



Datum: **16.05.2017**

Številka: **13/17-GF**  
Št. izvoda: **1**  
DN: 0656/17

## ***ELABORAT ZAŠČITE PRED HRUPOM V STAVBAH***

NAROČNIK: **CASTRUM D.O.O.  
CESTA 5. MAJA 5  
5270 AJDOVŠČINA**

INVESTITOR: **OBČINA AJDOVŠČINA  
CESTA 5 .MAJA 6A  
5270 AJDOVŠČINA**

OBJEKT: **FIZIOTERAPIJA AJDOVŠČINA**

VRSTA GRADNJE: **REKONSTRUKCIJA IN SPREMEMBA  
NAMEMBNOSTI DELA PRITLIČJA  
VEČSTANOVANJSKEGA OBJEKTA NA BEVKOVI  
13, NOVOGRADNJA PODPORNEGA ZIDU TER  
NOVOGRADNJA NADSTREŠNICE**

STAVBA: **STAVBE ZA ZDRAVSTVENO OSKRBO**

KLASIFIKACIJA STAVBE: **CC-SI 12640**

LOKACIJA: **1275/11, 1275/10, 1275/8 in 1275/7– k.o.  
Ajdovščina**

IZDELOVALEC: **INŠTITUT ZA VARNOST LOZEJ D.O.O.  
AJDOVŠČINA  
GORIŠKA CESTA 62  
5270 AJDOVŠČINA**

Elaborat zaščite hrupa v stavbah je izdelan na podlagi Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah (Ur. l. RS, št. 10/12) in Tehnične smernice TSG-1-005:2012 Zaščita pred hrupom v stavbah.

**Elaborat zaščite pred hrupom v stavbah je izdelan kot sestavni del vloge za pridobitev gradbenega dovoljenja.**

*Izdela:*

**Aleš KRAŠNA, univ, dipl. biol.**

*Direktor:*

**Stanko OŽBOT, dipl. var. inž.**

## VSEBINA

<b>1. UVOD .....</b>	<b>4</b>
1.1 NAMEN IN PREDMET .....	4
1.2 PODLAGA ELABORATU .....	4
1.3 OBSEG ELABORATA .....	5
1.4 OPOZORILO 1 .....	5
1.5 OPOZORILO 2 .....	5
<b>2. KRATEK OPIS PROJEKTA .....</b>	<b>6</b>
<b>3. ZAŠČITA PRED ZUNANJIM HRUPOM .....</b>	<b>7</b>
3.1 ANALIZA OBRAVNAVANIH GRADBENIH ELEMENTOV .....	7
3.1.1 Zunanja stena prostora elektroterapije 2 F1 .....	7
3.2 IZBIRA IZRAČUNA .....	7
3.2.1 Zunanja stena prostora elektroterapije 2 F1 .....	7
3.3 MEJNE VREDNOSTI ZUNANJEGA IN NOTRANJEGA HRUPA .....	8
3.3.1 Zunanji hrup .....	8
3.3.2 Varovanje delavcev pred hrupom .....	8
3.4 ZAHTEVANA ZVOČNA IZOLIRNOST .....	9
3.5 OSNOVNE ENAČBE .....	10
3.6 IZRAČUN ZVOČNE IZOLATIVNOSTI .....	10
3.7 SKLEPNE UGOTOVITVE IN NAVEDBA UKREPOV, V KOLIKOR SO POTREBNI .....	10
<b>4. IZOLACIJA NOTRANJJIH LOČILNIH KONSTRUKCIJ PRED HRUPOM V ZRAKU ... 11</b>	
4.1 ANALIZA OBRAVNAVANIH GRADBENIH ELEMENTOV .....	11
4.1.1 Ločilna stena med limfno drenažo in predavalnico v pritličju LS1 .....	11
4.1.2 Medetažna konstrukcija med stanovanjem in prostorom limfne drenaže MK1 ...	11
4.2 IZBIRA IZRAČUNA .....	11
4.2.1 Ločilna stena med limfno drenažo in predavalnico v pritličju LS1 .....	11
4.2.2 Medetažna konstrukcija med stanovanjem in prostorom limfne drenaže MK1 ...	12
4.3 MEJNE VREDNOSTI IZOLIRNOSTI PRED HRUPOM V ZRAKU .....	12
4.3.1 Stavbe za zdravstveno oskrbo (CC-SI 1264) .....	12
4.3.2 Varovanje delavcev pred hrupom .....	12
4.4 OSNOVNE ENAČBE .....	12
4.5 IZRAČUN ZVOČNE IZOLATIVNOSTI PRED HRUPOM V ZRAKU .....	13
4.6 SKLEPNE UGOTOVITVE IN NAVEDBA UKREPOV, V KOLIKOR SO POTREBNI .....	13
<b>5. IZOLACIJA KONSTRUKCIJ PRED UDARNIM HRUPOM .....</b>	<b>14</b>
5.1 ANALIZA OBRAVNAVANIH GRADBENIH ELEMENTOV .....	14
5.1.1 Medetažna konstrukcija med stanovanjem in prostorom limfne drenaže MK1 ...	14
5.2 IZBIRA IZRAČUNA .....	14

