenční závislost doby dozvuku v akusticky upraveném stavu (se stropními prvky).

Čárkovaně je naznačena maximální normou doporučená hodnota doby dozvuku.

Realizací navržených akustických úprav v prostoru kavárny viz výše dojde k výrazné korekci předpokládané doby dozvuku zejména ve frekvencích kritických pro srozumitelnost řeči (tj. 500 Hz až 4 kHz). Tím dojde ke snížení celkově vnímané hlučnosti prostoru, zlepšení srozumitelnosti a rovněž omezení tzv. restauračního efektu, ke kterému dochází v akusticky neupravených veřejných prostorech.

Požadavky předmětné normy nejsou v tomto prostoru zcela splněny, nutno však dodat, že pro prostor tohoto typu není daná norma legislativně závazná a slouží pouze jako doporučení a vhodná reference při navrhování.

Dosažením výsledné doby dozvuku kolem cca 1,0 s se předpokládá vytvoření dostatečně akusticky komfortního prostředí s ohledem na primární funkci prostoru jako kavárna/restaurace.

Místnost č. 201 - Ateliér

Vypočítané frekvenční závislosti doby dozvuku pro ateliér jsou uvedeny v grafech v příloze 2.

Červeně je vyznačena vypočítaná frekvenční závislost doby dozvuku v akusticky neupraveném stavu (bez stropních prvků a závěsu).

Oranžově je vyznačena vypočítaná frekvenční závislost doby dozvuku v akusticky upraveném stavu ve variantě 1 (stropní prvky + závěs shrnutý na cca 15% celkové délky).

Modře je vyznačena vypočítaná frekvenční závislost doby dozvuku v akusticky upraveném stavu ve variantě 2 (stropní prvky + závěs roztažený na 100% celkové délky).

Čárkovaně je naznačeno normou doporučené toleranční pásmo pro optimální dobu dozvuku.

Realizací navržených akustických úprav v prostoru ateliéru viz výše dojde ke korekci předpokládané doby dozvuku v celém sledovaném frekvenčním spektru. Tím dojde ke snížení celkově vnímané hlučnosti prostoru a zlepšení srozumitelnosti.

Použití akustických závěsů dává možnosti variabilních úprav akustiky prostoru s ohledem na charakter a nároky konkrétních pořádaných akcí a umožňují korigovat výslednou dobu dozvuku v mezích doporučených normou pro produkce hudby i mluveného slova, a to jak v ozvučeném, tak neozvučeném stavu.

Díličí nesplnění normových tolerancí na nízkých frekvencích není s ohledem na její nezávažnost pro tento typ prostoru na závadu. I pro navrhované hodnoty doby dozvuku se předpokládá dostatečná úroveň akustického komfortu pro nejrůznější pořádané akce.

V případě uživatelského požadavku na další vylepšení akustických parametrů prostoru na nízkých frekvencích je možné na základě odborné akustické studie tento prostor v budoucnu dodatečně vybavit větším množstvím širokopásmových a speciálních nízkotónových akustických prvků, které zajistí korekci doby dozvuku i na nízkých frekvencích do doporučených tolerančních mezí.

Místnost č. 301 – Výstavní prostor

Vypočítané frekvenční závislosti doby dozvuku pro ateliér jsou uvedeny v grafech v příloze 3.

Červeně je vyznačena vypočítaná frekvenční závislost doby dozvuku v akusticky neupraveném stavu (bez závěsu).

Oranžově je vyznačena vypočítaná frekvenční závislost doby dozvuku v akusticky upraveném stavu ve variantě 1 (závěs shrnutý na cca 15% celkové délky).

Modře je vyznačena vypočítaná frekvenční závislost doby dozvuku v akusticky upraveném stavu ve variantě 2 (závěs roztážený na 100% celkové délky).

Čárkovaně je naznačena maximální normou doporučená hodnota doby dozvuku.

