

INVESTITOR: HRVATSKI CRVENI KRIŽ
GRADSKO DRUŠTVO CRVENOG KRIŽA
VRBOVEC
Trg Petra Zrinskog 23, 10340 Vrbovec
OIB: 38476056380

GRAĐEVINA: CENTAR ZA PRUŽANJE SOCIJALNIH
USLUGA U ZAJEDNICI GRADSKOG
DRUŠTVA CRVENOG KRIŽA VRBOVEC

LOKACIJA: VRBOVEC, k.č.br. 1839

OZNAKA ELABORATA: 112023

ELABORAT ZAŠTITE OD BUKE

PROJEKTANT:
Đurđica Bajić, dipl.ing.arh.

**ĐURĐICA
BAJIĆ**

Digitally signed by
ĐURĐICA BAJIĆ
Date: 2020.12.16
15:35:12 +01'00'

S A D R Ź A J:

1. PRIMIJENJENI PROPISI I NORME
2. KRATAK OPIS GRAĐEVINE
3. IZVORI BUKE U GRAĐEVINI
4. NAJVIŠE DOPUŠTENE RAZINE BUKE
5. POTREBNE NAJMANJE VRIJEDNOSTI ZVUČNE IZOLACIJE PREGRADNIH GRAĐEVINSKIH ELEMENATA I NAJVIŠE DOPUŠTENE VRIJEDNOSTI UDARNOG ZVUKA
6. ZAHTJEVI IZVEDBE U AKUSTIČKOM POGLEDU
7. FASADNI ZID OD ARMIRANOG BETONA, oznaka II
8. FASADNI ZID OD ARMIRANOG BETONA , oznaka Ia
9. UNUTARNJI ZID, oznaka IIb
10. UNUTARNJI ZID, oznaka IIc
11. UNUTARNJI ZID, oznaka IV
12. UNUTARNJI ZID, oznaka V
13. UNUTARNJI ZID, oznaka Va
14. UNUTARNJI ZID, oznaka VI
15. POD NA TLU - PODRUM, oznaka P1 P2
16. MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA, oznaka P5 P6
17. MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA, oznaka P7
18. MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA, oznaka P8
19. MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA, oznaka P8a P6a
20. RAVNI KROV, oznaka R2
21. OSTAKLJENI FASADNI ELEMENTI I UNUTARNJA VRATA
22. BUKA INSTALACIJA
23. PRORAČUN VREMENA ODJEKA T_r DVORANA

1. PRIMIJENJENI PROPISI I NORME

Računska analiza i ocjena akustičkih karakteristika građevinskih elemenata i konstrukcija predmetnog objekta izvršena je prema zahtjevima iz

- HRN ISO 1996 -1 -2 -3, Akustika – opis, mjerenje i utvrđivanje buke okoline,
- HRN ISO 9612, Akustika – smjernice za mjerenje i utvrđivanje izloženosti buci u radnoj okolini,
- Zakon o zaštiti od buke (NN br. 30/09, 55/13, 153/13, 41/16),
- Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN br. 145/2004),
- Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 46/2008),
- Beiblatt 1 zu DIN 4109 (1989) zvučna zaštita u visokogradnji.

2. KRATAK OPIS GRAĐEVINE

Objekt i okolni prostor namijenjeni su za pružanje socijalnih usluga pomoći u kući te pripreme i dostave gotovih obroka, pružanje usluge boravka za starije i nemoćne osobe s pratećim dnevnim aktivnostima te prostora za organizirano stanovanje za 4 korisnika. Građevina je samostojeća.

Konstrukcija građevine je monolitna, sastoji se od stupova, greda i ploča. Nosivi zidovi i stropne ploče su armirano betonski. Krov je projektiran kao ravni, na ploču se postavlja parna brana i toplinska izolacija u minimum dva sloja, te završno polimerna hidroizolacijska krovna traka.

Objekt se temelji na betonskoj temeljnoj ploči.

Projektirana su dva stubišta, armirano-betonska, glavno, sigurnosno stubište postavljeno je neposredno uz ulaz u građevinu, drugo stubište omogućava drugi izlaz sa kata u prizemlje.

Pregradni zidovi izvide se kao gipskartonski debljine 15 i debljine 10 cm. Zidovi prema hodnicima (evakuacija) ugrađuju se vatrootpornosti 90 minuta u podrumu, 60 minuta u prizemlju i na katu. Između stanova se ugrađuju kao zvučno poboljšani sa dvostrukom podkonsrukcijom i dvostukom oblogom, te dodatnom gipskartonskom pločom između nosivih profila.

Pregradni zidovi unutar sanitarija između predprostora i sanitarne kabine izvide se visine 220 cm, dio pregrada u sanitarnim čvorovima su montažne pregrade iz HPL voodootpornih kompaktnih ploča za upotrebu u unutrašnjim prostorima.

Za grijanje i hlađenje prostora projektirana je dizalica topline zrak-voda, postavljena na ravni krov. Grijača tijela su stropni i zidni ventilokonvektori. Projektiran je centralni sustav za pripremu, dobavu i odsis zraka.

Za dobavu i odsis zraka, projektiran je rekuperatorski uređaj podstropne izvedbe, smješten unutar prostora zgrade. Svježi zrak iz okoline preko vanjske protukišne rešetke sa zaštitnom pocinčanom čeličnom mrežom ulazi u komoru. Uređaj je izrađen od poliuretanskih sendvič panela, s kružnim priključcima za dovod i odvod zraka, te se sastoji od tlačnog i odsisnog frekventno reguliranog ventilatora, filtera na svježem zraku, presostatima za kontrolu zaprljanosti filtera, pločastog izmjenjivača topline od aluminija s by-pass zaklopkom za slobodno hlađenje i okapnice kondenzata.

