

elaborat:	<b>ELABORAT ZAŠČITE PRED HRUPOM V STAVBAH</b>
št.elaborata:	0139 – 2017/ZH
objekt:	<b>PRIZIDEK NOVE TELOVADNICE K OŠ VIŽMARJE-BROD</b>
Lokacija:	Ljubljana
Investitor:	MESTNA OBČINA LJUBLJANA Mestni trg 1, 1000 Ljubljana
Vrsta projektne dokumentacije:	PGD
številka projekta:	0139 - 2017
za gradnjo:	novogradnja
projektant:	Madprostor, arhitekturni atelje Breg 22/III 1000 Ljubljana
Odgovorni vodja projekta:	Rok Žnidaršič, u.d.i.a., A-1576
Izdelovalec elaborata:	Rok Žnidaršič, u.d.i.a., A-1576
datum izdelave:	September 2017

## Kazalo

1.podatki o stavbi in predložena dokumentacija.....	3
2.izhodišča za delo in tehnični normativi.....	4
3.predpisane vrednosti.....	5
3.1.Tehnična smernica TSG-1-005:2012 ZAŠČITA PRED HRUPOM V STAVBAH,.....	5
3.2.Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju,.....	7
3.3.Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu,.....	10
4.zaščita pred zunanjim hrupom.....	11
5.Zvočna izolativnost notranjih sten.....	13
5.1.stena med učilnico ali kabinetom ter hodnikom.....	13
6.Zvočna izolativnost medetažnih konstrukcij.....	14
6.1.medetažne konstrukcije - les.....	14
6.2.medetažne konstrukcije - AB.....	14
7.Izolacija pred hrupom obratovalne opreme.....	14
8.Prostorska akustika.....	15
8.1.izračun za prostor K.A.1 Glavna dvorana.....	15
8.2.izračun za prostor M.A.7 Večnamenska dvorana.....	18
9.Splošna navodila projektantom in izvajalcem elektro in strojnih inštalacij.....	19

## 1. podatki o stavbi in predložena dokumentacija

Naziv stavbe:	PRIZIDEK NOVE TELOVADNICE K OŠ VIŽMARJE-BROD
Klasifikacija CC-SI:	12630 - Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo
Vrsta gradnje:	novogradnja
Lokacija stavbe:	Ljubljana
Investitor:	MESTNA OBČINA LJUBLJANA Mestni trg 1, 1000 Ljubljana
Odgovorni vodja projekta:	Rok Žnidaršič, u.d.i.a., A-1576
Izdellovalec elaborata:	Rok Žnidaršič, u.d.i.a., A-1576
Številka elaborata:	0139 – 2017/ZH
Datum izdelave projektne dokumentacije:	September 2017

Elaborat je izdelan na podlagi sledeče predložene dokumentacije:

1 – Načrt Arhitekture, PRIZIDEK NOVE TELOVADNICE K OŠ VIŽMARJE-BROD – faza: PGD,  
projektant: Medprostor, arhitekturni atelje d.o.o., odg.projektant: Rok Žnidaršič, u.d.i.a., A-1576,  
št. načrta: 0139 - 2017, stanje julij 2017

## 2. izhodišča za delo in tehnični normativi

Nameravana gradnja obsega prizidek nove telovadnice k OŠ Vižmarje-Brod.

**Za projekt se izdela elaborat zaščite pred hrupom v stavbah na podlagi tehnične smernice.**

Elaborat je izdelan skladno z naslednjimi veljavnimi dokumenti:

- **Pravilnik o zaščiti pred hrupom v stavbah, Ur.l. RS, št. 10/2012,**
- **Tehnična smernica TSG-1-005:2012 ZAŠČITA PRED HRUPOM V STAVBAH**
- Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Uradni list RS, št. 105/2005, 34/2008, 109/2009 in 62/2010),
- Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (Uradni list RS, št. 89/99 in 39/05),
- Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (Uradni list RS, št. 17/06 in 18/06 – popr.),
  
- standard DIN 4109: 1989 Schallschutz im Hochbau, Zvočna zaščita stavb,
- standard 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,
- standard SIST EN 12354-2: 2001 Akustika v stavbah – Ocenjevanje akustičnih lastnosti stavb iz lastnosti sestavnih delov – 1. del: Izolirnost pred udarnim zvokom med prostori,
- standard SIST EN 12354-3: 2001 Akustika v stavbah – Ocenjevanje akustičnih lastnosti stavb iz lastnosti sestavnih delov – 3. del: Izolirnost pred zvokom v zraku iz zunanosti.

S strani naročnika oz. projektne naloge ni podanih nobenih posebnih akustičnih zahtev. Akustični elaborat tako kot spodnji prag ustreznosti ločilnih konstrukcij uporablja le zahteve slovenskega predpisa.

Izračuni so merodajni le toliko časa, dokler so upoštevani vsi segmenti elaborata. Odstopanja od zapisanih mer, sestav in predvidenih materialov povzročijo, da ta elaborat ne služi več za dokazovanje izpolnjenosti predpisanih zahtev.

### 3. predpisane vrednosti

#### 3.1. Tehnična smernica TSG-1-005:2012 ZAŠČITA PRED HRUPOM V STAVBAH,

(Ministrstvo za okolje in prostor 2012), predpisuje minimalne vrednosti izolacije pred zvokom v zraku za ločilne konstrukcije, predpisuje zvočno izolativnost vrat in maksimalno dovoljene vrednosti ravni udarnega zvoka.

Preglednica 1: Splošne okoljske mejne ravni zunanjega hrupa

Območje varstva pred hrupom	$L_{dan}$ dB(A)
IV. območje	75
III. območje	60
II. območje	55
I. območje	50

Preglednica 2: Meje vrednosti ekvivalentnih ravni hrupa  $L_{Aeq}$ , ki ga v posameznih prostorih lahko povzročata zunanji hrup in hrup iz drugih prostorov

Namembnost prostora	Meje vrednosti ekvivalentnih ravni hrupa $L_{Aeq}^{1)}$ 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	35	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

1) Meje vrednosti ravni hrupa se nanašajo na opremljene prostore

2) Ekvivalentna raven hrupa v nočnem času se nanaša na tisto uro, ko je hrup največji

Preglednica 3: Meje vrednosti ravni hrupa  $L_{AFmax}$ , ki ga v posameznih prostorih lahko povzroča hrup obratovalne opreme ali hrup iz prostorov druge namembnosti

Namembnost prostora	Meje vrednosti ravni hrupa $L_{AFmax}^{1,2)}$ 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

1) Meje vrednosti ravni hrupa se nanašajo na opremljene prostore.

2) Posamezne kratkotrajne konice hrupa, ki nastajajo pri uporabi vodovodnih instalacij in armatur v sosednjih prostorih, se ne upoštevajo.

