



Družba za izvajanje kompletnega varstva pri delu  
Opekarniška cesta 15d, 3000 Celje, Tel: 03 428 23 10, fax: 03 428 23 21,  
e-mail: [info@kova.si](mailto:info@kova.si)


---

ADESCO, d.o.o.  
Stari trg 35,  
3320 Velenje

## ELABORAT ZAŠČITE PRED HRUPOM V STAVBAH

TecHUB i4.0

Celje, marec 2024

<b>Objekt:</b>	TechHUB i40.0, Industrijska cona Stara vas, 3320 Velenje
<b>Lokacija:</b>	Velenje
<b>Investitor:</b>	Mestna občina Velenje, Titov trg 1, 3320 Velenje
<b>Naročnik:</b>	ADESCO, Stari trg 35, 3320 Velenje
<b>Vrsta projektne dokumentacije:</b>	PZI
<b>Št. projektne dokumentacije:</b>	34/2022, marec 2024
<b>Št. elaborata:</b>	EK2024-2400086
<b>Izdelala:</b>	<div> <div> izr. prof. dr. Miha Kovačič  <i>Dušan</i>  Dušan Kresnik, univ. dipl. biol. </div> <div>  <b>iKOVA</b> d.o.o.  Opekarniška 15d, 3000 Celje </div> </div>

## KAZALO

<b>KAZALO.....</b>	<b>2</b>
<b>1 MEJNE VREDNOSTI ZVOČNE IZOLIRNOSTI IN RAVNI ZVOČNEGA TLAKA UDARNEGA ZVOKA.....</b>	<b>3</b>
<b>2 MEJNE VREDNOSTI RAVNI HRUPA.....</b>	<b>6</b>
<b>3 ZVOČNA IZOLIRNOST NOTRANJNH LOČILNIH ELEMENTOV ..</b>	<b>7</b>
3.1 Stena med proizvodnim delom stavbe ter med pisarno, sejno sobo, delom stavbe druge namembnosti ali različnih uporabnikov (točka 8.2) – stena med predavalnico P.06 in dvigalno progo v pritličju .....	7
3.2 Stena med kabinetoma, stena med laboratorijema (točka 9.2) – stena med laboratorijema 1 in 2 v medetaži .....	9
3.3 Stena med kabinetoma, stena med laboratorijema (točka 9.2) – stena med laboratorijema 2 in 3 v medetaži .....	11
3.4 Medetažna konstrukcija med industrijskim delom stavbe in pisarno ali sejno sobo nad njo (točka 8.8) – medetažna konstrukcijo med laboratorijem 1 v medetaži ter dvigalno progo v pritličju .....	14
3.4.1 Izračun po standardu SIST EN 12354-2 .....	16
3.5 Vse medetažne konstrukcije, razen konstrukcij 8.13, 8.14, 8.15 in 8.16 (točka 9.12) – medetaža med SMART PRODUCTION CREATORS LAB v pritličju in SMART MEDIA STUDIO v kleti .....	17
3.5.1 Izračun po standardu SIST EN 12354-2 .....	19
3.6 Vse medetažne konstrukcije, razen konstrukcij 8.13, 8.14, 8.15 in 8.16 (točka 9.12) – medetaža med pisarno 1 v nadstropju ter laboratorijem 1 v medetaži .....	20
3.6.1 Izračun po standardu SIST EN 12354-2 .....	22
<b>4 ZVOČNA IZOLIRNOST ZUNANJNH LOČILNIH ELEMENTOV....</b>	<b>24</b>
4.7 SMART PRODUCTION CREATORS LAB v pritličju .....	24
4.1 Pisarna 14 v nadstropju .....	27

# **1 MEJNE VREDNOSTI ZVOČNE IZOLIRNOSTI IN RAVNI ZVOČNEGA TLAKA UDARNEGA ZVOKA**

Elaborat je v sklopu projekta arhitekture in je izdelan 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.

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. list RS, št. 121/2004, 59/2019, 44/2022-ZVO-2 in 53/2022)
- Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Ur. list RS št. 43/2018, 59/2019 in 44/2022-ZVO-2)
- Standardi SIST EN 12354 -1, SIST EN 12354 -2, SIST EN 12354 -3

Obravnavan 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 preglednicah 7, 8 in 9 Tehnične smernice TSG-1-005: 2012.

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 ločilne konstrukcije	Zvočna izolimost (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 med 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 strojnici	$R'_w$	57
7.5	Stena proti hrupni strojnici	$R'_w$	6. člen
7.6	Medetažne konstrukcije med poslovnimi, trgovskimi, postajnimi, terminalskimi, muzejskimi in knjižničnimi deli stavbe.	$R'_w$	52
		$L'_{n,w}$	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.	$R'_w$	52
		$L'_{n,w}$	53
7.8	Medetažne konstrukcije med poslovnimi, trgovskimi, postajnimi, terminalskimi, muzejskimi in knjižničnimi deli stavbe in preddverji, hodniki, vhodnimi prostori ter podobnimi prostori pod njimi.	$R'_w$	57
		$L'_{n,w}$	58
7.9	Medetažne konstrukcije med poslovnimi, trgovskimi, postajnimi, terminalskimi, muzejskimi in knjižničnimi deli stavbe in manj hrupnimi strojnicami nad njimi.	$R'_w$	57
		$L'_{n,w}$	43
7.10	Medetažne konstrukcije proti zelo hrupnim strojnicami.	$R'_w$ $L'_{n,w}$	6. člen

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

Preglednica 8: Industrijske stavbe (CC-SI 1251)

Zap. št.	Funkcija ločilne konstrukcije	Zvočna izolacija (dB)	
8.1	Stena med industrijskim delom stavbe in stanovanjem	$R'_w$	62
8.2	Stena med proizvodnim delom stavbe ter med pisarno, sejno sobo, delom stavbe druge namembnosti ali različnih uporabnikov	$R'_w$	57
8.3	Medetažna konstrukcija med industrijskim delom stavbe in stanovanjem pod njim	$R'_w$	62
		$L'_{n,w}$	43
8.4	Medetažna konstrukcija med industrijskim delom stavbe in stanovanjem nad njim	$R'_w$	62
		$L'_{n,w}$	58
8.5	Medetažna konstrukcija med industrijskim delom stavbe in delom stavbe za druge namembnosti ali različnih uporabnikom nad njimi	$R'_w$	57
		$L'_{n,w}$	58
8.6	Medetažna konstrukcija med industrijskim delom stavbe in delom stavbe za druge namembnosti ali različnih uporabnikom pod njo	$R'_w$	57
		$L'_{n,w}$	53
8.7	Podna konstrukcija industrijskega dela stavbe, ki je poleg stanovanja ali pod njim	$L'_{n,w}$	43
8.8	Medetažna konstrukcija med industrijskim delom stavbe in pisarno ali sejno sobo nad njo	$R'_w$	57
		$L'_{n,w}$	58
8.9	Medetažna konstrukcija med industrijskim delom stavbe in pisarno ali sejno sobo pod njo	$R'_w$	57
		$L'_{n,w}$	43

<sup>1)</sup> Med industrijske stavbe po predpisu o uporabi enotne klasifikacije objektov sodijo med drugim tudi avtomehanične, mizarske in podobne delavnice, pekarnice, montažne hale, tiskarne, itd.