Iznad termobloka u prostoru kuhinje predviđena je ugradnja odsisne nape kako bi se vodena para, nastala kao posljedica pripreme obroka, odvela izvan prostora kuhinje čime se stvaraju sigurni uvjeti za rad uposlenika i mikroklima prostora primjerena njegovoj namjeni. Radi velike površine termobloka nužna je ugradnja odsisne nape velike tlocrtne površine koja za pravilno funkcioniranje zahtijeva veliku količinu zraka što za posljedicu ima preveliki broj izmjena zraka u prostoru, nastajanje propuha koji negativno utječe na boravak osoba u prostoru te nepotrebno velike gubitke energije zbog nužnog zagrijavanja zraka u zimskom razdoblju. Iznad prostora termobloka ugradit će se kuhinjska napa u koju se ubacuje 80 % svježeg, termički

neobrađenog zraka dok se ostalih 20 % zraka, u količini koja je dovoljna za redovan broj izmjena zraka u prostoru kuhinje, zagrijava i kroz sustav ventilacionih kanala i distributivnih rešetki ubacuje u prostor kuhinje. Odsis zraka vrši se kroz ugrađenu napu koja zbog velike količine primarno ubačenog zraka efikasno odsisava prostor iznad termobloka.

Za prostorije sanitarija predviđena je izvedba odsisne ventilacije (sa 4 - 6 izmjene zraka u satu, zavisno od namjene prostorija i mogućih izvora zagađenja zraka u svakoj od njih) ugradnjom zračnih kanala iz "spiro-cijevi", montiranih unutar međuprostora spušenog stropa. Na kanale se ugrađuju zračni ventili predviđeni za odsis zraka. Od svakog zračnog ventila, kanali se spajaju i kao jedan kanal dovode na usisnu stranu zvučno izoliranog cijevnog ventilatora, ugrađenog neposredno ispod stropa hodnika.

Za hodnik upravnog dijela, spremišta u podrumu i prizemlju te sanitarija na katu (neposredno uz upravni dio), u kojima se predviđa povećana potreba za provjetravanjem projektom je predviđena izvedba prisilne ventilacije sa 2 - 6 izmjena zraka u satu. Projektom je predviđena ugradnja aksijalnog ventilatora s unutarnje strane (u kompletu sa protupovratnom zaklopkom).

3. IZVORI BUKE U GRAĐEVINI

Glavni izvori buke u predmetnoj građevini su sljedeći:

- uređaji i instalacije na ravnom krovu,
- kućne instalacije: vodovod, kanalizacija, grijanja, klima, ventilacija,
- žamor korisnika u prostoru komunikacija i prostorima gdje se okupljaju,

Za kućne instalacije i uređaje odabrane su tzv. "bešumne" izvedbe, tako da će razina buke instalacija u prostoru zgrade biti minimalna, odnosno ne veća od 35 dB(A) neposredno uz izvor buke.

S obzirom na instaliranu opremu, očekivana razina buke u prostoru strojarnice iznositi će najviše do 70 dB(A).

Na ravnom krovu je smještena dizalica topline i dva krovna ventilatora, tvrtke Helios, ukupne zvučne snage:

-V1 tip: GBD EC 500 T 120	$L_{WA,uk} = 51 \text{ dB(A)}$
-V2 tip: VDW 450/4	$L_{WA,uk} = 62 \text{ dB(A) 4m}$
-dizalica topline, tip kao WSAN-XEM HW 40, dim. 340/181/180 cm	$L_{WA,uk} = 67 \text{ dB(A)}$

Unutrašnje rekuperatorske jedinice ugrađuju se opremljene opcijom za „ekstra tihi rad“ koje stvaraju razinu zvučnog tlaka na udaljenosti 1,5 metar, ovisno o brzini, između 29 i 38 dB(A).

Nestacionarni izvor buke izvan zgrade je buka prometa s obližnje prometnice uz sjeverozapadnu među. Unutar građevine, zaštita od buke je osigurana konstrukcijama dovoljne izolacijske moći, bilo od zračnog ili udarnog zvuka. Zaštita od buke odjeka osigurana je ugradnjom apsorpcijskih materijala, tj. akustičkih obloga u prostorima koji to zahtijevaju prema propisima.

4. NAJVIŠE DOPUŠTENE RAZINE BUKE

Predmetna građevina locirana je prema tablici 1 Pravilnika o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave u zonu buke 3. "Mješovita zona pretežito stambene namjene", za koju najviše dopuštene ocjenjske razine buke imisije L_{RAeq} iznose:

$L_{RAeq} = 55 \text{ dB(A)}$ za dan

$L_{RAeq} = 45 \text{ dB(A)}$ za noć.

Predmetna građevina koristiti će se samo danju. Mjerodavan je dnevni kriterij, tj. vremensko razdoblje od 07 – 19 h. Podaci o mjerenju vanjske buke na lokaciji nisu dostupni.

Prema Pravilniku o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave, najviše dopuštene ocjenske razine buke imisije L_{RAeq} iznose:

-uredske prostorije,	$L_{RAeq} = 40 \text{ dB(A)}$
-radionica	$L_{RAeq} = 40 \text{ dB(A)}$
-pomoćne i prateće prostorije	$L_{RAeq} = 50 \text{ dB(A)}$

Prema tablici iz Priloga Pravilnika o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 46/08), najviše dopuštene ekvivalentne razine buke L_{Aeq} u prostorijama predmetne zgrade, s obzirom na vrstu djelatnosti, iznose:

- za administrativne prostorije :
 - $L_{Aeq} = 55 \text{ dB(A)}$ za buku koja potječe od proizvodnih izvora,
 - $L_{Aeq} = 45 \text{ dB(A)}$ za buku koja potječe od neproizvodnih izvora (ventilacija, promet,...)
- za pomoćne prostorije:
 - $L_{Aeq} = 60 \text{ dB(A)}$ za buku koja potječe od proizvodnih izvora,
 - $L_{Aeq} = 50 \text{ dB(A)}$ za buku koja potječe od neproizvodnih izvora (ventilacija, promet,...)

