

ELABORAT ZAŠČITE PRED HRUPOM V STAVBAH

Objekt: PRENOVA VODNIKOVE DOMAČIJE

Lokacija: Parc. št.: 821/6, 821/7, 821/8, 821/9, 821/10,
k.o. 1739 Zgornja Šiška

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

Naročnik: Genius Loci d.o.o., Dunajska cesta 158, 1000 Ljubljana

Vrsta proj. dokumentacije: PZI

Za gradnjo: Rekonstrukcija
(nova gradnja, dozidava, nadzidava, rekonstrukcija, odstranitev objekta, sprememba namembnosti)

Projektant: Ekosystem d.o.o., Špelina ulica 1, 2000 Maribor, IZS 0783
Odgovorna oseba: Zoran ŠUTOVIČ, univ. dipl. inž. el.
(naziv projektanta, sedež, ime in podpis odgovorne osebe projektanta, žig)

Izdelaovalec elaborata: Tomaž JURŠIČ, dipl.inž.les.
(ime in priimek, strokovna izobrazba, podpis)

Odgovorni vodja projekta: Janez KUZMAN univ.dipl.inž.arh., ZAPS A-0073
(ime in priimek, strokovna izobrazba, osebni žig, podpis)

Št. projekta: 518-20

Št. elaborata: 101-08-21 EZH

Št. izvoda: 1 2 3 4 5 6

Kraj in datum: Ljubljana, avgust 2021



ELABORAT ZAŠČITE PRED HRUPOM V STAVBAH

Objekt:	PRENOVA VODNIKOVE DOMAČIJE
Lokacija:	Parc. št.: 821/6, 821/7, 821/8, 821/9, 821/10, k.o. 1739 Zgornja Šiška
Investitor:	Mestna občina Ljubljana, Mestni trg 1, 1000 Ljubljana
Naročnik:	Genius Loci d.o.o., Dunajska cesta 158, 1000 Ljubljana
Vrsta proj. dokumentacije:	PZI
Za gradnjo:	Rekonstrukcija (nova gradnja, dozidava, nadzidava, rekonstrukcija, odstranitev objekta, sprememba namembnosti)
Projektant:	Ekosystem d.o.o., Špelina ulica 1, 2000 Maribor, IZS 0783 Odgovorna oseba: Zoran ŠUTOVIČ, univ. dipl. inž. el. (naziv projektanta, sedež, ime in podpis odgovorne osebe projektanta, žig)
Izdelovalec elaborata:	Tomaž JURŠIČ, dipl.inž.les. (ime in priimek, strokovna izobrazba, podpis)
Odgovorni vodja projekta:	Janez KUZMAN univ.dipl.inž.arh., ZAPS A-0073 (ime in priimek, strokovna izobrazba, osebni žig, podpis)
Št. projekta:	518-20
Št. elaborata:	101-08-21 EZH
Št. izvoda:	1 2 3 4
Kraj in datum:	Ljubljana, avgust 2021

K A Z A L O

1. UVOD	4
2. PREDLOŽENA DOKUMENTACIJA.....	5
3. IZHODIŠČA ZA DELO - TEH. NORMATIVI	5
4. ZAŠČITA PRED PROMETNIM HRUPOM IN HRUPOM OKOLIŠKE DEJAVNOSTI	6
4.1. Nično stanje hrupa na območju	6
4.1.1. Hrup cestnega prometa	7
4.2. Zakonski normativi	8
4.2.1. Mejne vrednosti ravni hrupa v prostorih občutljivih za hrup	8
4.2.2. Mejne vrednosti ravni hrupa v varovanih prostorih	8
4.2.3. Predpisane vrednosti zvočne izolacije ločilnih konstrukcij.....	8
5. ZAŠČITA PRED ZUNANJIM HRUPOM	9
5.1. Vodnikova domačija - fasada	9
5.1.1. Raven zunanjega hrupa v prostoru - kašča.....	9
5.1.2. Raven zunanjega hrupa v prostoru - pisarna	11
5.2. Hiša ob kamniti mizi - fasada	12
5.2.1. Raven zunanjega hrupa v prostoru - galerija/dvorana	13
6. VERTIKALNE LOČILNE KONSTRUKCIJE	14
7. HORIZONTALNE LOČILNE KONSTRUKCIJE	14
7.1. Vodnikova domačija	14
7.1.1. Medetažna konstrukcija - TD1.....	14
7.1.2. Medetažna konstrukcija - TD2.....	15
7.2. Hiša ob kamniti mizi	16
8. DOLOČITEV IZOLACIJSKIH VREDNOSTI POSAMEZNIH ELEMENTOV	17
8.1. Okna - Vodnikova domačija	17
8.2. Okna - Hiša ob kamniti mizi.....	17
9. STROJNE INSTALACIJE.....	17
9.1. Vodovodne instalacije in kanalizacijski odvodi	17
9.2. Prezračevanje	17
10. OBVLADOVANJE ODMEVNEGA HRUPA.....	18
10.1. Akustične obloge.....	19
10.1.1. Vodnikova domačija - dvorana.....	20
10.1.2. Hiša ob kamniti mizi - galerija/dvorana	21
11. SKLEP	22

1. UVOD

Podjetje Genius Loci d.o.o, nam je naročilo izdelavo elaborata zaščite pred hrupom.

Investitor namerava izvesti celovito prenovu stavbnega kompleksa Vodnikova domačija. Predvidena je statična sanacija, prenova vseh instalacij ter posegi, ki bodo izboljšali požarno varnost, univerzalno dostopnost in funkcionalno zasnovo stavb. Stavbni kompleks leži v Šiški v Ljubljani na naslovu Vodnikova cesta 65, ki so v lasti naročnika, Mestne občine Ljubljana. Obsega tri objekte: »Domačijo« (VD), ki je glavni objekt, »Hišo pri kamniti mizi« (KM) in »Kotlovnico« (KO).

Domačija (VD):

Domačija ima pritličje in nadstropje, v starejšem delu (kašči) pa so etaže za polovico etaže zamaknjene ter oblikujejo tri etaže: polklet, medetažo in "nizko sobo". Celotna stavba ima izkoriščeno podstreho – mansardo.

V pritličju je knjigarna in manjša pisarna, v medetaži je pisarna, v nadstropju prostor z razstavo in sanitarije, ostali prostori pa se uporabljajo večnamensko, predvsem za literarno dejavnost in glasbeni pouk. V mansardi je dvorana za cca. 80 obiskovalcev. Konstrukcijo objekta tvorijo debele masivne stene iz kamna in opeke. Stropne konstrukcije so različne: masivni opečni oboki, nizki opečni oboki na jeklenih traverzah, lesen strop. Okenske odprtine v starejšem levem delu so izrazito majhne in različnih dimenzij, v preostalem delu pa so nekoliko večje in enakih dimenzij. Okna imajo zunanji in notranji par kril, zunanji se odpira navzven.

Za izboljšanje požarne varnosti in boljše funkcionalnosti, se v objektu zgradijo nove stopnice med nadstropjem in mansardo. V mansardi se na južni strani uredi pisarna z manjšo čajno kuhinjo, ohrani pa se manjša dvorana. V objektu se izvede statično sanacijo objekta (gradbeno sanacijski ukrepi) ter na zunanjem ovoju zamenja stavbno pohištvo.

Hiša pri kamniti mizi (KM):

Stavba je bila v preteklosti gospodarsko poslopje Vodnikove domačije. Tloris ima obliko nepravilnega štirikotnika, severna stranica je poravnana z Vodnikovo cesto. Stavba ima pritličje in neizkoriščeno podstrešje. Posegi, ki bi bili potrebni za statično in energetska sanacijo obstoječe stavbe so zelo obsežni, ohranil bi se le manjši del originalne stavbe substance, ki tudi ni spomeniško pomembna. Zato se stavbo poruši in rekonstruira v enakih zunanjih gabaritih in izgledu.