Preglednica 9: Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo (CC-SI 1263)

Zap. št.	Funkcija ločilne konstrukcije	Zvočna izolacija (dB)	
9.1	Stena med učilnicama, stena med, učilnico in kabinetom, stena med učilnico in prostorom za druge namene	$R'_w$	52
9.2	Stena med kabinetoma, stena med laboratorijema	$R'_w$	48
9.3	Stena med učilnico in delom stavbe druge namembnosti ali različnih uporabnikov	$R'_w$	57
9.4	Stena med hrupno učilnico in učilnico, delom stavbe druge namembnosti ali različnih uporabnikov	$R'_w$	60
9.5	Vrata med učilnico ali kabinetom in hodnikom	$R'_w$	27
9.6	Vrata med učilnico ali kabinetom in hodnikom v stavbah za visoko-šolsko izobraževanje	$R'_w$	37
9.7	Stena med učilnico ali kabinetom in hodnikom, v katero so vgrajena vrata	$R'_w$	47
9.8	Stena med učilnico ali kabinetom in hodnikom v stavbah za visokošolsko izobraževanje in fakultetah – stena, v katero so vgrajena vrata	$R'_w$	52
9.9	Stena brez vrat med učilnico ali kabinetom in hodnikom ali stopniščem	$R'_w$	52
9.10	Stena proti manj hrupni strojnici	$R'_w$	57
9.11	Stena proti hrupni strojnici	$R'_w$ $L'_{n,w}$	6. člen
9.12	Vse medetažne konstrukcije, razen konstrukcij 8.13, 8.14, 8.15 in 8.16	$R'_w$ $L'_{n,w}$	52 58
9.13	Medetažna konstrukcija med učilnico ali kabinetom in med hrupno učilnico pod njima	$R'_w$ $L'_{n,w}$	60 58
9.14	Medetažna konstrukcija med učilnico ali kabinetom in med hrupno učilnico nad njima	$R'_w$ $L'_{n,w}$	60 43
9.15	Medetažna konstrukcija proti manj hrupni strojnici spodaj	$R'_w$ $L'_{n,w}$	57 58
9.16	Medetažna konstrukcija proti manj hrupni strojnici zgoraj	$R'_w$ $L'_{n,w}$	57 43
9.17	Medetažna konstrukcija proti hrupni strojnici	$R'_w$ $L'_{n,w}$	6. člen

<sup>1</sup> Sem sodijo tudi predavalnice, igralnice in podobni prostori, kjer poteka izobraževanje ali vzgoja.

<sup>2</sup> Zvočna izolirnost vrat, ki mora biti zagotovljena po vgradnji vrat v stavbo.

<sup>3</sup> Potrebno zvočno izolirnost se lahko zagotovi tudi v obliki zvokolova.

<sup>4</sup> Samo stena.

<sup>5</sup> Pri novogradnjah hrupna strojnica ne sme mejiti na učilnice, hrupne učilnice, kabinete, laboratorije in prostore, kjer se daljši čas zadržujejo uporabniki.

V elaboratu je ocenjena zvočna izolirnost samo tistih konstrukcij obravnavanih stavb, za katere je zvočna izolirnost predpisana s Pravilnikom o zaščiti pred hrupom v stavbah oziroma s Tehnično smernico TSG-1-005: 2012.

## 2 MEJNE VREDNOSTI RAVNI HRUPA

Mejne vrednosti ekvivalentnih ravni hrupa v prostorih, ki ga povzroča hrup iz okolja, so določene v preglednici 2 Tehnične smernice TSG-1-005: 2012 in so naslednje:

Tabela 1: (Preglednica 2): Mejne vrednosti ekvivalentnih ravni hrupa

Namembnost prostora	Mejne vrednosti ekvivalentnih ravni hrupa $L_{Aeq}$ dB(A)		
	dan	večer	noč <sup>2)</sup>
Varovani prostori v stanovanjih	35	33	30
Prenočitvene enote v stavbah za nastanitev (hotelih, motelih, penzionih ipd.) ter sobe v stanovanjskih stavbah za posebne namene (domovi za starejše, dijaški domovi, internati ipd.)	35	33	30
Bolniške sobe	30	30	30
Ambulante, ordinacije, operacijski prostori	35	35	35
Učilnice, predavalnice, delovni in študijski kabineti, knjižnice, čitalnice ipd.	35	35	35

Mejne vrednosti maksimalnih ravni hrupa v prostorih, ki ga povzroča hrup obratovalne opreme, so določene v preglednici 3 Tehnične smernice TSG-1-005: 2012 in so naslednje:

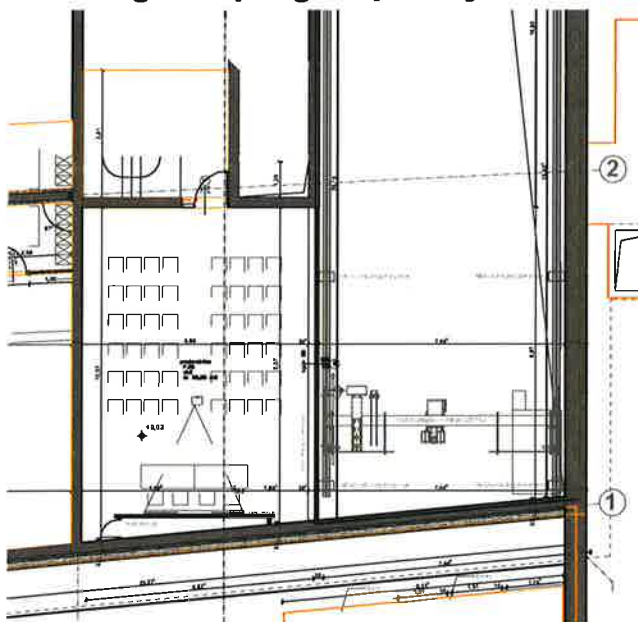
Tabela 2: (Preglednica 3): Mejne vrednosti maksimalne ravni hrupa

Namembnost prostora	Mejne ravni hrupa $L_{A,max}$ dB(A)
Varovani prostori v stanovanjih, prenočitvene enote, bolniške sobe	30
Ambulante, ordinacije, operacijski prostori	35
Učilnice, predavalnice, delovni in študijski kabineti, knjižnice, čitalnice ipd.	40

### 3 ZVOČNA IZOLIRNOST NOTRANJIH LOČILNIH ELEMENTOV

Pri opisu sestave ločilnih elementov so navedeni samo tisti podatki, ki bistveno vplivajo na njihovo zvočno izolirnost.

#### 3.1 Stena med proizvodnim delom stavbe ter med pisarno, sejno sobo, delom stavbe druge namembnosti ali različnih uporabnikov (točka 8.2) – stena med predavalnico P.06 in dvigalno progo v pritličju



Višina ločilne stene je predvidoma 3,9 m, dolžina pa 9,4 m. Ločilna stena je zastekljena (višina 1,2 m, dolžina 9,4 m). Glede na površinsko gostoto stene ( $720 \text{ [kg/m}^2\text{]}$ ) lahko po enačbi (B.5) SIST EN 12354-1 izračunamo zvočno izolirnost 65 dB.

Predvidena zvočna izolirnost zasteklitve znaša 54 dB.

