

## ELABORAT ZAŠČITE PRED HRUPOM V STAVBAH

št. 02 / 2013

Investitor : **Mestna občina Ljubljana**  
Mestni trg 1, 1000 Ljubljana

Objekt: **Ena hiša** - Celovita ureditev območja Cukrарne in Ambroževega trga z nabrežjem Ljubljanice ter objekti upravnega središča (**Galerija Cukrarna**)

Raba stavbe po Uredbi o uporabi  
enotne klasifikacije vrst objektov      **CC - SI 12620**

Vrsta projektne dokumentacije:      **PGD**

Odgovorni vodja projekta:      **Marko Studen**, u.d.i.a.  
ZAPS – 1226 A

Izdelava eraborata :  
**POLYTECHNIC d.o.o., Lj.**  
direktor : **Peter Žargi**, u.d.i.a.

Avtor elaborata:  
**Savo Volovšek**, univ.inž. fiz.  
zanj : 

Kraj in datum izdelave elaborata:      Ljubljana, avgust 2013

## 1.0.0 UVOD

Elaborat obravnava zaščito pred hrupom objekta Galerija Cukrarna v Ljubljani.

Elaborat je v sklopu projekta arhitekture. Izdelan je v skladu z zahtevami Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah (Ur.l. RS št.10/2012) in na podlagi Tehnične smernice TSG - 1 - 005: 2012 - Zaščita stavb pred hrupom. Izjema je točka 7.0.0. - Zaščita pred hrupom obratovalne opreme, za katero ob času izdelave elaborata ni bilo potrebnih podatkov. Zato je ta točka izdelana v skladu s pravili stroke.

Pri izdelavi elaborata so razen navedenega pravilnika in tehnične smernice upoštevani še naslednji predpisi in standardi:

- Uredba o ocenjevanju in urejanju hrupa v okolju (Ur.l. RS št. 121/04).
- Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Ur.l. RS št. 105/05).
- Standardi SIST EN 12354 -1, SIST EN 12354 -2, SIST EN 12354 -3
- Pravilnika o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (Ur.l. RS št. 7/2001).
- Standard DIN 4109/1989 - Zvočna zaščita v visokogradnji, primeri izvedbe in računski postopki.

Elaborat je izdelan na osnovi projektne dokumentacije - projekta arhitekture, PGD, številka projekta 2013-04, avgust 2013, ki ga je izdelal SCAPELAB, laboratorij za prostorske operacije, d.o.o., Levstikov trg 4a, Ljubljana.

V elaboratu je ocenjena zvočna izolacija samo tistih konstrukcij obravnavane stavbe, za katere je ta predpisana s Pravilnikom o zaščiti pred hrupom v stavbah oziroma s Tehnično smernico TSG -1- 005: 2012. V skladu z določili navedenega pravilnika (10. člen) so v elaboratu opravljeni izračuni za tiste prostore in konstrukcije, kjer je pričakovati največji prenos zvoka.

V primerih, ko za izračun zvočne izolacije po standardih SIST EN 12354-1, SIST EN 12354 -2, in SIST EN 12354-3 ni potrebnih vhodnih podatkov, je ta ocenjena po standardu DIN 4109 (točka 0.2.2.6 Tehnične smernice TSG -1-005) ali po novejši strokovni literaturi: Fasold. W., Veres E., Schallschutz und Raumakustik in der Praxis, Huss-Medien Verlag Bauwesen, Berlin (točka 0.2.3 Tehnične smernice TSG -1- 005).

Podatki o hrupu v okolju obravnavane stavbe so povzeti po dokumentu: Odlok o občinskem prostorskem načrtu MOL – izvedbeni del (Ur.l. RS št. 78/10).

## 2.0.0. MEJNE VREDNOSTI ZVOČNE IZOLIRNOSTI IN RAVNI ZVOČNEGA TLAKA UDARNEGA ZVOKA

Obravnavani objekt sodi v kategorijo stavb, za katere so zahteve za minimalno vrednost ovrednotene zvočne izolirnosti  $R'_{w}$  oziroma standardne razlike zvočnih ravni  $D_{nt,w}$  in za maksimalne ravni zvočnega tlaka udarnega zvoka  $L'_{n,w}$  določene v preglednici 7, Tehnične smernice TSG -1- 005: 2012. Vrednosti se nanašajo na sklop notranjih ločilnih elementov, ki tvorijo ločilne konstrukcije.

### Preglednica 7

Poslovne in upravne stavbe, trgovske stavbe in stavbe za storitvene dejavnosti, postajna poslopja, terminali, muzeji in knjižnice (CC-SI 122 ,123,1241,1262)

Zap. št.	Funkcija ločilnega elementa	Izolacija (dB)	
7.1.	Stena med deli stavb različne namembnosti in prostori različnih uporabnikov	$R'_{w}$	52
7.2.	Stena brez vrat med prostori za zahtevno delo in sejnimi sobami, muzejskimi prostori, knjižnicami ter drugimi delovnimi prostori istega uporabnika	$R'_{w}$	48
7.3.	Stena brez vrat med drugimi delovnimi prostori istega uporabnika	$R'_{w}$	46
7.4.	Stena proti manj hrupni strojnic	$R'_{w}$	57
7.5.	Stena proti hrupni strojnic <sup>1</sup>	$R'_{w}$	6. člen
7.6.	Medetažne konstrukcije med poslovnimi, trgovskimi, postajnimi, terminalskimi, muzejskimi in knjižničnimi deli stavbe	$R'_{w}$ $L'_{n,w}$	52 58
7.7.	Medetažne konstrukcije med poslovnimi, trgovskimi, postajnimi, terminalskimi, muzejskimi in knjižničnimi deli stavbe in preddverji, hodniki, vhodnimi prostori ter podobnimi prostori nad njimi	$R'_{w}$ $L'_{n,w}$	52 53
7.8.	Medetažne konstrukcije med poslovnimi, trgovskimi, postajnimi, terminalskimi, muzejskimi in knjižničnimi deli stavbe in manj hrupnimi strojnicami pod njimi	$R'_{w}$ $L'_{n,w}$	57 58
7.9.	Medetažne konstrukcije med poslovnimi, trgovskimi, postajnimi, terminalskimi, muzejskimi in knjižničnimi deli stavbe in manj hrupnimi strojnicami nad njimi	$R'_{w}$ $L'_{n,w}$	57 43
7.10.	Medetažna konstrukcija proti zelo hrupnim strojnicam <sup>1</sup>	$R'_{w}$ $L'_{n,w}$	6. člen

<sup>1</sup> Pri novogradnjah hrupna strojnica ne sme mejiti na poslovne prostore in prostore, kjer se daljši čas zadržujejo uporabniki.

Za medetažno konstrukcijo med jazz klubom in pisarno nad njim veljata zahtevi iz preglednice 6:

6.5.	Medetažna konstrukcija med hrupno restavracijo in delom stavbe druge namembnosti ali različnih uporabnikov nad njo	$R'_{w}$ $L'_{n,w}$	57 58
------	--	------------------------	----------

### 3.0.0. MEJNE VREDNOSTI RAVNI HRUPA

#### 3.1.0. Mejne vrednosti kazalcev hrupa v okolju

Okolje v katerem stoji obravnavani objekt, sodi po v uvodu navedenem dokumentu v območje III. stopnje varstva pred hrupom, severni in zahodni del pa v območje IV. stopnje. Po Uredbi o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Ur.l. RS št. 105/05), so mejne vrednosti kazalcev hrupa:

- v območju III. stopnje:  $L_{noč} = 50 \text{ dB(A)}$  in  $L_{dvn} = 60 \text{ dB(A)}$
- v območju IV. stopnje:  $L_{noč} = 65 \text{ dB(A)}$  in  $L_{dvn} = 75 \text{ dB(A)}$

Za hrup, ki ga povzroča obrat ali naprava, so mejne vrednosti kazalcev hrupa:

- v območju III. stopnje varstva pred hrupom:

$$\begin{aligned} L_{dan} &= 58 \text{ dB(A)} \\ L_{večer} &= 53 \text{ dB(A)} \\ L_{noč} &= 48 \text{ dB(A)} \\ L_{dvn} &= 58 \text{ dB(A)} \end{aligned}$$

- v območju IV. stopnje varstva pred hrupom:

$$\begin{aligned} L_{dan} &= 73 \text{ dB(A)} \\ L_{večer} &= 68 \text{ dB(A)} \\ L_{noč} &= 63 \text{ dB(A)} \\ L_{dvn} &= 73 \text{ dB(A)} \end{aligned}$$

#### 3.2.0. Mejne vrednosti ravni hrupa v varovanih prostorih

Definicija varovanega prostora je v Tehnični smernici TSG - 1 - 005: 2012 ( točka 0.3.1.). Mejna vrednost ekvivalentne ravni  $L_{Aeq}$  hrupa iz okolja je za varovane prostore v obravnavani stavbi, določena v preglednici 2 Tehnične smernice in je 35 dB(A).

Mejna vrednost ravni hrupa  $L_{AFmax}$ , ki ga v varovanih prostorih povzroča obratovalna oprema, je določena v preglednici 3 Tehnične smernice in je 40 dB(A).

### 4.0.0. ZVOČNA IZOLACIJA OVOJA STAVBE

Pri opisu sestave ločilnih elementov so navedeni samo tisti podatki, od katerih je odvisna njihova zvočna izolacija.

#### 4.1.0. ZUNANJI POKONČNI LOČILNI ELEMENTI

##### 4.1.1. Zahodna fasadna stena

Sestava polnega dela fasadne stene:

zunanji apneni cementni omet	2,0 cm
obstoječa pretežno opečna stena (delno kamen – opeka)	80 – 150 cm
ojačitvena AB stena	30,0 cm
polnila iz ekstrudiranega polistirena	40 – 70 cm

- Izolirnost  $R'_w(C;C_{tr})$  fasadne stene (ocena po SIST 12354-1) je najmanj 80 (-2;-7) dB.
- Zvočna izolirnost  $R_w(C;C_{tr})$  oken je **najmanj 33 (-1;-5) dB**.
- Laboratorijska vrednost zvočne izolirnosti  $R_{w,P}(C;C_{tr})$  oken je **najmanj 35 (-1;- 5) dB**.
- Zvočna izolirnost  $R_w(C;C_{tr})$  dvojnih vhodnih vrat je **najmanj 35 (-1;- 5) dB**.

Izračunane vrednosti skupne zvočne izolirnosti fasadne stene (polne stene, oken in vrat):

- ovrednotena zvočna izolirnost:  $R'_w(C;C_{tr}) \geq 44 (-2;-7) \text{ dB}$   
 $R'_w + C_{tr} \geq 37 \text{ dB}$

- ovrednotena standardna razlika zvočnih ravni:  $D_{2m,nT,w}(C;C_{tr}) \geq 56 (-2;-7) \text{ dB}$   
 $D_{2m,nT,w} + C_{tr} \geq 49 \text{ dB}$

Izračun zvočne izolirnosti je na prilogi 1.