Stavbi se na južni fasadi, na mestu sedanjega odprtega letnega odra, dozida zaprt volumen z odrom, ki se odpira v notranjost, poleti pa se lahko odpre tudi navzven in postane oder zunanjega prizorišča. Notranji prostor je večnamenski: čez dan funkcionira kot galerija, v popoldanskem času pa se lahko spremeni v dvorano za dogodke.

Na severni strani se uredi servisni del z univerzalnim wc-jem s predprostorom in z manjšim skladiščem za galerijsko opremo in preostalo opremo za dvorano (sedeži, mizice). Nad servisnim delom sta v zgornji etaži kontrolna kabina za luči in zvok ter prezračevalna naprava, ki sta dostopni po strmih stopnicah (lestvi).

Kotlovnica (KO):

Kotlovnica je manjši utilitarni objekt zahodno od Domačije, ki z zahodno stranico leži na parcelni meji. V njem sta dva prostora: v večjem je depo opreme, v manjšem pa novejša plinska peč z dimnikom za celotno Vodnikovo domačijo in pomivalno korito.

V Kotlovnici funkcionalne spremembe niso predvidene, prostor in instalacije se samo prenovijo. Ker v objektu niso predvideni varovani prostori, ga v Elaboratu ne obravnavamo.

S tem elaboratom dokazujemo, da predvidene sestave ločilnih elementov dosegajo zahteve naših predpisov. Izračuni, ki so opravljeni, predvsem pa ponujene rešitve, veljajo le toliko časa, dokler se držimo vseh njenih segmentov.

Elaborat je izdelan skladno s **7. členom** Pravilnika o zaščiti pred hrupom v stavbah (Ur.l. RS, št. 10/12 in 61/17 - GZ).

Glede na enotno klasifikacijo vrst objektov CC-SI, je objekt opredeljen kot:

- **Objekt 1 – VD (100%) - 12601 – Stavbe za kulturo in razvedrilo**
- **Objekt 2 – KM (100%) - 12601 – Stavbe za kulturo in razvedrilo**
- **Objekt 3 – KO (100%) - 12601 – Stavbe za kulturo in razvedrilo**

2. PREDLOŽENA DOKUMENTACIJA

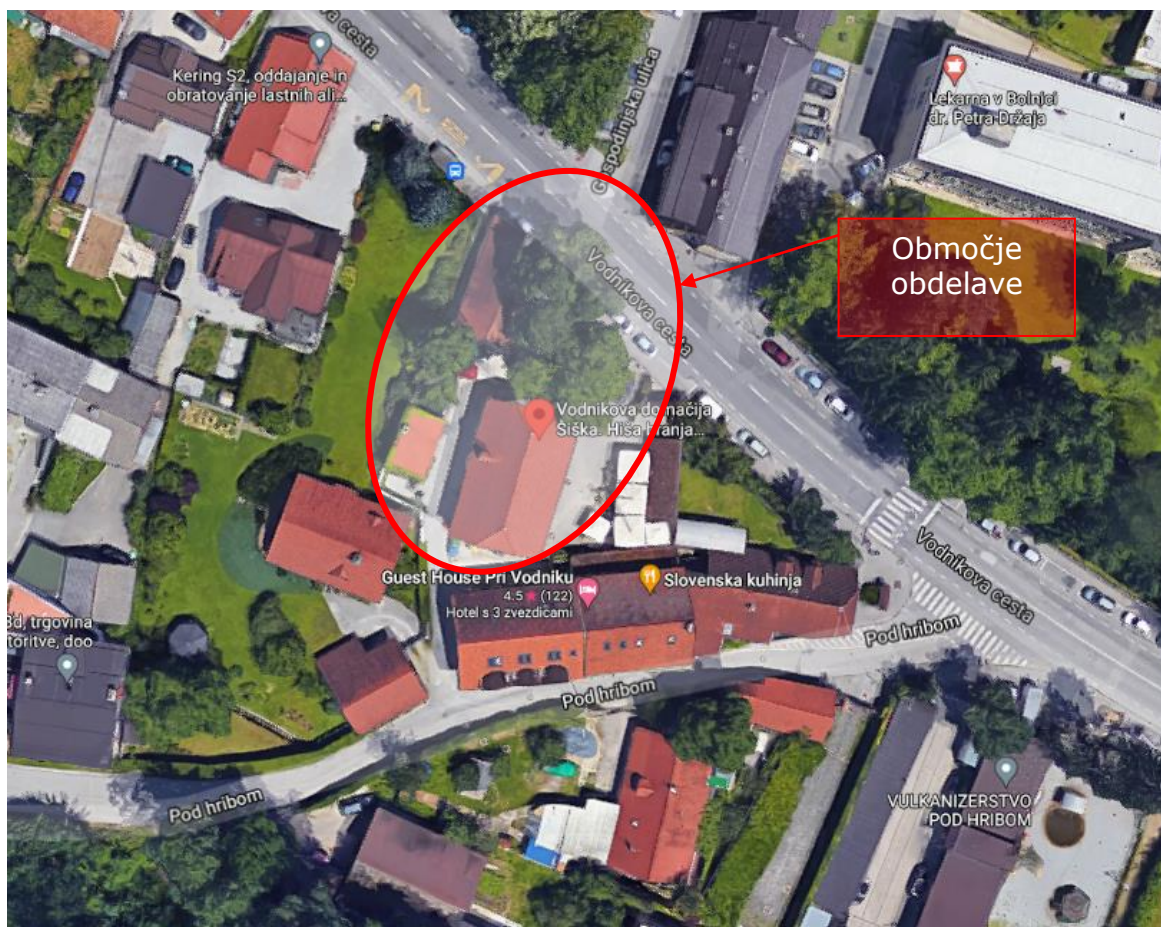
- Arhitektura – faza: PZI, izdelal: Genius Loci d.o.o., Dunajska cesta 158, 1000 Ljubljana, številka projekta 518-20, avgust 2021.

3. IZHODIŠČA ZA DELO - TEH. NORMATIVI

- [1] Pravilnik o zaščiti pred hrupom v stavbah (Ur.l. RS, št. 10/12 in 61/17 - GZ),
- [2] Tehnična smernica TSG-1-005:2012 - Zaščita pred hrupom v stavbah,
- [3] Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Ur.l. RS, št. 43/18),
- [4] DIN 4109/1989 – Zvočna zaščita v visokogradnji, primeri izvedbe in računski postopki
- [5] SIST EN 12354-1 Akustika v stavbah – Ocenjevanje akustičnih lastnosti stavb iz lastnosti sestavnih delov – 1.del: Izolirnost pred zvokom v zraku med prostori
- [6] SIST EN 12354-2 Akustika v stavbah – Ocenjevanje akustičnih lastnosti stavb iz lastnosti sestavnih delov – 2.del: Izolirnost pred udarnim zvokom med prostori
- [7] SIST EN 12354-3 Akustika v stavbah – Ocenjevanje akustičnih lastnosti stavb iz lastnosti sestavnih delov – 3.del: Izolirnost pred zvokom v zraku iz zunanosti
- [8] Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (Ur. L. RS št. 17/2006)

4. ZAŠČITA PRED PROMETNIM HRUPOM IN HRUPOM OKOLIŠKE DEJAVNOSTI

4.1. Nično stanje hrupa na območju



Slika 1: Območje obdelave (vir: Atlas okolja)