Zvočno izolirnost ločilne stene izračunamo po:

$$R' = -10 \log \left( \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} 10^{\frac{R_i}{10}} \right) = -10 \log \left( \frac{S_1}{S} 10^{\frac{R_1}{10}} + \frac{S_2}{S} 10^{\frac{R_2}{10}} \right),$$

kjer sta  $S_1$ , in  $S_2$  površini stenskih elementov (AB stena in zasteklitev):

$S_1 = 23,5 \text{ m}^2$  in

$S_2 = 11,3 \text{ m}^2$ .



Zvočna izolirnost ločilne stene je torej:

$$R' = -10 \log \left( \frac{23,5}{34,8} 10^{\frac{65}{10}} + \frac{11,3}{34,8} 10^{\frac{54}{10}} \right) = 58 \text{ dB.}$$

Predvidena sestava ločilne stene, tal in stropa, 3 in 4	Predvidena gostota [kg/m <sup>3</sup> ]	Predvidena debelina [cm]	Predvidena površinska masa [kg/m <sup>2</sup> ]
AB stena	2400	30	720

Pri izračunu vpliva spojev smo upoštevali površinsko gostoto stene 720 kg/m<sup>2</sup>.

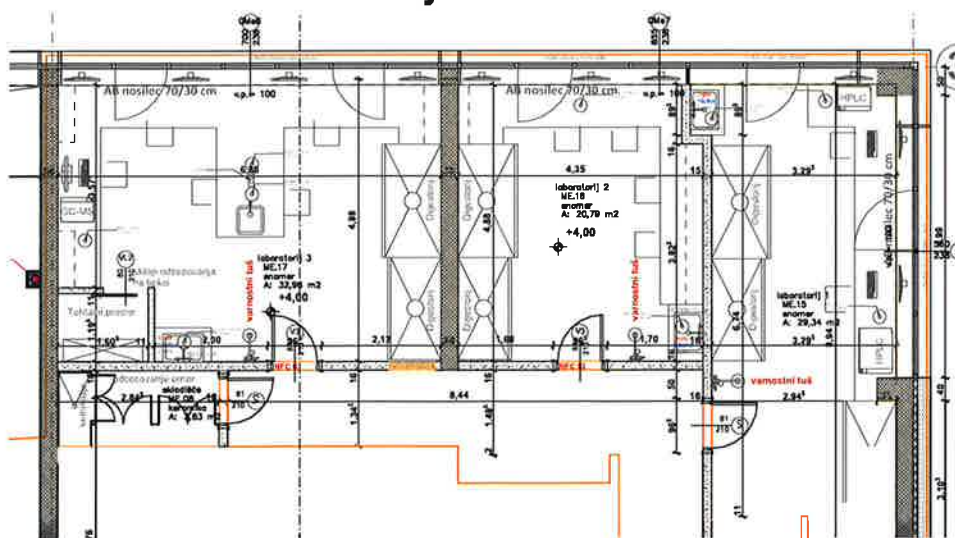
### Izračun zvočne izolirnosti po standardu SIST EN 12354-1

VHODNI PODATKI		BOČNE STENE					SPOJI						
	Indeks	F	f	m' [kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> [dB] (enačbi (B.5) in (B.7))	Izboljšanje zvočne izolirnosti	m <sub>1</sub> '/m'	M (enačba (E.2))	Vrsta spoja	K <sub>Fr</sub> je K <sub>13</sub> ? (enačbi (E.5) in (E.7))	K <sub>Fr</sub> [dB]	K <sub>Fd</sub> [dB]	K <sub>Df</sub> [dB]
Ločilna stena				720	58								
Tla	1	x	x	720	65		1	0,000	Togi T-spoj (enačba (E.4))	x	5,7	5,7	5,7
Strop	2		x	720	65		1	0,000	Togi T-spoj (enačba (E.4))	x	5,7	5,7	5,7
Stena 3	3	x		720	65		1	0,000	Togi T-spoj (enačba (E.4))	x	5,7	5,7	5,7
Stena 4	4	x	x	720	65		1	0,000	Togi T-spoj (enačba (E.4))	x	5,7	5,7	5,7

Rezultati (enačbi (27) in (28))	[dB]
Ločilna stena	
$R_{Dd}$	58,0
$R_{1d}$	73,2
$R_{2d}$	73,2
$R_{3d}$	76,8
$R_{4d}$	76,8
Tla	
$R_{D1}$	73,2
$R_{11}$	76,8
Strop	
$R_{D2}$	73,2
$R_{22}$	76,8
Stena 3	
$R_{D3}$	76,8
$R_{33}$	80,4
Stena 4	
$R_{D4}$	76,8
$R_{44}$	80,4
$R'_w$ (enačba (26))	57,4
$D_{nt,w}$ (enačba (5b))	54,1

Zvočna izolirnost ustreza zahtevam Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah. Minimalna vrednost ovrednotene zvočne izolirnosti  $R'_w$  navedena v Tehničnih smernicah TSG-1-005: 2012, preglednica 8, točka 8.2 je 57 dB.

### 3.2 Stena med kabinetoma, stena med laboratorijema (točka 9.2) – stena med laboratorijema 1 in 2 v medetaži



Višina ločilne stene je predvidoma 3,9 m, dolžina pa 5,2 m.

Predvidena sestava ločilne stene in stene 4	Predvidena gostota [kg/m <sup>3</sup> ]	Predvidena debelina [cm]	Predvidena površinska masa [kg/m <sup>2</sup> ]
AB stena	2400	15	360

Predvidena sestava tal, stropa ter stene 3	Predvidena gostota [kg/m <sup>3</sup> ]	Predvidena debelina [cm]	Predvidena površinska masa [kg/m <sup>2</sup> ]
AB stena	2400	30	720

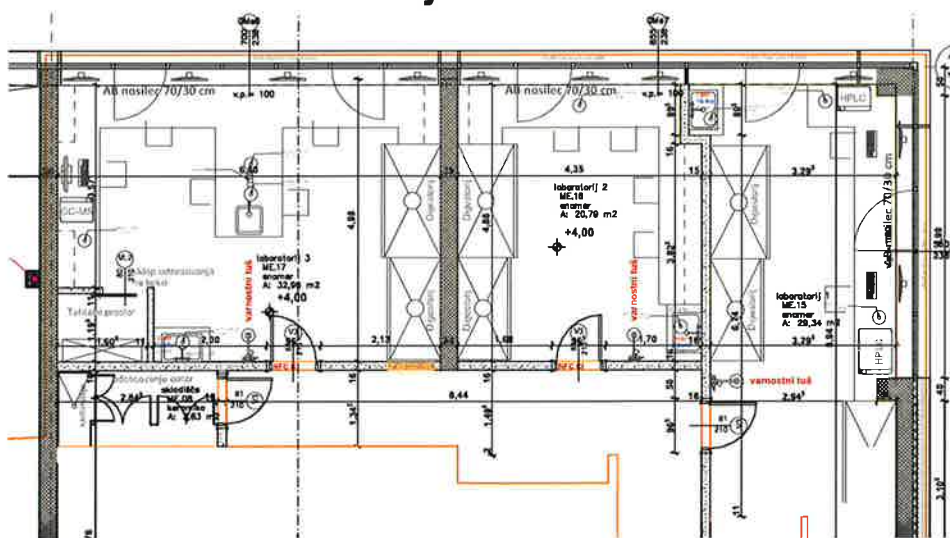
### Izračun zvočne izolirnosti po standardu SIST EN 12354-1