##### 4.1.2. Fasadne stene pisarne v 1. nadstropju

Sestava polnega dela fasadne stene:

zunanji apneni cementni omet	2,0 cm
obstoječa pretežno opečna stena (delno kamen – opeka)	80 – 150 cm
ojačitvena AB stena	30,0 cm
polnila iz ekstrudiranega polistirena	40 – 70 cm

- Izolirnost  $R'_w(C;C_{tr})$  fasadne stene (ocena po SIST 12354-1) je najmanj 80 (-2;-7) dB.
- Zvočna izolirnost  $R_w(C;C_{tr})$  oken je **najmanj 33 (-1;-5) dB**.
- Laboratorijska vrednost zvočne izolirnosti  $R_{w,P}(C;C_{tr})$  oken je **najmanj 35 (-1;- 5) dB**.

Izračunane vrednosti skupne zvočne izolirnosti fasadne stene (polne stene in oken):

- ovrednotena zvočna izolirnost:  $R'_w (C; C_{tr}) \geq 44 (-2;-7) \text{ dB}$

$$R'_w + C_{tr} \geq 37 \text{ dB}$$

- ovrednotena standardna razlika zvočnih ravni:  $D_{2m,nT,w} (C; C_{tr}) \geq 46 (-2;-7) \text{ dB}$

$$D_{2m,nT,w} + C_{tr} \geq 39 \text{ dB}$$

Izračun zvočne izolirnosti je na prilogi 2.

#### 4.2.0. ZUNANJI VODORAVNI LOČILNI ELEMENTI

##### 4.2.1. Poševna streha na vseh traktih

Sestava strehe:

opečni bobrovec	3,0 cm
obletvanje in kontra-letve	7,0 cm
varovalna kritina	
mineralna volna	38,0 cm
nizkoprofilna jeklena pocinkana pločevina 0,88 mm	6,0 cm
zračni prostor	5,0 cm
gipskartonske plošče 2x1,25 cm	2,5 cm

Ovrednotena zvočna izolirnost  $R'_w$  strehe, ocenjena po podatkih iz strokovne literature je najmanj 36 dB. Korekcija za spektralno prilagoditev  $C_{tr}$  je po oceni -3 dB.

$$R'_w + C_{tr} \geq 33 \text{ dB}.$$

#### 4.3.0. IZRAČUN RAVNI HRUPA V VAROVANIH PROSTORIH IN OCENA ZVOČNE IZOLIRNOSTI OVOJA STAVBE

Kakor je navedeno v točki 3.1.0. upoštevamo pri izračunu zvočne izolirnosti ovoja stavbe oz. ravni hrupa v varovanih prostorih kazalec hrupa v okolju  $L_{dan} = 60 \text{ dB(A)}$ , pri severni in zahodni fasadi pa  $L_{dan} = 75 \text{ dB(A)}$ ,

Raven hrupa v varovanem prostoru določimo z enačbo:

$$L_{notri} = L_{zunaj,2m} - (R'_{w,f} + C_{tr,f}) + 10 \cdot \log\left(\frac{S_f}{A}\right) - \Delta L_{fs}$$

kjer so:

$L_{notri}$  - raven hrupa v varovanem prostoru,

$L_{zunaj,2m}$  - raven hrupa 2 m od fasade na zunanj strani,

$R'_{wf}$  - zvočna izolirnost dela fasade, ki pripada varovanemu prostoru,

$S_f$  - površina dela fasade, ki pripada varovanemu prostoru,

- $A$  - ekvivalentna absorpcijska površina varovanega prostora,  
 $C_{tr}$  - korekcija za spektralno prilagoditev skladno s standardom SIST EN ISO 717-1,  
 $\Delta L_{fs}$  - korekcija zaradi vpliva oblike fasade, skladno s standardom SIST EN 12354-3.

#### 4.3.1. Raven hrupa v prostoru razstavišča (hrup skozi zahodno fasado)

Vhodni podatki:

- zunanja raven hrupa: 75 dB(A),
- ovrednotena zvočna izolirnost fasadne stene (s korekcijo  $C_{tr}$ ): 37,0 dB,
- površina fasade, ki pripada varovanemu prostoru: 321 m<sup>2</sup>,
- ekvivalentna absorpcijska površina prostora: 1348 m<sup>2</sup>,
- korekcija zaradi vpliva oblike fasade 0 dB.

Raven hrupa, ki bo prihajal skozi zahodno fasadno steno, bo v prostoru razstavišča:

$$L_{notri} = 75 - 37 + 10 \cdot \log 321/1345 = 31,8 \text{ dB(A)}$$

#### 4.3.2. Raven hrupa v pisarni v 1. nadstropju (hrup skozi fasadne stene)

Vhodni podatki:

- zunanja raven hrupa: 60 dB(A),
- ovrednotena zvočna izolirnost fasadne stene (s korekcijo  $C_{tr}$ ): 37,0 dB,
- površina fasad, ki pripadajo varovanemu prostoru: 156 m<sup>2</sup>,
- prostornina pisarne: 672 m<sup>3</sup>
- odmevni čas: 0,7 s
- ekvivalentna absorpcijska površina prostora: 156,5 m<sup>2</sup>,
- korekcija zaradi vpliva oblike fasade 0 dB.

Raven hrupa, ki bo prihajal skozi fasadne stene, bo v prostoru pisarne:

$$L_{notri} = 60 - 37 + 10 \cdot \log 156/156,5 = 23,0 \text{ dB(A)}$$

#### 4.3.3. Raven hrupa, ki bo prihajal skozi streho

Če upoštevamo razdaljo strehe od virov hrup (cest) in obliko strehe, raven hrupa nad streho ne bo presegala 65 dB(A). Glede na ocenjeno zvočno izolirnost strehe ( $R'_w + C_{tr} \geq 33 \text{ dB}$ ), raven hrupa, ki bo prihajal skozi streho, ne bo presegala 32 dB(A).

### 4.4.0. OCENA ZVOČNE IZOLACIJE OVOJA STAVBE

Iz rezultatov v točkah 4.3.1., 4.3.2. in 4.3.3. je razvidno, da zvočna izolacija zunanjih ločilnih elementov obravnavane stavbe ustreza zahtevam in da raven hrupa, ki bo iz okolice prihajal v varovane prostore, ne bo presegala dovoljenih mejnih ravni.

## 5.0.0. ZAŠČITA PRED HRUPOM V STAVBI

Pri opisu sestave ločilnih elementov so navedeni samo tisti podatki, od katerih je odvisna njihova zvočna izolacija.

### 5.1.0. NOTRANJI POKONČNI LOČILNI ELEMENTI

#### 5.1.1. Stene, ki ograjujejo galerijske kubuse v nadstropjih in prostor knjigarne v medetaži

Sestava sten:

gipskartonske plošče 2 x 1,25 cm	2,5 cm
podkonstrukcija iz profilov CW 100, vmes 8 cm mineralne volne, ( $r \geq 5 \text{ kPa.s/m}^2$ )	10,0 cm
gipskartonske plošče 2 x 1,25 cm	2,5 cm

Projektna vrednost ovrednotene zvočne izolirnosti:  $R'_w = 48 \text{ dB}$

Računska vrednost zvočne izolirnosti po standardu DIN 4109 (tabela 23, št. 11):

$$R'_{w,R} = 56 \text{ dB}$$

Izračunane vrednosti:

- ovrednotena zvočna izolirnost:  $R'_w = 56 \text{ dB}$
- ovrednotena standardna razlika zvočnih ravni:  $D_{nT,w} = 61 \text{ dB}$

Izračun je na prilogi 3.

Stena prostora knjigarne v medetaži je zastekljena, laboratorijska vrednost zvočne izolirnosti  $R_{w,P}$  zasteklitve **mora biti najmanj 49 dB**.

Izračunane vrednosti zvočne izolirnosti zastekljene stene:

- ovrednotena zvočna izolirnost:  $R'_w = 48 \text{ dB}$
- ovrednotena standardna razlika zvočnih ravni:  $D_{nT,w} = 51 \text{ dB}$

Izračun je na prilogi 4.

Ocena zvočne izolirnosti sten galerijskih kubusov in knjigarne:

Zvočna izolirnost ustreza zahtevam Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah.

### 5.2.0. NOTRANJI VODORAVNI LOČILNI ELEMENTI

**5.2.1. Medetažna konstrukcija med prostorom razstavišča v pritličju in delavnico v kleti (P1)**

**5.2.2.**

Sestava medetažne konstrukcije:

epoksidno-cementni večplastni premaz	0,7 cm
mikroarmiran beton	6,3 cm
mikroarmiran beton	6,0 cm
ločilni sloj in izolacija pred udarnim zvokom* npr. AECOSILENT UNDER	1,1 cm
ekstrudirani polistiren	6,0 cm
TT plošča nad kletjo	7,0 cm

\* Dinamična togost s' sloja izolacije pred udarnim zvokom mora biti  $s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$ .

Projektna vrednost ovrednotene zvočne izolirnosti:  $R'_w = 52 \text{ dB}$

Projektna vrednost ovrednotene normirane ravni zvočnega tlaka udarnega zvoka:

$$L'_{n,w} = 58 \text{ dB}$$

Izračunane vrednosti zvočne izolacije:

- ovrednotena zvočna izolirnost:  $R'_w = 55 \text{ dB}$

- ovrednotena normirana raven zvočnega tlaka udarnega zvoka :  $L'_{n,w} = 50 \text{ dB}$

Izračuna zvočne izolirnosti in ravni zvočnega tlaka udarnega zvoka sta na prilogah 5 in 6.

Ocena zvočne izolirnosti:

Zvočna izolirnost ustreza zahtevam Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah.

**5.2.3. Medetažna konstrukcija med prostorom razstavišča v pritličju in strojnico v kleti (P1+ST1)**

Sestava medetažne konstrukcije:

epoksidno-cementni večplasni premaz	0,7 cm
mikroarmiran beton	6,3 cm
mikroarmiran beton	6,0 cm
ločilni sloj in izolacija pred udarnim zvokom*	1,1 cm
npr. AECOSILENT UNDER	
ekstrudirani polistiren	6,0 cm
Π plošča nad kletjo	7,0 cm
stropna zvočno izolacijska obloga ST1 pod rebri:	
medprostor z mineralno volno 5 cm ( $r \geq 5 \text{ kPa.s/m}^2$ )	80,0 cm
gipskartonska plošča	1,5 cm

\* Dinamična togost s' sloja izolacije pred udarnim zvokom mora biti  $s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$ .

Projektna vrednost ovrednotene zvočne izolirnosti:  $R'_w = 57 \text{ dB}$

Projektna vrednost ovrednotene normirane ravni zvočnega tlaka udarnega zvoka:

$$L'_{n,w} = 58 \text{ dB}$$

Izračunane vrednosti zvočne izolacije:

- ovrednotena zvočna izolirnost:  $R'_w = 63 \text{ dB}$

- ovrednotena normirana raven zvočnega tlaka udarnega zvoka :  $L'_{n,w} = 50 \text{ dB}$

Izračuna zvočne izolirnosti in ravni zvočnega tlaka udarnega zvoka sta na prilogah 7 in 8.

Ocena zvočne izolirnosti:

Zvočna izolirnost ustreza zahtevam Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah.

#### 5.2.4. Medetažna konstrukcija med galerijami (N1)

Sestava medetažne konstrukcije:

samorazlivna epoksidna masa	0,2 cm
mikroarmiran beton	6,0 cm
ločilni sloj in izolacija pred udarnim zvokom* npr. AECOSILENT UNDER	1,1 cm
hidroizolacija	0,5 cm
nosilna konstrukcija HI BOND	12,0 cm

\* Dinamična togost s' sloja izolacije pred udarnim zvokom mora biti  $s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$ .