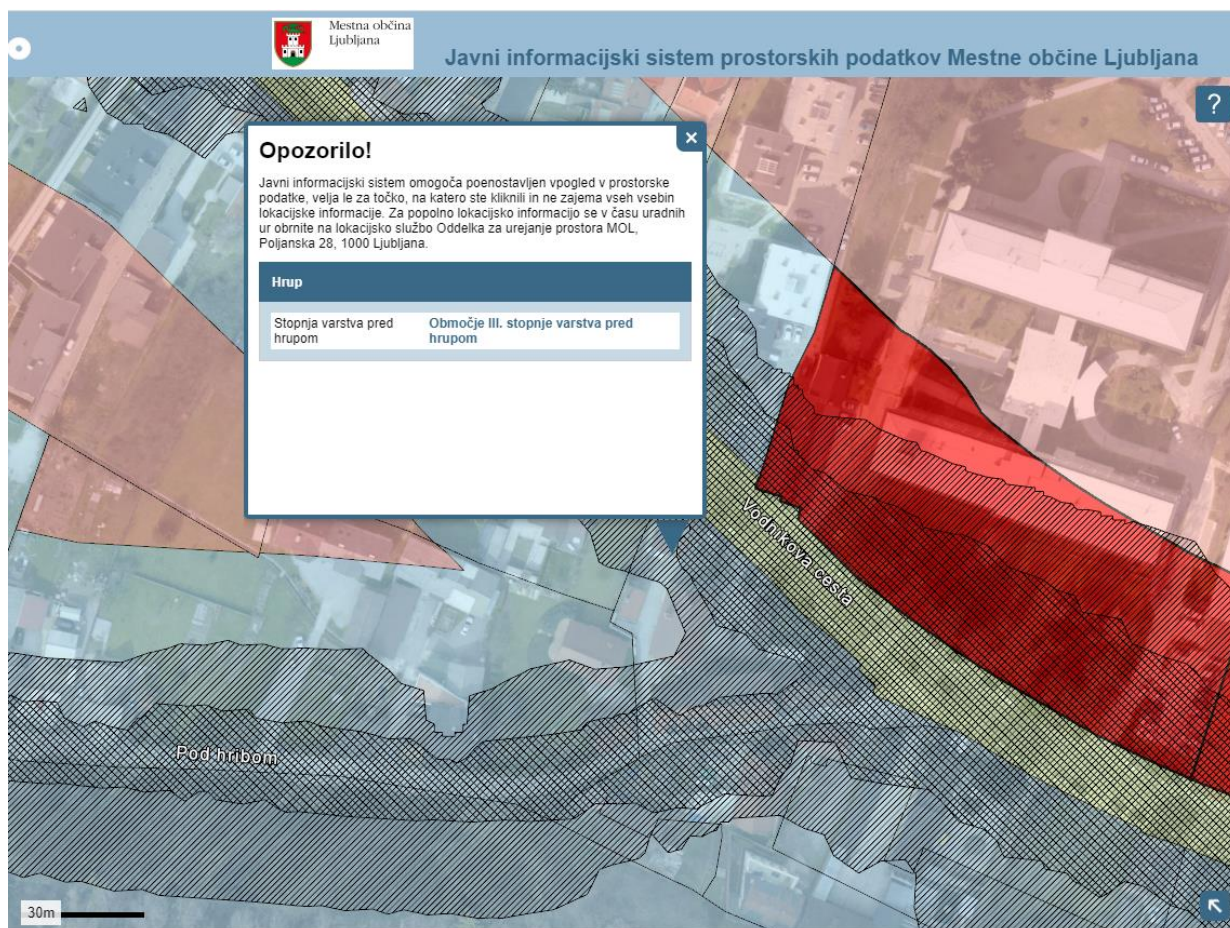
V okolici območja so naslednji pomembni obstoječi viri hrupa:

- ⇒ okoliška dejavnost,
- ⇒ splošni hrup ozadja,
- ⇒ cestni promet po okoliških cestah.

V skladu z Uredbo o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Ur. l. RS št. 105/05, 34/08, 109/09, 62/10) in Odlokom o občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana, se obravnavano lokacijo uvrsti v **III. cono varstva pred hrupom**, (območje površin podrobnejše namenske rabe prostora, na katerih je dopusten poseg v okolje, ki je manj moteč zaradi povzročanja hrupa – mešano območje), kjer so mejne dnevne in nočne ravni hrupa podane v tabeli 1. Obravnavano območje je naravno in bivalno okolje.

Tabela 1: Mejne ravni hrupa za III. območje zahtevnosti varstva pred hrupom.

VRSTA HRUPA	L _{noč} (dBA)	L _{dvn} (dBA)
Mejna vrednost kazalcev hrupa	50	60



Slika 2: Stopnja varstva pred hrupom obravnavanega območja (vir: Urbinfo)

4.1.1. Hrup cestnega prometa

Iz karte »Območje varstva pred hrupom in območja možne prekomerne obremenitve s hrupom«, dostopne v javnem informacijskem sistemu prostorskih podatkov Mestne občine Ljubljana (Urbinfo) je razvidno, da obravnavano območje sodi v III. stopnjo varstva pred hrupom in je zaradi bližine Vodnikove ceste obremenjen s hrupom cestnega prometa, kateri na določenem delu (Hiša ob kamniti mizi) presega vrednosti hrupa za III. stopnjo. Potrebno je oceniti vpliv prometa na raven hrupa na območju, predvidenemu za gradnjo ter vpliv hrupa ustrezno upoštevati pri izračunu ravni zunanjskega hrupa v prostoru.

Računska ocena dejanske obremenjenosti s hrupom cestnega prometa izračunamo s pomočjo nemškega standarda DIN 4109 (stran 15), ki opredeljuje metodo ocenjevanja hrupa na podlagi oddaljenosti objekta in števila vozil.

Podatki o gostoti prometa na Vodnikovi cesti na dnevni ravni niso dosegljivi, sklepati smemo da je dnevna gostota prometa cca. 2000 vozil. Najmanjši odmik objekta od sredine cestišča znaša 5m, tako **skupna ocena dejanske obremenjenosti s hrupom znaša 66 dB**, katero upoštevamo v izračunih.

4.2. Zakonski normativi

4.2.1. Mejne vrednosti ravni hrupa v prostorih občutljivih za hrup

Zvočna izolirnost zunanjih ločilnih elementov mora biti dovolj velika, da hrup v varovanih prostorih stavbe v posameznih obdobjih dneva ne bo presegal mejnih ekvivalentnih ravni hrupa L_{Aeq} .

Tabela 2: Mejne vrednosti ekvivalentnih ravni hrupa L_{Aeq} v dB(A) za naš primer

Namembnost prostora	Maksimalno dovoljena dan dB(A)	Maksimalno dovoljena večer dB(A)	Maksimalno dovoljena noč dB(A)
Predavalnice, delovni kabineti	35	35	35

4.2.2. Mejne vrednosti ravni hrupa v varovanih prostorih

Mejne ravni hrupa L_{AFmax} , ki ga v posameznih varovanih prostorih stavbe povzroča obratovalna oprema ali hrup iz prostorov druge namembnosti, ne smejo presegati vrednosti iz tabele 3.

Tabela 3: Dopustna ekvivalentna raven hrupa za nemoteno delo pri posameznih vrstah dejavnosti

Namembnost prostora	Mejne ravni hrupa L_{AFmax} v dB(A)
Predavalnice, delovni kabineti	40

4.2.3. Predpisane vrednosti zvočne izolacije ločilnih konstrukcij

Glede na TSG-1-005:2012, točka 1.2, odstavek 3, je v stavbah za kulturo in razvedrilo potrebno zagotoviti, da v varovanih in poslovnih prostorih teh stavb zaradi uporabe ostalih prostorov, ne bodo presežene mejne vrednosti hrupa iz tabel 2 in 3.