VHODNI PODATKI		BOČNE STENE					SPOJI						
	Indeks	F	f	m' [kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> [dB] (enačbi (B.5) in (B.7))	Izboljšanje zvočne izolirnosti	m' <sub>1</sub> /m' <sub>2</sub>	M (enačba (E.2))	Vrsta spoja	K <sub>FF</sub> je K <sub>13</sub> ? (enačbi (E.5) in (E.7))	K <sub>FF</sub> [dB]	K <sub>FD</sub> [dB]	K <sub>DF</sub> [dB]
Ločilna stena		/	/	360	54		/	/	/	/	/	/	/
Tla	1	x	x	720	65		0,5	-0,301	Togi križni spoj (enačba (E.3))		9,2	4,1	4,1
Strop	2	x	x	720	65		0,5	-0,301	Togi križni spoj (enačba (E.3))		9,2	4,1	4,1
Stena 3	3	x	x	720	65		0,5	-0,301	Togi T-spoj (enačba (E.4))	x	2,0	6,2	6,2
Stena 4	4		x	360	54		1	0,000	Togi T-spoj (enačba (E.4))	x	2,0	6,2	6,2

Rezultati (enačbi (27) in (28))	[dB]
Ločilna stena	
$R_{Dd}$	53,9
$R_{1d}$	69,5
$R_{2d}$	69,5
$R_{3d}$	72,9
$R_{4d}$	67,2
Tla	
$R_{D1}$	69,5
$R_{11}$	80,3
Strop	
$R_{D2}$	69,5
$R_{22}$	80,3
Stena 3	
$R_{D3}$	72,9
$R_{33}$	74,3
Stena 4	
$R_{D4}$	67,2
$R_{44}$	63,0
$R'_w$ (enačba (26))	53,1
$D_{nt,w}$ (enačba (5b))	52,1

Zvočna izolirnost ustreza zahtevam Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah. Minimalna vrednost ovrednotene zvočne izolirnosti  $R'_w$  navedena v Tehničnih smernicah TSG-1-005: 2012, preglednica 9, točka 9.2 je 48 dB.

### 3.3 Stena med kabinetoma, stena med laboratorijema (točka 9.2) – stena med laboratorijema 2 in 3 v medetaži



Višina ločilne stene je predvidoma 3,9 m, dolžina pa 5,2 m.

Predvidena sestava ločilne stene, tal, stropa ter stene 3	Predvidena gostota [kg/m <sup>3</sup> ]	Predvidena debelina [cm]	Predvidena površinska masa [kg/m <sup>2</sup> ]
AB stena	2400	30	720

Predvidena sestava stene 4	Predvidena gostota [kg/m <sup>3</sup> ]	Predvidena debelina [cm]	Predvidena površinska masa [kg/m <sup>2</sup> ]
AB stena	2400	15	360

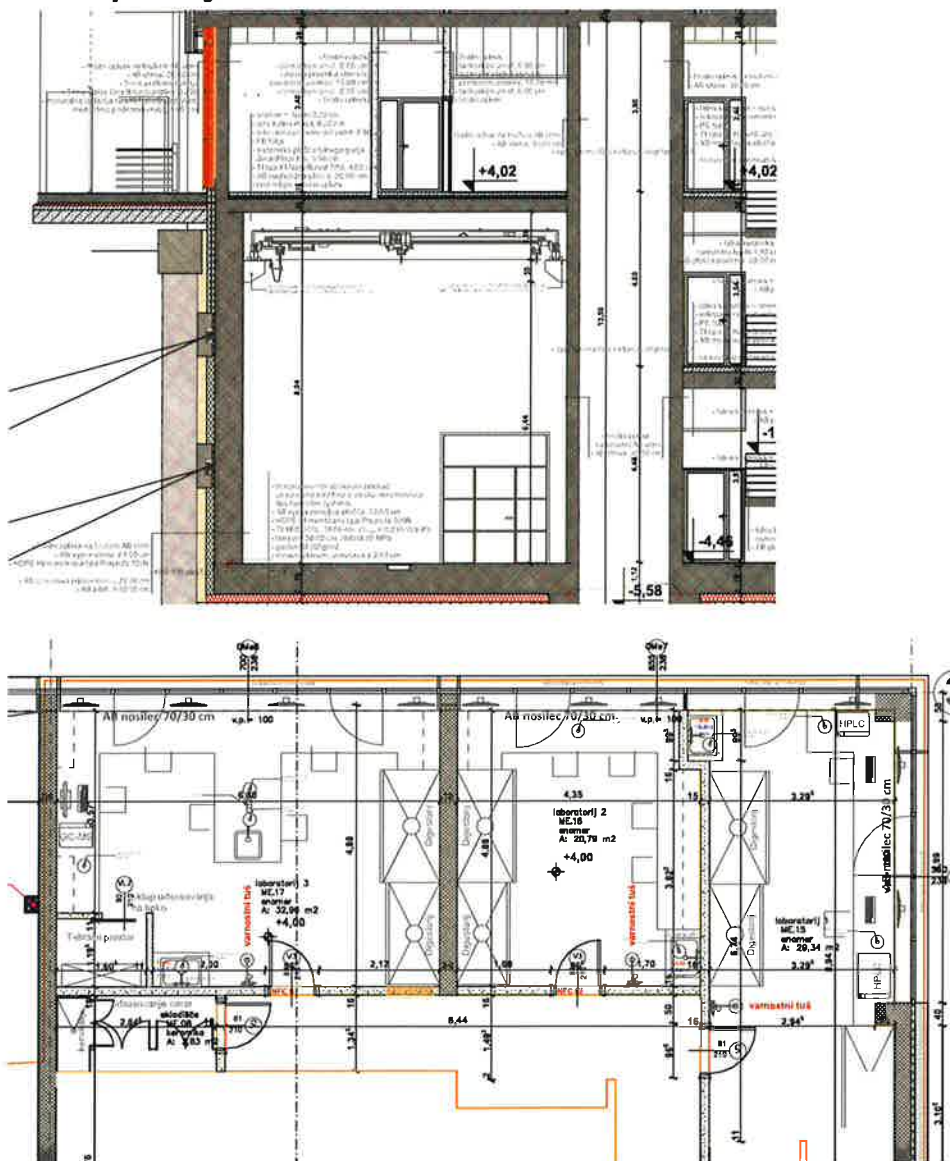
### Izračun zvočne izolirnosti po standardu SIST EN 12354-1

VHODNI PODATKI		BOČNE STENE					SPOJI						
	Indeks	F	f	m' [kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> [dB] (enačbi (B.5) in (B.7))	Izboljšanje zvočne izolirnosti	m' <sub>s</sub> /m' <sub>i</sub>	M (enačba (E.2))	Vrsta spoja	K <sub>FF</sub> je K <sub>13</sub> ? (enačbi (E.5) in (E.7))	K <sub>FF</sub> [dB]	K <sub>FA</sub> [dB]	K <sub>DF</sub> [dB]
Ločilna stena				720	65								
Tla	1	x	x	720	65		1	0,000	Togi križni spoj (enačba (E.3))		8,7	8,7	8,7
Strop	2	x	x	720	65		1	0,000	Togi križni spoj (enačba (E.3))		8,7	8,7	8,7
Stena 3	3	x	x	720	65		1	0,000	Togi T-spoj (enačba (E.4))	x	5,7	5,7	5,7
Stena 4	4	x	x	360	54		2	0,301	Togi T-spoj (enačba (E.4))	x	5,7	5,7	5,7

Rezultati (enačbi (27) in (28))	[dB]
Ločilna stena	
$R_{Dd}$	65,1
$R_{1d}$	79,8
$R_{2d}$	79,8
$R_{3d}$	78,0
$R_{4d}$	72,4
Tla	
$R_{D1}$	79,8
$R_{11}$	79,8
Strop	
$R_{D2}$	79,8
$R_{22}$	79,8
Stena 3	
$R_{D3}$	78,0
$R_{33}$	78,0
Stena 4	
$R_{D4}$	72,4
$R_{44}$	66,7
$R'_w$ (enačba (26))	61,3
$D_{nt,w}$ (enačba (5b))	60,2

Zvočna izolirnost ustreza zahtevam Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah. Minimalna vrednost ovrednotene zvočne izolirnosti  $R'_w$  navedena v Tehničnih smernicah TSG-1-005: 2012, preglednica 9, točka 9.2 je 48 dB.