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

Zap. št.	Funkcija ločilne konstrukcije	Izolacija (dB)	
9.1	Stena med učilnicama <sup>1</sup> , 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 <sup>2, 3</sup>	$R'_{w}$	27
9.6	Vrata med učilnico ali kabinetom in hodnikom v stavbah za visokošolsko izobraževanje <sup>2, 3</sup>	$R'_{w}$	37
9.7	Stena med učilnico ali kabinetom in hodnikom, v katero so vgrajena vrata <sup>4</sup>	$R'_{w}$	47
9.8	Stena med učilnico ali kabinetom in hodnikom v stavbah za visokošolsko izobraževanje in fakultetah – stena, v katero so vgrajena vrata <sup>4</sup>	$R'_{w}$	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 <sup>5</sup>	$R'_{w}$	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 <sup>5</sup>	$R'_{w}$ $L'_{n,w}$	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.

### 3.2. Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju,

(Uradni list RS, št. 105/05, 34/08 in 109/09 ter 62/10) v četrtem členu določa:

(1) Stopnje zmanjševanja onesnaževanja okolja hrupom, ki so določene za posamezne površine glede na občutljivost za škodljive učinke hrupa, so naslednje stopnje varstva pred hrupom:

a) I. stopnja varstva pred hrupom za vse površine na mirnem območju na prostem, ki potrebujejo povečano varstvo pred hrupom, razen površin na naslednjih območjih (v nadaljnjem besedilu: I. območje varstva pred hrupom):

- na območju prometne infrastrukture,
- na območju gozdov na površinah za izvajanje gozdarskih dejavnosti,
- na območju za potrebe obrambe in
- na območju za potrebe varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami;

b) II. stopnja varstva pred hrupom za naslednje površine podrobnejše namenske rabe prostora, na katerem ni dopusten noben poseg v okolje, ki je moteč zaradi povzročanja hrupa (v nadaljnjem besedilu: II. območje varstva pred hrupom):

- na območju družbene infrastrukture površine za zdravstvo v neposredni okolici bolnišnic, zdravilišč in okrevališč,
- na območju stanovanj čiste stanovanjske površine, stanovanjske površine za posebne namene in površine počitniških hiš,
- na posebnem območju, ki je namenjeno površini za turizem;

c) III. stopnja varstva pred hrupom za naslednje površine podrobnejše namenske rabe prostora, na katerih je dopusten poseg v okolje, ki je manj moteč zaradi povzročanja hrupa (v nadaljnjem besedilu: III. območje varstva pred hrupom):

- na območju stanovanj: splošne stanovanjske površine in stanovanjske površine s kmetijskimi gospodarstvi,
- na območju družbene infrastrukture: površine za vzgojo, izobraževanje, šport, zdravstvo, kulturo, javno upravo in opravljanje verskih obredov,
- na območju zelenih površin: površine za rekreacijo in šport, parki in pokopališča,
- na mešanem območju vse osrednje in mešane površine in
- na območju vodnih zemljišč vse površine razen površin vodne infrastrukture in površin na mirnem območju na prostem;

d) IV. stopnja varstva pred hrupom za stavbe z varovanimi prostori na naslednjih površinah podrobnejše namenske rabe prostora, na katerih je dopusten poseg v okolje, ki je lahko bolj moteč zaradi povzročanja hrupa (v nadaljnjem besedilu: IV. območje varstva pred hrupom):

- na posebnem območju površine drugih območij, ki so namenjene za nakupovalna središča, sejmišča in zabaviščne objekte (npr. avtodrom, vrtiljak ali športno strelišče), in površine drugih podobnih območij,
- na območju proizvodnih dejavnosti: površine za industrijo, površine z objekti za kmetijsko proizvodnjo in površine za proizvodnjo,
- na območju prometne infrastrukture vse površine,
- na območju komunikacijske infrastrukture vse površine,
- na območju energetske infrastrukture vse površine,
- na območju okoljske infrastrukture vse površine,
- na območju vodnih zemljišč vse površine vodne infrastrukture,
- na območju mineralnih surovin vse površine, namenjene izkoriščanju mineralnih surovin,
- na območju kmetijskih zemljišč vse površine, razen na mirnem območju na prostem,
- na območju gozdov: vse površine za izvajanje dejavnosti z gozdarskega področja in vse površine gozda kot zemljišča, razen na mirnem območju na prostem,
- na območju za potrebe obrambe: vse površine, če hrup ne nastaja zaradi izvajanja nalog pri obrambi države oziroma pri opravljanju nalog varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami, in
- na območju za potrebe varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami: vse površine, če ne nastaja zaradi izvajanja nalog pri obrambi države oziroma pri opravljanju nalog varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami.

(2) Mirno območje poselitve se lahko določi na katerem koli II. območju varstva pred hrupom ali na njegovem delu.

(3) Ne glede na določbe prvega odstavka tega člena, mora biti na meji med I. in IV. območjem varstva pred hrupom ter na meji med II. in IV. območjem varstva pred hrupom območje, ki obkroža IV. območje varstva pred hrupom v širini z vodoravno projekcijo 1000 m in na katerem veljajo pogoji varstva pred hrupom za III. območje varstva pred hrupom.

## Mejne in kritične vrednosti kazalcev hrupa

Preglednica 1: mejne vrednosti kazalcev hrupa  $L_{noč}$  in  $L_{dvn}$  za posamezna območja varstva pred hrupom:

Območje varstva pred hrupom	$L_{noč}$ (dBA)	$L_{dvn}$ (dBA)
IV. območje	65	75
III. območje	50	60
II. območje	45	55
I. območje	40	50

Preglednica 2: kritične vrednosti kazalcev hrupa  $L_{noč}$  in  $L_{dvn}$  za posamezna območja varstva pred hrupom:

Območje varstva pred hrupom	$L_{noč}$ (dBA)	$L_{dvn}$ (dBA)
IV. območje	80	80
III. območje	59	69
II. območje	53	63
I. območje	47	57

Preglednica 3: mejne vrednosti kazalcev hrupa  $L_{dan}$ ,  $L_{noč}$ ,  $L_{večer}$  in  $L_{dvn}$ , ki ga povzroča uporaba ceste ali železniške proge in obratovanje večjega letališča:

Območje varstva pred hrupom	$L_{dan}$ (dBA)	$L_{večer}$ (dBA)	$L_{noč}$ (dBA)	$L_{dvn}$ (dBA)
IV. območje	70	65	60	70
III. območje	65	60	55	65
II. območje	60	55	50	60
I. območje	55	50	45	55