5. POTREBNE NAJMANJE VRIJEDNOSTI ZVUČNE IZOLACIJE PREGRADNIH GRAĐEVINSKIH ELEMENATA I NAJVIŠE DOPUŠTENE VRIJEDNOSTI UDARNOG ZVUKA

Potrebne najmanje vrijednosti zvučne izolacije R_w i najviše dopuštene vrijednosti udarnog zvuka L_w , za pojedine pregradne građevinske elemente, prema HRN U.J6.201 iznose:

	Rwmin. dB	Lwmaks. dB
-pregradni zidovi između dvije učionice, dva kabineta ili između kabineta i učionice	52	
-pregradni zidovi s vratima između učionice ili kabineta i hodnika	37	
-pregradni zidovi prema tehničkim prostorijama	57	
-pregradni zidovi između pomoćnih prostorija	44	
-pregradni zidovi između uredskih prostorija / hodnika	44	
-međukatna konstrukcija prema tehničkoj prostoriji	57	$L_w = 68 \text{ dB}$
-međukatna konstrukcija između učionica / kabineta	52	$L_w = 68 \text{ dB}$
-pod na tlu prema boravišnim prostorijama		$L_w = 68 \text{ dB}$

Zahtjevi minimalne vrijednosti zvučne izolacije i maksimalne vrijednosti nivoa zvuka udara (prema normi U.J6.201):

A. Stambene i stambeno-poslovne zgrade

	Rwmin. dB	Lwmaks. dB
A.1. Zid između dva stana		
A.2. Zid bez vrata između sobe stana i hodnika	52	
A.6 Zid između stana i bučnih prostorija (garaža/lift)	57	
A.8. Stropovi između stanova, iznad spremišta, ulaznih prostora i sl.	52	68
A.11 Strop ispod stana prema garaži	57	68
A.12. Strop iznad stana prema terasi ili lođi drugog stana	-	68

6. ZAHTJEVI IZVEDBE U AKUSTIČKOM POGLEDU

Sve podne konstrukcije izvode se kao plivajuće, bez obzira na namjene prostorija i izvedbu hodne obloge. Slojevi plivajuće podne konstrukcije trebaju se izvesti materijalima potrebnih mehaničko-fizikalnih svojstava, a konstrukcija u cjelini u uvjetima potrebne tehnološke kvalitete.

Površina armirano-betonske ploče:

Treba izvesti izravnanje grubo izvedene konstrukcije stropne ploče kako bi se izbjeglo nastajanje zvučnih mostova na mjestu neravnina. Izravnanje izvesti cementnim namazom M-20. Izravnanje cementnim namazom izvesti najkasnije tri dana od izvedbe ploče. Meki elastični sloj - elastificirani ekspanzirani polistiren, kao EPS T je gustoće 11 kg/m³, dinamičke krutosti $E_{din}=003$ N/mm², dimenzionalno stabilan (odležan minimum 3 mjeseca). Polaže se u debljini 2 cm, dva sloja s izmaknutim spojevima.

Sve podne obloge polažu se na sloj plivajućeg armiranog cementnog estriha minimalne debljine 5 cm. Kod izvedbe montažnih pregradnih zidova treba paziti da se sve šupljine ispune min. vunom, spoj sa zidom i stropom izvede u skladu s pravilima struke i potrebnim elastičnim brtvama.

Plivajući sloj od armiranog cementnog estriha :

Čvrstoća estriha na tlak mora iznositi najmanje 20 N/mm², čvrstoća na savijanje 5 N/mm², tvrdoća (otpor protiv prodiranja) 60 N/mm². Sve podne obloge polažu se na plivajući namaz od armiranog cementnog estriha. Dobrim granulometrijskim sastavom agregata (najkrupnije zrno može biti 15 mm), pažljivom izvedbom svježeg namaza treba postići da skupljanje bude što je moguće manje.

Budući da se estrih izvodi kao plivajući na smije doći do kontaktne veze između estriha i zidova ili podova kroz estrih. Zbog toga se izvode rubne reške koje trajno razdvajaju namaz od zidova i dijelova instalacija. Rešetke se zatvaraju elastificiranim ekspanziranim polistirenom minimalne debljine 1 cm.

Prodor instalacija:

Prodore kroz zidove i međukatne konstrukcije treba izvesti sa slojem mineralne vune, s potpunim brtvljenjem reški i s oslanjanjem na nosače kako bi se spriječilo prenošenje strukturalne buke i vibracija.

Oprema i uređaji:

Sva oprema i uređaji koji stvaraju prekomjerne vibracije, moraju se ugraditi na način da se spriječi prenošenje vibracija i strukturne buke na konstrukciju građevine. Ugradnju izvršiti preko vibroizolatora (isporučitelj opreme). Mjerenjem od strane ovlaštene osobe, mora se dokazati da je ugradnja izvršena u skladu s propisima.

7. FASADNI ZID OD ARMIRANOG BETONA, oznaka II

7.1 Materijal sloja (iznutra prema van)

- vapneno-cementna žbuka	1,00 cm
- armirani beton	20,00 cm
- polimer-cementno ljepilo	0,40 cm
- mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162 (kao Knauf Insulation FKL)	20,00 cm
- polimer-cementna žbuka, armirana mrežicom od staklenih vlaknaca	0,40 cm
- završna dekorativna obrada (npr. silikonska žbuka)	0,30 cm

7.2 Proračun i ocjena zvučne izolacije

Proračun će se izvršiti prema citiranom DIN-u.

Površinska masa građevinske konstrukcije promatrane kao akustički jednostruke je

$$M = 0.20 \times 2300 = 460 \text{ kg/m}^2$$

Približna vrijednost ponderirane zvučne izolacije samog betonskog elementa iznosi

$$R_w = 51 \text{ dB.}$$

Ostali slojevi zida mogu još povećati vrijednost zvučne izolacije.

Prema Pravilniku o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 46/08) i Pravilniku o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave, dopuštena ocjenska ekvivalentna razina (vanjske) buke u prostoru centra iznosi 35 dB(A) (najstroži zahtjev). Navedeni uvjet zadovoljava razina vanjske buke do:

$$L = 51 + 35 - 5 = 81 \text{ dB(A).}$$

S obzirom na lokaciju predmetne građevine, vanjska komunalna buka sigurno će biti znatno manja od gore izračunate najveće još dopuštene vrijednosti. Slijedi stoga da projektirana građevinska konstrukcija ZADOVOLJAVA u pogledu zvučne izolacije od zračnog zvuka za smjer širenja zvuka izvana prema unutra.