### 3.4 Medetažna konstrukcija med industrijskim delom stavbe in pisarno ali sejno sobo nad njo (točka 8.8) – medetažna konstrukcijo med laboratorijem 1 v medetaži ter dvigalno progo v pritličju



Širina tal je predvidoma 3,2 m, dolžina pa 4,9 m.

Predvidena sestava tal, sten 1, 2 in 3	Predvidena gostota [kg/m <sup>3</sup> ]	Predvidena debelina [cm]	Predvidena površinska masa [kg/m <sup>2</sup> ]
AB stena	2400	30	720

Predvidena sestava stene 4	Predvidena gostota [kg/m <sup>3</sup> ]	Predvidena debelina [cm]	Predvidena površinska masa [kg/m <sup>2</sup> ]
AB stena	2400	15	360

## Izračun zvočne izolirnosti po standardu SIST EN 12354-1

VHODNI PODATKI		BOČNE STENE					SPOJI						
	Indeks	F	f	m' [kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> [dB] (enačbi (B.5) in (B.7))	Izboljšanje zvočne izolirnosti	m'/m <sub>1</sub>	M (enačba (E.2))	Vrsta spoja	K <sub>FF</sub> je K <sub>13</sub> ? (enačbi (E.5) in (E.7))	K <sub>FF</sub> [dB]	K <sub>FD</sub> [dB]	K <sub>DF</sub> [dB]
Tla		/	/	720	65		/	/	/	/	/	/	/
Stena 1	1	x		720	65		1	0,000	Togi T-spoj (enačba (E.4))	x	5,7	5,7	5,7
Stena 2	2	x	x	720	65		1	0,000	Togi T-spoj (enačba (E.4))	x	5,7	5,7	5,7
Stena 3	3	x	x	720	65		1	0,000	Togi T-spoj (enačba (E.4))	x	5,7	5,7	5,7
Stena 4	4	x	x	360	54		2	0,301	Togi T-spoj (enačba (E.4))	x	5,7	5,7	5,7



Rezultati (enačbi (27) in (28))	[dB]
Tla	
$R_{Dd}$	65,1
$R_{1d}$	77,8
$R_{2d}$	77,8
$R_{3d}$	75,9
$R_{4d}$	70,3
Stena 1	
$R_{D1}$	77,8
$R_{11}$	77,8
Stena 2	
$R_{D2}$	77,8
$R_{22}$	77,8
Stena 3	
$R_{D3}$	75,9
$R_{33}$	75,9
Stena 4	
$R_{D4}$	70,3
$R_{44}$	64,6
$R'_w$ (enačba (26))	60,0
$D_{nt,w}$ (enačba (5b))	60,1

Zvočna izolirnost ustreza zahtevam Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah. Minimalna vrednost ovrednotene zvočne izolirnosti  $R'_w$  navedena v Tehničnih smernicah TSG-1-005: 2012, preglednica 8, točka 8.8 je 57 dB.

### 3.4.1 Izračun po standardu SIST EN 12354-2

Ovrednotena normirana ekvivalentna raven zvočnega tlaka  $L_{n,w,eq}$  se izračuna po enačbi (B.5):

$$L_{n,w,eq} = 164 - 35 \log \left( \frac{m'}{m'_0} \right),$$

kjer sta  $m'$  površinska gostota konstrukcije in  $m'_0$  pa 1 kg/m<sup>2</sup>.

Ovrednotena normirana ekvivalentna raven zvočnega tlaka je torej:

$$L_{n,w,eq} = 164 - 35 \log \left( \frac{720}{1} \right) = 64 \text{ dB}.$$

Ovrednoteno izboljšanje izolacije pred udarnim zvokom pri dinamični togosti 10 MN/m<sup>3</sup> in predvideni gostoti estriha 110 kg/m<sup>2</sup> dobimo iz slike C.1. Razberemo:

$$\Delta L_w = 34 \text{ dB}.$$

Korekcija za stranski prenos je odvisna od povprečne površinske mase stranskih elementov:

$$\bar{m}' = \frac{720 + 720 + 720 + 360}{4} = 630 \text{ kg/m}^2.$$

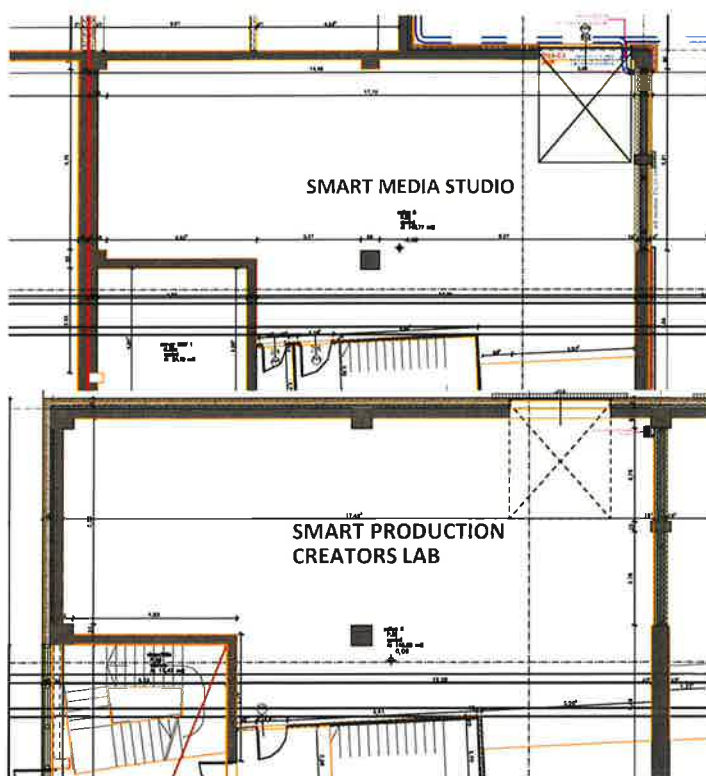
Iz preglednice 1 sledi, da je korekcija za stranski prenos  $K$  enak 1 dB.

Ovrednotena normirana raven zvočnega tlaka udarnega zvoka med prostoroma je (enačba (21)):

$$L'_{n,w} = L_{n,w,eq} - \Delta L_w + K = 64 - 34 + 1 = 31 \text{ dB}.$$

Zvočna izolacija ustreza zahtevam Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah. Največja vrednost ovrednotene normirane ravni zvočnega tlaka udarnega zvoka navedena v Tehničnih smernicah TSG-1-005: 2012, preglednica 8, točka 8.8 je 58 dB.