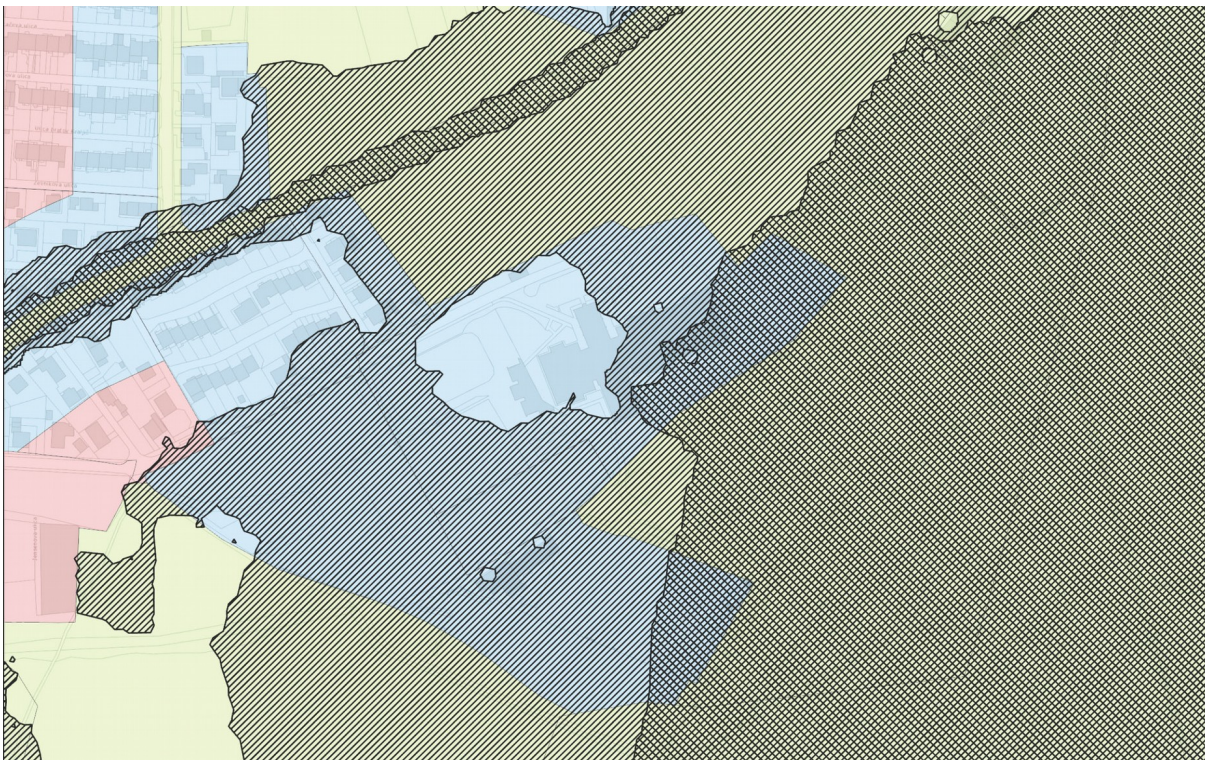
Preglednica 4: mejne vrednosti kazalcev hrupa  $L_{dan}$ ,  $L_{noč}$ ,  $L_{večer}$  in  $L_{dvn}$ , ki ga povzroča naprava, obrat, letališče, ki ni večje letališče, helikoptersko vzletišče, objekt za pretovor blaga in odprto parkirišče:

Območje varstva pred hrupom	$L_{dan}$ (dBA)	$L_{večer}$ (dBA)	$L_{noč}$ (dBA)	$L_{dvn}$ (dBA)
IV. območje	73	68	63	73
III. območje	58	53	48	58
II. območje	52	47	42	52
I. območje	47	42	37	47

Preglednica 5: mejne vrednosti konične ravni hrupa  $L_1$ , ki jo povzroča obratovanje letališča, helikopterskega vzletišča, objekta za pretovor blaga, naprave in obrata:

Območje varstva pred hrupom	$L_1$ -obdobje večera in noči (dBA)	$L_1$ -obdobje dneva (dBA)
IV. območje	90	90
III. območje	70	85
II. območje	65	75
I. območje	60	75





Slika 1: Prikaz karte hrupa (vir: Javni informacijski sistem prostorskih podatkov Mestne občine Ljubljana, <http://urbinfo.ljubljana.si/>, 29.9.2017)

Iz programske rabe okolice stavbe po prostorskem aktu izhaja, da se objekt nahaja v območju III. stopnje varstva pred hrupom.

**3.3. Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu,**  
(Uradni list RS, št 17/06 in 18/06 - popr.) v prilogi 1 določa naslednje dopustne ravni hrupa na delovnih mestih:

NAJVEČJE DOPUSTNE EKVIVALENTNE RAVNI HRUPA  
ZA NEMOTENO DELO PRI POSAMEZNIH VRSTAH DELOVNIH OPRAVIL

Zaporedna številka	Vrsta delovnih pravil	Dopustna ekvivalentna raven hrupa na delovnem mestu v dB(A)	
		a	b
1	Najzahtevnejše mentalno delo	45	40
2	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	55	45
3	Enostavna pisarniška in njim primerljiva dela, prodaja, zahtevna montaža in njej primerljiva pretežno fizična dela, zahtevno krmiljenje sistemov	65	55
4	Manj zahtevno krmiljenje sistemov, manj 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
6	Noseče ženske	80	55

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.);

Ekvivalentna raven hrupa  $L_{Aeq}$ ,  $T_e$  je časovno povprečna raven zvočnega tlaka tekom časovnega intervala  $T_e$ , izražena v dB(A):

$$L_{Aeq, T_e} = 10 \log \left( \frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} \left( \frac{p_A(t)}{p_0} \right)^2 dt \right)$$

–  $p_A(t)$  je trenutna A vrednotena raven zvočnega tlaka v paskalih, ki mu je izpostavljen delavec;

–  $p_0$  je referenčni zvočni tlak (20  $\mu$ Pa);

–  $t$  je čas

–  $T_e$  je dnevno trajanje osebne izpostavljenosti delavca hrupu;

–  $T_0$  je enak 8h oziroma 28800 s.

Pri ocenjevanju motenja se upošteva ekvivalentna raven hrupa v času delovanja proizvodnega oziroma neproizvodnega vira.

Narava dela v objektu s projektno nalogo ni natančneje določena, zato lahko določimo dopustno raven hrupa zaradi neproizvodnih virov: 55 dB(A).

#### 4. zaščita pred zunanjim hrupom

V skladu z uredbo o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Uradni list RS, št. 105/05, 34/08 in 109/09) ter prostorskimi akti umeščamo objekt v območje III. stopnje varstva pred hrupom.

Upoštevane so splošne okoljske mejne ravni zunanjega hrupa iz preglednice 1 TSG: 60 dB(A).

Dopustna ekvivalentna raven hrupa v varovanih prostorih v skladu s preglednico 2 TSG znaša 35 dB(A).