8. FASADNI ZID OD ARMIRANOG BETONA, oznaka Ia

8.1 Materijal sloja (iznutra prema van)

- boja za beton	
- armirani beton	25,00 cm
- polimer-cementno ljepilo	0,40 cm
- mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	15,00 cm
- polimer-cementna žbuka, armirana mrežicom od staklenih vlaknaca	0,40 cm
- završna dekorativna obrada (npr. silikonska žbuka)	0,30 cm

8.2 Proračun i ocjena zvučne izolacije

Proračun će se izvršiti prema citiranom DIN-u.

Površinska masa građevinske konstrukcije promatrane kao akustički jednostruke je

$$M = 0.25 \times 2300 = 575 \text{ kg/m}^2$$

Približna vrijednost ponderirane zvučne izolacije samog betonskog elementa iznosi

$$R_w = 51 \text{ dB.}$$

Ostali slojevi zida mogu još povećati vrijednost zvučne izolacije.

Prema Pravilniku o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 46/08) i Pravilniku o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave, dopuštena ocjenska ekvivalentna razina (vanjske) buke u prostoru zgrade iznosi 35 dB(A). Navedeni uvjet zadovoljava razina vanjske buke do:

$$L = 51 + 35 - 5 = 81 \text{ dB(A).}$$

S obzirom na lokaciju predmetne građevine, vanjska komunalna buka sigurno će biti znatno manja od gore izračunate najveće još dopuštene vrijednosti. Slijedi stoga da projektirana građevinska konstrukcija ZADOVOLJAVA u pogledu zvučne izolacije od zračnog zvuka za smjer širenja zvuka izvana prema unutra.

9. UNUTARNJI ARMIRANO-BETONSKI ZID, oznaka IIb

9.1 Materijal sloja

- vapneno-cementna žbuka	2,00 cm
- armirani beton	20,00 cm
- vapneno-cementna žbuka	2,00 cm

9.2 Proračun i ocjena zvučne izolacije

Proračun će se izvršiti prema citiranom DIN-u.

Površinska masa građevinske konstrukcije promatrane kao akustički jednostruke je

$$M = 0.20 \times 2300 + 2 \times 30 = 520 \text{ kg/m}^2$$

Približna vrijednost ponderirane zvučne izolacije zida od betona iznosi

$$R_W = 55 \text{ dB} > R_{W,\min} = 52 \text{ dB}.$$

Slijedi da projektirana građevinska konstrukcija ZADOVOLJAVA u pogledu zvučne izolacije od zračnog zvuka za projektom predviđene namjene susjednih prostora.

10. UNUTARNJI ARMIRANO-BETONSKI ZID, oznaka IIc

10.1 Materijal sloja

- vapneno-cementna žbuka	2,00 cm
- armirani beton	20,00 cm
- vapneno-cementna žbuka	2,00 cm
- mineralna vuna	5,00 cm
- dvostruka gipskartonska ploča 2x1,25	2,50 cm

10.2 Proračun i ocjena zvučne izolacije

Proračun će se izvršiti prema citiranom DIN-u.

Površinska masa građevinske konstrukcije promatrane kao akustički jednostruke je

$$M = 0.20 \times 2300 + 2 \times 30 = 520 \text{ kg/m}^2$$

Približna vrijednost ponderirane zvučne izolacije zida od betona iznosi 55 dB, dodatna zvučna izolacija prema dobavljaču za 5 cm filca Akusto (min. Vuna) iznosi 1 dB po 1 cm debljine

$$R_W = 55 \text{ dB} + 5 > R_{W,\min} = 57 \text{ dB}.$$

Slijedi da projektirana građevinska konstrukcija ZADOVOLJAVA u pogledu zvučne izolacije od zračnog zvuka za projektom predviđene namjene susjednih prostora (prema dizalu) .

11. UNUTARNJI ZID POMOĆNIH PROSTORA, oznaka IV

11.1 Materijal sloja

pregradni zid Knauf tip W112 – jednostruka konstrukcija obostrano dvostruka obloga, ukupne debljine 15 cm, sastava:

-gipskartonska ploča	1,25 cm
-gipskartonska ploča	1,25 cm
-mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162, između nosivih profila CW100	10,00 cm
-gipskartonska ploča	1,25 cm
-gipskartonska ploča	1,25 cm

11.2 Proračun i ocjena zvučne izolacije

Zid se mora izvesti prema uputama i detaljima proizvođača, sa zrakonepropusnim reškama i bandažiranjem spojeva.

Prema podacima proizvođača (Knauf) zvučna izolacija ovih pregradnih stijena iznosi:

$$R_W = 55 - 5 = 50 \text{ dB} > R_{W,\min} = 44 \text{ dB}.$$

Slijedi da projektirana građevinska konstrukcija ZADOVOLJAVA u pogledu zvučne izolacije od zračnog zvuka za projektom predviđenu namjenu susjednih prostorija.

12. UNUTARNJI PREGRADNI ZID OD GIPSKARTONSKIH PLOČA, oznaka V

12.1 Materijal sloja

pregradni zid Knauf tip W115 – dvostruka konstrukcija, obostrano dvostruka obloga, ukupne debljine 16.25 cm, sastava:

-gipskartonska ploča	1,25 cm
-gipskartonska ploča	1,25 cm
-mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162, između nosivih profila CW50	5,00 cm
-gipskartonska ploča	1,25 cm
-mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162, između nosivih profila CW50	5,00 cm
-vodootporna impregnirana gipskartonska ploča	1,25 cm
-vodootporna impregnirana gipskartonska ploča	1,25 cm

12.2 Proračun i ocjena zvučne izolacije

Zid se mora izvesti prema uputama i detaljima proizvođača, sa zrakonepropusnim reškama i bandažiranjem spojeva.

Prema podacima proizvođača (Knauf) zvučna izolacija ovih pregradnih stijena iznosi:

$$R_W = 60 - 5 = 55 \text{ dB} > R_{W,\min} = 52 \text{ dB}.$$

Površinska masa obodnih konstrukcija veća je od 300 kg/m².