Projektna vrednost ovrednotene zvočne izolirnosti:  $R'_{w} = 52 \text{ dB}$

Projektna vrednost ovrednotene normirane ravni zvočnega tlaka udarnega zvoka:

$$L'_{n,w} = 58 \text{ dB}$$

Izračunane vrednosti zvočne izolacije:

- ovrednotena zvočna izolirnost:  $R'_{w} = 54 \text{ dB}$

- ovrednotena standardna razlika zvočnih ravni:  $D_{nT,w} = 56 \text{ dB}$

- ovrednotena normirana raven zvočnega tlaka udarnega zvoka :  $L'_{n,w} = 55 \text{ dB}$

Izračuna zvočne izolirnosti in ravni zvočnega tlaka udarnega zvoka sta na prilogah 9 in 10.

Ocena zvočne izolirnosti:

Zvočna izolirnost ustreza zahtevam Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah.

### 5.2.5. Medetažne konstrukcije med pisarnami ter medetažna konstrukcija med jazz klubom v pritličju in medetaži ter pisarno v 1. nadstropju (N4)

Sestava medetažnih konstrukcij:

tekstilna talna obloga, izravnalna masa	1,0 cm
mikroarmiran beton	6,0 cm
ločilni sloj in izolacija pred udarnim zvokom* npr. AECOSILENT UNDER	1,1 cm
ekstrudirani polistiren	8,0 cm
armirana betonska plošča	22,0 cm

\* Dinamična togost s' sloja izolacije pred udarnim zvokom mora biti  $s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$ .

Projektna vrednost ovrednotene zvočne izolirnosti:  $R'_{w_0} = 52 \text{ dB}$

(za strop jazz kluba proti pisarni:  $R'_{w_0} = 57 \text{ dB}$ )

Projektna vrednost ovrednotene normirane ravni zvočnega tlaka udarnega zvoka:

$$L'_{n,w_0} = 58 \text{ dB}$$

Izračunane vrednosti zvočne izolacije:

- ovrednotena zvočna izolirnost:  $R'_{w_0} = 68 \text{ dB}$

- ovrednotena standardna razlika zvočnih ravni:  $D_{nT,w_0} = 70 \text{ dB}$

- ovrednotena normirana raven zvočnega tlaka udarnega zvoka :  $L'_{n,w_0} = 29 \text{ dB}$

Izračuna zvočne izolirnosti in ravni zvočnega tlaka udarnega zvoka sta na prilogah 11 in 12.

Ocena zvočne izolirnosti:

Zvočna izolirnost ustreza zahtevam Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah.

#### 5.2.6. Medetažna konstrukcija med strojnico klimata na podstrešju in prostorom galerije pod strojnico (tla ob klimatu) (N2)

Sestava medetažne konstrukcije:

mikroarmiran beton	8,0 cm
ločilni sloj in izolacija pred udarnim zvokom* npr. AECOSILENT UNDER	1,1 cm
hidroizolacija	0,5 cm
armirana betonska plošča	20,0 cm

\* Dinamična togost s' sloja izolacije pred udarnim zvokom mora biti  $s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$ .

Projektna vrednost ovrednotene zvočne izolirnosti:  $R'_{w} = 57 \text{ dB}$

Projektna vrednost ovrednotene normirane ravni zvočnega tlaka udarnega zvoka:

$$L'_{n,w} = 43 \text{ dB}$$

Izračunane vrednosti zvočne izolacije:

- ovrednotena zvočna izolirnost:  $R'_{w} = 63 \text{ dB}$
- ovrednotena standardna razlika zvočnih ravni:  $D_{nT,w} = 65 \text{ dB}$
- ovrednotena normirana raven zvočnega tlaka udarnega zvoka :  $L'_{n,w} = 39 \text{ dB}$

Izračuna zvočne izolirnosti in ravni zvočnega tlaka udarnega zvoka sta na prilogah 13 in 14.

Ocena zvočne izolirnosti:

Zvočna izolirnost ustreza zahtevam Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah.

### 5.2.7. Tla podstrešja ob strojnicah (N3)

Sestava medetažne konstrukcije:

mikroarmirani beton	5,0 cm
ločilni sloj in izolacija pred udarnim zvokom* npr. AECOSILENT UNDER	1,1 cm
HI BOND konstrukcija	12,0 cm

\* Dinamična togost s' sloja izolacije pred udarnim zvokom mora biti  $s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$ .

Projektna vrednost ovrednotene zvočne izolirnosti:  $R'_w = 48 \text{ dB}$

Projektna vrednost ovrednotene normirane ravni zvočnega tlaka udarnega zvoka:  
 $L'_{n,w} = 58 \text{ dB}$

Izračunane vrednosti zvočne izolacije:

- ovrednotena zvočna izolirnost:  $R'_w = 54 \text{ dB}$
- ovrednotena standardna razlika zvočnih ravni:  $D_{nT,w} = 56 \text{ dB}$
- ovrednotena normirana raven zvočnega tlaka udarnega zvoka :  $L'_{n,w} = 39 \text{ dB}$

Izračuna zvočne izolirnosti in ravni zvočnega tlaka udarnega zvoka je na prilogah 15 in 16.

Ocena zvočne izolirnosti:

Zvočna izolirnost ustreza zahtevam Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah.

## 6.0.0. ODMEVNI HRUP - AKUSTIČNA UREDITEV PROSTOROV

Namen akustične ureditve prostorov je zagotoviti v njih primerne akustične pogoje za dejavnosti, ki so jim prostori namenjeni in zmanjšanje odmevnega hrupa v prostorih. Odmevni hrup v prostoru je odvisen od dolžine odmevnega časa. V akustično neurejenem prostoru je odmevni čas praviloma precej daljši od optimalnega, zato je tak prostor

odmeven in hrupen. Odmevni čas skrajšamo oz. prilagodimo optimalni vrednosti s povečanjem absorpcije zvoka v prostoru, tj. z namestitvijo materialov ali konstrukcij, ki imajo velik koeficient absorpcije zvoka  $\alpha_s$ .

V elaboratu sta v točkah 6.1.0. in 6.2.0. prikazana dva značilna primera akustične ureditve prostorov v obravnavani stavbi, vendar velja enak način tudi za akustično ureditev vseh ostalih prostorov v stavbi.

#### 6.1.0. Akustična ureditev prostora galerije v nadstropju (širši del stavbe)

Optimalni odmevni čas za prostor galerije je v mejah  $1,0 \text{ s} \pm 20\%$ . V akustično neurejenem prostoru bo odmevni čas presegal optimalno vrednost in bo v mejah od 1,95 s do 3,62 s (krivulja a na diagramu 1).

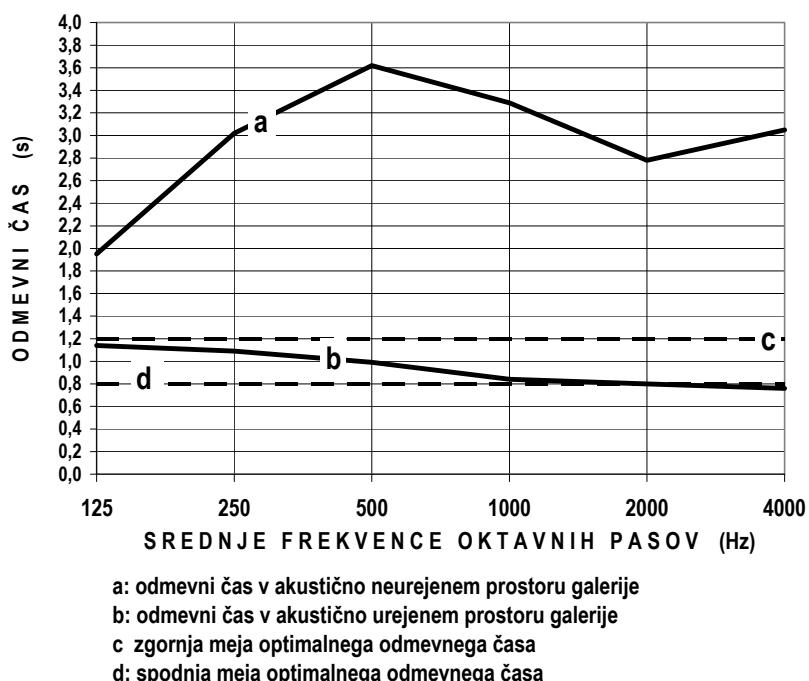


Diagram 1: Odmevni čas v akustično neurejenem in urejenem prostoru galerije

Za doseganje optimalnega odmevnega časa v prostoru je potrebno na celotno površino stropa galerije namestiti zvočno absorpcijski spuščen strop. Vrednosti koeficiente absorpcije zvoka  $\alpha_s$  tega stropa ne smejo biti manše od vrednosti, ki so v preglednici 1.

#### Preglednica 1

Frekvence zvokova (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Koeficient absorpcije $\alpha_s$	0,30	0,45	0,55	0,65	0,65	0,60

Sestava oz. tip akustičnega stropa bo določen v fazi PZI projektne dokumentacije, pri tem pa je treba upoštevati vrednosti koeficiente absorpcije zvoka, navedene v preglednici 1.

Odmevni čas v akustično urejenem prostoru galerije bo v mejah optimalnih vrednosti (krivulja b na diagramu 1). Izračuna odmevnega časa sta na prilogah 17 in 18.

### 6.2.0. Akustična ureditev prostora jazz kluba

Optimalni odmevni čas za prostor jazz kluba je v mejah  $0,9 \text{ s} \pm 20\%$ . V akustično neurejenem prostoru bo odmevni čas presegal optimalno vrednost (krivulja a na diagramu 2).

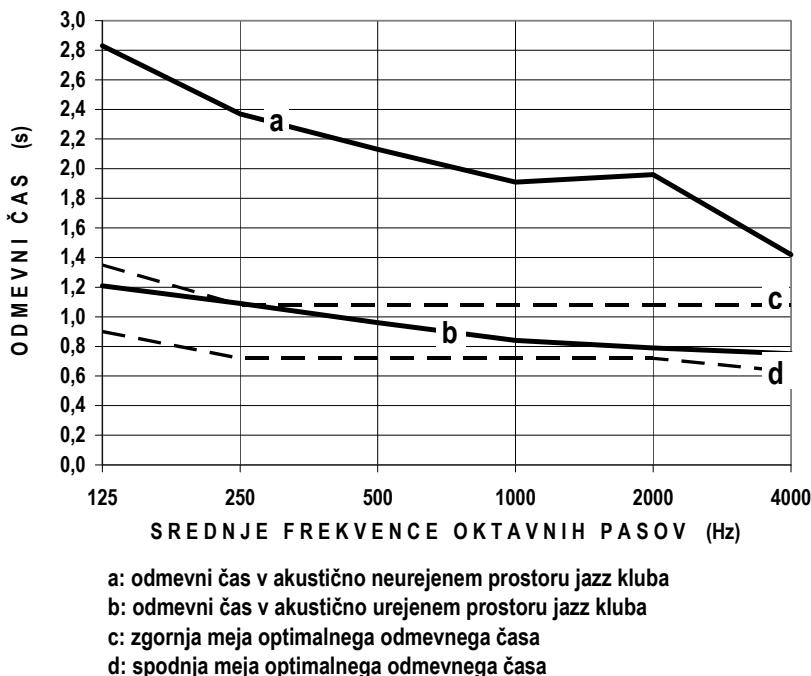


Diagram 2: Odmevni čas v akustično neurejenem in urejenem prostoru jazz kluba

Za primerno akustično ureditev je potrebno na celotno površino stropa prostora jazz kluba in na celotno površino stropa pod galerijo namestiti zvočno absorpcijski spuščen strop. Tudi za ta akustični strop velja isto, kot je navedeno za akustični strop v točki 6.1.0.