5.2.1	Medetažna konstrukcija med stanovanjem in prostorom limfne drenaže MK1 ...	14
5.3	<b>MEJNE VREDNOSTI IZOLIRNOSTI PRED HRUPOM V ZRAKU.....</b>	<b>15</b>
5.3.1	Stavbe za zdravstveno oskrbo (CC-SI 1264).....	15
5.3.2	Varovanje delavcev pred hrupom.....	15
5.4	<b>OSNOVNE ENAČBE .....</b>	<b>15</b>
5.5	<b>IZRAČUN ZVOČNE IZOLIRNOSTI PRED UDARNIM HRUPOM.....</b>	<b>15</b>
5.6	<b>SKLEPNE UGOTOVITVE IN NAVEDBA UKREPOV, V KOLIKOR SO POTREBNI .....</b>	<b>16</b>
6.	<b>VIRI IN LITERATURA .....</b>	<b>17</b>

## 1. UVOD

### 1.1 NAMEN IN PREDMET

Elaborat zaščite pred hrupom v stavbah določa zahteve, s katerimi se v stavbah in njihovih delih omeji raven hrupa, s čemer se prepreči ogrožanje zdravja ljudi in ustvari ustrezne razmere za njihovo delo, druge dejavnosti in počitek.

**V elaboratu se računsko preveri »vzorčne konstrukcije«, katerih vrsta in število sledita iz Tehnične smernice TSG-1-005:2012 Zaščita pred hrupom v stavbah. V kolikor se ugotovi, da izračunane vrednosti zvočne izolirnosti »vzorčnih konstrukcij« ustrezajo normativom iz Tehnične smernice, se iz tega sklepa na ustrezno zvočno izolirnost celotne stavbe z/brez ukrepov.**

Predmet elaborata zaščite pred hrupom v stavbah je STAVBA ZA ZDRAVSTVENO OSKRBO (CC-SI 12640).

### 1.2 PODLAGA ELABORATU

Elaborat zaščite pred hrupom v stavbah je izdelan na podlagi naslednjih predpisov:

- Zakon o graditvi objektov ZGO-1 (Ur.l. RS, št. 97/03 Odl.US: U-I-152/00-23, 41/04-ZVO-1, 45/04, 47/04, 62/04 Odl.US: U-I-1/03-15, 102/04-UPB1, 14/05, 92/05-ZJC-B, 93/05-ZVMS, 111/05 Odl.US: U-I-150/04-19, 120/06 Odl.US: U-I-286/04-46, 126/07, 57/09-Skl.US:U-I-165/09-8, 108/09, 61/10-ZRud-1, 62/10, 20/11-Odl.US:U-I-165/09-34, 57/12);
- Pravilnik o zaščiti pred hrupom v stavbah (Ur. l., št. RS, št. 10/12);
- Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (Ur. l. RS, št. 17/06, 18/06, 43/11-ZVZD);

Elaborat zaščite pred hrupom v stavbah je izdelan na podlagi naslednjih standardov in smernic:

- SIST EN 12354-1:2001 Akustika v stavbah – Ocenjevanje akustičnih lastnosti stavb iz lastnosti sestavnih delov – 1. del: Izolirnost pred zvokom v zraku med prostori;
- SIST EN 12354-2:2001 Akustika v stavbah – Ocenjevanje akustičnih lastnosti stavb iz lastnosti sestavnih delov – 2. del: Izolirnost pred udarnim zvokom med prostori;
- SIST EN 12354-3:2001 Akustika v stavbah – Ocenjevanje akustičnih lastnosti stavb iz lastnosti sestavnih delov – 3. del: Izolirnost pred zvokom v zraku iz zunanjosti;
- Tehnična smernica TSG-1-005:2012 Zaščita pred hrupom v stavbah, Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana 25.1.2012;
- VDI 2081: Geräuscherzeugung und Lärminderung in Raumluftechnischen Anlagen), VDI, 2000;
- VDI 2715, Noise reduction at domestic hot water and central heating systems, VDI, 2000;
- Smernica FESI Document A3, September 2007;
- Smernica FESI Document A4, September 2007;
- IZS MST 06/2012: Splošna smernica za pripravo projektne dokumentacije varnost in zdravje pri delu – 1. del;
- IZS MST 06/2012: Splošna smernica za pripravo projektne dokumentacije varnost in zdravje pri delu – 2. del.

### 1.3 OBSEG ELABORATA

Obseg elaborata glede na vrsto in sestav ter značilnosti stavbe je podan v preglednici 1.