Slijedi da projektirana građevinska konstrukcija ZADOVOLJAVA u pogledu zvučne izolacije od zračnog zvuka za projektom predviđenu namjenu susjednih prostorija.

13. UNUTARNJI PREGRADNI ZID OD GIPSKARTONSKIH PLOČA, oznaka Va

13.1 Materijal sloja

pregradni zid Knauf tip W112 – jednostruka konstrukcija obostrano dvostruka obloga, ukupne debljine 15 cm, sastava:

-gipskartonska ploča	1,25 cm
-gipskartonska ploča	1,25 cm
-mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162, između nosivih profila CW100	10,00 cm
-gipskartonska ploča	1,25 cm
-gipskartonska ploča	1,25 cm

13.2 Proračun i ocjena zvučne izolacije

Zid se mora izvesti prema uputama i detaljima proizvođača, sa zrakonepropusnim reškama i bandažiranjem spojeva.

Prema podacima proizvođača (Knauf) zvučna izolacija ovih pregradnih stijena iznosi:

$$R_W = 57 - 5 = 52 \text{ dB} = R_{W,\min} = 52 \text{ dB}.$$

Slijedi da projektirana građevinska konstrukcija ZADOVOLJAVA u pogledu zvučne izolacije od zračnog zvuka za projektom predviđenu namjenu susjednih prostorija.

14. UNUTARNJI PREGRADNI ZID OD GIPSKARTONSKIH PLOČA, oznaka VI

14.1 Materijal sloja

pregradni zid Knauf tip W112 – jednostruka konstrukcija obostrano dvostruka obloga, ukupne debljine 12.5 cm, sastava:

-vodootporna impregnirana gipskartonska ploča	1,25 cm
-vodootporna impregnirana gipskartonska ploča	1,25 cm
-mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162, između nosivih profila CW50	5,00 cm
-vodootporna impregnirana gipskartonska ploča	1,25 cm
-vodootporna impregnirana gipskartonska ploča	1,25 cm

14.2 Proračun i ocjena zvučne izolacije

Zid se mora izvesti prema uputama i detaljima proizvođača, sa zrakonepropusnim reškama i bandažiranjem spojeva.

Prema podacima proizvođača (Knauf) zvučna izolacija ovih pregradnih stijena iznosi:

$$R_W = 51 - 5 = 46 \text{ dB} > R_{W,\min} = 44 \text{ dB}.$$

Površinska masa obodnih konstrukcija veća je od 300 kg/m².

Slijedi da projektirana građevinska konstrukcija ZADOVOLJAVA u pogledu zvučne izolacije od zračnog zvuka za projektom predviđenu namjenu susjednih prostorija.

15. POD NA TLU-PODRUM, oznaka P1 P2

15.1 Materijal sloja (odozgo prema dolje)

- keramičke pločice	0,80 cm
- sloj za izravnanje podloge	
- plivajući armirani cementni estrih	6,00 cm
- polietilen 0,15 mm	0,015 cm
- ekspandirani polistiren (EPS) prema HRN EN 13163	12,00 cm
- elastificirani ekspandirani polistiren (EPS) prema HRN EN 13163	3,00 cm
- temeljna ploča	50,00 cm
- zaštita hidroizolacije, beton	5,00 cm
- polimer-bitumenska traka s uloškom staklene tkanine, dva sloja	0,80 cm
- hladni bitumenski prednamaz	
- betonska podloga	10,00 cm
- zbijeni šljunak	20,00 cm

15.2 Ocjena zvučne izolacije

S obzirom na višeslojnost podne konstrukcije, elastični element u konstrukciji poda i namjenu prostora ocjenjuje se da projektirani pod potpuno zadovoljava u pogledu izolacije od zvuka udara.

16. MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA, oznaka P5 P6

16.1 Materijal sloja (odozgo prema dolje)

- keramičke pločice	1,00 cm
- plivajući armirani cementni estrih	6,00 cm
- polietilen 0,15 mm 2x	0,015 cm
- elastificirani ekspanzirani polistiren (EPS) prema HRN EN 13163	2,00 cm
- armirano betonska ploča	20,00 cm
- zračni sloj	
- spuštenu strop	

16.2 Proračun i ocjena zvučne izolacije

Proračun će se izvršiti prema citiranom DIN-u.

Površinska masa nosive stropne konstrukcije iznosi:

$$M = 0.20 \times 2300 = 460 \text{ kg/m}^2$$

Približna vrijednost ponderirane zvučne izolacije stropne konstrukcije s plivajućim podom iznosi

$$R_W = 58 \text{ dB} > R_{W,\min} = 52 \text{ dB ili } 57 \text{ dB.}$$

Površinska masa bočnih konstrukcija veća je od 300 kg/m².

Slijedi da projektirana građevinska konstrukcija ZADOVOLJAVA u pogledu zvučne izolacije od zračnog zvuka za sve namjene susjednih prostorija.

Dinamički modul elastičnosti elastificiranog polistirena treba biti manji od 0.2 MN/m², koju vrijednost u pravilu ovaj materijal i ima. Dinamička krutost elastičnog sloja elastificiranog polistirena iznosi:

$$s' = 0.6 / 0.02 = 30 \text{ MN/m}^3$$

Površinska masa plivajućeg estriha je:

$$M = 0.06 \times 2100 = 126 \text{ kg/m}^2 > 70 \text{ kg/m}^2$$

Prema tablici 17 iz Beiblat 1 poboljšanje izolacije zvuka udara radi izvedbe plivajućeg poda iznosi:

$$\Delta L_W = 26 \text{ dB.}$$

Vlastita frekvencija plivajućeg estriha iznosi:

$$f_0 = 160 \sqrt{s' / m'}$$

$$f_0 = 160 \sqrt{30 / 168} = 67,6 \text{ Hz} < 100 \text{ Hz}$$

Projektirana građevinska konstrukcija ZADOVOLJAVA u pogledu zvučne izolacije od udarnog zvuka za projektom predviđene namjene susjednih prostorija.

17. MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA, oznaka P7

17.1 Materijal sloja (odozgo prema dolje)

- podna obloga od kaučuka (kao Noraplan, Freudenberg)	0,35 cm
- podna obloga od sintetskog kaučuka (kao Noraplan, Freudenberg)	0,30 cm
- sloj za izravnjanje podloge	
- plivajući armirani cementni estrih	7,00 cm
- polietilen 0,15 mm	0,015 cm
- elastificirani ekspanzirani polistiren (EPS) prema HRN EN 13163	2,00 cm
- armirano betonska ploča	20,00 cm
- polimer-cementno ljepilo	0,40 cm
- mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	5,00 cm
- polimer-cementno ljepilo	0,40 cm

17.2 Proračun i ocjena zvučne izolacije

Dinamički modul elastičnosti elastificiranog polistirena treba biti manji od 0.2 MN/m^2 , koju vrijednost u pravilu ovaj materijal i ima. Dinamička krutost elastičnog sloja elastificiranog polistirena iznosi:

$$s' = 0.6/0.02 = 30 \text{ MN/m}^3$$

Površinska masa plivajućeg estriha je:

$$M = 0.08 \times 2100 = 168 \text{ kg/m}^2 > 70 \text{ kg/m}^2$$

Prema tablici 17 iz Beiblat 1 poboljšanje izolacije zvuka udara radi izvedbe plivajućeg poda iznosi:

$$\Delta L_W = 26 \text{ dB}$$

Ocjenjuje se da projektirani pod potpuno zadovoljava u pogledu izolacije od zvuka udara.

18. MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA, oznaka P8

18.1 Materijal sloja (odozgo prema dolje)

- laminat	1,20 cm
- plivajući armirani cementni estrih	6,00 cm
- polietilen 0,15 mm	0,015 cm
- elastificirani ekspanzirani polistiren (EPS) prema HRN EN 13163	2,00 cm
- armirano betonska ploča	20,00 cm
- zračni sloj	40,0 cm
- spuštteni strop, gipskartonske ploče	1,25 cm

18.2 Proračun i ocjena zvučne izolacije

Proračun će se izvršiti prema citiranom DIN-u.

Površinska masa nosive stropne konstrukcije iznosi:

$$M = 0.20 \times 2300 + 0.06 \times 2000 = 580 \text{ kg/m}^2$$

Sloj elastificiranog polistirena EPS T je zvučna i toplinska izolacija. Polagati u dva sloja s izmaknutim spojevima. Spušteni strop od gips kartonskih ploča, punih ili akustičkih perforiranih ploča, tvornički kaširanih staklenim voalom. Knauf spuštene stropove izvesti u svemu prema detaljima i uputi proizvođača.

Približna vrijednost ponderirane zvučne izolacije stropne konstrukcije s plivajućim podom iznosi

$$R_W = 58 \text{ dB} > R_{W,\min} = 52 \text{ dB ili } 57 \text{ dB}$$

Približna vrijednost ponderirane zvučne izolacije stropne konstrukcije s plivajućim podom i spuštenim stropom iznosi

$$R_W = 61 \text{ dB} > R_{W,\min} = 60 \text{ dB}$$

Površinska masa bočnih konstrukcija veća je od 300 kg/m^2 .

Slijedi da projektirana građevinska konstrukcija ZADOVOLJAVA u pogledu zvučne izolacije od zračnog zvuka za sve namjene susjednih prostorija.

Prema tablici 16 razina udarnog zvuka same nosive stropne konstrukcije iznosi:

$$L_{n,W,eq} = 71 \text{ dB}$$

Potrebno poboljšanje izolacije od udarnog zvuka iznosi:

$$\Delta L_{W,\min} = L_{n,W,eq} + 2 - L_{n,W,\max}$$

$$\Delta L_{W,\min} = 71 + 2 - (68-5) = 10 \text{ dB}$$

odnosno,

$$\Delta L_{W,\min} = 71 + 2 - (63-5) = 15 \text{ dB}$$

U gornjem izrazu 5 dB oduzeto je stoga što se zahtjev iz naših propisa odnosi na razinu udarnog zvuka u oktavnim pojasevima, a metodologija iz DIN-a se odnosi na tercne pojaseve frekvencija.

Dinamički modul elastičnosti elastificiranog polistirena treba biti manji od 0.6 MN/m^2 , koju vrijednost u pravilu ovaj materijal i ima. Dinamička krutost elastičnog sloja elastificiranog polistirena iznosi:

$$s' = 0.6/0.02 = 30 \text{ MN/m}^3$$

Površinska masa plivajućeg estriha je:

$$m' = 0.08 \times 2100 = 168 \text{ kg/m}^2 > 70 \text{ kg/m}^2$$

Prema tablici 17, red 2 iz Beiblat 1, poboljšanje izolacije zvuka udara radi izvedbe plivajućeg poda iznosi:

$$\Delta L_W = 26 \text{ dB} > \Delta L_{W,\min} = 10 \text{ dB ili } 15 \text{ dB.}$$

Vlastita frekvencija plivajućeg estriha iznosi:

$$f_0 = 160 \sqrt{s' / m'}$$

$$f_0 = 160 \sqrt{30 / 168} = 67,6 \text{ Hz} < 100 \text{ Hz}$$

Projektirana građevinska konstrukcija ZADOVOLJAVA u pogledu zvučne izolacije od udarnog zvuka za projektom predviđene namjene susjednih prostorija.

19. MEĐUKATNA KONSTRUKCIJA, oznaka P8a P6a

19.1 Materijal sloja (odozgo prema dolje)

- plivajući armirani cementni estrih	6,00 cm
- polietilen 0,15 mm	0,015 cm
- elastificirani ekspanzirani polistiren (EPS) prema HRN EN 13163	2,00 cm
- armirano betonska ploča	20,00 cm
- polimer-cementno ljepilo	0,40 cm
- mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162	5,00 cm
- polimer-cementno ljepilo	0,40 cm
- zračni sloj	
- spuštene strop, gipskartonske ploče	1,25 cm

19.2 Proračun i ocjena zvučne izolacije

Proračun će se izvršiti prema citiranom DIN-u.