Odmevni čas v akustično urejenem prostoru jazz kluba bo v mejah optimalnih vrednosti (krivulja b na diagramu 2). Izračuna odmevnega časa sta na prilogah 19 in 20.

## 7.0.0. HRUP OBRATOVALNE OPREME

### 7.1.0. Strojnice klimatov

Po podatkih projektanta strojnih inštalacij znaša raven hrupa  $L_{p,A}$  največjega klimata (AHU1), ki je predviden v obravnavanem objektu, na razdalji 1 m od klimata, 68 dB(A).

Raven emisije zvočne moči  $L_{W,A}$  klimata določimo na osnovi ravni hrupa  $L_{p,A}$  po enačbi:

$$L_{W,A} = L_{p,A} + 20 \cdot \log r + 10 \cdot \log \Omega$$

kjer je  $r$  razdalja od klimata in  $\Omega$  prostorski kot, v karterega klimat seva hrup (klimat, ki stoji na ravni površini, seva hrup v prostorski kot  $2\pi$ ).

Raven emisije zvočne moči klimata AHU1, določena po zgornji enačbi, znaša 76 dB(A).

Če upoštevamo navedeno raven emisije zvočne moči klimata, povprečno prostornino strojnice v obravnavanem objektu in povprečno absorpcijo zvoka v strojnici, raven hrupa v strojnici ne bo presegala 70 dB(A). Zato lahko strojnice klimatov v obravnavanem objektu štejemo za manj hrupne strojnice (točka 0.3.5. Tehnične smernice TSG - 1-05: 2012).

### 7.1.1. Strojnica klimata v kleti

Strojnica meji s steno in dvojnimi vrti na prostor razstavišča. Stena je armiranobetonska debeline 20 cm, z zvočno izolirnostjo  $R'_w$  54 dB (ocena po DIN 4109). Zvočna izolirnost dvojnih vrat mora znašati **najmanj 45 dB**. Navedena zvočna izolirnost stene in vrat zagotavlja, da raven hrupa v prostoru ne bo presegala dovoljene mejne ravni  $L_{AFmax}$  40 dB(A).

Nad strojnico je prostor razstavišča. Zvočna izolirnost  $R'_w$  medetažne konstrukcije med strojnico in razstaviščem je ocenjena v točki 5.2.2. elaborata in znaša 63 dB, kar ustreza zahtevi Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah.

### 7.1.2. Strojnica klimatov na podstrešju

Stene in stropi strojnic so lahke montažne, iz gipskartonskih plošč, sestave:

trojne gipskartonske plošče 3 x 1,25 cm	3,75 cm
podkonstrukcija iz profilov CW 100, vmes 8 cm mineralne volne, ( $r \geq 5 \text{ kPa.s/m}^2$ )	10,0 cm
trojne gipskartonske plošče 3 x 1,25 cm	3,75 cm

Računska vrednost zvočne izolirnosti  $R'_{w,R}$  opisane konstrukcije, ocenjena po DIN 4109 je 60 dB, kar zagotavlja, da bodo stene in strop strojnic, ob primerni strokovni montaži, dosegli predpisano zvočno izolirnost 57 dB.

Zvočna izolirnost  $R'_w$  medetažnih konstrukcij med strojnicami in prostori pod njimi je ocenjena v točki 5.2.5. in znaša 63 dB, kar ustreza zahtevi Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah.

Opozoriti je treba na ustrezeno izvedbo izolacije pred udarnim zvokom oz. temeljenja klimatov. Pri tem je treba upoštevati njihove tehnične karakteristike (maso oz. specifično obremenitev temelja, frekvence vibracij klimatov). Ukrepi, ki so potrebni za preprečitev prenosa udarnega zvoka na konstrukcije stavbe, morajo biti ustrezeno rešeni in opisani v projektu strojnih inštalacij.

Ljubljana, avgust 2013

## PRILOGA 1

### IZRAČUN ZVOČNE IZOLIRNOSTI ZUNANJEGA LOČILNEGA ELEMENTA PO STANDARDU SIST EN 12354 -3

Zunanji ločilni element: zahodna fasadna stena

Varovani prostor: prostori ob galerijskem kubusu in razstavišče v pritličju

Prostornina varovanega prostora  $V$ : 14.849 m<sup>3</sup>

Celotna površina fasadne stene, ki pripada varovanemu prostoru  $S_f$ : 321 m<sup>2</sup>

Površina polnega dela fasadne stene: 290 m<sup>2</sup>

Površina oken: 17 m<sup>2</sup>

Površina vrat: 14 m<sup>2</sup>

### Podatki o fasadni steni in račun izolirnosti pred zvokom v zraku

	Sestavni deli fasadne stene	Površina	Zvočna izolirnost $R$
1	pretežno opečna stena (delno kamen)	290 m <sup>2</sup>	$\geq 80$ dB
2	okna z dvojno zasteklitvijo	17 m <sup>2</sup>	$\geq 33$ dB
3	dvojna vhodna vrata	14 m <sup>2</sup>	$\geq 35$ dB

	$S_i / S$	$10^{-0,1R_i}$	$\frac{S_i}{S} \cdot 10^{-0,1R_i}$
1	0,903	$1,00 \times 10^{-8}$	$9,03 \times 10^{-9}$
2	0,053	$5,01 \times 10^{-4}$	$2,65 \times 10^{-5}$
3	0,044	$3,16 \times 10^{-4}$	$1,38 \times 10^{-5}$
$\Sigma$		$4,03 \times 10^{-5}$	
$R'$		43,9 dB	

### Rezultati

Ovrednotena izolirnost pred zvokom v zraku:  $R'_w \geq 44$  dB

Ocena  $C_{tr,f} = -7$   $R'_w + C_{tr} \geq 37$  dB

Ovrednotena standardna razlika zvočnih ravni:  $D_{2m,nT,w} \geq 46$  dB

$D_{2m,nT,w} + C_{tr} \geq 39$  dB

### PRILOGA 2

#### IZRAČUN ZVOČNE IZOLIRNOSTI ZUNANJEGA LOČILNEGA ELEMENTA PO STANDARDU SISTEN 12354 -3

Zunanji ločilni element: fasadne stene pisarne v 1. nadstropju

Varovani prostor: pisarna v 1. nadstropju

Prostornina varovanega prostora V: 564 m<sup>3</sup>

Površina fasadnih sten, ki pripadajo varovanemu prostoru  $S_f$ : 154 m<sup>2</sup>

Površina polnega dela fasadnih sten: 144 m<sup>2</sup>

Površina oken: 12 m<sup>2</sup>

### Podatki o fasadni steni in račun izolirnosti pred zvokom v zraku

	Sestavni deli fasadne stene	Površina	Zvočna izolirnost $R$
1	pretežno opečna stena (delno kamen)	144 m <sup>2</sup>	$\geq 80$ dB
2	okna z dvojno zasteklitvijo	12 m <sup>2</sup>	$\geq 33$ dB

	$S_i / S$	$10^{-0,1R_i}$	$\frac{S_i}{S} \cdot 10^{-0,1R_i}$
1	0,923	$1,00 \times 10^{-8}$	$9,23 \times 10^{-9}$
2	0,077	$5,01 \times 10^{-4}$	$3,86 \times 10^{-5}$
$\sum$		$3,86 \times 10^{-5}$	
$R'$		$44,1$ dB	

### Rezultati

Ovrednotena izolirnost pred zvokom v zraku:  $R'_w \geq 44$  dB

Ocena  $C_{tr,f} = -7$   $R'_w + C_{tr} \geq 37$  dB

Ovrednotena standardna razlika zvočnih ravni:  $D_{2m,nT,w} \geq 46$  dB

$D_{2m,nT,w} + C_{tr} \geq 39$  dB

### PRILOGA 3

#### RAČUN IZOLIRNOSTI PRED ZVOKOM V ZRAKU PO STANDARDU SIST EN 12354 -1

KONSTRUKCIJA: lahka stena, ki ograuje galerijske kubuse v nadstropjih

- dolžina stene: 13,2 m
- površina stene: 59,4 m<sup>2</sup>
- višina stene: 4,5 m
- prostornina sprejemnega prostora: 659 m<sup>3</sup>

#### PODATKI O KONSTRUKCIJAH

KONSTRUKCIJA	d (m)	m' (kg/m <sup>2</sup> )	E <sub>din.</sub> (MN/m <sup>2</sup> )	s' (MN/m <sup>3</sup> )	R <sub>w</sub> (dB)
<b>STENA, KI OGRAUJE GALERIJSKE KUBUSE</b>					
- 2x gipskartonske plošče 1,25 cm,					

- medprostor 10 cm z min. volno 8 cm, - 2x gipskartonske plošče 1,25 cm	0,150	45,0			56,0
--	-------	------	--	--	------

**PODNA KONSTRUKCIJA 1**

mikroarmirani beton	0,060	130,0			
izolacija pred udarnim zvokom (npr. AECOSILENT UNDER)	0,011		0,11	10,0	
nosilna konstrukcija HI BOND	0,120	138,0			38,2

**STROP 2**

mikroarmirani beton	0,060	130,0			
izolacija pred udarnim zvokom (npr. AECOSILENT UNDER)	0,011		0,11	10,0	
nosilna konstrukcija HI BOND	0,120	138,0			38,2

**STENA 3**

- 2x gipskartonske plošče 1,25 cm, - medprostor 10 cm z min. volno 8 cm, - 2x gipskartonske plošče 1,25 cm	0,150	45,0			56,0
--	-------	------	--	--	------

**STENA 4**

- 2x gipskartonske plošče 1,25 cm, - medprostor 10 cm z min. volno 8 cm, - 2x gipskartonske plošče 1,25 cm	0,150	45,0			56,0
--	-------	------	--	--	------

**IZRAČUN**

Resonančna frekvenca plavajočega poda	61,8 Hz
---------------------------------------	---------

<b>R<sub>Dd</sub></b>	56,0				<b>56,0</b>
<b>R<sub>D1</sub></b>	47,1	10,1	6,5	15,9	<b>79,6</b>
<b>R<sub>D2</sub></b>	47,1	10,1	6,5		<b>63,7</b>
<b>R<sub>D3</sub></b>	56,0	5,7	11,2		<b>72,9</b>
<b>R<sub>D4</sub></b>	56,0	5,7	11,2		<b>72,9</b>

<b>R<sub>D1</sub></b>	47,1	10,1	6,5	15,9	<b>79,6</b>
-----------------------	------	------	-----	------	-------------

<b>R<sub>D2</sub></b>	47,1	10,1	6,5		<b>63,7</b>
-----------------------	------	------	-----	--	-------------

<b>R<sub>D3</sub></b>	56,0	5,7	11,2		<b>72,9</b>
-----------------------	------	-----	------	--	-------------