5. ZAŠČITA PRED ZUNANJIM HRUPOM

V objektih se nahajajo prostori (predavalnice, delovni kabineti), za katere velja kriterij zaščite pred zunanjim hrupom $L_{Aeq} \leq 35$ dB (A) (dan). Glede na to, da obravnavano območje spada v III. cono varstva pred hrupom, je dovoljena mejna raven hrupa $L_{DvN} \leq 60$ dB (A) (objekt Vodnikova domačija). Za objekt Hiša ob kamniti mizi upoštevamo ocenjeno vrednost hrupa cestnega prometa, ki znaša 66 dB.

V nadaljevanju preverimo ali fasadna stena skupaj z okni izpolnjuje zahtevano zvočno izolirnost. Izračun nivoja hrupa v prostoru izvedemo po SIST EN12354-3 oz. TSG-1-005:

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

kjer so:

L_{notri}	- raven hrupa v varovanem prostoru, dB(A)
$L_{zunaj,2m}$	- raven hrupa 2 m od fasadne pregrade na zunanji strani, dB(A)
$R'_{w,f}$	- zvočna izolirnost fasade, ki pripada varovanemu prostoru, dB
$C_{tr,f}$	- korekcija za spektralno prilagoditev
S_f	- površina deleža fasade, ki pripada varovanemu prostoru, m ²
A	- ekvivalentna asorpcijska površina varovanega prostora, m ²
ΔL_{fs}	- korekcija zaradi vpliva oblike fasade

5.1. Vodnikova domačija - fasada

Fasada objekta Vodnikova domačija se ne spreminja. Izvede se nov fasadni omet s klasičnim gašenim apnom, zamenja stavbno pohištvo (okna, vrata) kjer je to potrebno ter po potrebi nova streha (dodatna ali v celoti nova toplotna izolacija, sekundarna kritina, zračni sloj in nova opečna kritina).

Zaradi sprememb v sestavu zunanje ločilne konstrukcije (menjava oken in dodatna dela na ostrešju) izvedemo preveritev fasadne stene skupaj z okni.

5.1.1. Raven zunanjega hrupa v prostoru - kašča

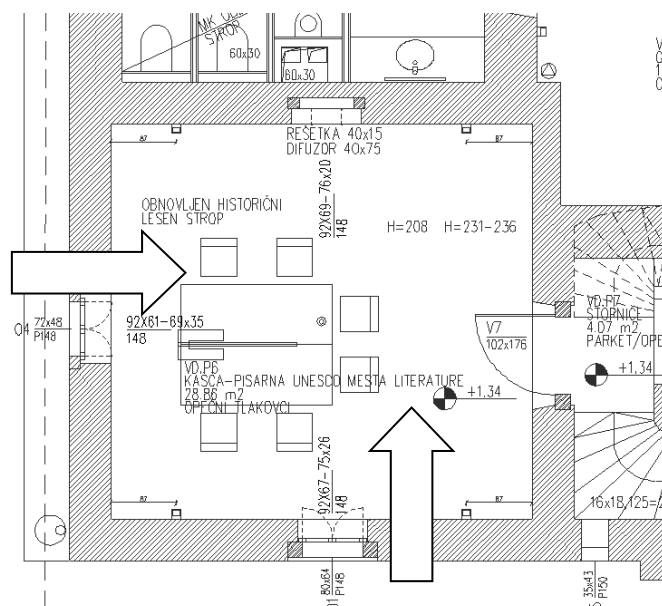
V opazovanje vzamem prostor VD.P6 (KAŠČA-PISARNA) v pritličju objekta Vodnikove domačije.

Sestava konstrukcije:

zaključni zunanji omet	/	/
55cm masivna stena iz kamna in opeke	X 2000 kg/m ³	1100 kg/m ²
notranji omet	/	/
Površinska masa stene znaša		1100 kg/m²

Ovrednotena zvočna izolirnost ločilnega elementa (masivna stena) je $R_{s,w} = 72,1$ (-2,-7) dB, izračunana po standardu [5], izolirnost pred zvokom v zraku pa je $R_{Dd,w}+C = 70,1$ dB.

Predvidena so okna z dvoslojno termoizolacijsko zasteklitvijo. Za izračun uporabimo zvočno izolirnost oken $R_{w,okna}+C = 24$ dB. Pri tem imamo v mislih gradbeno zvočno izolirnost vgrajenih oken. Proizvajalec mora po TSG-1-005, tč. 1.1 dokazati ustreznost z laboratorijsko meritvijo, ki dokazuje da je zvočna izolirnost teh elementov izmerjena v laboratoriju za 2 dB večja od zvočne izolirnosti, ki je predpisana na zgradbi.



Ker gre za kombinacijo različnih sestav okna + fasada izračunamo rezultirajočo zvočno izolirnost fasadne stene skupaj z okni:

Površina oken: $S_1 = 0,9 \text{ m}^2$; ($R_{w,R1} = 24 \text{ dB}$)

Površina fasade (neto): $S_2 = 24,5 \text{ m}^2$; ($R_{w,R2} = 70,1 \text{ dB}$)

Skupna površina: $S_f = 25,4 \text{ m}^2$

Po TSG-1-005, točka 2.2 sledi:

$R'_{w,R, \text{res}} = 70,1 - 10 \log(1 + (0,9/25,4) \times (10^{0,1 \times (70,1-24)} - 1))$

$R'_{w,R, \text{res}} = R'_{w,f} = \underline{38,5 \text{ dB}}$.

Stranskega prenosa glede na tč. 4.3 SIST EN 12354-3 ne računamo posebej, ampak upoštevamo pavšalno vrednost (-) 2 dB.

Sedaj lahko izračunamo nivo zvoka za dnevni čas v prostoru L_{dan} po enačbi iz poglavja 5.0. Za izračun L_{dan} , upoštevam nivo hrupa po Uredbi, 60 dB(A).

$L_{\text{zunaj}, 2m}(\text{dan})$ - 60 dB(A)

$R'_{w,f}$ - 36,5 dB

S_f - 25,4 m²

A - 22,2 m² pri volumnu prostora 68,1 m³

ΔL_{fs} - 0 dB

$L_{\text{notri}} = L_{\text{zunaj}, 2m} - R'_{w,f} + 10 \log(S_f/A) - \Delta L_{fs}$

$L_{\text{notri}} = 24,1 \text{ dB(A)}$

Konstrukcija **zadostuje** kriterijem iz TSG-1-005:2012, preglednica 2.

5.1.2. Raven zunanje hrupa v prostoru - pisarna

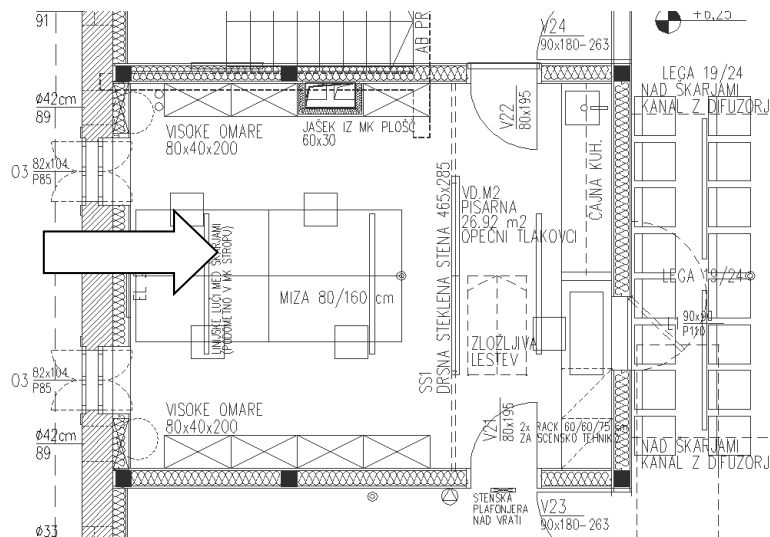
V opazovanje vzamem prostor VD.M2 (PISARNA) v mansardi objekta Vodnikove domačije.