Zvočno izolativnost pred zunanjim hrupom izračunamo po enačbi 2.1(4) tehnične smernice TSG-1-005:2012:

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

Potrebno zvočno izolativnost stavbnega ovoja izračunamo za prostor, ki ima največjo fasadno površino, najbolj neugodno razmerje zasteklitve in najstrožje akustične zahteve:

Izberemo prostor K.A.1 – glavna dvorana:

Volumen prostora: = 21085,17m<sup>3</sup>

Površina fasadnega ovoja ki meji na prostor = 1070,84m<sup>2</sup>

- površina oken = 473,51m<sup>2</sup>

- površina fasade = 597,33m<sup>2</sup>

##### POTREBNA ZVOČNA IZOLATIVNOST STAVBNEGA OVOJA

za prometni hrup

Raven zunanjega hrupa	$L_{zun}$	dB	60
Maksimalna dopustna raven hrupa v sprejemnem prostoru	$L_{not}$	dB	35
Površina ločilnega elementa	$S$	m <sup>2</sup>	1070,84
Ekvivalentna absorpcijska površina sprejemnega prostora	$A$	m <sup>2</sup>	6873,77
Volumen sprejemnega prostora	$V$	m <sup>3</sup>	21085,17
Korekcija zaradi vpliva oblike fasade	$\Delta L_{fs}$	dB	0
Zvočna izolativnost dela fasade, ki pripada varovanemu prostoru	$R'_{w} + C_{tr}$	dB	16,925

Potrebno zvočna izolativnost z upoštevanjem spektralne prilagoditve A znaša:

**$R'_{w} + C_{tr} = 17 \text{ dB (A)}$**

Računska vrednost fasade znaša (glej priloge):

$$R'_w (C;C_{tr}) = 52\text{dB} (-3;-10)$$

#### SKUPNA IZOLATIVNOST VEČ ELEMENTOV LOČILNE KONSTRUKCIJE

	m <sup>2</sup>	dB
skupna površina   izolativnost	1070,84	17
Element 1 – okno	473,51	<b>13,46</b>
Element 2 – zunanja stena	597,33	42

Iz izračuna izhaja, da mora zvočna izolativnost okenskih odprtin znašati najmanj 14dB, kar pri zaprtih oknih in vratih po standardu DIN 4109 Bbl1 – tabela 40 pomeni dvoslojna zasteklitev z  $R_{w,p}$  zasteklitve vsaj 30 dB.

**Izolativnost konstrukcije ustreza predpisani zahtevi v kolikor okenske odprtine zadoščajo zahtevi  $R'_w + 2\text{dB}$ , torej  $R_w = 16\text{dB(A)}$ .**

## 5. Zvočna izolativnost notranjih sten

### 5.1. stena med učilnico ali kabinetom ter hodnikom

Preverba z zahtevo:

9.7	Stena med učilnico ali kabinetom in hodnikom, v katero so vgrajena vrata <sup>4</sup>	$R'_w$	47
-----	---	--------	----

Konstrukcijo predstavlja stena iz križno lepljenih lesenih plošč, debeline 30cm.

Računska vrednost stene znaša (glej priloge):

$$R'_w (C;C_{tr}) = 61\text{dB} (-2;-7)$$

**Izolativnost konstrukcije ustreza predpisani vrednosti 47 Db!**

## 6. Zvočna izolativnost medetažnih konstrukcij

### 6.1. medetažne konstrukcije - les

Preverba z zahtevo:

9.12	Vse medetažne konstrukcije, razen konstrukcij 8.13, 8.14, 8.15 in 8.16	$R'_w$ $L'_{n,w}$	52 58
------	--	----------------------	----------

Konstrukcijo predstavljajo križno lepljene lesene plošče, 3 slojna DL KLH.

Računska vrednost konstrukcije znaša (glej priloge):

$$L_{n,w} = 57 \text{ (-1) dB}$$

$$R_w = 60 \text{ (-2; -6) dB}$$

**Izolativnost konstrukcije ustreza predpisanim vrednostim!**

### 6.2. medetažne konstrukcije - AB

Preverba z zahtevo:

9.12	Vse medetažne konstrukcije, razen konstrukcij 8.13, 8.14, 8.15 in 8.16	$R'_w$ $L'_{n,w}$	52 58
------	--	----------------------	----------

Konstrukcijo predstavlja AB plošča debeline 20cm s plavajočim estrihom.

Računska vrednost konstrukcije ocenjena po standardu SIST EN 12354-1, znaša:

$$R_w = 57 \text{ (-2; -7) dB, } \Delta R_w = 4 \text{ dB}$$

$$L_{n,w} = 72 \text{ dB, } \Delta L_{n,w} = 26 \text{ dB}$$

Z upoštevanjem stranskega prenosa vrednosti znašajo:

$$R_w' = 57 \text{ dB}$$

$$L_{n,w}' = 48 \text{ dB}$$

**Izolativnost konstrukcije ustreza predpisanim vrednostim!**

## 7. Izolacija pred hrupom obratovalne opreme

Neposredno čez varovane prostore objekta v projektni dokumentaciji ni predvidenih vodovodnih inštalacij, kanalizacijski jaškov, prezračevalnih kanalov ali dvigal – upoštevati točko 9!

## 8. Prostorska akustika

Pravilnik o zaščiti pred hrupom v stavbah (Uradni list RS, št. 10/12) ne določa posebnih zahtev glede prostorske akustike, tehnična smernica TSG-1-005 pa obravnava ukrepe za zagotavljanje primernih akustičnih razmer v prostorih, med drugim tudi v telovadnicah. Za prostore, katerih prostornina je večja od  $8500\text{m}^3$ , tehnična smernica predvideva izdelavo projektne naloge za protorsko akustiko, ki pa za dani projekt ni bila izdelana.

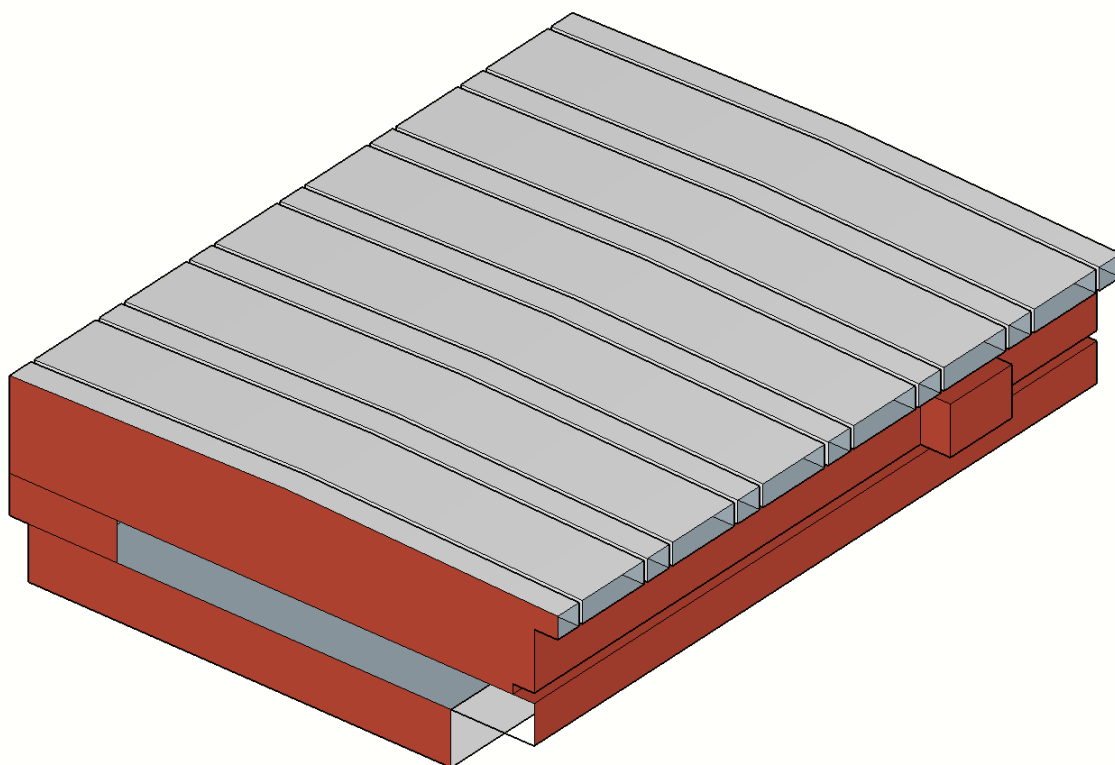
Nemški standard DIN 18041, ki ga TSG povzema, v točki 1 navaja da standard velja za športne dvorane do velikosti  $8500\text{m}^3$ , za dvorane do velikosti  $30000\text{m}^3$  pa se ga smiselno uporablja.