### 3.5 Vse medetažne konstrukcije, razen konstrukcij 8.13, 8.14, 8.15 in 8.16 (točka 9.12) – medetaža med SMART PRODUCTION CREATORS LAB v pritličju in SMART MEDIA STUDIO v kleti



Širina tal je predvidoma 17,5 m, dolžina pa 6,4 m.

Predvidena sestava tal in sten	Predvidena gostota [kg/m <sup>3</sup> ]	Predvidena debelina [cm]	Predvidena površinska masa [kg/m <sup>2</sup> ]
AB stena	2400	30	720

## Izračun zvočne izolirnosti po standardu SIST EN 12354-1

VHODNI PODATKI		BOČNE STENE					SPOJI						
	Indeks	F	f	m' [kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> [dB] (enačbi (B.5) in (B.7))	Izboljšanje zvočne izolirnosti	m' <sub>1</sub> /m' <sub>2</sub>	M (enačba (E.2))	Vrsta spoja	K <sub>Fr</sub> je K <sub>13</sub> ? (enačbi (E.5) in (E.7))	K <sub>Fr</sub> [dB]	K <sub>Fd</sub> [dB]	K <sub>Df</sub> [dB]
Tla				720	65								
Stena 1	1	x	x	720	65		1	0,000	Togi T-spoj (enačba (E.4))	x	5,7	5,7	5,7
Stena 2	2	x	x	720	65		1	0,000	Togi T-spoj (enačba (E.4))	x	5,7	5,7	5,7
Stena 3	3	x	x	720	65		1	0,000	Togi križni spoj (enačba (E.3))		8,7	8,7	8,7
Stena 4	4	x	x	720	65		1	0,000	Togi T-spoj (enačba (E.4))	x	5,7	5,7	5,7

Rezultati (enačbi (27) in (28))	[dB]
Tla	
$R_{Dd}$	65,1
$R_{1d}$	78,9
$R_{2d}$	78,9
$R_{3d}$	86,3
$R_{4d}$	83,3
Stena 1	
$R_{D1}$	78,9
$R_{11}$	78,9
Stena 2	
$R_{D2}$	78,9
$R_{22}$	78,9
Stena 3	
$R_{D3}$	86,3
$R_{33}$	86,3
Stena 4	
$R_{D4}$	83,3
$R_{44}$	83,3
$R'_w$ (enačba (26))	63,9
$D_{nt,w}$ (enačba (5b))	55,5

Zvočna izolirnost ustreza zahtevam Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah. Minimalna vrednost ovrednotene zvočne izolirnosti  $R'_w$  navedena v Tehničnih smernicah TSG-1-005: 2012, preglednica 9, točka 9.12 je 52 dB.

### 3.5.1 Izračun po standardu SIST EN 12354-2

Ovrednotena normirana ekvivalentna raven zvočnega tlaka  $L_{n,w,eq}$  se izračuna po enačbi (B.5):

$$L_{n,w,eq} = 164 - 35 \log \left( \frac{m'}{m'_0} \right),$$

kjer sta  $m'$  površinska gostota konstrukcije in  $m'_0$  pa 1 kg/m<sup>2</sup>.

Ovrednotena normirana ekvivalentna raven zvočnega tlaka je torej:

$$L_{n,w,eq} = 164 - 35 \log \left( \frac{720}{1} \right) = 64 \text{ dB}.$$

Ovrednoteno izboljšanje izolacije pred udarnim zvokom pri dinamični togosti 10 MN/m<sup>3</sup> in predvideni gostoti estriha 110 kg/m<sup>2</sup> dobimo iz slike C.1. Razberemo:

$$\Delta L_w = 34 \text{ dB}.$$

Korekcija za stranski prenos je odvisna od povprečne površinske mase stranskih elementov:

$$\overline{m'} = \frac{720 + 720 + 720 + 720}{4} = 720 \text{ kg/m}^2.$$

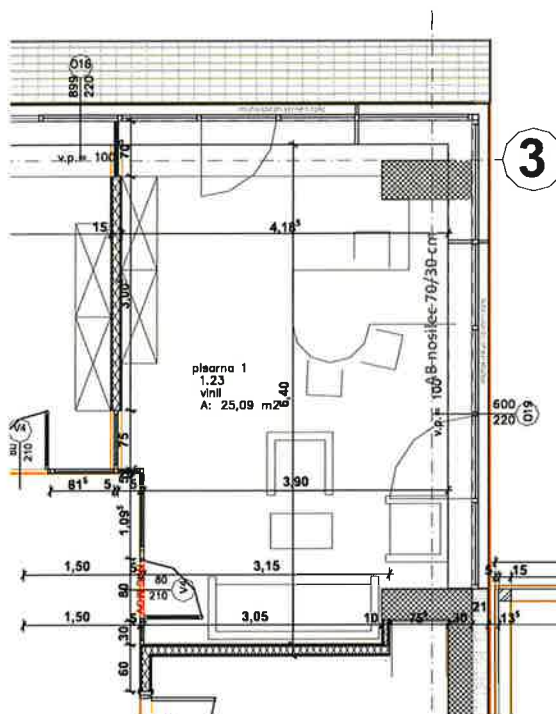
Iz preglednice 1 sledi, da je korekcija za stranski prenos  $K$  enak 1 dB.

Ovrednotena normirana raven zvočnega tlaka udarnega zvoka med prostoroma je (enačba (21)):

$$L'_{n,w} = L_{n,w,eq} - \Delta L_w + K = 64 - 34 + 1 = 31 \text{ dB}.$$

Zvočna izolacija ustreza zahtevam Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah. Največja vrednost ovrednotene normirane ravni zvočnega tlaka udarnega zvoka navedena v Tehničnih smernicah TSG-1-005: 2012, preglednica 9, točka 9.12 je 58 dB.

### 3.6 Vse medetažne konstrukcije, razen konstrukcij 8.13, 8.14, 8.15 in 8.16 (točka 9.12) – medetaža med pisarno 1 v nadstropju ter laboratorijem 1 v medetaži



Širina tal je predvidoma 5,2 m, dolžina pa 4,2 m.

Predvidena sestava tal in sten 1, 2 ter 3	Predvidena gostota [kg/m <sup>3</sup> ]	Predvidena debelina [cm]	Predvidena površinska masa [kg/m <sup>2</sup> ]
AB stena	2400	30	720

Predvidena sestava stene 4	Predvidena gostota [kg/m <sup>3</sup> ]	Predvidena debelina [cm]	Predvidena površinska masa [kg/m <sup>2</sup> ]
AB stena	2400	15	360

### Izračun zvočne izolirnosti po standardu SIST EN 12354-1

VHODNI PODATKI		BOČNE STENE					SPOJI						
	Indeks	F	f	m' [kg/m <sup>2</sup> ]	R <sub>w</sub> [dB] (enačbi (B.5) in (B.7))	Izboljšanje zvočne izolirnosti	m' <sub>0</sub> /m' <sub>1</sub>	M (enačba (E.2))	Vrsta spoja	K <sub>Fr</sub> je K <sub>13</sub> ? (enačbi (E.5) in (E.7))	K <sub>Fr</sub> [dB]	K <sub>Fd</sub> [dB]	K <sub>Dr</sub> [dB]
Tla				720	65								
Stena 1	1	x	x	720	65		1	0,000	Togi T-spoj (enačba (E.4))	x	5,7	5,7	5,7
Stena 2	2	x	x	720	65		1	0,000	Togi T-spoj (enačba (E.4))	x	5,7	5,7	5,7
Stena 3	3	x	x	720	65		1	0,000	Togi T-spoj (enačba (E.4))	x	5,7	5,7	5,7
Stena 4	4		x	360	54		2	0,301	Togi T-spoj (enačba (E.4))	x	5,7	5,7	5,7