Sestava konstrukcije:

2cm zaključni fasadni omet	X 1800 kg/m ³	36 kg/m ²
35cm stena iz polne opeke	X 1200 kg/m ³	420 kg/m ²
15cm kamena volna	/	/
2x1,25 MK plošča na podkonstrukciji	X 900 kg/m ³	22,5 kg/m ²
Površinska masa stene znaša		478,5 kg/m²

Ovrednotena zvočna izolirnost ločilnega elementa (opečna stena) je $R_{s,w} = 57,7$ (-2,-7) dB, izračunana po standardu [5], izolirnost pred zvokom v zraku pa je $R_{s,w}+C = 55,7$ dB. Izboljšanje zaradi upogibno mehke obloge izračunamo po dodatku D [5]. Resonančna frekvenca sistema znaša $f_0 = 29,7$ Hz, $\Delta R_w = 6,1$ dB. Iz izračuna sledi, da znaša skupna zvočna izolirnost konstrukcije $R_{Dd,w} = 61,8$ dB.

Predvidena so okna z dvoslojno termoizolacijsko zasteklitvijo. Za izračun uporabimo zvočno izolirnost oken $R_{w,okna}+C = 24$ dB. Pri tem imamo v mislih gradbeno zvočno izolirnost vgrajenih oken. Proizvajalec mora po TSG-1-005, tč. 1.1 dokazati ustreznost z laboratorijsko meritvijo, ki dokazuje da je zvočna izolirnost teh elementov izmerjena v laboratoriju za 2 dB večja od zvočne izolirnosti, ki je predpisana na zgradbi.



Ker gre za kombinacijo različnih sestav okna + fasada izračunamo rezultirajočo zvočno izolirnost fasadne stene skupaj z okni:

Površina oken: $S_1 = 1,7$ m² ; ($R_{w,R1} = 24$ dB)

Površina fasade (neto): $S_2 = 10,7$ m² ; ($R_{w,R2} = 61,8$ dB)

Skupna površina: $S_f = 12,4$ m²

Po TSG-1-005, točka 2.2 sledi:

$$R'_{w,R,res} = 61,8 - 10 \log(1 + (1,7/12,4) \times (10^{0,1 \times (61,8-24)} - 1))$$

$$R'_{w,R,res} = R'_{w,f} = \underline{32,6 \text{ dB}}$$

Stranskega prenosa glede na tč. 4.3 SIST EN 12354-3 ne računamo posebej, ampak upoštevamo pavšalno vrednost (-) 2 dB.

Sedaj lahko izračunamo nivo zvoka za dnevni čas v prostoru L_{dan} po enačbi iz poglavja 5.0. Za izračun L_{dan} , upoštevam nivo hrupa po Uredbi, 60 dB(A).

$$L_{zunaj,2m} (dan) - 60 \text{ dB(A)}$$

$$R'_{w,f} - 30,6 \text{ dB}$$

$$S_f - 12,4 \text{ m}^2$$

$$A - 15,6 \text{ m}^2 \text{ pri volumnu prostora } 47,9 \text{ m}^3$$

$$\Delta L_{fs} - 0 \text{ dB}$$

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

$$\underline{L_{notri} = 28,4 \text{ dB(A)}}$$

Konstrukcija **zadostuje** kriterijem iz TSG-1-005:2012, preglednica 2.

5.2. Hiša ob kamniti mizi - fasada

Obstoječi objekt Hiša ob kamniti mizi se poruši in rekonstruira v enakih zunanjih gabaritih in izgledu.

Sestava konstrukcije je predvidena kot:

1,5 zaključni zunanji omet	X 1800 kg/m ³	27 kg/m ²
32cm modularna opeka s polnilom iz mineralne volne	X 725 kg/m ³	232 kg/m ²
5cm jeklena podkonstrukcija (vmes mineralna izolacija)	/	/
2x1,25cm dvojna MK obloga	X 900 kg/m ³	22,5 kg/m ²
Površinska masa stene znaša		281,5 kg/m²

Ovrednotena zvočna izolirnost ločilnega elementa (opečna stena) je $R_{s,w} = 48,5$ (-1,-4) dB, izračunana po standardu [5], izolirnost pred zvokom hrupa prometa pa je $R_{s,w}+C = 44,5$ dB. Izboljšanje zaradi upogibno mehke obloge izračunamo po dodatku D [5]. Resonančna frekvenca sistema znaša $f_0 = 52,4$ Hz, $\Delta R_w = 10,8$ dB. Iz izračuna sledi, da znaša skupna zvočna izolirnost konstrukcije $R_{D,w} = 55,3$ dB.

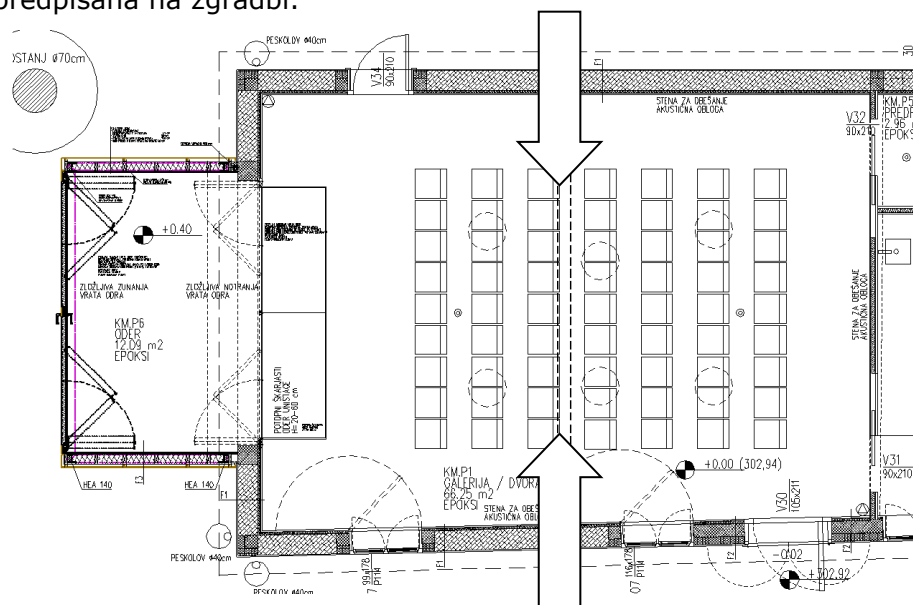
Glede na to, da se prostor razteza do strehe, ocenimo še zvočno izolirnost strešne konstrukcije. Podatkov za točno takšno sestavo nimam, najbolj podobna ji je sestava iz DIN 4109, tabela 38/4 ki navaja $R_w = 50$ dB. Na notranji strani je dodatno izvedena podkonstrukcija z gibljivo mehko oblogo, kar po oceni doprinese še dodatnih 5dB, tako skupna zvočna izolirnost znaša $R_w = 55$ dB.

Ker sta sestavi po zvočni izolirnosti praktično enaki, v nadaljevanju za skupno zvočno izolirnost ločilne konstrukcije uporabimo $R_w = 55$ dB.

5.2.1. Raven zunanjega hrupa v prostoru – galerija/dvorana

V opazovanje vzamem prostor KM.P1 (GALERIJA/DVORANA) v pritličju objekta Hiše pri kamniti mizi. Zaradi obremenitve z vodnikove ceste, kot vir zunanjega hrupa, pri izračunu nivoja zvoka v zraku upoštevamo ocenjeno vrednost 66 dB.

Predvidena so okna z dvoslojno termoizolacijsko zasteklitvijo. Za izračun uporabimo zvočno izolirnost oken $R_{w,okna}+C = 24$ dB. Pri tem imamo v mislih gradbeno zvočno izolirnost vgrajenih oken. Proizvajalec mora po TSG-1-005, tč. 1.1 dokazati ustreznost z laboratorijsko meritvijo, ki dokazuje da je zvočna izolirnost teh elementov izmerjena v laboratoriju za 2 dB večja od zvočne izolirnosti, ki je predpisana na zgradbi.



Ker gre za kombinacijo različnih sestav okna + fasada izračunamo rezultirajočo zvočno izolirnost fasadne stene skupaj z okni:

Površina oken: $S_1 = 7,9 \text{ m}^2$; ($R_{w,R1} = 24$ dB)

Površina fasade (neto): $S_2 = 187,1 \text{ m}^2$; ($R_{w,R2} = 55$ dB)

Skupna površina: $S_f = 195,0 \text{ m}^2$

Po TSG-1-005, točka 2.2 sledi:

$$R'_{w,R,res} = 55 - 10\log(1 + (7,9/195,0) \times (10^{0,1 \times (55-24)} - 1))$$

$$R'_{w,R,res} = R'_{w,f} = \underline{37,8 \text{ dB}}$$

Stranskega prenosa glede na tč. 4.3 SIST EN 12354-3 ne računamo posebej, ampak upoštevamo pavšalno vrednost (-) 2 dB.

Sedaj lahko izračunamo nivo zvoka za dnevni čas v prostoru L_{dan} po enačbi iz poglavja 5.0. Za izračun L_{dan} , upoštevamo računsko oceno dejanske obremenitve s hrupom, ki znaša 66 dB(A).

$$L_{zunaj,2m} \text{ (dan)} - 66 \text{ dB(A)}$$

$$R'_{w,f} - 35,8 \text{ dB}$$

$$S_f - 195,0 \text{ m}^2$$

$$A - 119,7 \text{ m}^2 \text{ pri volumnu prostora } 367,3 \text{ m}^3$$

$$\Delta L_{fs} - 0 \text{ dB}$$

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

$$\underline{L_{notri} = 32,3 \text{ dB(A)}}$$

Konstrukcija **zadostuje** kriterijem iz TSG-1-005:2012, preglednica 2.

6. VERTIKALNE LOČILNE KONSTRUKCIJE

Vertikalne ločilne konstrukcije oz. posegi med varovanimi prostori (tako Vodnikova domačija kot Hiša ob kamniti mizi) niso predvidene, zato izračuni niso izvedeni.

7. HORIZONTALNE LOČILNE KONSTRUKCIJE

7.1. Vodnikova domačija

V stavbi se poleg drugih gradbeno sanacijskih ukrepov, izvede tudi:

- odstranitev nasutja in izvedbo razbremenilnih AB plošč nad oboki,
- v območju lesenih stropov se izvedejo jeklene vezi, sidrane na fasado (opcija je tudi nova tlačna AB plošča debeline cca 8-10 cm povezana z lesenimi stropniki in sidrana v zidove),
- odstranitev estriha debeline 17 cm na plošči nad nadstropjem ter izdelava novega.

Ker gre za poseg v medetažne plošče in s tem vpliv na zvočno izolirnost ločilne konstrukcije med posameznimi prostori, izvedemo preveritev ustreznosti le-teh. V skladu z TSG-1-005:2012, točka 1.2, odstavek 3, preverimo, da v varovanih in poslovnih prostorih stavbe zaradi uporabe ostalih prostorov, ne bodo presežene mejne vrednosti hrupa iz tabele 3.

7.1.1. Medetažna konstrukcija – TD1

Medetažna konstrukcija je izvedena kot plavajoči estrih na obstoječi opečni konstrukciji.

Sestava konstrukcije:

2cm opečni tlakovci	X 1200 kg/m ³	24 kg/m ²
6cm samorazlivni estrih	X 2200 kg/m ³	132 kg/m ²
PE folija	/	/
2cm kamena volna (min. SD=15 MN/ m ³)	/	/
parna zapora	/	/
5cm razbremenilna AB plošča	X 2300 kg/m ³	115 kg/m ²
stirobeton (polnilo do obstoječe opečne konstrukcije)	/	/
12cm obstoječi opečni obok	X 1200 kg/m ³	144 kg/m ²
Površinska masa znaša		415 kg/m²

Izolirnost pred zvokom v zraku:

Ovrednotena zvočna izolirnost nosilne konstrukcije pri direktnem prenosu je $R_{s,w} = 48,5$ (-1,-5) dB (izračunana po standardu [5]), izolirnost pred zvokom v zraku pa je $R_{s,w}+C = 47,5$ dB. Izboljšanje zaradi plavajočega estriha izračunamo po dodatku D [5]. Resonančna frekvenca sistema znaša $f_0 = 62,8$ Hz, $\Delta R_w = 10,7$ dB. Skupna ovrednotena zvočna izolirnosti konstrukcije pri direktnem prenosu je $R_{Dd,w} = 58,2$ dB.

Bočni prenos zvoka ne računam posebej, temveč ga glede na obodne bočne konstrukcije ocenim na 3 dB, tako znaša ovrednotena gradbena zvočna izolirnost konstrukcije:

$R'_w = 55,2$ dB.

Raven hrupa v prostoru:

Glede na dobljen rezultat preverimo ali medetažna konstrukcija nudi zadostno zvočno zaščito, da ni presežena mejna vrednost ravni hrupa iz preglednice 3 v TSG-1-005:2012. V opazovanje vzamemo prostor VD.P6 (kašča – pisarna) v pritličju objekta in VD.K1 (kletna soba) v kleti. Glede na namembnost prostorov ter pričakovano naravo dela, ocenimo da znaša notranji hrup v prostorih do max. 75 dB (A).

L_{notri}	- 75 dB(A)
$R'_{w,}$	- 55,2 dB
S_f	- 26,6 m ²
A	- 19,9 m ² pri volumnu prostora 61,3 m ³
ΔL_{fs}	- 0 dB

$$L_{notri} = L_{notri} - R'_{w,f} + 10 \log (S_f/A) - \Delta L_{fs}$$

$$\underline{L_{notri} = 21,1 \text{ dB(A)}}$$

Zvočna izolirnost predvidene sestave **je ustrezna!**

7.1.2. Medetažna konstrukcija – TD2

Medetažna konstrukcija je izvedena kot plavajoči estrih na obstoječi AB konstrukciji.

Sestava konstrukcije:

2cm opečni tlakovci	X 1200 kg/m ³	24 kg/m ²
7cm samorazlivni estrih	X 2200 kg/m ³	154 kg/m ²
PE folija	/	/
6cm kamena volna (min. SD=15 MN/ m ³)	/	/
parna zavora	/	/
stirobeton (polnilo do obstoječe AB konstrukcije)	/	/
18cm obstoječa AB plošča	X 2300 kg/m ³	414 kg/m ²
Površinska masa znaša		592 kg/m²

Izolirnost pred zvokom v zraku:

Ovrednotena zvočna izolirnost nosilne konstrukcije pri direktnem prenosu je $R_{s,w} = 56,1$ (-2,-7) dB (izračunana po standardu [5]), izolirnost pred zvokom v zraku pa je $R_{s,w}+C = 54,1$ dB. Izboljšanje zaradi plavajočega estriha izračunamo po dodatku D [5]. Resonančna frekvenca sistema znaša $f_0 = 55,5$ Hz, $\Delta R_w = 7,0$ dB. Skupna ovrednotena zvočna izolirnosti konstrukcije pri direktnem prenosu je $R_{Dd,w} = 61,1$ dB.

Bočni prenos zvoka ne računam posebej, temveč ga glede na obodne bočne konstrukcije ocenim na 3 dB, tako znaša ovrednotena gradbena zvočna izolirnost konstrukcije:

$$\underline{R'_{w} = 58,1 \text{ dB.}}$$

Raven hrupa v prostoru:

Glede na dobljen rezultat preverimo ali medetažna konstrukcija nudi zadostno zvočno zaščito, da ni presežena mejna vrednost ravni hrupa iz preglednice 3 v TSG-1-005:2012. V opazovanje vzamemo prostor VD.N6 (nizka soba) v nadstropju in VD.M2 (pisarna) v mansardi objekta. Glede na namembnost prostorov ter pričakovano naravo dela, ocenimo da znaša notranji hrup v prostorih do max. 75 dB (A).

L_{notri}	- 75 dB(A)
$R'_{w,f}$	- 58,1 dB
S_f	- 28,8 m ²
A	- 18,0 m ² pri volumnu prostora 55,4 m ³
ΔL_{fs}	- 0 dB

$$L_{notri} = L_{notri} - R'_{w,f} + 10 \log (S_f/A) - \Delta L_{fs}$$

$$\underline{L_{notri} = 18,9 \text{ dB(A)}}$$

Zvočna izolirnost predvidene sestave **je ustrezna!**

7.2. Hiša ob kamniti mizi

V stavbi ni predvidenih horizontalnih ločilnih konstrukcij med varovanimi prostori, zato izračuni niso izvedeni.

8. DOLOČITEV IZOLACIJSKIH VREDNOSTI POSAMEZNIH ELEMENTOV

8.1. Okna – Vodnikova domačija

Zvočna izolirnost oken, vgrajenih v fasado objekta, uporabljena za izračun v tem elaboratu je **$R'_{w+C} = 24 \text{ dB}$** .

Proizvajalec mora po TSG-1-005, tč. 1.1 (1) dokazati ustreznost z laboratorijsko meritvijo, ki dokazuje da je zvočna izolirnost teh elementov izmerjena v laboratoriju za 2 dB večja od zvočne izolirnosti, ki je predpisana na zgradbi in zagotoviti strokovno vgradnjo. To pomeni, da mora znašati laboratorijska meritev oken **$R_w+C \geq 26 \text{ dB}$** .

8.2. Okna – Hiša ob kamniti mizi

Zvočna izolirnost oken, vgrajenih v fasado objekta, uporabljena za izračun v tem elaboratu je **$R'_{w+C_{tr}} = 24 \text{ dB}$** .

Proizvajalec mora po TSG-1-005, tč. 1.1 (1) dokazati ustreznost z laboratorijsko meritvijo, ki dokazuje da je zvočna izolirnost teh elementov izmerjena v laboratoriju za 2 dB večja od zvočne izolirnosti, ki je predpisana na zgradbi in zagotoviti strokovno vgradnjo. To pomeni, da mora znašati laboratorijska meritev oken **$R_w+C_{tr} \geq 26 \text{ dB}$** .

Pojasnilo – korekcija za spektralno prilagoditev

C in C_{tr} (C —prva številka, C_{tr} —druga številka) sta korekcijska faktorja in sicer C za območje srednjih frekvenc (npr. govor) in C_{tr} za območje nizkih frekvenc (npr. promet). Potrebna izolativnost oken (podatek za naročilo) je torej izračunana vrednost $R_{w,okna}$, povečanega za spektralno prilagoditev C ali C_{tr} (odvisno od posameznega primera).

9. STROJNE INSTALACIJE

9.1. Vodovodne instalacije in kanalizacijski odvodi

Zahteva, da ni presežen nivo hrupa **40 dB (A)** (predavalnice, delovni kabineti) zaradi uporabe instalacijskega sistema bo izpolnjena, če bodo vgrajene ustrezne iztočne pipe, kolena in mehka pritrditev instalacijskih cevi.

9.2. Prezračevanje

Objekt bo prisilno prezračevan, zato je potrebno sistem ustrezno projektirati (dušilniki, izolacija kanalov, spoji kanalov, šobe,...), da nivo hrupa ne preseže mejne vrednosti **40 dB (A)** (predavalnice, delovni kabineti). Posebno pozornost je potrebno nameniti prehodom prezračevalnih kanalov skozi ločilne stene. Izogibati se je potrebno prehodom med ločilnimi stenami za katere veljajo kriteriji iz TSG-1-005:2012, oz. se morajo na prehodih vgraditi dušilci zvoka. Pomembno je, da se prepreči prenos zvoka v zraku po prezračevalnih kanalih med sosednjimi prostori, ki so občutljivi na hrup.

Predlagamo vgradnjo dušilnikov zvoka na vstopu kanala v prostor.

10. OBVLADOVANJE ODMEVNEGA HRUPA

Predpis zahteva, da se preveri tudi odmevni hrup v prostorih, kjer se dalj časa zadržujejo uporabniki, kot so npr. predavalnice, večnamenski prostori, itd.... Gre v bistvu za zmanjšanje posredne (odmevne) komponente hrupa. Odmevni hrup v prostoru je odvisen od dolžine odmevnega časa. V akustično neurejenem prostoru je odmevni čas praviloma precej daljši od optimalnega, zato je tak prostor odmeven in hrupen. Odmevni čas skrajšamo oz. prilagodimo optimalni vrednosti s povečanjem absorpcije zvoka v prostoru, tj. z namestitvijo materialov ali konstrukcij, ki imajo velik koeficient absorpcije zvoka α .

Znižanje ravni hrupa s povečanjem koeficienta absorpcije, je odvisno od spremembe odmevnega časa in se po TSG-1-005 določi z enačbo:

$$\Delta L = 10 \times \log T_1/T_2$$

Kjer je:

T₁ – prvotni odmevni čas

T₂ – odmevni čas po dodani absorpciji

Odmevni čas računamo po Sabinovi enačbi:

$$T = (0,163 V) / (A + 4mV) \quad [s]$$

kjer je

V...prostornina prostora [m³]

A...ekvivalentna absorpcijska površina [m²]

4mV...absorpcija zvoka v zraku [m²]

Znižanje splošne ravni hrupa, dosežemo s povečanjem zvočne absorpcije na površinah obravnavanih prostorov (strop, stena, tla,...). Koeficienti absorpcije α predstavljajo delež zvočne energije, ki se ob vpadu zvočnega vala na mejno površino absorbira. Vrednosti α , ki so uporabljeni v izračunu odmevnega časa, so podani poleg posameznega elementa v prostoru v izračunu. V kolikor za material niso na voljo dejanski podatki laboratorijskih meritev, smo le-te vzeli iz strokovne literature.

V elaboratu so prikazani značilni primeri akustične ureditve posameznih prostorov vendar velja enak način tudi za akustično ureditev vseh ostalih podobnih prostorov v stavbi, kjer se dalj časa zadržujejo uporabniki.

10.1. Akustične obloge

Za doseganje akustičnega ugodja v obravnavanih prostorih, je potrebno:

1. Določiti lokacijo namestitve akustičnih oblog.
2. Določiti min. absorpcijske lastnosti akustičnih oblog.
3. Določiti min. površino akustičnih oblog, potrebnih za namestitev v posamezen prostor.

Za prostore, obravnavane v Elaboratu velja:

1. Predvidi se, da se bodo akustične obloge namestile na **stropne površine in stenske površine (samo Hiša pri kamniti mizi)** posameznega obravnavanega prostora.
2. Za določitev potrebne površine akustične obloge izberemo material, kjer je srednja vrednost absorpcije po standardu SIST EN ISO 11654 najmanj razreda C (mavčnokartonski strop) oz. tipa B (strop z leseno akustično oblogo), z naslednjimi min. absorpcijskimi lastnostmi:

Akustični mavčno kartonski strop:

F(Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
α	0,35	0,55	0,70	0,75	0,65	0,65

oz. ekvivalentno z: **$\alpha_w = 0,60$**

(kot npr. Knauf Cleano Akustik 8/18 R s standardno tkanino + mineralna volna 2cm - *obešalna višina 7cm*)

3. Minimalna površina akustičnih oblog je **67% stenskih površin** dvorane (Vodnikova domačija) ter **100%** stropnih in stenskih površin mansardnega dela dvorane Hiše ob kamniti mizi.

10.1.1. Vodnikova domačija - dvorana

V opazovanje vzamemo prostor VD.M1 (dvorana) v mansardi objekta Vodnikova domačija. Preverimo vpliv, ki ga ima na zmanjšanje ravni hrupa v prostoru namestitve učinkovitih absorberjev zvoka v prostoru.

Odmevni čas:

Optimalna vrednost odmevnega časa v večnamenskih prostorih je odvisna od prednostne uporabe. Ker gre v osnovi za dvorano z možnostjo govornih kot glasbenih prireditev, za rabo prostora uporabimo vrednosti za potrebe glasbenih prireditev, saj je v prostoru nameščen klavir. Optimalni odmevni čas prostora (prostornine 277,3 m³), znaša: **T_{opt.} = 1,17s.**

Izračunan odmevni čas v prostoru, ki ni akustično obdelan, znaša: **T₁ = 2,46s.**

Opravimo grob izračun odmevnega časa v akustično obdelanem prostoru:

Bočni elementi prostora	površina S [m²]	srednje vrednosti oktav (Hz)											
		125		250		500		1000		2000		4000	
		koeficient absorpcije α, ekvivalentna absorpcijska površina A [m²]											
		α	A	α	A	α	A	α	A	α	A	α	A
TLA													
opečni tlakovec	103,34	0,01	1,03	0,01	1,03	0,01	1,03	0,01	1,03	0,02	2,07	0,02	2,07
STROP													
mavčno kartonska obloga (en sloj)	139,87	0,15	20,98	0,10	13,99	0,06	8,39	0,04	5,59	0,04	5,59	0,05	6,99
STENE													
mavčno kartonsko akustično obdelane stene - Tip C	33,50	0,35	11,73	0,55	18,43	0,70	23,45	0,75	25,13	0,65	21,78	0,65	21,78
ometane in opleskane gladke stene	16,75	0,02	0,34	0,03	0,50	0,03	0,50	0,03	0,50	0,04	0,67	0,07	1,17
vrata (lesena)	4,60	0,25	1,15	0,20	0,92	0,15	0,69	0,10	0,46	0,08	0,37	0,07	0,32
okna (večslojna)	1,66	0,10	0,17	0,07	0,12	0,04	0,07	0,03	0,05	0,02	0,03	0,02	0,03
DRUGO													
les	26,55	0,12	3,19	0,04	1,06	0,06	1,59	0,05	1,33	0,05	1,33	0,05	1,33
lesena oprema	13,70	0,12	1,64	0,18	2,47	0,28	3,84	0,30	4,11	0,32	4,38	0,37	5,07
ΣA			40,22		38,51		39,56		38,20		36,22		38,76
Volumen prostora [m³]	277,3												
Odmevni čas T2 [s]		1,12		1,17		1,14		1,18		1,25		1,17	
Odmevni čas po abs.T2 (s)		1,17											

Sedaj lahko izračunamo zmanjšanje ravni hrupa v prostoru zaradi namestitve učinkovitih absorberjev zvoka na 100% stropnih površin ter 100% površin sten »mansarde«:

$$\Delta L = 10 \times \log T_1/T_2$$

$$\Delta L = 10 \times \log 2,46/1,17$$

$$\Delta L = 3,21 \text{ dB}$$

Izračunamo, da bo raven hrupa zaradi uporabe primerne absorpcijskega materiala na 67% stenskih površin znižana za **3,21 dB**.

10.1.2. Hiša ob kamniti mizi - galerija/dvorana

V opazovanje vzamemo prostor KM.P1 (galerija/dvorana) v pritličju objekta Hiša pri kamniti mizi. Preverimo vpliv, ki ga ima na zmanjšanje ravni hrupa v prostoru namestitve učinkovitih absorberjev zvoka v prostoru.

Odmevni čas:

Optimalna vrednost odmevnega časa v večnamenskih prostorih je odvisna od prednostne uporabe. Ker gre v osnovi za galerijo in dvorano z možnostjo prireditev, za rabo prostora uporabimo vrednosti za potrebe govornih prireditev. Optimalni odmevni čas prostora (prostornine 367,3 m³), znaša: **T_{opt.}=0,78s.**

Izračunan odmevni čas v prostoru, ki ni akustično obdelan, znaša: **T₁=2,76s.**

Opravimo grob izračun odmevnega časa v akustično obdelanem prostoru:

Bočni elementi prostora	površina S [m²]	srednje vrednosti oktav (Hz)											
		125		250		500		1000		2000		4000	
		koeficient absorpcije α, ekvivalentna absorpcijska površina A [m²]											
		α	A	α	A	α	A	α	A	α	A	α	A
TLA													
epoksi	66,25	0,02	1,33	0,02	1,33	0,04	2,65	0,05	3,31	0,05	3,31	0,10	6,63
STROP													
mavčno kartonski akustično obdelan strop - Tip C	87,20	0,35	30,52	0,55	47,96	0,70	61,04	0,75	65,40	0,65	56,68	0,65	56,68
STENE													
ometane in opleskane gladke stene	108,10	0,02	2,16	0,03	3,24	0,03	3,24	0,03	3,24	0,04	4,32	0,07	7,57
mavčno kartonsko akustično obdelane stene mansarde - Tip C	20,90	0,35	7,32	0,55	11,50	0,70	14,63	0,75	15,68	0,65	13,59	0,65	13,59
vrata (lesena)	7,80	0,25	1,95	0,20	1,56	0,15	1,17	0,10	0,78	0,08	0,62	0,07	0,55
okna (večslojna)	5,00	0,10	0,50	0,07	0,35	0,04	0,20	0,03	0,15	0,02	0,10	0,02	0,10
DRUGO													
zložljiva notranja vrata	13,00	0,15	1,95	0,10	1,30	0,06	0,78	0,04	0,52	0,04	0,52	0,05	0,65
lesena oprema	21,60	0,12	2,59	0,18	3,89	0,28	6,05	0,30	6,48	0,32	6,91	0,37	7,99
ΣA			48,31		71,12		89,76		95,56		86,06		93,75
Volumen prostora [m³]	367,3												
Odmevni čas T2 [s]		1,24		0,84		0,67		0,63		0,70		0,64	
Odmevni čas po abs.T2 (s)		0,78											

Sedaj lahko izračunamo zmanjšanje ravni hrupa v prostoru zaradi namestitve učinkovitih absorberjev zvoka na 100% stropnih površin ter 100% površin sten »mansarde«:

$$\Delta L = 10 \times \log T_1/T_2$$

$$\Delta L = 10 \times \log 2,76/0,78$$

$$\Delta L = 5,47 \text{ dB}$$

Izračunamo, da bo raven hrupa zaradi uporabe primerne absorpcijskega materiala na 100% stropnih površin ter 100% površin sten »mansarde«, znižana za **5,47 dB**

11. SKLEP

NA OSNOVI OCENE PROJEKTNE DOKUMENTACIJE UGOTAVLJAMO, DA BO PREDPISANA MINIMALNA ZVOČNA IZOLACIJA STEN IN STROPOV DOSEŽENA, ČE BODO UPORABLJENI V TEM ELABORATU UPOŠTEVANI GRADBENI MATERIALI IN ELEMENTI.

OB MOREBITNI UPORABI DRUGIH MATERIALOV JE POTREBNO NAREEDITI NOVE IZRAČUNE OZIROMA NOV ELABORAT.

POROČILO JE AVTORSKO DELO IZVAJALCA, NAROČNIK SE OBVEZUJE NJEGOVO VSEBINO VAROVATI IN RAZPOLAGATI Z NJO LE Z IZRECNIM DOVOLJENJEM AVTORJA!

Izdelal:

Tomaž Juršič dipl.inž.les.

avgust 2021