Površinska masa nosive stropne konstrukcije iznosi:

$$M = 0.20 \times 2300 + 0.06 \times 2000 = 580 \text{ kg/m}^2$$

Sloj elastificiranog polistirena EPS T je zvučna i toplinska izolacija. Polagati u dva sloja s izmaknutim spojevima. Spušteni strop od gips kartonskih ploča, punih ili akustičkih perforiranih ploča, tvornički kaširanih staklenim voalom. Knauf spuštene stropove izvesti u svemu prema detaljima i uputi proizvođača.

Približna vrijednost ponderirane zvučne izolacije stropne konstrukcije s plivajućim podom iznosi

$$R_W = 58 \text{ dB} > R_{W,\min} = 52 \text{ dB ili } 57 \text{ dB.}$$

Približna vrijednost ponderirane zvučne izolacije stropne konstrukcije s plivajućim podom i spuštenim stropom iznosi

$$R_W = 61 \text{ dB} > R_{W,\min} = 60 \text{ dB.}$$

Površinska masa bočnih konstrukcija veća je od 300 kg/m².

Slijedi da projektirana građevinska konstrukcija ZADOVOLJAVA u pogledu zvučne izolacije od zračnog zvuka za sve namjene susjednih prostorija.

Prema tablici 16 razina udarnog zvuka same nosive stropne konstrukcije iznosi:

$$L_{n,W,eq} = 71 \text{ dB}$$

Potrebno poboljšanje izolacije od udarnog zvuka iznosi:

$$\Delta L_{W,\min} = L_{n,W,eq} + 2 - L_{n,W,\max}$$

$$\Delta L_{W,\min} = 71 + 2 - (68-5) = 10 \text{ dB}$$

odnosno,

$$\Delta L_{W,\min} = 71 + 2 - (63-5) = 15 \text{ dB}$$

U gornjem izrazu 5 dB oduzeto je stoga što se zahtjev iz naših propisa odnosi na razinu udarnog zvuka u oktavnim pojasevima, a metodologija iz DIN-a se odnosi na terčne pojaseve frekvencija.

Dinamički modul elastičnosti elastificiranog polistirena treba biti manji od 0.6 MN/m², koju vrijednost u pravilu ovaj materijal i ima. Dinamička krutost elastičnog sloja elastificiranog polistirena iznosi:

$$s' = 0.6 / 0.02 = 30 \text{ MN/m}^3$$

Površinska masa plivajućeg estriha je:

$$m' = 0.08 \times 2100 = 168 \text{ kg/m}^2 > 70 \text{ kg/m}^2$$

Prema tablici 17, red 2 iz Beiblatt 1, poboljšanje izolacije zvuka udara radi izvedbe plivajućeg poda iznosi:

$$\Delta L_W = 26 \text{ dB} > \Delta L_{W,\min} = 10 \text{ dB ili } 15 \text{ dB.}$$

Vlastita frekvencija plivajućeg estriha iznosi:

$$f_0 = 160 \sqrt{s' / m'}$$

$$f_0 = 160 \sqrt{30 / 168} = 67,6 \text{ Hz} < 100 \text{ Hz}$$

Projektirana građevinska konstrukcija ZADOVOLJAVA u pogledu zvučne izolacije od udarnog zvuka za projektom predviđene namjene susjednih prostorija.

20. RAVNI KROV, oznaka R2

20.1 Materijal sloja (odozgo prema dolje)

- polimerna hidroizolacijska traka na bazi TPO, kao Ecoseal	0,18 cm
- geotekstil 300 g/m ²	
- lamelirana mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162, kao ploče DDP	10,00 cm
- lamelirana mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162, kao ploče DDP	20,00 cm
- polimer-bitumenska traka s uloškom alu folije (npr. BITALBIT AL +SV/4)	0,40 cm
- hladni bitumenski prednamaz	
- beton za pad	4-20 cm
- armirano betonska ploča	20,00 cm
- zračni sloj	
- gipskartonske ploče na metalnoj potkonstrukciji	1,25 cm

20.2 Proračun i ocjena zvučne izolacije

Proračun će se izvršiti prema citiranom DIN-u.

Površinska masa građevinske konstrukcije promatrane kao akustički jednostruke je

$$M = 0.20 \times 2300 = 460 \text{ kg/m}^2$$

Približna vrijednost ponderirane zvučne izolacije same krovne konstrukcije iznosi

$$R_W = 54 \text{ dB.}$$

Ostali slojevi krova još će povećati vrijednost zvučne izolacije za nekoliko decibela.

Prema Pravilniku o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 46/08), dopuštena ocjenska ekvivalentna razina (vanjske) buke u prostoru škole iznosi 35 dB(A) (najstroži zahtjev). Navedeni uvjet zadovoljava razina vanjske buke do:

$$L = 54 + 35 - 5 = 84 \text{ dB(A).}$$

S obzirom na lokaciju predmetne građevine, vanjska komunalna buka sigurno će biti znatno manja od gore izračunate najveće još dopuštene vrijednosti. Slijedi stoga da projektirana građevinska konstrukcija ZADOVOLJAVA u pogledu zvučne izolacije od zračnog zvuka.

21. OSTAKLJENI FASADNI ELEMENTI I UNUTARNJA VRATA

Ostakljenje fasada je izolacijsko IZO staklo, dvostruko i trostruko, dva stakla niske emeisije (Low E). Okviri su od alu profila s prekinutim toplinskim mostovima.

Za očekivanu razinu vanjske buke pred najizloženijom fasadom buduće zgrade od najviše

$$L_{RAeq} = 62 \text{ dB(A)}, \text{ na udaljenosti 6 m od prometnice}$$

te najvišu dopuštenu ocjensku ekvivalentnu razinu buke od

$$L_{RAeq} = 35 \text{ dB(A)} \text{ (najstroži kriterij),}$$

potrebna vrijednost zvučne izolacije ostakljenih dijelova fasade iznosi

$$R_W = 62 - 35 + 5 = 32 \text{ dB.}$$

Ovim se projektom zahtjeva vrijednost zvučne izolacije svih ostakljenih fasadnih elemenata od najmanje

$$R_W = 32 \text{ dB.}$$

Zvučna izolacija prozora klasa 2: Kako bi se postigla razina zvučne izolacije od 30 do 34 decibela, prozor za zaštitu od buke sastoji se od min.dvije staklene ploče od četiri milimetara širine. Između pojedinačnih ploča nalazi se 16 mm debeli sloj zraka koji se puni argonom ili drugim inertnim plinom.