Rezultati (enačbi (27) in (28))	[dB]
Tla	
$R_{Dd}$	65,1
$R_{1d}$	77,1
$R_{2d}$	77,1
$R_{3d}$	78,0
$R_{4d}$	72,4
Stena 1	
$R_{D1}$	77,1
$R_{11}$	77,1
Stena 2	
$R_{D2}$	77,1
$R_{22}$	77,1
Stena 3	
$R_{D3}$	78,0
$R_{33}$	78,0
Stena 4	
$R_{D4}$	72,4
$R_{44}$	66,7
$R'_w$ (enačba (26))	62,8
$D_{nt,w}$ (enačba (5b))	61,4

Zvočna izolirnost ustreza zahtevam Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah. Minimalna vrednost ovrednotene zvočne izolirnosti  $R'_w$  navedena v Tehničnih smernicah TSG-1-005: 2012, preglednica 9, točka 9.12 je 52 dB.

### 3.6.1 Izračun po standardu SIST EN 12354-2

Ovrednotena normirana ekvivalentna raven zvočnega tlaka  $L_{n,w,eq}$  se izračuna po enačbi (B.5):

$$L_{n,w,eq} = 164 - 35 \log \left( \frac{m'}{m'_0} \right),$$

kjer sta  $m'$  površinska gostota konstrukcije in  $m'_0$  pa 1 kg/m<sup>2</sup>.

Ovrednotena normirana ekvivalentna raven zvočnega tlaka je torej:

$$L_{n,w,eq} = 164 - 35 \log \left( \frac{720}{1} \right) = 64 \text{ dB}.$$

Ovrednoteno izboljšanje izolacije pred udarnim zvokom pri dinamični togosti 10 MN/m<sup>3</sup> in predvideni gostoti estriha 110 kg/m<sup>2</sup> dobimo iz slike C.1. Razberemo:

$$\Delta L_w = 34 \text{ dB}.$$

Korekcija za stranski prenos je odvisna od povprečne površinske mase stranskih elementov:

$$\overline{m}' = \frac{720 + 720 + 720 + 360}{4} = 630 \text{ kg/m}^2.$$

Iz preglednice 1 sledi, da je korekcija za stranski prenos  $K$  enak 1 dB.

Ovrednotena normirana raven zvočnega tlaka udarnega zvoka med prostoroma je (enačba (21)):

$$L'_{n,w} = L_{n,w,eq} - \Delta L_w + K = 64 - 34 + 1 = 31 \text{ dB}.$$

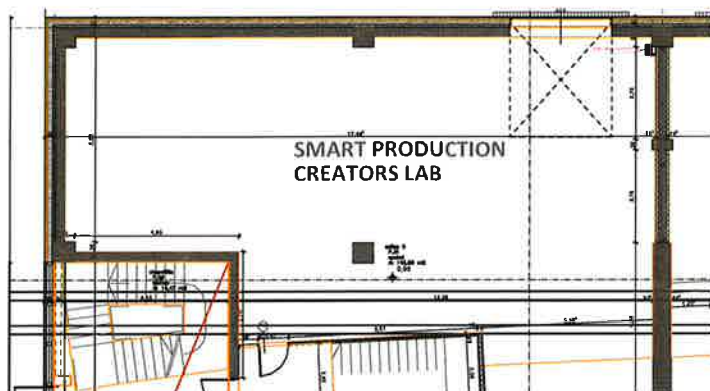
Zvočna izolacija ustreza zahtevam Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah. Največja vrednost ovrednotene normirane ravni zvočnega tlaka udarnega zvoka navedena v Tehničnih smernicah TSG-1-005: 2012, preglednica 9, točka 9.12 je 58 dB.



## 4 ZVOČNA IZOLIRNOST ZUNANJIH LOČILNIH ELEMENTOV

Pri opisu sestave ločilnih elementov so navedeni samo tisti podatki, ki bistveno vplivajo na njihovo zvočno izolirnost.

### 4.7 SMART PRODUCTION CREATORS LAB v pritličju



Glede na površinsko gostoto stene ( $720 \text{ [kg/m}^2\text{]}$ ) lahko po enačbi (B.5) SIST EN 12354-1 izračunamo zvočno izolirnost 65 dB.

Predvidena zvočna izolirnost dvžnih vrat znaša 32 dB.

Korekcija za spektralno prilagoditev 2 ( $C_{tr}$ ) znaša v najslabšem primeru -7 dB.

Raven hrupa v prostoru določimo z enačbo:

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

kjer so:

$L_{notri}$	raven hrupa v varovanem prostoru,
$L_{zunaj, 2m}$	raven hrupa 2 m od fasade na zunanji strani,
$R'_{w,f}$	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.

Površina ločilnega dela varovanega prostora  $S_f$  znaša predvidoma  $68,3 \text{ m}^2$ . Prostornina varovanega prostora znaša predvidoma  $568 \text{ m}^3$ .

Ekvivalentno absorpcijsko površino praznega prostora izračunamo po:

$$A = 0,163 \frac{V}{T},$$

kjer sta  $V$  in  $T$  prostornina ter odmevni čas varovanega prostora. Glede na to, da odmevni čas prostorov ni znan lahko privzamemo, da je odmevni čas 0,5 s.

Ekvivalentna absorpcijsko površina praznega prostora je:

$$A = 0,163 \frac{568}{0,5} = 185,2 \text{ m}^2.$$

Korekcija zaradi vpliva oblike fasade  $\Delta L_{fs}$ , skladno s standardom SIST EN 12354-3, pri hrupu zaradi prometa, znaša za ravne fasade 1,5 dB (najslabši primer – v našem primeru je pred vrati stena).

Zahtevano izolirnost izračunamo torej:

$$R'_{w,f} + C_{tr,f} = L_{zunaj,2m} - L_{notri} + 10 \log \left( \frac{S_f}{A} \right) - \Delta L_{fs} = L_{zunaj,2m} - L_{notri} + 10 \log \left( \frac{68,3}{185,2} \right) - 1,5.$$

Za dnevno raven velja:

$$L_{zunaj,2m} = L_{dan} = 60 \text{ dB(A)} \text{ in } L_{notri} = 35 \text{ dB}$$

Tako je zahtevana izolirnost enaka:

$$R'_{w,f} + C_{tr,f} = 19 \text{ dB}.$$

Zvočno izolirnost dela fasade, ki pripada varovanemu prostoru  $R'_{w,f}$  v primeru, da je primarni hrup promet in da se vrednost za zvočno izolirnost po zahtevah TSG-1-005: 2012, podpoglavje 1.1, zmanjša za 5 dB za vrata, izračunamo po:

Zvočno izolirnost dela fasade, ki pripada varovanemu prostoru  $R'_{w,f}$  v primeru, da je primarni hrup promet, izračunamo po:

$$R'_{w,f} = -10 \log \left( \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} 10^{\frac{R_i}{10}} \right) = -10 \log \left( \frac{S_1}{S} 10^{\frac{R_1 + C_{tr,1}}{10}} + \frac{S_2}{S} 10^{\frac{R_2 + C_{tr,2}}{10}} \right),$$

kjer sta  $S_1$  in  $S_2$  površini fasadnih elementov (stena in vrata):

$S_1 = 58,1 \text{ m}^2$  in

$S_2 = 10,2 \text{ m}^2$ .