Realizací navržených akustických úprav ve výstavním prostoru viz výše dojde ke korekci předpokládané doby dozvuku v celém sledovaném frekvenčním spektru. Tím dojde ke snížení celkově vnímané hlučnosti prostoru a zlepšení srozumitelnosti.

Použití akustických závěsů dává možnosti variabilních úprav akustiky prostoru s ohledem na charakter a nároky konkrétních pořádaných akcí.

Poznámka:

Požadavky předmětné normy ČSN 73 0327 na dobu dozvuku T v posuzovaných prostorech nejsou v tomto případě z hlediska legislativy závazné, ale doporučení uvedená v normě poslouží jako vhodná reference.

Snížením doby dozvuku obecně dochází ke zlepšení srozumitelnosti konverzace a k omezení nežádoucích přeslechů a odrazů zvuku, což má za důsledek zlepšení celkově vnímaného akustického komfortu a kvality vnitřního prostředí obecně.

Drobné odchylky doby dozvuku směrem dolů od tolerančních mezí nejsou na škodu. Nižší doby dozvuku zpravidla způsobuje jen lepší srozumitelnost řeči a nižší vnímanou hlučnost v dozvukovém poli.

8. Použité podklady

- /1/ Podklady poskytnuté objednatelem (půdorysy a řezy objektu, vizualizace)
- /2/ ČSN 73 0525 – Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady. 1998
- /3/ ČSN 73 0527 - Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely. (srpen 2013)

9. Přílohy

Příloha 1 – porovnání doby dozvuku kavárny (1.NP) bez AKU úprav a s navrhovanými AKU úpravami.

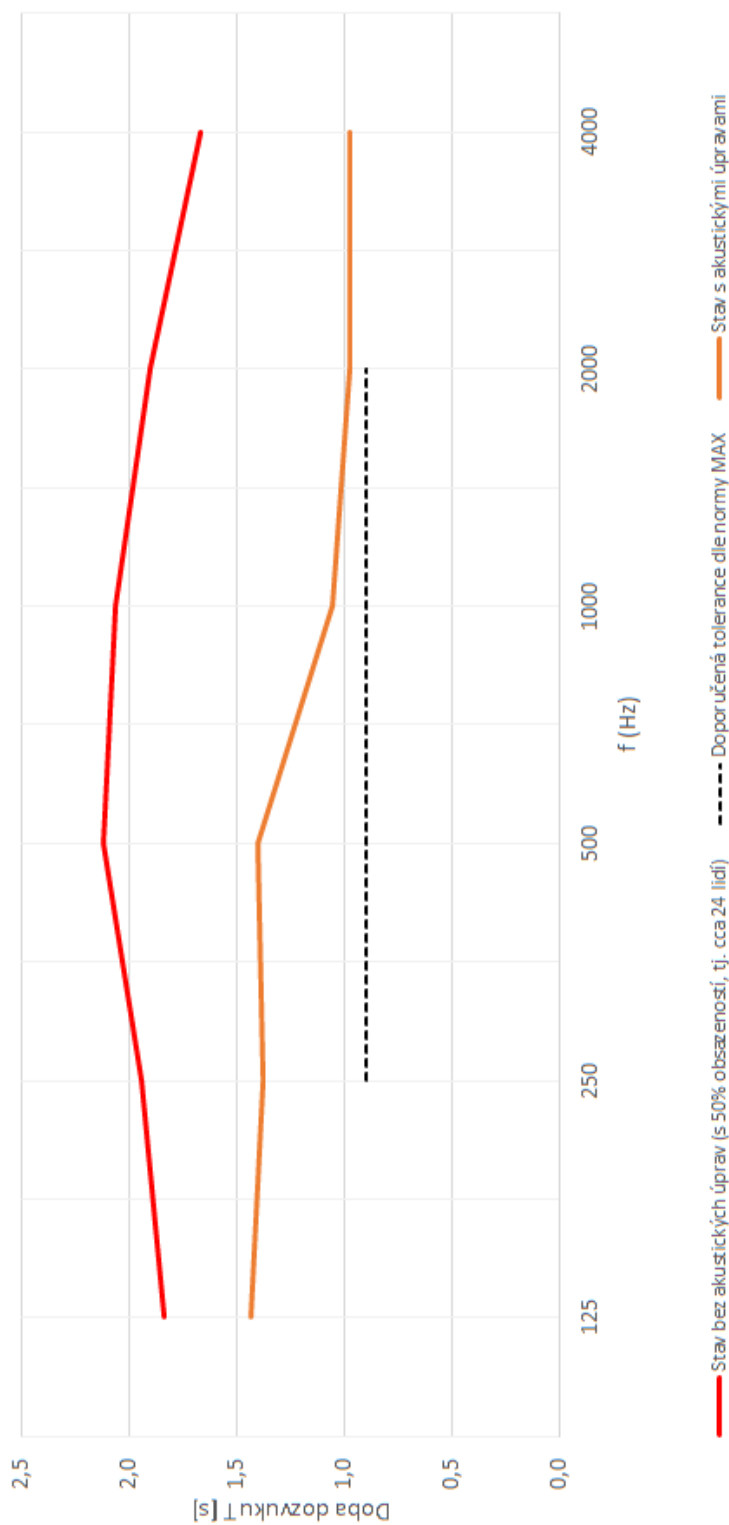
Příloha 2 – porovnání doby dozvuku ateliéru (2.NP) bez AKU úprav a s navrhovanými AKU úpravami.