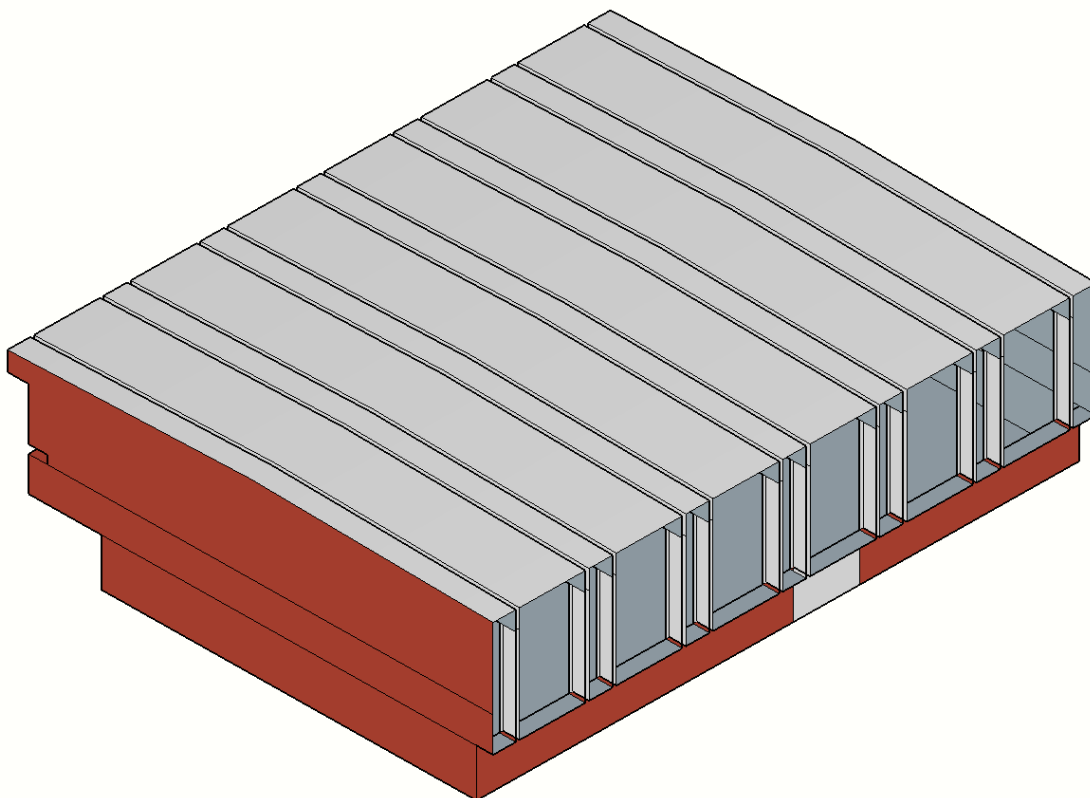
V nadaljevanju so izračunani parametri akustičnih razmer v športni dvorani glede na nemški standard DIN 18041.

**Glede na to da tematika prostorske akustike ni del zahtev pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah se izračun smatra kot priporočilo za izvedbo.**

### 8.1. izračun za prostor K.A.1 Glavna dvorana

V dvorani so predvidene lesene stenske akustične obloge, na spodnjih shematskih prikazih obarvane rdeče.





Volumen dvorane znaša 21085 m<sup>3</sup>.

Ciljni odmevni čas  $T_{\text{soll}}$ , izračunan po enačbi 8 (šport 1) standarda DIN 18041 za dani volumen znaša 3,0 s.

Odmevni čas za posamezna frekvenčna območja izračunamo po enačbah 2 in 4 standarda DIN 18041:

	absorbcija:						površina [m <sup>2</sup> ]:
frekvenca [Hz]:	125	250	500	1000	2000	4000	
Okna	0,28	0,2	0,1	0,06	0,03	0,02	539,9
Športni pod	0,2	0,15	0,1	0,1	0,05	0,1	1766,1
Lesena konstrukcija	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	3875,5
<b>Lesene akustične obloge</b>	<b>0,31</b>	<b>0,39</b>	<b>0,44</b>	<b>0,4</b>	<b>0,43</b>	<b>0,25</b>	<b>1553,6</b>
površina skupaj:							7734,6
volumen [m <sup>3</sup> ]:							21085,0
A [m <sup>2</sup> ]:	1149,5	1159,1	1158,6	1147,3	1148,4	1154,1	
T [s]:	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	

Iz izračuna so razvidne potrebne absorpcijske vrednosti akustične obloge ter potrebna površina, da je dosežen ciljni odmevni čas 3,0 s za športno namembnost dvorane.



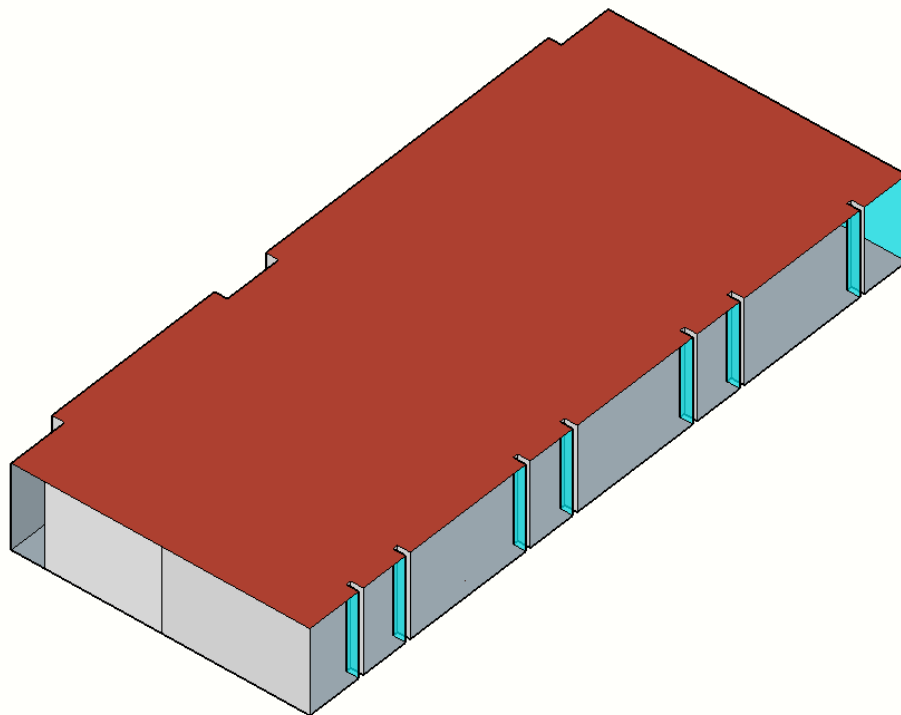
Ker je v dvorani možno tudi občasno izvajanje prireditev, je smiselno izračun izvesti še za scenarij glasbene prireditve. Ciljni odmevni čas  $T_{\text{soll}}$ , izračunan po enačbi 5 (glasba) standarda DIN 18041 za dani volumen znaša 2,015 s.