<b>R<sub>D4</sub></b>	56,0	5,7	11,2		<b>72,9</b>
-----------------------	------	-----	------	--	-------------

Ovrednotena izolirnost pred zvokom v zraku:  $R'_{w} = 55,8 \text{ dB}$

Ovrednotena standardna razlika zvočnih ravni:  $D_{nT,w} = 61,3 \text{ dB}$

**PRILOGA 4****RAČUN IZOLIRNOSTI PRED ZVOKOM V ZRAKU PO STANDARDU SIST EN 12354 -1**

KONSTRUKCIJA: zastekljena stena knjigarne v medetaži

- dolžina stene: 31,2 m
- površina stene:  $78,0 \text{ m}^2$
- višina stene: 2,5 m
- prostornina sprejemnega prostora:  $555 \text{ m}^3$

**PODATKI O KONSTRUKCIJAH**

KONSTRUKCIJA	d (m)	m' (kg/m <sup>2</sup> )	E <sub>din.</sub> (MN/m <sup>2</sup> )	s' (MN/m <sup>3</sup> )	R <sub>w</sub> (dB)
--------------	----------	----------------------------	---	----------------------------	------------------------

**STENA, KI OGRAJUJE KNJIGARNO V MEDETAŽI**

steklena stena z zvočno izolirnostjo $R_{w,P} 49 \text{ dB}$	ca. 0,06	54,0			49,0
---	----------	------	--	--	------

**PODNA KONSTRUKCIJA 1**

mikroarmirani beton	0,060	130,0			
izolacija pred udarnim zvokom (npr. AECOSILENT UNDER)	0,011		0,11	10,0	
nosična konstrukcija HI BOND	0,120	138,0			38,2

**STROP 2**

mikroarmirani beton	0,060	130,0			
izolacija pred udarnim zvokom (npr. AECOSILENT UNDER)	0,011		0,11	10,0	
nosična konstrukcija HI BOND	0,120	138,0			38,2

**STENA 3**

- 2x gipskartonske plošče 1,25 cm, - medprostor 10 cm z min. volno 8 cm, - 2x gipskartonske plošče 1,25 cm	0,150	45,0			56,0
--	-------	------	--	--	------

**STENA 4**

- 2x gipskartonske plošče 1,25 cm, - medprostor 10 cm z min. volno 8 cm, - 2x gipskartonske plošče 1,25 cm	0,150	45,0			56,0
--	-------	------	--	--	------

**IZRAČUN**

Resonančna frekvenca plavajočega poda	61,8 Hz
---------------------------------------	---------

<b>R<sub>Dd</sub></b>	49,0				<b>49,0</b>
<b>R<sub>D1</sub></b>	43,6	6,6	4,0	15,9	<b>70,1</b>
<b>R<sub>D2</sub></b>	43,6	6,6	4,0		<b>54,2</b>
<b>R<sub>D3</sub></b>	52,5	10,8	14,9		<b>78,2</b>
<b>R<sub>D4</sub></b>	52,5	10,8	14,9		<b>78,2</b>

Ovrednotena izolirnost pred zvokom v zraku:  $R'_w = 47,8 \text{ dB}$

Ovrednotena standardna razlika zvočnih ravni:  $D_{nT,w} = 51,4 \text{ dB}$

**PRILOGA 5****RAČUN IZOLIRNOSTI PRED ZVOKOM V ZRAKU PO STANDARDU SIST EN 12354 -1**

KONSTRUKCIJA: medetažna konstrukcija med delavnico v kleti in razstaviščem v pritličju (P1)

- dolžina medetažne konstrukcije: 33,0 m
- širina medetažne konstrukcije: 11,1 m

**PODATKI O KONSTRUKCIJAH**

KONSTRUKCIJA	d (m)	m' (kg/m <sup>2</sup> )	E <sub>din.</sub> (MN/m <sup>2</sup> )	s' (MN/m <sup>3</sup> )	R <sub>w</sub> (dB)
--------------	----------	----------------------------	---	----------------------------	------------------------

**MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA**

mikroarmirani beton	0,063	145,0			
mikroarmirani beton	0,060	138,0			
izolacija pred udarnim zvokom (npr. AECOSILENT UNDER)	0,011		0,11	10,0	

ekstrudirani polistiren	0,060		15,5	260	
π plošča (AB 7 cm)	0,07	161			40,8
<b>STENA 1</b>					
amiranobetonska stena	0,30	690,0			64,5
<b>STENA 2</b>					
amiranobetonska stena	0,20	460,0			57,9
<b>STENA 3</b>					
amiranobetonska stena	0,80	1840,0			80,4
<b>STENA 4</b>					
amiranobetonska stena	0,30	690,0			64,5

### IZRAČUN

Resonančna frekvenca plavajočega poda	50 Hz
---------------------------------------	-------

<b>R<sub>Dd</sub></b>	40,8			14,6	<b>55,4</b>
<b>R<sub>1d</sub></b>	52,6	8,0	10,5	14,6	<b>85,7</b>
<b>R<sub>2d</sub></b>	49,3	6,9	15,2	14,6	<b>86,0</b>
<b>R<sub>3d</sub></b>	60,6	12,1	15,2	14,6	<b>102,5</b>
<b>R<sub>4d</sub></b>	52,6	8,0	10,5	14,6	<b>85,7</b>
<b>R<sub>D1</sub></b>	52,6	8,0	10,5		<b>71,1</b>
<b>R<sub>D3</sub></b>	60,6	12,1	15,2		<b>87,9</b>
<b>R<sub>D4</sub></b>	52,6	8,0	10,5		<b>71,1</b>
<b>R<sub>11</sub></b>	64,5	-0,9	10,5		<b>74,1</b>
<b>R<sub>22</sub></b>	57,9	0,5	15,2		<b>73,6</b>
<b>R<sub>33</sub></b>	80,4	-2,8	15,2		<b>92,8</b>
<b>R<sub>44</sub></b>	64,5	-0,9	10,5		<b>74,1</b>

Ovrednotena izolirnost pred zvokom v zraku:  $R'_{w}$  = 54,9 dB

### PRILOGA 6

#### RAČUN IZOLIRNOSTI PRED UDARNIM ZVOKOM PO STANDARDU SIST EN 12354 -2

KONSTRUKCIJA: medetažna konstrukcija med delavnico v kleti in razstaviščem v pritličju (P1)

#### PODATKI O KONSTRUKCIJAH

KONSTRUKCIJA	d (m)	m' (kg/m <sup>2</sup> )	E <sub>din.</sub> (MN/m <sup>2</sup> )	s' (MN/m <sup>3</sup> )
--------------	----------	----------------------------	---	----------------------------

#### MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA

mikroarmirani beton	0,063	145,0		
mikroarmirani beton	0,060	138,0		
izolacija pred udarnim zvokom (npr. AECOSILENT UNDER)	0,011		0,11	10,0
ekstrudirani polistiren	0,060		15,5	260
π plošča (AB 7 cm)	0,07	161		40,8

**STENA 1**

armiranobetonska stena	0,30	690,0
------------------------	------	-------

**STENA 2**

armiranobetonska stena	0,20	460,0
------------------------	------	-------

**STENA 3**

armiranobetonska stena	0,80	1840,0
------------------------	------	--------

**STENA 4**

armiranobetonska stena	0,30	690,0
------------------------	------	-------

**IZRAČUN**

Ovrednotena normirana ekvivalentna raven zvočnega tlaka AB plošče $L_{n,w,eq}$	86,8 dB
Resonančna frekvenca plavajočega poda	50 Hz
Izboljšanje izolacije pred udarnim zvokom $\Delta L_w$	37 dB
Srednja površinska masa stranskih konstrukcij $m'_{sred.}$	920 kg/m <sup>2</sup>
Korekcija zaradi stranskega prenosa zvoka K	0 dB

Ovrednotena normirana raven zvočnega tlaka udarnega zvoka:  $L'_{n,w} = 49,8 \text{ dB}$

**PRILOGA 7****RAČUN IZOLIRNOSTI PRED ZVOKOM V ZRAKU PO STANDARDU SIST EN 12354 -1**

KONSTRUKCIJA: medetažna konstrukcija med razstaviščem v pritličju in strojnico v kleti (P1 + ST1)

- dolžina medetažne konstrukcije: 14,5 m
- širina medetažne konstrukcije: 4,8 m

**PODATKI O KONSTRUKCIJAH**

KONSTRUKCIJA	d (m)	$m'$ (kg/m <sup>2</sup> )	$E_{din.}$ (MN/m <sup>2</sup> )	$s'$ (MN/m <sup>3</sup> )	$R_w$ (dB)
<b>MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA</b>					
mikroarmirani beton	0,063	145,0			
mikroarmirani beton	0,060	138,0			
izolacija pred udarnim zvokom (npr. AECOSILENT UNDER)	0,011		0,11	10,0	
ekstrudirani polistiren	0,060		15,5	260	

π plošča (AB 7 cm)	0,07	161			40,8
stropna obloga ST1 pod rebri:					
medprostor z mineralno volno 5 cm	0,800				
gipskartonska plošča	0,015	15			
<b>STENA 1</b>					
armiranobetonska stena	0,40	920			69,1
<b>STENA 2</b>					
armiranobetonska stena	0,20	460			57,9
<b>STENA 3</b>					
armiranobetonska stena	0,20	460			57,9
<b>STENA 4</b>					
armiranobetonska stena	0,40	920			69,1

### IZRAČUN

Resonančna frekvenca plavajočega poda	53 Hz
Resonančna frekvenca spuščenega stropa	16 Hz

<b>R<sub>Dd</sub></b>	40,8			21,9	<b>62,7</b>
<b>R<sub>1d</sub></b>	54,9	9,0	6,8	14,6	<b>85,3</b>
<b>R<sub>2d</sub></b>	49,3	6,9	11,6	14,6	<b>82,4</b>
<b>R<sub>3d</sub></b>	49,3	6,9	11,6	14,6	<b>82,4</b>
<b>R<sub>4d</sub></b>	54,9	9,0	6,8	14,6	<b>85,3</b>

Ovrednotena izolirnost pred zvokom v zraku:  $R'_w = 62,5 \text{ dB}$

### PRILOGA 8

#### RAČUN IZOLIRNOSTI PRED UDARNIM ZVOKOM PO STANDARDU SIST EN 12354 -2

KONSTRUKCIJA: medetažna konstrukcija med razstaviščem v pritličju in strojnicu v kleti (P1 + ST1)

#### PODATKI O KONSTRUKCIJAH

KONSTRUKCIJA	d (m)	m' (kg/m <sup>2</sup> )	E <sub>din.</sub> (MN/m <sup>2</sup> )	s' (MN/m <sup>3</sup> )
--------------	----------	----------------------------	---	----------------------------

#### MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA

mikroarmirani beton	0,063	145,0		
mikroarmirani beton	0,060	138,0		
izolacija pred udarnim zvokom (npr. AECOSILENT UNDER)	0,011		0,11	10,0
ekstrudirani polistiren	0,060		15,5	260
π plošča (AB 7 cm)	0,07	161		40,8
stropna obloga ST1 pod rebri:				

medprostor z mineralno volno 5 cm	0,800			
gipskartonska plošča	0,015	15		
<b>STENA 1</b>				
amiranobetonska stena	0,40	920		
<b>STENA 2</b>				
amiranobetonska stena	0,20	460		
<b>STENA 3</b>				
amiranobetonska stena	0,20	460		
<b>STENA 4</b>				
amiranobetonska stena	0,40	920		