Příloha 3 – porovnání doby dozvuku výstavního prostoru (3.NP) bez AKU úprav a s navrhovanými AKU úpravami.

Příloha 1 – porovnání doby dozvuku kavárny (1.NP) bez AKU úprav a s navrhovanými AKU úpravami.

KC Linserka - Kavárna 1.NP - porovnání doby dozvuku		f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Stav bez akustických úprav (s 50% obsazeností, tj. cca 24 lidí)			1,84	1,95	2,12	2,07	1,90	1,67
Stav s akustickými úpravami			1,44	1,37	1,40	1,06	0,98	0,97
Doporučená tolerance dle normy MAX				0,90	0,90	0,90	0,90	

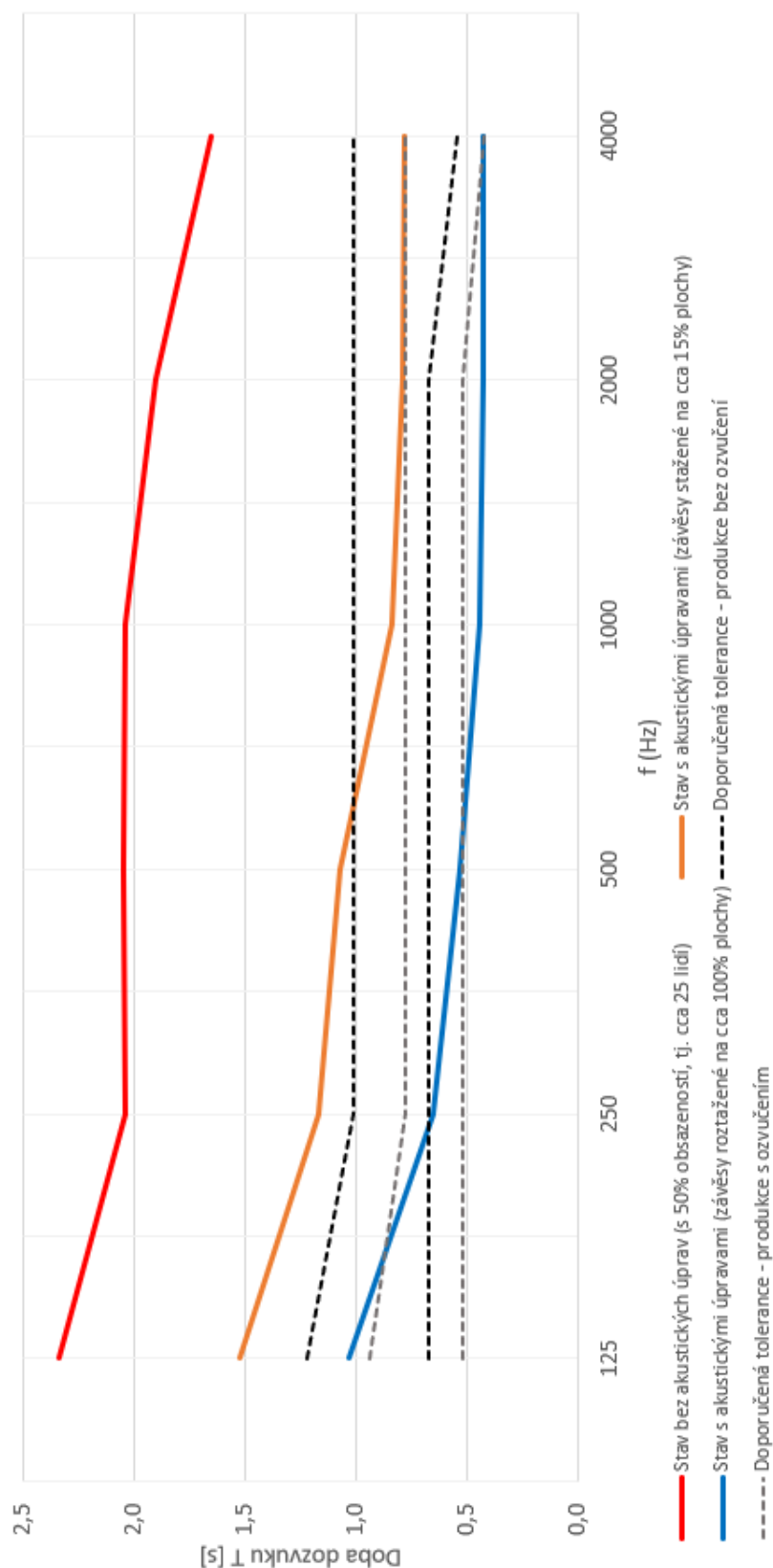
Porovnání doby dozvuku - KC Linserka - Kavárna 1.NP



Příloha 2 – porovnání doby dozvuku ateliéru (2.NP) bez AKU úprav a s navrhovanými AKU úpravami.

KC Linserka - Ateliér 2.NP - porovnání doby dozvuku	f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Stav bez akustických úprav (s 50% obsazeností, tj. cca 25 lidí)		2,34	2,04	2,05	2,04	1,90	1,66
Stav s akustickými úpravami (závěsy stažené na cca 15% plochy)		1,52	1,17	1,07	0,83	0,79	0,78
Stav s akustickými úpravami (závěsy roztažené na cca 100% plochy)		1,03	0,65	0,53	0,44	0,43	0,43
Doporučená tolerance - produkce bez ozvučení - MIN		0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,55
Doporučená tolerance - produkce bez ozvučení - MAX		1,22	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
Doporučená tolerance - produkce s ozvučením - MIN		0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,42
Doporučená tolerance - produkce s ozvučením - MAX		0,94	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78

Porovnání doby dozvuku - KC Linserka - Ateliér 2.NP



Příloha 3 – porovnání doby dozvuku výstavního prostoru (3.NP) bez AKU úprav a s navrhovanými AKU úpravami.

KC Linserka - Výstavní prostor 3.NP - porovnání doby dozvuku T		f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Stav bez akustických úprav (s 50% obsazeností, tj. cca 24 lidí)			2,27	1,99	2,00	1,99	1,86	1,63
Stav s akustickými úpravami (závěsy stažené na cca 15% plochy)			2,01	1,62	1,53	1,50	1,43	1,29
Stav s akustickými úpravami (závěsy roztažené na cca 100% plochy)			1,27	0,81	0,67	0,64	0,62	0,59
Tolerance MAX				1,24	1,24	1,24	1,24	

Porovnání doby dozvuku - KC Linserka - Výstavní prostor 3.NP