Prije ugradnje ostakljenih elemenata u zgradu treba laboratorijskim mjerenjima dokazati da njihova vrijednost zvučne izolacije zadovoljava navedene zahtjeve .

Unutarnja vrata ureda i radionica prema hodnicima moraju imati vrijednost zvučne izolacije

$$R_{Wmin} = 32 \text{ dB}, \text{ osim vrata u sanitarijama i pomoćnim prostorijama.}$$

Unutarnja vrata; ulaz u stan prema hodniku moraju imati vrijednost zvučne izolacije

$$R_{Wmin} = 37 \text{ dB.}$$

22. BUKA INSTALACIJA

22.1 Strojarnica

S obzirom na instaliranu opremu, očekivana razina buke u strojarnici iznositi će najviše do 70 dB(A).

Sve instalacije koje u svom radu proizvode vibracije montirati će se preko odgovarajućih vibroizolatora kako bi se spriječilo širenje vibracija na konstrukciju zgrade. Otvori za dovod i odvod zraka snabdjeti će se odgovarajućim prigušivačima zvuka tako da razina buke instalacija ispred ovih otvora ne bude veća od 50 dB(A). Kako je prethodno pokazano, svi obodni građevni dijelovi imaju dovoljno veliku vrijednosti zvučne izolacije.

Zaključuje da nema opasnosti od ometanja okoliša centra bukom koja bi se širila iz strojarnice.

22.2 Vanjske i unutarnje jedinice

Prema Pravilniku o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04) dopuštena razina buke u zoni buke 3 iznosi tijekom dana $55 - 5 = 50 \text{ dB(A)}$, a buka unutar zgrade 35 dB(A) (najstroži zahtjev).

S obzirom na očekivanu razinu buke, prema podacima potencijalnog dobavljača opreme, i unutarnja i vanjska buka ovih uređaja je u granicama dopuštenih vrijednosti. Stoga se zaključuje da nema opasnosti od ometanja ni okoliša zgrade ni prostora unutar predmetne zgrade bukom od strojarske opreme.

22.3 Krovni ventilatori

Razina zvučnog tlaka ventilatora na krovu, na udaljenosti od 7 i metra od međe iznositi će:

ventilator V1, tip: GBD EC 500 T 120, dobava: $L_{WA,uk} = 51 \text{ dB(A)}$

$$L_{P,A,4m} = 51 - 20\log 4 - 11$$

$$L_{P,A,4m} = 51 - 12 - 11$$

$$L_{P,A,4m} = 28 \text{ dB(A)} < L_{P,A,dop} = 50 \text{ dB(A)}$$

ventilator V2, tip : VDW 450/4, odsis $L_{WA,uk} = 62 \text{ dB(A)} 4m$

$$L_{P,A,7m} = 62 - 20\log 7 - 11$$

$$L_{P,A,7m} = 62 - 17 - 11$$

$$L_{P,A,7m} = 34 \text{ dB(A)} < L_{P,A,dop} = 50 \text{ dB(A)}$$

Prema Pravilniku o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04) dopuštena razina buke u zoni buke 3 iznosi tijekom dana $55 - 5 = 50 \text{ dB(A)}$.

Razina buke ventilatora tip V2 nešto je veća od dopuštene vrijednosti. Ovaj ventilator smješten je na krovu tako da je širenje buke prema sjeveroistoku i jugoistoku smanjeno obzirom na udaljenost od međe, tako da nema opasnosti od ometanja bukom koja se širi od ovog izvora.

Zaključuje se da nema opasnosti od ometanja okoliša zgrade bukom krovih ventilatora.

Nakon puštanja u probni rad pojedinih instalacija, a prije početka korištenja zgrade, potrebno je provesti mjerenja buke za normalni i maksimalni režim rada i u slučaju potrebe poduzeti odgovarajuće dodatne mjere za njeno smanjenje.

22.6 Dizalica topline

dizalica topline, tip kao WSAN-XEM HW 40, dim. 340/181/180 cm $L_{WA,uk} = 67 \text{ dB(A)}$

Reverzibilna dizalica topline zrak-voda smještena je na ravnom krovu, namijenjena je za grijanje i hlađenje građevine. Izbor režima rada (grijanje ili hlađenje) vrši se manuelno a nadzor rada postrojenja vrši centralna upravljačka jedinica. Do najbliže međe je udaljena 7 m, ne predstavlja opasnost od zagađenja bukom susjednih stambenih parcela. Uz pretpostavku proizvodnje buke pri radu od max.67 dB, na toj udaljenosti buka će iznositi:

dizalica topline, tip kao WSAN-XEM HW 40, dim. 340/181/180 cm $L_{WA,uk} = 67 \text{ dB(A)}$

$$L_{7m} = 67 - 20\log 7$$

$$L_{7m} = 67 - 17$$

$$L_{7m} = 50 \text{ dB(A)} = L_{RAeq,dop} \quad 50 \text{ dB(A)} \text{ za doba dana.}$$

23. PRORAČUN VREMENA ODJEKA T_r DVORANA

Volumen dvorane je $V = 364 \text{ m}^3$, tlocrtna površina 130 m^2

Vrijeme odjeka, Sabinove formula

$$T = 0.163(V/A) = 0.163(364/130) = 0.45$$

Prema metodologiji iz knjige Fasold, W.; Veres, E.: Schallschutz und Raumakustik in der Praxis, Verlag fuer Bauwesen, Berlin, 1998. za dvoranu predviđene namjene, obujma do 1000 m^3 , optimalno srednje vrijeme odjeka između 500 i 1000 Hz iznosi oko 0,90 s. Dozvoljena odstupanja iznose $\pm 20\%$, što znači da vrijeme odjeka treba biti u granicama od 0,72 s do 1.08 s. Računski dobiveni rezultat je u okviru preporučenih vrijednosti. U tu svrhu strop nije potrebno dodatno zvučno izolirati.

Projektant:
Đurđica Bajić, dipl.ing.arh.