	absorbcija:						površina [m <sup>2</sup> ]:
frekvenca [Hz]:	125	250	500	1000	2000	4000	
Okna	0,28	0,2	0,1	0,06	0,03	0,02	539,9
Športni pod	0,2	0,15	0,1	0,1	0,05	0,1	1766,1
Lesena konstrukcija	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	3875,5
<b>Lesene akustične obloge</b>	<b>0,67</b>	<b>0,75</b>	<b>0,8</b>	<b>0,76</b>	<b>0,79</b>	<b>0,61</b>	<b>1553,6</b>
površina skupaj:							7734,6
volumen [m <sup>3</sup> ]:							21085,0
A [m <sup>2</sup> ]:	1708,8	1718,4	1717,9	1706,6	1707,8	1713,4	
T [s]:	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	

Iz izračuna so razvidne potrebne absorpcijske vrednosti akustične obloge ter potrebna površina, da je dosežen ciljni odmevni čas 2,0 s za glasbeno namembnost dvorane.

## 8.2. izračun za prostor M.A.7 Večnamenska dvorana

V dvorani je predviden lamelni lesen strop, na spodnjih shematskih prikazih obarvan rdeče. Perforiranost stropa je min 15%, na strop so položene plošče mineralne volne s steklenim voalom.



Volumen dvorane znaša 1118 m<sup>3</sup>.

Ciljni odmevni čas  $T_{\text{soll}}$ , izračunan po enačbi 8 standarda DIN 18041 za dani volumen znaša 1,38 s.

Odmevni čas za posamezna frekvenčna območja izračunamo po enačbah 2 in 4 standarda DIN 18041:

	absorbcija:						površina [m <sup>2</sup> ]:
frekvenca [Hz]:	125	250	500	1000	2000	4000	
Okna	0,28	0,2	0,1	0,06	0,03	0,02	92,6
Športni pod	0,2	0,15	0,1	0,1	0,05	0,1	328,95
Lesena konstrukcija	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	172,1
AB stene	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	31,2
<b>Lesene akustičen strop</b>	<b>0,1</b>	<b>0,17</b>	<b>0,24</b>	<b>0,24</b>	<b>0,29</b>	<b>0,21</b>	<b>328,95</b>
površina skupaj:							953,8
volumen [m <sup>3</sup> ]:							1118,0
A [m <sup>2</sup> ]:	132,6	132,6	133,3	133,4	134,1	134,0	
T [s]:	1,38	1,37	1,37	1,37	1,36	1,36	

Iz izračuna so razvidne potrebne absorpcijske vrednosti akustičnega stropa, da je dosežen ciljni odmevni čas 1,38 s za športno namembnost male dvorane.

## 9. Splošna navodila projektantom in izvajalcem elektro in strojnih inštalacij

### PREBOJI ČEZ PREDELNE STENE

Povsod, kjer so predvideni preboji predelnih sten (instalacije, prezračevalni kanali ipd.) je treba zadostiti dvema na videz nasprotujočima pogoju: stik predelne stene in kanala ali cevi mora biti zrakotesen in ne sme prenašati vibracij. Preboji morajo zato biti čim manjši – izseki čim bolj natančni – po vstavitvi cevi ali kanala, pa mora biti preostanek prostora zapolnjen z gibkim, trajno elastičnim materialom, kot sta na primer silikonski kit ali ekspandirana guma. Slabo izvedeni stiki s prebojnimi elementi ali nezatesnjene odprtine lahko dodobra uničijo ves zvočno izolativni učinek.

### LOKALNA POSLABŠANJA IZOLATIVNOSTI PREDELNIH STEN

Vsako luknjanje katerekoli od plasti predelne stene pomeni lokalno poslabšanje zvočne izolativnosti. Najbolj pogosti primeri so vstavljanje električnih doz in omaric, stalno vgrajeni elementi požarne zaščite ipd. Želeti je, da je teh izvrtin čim manj, posebej pa je treba paziti, da niso na istih mestih na obeh straneh stene. Električne doze in drugi elementi morajo biti razporejeni tako, da so od osi izvrtine na drugi strani stene odmaknjeni vsaj 20cm.

### PREPREČEVANJE STIKA MED TALNIM ESTRIHOM IN MAVČNO-KARTONSKO PREDELNO STENO

Vsak nameren ali nenameren stik talnega estriha in predelne stene pomeni resno poslabšanje zvočne izolativnosti, saj se prek estriha prenašajo vibracije, ki nastajajo pri hoji. Vsi stiki med mavčnimi ploščami ali kovinsko podkonstrukcijo morajo biti »mehki«, to pomeni, da mora biti med estrihom in mavčno predelno konstrukcijo (sklopom) trak, debel vsaj 1cm, iz trajno elastičnega, deloma stisljivega materiala. Pred montažo finalnega sloja mavčno-kartonastih plošč je treba vse potencialne stike pregledati in jih na ustrezen način preprečiti!

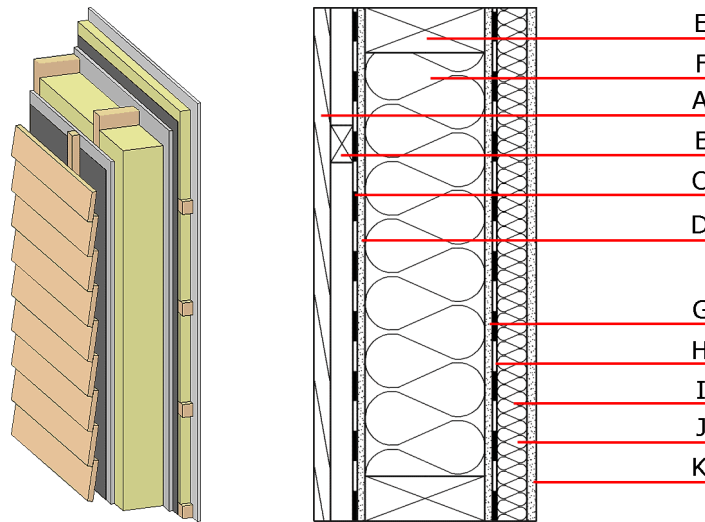
### PREPREČEVANJE PREHODA ZVOKA IZ ENEGA PROSTORA V DRUGEGA PREK ESTRIHA

Prehod zvoka v sosedne prostore prek estriha je ena najpogostejših napak, ki se pojavljajo pri montaži lahkih predelnih sten. Najverjetneje gre za posledico zaporedja gradbenih del, ko pri gradnji stavb najprej končajo tlakarska dela, nato pa pridejo na vrsto predelne stene. Tako jih po navadi polagajo kar na estrih plavajočega poda a se pri tem ne zavedajo, da so prepustili tudi do 25 dB več zvoka, kot ga je sicer sposobna zadržati predelna stena. Pred začetkom montaže predelnih sten je treba preveriti ali so plavajoči podi vsakega prostora popolnoma ločeni! Predlagamo dve rešitvi: ali v vseh prostorih dvojni rez finalne talne obloge in estriha do nosilne talne konstrukcije na mestu, kjer bodo lahke predelne stene, ali pa odstranitev vseh plasti do nosilne konstrukcije, antivibracijsko zaščito s trajno elastičnim trakom in izdelavo ločenih talnih preklad na mestih, kjer bodo stale lahke predelne stene.