*Preglednica 1.*

Obseg elaborata	
Zaščita pred zunanjim hrupom	✓
Zaščita pred hrupom, ki po zraku prihaja iz drugih prostorov	✓
Zaščita udarnim hrupom, ki se iz drugih prostorov prenaša prek konstrukcije	✓
Zaščita pred hrupom obratovalne opreme	x
Zaščita pred odmevnim hrupom	x
Prostorska akustika	x
Zaščita pred hrupom, ki se širi v okolje (2. člen Pravilnika (Ur. l. RS, št. 10/12))	x
Zaščita delavcev zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (2. člen Pravilnika (Ur. l. RS, št. 10/12))	✓

### 1.4 OPOZORILO 1

OCENJENE VREDNOSTI V TEM ELABORATU SO IZVEDENE NA PODLAGI PODATKOV IZ GRADBENEGA PROJEKTA. V KOLIKOR PRIDE DO SPREMENB PROJEKTA, KI LAHKO ZAJEMAJO UPORABO DRUGAČNIH GRADBENIH MATERIALOV IN IZDELKOV, DRUGAČNIH GRADBENIH DIMENZIJ IN RAZNIH FINALNIH OBELAV TER NEUSTREZNIH IZVEDENIH GRADBENIH DEL, OCENJENE VREDNOSTI NISO VEČ TAKE, KOT SO NAVEDENE V ELABORATU. PREDVSEM NEUSTREZNA GRADBENA DELA LAHKO POMENIJO POSLABŠANJE OCENJENIH VREDNOSTI, ZATO SO ZA TAKE PRIMERE PODANI V PREDZADNJEM POGLAVJU ELABORATA UKREPI, KI PREPREČUJEJO POSLABŠANJE STANJA.

### 1.5 OPOZORILO 2

VREDNOSTI ZVOČNE IZOLIRNOSTI V TEM ELABORATU PREDSTAVLJAJO **TEORETIČNE** RAČUNSKÉ VREDNOSTI GLEDE NA STANDARDE, KI SLUŽIJO KOT RAČUNSKA PODLAGA..

**2. KRATEK OPIS PROJEKTA**

Investitor namerava rekonstruirati del objekta, ki je v njegovi lasti in mu spremeniti namembnost v stavbe za zdravstveno oskrbo, fizioterapijo. Obravnavanemu delu objekta se bo spremenila namembnost iz stanovanjskih stavb za druge posebne družbene skupine, kamor spada študentski dom, v stavbo za zdravstveno oskrbo, kamor spada fizioterapija.

Rekonstrukcija bo zajemala povečavo okenskih odprtih na severni in vzhodni fasadi ter prerazporeditev prostorov v pritličju, vendar se bo spreminjala le lokacija predelnih sten in ne bo posega v nosilno konstrukcijo. Prenovila se bo streha (del, ki je le nad pritličjem), nove predelne stene ter novi tlaki.

Objekt je nepravilne oblike, zunanji gabariti ostajajo glede na prvotno gradbeno dovoljenje nespremenjeni. Maksimalni tlorisni gabariti objekta so 38.44 x 21.02m.

Streha je enokapnica z minimalnim padcem, pokrita s opečno kritino. Obravnavan del objekta je le v pritlični etaži objekta. Glavni vhod je iz severne strani. Večstanovanjski objekt ima pritlično etažo, ki naj bi bila namenjena študentskemu domu, vendar del niso nikoli dokončali, streha ni bila prenovljena.

### 3. ZAŠČITA PRED ZUNANJIM HRUPOM

#### 3.1 ANALIZA OBRAVNAVANIH GRADBENIH ELEMENTOV

##### 3.1.1 Zunanja stena prostora elektroterapije 2 F1

Glede zaščite delavcev pred hrupom obravnavamo prostor elektroterapije 2 v pritličju (F1). Prostor je varovani glede zaščite delavcev pred zunanjim hrupom po Pravilniku o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (Ur. l. RS, št. 17/06, 18/06, 43/11-ZVZD).

Naredimo vzorčni izračun, ki nam pokaže kakšno zaščito pred zvokom morajo imeti elementi, ki so vgrajeni v stavbi (ovoj stavbe), da zadostimo zahtevam Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah (Ur. l., št. RS, št. 10/12), Tehnični smernici TSG-1-005:2012 Zaščita pred hrupom v stavbah in standardom.

V fasadi ni predvidenih nobenih prebojev zaradi prezračevanja ali za druge namene, enako tudi na vseh drugih fasadah. Niso predvidena tudi okna ali druge steklene površine, ki bi imele vgrajen sistem prezračevanja.

Glede na projekt se upošteva naslednja sestava zunanje stene obravnavane stavbe (preglednica 2):

Preglednica 2.

Sestava	Debelina m
Zunanji omet	0,02
Toplotna izolacija	0,15
Opeka	0,20
Notranji omet	0,02

#### 3.2 IZBIRA IZRAČUNA

Izbira izračuna je naslednja (preglednica 3):

Preglednica 3.

Izbira izračuna	
Izračun brez frekvenčnih pasov	✓
Izračun na podlagi terčnih pasov	x
Izračun na podlagi oktavnih pasov	x

##### 3.2.1 Zunanja stena prostora elektroterapije 2 F1

Glede na projekt smo tako upoštevani naslednje osnove za izračuni in podatke za posamezne gradbene izdelke oz. materiale (preglednica 4):

Preglednica 4.

Gradbeni izdelki oz. materiali	Osnova za izračun	Izvor podatkov
Zunanji omet	SIST EN 12354-3: 2001	Splošni podatki za omet.
Toplotna izolacija	Izračun $\Delta R_w$ po SIST EN 12354-1:2001 (priloga D)	Podatki proizvajalcev, npr. Fragmat, Novolit
Opeka	SIST EN 12354-3: 2001 in podatki	Podatki proizvajalcev, npr. Goriške opekarne
Notranji omet	SIST EN 12354-3: 2001	.
Steklene površine: - dvojni termopan	SIST EN 12758:2011, SIST EN 12354-3:2004 in podatki	Izbira oken na stopnji PGD ni izvršena, razen tega, da se bo uporabljala zasteklitev z dvojnimi termopanom. Glede na podatke proizvajalcev dvojnih termopanov (npr. RS okna d.o.o., Internorm d.o.o.) znaša zvočna izolativnost dvojnih termopan stekel >32 dB. V izračunih je bila tako uporabljena najnižja vrednost, kot najslabše možno stanje za dvojna termopan stekla (32 dB).

### 3.3 MEJNE VREDNOSTI ZUNANJEGA IN NOTRANJEGA HRUPA

#### 3.3.1 Zunanji hrup

Ker podatki o hrupu na mestu, kjer bo stala stavba, niso znani, saj ni podatkov o opravljenih meritvah ali podatkov o računskih ocenah dejanske obremenitve s hrupom ali podatkov o predvidenih obremenitvah s hrupom. Po prostorskih planskih dokumentih je namenska raba prostora, kje bo stala stavba, opredeljena kot stanovanjska območja SS. Zato bi se morala upoštevati splošna okoljska mejna raven zunanjega hrupa  $L_{dan}$ , ki velja za II. območje varstva pred hrupom iz Tehnične smernice. Vendar pa se v neposredni okolici posega nahaja druga namenska raba prostora. Zaradi tega upoštevamo III. območje varstva pred hrupom (preglednica 5).

Preglednica 5.

Območje varstva pred hrupom	$L_{dan}$ dB(A)
IV. območje	60

#### 3.3.2 Varovanje delavcev pred hrupom

Iz Pravilnika o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (Ur. l. RS, št. 17/06, 18/06, 43/11-ZVZD) sledi, da mora delodajalec ob upoštevanju tehničnega napredka in temeljnih načel za varnost in zdravje pri delu, določenih v zakonu, z razpoložljivimi ukrepi zagotoviti, da se tveganja, ki izhajajo iz izpostavljenosti hrupu pri delu, odpravijo pri viru ali zmanjšajo na najnižjo možno mero. Delodajalec izpolni obveznost tako, da v primeru zaščite hrupa v stavbah s tehničnimi ukrepi zmanjšuje hrup, ki se širi po konstrukciji, na primer z dušenjem ali izolacijo.

V stavbi so delovna mesta v povezavi z zdravstvom in pisarnami. Mejne vrednosti notranjega hrupa so glede na Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (Ur. l. RS, št. 17/06, 18/06, 43/11-ZVZD) podane v preglednici 6.



Preglednica 6.

Zap. šte.	Vrsta delovnih pravil	Dopustna ekvivalentna raven hrupa na delovnem mestu v dB(A)	
		a	b
1	Najzahtevnejše mentalno delo	45	40
2	<b>Pretežno mentalno delo, pri katerem je potrebna velika koncentracija in/ali ustvarjalno mišljenje ali so potrebne daljnosežne odločitve, sejne dvorane, pouk v šolah, zdravniški pregledi in posegi, znanstveno delo, raziskave, razvoj programov, zahtevnejša pisarniška dela, telefonske centrale</b>	<b>55</b>	<b>45</b>
3	<b>Enostavna pisarniška in njim primerljiva dela, prodaja, zahtevna montaža in njej primerljiva pretežno fizična dela, zahtevno krmiljenje sistemov</b>	<b>65</b>	<b>55</b>
4	Manj zahtevno krmiljenje sistemov, zahtevna fizična dela, ki zahtevajo zbranost in pazljivost in njim podobna dela.	70	60
5	Pretežno rutinska fizična dela, ki zahtevajo slušno spremljanje okolja	80	75

a – velja za splošni hrup na delovnem mestu zaradi drugih proizvodnih virov v okolici delovnega mesta;  
b – velja za hrup na delovnem mestu zaradi neproizvodnih virov (ventilacija, klimatizacija, sosednji obrati, hrup prometa ipd.)

### 3.4 ZAHTEVANA ZVOČNA IZOLIRNOST

Zahtevano zvočno izolirnost izračunamo po enačbi (en.1):

$$R(\varphi) = L_1 - L_2 + 10 \log \left( \frac{4S \cos \varphi}{A_2} \right) \quad (\text{en.1})$$

kjer je:

- $L_1$  – povprečna raven zvočnega tlaka pred fasado;
- $L_2$  – povprečna raven zvočnega tlaka v sprejemnem prostoru;
- $S$  – površina gradbenega elementa;
- $A$  – ekvivalentna zvočno absorpcijska površina;
- $\varphi$  – vpadni kot hrupa.

V difuznem zvočnem polju zvok prihaja iz vseh strani, zato enačbo (en.2) preuredimo v:

$$R' = L_{1,s} - L_2 + 10 \log \frac{S}{A} - 2,5 \quad (\text{en.2})$$

kjer je:

- $L_{1,s}$  – povprečna raven zvočnega tlaka na zunanji površini gradbenega elementa;
- $L_2$  – povprečna raven zvočnega tlaka v sprejemnem prostoru;
- $S$  – površina gradbenega elementa;
- $A$  – ekvivalentna zvočno absorpcijska površina.

Na osnovi izračuna ugotavljamo, da mora zahtevana izolirnost zunanje stene znašati (preglednica 7):

Preglednica 7.

Zunanja stena	Zahtevana zvočna izolirnost zunanje stene $R'w$		
	dan	večer	noč
F1	21	21	21

### 3.5 OSNOVNE ENAČBE

Gradbeno zvočno izolirnost fasade  $R'$  se po standardu SIST EN 12354-3:2001 za difuzno vpadno zvočno polje računa s seštevanjem zvočnih moči direktnega in stranskega prenosa zvoka skozi vsakega od posameznih gradbenih elementov:

$$R' = -10 \log \left( \sum_{i=1}^n \tau_{e,i} + \sum_{f=1}^m \tau_f \right) \quad (\text{en.3})$$

kjer je:

$\tau_{e,i}$  – razmerje med izsevano zvočno močjo fasadnega elementa  $i$  zaradi direktnega prenosa zvoka na ta element vpadnega zvoka in med vpadajočo zvočno močjo na celotno zunanjo steno (zvočna prevodnost elementa  $i$  zaradi direktnega prenosa);

$\tau_f$  – razmerje med izsevano zvočno močjo fasadnega ali stranskega elementa  $f$  v sprejemni prostor zaradi stranskega in med vpadajočo zvočno močjo na celotno zunanjo steno (zvočna prevodnost elementa  $f$  zaradi stranskega prenosa zvoka);

$n, m$  – število fasadnih elementov.

Za majhne elemente in druge gradbene elemente velja:

$$\tau_{e,i} = \frac{A_0}{S} 10 \log 10^{-D_{n,e,i}/10} \quad (\text{en.4})$$

$$\tau_{e,i} = \frac{S_i}{S} 10 \log 10^{-R_i/10} \quad (\text{en.5})$$

Zvočna prevodnost danega elementa  $\tau_e$  ki je sestavljen iz delov  $j$  in  $k$ , ocenimo po:

$$\tau_e = \sum_{j=1}^n \frac{S_j}{S} 10^{-R_j/10} + \frac{l_0}{S} \sum_{k=1}^m l_{s,k} 10^{-R_{s,k}/10} \quad (\text{en.6})$$

kjer je:

$S$  – celotna površina fasade, kot je vidna znotraj, tj. vsota površine vseh elementov;

$S_i, S_j$  – površina elementov;

$D_{n,e,i}$  – normirana razlika zvočnih ravni;

$R_i, R_j$  – zvočna izolirnost elementov;

$R_{s,k}$  – zvočna izolirnost;

$S_i$  – površina elementa  $i$  v  $\text{m}^2$ ;

$L_{s,k}$  – dolžina elementa  $s, k$ ;

### 3.6 IZRAČUN ZVOČNE IZOLATIVNOSTI

Izračunana vrednost zvočne izolirnosti je podana v preglednici 8.

Preglednica 8.

Element	Zahtevana zvočna izolirnost fasade $R'$ dB			Izračunana zvočna izolirnost fasade $R'$ dB
	dan	večer	noč	
F1	21	21	21	34

**3.7 SKLEPNE UGOTOVITVE IN NAVEDBA UKREPOV, V KOLIKOR SO POTREBNI**  
Ugotoviti je, da je omogočena ustrezna zaščita delavcev pred zunanjim hrupom v stavbi glede na Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (Ur. l. RS, št. 17/06, 18/06, 43/11-ZVZD) na podlagi gornjih ukrepov.

#### 4. IZOLACIJA NOTRANJNH LOČILNIH KONSTRUKCIJ PRED HRUPOM V ZRAKU

##### 4.1 ANALIZA OBRAVNAVANIH GRADBENIH ELEMENTOV

##### 4.1.1 Ločilna stena med limfno drenažo in predavalnico v pritličju LS1

Sestava ločilne stene je podana v preglednici 9.

Preglednica 9.

Sestava	Debelina m
MVK predelne stene	0,15

##### 4.1.2 Medetažna konstrukcija med stanovanjem in prostorom limfne drenaže MK1

Sestava medetažne konstrukcije je podana v preglednici 10.

Preglednica 10.

Sestava	Debelina m
Parket	0,02
Cementni estrih	0,05
Mineralna volna	0,05
PVC	-
AB plošča	0,15
Gips plošče na podkonstrukciji	0,02

##### 4.2 IZBIRA IZRAČUNA

Izbira izračuna je naslednja (preglednica 11):

Preglednica 11.

Izbira izračuna	
Izračun brez frekvenčnih pasov	✓
Izračun na podlagi terčnih pasov	x
Izračun na podlagi oktavnih pasov	x

##### 4.2.1 Ločilna stena med limfno drenažo in predavalnico v pritličju LS1

Glede na projekt so tako upoštevani naslednji izračuni in podatki za posamezne gradbene izdelke oz. materiale (preglednica 12).

Preglednica 12.

Sestava	Osnova za izračun	Izvor podatkov
MVK predelne stene	SIST EN 12354-1: 2001 in podatki	Podatki proizvajalcev, npr. Knauf, Rigips

#### 4.2.2 Medetažna konstrukcija med stanovanjem in prostorom limfne drenaže MK1

Glede na projekt so tako upoštevani naslednji izračuni in podatki za posamezne gradbene izdelke oz. materiale (preglednica 13):

Preglednica 13.

Sestava	Osnova za izračun	Izvor podatkov
Parket	SIST EN 12354-1: 2001	Splošni podatki za parket.
Cementni estrih	SIST EN 12354-1: 2001	Splošni podatki za estrih
Mineralna volna	Izračun $\Delta L$ po SIST EN 12354-3:2001 (dodatek D)	Podatki proizvajalcev, npr Knauf
PVC	-	.-
AB plošča	SIST EN 12354	Splošni podatki za beton.
Gips plošče na podkonstrukciji	Izračun $\Delta L$ po SIST EN 12354-3:2001 (dodatek D)	Splošni podatki za gips plošče.

#### 4.3 MEJNE VREDNOSTI IZOLIRNOSTI PRED HRUPOM V ZRAKU

##### 4.3.1 Stavbe za zdravstveno oskrbo (CC-SI 1264)

Mejne vrednosti, ki so predmet tega projekta, so v preglednici 14.

Preglednica 14.

Zap. štev.	Funkcija ločilne konstrukcije	$R'_w$ dB
10.1	Stena med delom stavbe za zdravstveno oskrbo in delom stavbe druge namembnosti ali različnih uporabnikov	52
10.10	Vse medetažne konstrukcije, razen konstrukcij 9.1, 9.12 in 9.13	52

##### 4.3.2 Varovanje delavcev pred hrupom

V stavbi so različna delovna mesta, za katera veljajo različne mejne vrednosti notranjega hrupa. Mejne vrednosti notranjega hrupa so glede na Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (Ur. l. RS, št. 17/06, 18/06, 43/11-ZVZD) podane v preglednici 6.

#### 4.4 OSNOVNE ENAČBE

Po SIST EN 12354-1:2001 izračunamo zvočno izolirnost notranjih ločilnih konstrukcij pred hrupom  $R'_w$ :

$$R'_w = -10 \log \left[ \tau_d + \sum_{i=1}^n \tau_f + \sum_{e=1}^m \tau_e + \sum_{s=1}^k \tau_s \right] \quad (\text{en.7})$$

kjer je:

$\tau$  – razmerje med celotno zvočno močjo, izsevano v sprejemni prostor, ter zvočno močjo, vpadlo na del ločilnega elementa, ki je skupen obema prostoroma, ki se obravnavata;

$\tau_d$  – razmerje med zvočno močjo, izsevano iz dela ločilnega elementa, skupnega obema prostoroma, in zvočno močjo, vpadlo na del ločilnega elementa,

$\tau_f$  – razmerje med zvočno močjo, izsevano iz stranskega elementa f v sprejemnem prostoru, in zvočno močjo, vpadlo na del ločilnega elementa;

$\tau_e$  – razmerje med zvočno močjo, izsevano zaradi direktnega prenosa zvoka v zrak v sprejemni prostor iz elementa, ki predstavlja del ločilnega elementa, ter

zvočno močjo, vpadlo na del ločilnega elementa, ki je skupen obema prostoroma;  
 $\tau_s$  – razmerje med zvočno močjo, izsevana v sprejemni prostor iz sistema s zaradi indirektnega prenosa zvoka v zraku, upadlega na ta sistem, ter zvočno močjo, vpadlo na del ločilnega elementa, ki je skupen obema prostoroma.