### IZRAČUN

Ovrednotena normirana ekvivalentna raven zvočnega tlaka AB plošče $L_{n,w,eq}$	86,8 dB
Resonančna frekvenca plavajočega poda	53 Hz
Izboljšanje izolacije pred udarnim zvokom $\Delta L_w$	37 dB
Srednja površinska masa stranskih konstrukcij $m'_{sred.}$	690 kg/m <sup>2</sup>
Korekcija zaradi stranskega prenosa zvoka K	0 dB

Ovrednotena normirana raven zvočnega tlaka udarnega zvoka:  $L'_{n,w} = 49,8 \text{ dB}$

### PRILOGA 9

#### RAČUN IZOLIRNOSTI PRED ZVOKOM V ZRAKU PO STANDARDU SIST EN 12354 -1

KONSTRUKCIJA: medetažna konstrukcija med galerijami (N1)

- dolžina medetažne konstrukcije: 13,2 m
- površina medetažne konstrukcije: 146,5 m<sup>2</sup>
- širina medetažne konstrukcije: 11,1 m
- prostornina sprejemnega prostora: 659 m<sup>3</sup>

#### PODATKI O KONSTRUKCIJAH

KONSTRUKCIJA	d (m)	$m'$ (kg/m <sup>2</sup> )	$E_{din.}$ (MN/m <sup>2</sup> )	$s'$ (MN/m <sup>3</sup> )	$R_w$ (dB)
<b>MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA</b>					

mikroarmirani beton	0,060	130,0		
izolacija pred udarnim zvokom (npr. AECOSILENT UNDER)	0,011		0,11	10,0
nosilna konstrukcija HI BOND	0,120	138,0		38,2

#### STENA 1

gipskart. stena 2,5 cm–10 cm–2,5 cm	0,15	45,0			56,0
-------------------------------------	------	------	--	--	------

#### STENA 2

gipskart. stena 2,5 cm–10 cm–2,5 cm	0,15	45,0			56,0
-------------------------------------	------	------	--	--	------

#### STENA 3

gipskart. stena 2,5 cm–10 cm–2,5 cm	0,15	45,0			56,0
-------------------------------------	------	------	--	--	------

**STENA 4**

gipskart. stena 2,5 cm–10 cm–2,5 cm	0,15	45,0		56,0
-------------------------------------	------	------	--	------

**IZRAČUN**

Resonančna frekvenca plavajočega poda	62 Hz
---------------------------------------	-------

<b>R<sub>Dd</sub></b>	38,2			15,9	<b>54,1</b>
<b>R<sub>1d</sub></b>	47,1	14,9	11,2		<b>73,2</b>
<b>R<sub>2d</sub></b>	47,1	14,9	10,5		<b>72,5</b>
<b>R<sub>3d</sub></b>	47,1	14,9	10,5		<b>72,5</b>
<b>R<sub>4d</sub></b>	47,1	14,9	11,2		<b>73,2</b>
<b>R<sub>D1</sub></b>	47,1	14,9	11,2	15,9	<b>89,1</b>
<b>R<sub>D2</sub></b>	47,1	14,9	10,5	15,9	<b>88,4</b>
<b>R<sub>D3</sub></b>	47,1	14,9	10,5	15,9	<b>88,4</b>
<b>R<sub>D4</sub></b>	47,1	14,9	11,2	15,9	<b>89,1</b>
<b>R<sub>11</sub></b>	56,0	19,7	11,2		<b>86,9</b>
<b>R<sub>22</sub></b>	56,0	19,7	10,5		<b>86,2</b>
<b>R<sub>33</sub></b>	56,0	19,7	10,5		<b>86,2</b>
<b>R<sub>44</sub></b>	56,0	19,7	11,2		<b>86,9</b>

Ovrednotena izolirnost pred zvokom v zraku:  $R'_w = 53,9 \text{ dB}$

Ovrednotena standardna razlika zvočnih ravni:  $D_{nT,w} = 55,5 \text{ dB}$

**PRILOGA 10**
**RAČUN IZOLIRNOSTI PRED UDARNIM ZVOKOM PO STANDARDU  
SIST EN 12354 -2**

KONSTRUKCIJA: medetažna konstrukcija med galerijami (N1)

**PODATKI O KONSTRUKCIJAH**

KONSTRUKCIJA	d (m)	m' (kg/m <sup>2</sup> )	E <sub>din.</sub> (MN/m <sup>2</sup> )	s' (MN/m <sup>3</sup> )
--------------	----------	----------------------------	---	----------------------------

**MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA**

mikroarmirani beton	0,060	130,0			
izolacija pred udarnim zvokom (npr. AECOSILENT UNDER)	0,011		0,11	10,0	
nosilna konstrukcija HI BOND	0,120	138,0			38,2

**STENA 1**

gipskart. stena 2,5 cm–10 cm–2,5 cm	015	45
-------------------------------------	-----	----

**STENA 2**

gipskart. stena 2,5 cm–10 cm–2,5 cm	015	45
-------------------------------------	-----	----

**STENA 3**

gipskart. stena 2,5 cm–10 cm–2,5 cm	015	45
-------------------------------------	-----	----

**STENA 4**

gipskart. stena 2,5 cm–10 cm–2,5 cm	015	45
-------------------------------------	-----	----

**IZRAČUN**

Ovrednotena normirana ekvivalentna raven zvočnega tlaka AB plošče $L_{n,w,eq}$	89 dB
Resonančna frekvence plavajočega poda	62 Hz
Izboljšanje izolacije pred udarnim zvokom $\Delta L_w$	35 dB
Srednja površinska masa stranskih konstrukcij $m'_{sred.}$	45 kg/m <sup>2</sup>
Korekcija zaradi stranskega prenosa zvoka K	1 dB

Ovrednotena normirana raven zvočnega tlaka udarnega zvoka:  $L'_{n,w} = 55 \text{ dB}$

## PRILOGA 11

### RAČUN IZOLIRNOSTI PRED ZVOKOM V ZRAKU PO STANDARDU SIST EN 12354 -1

KONSTRUKCIJA: medetažna konstrukcija med pisarnami ter med jazz klubom v pritličju in medetaži  
ter pisarno v 1. nadstropju (N4)

- dolžina medetažne konstrukcije: 16,3 m
- površina medetažne konstrukcije: 179 m<sup>2</sup>
- širina medetažne konstrukcije: 11,0 m
- prostornina sprejemnega prostora: 717 m<sup>3</sup>

#### PODATKI O KONSTRUKCIJAH

KONSTRUKCIJA	d (m)	$m'$ (kg/m <sup>2</sup> )	$E_{din.}$ (MN/m <sup>2</sup> )	$s'$ (MN/m <sup>3</sup> )	$R_w$ (dB)
--------------	----------	------------------------------	------------------------------------	------------------------------	---------------

#### MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA

tekstilna obloga, izravnalna masa	0,010				
mikroarmiran beton	0,060	132,0			
izolacija pred udarnim zvokom (npr. AECOSILENT UNDER)	0,011		0,11	10,0	
ekstrudiran polistiren	0,060		15,5	260	
imirana betonska plošča	0,350	805			67

#### STENA 1

pretežno opečna stena (delno kamen)	1,2	2580			86
-------------------------------------	-----	------	--	--	----

#### STENA 2

pretežno opečna stena (delno kamen)	2,2	3100			89
-------------------------------------	-----	------	--	--	----

#### STENA 3

pretežno opečna stena (delno kamen)	1,7	3460			90
-------------------------------------	-----	------	--	--	----

#### STENA 4

pretežno opečna stena (delno kamen)	1,6	2900			88
-------------------------------------	-----	------	--	--	----

#### IZRAČUN

Resonančna frekvence plavajočega poda	81,7 Hz
---------------------------------------	---------

$R_{Dd}$	67,0		1,5	68,5
----------	------	--	-----	------

<b>R<sub>1d</sub></b>	76,5	7,2	10,4	1,5	<b>95,6</b>
<b>R<sub>2d</sub></b>	77,9	7,7	12,1	1,5	<b>99,2</b>
<b>R<sub>3d</sub></b>	78,8	8,0	12,1	1,5	<b>100,4</b>
<b>R<sub>4d</sub></b>	77,4	7,5	10,4	1,5	<b>96,8</b>
<b>R<sub>D1</sub></b>	76,5	7,2	10,4		<b>94,1</b>
<b>R<sub>D2</sub></b>	77,9	7,7	12,1		<b>97,7</b>
<b>R<sub>D3</sub></b>	78,8	8,0	12,1		<b>98,9</b>
<b>R<sub>D4</sub></b>	77,4	7,5	10,4		<b>95,3</b>
<b>R<sub>11</sub></b>	85,9	0,0	10,4		<b>96,3</b>
<b>R<sub>22</sub></b>	88,9	-0,6	12,1		<b>100,4</b>
<b>R<sub>33</sub></b>	90,7	-0,9	12,1		<b>101,9</b>
<b>R<sub>44</sub></b>	87,8	-0,4	10,4		<b>97,8</b>

Ovrednotena izolirnost pred zvokom v zraku:  $R'_{w} = 68,4 \text{ dB}$

Ovrednotena standardna razlika zvočnih ravni:  $D_{nT,w} = 69,5 \text{ dB}$

## PRILOGA 12

### RAČUN IZOLIRNOSTI PRED UDARNIM ZVOKOM PO STANDARDU SIST EN 12354 -2

KONSTRUKCIJA: medetažna konstrukcija med pisarnami ter med jazz klubom v pritličju in medetaži

ter pisarno v 1. nadstropju (N4)

#### PODATKI O KONSTRUKCIJAH

KONSTRUKCIJA	d (m)	m' (kg/m <sup>2</sup> )	E <sub>din.</sub> (MN/m <sup>2</sup> )	s' (MN/m <sup>3</sup> )
--------------	----------	----------------------------	---	----------------------------

#### MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA

tekstilna obloga, izravnalna masa	0,010			
mikroarmiran beton	0,060	132,0		
izolacija pred udarnim zvokom (npr. AECOSILENT UNDER)	0,011		0,11	10,0
ekstrudiran polistiren	0,060		15,5	260
amirana betonska plošča	0,350	805		67

#### STENA 1

pretežno opečna stena (delno kamen)	1,2	2580
-------------------------------------	-----	------

#### STENA 2

pretežno opečna stena (delno kamen)	2,2	3100
-------------------------------------	-----	------

#### STENA 3

pretežno opečna stena (delno kamen)	1,7	3460
-------------------------------------	-----	------

#### STENA 4

pretežno opečna stena (delno kamen)	1,6	2900
-------------------------------------	-----	------

#### IZRAČUN

Ovrednotena normirana ekvivalentna raven zvočnega tlaka AB plošče L <sub>n,w,eq</sub>	62,3 dB
Resonančna frekvence plavajočega poda	81,7 Hz

Izboljšanje izolacije pred udarnim zvokom $\Delta L_w$	34,5 dB
Srednja površinska masa stranskih konstrukcij $m'_{\text{sred.}}$	3010 kg/m <sup>2</sup>
Korekcija zaradi stranskega prenosa zvoka K	1 dB