### ANTIVIBRACIJSKA MONTAŽA VENTILATORJEV IN DRUGIH NAPRAV

Klimati in druge naprave v strojnici morajo biti od ostale podne konstrukcije ločeni (dodatna plošča s svojo antivibracijsko Sylomer, Regufoam ali podobno plastjo). Strojniki morajo s svojimi vgradnimi elementi zagotoviti, da so druge oblike vibracij in hrupa pod njihovo kontrolo, in da nameravajo vgraditi vse elemente, ki preprečujejo prenos hrupa in vibracij od vira do dvorane (dušilniki, antivibracijski podstavki, gibko spojene elektro-, vodovodne in prezračevalne inštalacije, dobro in elastično tesnjenje...).

## external wall - timber frame construction, ventilated, with dry lining, with cladding



### Performance rating

Fire protection performance	REI	45
-----------------------------	-----	----

maximum ceiling height = 3 m; maximum load  $E_{d,fi}$  = 19,2 kN/m

Classified by MA39

Thermal performance	U[W/(m <sup>2</sup> K)]	0,16
	Diffusion	adequate
	$m_{w,B,A}$ [kg/m <sup>2</sup> ]	19,7

Calculated by HFA

Acoustic performance	$R_w$ (C;C <sub>tr</sub> )	52 (-3; -10)
	$L_{n,w}$ (C <sub>i</sub> )	-

Battens for the ventilation space screwed onto the structural timber together with vertical battens for the dry lining screwed directly onto the ledger beams will result in  $R_w(C;C_{tr})=43(-1;-5)$  dB

Assessed by MA39

Sustainability*	Ol3 <sub>Kon</sub>	-4,1
-----------------	--------------------	------

Calculated by IBO

### Register of building materials used for this application, cross-section

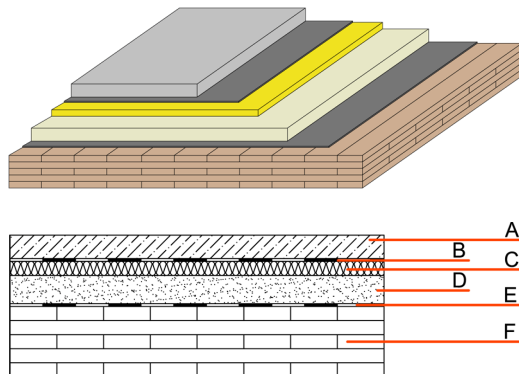
(from outside to inside, dimensions in mm)

	Thickness	Building material	Thermal performance				Reaction to fire EN
			$\lambda$	$\mu$ min – max	$\rho$	c	
A	24,0	larch wood external wall cladding	0,155	50	600	1,600	D
B	30,0	spruce wood battens offset (30/50; 30/80) - ventilation	0,120	50	450	1,600	D
C		wind barrier			1000		
D	10,0	gypsum fibre board	0,320	21	1000	1,100	A2
E	240,0	finger-jointed solid construction timber (60/...; e=625)	0,120	50	450	1,600	D
F	240,0	glass wool [0,0040; R=16]	0,040	1	16	1,030	A1
G	10,0	gypsum fibre board	0,320	21	1000	1,100	A2
H		vapour barrier sd≥ 2m			1000		
I	40,0	spruce wood cross battens (a=400) or battens offset	0,120	50	450	1,600	D
J	40,0	glass wool [0,0040; R=16]	0,040	1	16	1,030	A1
K	12,5	gypsum fibre board or	0,320	21	1000	1,100	A2
K	12,5	gypsum plasterboards with improved properties at high temperatures (fire)	0,250	10	800	1,050	A2

### \*Details of sustainability rating

GWP [kg CO <sub>2</sub> Äqv.]	AP [kg SO <sub>2</sub> Äqv.]	PEI ne [MJ]	PEI e [MJ]	EP [kg PO <sub>4</sub> Äqv.]	POCP [kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Äqv.]
-34,4	0,156	512,5	748,6	0,024	0,008

## intermediate floor - solid wood construction, without lining, wet, with filling



### Performance rating

<b>Fire protection performance</b>	REI	60
------------------------------------	-----	----

maximum span = 5 m; maximum load  $E_{d,fl}$  = 5 kN/m<sup>2</sup>  
 Classified by HFA

<b>Thermal performance</b>	U[W/(m <sup>2</sup> K)]	0,44
	Diffusion	adequate
	$m_{w,B,A}$ [kg/m <sup>2</sup> ]	35,7

Calculated by HFA

<b>Acoustic performance</b>	$R_w$ (C; C <sub>tr</sub> )	60 (-2; -6)
	$L_{n,w}$ (C <sub>i</sub> )	57 (-1)

Inspected by TU-GRAZ

<b>Sustainability*</b>	O13 <sub>Kon</sub>	-3,0
------------------------	--------------------	------

calculated with gypsum plaster fire protection board (GKF/DF); this data includes 3-, 5-, and 7-ply cross laminated timber elements;  
 Calculated by HFA

### Register of building materials used for this application, cross-section

(from outside to inside, dimensions in mm)

	Thickness	Building material	Thermal performance				Reaction to fire EN
			$\lambda$	$\mu$ min – max	$\rho$	c	
A	60,0	cement screed	1,330	50 - 100	2000	1,080	A1
B		plastic separation layer	0,200	100000	1400	1,400	E
C	30,0	impact sound absorbing subflooring MW-T [ $s' = 35\text{MN/m}$ ]	0,035	1	120	1,030	A2
D	60,0	non-bonded chippings	0,700	1	1700	1,000	A1
E		trickling protection					E
F	140,0	cross laminated timber $\geq 140,0$ ; at least 5-layers, top layer at least 26 mm)	0,130	50	500	1,600	D