Enačbo (en.7) prepišemo v naslednjo obliko:

$$R_w = -10 \log \left[ 10^{\frac{R_{Dd,w}}{10}} + \sum_{F=f=1}^n 10^{\frac{R_{Ff,w}}{10}} + \sum_{f=1}^n 10^{\frac{R_{Df,w}}{10}} + \sum_{F=1}^n 10^{\frac{R_{Fd,w}}{10}} \right] \quad (\text{en.8})$$

kjer je:

$R_{Dd,w}$  – ovrednotena zvočna izolirnost za neposredni prenos zvoka med prostori v stavbi:

$$R_{Dd,w} = R_{s,w} + \Delta R_{Dd,w} \quad (\text{en.9})$$

$R_{Ff,w}$ ,  $R_{Df,w}$ ,  $R_{Fd,w}$  – ovrednotena izolirnost pred stranskim prenosom zvoka med prostori v stavbi:

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w} + R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10 \log \frac{S_s}{i_0 i_f} \quad (\text{en.10})$$

$\Delta R_{Dd,w}$ ,  $\Delta R_{Ff,w}$ ,  $\Delta R_{Df,w}$  – ovrednoteno skupno izboljšanje zvočne izolirnosti med elementi;

$S_s$  – površina ločilnega elementa;

$l_f$  – dolžina spoja, ki je skupen ločilnemu elementu in stranskima elementoma i in j;

$K_{Ff}$ ,  $K_{Fd}$ ,  $K_{Df}$  – faktorji dušenja vibracij za različne poti prenosa  $K_{ij}$ .

V določenih primerih je treba upoštevati standardno razliko zvočnih ravni  $D_{nT}$ , prostorskega

#### 4.5 IZRAČUN ZVOČNE ISOLATIVNOSTI PRED HRUPOM V ZRAKU

Izračunana vrednost zvočne izolacije je podana v preglednici 15.

Preglednica 15.

Element	Zahtevana zvočna izolirnost $R_w$ dB	Izračunana zvočna izolirnost $R_w$ dB
LS1	52	54
MK1	52	53

#### 4.6 SKLEPNE UGOTOVITVE IN NAVEDBA UKREPOV, V KOLIKOR SO POTREBNI

Ugotoviti je torej, da je omogočena ustrezna zaščita pred hrupom v zraku, vendar pa le z izvajanjem naslednjega ukrepa:

- MVK predelna stena med prostorom limfne drenaže in predavalnico mora imeti zvočno izolirnost najmanj 56 dB.

Ugotoviti je tudi, da je omogočena ustrezna zaščita delavcev pred hrupom v zraku v stavbi glede na Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (Ur. l. RS, št. 17/06, 18/06, 43/11-ZVZD).

## 5. IZOLACIJA KONSTRUKCIJ PRED UDARNIM HRUPOM

### 5.1 ANALIZA OBRAVNAVANIH GRADBENIH ELEMENTOV

#### 5.1.1 Medetažna konstrukcija med stanovanjem in prostorom limfne drenaže MK1

Sestava medetažne konstrukcije je podana v preglednici 16.

Preglednica 16.

Sestava	Debelina m
Parket	0,02
Cementni estrih	0,05
Mineralna volna	0,05
PVC	-
AB plošča	0,15
Gips plošče na podkonstrukciji	0,02

### 5.2 IZBIRA IZRAČUNA

Izbira izračuna je naslednja (preglednica 17):

Preglednica 17.

Izbira izračuna	
Izračun brez frekvenčnih pasov	✓
Izračun na podlagi terčnih pasov	x
Izračun na podlagi oktavnih pasov	x

#### 5.2.1 Medetažna konstrukcija med stanovanjem in prostorom limfne drenaže MK1

Glede na projekt so tako upoštevani naslednji izračuni in podatki za posamezne gradbene izdelke oz. materiale (preglednica 18):

Preglednica 18.

Sestava	Osnova za izračun	Izvor podatkov
Parket	SIST EN 12354-1: 2001	Splošni podatki za parket.
Cementni estrih	SIST EN 12354-1: 2001	Splošni podatki za estrih
Mineralna volna	Izračun $\Delta L$ po SIST EN 12354-3:2001 (dodatek D)	Podatki proizvajalcev, npr Knauf
PVC	-	.-
AB plošča	SIST EN 12354	Splošni podatki za beton.
Gips plošče na podkonstrukciji	Izračun $\Delta L$ po SIST EN 12354-3:2001 (dodatek C)	Splošni podatki za gips plošče.

### 5.3 MEJNE VREDNOSTI IZOLIRNOSTI PRED HRUPOM V ZRAKU

#### 5.3.1 Stavbe za zdravstveno oskrbo (CC-SI 1264)

Mejne vrednosti, ki so predmet tega projekta, so v preglednici 19.