Ovrednotena normirana raven zvočnega tlaka udarnega zvoka:  $L'_{n,w} = 28,8 \text{ dB}$

## PRILOGA 13

### RAČUN IZOLIRNOSTI PRED ZVOKOM V ZRAKU PO STANDARDU SIST EN 12354 -1

KONSTRUKCIJA: medetažna konstrukcija med strojnico klimata na podstrešju (tla ob klimatu) in prostorom galerije pod strojnico (N2)

- dolžina medetažne konstrukcije: 10,0 m
- prostornina sprejemnega prostora: 659 m<sup>3</sup>
- širina medetažne konstrukcije: 6,0 m

#### PODATKI O KONSTRUKCIJAH

KONSTRUKCIJA	d (m)	$m'$ (kg/m <sup>2</sup> )	$E_{\text{din.}}$ (MN/m <sup>2</sup> )	$s'$ (MN/m <sup>3</sup> )	$R_w$ (dB)
<b>MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA</b>					
mikroarmiran beton	0,080	176,0			
izolacija pred udarnim zvokom (npr. AECOSILENT UNDER)	0,011		0,11	10,0	
hidroizolacija					
amirana betonska plošča	0,200	460,0			57,9
<b>STENA 1</b>					
gipskart. stena 3,75 cm–10 cm–3,75 cm	0,175	66,0			60,0
<b>STENA 2</b>					
gipskart. stena 3,75 cm–10 cm–3,75 cm	0,175	66,0			60,0
<b>STENA 3</b>					
gipskart. stena 3,75 cm–10 cm–3,75 cm	0,175	66,0			60,0
<b>STENA 4</b>					
gipskart. stena 3,75 cm–10 cm–3,75 cm	0,175	66,0			60,0

#### IZRAČUN

Resonančna frekvenca plavajočega poda	45 Hz
Resonančna frekvenca obloge na HI BOND	48 Hz

$R_{Dd}$	57,9			6,1	64,0
$R_{1d}$	59,0	9,8	7,8		76,8
$R_{2d}$	59,0	9,8	10,0		78,8
$R_{3d}$	59,0	9,8	10,0		78,8

<b>R<sub>4d</sub></b>	59,0	9,8	7,8		<b>76,6</b>
<b>R<sub>D1</sub></b>	45,4	7,3	7,8	19,0	<b>79,5</b>
<b>R<sub>D2</sub></b>	45,4	7,3	10,0	19,0	<b>81,7</b>
<b>R<sub>D3</sub></b>	45,4	7,3	10,0	19,0	<b>81,7</b>
<b>R<sub>D4</sub></b>	45,4	7,3	7,8	19,0	<b>79,5</b>
<b>R<sub>11</sub></b>	49,1	14,6	7,8	15,9	<b>87,4</b>
<b>R<sub>22</sub></b>	49,1	14,6	10,0	15,9	<b>89,6</b>
<b>R<sub>33</sub></b>	49,1	14,6	10,0	15,9	<b>89,6</b>
<b>R<sub>44</sub></b>	49,1	14,6	7,8	15,9	<b>87,4</b>

Ovrednotena izolirnost pred zvokom v zraku:  $R'_{w} = 62,9 \text{ dB}$

Ovrednotena standardna razlika zvočnih ravni:  $D_{nT,w} = 64,5 \text{ dB}$

## PRILOGA 14

### RAČUN IZOLIRNOSTI PRED UDARNIM ZVOKOM PO STANDARDU SIST EN 12354 -2

KONSTRUKCIJA: medetažna konstrukcija med strojnico klimata (tla ob klimatu) in prostorom galerije pod strojnico (N2)

#### PODATKI O KONSTRUKCIJAH

KONSTRUKCIJA	d (m)	m' (kg/m <sup>2</sup> )	E <sub>din.</sub> (MN/m <sup>2</sup> )	s' (MN/m <sup>3</sup> )
<b>MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA</b>				
mikroarmiran beton	0,080	176,0		
izolacija pred udarnim zvokom (npr. AECOSILENT UNDER)	0,011		0,11	10,0
hidroizolacija				
armirana betonska plošča	0,200	460,0		57,9

#### STENA 1

gipskart. stena 3,75 cm–10 cm–3,75 cm	0,175	66,0
---------------------------------------	-------	------

#### STENA 2

gipskart. stena 3,75 cm–10 cm–3,75 cm	0,175	66,0
---------------------------------------	-------	------

#### STENA 3

gipskart. stena 3,75 cm–10 cm–3,75 cm	0,175	66,0
---------------------------------------	-------	------

#### STENA 4

gipskart. stena 3,75 cm–10 cm–3,75 cm	0,175	66,0
---------------------------------------	-------	------

#### IZRAČUN

Ovrednotena normirana ekvivalentna raven zvočnega tlaka AB plošče L <sub>n,w,eq</sub>	70,8 dB
Resonančna frekvenca plavajočega poda	45 Hz
Izboljšanje izolacije pred udarnim zvokom ΔL <sub>w</sub>	36 dB
Srednja površinska masa stranskih konstrukcij m' <sub>sred.</sub>	66 kg/m <sup>2</sup>
Korekcija zaradi stranskega prenosa zvoka K	4 dB

Ovrednotena normirana raven zvočnega tlaka udarnega zvoka:  $L'_{n,w} = 38,8 \text{ dB}$

## PRILOGA

**RAČUN IZOLIRNOSTI PRED ZVOKOM V ZRAKU PO STANDARDU SIST EN 12354 -1**

KONSTRUKCIJA: medetažna konstrukcija podstrešja - tla ob strojnicah (N3)

- dolžina medetažne konstrukcije: 11,1 m                    - prostornina sprejemnega prostora: 659 m<sup>3</sup>
- širina medetažne konstrukcije: 13,2 m

**PODATKI O KONSTRUKCIJAH**

KONSTRUKCIJA	d (m)	m' (kg/m <sup>2</sup> )	E <sub>din.</sub> (MN/m <sup>2</sup> )	s' (MN/m <sup>3</sup> )	R <sub>w</sub> (dB)
<b>MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA</b>					
mikroarmirani beton	0,050	115,0			
izolacija pred udarnim zvokom (npr. AECOSILENT UNDER)	0,011		0,11	10,0	
HI BOND konstrukcija	0,060	138,0			38,2
<b>STENA 1</b>					
gipskart. stena 1,25 cm–10 cm–1,25 cm	0,150	45,0			56,0
<b>STENA 2</b>					
gipskart. stena 1,25 cm–10 cm–1,25 cm	0,150	45,0			56,0
<b>STENA 3</b>					
gipskart. stena 1,25 cm–10 cm–1,25 cm	0,150	45,0			56,0
<b>STENA 4</b>					
gipskart. stena 1,25 cm–10 cm–1,25 cm	0,150	45,0			56,0

**IZRAČUN**

Resonančna frekvenca plavajočega poda	64 Hz
---------------------------------------	-------

<b>R<sub>Dd</sub></b>	38,2			15,9	<b>54,1</b>
<b>R<sub>D1</sub></b>	47,1	4,3	11,2	15,9	<b>78,5</b>
<b>R<sub>D2</sub></b>	47,1	4,3	10,5	15,9	<b>77,8</b>
<b>R<sub>D3</sub></b>	47,1	4,3	10,5	15,9	<b>77,8</b>
<b>R<sub>D4</sub></b>	47,1	4,3	11,2	15,9	<b>78,5</b>

Ovrednotena izolirnost pred zvokom v zraku: R'w = 54,1 dB

Ovrednotena standardna razlika zvočnih ravni: D<sub>nT,w</sub> = 55,7 dB

**RAČUN IZOLIRNOSTI PRED UDARNIM ZVOKOM PO STANDARDU  
SIST EN 12354 -2**

KONSTRUKCIJA: medetažna konstrukcija podstrešja - tla ob strojnicah (N3)

**PODATKI O KONSTRUKCIJAH**

KONSTRUKCIJA	d (m)	m' (kg/m <sup>2</sup> )	E <sub>din.</sub> (MN/m <sup>2</sup> )	s' (MN/m <sup>3</sup> )
--------------	----------	----------------------------	---	----------------------------

**MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA**

mikroarmirani beton	0,050	115,0		
izolacija pred udarnim zvokom (npr. AECOSILENT UNDER)	0,011		0,11	10,0
HI BOND konstrukcija	0,060	138,0		38,2

**STENA 1**

gipskart. stena 1,25 cm–10 cm–1,25 cm	0,150	45,0
---------------------------------------	-------	------

**STENA 2**

gipskart. stena 1,25 cm–10 cm–1,25 cm	0,150	45,0
---------------------------------------	-------	------

**STENA 3**

gipskart. stena 1,25 cm–10 cm–1,25 cm	0,150	45,0
---------------------------------------	-------	------

**STENA 4**

gipskart. stena 1,25 cm–10 cm–1,25 cm	0,150	45,0
---------------------------------------	-------	------

**IZRAČUN**

Odrednotena normirana ekvivalentna raven zvočnega tlaka AB plošče L <sub>n,w,eq</sub>	89,1 dB
Resonančna frekvenca plavajočega poda	64Hz
Izboljšanje izolacije pred udarnim zvokom ΔL <sub>w</sub>	34 dB
Srednja površinska masa stranskih konstrukcij m' <sub>sred.</sub>	45 kg/m <sup>2</sup>
Korekcija zaradi stranskega prenosa zvoka K	1 dB

Odrednotena normirana raven zvočnega tlaka udarnega zvoka: L'<sub>n,w</sub> = 56,1 dB

## GALERIJA CUKRARNA

Datum: avgust 2013		RAČUN DOLŽINE ODMEVNega ČASA PO SABINU IN EYRINGU										Št. 1			
Prostor:		PROSTOR GALERIJE - AKUSTičNO NEUREJEN										Optimalni odmervni čas (s): 1,00			
Prostornina (m <sup>3</sup> ):		659		125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz	
Element površine	S (m <sup>2</sup> )	α	S . α	α	S . α	α	S . α	α	S . α	α	S . α	α	S . α	S . α	
Tla epoksi	146,5	0,03	4,4	0,03	4,4	0,03	4,4	0,04	5,9	0,04	5,9	0,04	5,9	5,9	
Strop - brez akustičnega stropa	146,5	0,05	7,3	0,05	7,3	0,05	7,3	0,05	7,3	0,05	7,3	0,05	7,3	7,3	
Optitna proti hodniku	11,0	0,40	4,4	0,40	4,4	0,40	4,4	0,60	6,6	0,70	7,7	0,70	7,7	7,7	
Stene	207,8	0,18	37,4	0,09	18,7	0,06	12,5	0,05	10,4	0,05	10,4	0,05	10,4	10,4	
Absorpcija zvoka v zraku					0,2		0,7		2,0		6,6		19,8		
Vsota površin (m <sup>2</sup> )	511,8	Σ A	53,5	Σ A	35,0	Σ A	29,2	Σ A	32,2	Σ A	37,9	Σ A	51,1		
Odmervni čas (Sabin) (s)	T <sub>s</sub>	2,01	T <sub>s</sub>	3,07	T <sub>s</sub>	3,67	T <sub>s</sub>	3,34	T <sub>s</sub>	2,84	T <sub>s</sub>	2,10			
Odmervni čas (Eyring) (s)	T <sub>Ey</sub>	1,90	T <sub>Ey</sub>	2,96	T <sub>Ey</sub>	3,57	T <sub>Ey</sub>	3,24	T <sub>Ey</sub>	2,73	T <sub>Ey</sub>	2,00			
Srednji odmervni čas (s)	T <sub>sr</sub>	<b>1,95</b>	T <sub>sr</sub>	<b>3,02</b>	T <sub>sr</sub>	<b>3,62</b>	T <sub>sr</sub>	<b>3,29</b>	T <sub>sr</sub>	<b>2,78</b>	T <sub>sr</sub>	<b>2,05</b>			
Odstopanje od Topt.(%)		95		202		262		229		178		105			
Srednji koeficient absorpcije	α sr.	0,10	α sr.	0,07	α sr.	0,06	α sr.	0,06	α sr.	0,06	α sr.	0,07	α sr.	0,10	
Konstanta prostora	R	60	R	38	R	31	R	34	R	41	R	57			
Odmervni radij (m)	r(H)	1,09	r(H)	0,86	r(H)	0,79	r(H)	0,83	r(H)	0,90	r(H)	1,06			