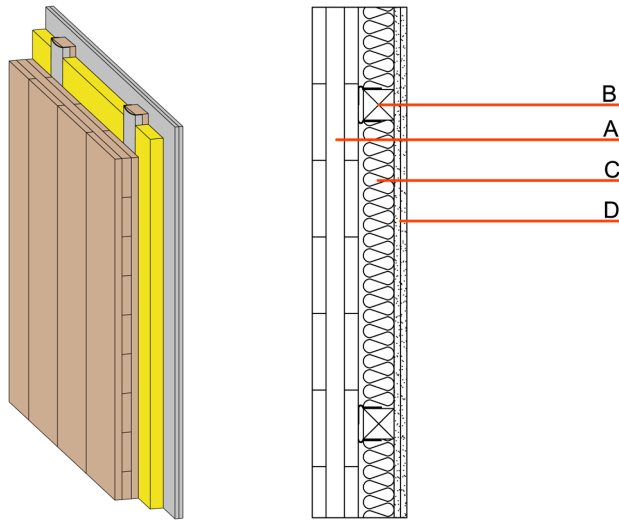
### \*Details of sustainability rating

GWP	AP	PEI ne	PEI e	EP	POCP
[kg CO <sub>2</sub> Äqv.]	[kg SO <sub>2</sub> Äqv.]	[MJ]	[MJ]	[kg PO <sub>4</sub> Äqv.]	[kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Äqv.]
-75,1	0,190	620,6	1.583,7	0,050	0,060

### Mass per unit area

m	calculation based on
[kg/m <sup>2</sup> ]	
296,70	gypsum plasterboard (DF)

## internal wall - solid wood construction, with dry lining



### Performance rating

<b>Fire protection performance</b>	REI	30
------------------------------------	-----	----

maximum ceiling height = 3 m; maximum load  $E_{d,fi} = 279,16$  kN/m; fire from side A: REI 15, maximum load  $E_{d,fi} = 88,84$  kN/m

Classified by IBS

<b>Thermal performance</b>	U[W/(m <sup>2</sup> K)]	
	Diffusion	
	$m_{w,B,A}$ [kg/m <sup>2</sup> ]	

<b>Acoustic performance</b>	$R_w$ (C; C <sub>tr</sub> )	61 (-2; -7)
	$L_{n,w}$ (C <sub>i</sub> )	-

Assessed by IFT

<b>Sustainability*</b>	Ol3 <sub>Kon</sub>	-9,1
------------------------	--------------------	------

Calculated by IBO

### Register of building materials used for this application, cross-section

(from outside to inside, dimensions in mm)

	Thickness	Building material	Thermal performance				Reaction to fire EN
			$\lambda$	$\mu$ min – max	$\rho$	c	
A	75,0	cross laminated timber BBS	0,130	50	470	1,600	D
B	85,0	resilient channel					
C	50,0	mineral wool [040; 18]	0,040	1	18	1,030	A1
D	25,0	gypsum plasterboards Rigips RF (2x12,5 mm) or	0,250	10	900	1,050	A2
D	25,0	gypsum fibre board Rigidur H (2x12,5 mm)	0,350	19	1200	1,100	A1

### \*Details of sustainability rating

GWP	AP	PEI ne	PEI e	EP	POCP
[kg CO <sub>2</sub> Äqv.]	[kg SO <sub>2</sub> Äqv.]	[MJ]	[MJ]	[kg PO <sub>4</sub> Äqv.]	[kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Äqv.]
-38,6	0,125	507,8	872,5	0,019	0,027

### Mass per unit area

m	calculation based on
[kg/m <sup>2</sup> ]	
-	-

# IZKAZ O ZAŠČITI PRED HRUPOM

## Podatki o stavbi

Naziv stavbe:	PRIZIDEK NOVE TELOVADNICE K OŠ VIŽMARJE-BROD
Lokacija stavbe:	Ljubljana
Investitor:	MESTNA OBČINA LJUBLJANA Mestni trg 1, 1000 Ljubljana
Odgovorni vodja projekta:	Rok Žnidaršič, u.d.i.a., A-1576
Izdelovalec elaborata:	Rok Žnidaršič, u.d.i.a.
Datum izdelave projektne dokumentacije:	September 2017
Elaborat izdelan (ustrezno obkroži):	<input checked="" type="radio"/> a) po smernici <input type="radio"/> b) po zadnjem stanju tehnike

## Zaščita pred hrupom v okolju

Izračun izveden na podlagi (ustrezno obkroži):

- ☒ a) mejnih ravni hrupa v okolju (preglednica 1 v tehnični smernici)  
☐ b) izmerjenih ali izračunanih ravni hrupa v okolju

Merodajni kazalci hrupa v okolju, uporabljeni v izračunu zvočne izolirnosti ovoja stavbe :

$L_{dan} = 60dB(A)$		
---------------------	--	--

## Zvočna izolacija ovoja stavbe

				Načrtovani ukrepi	Izvedeni ukrepi	
Ločilni element ali prostor		Projektne vrednosti		Izračunane vrednosti	Izmerjene vrednosti	
Oznaka/ pozicija	Element ali sklop elementov	Oznaka veličine (enota)	min.			Ustreza (da/ne)
<b>ZUNANJI POKONČNI LOČILNI ELEMENTI</b>						
	okenske odprtine	$R_w$ (dB)	16	16		
<b>ZUNANJI VODORAVNI LOČILNI ELEMENTI</b>						

# Zaščita pred hrupom v stavbi

## Zvočna izolacija notranjih ločilnih elementov

				Načrtovani ukrepi	Izvedeni ukrepi	
Ločilni element oz. prostor		Projektne vrednosti		Izračunane vrednosti	Izmerjene vrednosti	
Oznaka/ pozicija	Element ali sklop elementov	Oznaka veličine (enota)	min			Ustreza (da/ne)
<b>NOTRANJI POKONČNI LOČILNI ELEMENTI (stene, stene z vrati ipd.)</b>						
	stena med učilnico ali kabinetom ter hodnikom	$R'_w$ (dB)	47	59		
	Vrata med učilnico ali kabinetom in hodnikom	$R'_{w,w}$ (dB)	27	27		
<b>NOTRANJI VODORAVNI LOČILNI ELEMENTI (medetažne konstrukcije, podesti, stopnice)</b>						
	medetažne konstrukcije - les	$R'_w$ (dB)	52	58		
		$L'_{n,w}$ (dB)	58	65		
	medetažne konstrukcije - AB	$R'_w$ (dB)	52	57		
		$L'_{n,w}$ (dB)	58	48		

## Odmevni hrup

				Načrtovani ukrepi	Izvedeni ukrepi	
		Projektne vrednosti		Izračunane vrednosti	Izmerjene vrednosti	
Oznaka/ pozicija	Prostor	Oznaka veličine (enota)				Ustreza (da/ne)

## Hrup obratovalne opreme

OBRATOVALNA OPREMA			
Osebnno dvigalo		Načrtovani ukrepi	Izvedeni ukrepi
	Projektne	Izračunane	Izmerjene



		vrednosti		vrednosti	vrednosti	
Oznaka/ pozicija	Prostor	Oznaka veličine (enota)				Ustreza (da/ne)

(ustrezno izpusti oziroma dodaj vrstice)

### Opombe

(izdelovalca izkaza in merilca)

Podpis izdelovalca elaborata:

Rok Žnidaršič, u.d.i.a..

Podpis pooblaščenca akreditirane (pravne ali fizične) osebe:

Datum opravljanja meritev:

Podpis osebe, ki je opravljala meritve:

Podpis odgovornega nadzornika: