PINSS d.o.o. Nova Gorica
Projektiranje, inženiring, nadzor in strokovno svetovanje d.o.o.
Kromberk, Industrijska cesta 5, 5000 NOVA GORICA
tel.: +386 (05) 333 44 50, fax.: 333 44 52, E-mail: pinss@siol.net
ID za DDV: SI67308805; Matična št.: 5433240; Tr. račun: 04750-0000461383

Številčna oznaka in vrsta elaborata:	**ELABORAT ZAŠČITE PRED HRUPOM**	**E4**

Investitor:	**MESTNA OBČINA NOVA GORICA** **Trg Edvarda Kardelja 1** **5000 Nova Gorica**
Objekt:	**REKONSTRUKCIJA IN PRIZIDAVA OŠ ŠEMPAS**
Vrsta projektne dokumentacije in njena številka:	**PZI** **141-2-2020**
Za gradnjo:	**novogradnja-prizidava, rekonstrukcija**
Izdelovalec elaborata:	**PINSS d.o.o.** **Kromberk, Industrijska cesta 5** **5000 NOVA GORICA** **Samo Štrukelj, u.dis**
Odgovorni izdelovalec elaborata:	**Samo ŠTRUKELJ, u.dis, S-0033**
Odgovorni vodja projekta:	**Igor KOZOROG, u.dia A-2029**
Št. elaborata:	**18-01-01-2**
Št. izvoda:	**A 1 2 3 4**
Kraj in datum izdelave elaborata:	**Nova Gorica, 06.2021**

2. KAZALO VSEBINE ELABORATA ZAŠČITE PRED HRUPOM št. 18-01-01-2

1. NASLOVNA STRAN Z OSNOVNIMI PODATKI O NAČRTU 1
2. KAZALO VSEBINE ELABORATA ZAŠČITE PRED HRUPOM št. 18-01-01-2 2
3. TEHNIČNO POROČILO 3
   3.1 UPOŠTEVANI TEHNIČNI PREDPISI IN STANDARDI 3
      3.1.1 Zakoni 3
      3.1.2 Pravilniki in uredbe 3
      3.1.3 Standardi 3
      3.1.4 Tehnične smernice 3
   3.2 OPIS OBJEKTA 4
      3.2.1 Splošni podatki o objektu 4
   3.3 UKREPI ZVOČNE ZAŠČITE 6
      3.3.1 Osnovni pojmi 6
      3.3.2 Zunanji hrup 7
      3.3.3 Hrup iz drugih prostorov 8
      3.3.4 Udarni hrup 10
      3.3.5 Odmevni hrup 11
      3.3.6 Hrup obratovalne opreme 12
   3.4 TEHNIČNI IZRAČUNI 13
      3.4.1 Izračun gradbenih konstrukcij 14
      3.4.2 Izračun dušenja zvoka zunanjih sten 17
      3.4.3 Izračun hrupa iz drugih prostorov 19
      3.4.4 Izračun udarnega hrupa 21
      3.4.5 Izračun odmevnega časa (RT60) 23

3. TEHNIČNO POROČILO

3.1 UPOŠTEVANI TEHNIČNI PREDPISI IN STANDARDI

3.1.1 Zakoni

- Gradbeni zakon (Ur. l. RS št. 61/17)
- Zakon o gradbenih proizvodih (ZGPro-1) (Ur. l. RS št. 82/13)
- Zakon o tehničnih zahtevah za proizvode in o ugotavljanju skladnosti (Ur. l. RS št. 17/11)
- Zakon o varnosti in zdravju pri delu (Ur. l. RS št. 43/11)

3.1.2 Pravilniki in uredbe

- Uredba o ocenjevanju in urejanju hrupa v okolju (Ur. l. RS, št. 121/04)
- Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Ur. l. RS, št. 43/18 in 59/19)
- Uredba o klasifikaciji vrst objektov in objektih državnega pomena (Ur. l. RS št. 109/11)
- Pravilnik o zaščiti pred hrupom v stavbah (Ur.l. RS št. 10/12)
- Pravilnik o potrjevanju skladnosti in označevanju gradbenih proizvodov (Ur.l. RS 54/10)
- Pravilnik o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov (Ur. l. RS, št. 36/18)
- Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu (Ur.l. RS št. 17/06, 18/06, 43/11)

3.1.3 Standardi

- SIST EN 12354-1: Akustika v stavbah - Akustika v stavbah - Ocenjevanje akustičnih lastnosti stavb iz lastnosti sestavnih delov - 1. del: Izolirnost pred zvokom v zraku med prostori
- SIST EN 12354-2: Akustika v stavbah - Ocenjevanje akustičnih lastnosti stavb iz lastnosti sestavnih delov - 2. del: Izolirnost pred udarnim zvokom med prostori
- SIST EN 12354-3: Akustika v stavbah - Ocenjevanje akustičnih lastnosti stavb iz lastnosti sestavnih delov - 3. del: Izolirnost pred zvokom v zraku iz zunanjosti
- SIST EN 12354-4: Akustika v stavbah - Ocenjevanje akustičnih lastnosti stavb iz lastnosti sestavnih delov - 4. del: Prenos zvoka iz notranjosti v okolico
- SIST EN 12354-5: Akustika v stavbah - Ocenjevanje akustičnih lastnosti stavb iz lastnosti sestavnih delov - 5. del: Zvočne ravni obratovalne opreme
- SIST EN 12354-6: Akustika v stavbah - Ocenjevanje akustičnih lastnosti stavb iz lastnosti sestavnih delov - 6. del: Absorpcija zvoka v zaprtih prostorih
- SIST EN 20140-2: Akustika - Merjenje zvočne izolirnosti v zgradbah in zvočne izolirnosti gradbenih elementov - 2. del: Ugotavljanje, preverjanje in uporaba natančnosti podatkov
- SIST EN ISO 140-4: Akustika - Merjenje zvočne izolirnosti v stavbah in zvočne izolirnosti stavbnih elementov - 4. del: Terenska merjenja izolirnosti med prostori pred zvokom v zraku
- SIST EN ISO 140-5: Akustika - Merjenje zvočne izolirnosti v stavbah in zvočne izolirnosti stavbnih elementov - 5. del: Terenska merjenja izolirnosti fasadnih elementov in fasad pred zvokom v zraku
- SIST EN ISO 140-7: Akustika - Merjenje zvočne izolirnosti v stavbah in zvočne izolirnosti stavbnih elementov - 7. del: Terenska merjenja izolirnosti medetažnih konstrukcij pred udarnim zvokom
- SIST EN ISO 140-14: Akustika - Merjenje zvočne izolirnosti v stavbah in zvočne izolirnosti stavbnih elementov - 14. del: Smernice za posebne primere na terenu
- SIST EN ISO 3382-1: Akustika - Merjenje akustičnih parametrov v prostorih - 1. del: Prostori za prireditve
- SIST EN ISO 3382-2: Akustika - Merjenje parametrov prostorske akustike - 2. del: Odmevni čas v običajnih prostorih
- SIST EN ISO 18233: Akustika – Uporaba novih merilnih metod na področju gradbene in prostorske akustike
- SIST EN ISO 717-1: Akustika - Vrednotenje zvočne izolirnosti v zgradbah in zvočne izolirnosti gradbenih elementov - 1. del: Izolirnost pred zvokom v zraku
- SIST EN ISO 717-2: Akustika - Vrednotenje zvočne izolirnosti v zgradbah in zvočne izolirnosti gradbenih elementov - 2. del: Izolirnost pred udarnim zvokom

3.1.4 Tehnične smernice

- TSG-1-005:2012 Tehnična smernica - Zaščita pred hrupom v stavbah

3.2 OPIS OBJEKTA

3.2.1 Splošni podatki o objektu

Elaborat je izdelan na podlagi tehnične smernice TSG-1-005:2012.

Kategorija objekt skladno z Uredba o klasifikaciji vrst objektov in objektih državnega pomena (Ur. l. RS št. 109/11):
- CC-SI 12630 - Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo

Katastrska občina (k.o): 2313 Šempas
Parcela: 64/7

Mejna vrednost kazalcev hrupa je določena skladno z Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Ur. l. RS št. 105/05, 34/08, 109/09, 62/10). Skladno z OPN Mestne občine Nova Gorica se objekt nahaja na območju centralnih dejavnosti (CDi), ki spada v III. območje varstva pred hrupom.

Mejna vrednost kazalcev hrupa (L):

Območje varstva pred hrupom	L_{dan} [dB(A)]	$L_{nočn}$ [dB(A)]
III. območje	60	50



Slika 1: Predvidena lokacija objekta

Mejna vrednost ekvivalentne ravni hrupa je določena skladno s TSG-1-005:2012.

Mejna vrednost ekvivalentne ravni hrupa (L_{Aeq}):

Namembnost prostora	L_{Aeq} [dB(A)] dan	L_{Aeq} [dB(A)] večer	L_{Aeq} [dB(A)] noč
Učilnice, predavalnice, knjižnice…	35	35	35

Mejne vrednosti izolirnosti (R'_w) in maksimalne ravni zvočnega tlaka udarnega hrupa ($L'_{n,w}$) notranjih ločilnih elementov stavb za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo (CC-SI 1263):

No	Funkcija ločilnega elementa	Zvočna izolacija [dB]	
		R'_w	$L'_{n,w}$
9.1	Stena med učilnicama, stene med učilnico in kabinetom, stena med učilnico in prostorom za druge namene. Sem sodijo tudi predavalnice, igralnice in podobni prostori, kjer poteka izobraževalna vzgoja.	52	
9.2	Stena med kabinetoma, stena med laboratorijema.	48	
9.3	Stena med učilnico in delom stavbe druge namembnosti ali različnih uporabnikov.	57	
9.4	Stena med hrupno učilnico in učilnico, delom stavbe druge namembnosti ali različnih uporabnikov.	60	
9.5	Vrata med učilnico ali kabinetom in hodnikom. Zvočna izolirnost vrat, ki mora biti zagotovljena po vgradnji vrat v stavbo. Potrebna zvočna izolirnost se lahko zagotovi tudi v obliki zvokolova.	27	
9.6	Vrata med učilnico ali kabinetom in hodnikom v stavbah za visokošolsko izobraževanje. Zvočna izolirnost vrat, ki mora biti zagotovljena po vgradnji vrat v stavbo. Potrebna zvočna izolirnost se lahko zagotovi tudi v obliki zvokolova.	37	
9.7	Stena med učilnico ali kabinetom in hodnikom, v katero so vgrajena vrata. Samo stena.	47	
9.8	Stena med učilnico ali kabinetom in hodnikom v stavbah za visokošolsko izobraževanje in fakuletah - stena, v katero so vgrajena vrata.	52	
9.9	Stena brez vrat med učilnico ali kabinetom in hodnikom ali stopniščem.	52	
9.10	Stena proti manj hrupni strojnici. Pri novogradnjah hrupna strojnica ne sme mejiti na učilnice, hrupne učilnice, kabinete, laboratorije in prostore, kjer se daljši čas zadržujejo uporabniki.	57	
9.11	Stena proti hrupni strojnici.	6. člen	
9.12	Vse medetažne konstrukcije razen konstrukcij 9.14, 9.14, 9.15 in 9.16.	52	58
9.13	Medetažna konstrukcija med učilnico ali kabinetom in med hrupno učilnico pod njima.	60	58
9.14	Medetažna konstrukcija med učilnico ali kabinetom in med hrupno učilnico nad njima.	60	43
9.15	Medetažna konstrukcija proti manj hrupni strojnici spodaj.	57	58
9.16	Medetažna konstrukcija proti manj hrupni strojnici zgoraj.	57	43
9.17	Medetažna konstrukcija proti hrupni strojnici.	6. člen	

3.3 UKREPI ZVOČNE ZAŠČITE

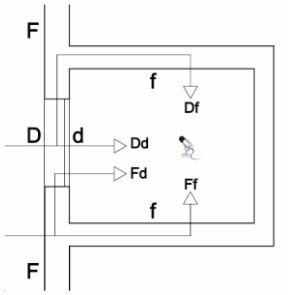
3.3.1 Osnovni pojmi

Opis	Oznaka	Enota
Vrednost ravni hrupa	L_{AF}	dB(A)
Vrednost ekvivalentne ravni hrupa	L_{Aeq}	dB(A)
Maksimalna vrednost ravni hrupa	L_{AFmax}	dB(A)
Zvočna izolirnost	R'	dB(A)
Izboljšanje zvočne izolirnosti	ΔR	dB(A)
Ovrednotena zvočna izolirnost	R'_w	dB(A)
Raven zvočnega tlaka udarnega zvoka	L'_n	dB (A)
Ovrednotena raven zvočnega tlaka udarnega zvoka	$L'_{n,w}$	dB(A)
Standardna razlika zvočnih ravni	D_{nT}	dB(A)
Ovrednotena standardna razlika zvočnih ravni	$D_{nT,w}$	dB(A)
Odmevni čas	T_{60}	s
Koeficient absorpcije zvoka	α	
Površina prostora	S	m^2
Ekvivalent absorpcijske površine	A	m^2

Izračuni zvočne zaščite so izdelani s programsko opremo MC4software - NoiseCad. Izračuni so izdelani na podlagi 3D modela objekta z uporabo standardov navedenih v elaboratu. Računski model napoveduje lastnosti stavbe, kot se lahko izmerijo, s predpostavkama, da je izvedba gradnje brezhibna in da je merska točnost velika. V prilogi so priloženi izračuni najbolj izpostavljenih prostorov.

3.3.2 Zunanji hrup

Načrtovanje je izdelano skladno s SIST EN 12354-3: Akustika v stavbah - Ocenjevanje akustičnih lastnosti stavb iz lastnosti sestavnih delov - 3. del: Izoliranost pred zvokom v zraku iz zunanjosti



Slika 2: Prehoda zvoka skozi zunanje stene

Stavbe je treba ščititi pred viri hrupov v okolju predvsem z ukrepi za zmanjšanje emisije hrupa vira in z ukrepi za omejitev širjenja hrupa od virov hrupa v okolju do stavb, kar je predmet urejanja okoljskih predpisov.
Skupna zvočna izolacija zunanje ločilne konstrukcije, je odvisna od zvočne izoliranosti posameznih zunanjih ločilnih elementov ter od deleža, ki ga površine teh elementov predstavljajo v skupni površini zunanje ločilne konstrukcije.

Omenjeni elementi so predvsem naslednji:
- zunanja stena (s fasadno oblogo),
- okna, zunanja vrata v bivalne prostor, panoramske stene ipd.,
- dodatni elementi kot npr.: roletne omarice, prezračevalniki ipd.

Izračuni standardne razlika zvočnih ravni:

$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \log (T/T_0) - C_{tr}$ [dB(A)] ($T_0 = 0,5$ s)

$D_{2m,nT} = R'_{w,r} + \Delta L_{fs} + 10 \log (V/3\times S)$ [dB(A)]

Standardizirana zvočna izoliranost za najbolj izpostavljene prostore znaša:

Oznaka prostora	Prostor	Orientacija	Projektantska vrednost $D_{2m,nT,0}$ [dB(A)]	Izračunana vrednost $D_{2m,nT}$ [dB(A)]
E0-U1-2	Učilnica 2	J	29	35
E1-U1-2	Učilnica Zgo	Streha	29	49

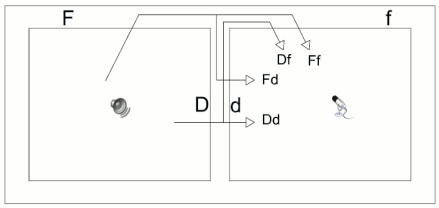
Ovrednotena zvočna izolirnost, zunanje ločilne konstrukcije za najbolj izpostavljene prostore znaša:

Oznaka prostora	Oznaka stene	Ločilni element	Projektantska vrednost $R'_{w,0}$ [dB(A)]	Računska vrednost $R'_{w,r}$ [dB(A)]
E0-U1-2	F2	Zunanja stena		37
E1-U1-2	S1	Streha		50
E1-U1-2	OZ	Okno zunanje	31	29

Prostori se opremijo z okni, z izmerjeno zvočno izoliranostjo $R_w = 31$ dB, $C_{tr} = -4$ dB, (EN 20140). Zunanja vrata morajo imeti izmerjeno zvočno izoliranost $R_w = 32$ dB. Okna in vrata morajo biti vgrajena kvalitetno brez netesnosti saj so morebitne netesnosti lahko največji viri vdora zunanjega hrupa v prostor.

3.3.3 Hrup iz drugih prostorov

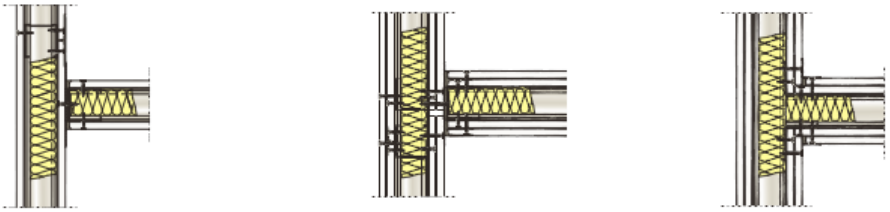
Načrtovanje je izdelano skladno s SIST EN 12354-1: Akustika v stavbah - Akustika v stavbah - Ocenjevanje akustičnih lastnosti stavb iz lastnosti sestavnih delov - 1. del: Izoliranost pred zvokom v zraku med prostori



Slika 3: Prehoda zvoka med prostori

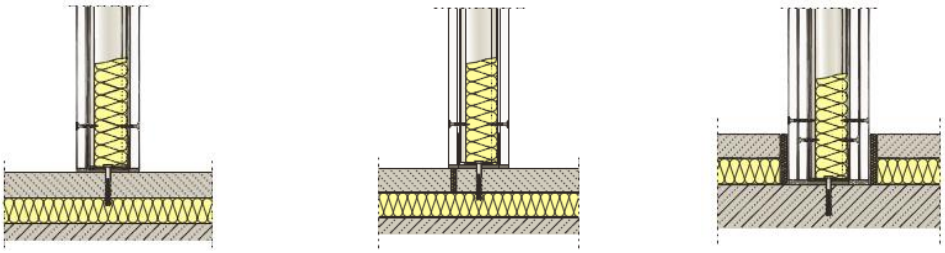
Za zagotovitev zadostne zvočne izolacije je potrebno upoštevati predvsem naslednje:
- velike površinske mase ločilnih elementov na splošno zagotavljajo večje zvočno izolacijo,
- uporaba večslojnih ločilnih elementov omogoča boljšo zvočno izolacijo,
- vrata in okna morajo biti akustično obdelana,
- izogibati se je potrebno kakršnimkoli odprtinam, uporabiti je potrebno ustrezna tesnila,
- zvočna izolacija se na splošno povečuje s frekvenco, vendar pa ima vsaka stena svoj "šibek" frekvenčni interval, kjer izolacija upade in je lahko nezadostna.

Posebno pozornost je potrebno posvetiti detajlom izvedbo ločilnih konstrukcij. Slabo izvedeni stiki gradbenih konstrukcij močno vplivajo na zvočno izoliranost prostorov.



53 dB 57 dB 75 dB

Slika 4: Vpliv izvedbe stika mavčnih sten (Rw,r)



38 dB 55 dB 70 dB

Slika 5: Vpliv izvedbe stika mavčne stene in horizontalne plošče (Rw,r)

Najšibkejši člen za zvočno izoliranost obodnih sten prostorov predstavljajo odprtine. Čim večji je delež odprtin glede na celotno površino sten, tem slabša je rezultirajoča zvočna izoliranost. Za preprečitev prehoda zvoka skozi obodne stene je potrebno posebno pozornost nameniti izvedbi prezračevalnih odprtin. Zagotoviti je potrebno čim večje razdalje med odprtinami sosednih prostorov. Predvidi se ustrezne dušilne ukrepe (dušilci zvoka, dušilne gibke cevi…).

Ovrednotena zvočna izolirnost, notranje ločilne konstrukcije za znaša:

Prostor oddaje	Prostor sprejema	Oznaka stene	Ločilni element	Projektantska vrednost $R'_{w,0}$ [dB(A)]	Izračunana vrednost $R'_{w,r}$ [dB(A)]
E0-U1-3 Hodnik P	E0-U1-1 Učilnica 1	ZB20	Stena med učilnicami in hodnikom	47	48
E1-U1-1 Učilnica Rač	E0-U1-1 Učilnica 1	T1-Talno	Medetažna konstrukcija	52	56

Stene med hodnikom in učilnicami morajo imeti minimalno zvočno izoliranost konstrukcije R_w = 51 dB. V ta namen so predvidene stene iz:

- armirano betonska stena (20 cm), ometana z obeh strani

Medetažne konstrukcije med učilnicami, morajo imeti minimalno zvočno izoliranost R_w = 60 dB. V ta namen so predvidene konstrukcije:

- PVP AB plošče (26,5 cm), s plavajočim podom na zvočno izolativnem sloju debeline 3,3 cm. Z dodatnim spuščenim stropom (zračni sloj ali mineralna volna) in obloga spuščenega stropa (mavčna plošča ali mineralne plošče).

Vrata iz hodnikov v učilnice morajo imeti izmerjeno zvočno izoliranost R_w = 32 dB.

3.3.4 Udarni hrup

Načrtovanje je izdelano skladno s SIST EN 12354-2: Akustika v stavbah - Ocenjevanje akustičnih lastnosti stavb iz lastnosti sestavnih delov - 2. del: Izolirnost pred udarnim zvokom med prostori



Slika 6: Prehoda udarnega zvoka med prostori spodaj in poleg

Prenos udarnega zvoka med prostori se vrši preko gradbenih konstrukcij. Osnovno pravilo zvočne izolacije proti udarnemu zvoku je preprečitev vstopa udarnega zvoka v masivno konstrukcijo zgradbe (hoja, premikanje pohištva, padci predmetov ob tla,..). Večina udarnega zvoka se prenaša preko tlaka na betonsko ploščo, obodne stene in inštalacijske cevi.

Širjenje udarnega zvoka zmanjšamo:

- z izvedbo plavajočega poda, kjer betonski estrih položimo na različne izolacijske materiale: izolacijske plošče iz mineralnih vlaken, izolacijske plošče iz ekspandiranega polistirena, ter druge ustrezne materiale, ki so namenjeni za zvočno in tudi toplotno izolacijo,
- z vgradnjo talne obloge,
- z vgradnjo stropne obloge.

Pri tem moramo posebno pozornost posvetiti stikom gradbenih konstrukcij, kjer je potrebno zagotoviti izvedbo z zvočno vpojnimi materiali:
- plavajoči estrih izveden na zvočno izolativnem materialu,
- stik estriha z bočno steno izveden z vmesnim zvočno izolativnim slojem…

Ovrednotena raven zvočnega tlaka udarnega zvoka, notranje ločilne konstrukcije za znaša:

Prostor oddaje	Prostor sprejema	Oznaka stene	Ločilni element	Projektantska vrednost $L'_{n,w,0}$ [dB(A)]	Izračunana vrednost $L'_{n,w,r}$ [dB(A)]
E1-U1-1 Učilnica Rač	E0-U1-1 Učilnica 1	T1	Medetažna konstrukcija	58	49

Tla v objektu imajo predvideno raven zvočnega tlaka udarnega $L'_{n,w}$ = 49 dB(A).

Za ustrezno zvočno izoliranost (R_w in $L_{n,w}$) se uporabi toplotno in zvočno izolirni materiala s stopnjo dinamične togosti SD_{max} = 20 MN/m3 ali nižjo, kot na primer:
- plošče iz ekspandiranega polietilena EPS-T Fonopor,
- plošče iz ekspandiranega polistirena Fragmat - Stiroestrih T,
- plošče iz kamene volne Knauf TP,
- plošče iz steklene volne Ursa TSP,
- plošče iz gume Danproll…

3.3.5 Odmevni hrup

Načrtovanje je izdelano skladno s SIST EN 12354-6: Akustika v stavbah - Ocenjevanje akustičnih lastnosti stavb iz lastnosti sestavnih delov - 6. del: Absorpcija zvoka v zaprtih prostorih

Najpomembnejša dejavniki, ki vplivajo na akustiko prostora sta odmevni čas in odboj zvoka. Z ustreznimi absorpcijskimi površinami preprečimo koncentracijo zvoka in odmevni čas prilagodimo želenim vrednostim. Pri načrtovanju prostorske akustike moramo v prostorih, ki so namenjeni govoru in glasbi, moramo zagotoviti optimalne razmere za poslušalca. Akustična oprema prostora (gradbeni elementi tal, sten, stropa oziroma elementi opreme) omogoča ustrezno zmanjšanje odmevnega časa. Potrebno akustično opremo določimo na podlagi izračuna odmevnega časa tipičnih prostorov v stavbi.

Običajni odmevni čas za različne prostore znaša:
- pisarne ……. 0,5 do 1,5 s
- hodniki, stopnišče, podest, veže, avle …… 0,9 do 2,0 s
- izobraževalni prostori ……. 0,8 do 1,2

Izračun odmevnega časa:

Oznaka prostora	Prostor	Dušenje	Koeficient absorpcije zvoka α	Površina dušenja S [m^2]	Odmevni čas $T_{60,0}$ [s]	Odmevni čas z dušenjem T_{60} [s]	Znižana raven hrupa ΔL [dB(A)]
E1-U1-1	Učilnica Rač	Strop iz Ultima plošč	0,60	54	2,65	0,71	-5,7

Odmevnost prostora je najlažje prilagajati z vgradnjo ustreznih dušilnih elementov v strop. Predlaga se vgradnja:
- akustičnih mavčnih strop, s koeficientom absorpcije zvoka (α_{min} = 0,5), ali
- montažni stropa iz mineralnih plošč, (α_{min} = 0,5).

V kolikor je koeficient absorpcije zvoka boljši od predvidena se lahko ustrezno zmanjša površino dušilnih elementov po enačbi:

$S_1 \times \alpha_1 = S_2 \times \alpha_2$

S [m2] - površina dušilnega elementa
α - koeficient absorpcije zvoka

Na odmevni hrup vplivajo dodatne absorpcijske površine (Si):
- oprema v prostoru,
- zavese in druga senčila na oknih,
- mehke obloge (les, slike…) na stenah…

Oprema prostorov v času izračuna še ni definirana. Z namestitvijo opreme se bo odmevni čas dodatno znižal in se približal optimalnemu odmevnemu času v prostoru.

3.3.6 Hrup obratovalne opreme

Načrtovanje je izdelano skladno s SIST EN 12354-5: Akustika v stavbah - Ocenjevanje akustičnih lastnosti stavb iz lastnosti sestavnih delov - 5. del: Zvočne ravni obratovalne opreme

Na objektu so predvideni sledeči viri hrupa obratovalne opreme:

- Hladilne naprave pred objektom.

Raven hrupa naprav, ki se nahajajo izven objekta, ne sme presegati maksimalnih vrednosti kazalcev hrupa za - III. območje $L_{noč}$ = 50 dB.

3.4 TEHNIČNI IZRAČUNI

DEFINICIJA	OZNAKA	ENOTA
Spektralna prilagoditvena vrednost (spekter 1), po EN ISO 717-1	C	[dB]
Spektralna prilagoditvena vrednost udarnega zvoka, po EN ISO 717-2	Ci	[dB]
Spektralna prilagoditvena vrednost (spekter 2), po EN ISO 717-1	C_{tr}	[dB]
Ovrednotena raven zvočnega tlaka udarnega zvoka	$L_{n,w}$	[dB]
Raven zvočnega tlaka udarnega zvoka po frekvencah	L_{ni}	[dB]
Masa na površino elementa	m'	[kg/m²]
Zvočna izolirnost fasade po frekvencah	$D_{2m,nT}$	[dB]
Ovrednotena zvočna izolacija fasade glede na odmevni čas, po EN ISO 717-1	$D_{2m,nT,w}$	[dB]
Razlika ravni zvočnega tlaka glede na obliko fasade	DL_{fs}	[dB]
Ovrednotena slabitev ravni zvočnega tlaka zaradi prevlek tlaka, po EN ISO 717-2	DL_w	[dB]
Korekcijski faktor stranskega prenosa	K	[dB]
Korekcijski faktor spojev	K_{ij}	-
Ovrednotena raven zvočnega tlaka udarnega zvoka, po EN ISO 717-2	$L'_{n,w}$	[dB]
Ekvivalentna ovrednotena raven zvočnega tlaka udarnega zvoka	$L_{n,w,eq}$	[dB]
Raven zvočnega tlaka udarnega zvoka po frekvencah	L_{ni}	[dB]
Masa na površino elementa	m'	[kg/m²]
Zvočna izolirnost	R'	[dB]
Zvočna izolirnost po frekvencah	Ri	[dB]
Krivulja referenčnih vrednosti, po EN ISO 717-1 in EN ISO 717-2	Rif	[dB]
Zvočna izolirnost, po EN ISO 717-1	R_w	[dB]
Krivulja referenčnih vrednosti (EN ISO 717-1)	Rif. A	[dB]
Krivulja referenčnih vrednosti (EN ISO 717-2)	Rif. C	[dB]
Ovrednotena zvočna izolirnost	R'_w	[dB]
Odstotek zvočne izolirnosti elementa fasade	$R_{w\%}$	[dB]
Zvočna izolirnost za stranski prenos (ij)	$R_{ij,w}$	[dB]

3.4.1 Izračun gradbenih konstrukcij

STRUTTURA: S1 – BETON

INFORMAZIONI GENERALI

Tipo di struttura	Tipologia costruttiva	Tipologia di calcolo	Spessore [mm]	m' [kg/m^2]	m' massetto [kg/m^2]
Solaio	Solaio monolitico	Cemento armato	447	350,35	–

COMPOSIZIONE STRATIGRAFICA

DESCRIZIONE STRATO	Spessore [mm]	Densitŕ [kg/mł]	E [GPa]	fc [Hz]	Rs [kPa*s/m^2]	s' [MN/mł]
SOLAIO						
Mavčna plošča	15,0	750	2,8	26.200		
Mineralna volna	100,0	55		4.110	4,0	50,1
Beton 2400	130,0	2.400	20,0			
Polistiren EN 13163 30	200,0	30	0,2	191.009		20,0
Jeklo	2,0	7.800	210,0			

RISULTATI DI CALCOLO

Potere fonoisolante						Livello di calpestio		
R_w [dB]	$\Delta R_{w\,CS}$ [dB]	$\Delta R_{w\,PG}$ [dB]	R_{wTot} [dB]	$R_w + \Delta R_{w\,CS}$ [dB]	$R_w + \Delta R_{w\,PG}$ [dB]	L_{nw} [dB]	ΔL_{nw} [dB]	L_{nwTot} [dB]
50,5			50,5	–	–	78,7		78,7

STRUTTURA: T0 – ZEMLJA

INFORMAZIONI GENERALI

Tipo di struttura	Tipologia costruttiva	Tipologia di calcolo	Spessore [mm]	m' [kg/m^2]	m' massetto [kg/m^2]
Solaio	Pavimento galleggiante	Cemento armato – massetto colato	650	967,60	176,40

COMPOSIZIONE STRATIGRAFICA

DESCRIZIONE STRATO	Spessore [mm]	Densitŕ [kg/mł]	E [GPa]	fc [Hz]	Rs [kPa*s/m^2]	s' [MN/mł]
MASSETTO						
Parket	20,0	850	4,5	13.000		
Cementni estrih	70,0	2.200	5,0	90.000		
PVC folija	1,0	1.200	2,4			
Polistiren EN 13163 30	140,0	30	0,2	191.009		20,0
INTERCAPEDINE						
Izolacija udarnega hrupa	10,0	40		4.110	5,0	20,0
SOLETTA						
Bitumen	9,0	1.200		107.548		14,4
Beton 2400	200,0	2.400	20,0			
Nasutje (gramoz lomljen)	200,0	1.500	5,0	440.000		

RISULTATI DI CALCOLO

Potere fonoisolante						Livello di calpestio		
R_w [dB]	$\Delta R_{w\,CS}$ [dB]	$\Delta R_{w\,PG}$ [dB]	R_{wTot} [dB]	$R_w + \Delta R_{w\,CS}$ [dB]	$R_w + \Delta R_{w\,PG}$ [dB]	L_{nw} [dB]	ΔL_{nw} [dB]	L_{nwTot} [dB]
58,7		7,2	65,8	–	65,8	68,1	31,5	36,5

STRUTTURA: T1 – TALNO

INFORMAZIONI GENERALI

Tipo di struttura	Tipologia costruttiva	Tipologia di calcolo	Spessore [mm]	m' [kg/m²]	m' massetto [kg/m²]
Solaio	Pavimento galleggiante	Cemento armato – massetto colato	250	469,70	149,00

COMPOSIZIONE STRATIGRAFICA

DESCRIZIONE STRATO	Spessore [mm]	Densità [kg/m³]	E [GPa]	fc [Hz]	Rs [kPa*s/m²]	s' [MN/m³]
MASSETTO						
Parket	20,0	850	4,5	13.000		
Cementni estrih	60,0	2.200	5,0	90.000		
INTERCAPEDINE						
Izolacija udarnega hrupa	30,0	40		4.110	5,0	20,0
SOLETTA						
Beton 2400	130,0	2.400	20,0			
Mavčna plošča	10,0	750	2,8	26.200		

RISULTATI DI CALCOLO

Potere fonoisolante						Livello di calpestio		
R_w [dB]	$\Delta R_{w\ CS}$ [dB]	$\Delta R_{w\ PG}$ [dB]	R_{wTot} [dB]	$R_w + \Delta R_{w\ CS}$ [dB]	$R_w + \Delta R_{w\ PG}$ [dB]	L_{nw} [dB]	ΔL_{nw} [dB]	L_{nwTot} [dB]
49,6		10,2	59,8	–	59,8	79,8	30,6	49,2

STRUTTURA: ZB20

INFORMAZIONI GENERALI

Tipo di struttura	Tipologia costruttiva	Tipologia di calcolo	Spessore [mm]	m' [kg/m²]
Parete	Singolo paramento	Parete generica	240	552,00

COMPOSIZIONE STRATIGRAFICA

DESCRIZIONE STRATO	Spessore [mm]	Densità [kg/m³]	E [GPa]	fc [Hz]	Rs [kPa*s/m²]	s' [MN/m³]
PARETE						
Cementna malta	20,0	1.800	8,0			
Beton 2400	200,0	2.400	20,0			
Cementna malta	20,0	1.800	8,0			

RISULTATI DI CALCOLO

Potere fonoisolante					
R_w [dB]	ΔR_{wInt} [dB]	ΔR_{wEst} [dB]	R_{wTot} [dB]	$R_w + \Delta R_{wInt}$ [dB]	$R_w + \Delta R_{wEst}$ [dB]
50,9			50,9	–	–

STRUTTURA: F1 – BETON

INFORMAZIONI GENERALI

Tipo di struttura	Tipologia costruttiva	Tipologia di calcolo	Spessore [mm]	m' [kg/m²]
Parete	Singolo paramento	Laterizio porizzato	430	657,25

COMPOSIZIONE STRATIGRAFICA

DESCRIZIONE STRATO	Spessore [mm]	Densità [kg/m³]	E [GPa]	fc [Hz]	Rs [kPa*s/m³]	s' [MN/m³]
PARETE						
Cementna malta	20,0	1.800	8,0			
Beton 2400	250,0	2.400	20,0			
Mineralna volna	150,0	55		4.110	4,0	50,1
Zunanji zaključni sloj (plastificiran)	10,0	1.300	8,0			

RISULTATI DI CALCOLO

Potere fonoisolante

R_w [dB]	ΔR_{wInt} [dB]	ΔR_{wEst} [dB]	R_{wTot} [dB]	$R_w + \Delta R_{wInt}$ [dB]	$R_w + \Delta R_{wEst}$ [dB]
62,3			62,3	–	–

STRUTTURA: F2 – STEKLENA

INFORMAZIONI GENERALI

Tipo di struttura	Tipologia costruttiva	Tipologia di calcolo	Spessore [mm]	m' [kg/m²]
Parete	Singolo paramento	Parete generica	223	78,70

COMPOSIZIONE STRATIGRAFICA

DESCRIZIONE STRATO	Spessore [mm]	Densità [kg/m³]	E [GPa]	fc [Hz]	Rs [kPa*s/m³]	s' [MN/m³]
PARETE						
Mavčna plošča	15,0	750	2,8	26.200		
Mineralna volna	50,0	55		4.110	4,0	50,1
OSB Plošče	18,0	450	30,0			
Mineralna volna	120,0	55		4.110	4,0	50,1
Steklo za okna	20,0	2.500	65,0	33.000		

RISULTATI DI CALCOLO

Potere fonoisolante

R_w [dB]	ΔR_{wInt} [dB]	ΔR_{wEst} [dB]	R_{wTot} [dB]	$R_w + \Delta R_{wInt}$ [dB]	$R_w + \Delta R_{wEst}$ [dB]
37,3			37,3	–	–

3.4.2 Izračun dušenja zvoka zunanjih sten

DESCRIZIONE FACCIATA

Ambiente ricevente	**(E0U1) - 2 - Učilnica 2 (piano: E0, esposizione: Sud)**

RISULTATO DI CALCOLO

$D_{2m,nT,w}$ = 35,3 dB

ELEMENTI

CODICE ELEMENTO	DESCRIZIONE	m' [kg/m^2]	R_w [dB]
D	F2 - Steklena, O-170-090	(*)	(*)
f1	F1 - Beton	657,3	62
f2	F1 - Beton	657,3	62
f3	T0 - Zemlja	967,6	59
f4	T1 - Talno	469,7	50

(*) Fare riferimento alla tabella "composizione facciata" per I dettagli

COMPOSIZIONE FACCIATA

ELEMENTO	Rw [dB]	Area [m^2]
Parte opaca	37,3	12,3
O-170-090	29,0	7,6
O-170-090	29,0	5,6

GIUNTI

CODICE GIUNTO	DESCRIZIONE
G1	Giunto rigido a L
G2	Giunto rigido a L
G3	Giunto rigido a L
G4	Giunto rigido a T

PERCORSI DI TRASMISSIONE ACUSTICA

CODICE PERCORSO	Kij -	$R_{ij,w}$ [dB]	$\Delta R_{ij,w}$ [dB]
Dd		37,3	
Df1	10,83	69,9	
Df2	10,83	69,9	
Df4	9,13	54,2	

RISULTATI AGGIUNTIVI DI CALCOLO

R' [dB]	ΔL_{fs} [dB]	10log(V/6T_0Ss) [dB]
31,3		3,98

DESCRIZIONE FACCIATA

Ambiente ricevente	**(E1U1) – 2 – Učilnica Zgo (piano: E1, esposizione: Tetto piano esterno)**

RISULTATO DI CALCOLO

$D_{2m,nT,w}$ = 49,4 dB

ELEMENTI

CODICE ELEMENTO	DESCRIZIONE	m' [kg/m²]	R_w [dB]
D	S1 – Beton	(*)	(*)

(*) Fare riferimento alla tabella "composizione facciata" per I dettagli

COMPOSIZIONE FACCIATA

ELEMENTO	Rw [dB]	Area [m²]
Parte opaca	50,5	66,4

RISULTATI AGGIUNTIVI DI CALCOLO

R' [dB]	Contributo trasmissione laterale [dB]	ΔL_{fs} [dB]	$10\log(V/6T_0Ss)$ [dB]
48,5	2.0		0,85

3.4.3 Izračun hrupa iz drugih prostorov

DESCRIZIONE AMBIENTI

Ambiente emittente	**(E0U1) – 3 – Hodnik P (piano: E0, unitŕ immobiliare: U 1)**
Ambiente ricevente	**(E0U1) – 1 – Učilnica 1 (piano: , unitŕ immobiliare: U 1)**

RISULTATO DI CALCOLO

R'_w = 47,9 dB

ELEMENTI

CODICE ELEMENTO	DESCRIZIONE	m' [kg/m²]	R_w [dB]
D	ZB20	552,0	51
F1	F1 – Beton	657,3	62
F3	T0 – Zemlja	967,6	59
F4	T1 – Talno	469,7	50
f1	F1 – Beton, F2 – Steklena, O-170-090	657,3	42
f2	F1 – Beton, F2 – Steklena, O-170-090	78,7	42
f3	T0 – Zemlja	967,6	59
f4	T1 – Talno	469,7	50

GIUNTI

CODICE GIUNTO	DESCRIZIONE
G1	Giunto rigido a L
G2	Giunto rigido a L
G3	Giunto rigido a T
G4	Giunto rigido a croce

PERCORSI DI TRASMISSIONE ACUSTICA

CODICE PERCORSO	Kij –	$R_{ij,w}$ [dB]	$\Delta R_{ij,w}$ [dB]
Dd		50,9	
Df1	-2,00	53,9	
F1d		66,1	
F1f1	-2,00	59,6	
Df3	6,04	70,4	7,2
F3d	6,04	70,4	7,2
F3f3	2,60	74,5	10,8
Df4	8,08	60,8	
F4d	8,71	61,4	

DESCRIZIONE AMBIENTI

Ambiente emittente	(E1U1) – 1 – Učilnica Rač (piano: E1, unitŕ immobiliare: U 1)
Ambiente ricevente	(E0U1) – 1 – Učilnica 1 (piano: , unitŕ immobiliare: U 1)

RISULTATO DI CALCOLO

R'_w = 56,0 dB

ELEMENTI

CODICE ELEMENTO	DESCRIZIONE	m' [kg/m^2]	R_w [dB]
D	T1 – Talno	469,7	50
F1	F1 – Beton	657,3	62
F2	ZB20	552,0	51
F3	F1 – Beton	657,3	62
F4	F2 – Steklena, O-170-090	78,7	37
f1	F1 – Beton	657,3	62
f2	ZB20	552,0	51
f3	F1 – Beton	657,3	62
f4	F2 – Steklena, O-170-090	78,7	37

GIUNTI

CODICE GIUNTO	DESCRIZIONE
G1	Giunto rigido a T
G2	Giunto rigido a croce
G3	Giunto rigido a T
G4	Giunto rigido a T

PERCORSI DI TRASMISSIONE ACUSTICA

CODICE PERCORSO	Kij –	$R_{ij,w}$ [dB]	$\Delta R_{ij,w}$ [dB]
Dd		59,8	10,2
Df1	5,82	80,6	10,2
F1d	5,82	70,4	
F1f1	3,76	74,7	
Df2	8,73	78,7	10,2
F2d	8,73	68,5	
F2f2	7,53	68,0	
Df3	5,82	80,6	10,2
F3d	5,82	70,4	
F3f3	3,76	74,7	

3.4.4 Izračun udarnega hrupa

DESCRIZIONE AMBIENTI	
Ambiente emittente	**(E1U1) – 1 – Učilnica Rač (piano: E1, unitŕ immobiliare: U 1)**
Ambiente ricevente	**(E0U1) – 1 – Učilnica 1 (piano: , unitŕ immobiliare: U 1)**

RISULTATO DI CALCOLO

$L'_{n,w} = 49{,}3$ dB

ELEMENTI

CODICE ELEMENTO	DESCRIZIONE	m' [kg/m²]	R_w [dB]
D	T1 – Talno	469,7	50
F1	F1 – Beton	657,3	62
F2	ZB20	552,0	51
F3	F1 – Beton	657,3	62
F4	F2 – Steklena, O-170-090	78,7	37
f1	F1 – Beton	657,3	62
f2	ZB20	552,0	51
f3	F1 – Beton	657,3	62
f4	F2 – Steklena, O-170-090	78,7	37

GIUNTI

CODICE GIUNTO	DESCRIZIONE
G1	Giunto rigido a T
G2	Giunto rigido a croce
G3	Giunto rigido a T
G4	Giunto rigido a T

RISULTATI DI CALCOLO AGGIUNTIVI

$L_{n,w,eq}$ [dB]	ΔL_w [dB]
79,8	

PERCORSI DI TRASMISSIONE ACUSTICA

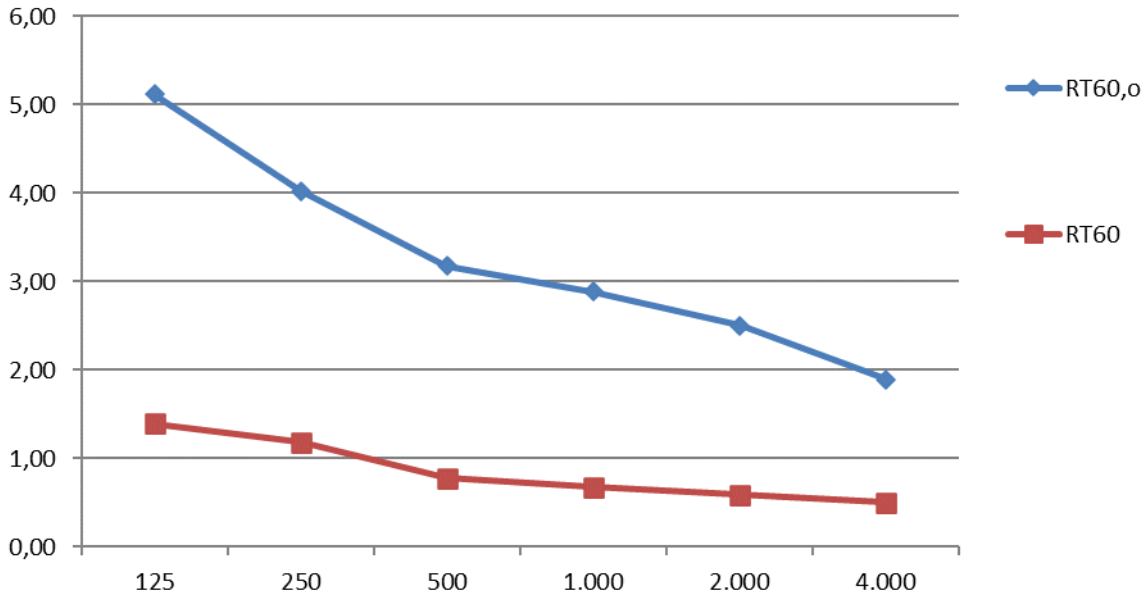
CODICE PERCORSO	Kij –	$L_{ij,w}$ [dB]

Dd		49,2
Df1	5,82	18,3
Df2	8,73	20,2
Df3	5,82	18,3
Df4	9,13	26,5

3.4.5 Izračun odmevnega časa (RT60)

	Oz:	**E1-U1-1**		
	Prostor:	**Učilnica Rač**		
L	Dolžina:	8,80	m	
B	Širina:	7,30	m	
H	Višina:	2,80	m	
So	Tloris	64,2	m2	
Vo	Volumen	179,9	m3	
RT60,r	Priporočen odmevni čas:	0,69	s	DIN 41018 (2004) – Speech Presentation

		125	250	500	1.000	2.000	4.000	**αw**	Hz
RT60,o	Odmevni čas:	5,12	4,02	3,17	2,89	2,50	1,89	**2,65**	s
RT60	Odmevni čas - dušenje:	1,39	1,18	0,78	0,67	0,59	0,50	**0,71**	s
ΔL	Znižana raven hrupa:	5,6	5,3	6,1	6,3	6,3	5,7	**5,7**	dB



Dušilni elementi:

Oz	Dušilni element	125	250	500	1.000	2.000	4.000	**αw**	Si [m2]
T1 S1-1	Ultima dB - SL2	0,30	0,35	0,55	0,65	0,75	0,85	**0,60**	54,0
Sum									**54,0**