$C_{tr,i}$  so korekcije za spektralno prilagoditev za vsak posamičen element fasade  $i$  skladno s standardom SIST EN ISO 717-1.

Vrednosti za zvočne izolirnosti se po zahtevah TSG-1-005: 2012, podpoglavje 1.1 zmanjša za vrata 5 dB.

Izračunamo:

$$R'_{w,f} = -10 \log \left( \frac{58,1}{68,3} 10^{\frac{65-7}{10}} + \frac{10,2}{68,3} 10^{\frac{32-7-5}{10}} \right) = 28 \text{ dB}.$$

Mejne vrednosti ekvivalentnih ravni hrupa iz okolja so za učilnice, predavalnice, delovne in študijske kabinete, knjižnice, čitalnice in podobno določene v preglednici 2 Tehnične smernice TSG-1-005: 2012 in so naslednje:

$L_{Aeq}$  v dnevnem času: 35 dB(A)

$L_{Aeq}$  v večernem času: 35 dB(A)

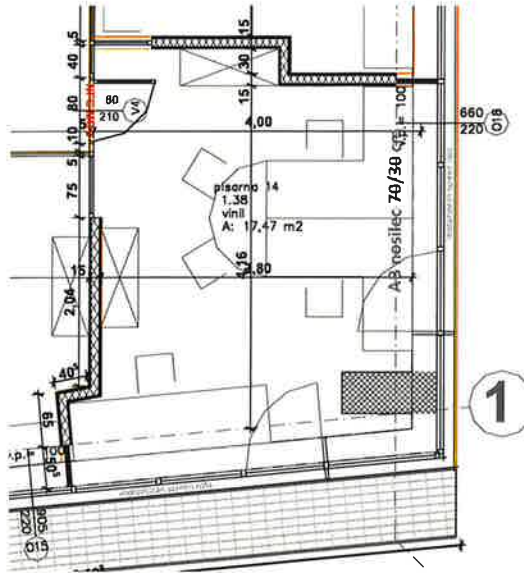
$L_{Aeq}$  v nočnem času: 35 dB(A).

Torej velja:

$$L_{zunaj,2m} = L_{dan} = 60 \text{ dB(A)} \text{ in } L_{notri} = 35 \text{ dB} \rightarrow R'_{w,f} + C_{tr,f} = 28 \text{ dB} > 19 \text{ dB}.$$

Ekvivalentna raven hrupa v prostorih ne bo presegala dovoljene mejne ravni hrupa za dnevni čas.

#### 4.1 Pisarna 14 v nadstropju



Glede na površinsko gostoto stene ( $720 \text{ [kg/m}^2\text{]}$ ) lahko po enačbi (B.5) SIST EN 12354-1 izračunamo zvočno izolirnost 65 dB.

Predvidena zvočna izolirnost zasteklitve znaša 32 dB.

Korekcija za spektralno prilagoditev 2 ( $C_{tr}$ ) znaša v najslabšem primeru  $-7 \text{ dB}$ .

Raven hrupa v prostoru določimo z enačbo:

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

kjer so:

$L_{notri}$	raven hrupa v varovanem prostoru,
$L_{zunaj, 2m}$	raven hrupa 2 m od fasade na zunanji strani,
$R'_{w,f}$	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.

Površina ločilnega dela varovanega prostora  $S_f$  znaša predvidoma  $17,6 \text{ m}^2$ . Prostornina varovanega prostora znaša predvidoma  $68,3 \text{ m}^3$ .

Ekvivalentno absorpcijsko površino praznega prostora izračunamo po:

$$A = 0,163 \frac{V}{T},$$

kjer sta  $V$  in  $T$  prostornina ter odmevni čas varovanega prostora. Glede na to, da odmevni čas prostorov ni znan lahko privzamemo, da je odmevni čas 0,5 s.

Ekvivalentna absorpcijsko površina praznega prostora je:

$$A = 0,163 \frac{68,3}{0,5} = 22,2 \text{ m}^2.$$

Korekcija zaradi vpliva oblike fasade  $\Delta L_{fs}$ , skladno s standardom SIST EN 12354-3, pri hrupu zaradi prometa, znaša za ravne fasade 1,5 dB (najslabši primer – v našem primeru je pred vrati stena).

Zahtevano izolirnost izračunamo torej:

$$R'_{w,f} + C_{tr,f} = L_{zunaj,2m} - L_{notri} + 10 \log \left( \frac{S_f}{A} \right) - \Delta L_{fs} = L_{zunaj,2m} - L_{notri} + 10 \log \left( \frac{17,6}{22,2} \right) - 1,5.$$

Za dnevno raven velja:

$$L_{zunaj,2m} = L_{dan} = 60 \text{ dB(A)} \text{ in } L_{notri} = 35 \text{ dB}$$

Tako je zahtevana izolirnost enaka:

$$R'_{w,f} + C_{tr,f} = 22 \text{ dB}.$$

Zvočno izolirnost dela fasade, ki pripada varovanemu prostoru  $R'_{w,f}$  v primeru, da je primarni hrup promet in da se vrednost za zvočno izolirnost po zahtevah TSG-1-005: 2012, podpoglavje 1.1, zmanjša za 2 dB za okna, izračunamo po:

Zvočno izolirnost dela fasade, ki pripada varovanemu prostoru  $R'_{w,f}$  v primeru, da je primarni hrup promet, izračunamo po:

$$R'_{w,f} = -10 \log \left( \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} 10^{\frac{R_i}{10}} \right) = -10 \log \left( \frac{S_1}{S} 10^{\frac{R_1 + C_{tr,1}}{10}} + \frac{S_2}{S} 10^{\frac{R_2 + C_{tr,2}}{10}} \right),$$

kjer sta  $S_1$  in  $S_2$  površini fasadnih elementov (stena in zasteklitev):

$$S_1 = 7,7 \text{ m}^2 \text{ in}$$

$$S_2 = 9,9 \text{ m}^2.$$

$C_{tr,i}$  so korekcije za spektralno prilagoditev za vsak posamičen element fasade  $i$  skladno s standardom SIST EN ISO 717-1.

Vrednosti za zvočne izolirnosti se po zahtevah TSG-1-005: 2012, podpoglavje 1.1 zmanjša za vrata 5 dB.

Izračunamo:

$$R'_{w,f} = -10 \log \left( \frac{7,7}{17,6} 10^{\frac{65-7}{10}} + \frac{9,9}{17,6} 10^{\frac{32-7-2}{10}} \right) = 25 \text{ dB}.$$

Torej velja:

$$L_{zunaj,2m} = L_{dan} = 60 \text{ dB(A)} \text{ in } L_{notri} = 35 \text{ dB} \rightarrow R'_{w,f} + C_{tr,f} = 25 \text{ dB} > 22 \text{ dB}.$$

Ekvivalentna raven hrupa v prostorih ne bo presegala dovoljene mejne ravni hrupa za dnevni čas.