Preglednica 19.

Zap. šte.	Funkcija ločilne konstrukcije	$L'_{n,w}$ dB
10.10	Vse medetažne konstrukcije, razen konstrukcij 9.1, 9.12 in 9.13	58

#### 5.3.2 Varovanje delavcev pred hrupom

V stavbi so različna delovna mesta, za katera veljajo različne mejne vrednosti notranjega hrupa. Mejne vrednosti notranjega hrupa so glede na Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (Ur. l. RS, št. 17/06, 18/06, 43/11-ZVZD) podane v preglednici 6.

### 5.4 OSNOVNE ENAČBE

Po SIST EN 12354-2:2001 izračunamo raven zvočnega tlaka udarnega zvoka  $L_n$  za prostore, ki so eni nad drugim (medetažna konstrukcija):

$$L_n = 10 \log \left( 10^{\frac{L_{n,d}}{10}} + \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_{n,ij}}{10}} \right) \quad (\text{en.11})$$

kjer je:

$L_{n,d}$  – ekvivalentna ovrednotena normirana raven zvočnega tlaka udarnega zvoka:

$$L_{n,d} = L_{n,w,eq} - \Delta L - \Delta L_d \quad (\text{en.12})$$

$L_{n,w,eq}$  – normirana ekvivalentna raven zvočnega tlaka udarnega zvoka;

$\Delta L$  – znižanje ravni zvočnega tlaka udarnega zvoka zaradi talne obloge;

$\Delta L_d$  – znižanje ravni zvočnega tlaka udarnega zvoka zaradi dodatnega sloja.

Drugi del enačbe (en.11) pa opišemo z naslednjo enačbo:

$$L_{n,ij} = L_n - \Delta L + \frac{R_{i,w} - R_{j,w}}{2} - \Delta R_j + \overline{D_{v,ij}} - 10 \log \sqrt{\frac{S_i}{S_j}} \quad (\text{en.13})$$

kjer je:

$L_n$  – normirana raven zvočnega tlaka udarnega zvoka;

$R_{i,w}$  – zvočna izolirnost vzbujenega elementa i v prostoru z virom;

$R_{j,w}$  – zvočna izolirnost elementa j v sprejemnem prostoru;

$\Delta R_j$  – izboljšanje zvočne izolativnosti zaradi dodatnega sloja na sprejemni strani (sprejemni prostor v stavbi);

$\overline{D_{v,ij}}$  – smerno povprečena razlika ravni hitrosti pri spoju med gradbenima elementoma i in j;

$S_i$  – površina vzbujanega elementa;

$S_j$  – površina elementa, ki seva, v sprejemnem prostoru.

### 5.5 IZRAČUN ZVOČNE IZOLIRNOSTI PRED UDARNIM HRUPOM

Izračunana vrednost zvočne izolacije je podana v preglednici 20:

Preglednica 20.

Element	Zahtevana ovrednotena normirana raven zvočnega tlaka udarnega zvoka v stavbi $L'_{n,w}$ dB	Izračunana ovrednotena normirana raven zvočnega tlaka udarnega zvoka v stavbi $L'_{n,w}$ dB
MK1	58	46

**5.6 SKLEPNE UGOTOVITVE IN NAVEDBA UKREPOV, V KOLIKOR SO POTREBNI**  
**Ugotoviti je torej, da je omogočena ustrezna zaščita pred udarnim hrupom v stavbi.**

**Ugotoviti je tudi, da je omogočena ustrezna zaščita delavcev pred udarnim hrupom v stavbi glede na Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (Ur. l. RS, št. 17/06, 18/06, 43/11-ZVZD).**



**6. VIRI IN LITERATURA**

- Projektna dokumentacija;
- Podatki proizvajalcev gradbenih elementov.
- Osama A.B.H.: Building Acoustics and Vibration, Word Scientific Publishing, Singapur 2009;
- Vigran T.E.: Building Acoustics, Taylor & Francis, Oxon 2008;
- Long M.: Architectural Acoustics, Elsevier Academic Press, San Diego 2006;
- Kutroff H.: Room Acoustics, Spon Press, London 2000;
- Raichel D.R.: The Science and Applications of Acoustics, Springer, New York 2006;
- Sabine P.E.: Acoustics and Architecture, McGraw Hill Book Company, New York 1932;
- Everest F.A: The Master Handbook of Acoustics, McGraw Hil, New York 2001;
- Bies D.A. et Hansen C.H.: Engineering Noise Control; Spon Press, London 2009;
- Mechel E.P.: Formulas of Acoustics, Springer, Berlon 2009;
- Jacopsen F. et all: Fundamentals of Acoustics and Noise Control, DEE TUD, 2011;

ELABORAT ZAŠČITE PRED HRUPOM V STAVBAH IZDELAL:

Aleš KRAŠNA, univ. dipl. biol.

---

Ajdovščina, 16. 05. 2017