## GALERIJA CUKRARNA

Datum: avgust 2013		RAČUN DOLŽINE ODMEVNega ČASA PO SABINU IN EYRINGU										Št. 2	
Prostor:		PROSTOR GALERIJE - AKUSTIČNO UREJEN										Optimalni odmervni čas (s): 1,00	
	Prostornina (m <sup>3</sup> ):	659	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz					
Element površine	S (m <sup>2</sup> )	α	S . α	α	S . α	α	S . α	α	S . α	α	S . α	α	S . α
Tla epoksi	146,5	0,03	4,4	0,03	4,4	0,03	4,4	0,04	5,9	0,04	5,9	0,04	5,9
Strop - zvočno absorb. obešen strop	146,5	0,30	44,0	0,45	65,9	0,55	80,6	0,65	95,2	0,65	95,2	0,60	87,9
Odprtina proti hodniku	11,0	0,40	4,4	0,40	4,4	0,40	4,4	0,60	6,6	0,70	7,7	0,70	7,7
Stene	207,8	0,18	37,4	0,09	18,7	0,06	12,5	0,05	10,4	0,05	10,4	0,05	10,4
Absorpcija zvoka v zraku					0,2		0,7		2,0		6,6		19,8
Vsota površin (m <sup>2</sup> )	511,8	Σ A	90,1	Σ A	93,6	Σ A	102,5	Σ A	120,1	Σ A	125,8	Σ A	131,6
Odmervni čas (Sabin) (s)	T <sub>s</sub>	1,19	T <sub>s</sub>	1,15	T <sub>s</sub>	1,05	T <sub>s</sub>	0,90	T <sub>s</sub>	0,85	T <sub>s</sub>	0,82	
Odmervna čas (Eymg) (s)	T <sub>Ey</sub>	1,08	T <sub>Ey</sub>	1,04	T <sub>Ey</sub>	0,94	T <sub>Ey</sub>	0,79	T <sub>Ey</sub>	0,74	T <sub>Ey</sub>	0,71	
Srednji odmervni čas (s)	T <sub>sr</sub>	<b>1,14</b>	T <sub>sr</sub>	<b>1,09</b>	T <sub>sr</sub>	<b>0,99</b>	T <sub>sr</sub>	<b>0,84</b>	T <sub>sr</sub>	<b>0,80</b>	T <sub>sr</sub>	<b>0,76</b>	
Odstopanje od Topl. (%)		14		9		-1		-16		-20		-24	
Srednji koeficient absorpcije	α sr.	0,18	α sr.	0,18	α sr.	0,20	α sr.	0,23	α sr.	0,25	α sr.	0,26	
Konstanta prostora	R	109	R	115	R	128	R	157	R	167	R	177	
Odmervni radij (m)	r(H)	1,47	r(H)	1,51	r(H)	1,60	r(H)	1,77	r(H)	1,82	r(H)	1,88	

### GALERIJA CUKRARNA

Datum: avgust 2013		RAČUN DOLŽINE ODMEVNega ČASA PO SABINU IN EYRINGU										Št.	3	
Prostor:		CUKRARNA, JAZZ KLUB - AKUSTičNO NEUREJEN										Optimalni odmervni čas (s): 0,90		
Prostornina (m <sup>3</sup> ):		1422	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz						
Element površine	S (m <sup>2</sup> )	α	S . α	α	S . α	α	S . α	α	S . α	α	S . α	α	S . α	α
Tla - pritičje, nezasedena	120,0	0,09	10,8	0,06	7,2	0,05	6,0	0,05	6,0	0,05	6,0	0,05	6,0	6,0
Tla - pritičje, zasedena 75 %	60,0	0,40	24,0	0,60	36,0	0,70	42,0	0,80	48,0	0,85	51,0	0,80	48,0	48,0
Tla - galerija, nezasedena	12,0	0,07	0,8	0,06	0,7	0,05	0,6	0,05	0,6	0,05	0,6	0,05	0,6	0,6
Tla - galerija, zasedena 75 %	35,0	0,40	14,0	0,60	21,0	0,70	24,5	0,80	28,0	0,85	29,8	0,80	28,0	28,0
Strop - brez akustičnega stropa	180,0	0,03	5,4	0,03	5,4	0,04	7,2	0,04	7,2	0,04	7,2	0,04	7,2	7,2
Strop pod galerijo - brez akust.stropa	47,0	0,03	1,4	0,03	1,4	0,04	1,9	0,04	1,9	0,04	1,9	0,04	1,9	1,9
Stene	399,0	0,05	20,0	0,05	20,0	0,05	20,0	0,05	20,0	0,05	20,0	0,05	20,0	20,0
Okna	12,1	0,12	1,5	0,10	1,2	0,05	0,6	0,04	0,5	0,03	0,4	0,03	0,4	0,4
Vrata	21,5	0,10	2,2	0,08	1,7	0,06	1,3	0,05	1,1	0,05	1,1	0,05	1,1	1,1
Absorpcija zvoka v zraku					0,4		1,4		4,3		14,2		42,7	
Vsota površin (m <sup>2</sup> )	886,6	Σ A	80,0	Σ A	95,0	Σ A	105,4	Σ A	117,5	Σ A	132,0	Σ A	155,7	
Odmervni čas (Sabin) (s)	T s	2,90	T s	2,44	T s	2,20	T s	1,97	T s	1,76	T s	1,49		
Odmervna čas (Eyng) (s)	T Ey	2,76	T Ey	2,31	T Ey	2,06	T Ey	1,84	T Ey	1,62	T Ey	1,35		
Srednji odmervni čas (s)	T sr	2,83	T sr	2,37	T sr	2,13	T sr	1,91	T sr	1,69	T sr	1,42		
Odstopanje od T opt.(%)		215		164		137		112		88		58		
Srednji koeficient absorpcije	α sr.	0,09	α sr.	0,11	α sr.	0,12	α sr.	0,13	α sr.	0,15	α sr.	0,18		
Konstanta prostora	R	88	R	106	R	120	R	135	R	155	R	189		
Odmervni radij (m)	r(H)	1,32	r(H)	1,45	r(H)	1,54	r(H)	1,64	r(H)	1,76	r(H)	1,94		

Datum: avgust 2013		RAČUN DOLŽINE ODMEVNega ČASA PO SABINU IN EYRINGU										Št.	4	
Prostor:		CUKARNA, JAZZ KLUB - AKUSTIČNO UREJEN										Optimalni odmevni čas (s):		
		Prostornina (m <sup>3</sup> ):	1422	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz					
Element površine	S (m <sup>2</sup> )	α	S . α	α	S . α	α	S . α	α	S . α	α	S . α	α	S . α	S . α
Tla - pritličje, nezasedena	120,0	0,09	10,8	0,06	7,2	0,05	6,0	0,05	6,0	0,05	6,0	0,05	6,0	6,0
Tla - pritličje, zasedena 75 %	60,0	0,40	24,0	0,60	36,0	0,70	42,0	0,80	48,0	0,85	51,0	0,80	48,0	48,0
Tla - galerija, nezasedena	12,0	0,07	0,8	0,06	0,7	0,05	0,6	0,05	0,6	0,05	0,6	0,05	0,6	0,6
Tla - galerija, zasedena 75 %	35,0	0,40	14,0	0,60	21,0	0,70	24,5	0,80	28,0	0,85	29,8	0,80	28,0	28,0
Strop, beton	20,0	0,03	0,6	0,03	0,6	0,04	0,8	0,04	0,8	0,04	0,8	0,04	0,8	0,04
Strop, zvočno absorpcijski strop	160,0	0,30	48,0	0,45	72,0	0,60	96,0	0,70	112,0	0,70	112,0	0,65	104,0	104,0
Strop pod galerijo, zvočna absorpc. strop	47,0	0,30	14,1	0,45	21,2	0,60	28,2	0,70	32,9	0,70	32,9	0,65	30,6	30,6
Stene, brez akustičnih oblog	309,0	0,05	15,5	0,05	15,5	0,05	15,5	0,05	15,5	0,05	15,5	0,05	15,5	15,5
Stene, akustične obloge za nizke frekvence	90,0	0,55	49,5	0,25	22,5	0,10	9,0	0,05	4,5	0,05	4,5	0,05	4,5	4,5
Okna	12,1	0,12	1,5	0,10	1,2	0,05	0,6	0,04	0,5	0,03	0,4	0,03	0,4	0,4
Vrata	21,5	0,10	2,2	0,08	1,7	0,06	1,3	0,05	1,1	0,05	1,1	0,05	1,1	1,1
Absorpcija zvoka v zraku					0,4		1,4		4,3		14,2		42,7	
Vsota površin (m <sup>2</sup> )	886,6	Σ A	180,9	Σ A	200,0	Σ A	225,9	Σ A	254,1	Σ A	268,7	Σ A	282,0	
Odmevni čas (Sabin) (s)	T <sub>s</sub>	1,28	T <sub>s</sub>	1,16	T <sub>s</sub>	1,03	T <sub>s</sub>	0,91	T <sub>s</sub>	0,86	T <sub>s</sub>	0,82		
Odmevna čas (Eyring) (s)	T <sub>Ey</sub>	1,15	T <sub>Ey</sub>	1,02	T <sub>Ey</sub>	0,89	T <sub>Ey</sub>	0,77	T <sub>Ey</sub>	0,72	T <sub>Ey</sub>	0,68		
Srednji odmevni čas (s)	T <sub>sr</sub>	<b>1,21</b>	T <sub>sr</sub>	<b>1,09</b>	T <sub>sr</sub>	<b>0,96</b>	T <sub>sr</sub>	<b>0,84</b>	T <sub>sr</sub>	<b>0,79</b>	T <sub>sr</sub>	<b>0,75</b>		
Odsotenje od T <sub>opt</sub> (%)		35		21		6		6		-6		-12		-16
Srednji koeficient absorpcije	α <sub>sr</sub>	0,20	α <sub>sr</sub>	0,23	α <sub>sr</sub>	0,25	α <sub>sr</sub>	0,29	α <sub>sr</sub>	0,30	α <sub>sr</sub>	0,32		
Konstanta prostora	R	227	R	258	R	303	R	356	R	385	R	414		
Odmevni radij (m)	r(H)	2,13	r(H)	2,27	r(H)	2,45	r(H)	2,66	r(H)	2,77	r(H)	2,87		