ELABORAT ZAŠTITE OD BUKE

S A D R Ž A J:

1. OPĆI PODACI
2. IZVORI BUKE U GRAĐEVINI I KONCEPCIJA ZAŠTITE OD BUKE
3. VANJSKI ZID, oznaka F3
4. VANJSKI ZID, oznaka F4
5. OSTALI VANJSKI ZIDOVI
6. RAZDJELNI ZID IZMEĐU POGONA (INSTALACIJSKE ETAŽE) I UREDSKOG PROSTORA, oznaka Z9
7. RAZDJELNI ZID IZMEĐU STROJARNICE I UREDSKOG PROSTORA, oznaka Z10
8. STROP IZMEĐU 1. KATA I PRIZEMLJA, oznaka S1
9. PROZIRNI FASADNI ELEMENTI UREDSKIH PROSTORA
10. ZAŠTITA OKOLIŠA OD BUKE IZ STROJARNICE

---

1. OPĆI PODACI

Računska analiza i ocjena akustičkih karakteristika građevinskih elemenata i konstrukcija predmetnog objekta izvršena je prema zahtjevima iz
-HRN U.J6.201 (1989) akustika u građevinarstvu. Tehnički uvjeti za projektiranje i građenje zgrada,
-HRN U.J6.151 (1982) akustika u građevinarstvu. Standardne vrijednosti za ocjenu zvučne izolacije,
-HRN U.J5.153 (1989) akustika u građevinarstvu. Metode izražavanja zvučne izolacije jednim brojem,
-Zakon o zaštiti od buke (NN br. 30/09),
-Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN br. 145/04),
-Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN br. 46/2008),
-DIN 4109 (1989) zvučna zaštita u visokogradnji.

Predmetna građevina je locirana u izdvojenom građevinskom području proizvodne namjene (I). Udaljenost do najbliže stambene kuće iznosi preko 50 metara.

Prema tablici 1 Pravilnika o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave, predmetna građevina se nalazi u zoni buke 5: "Zona gospodarske namjene (proizvodnja, industrija, skladišta, servisi). Za ovu zonu najviša dopuštena ocjenska razina buke imisije L_{RAeq} iznosi:

L_{RAeq} = 80 dB(A).

Na granici ove zone buka ne smije prelaziti dopuštene razine zone s kojom graniči.

Predmetna gospodarska zona, prema tablici 1 Pravilnika o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave, graniči sa zonom buke 2: "Zona namijenjena samo stanovanju i boravku". Za ovu zonu najviše dopuštene ocjenske razine buke imisije L_{RAeq} iznose:

L_{RAeq} = 55 dB(A) za dan, i
L_{RAeq} = 40 dB(A) za noć.

U predmetnoj građevini predviđen je rad u 2 smjene. Instalacije i uređaji predmetne građevine raditi će dakle i tijekom dana i tijekom noći tako da je mjerodavna dopuštena razina buke tijekom noći.

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 tehnološke radne i pomoćne prostorije:
L_{Aeq} = 65 dB(A) za buku koja potječe od proizvodnih izvora,
L_{Aeq} = 55 dB(A) za buku koja potječe od neproizvodnih izvora (ventilacija, promet,...)

-za kancelarijski prostor:
L_{Aeq} = 55 dB(A) za buku koja potječe od proizvodnih izvora,
L_{Aeq} = 45 dB(A) za buku koja potječe od neproizvodnih izvora (ventilacija, promet,...)

2. IZVORI BUKE U GRAĐEVINI I KONCEPCIJA ZAŠTITE OD BUKE

Građevina gradi namijenjena je proizvodnji pekarskih proizvoda. Mjerodavni izvor buke u građevini je strojarnica koji prema podacima proizvođača opreme proizvodi buku od do 60 dB(A).

U proizvodnom dijelu pogona većina proseca je automatizirana i ne očekuju se veće razine buke. U procesu proizvodnje nama jačih izvora buke tako da se radnim prostorima očekuje razina buke do 60 dB(A), odnosno povremeno i kratkotrajno do najviše 65 dB(A).

U uredskim prostorijama dozvoljena razina buke od proizvodnih izvora iznosi L_{eq}=55 dB(A), a od neproizvodnih izvora 45 dB(A). S obzirom na projektirane pregradne zidove te stropnu konstrukciju, kako je pokazano u nastavku, može se zaključiti da sami korisnici predmetne građevine, ali i susjedi neće biti ugroženi bukom iz same građevine. Fasadni elementi pružaju dovoljnu zaštitu od vanjske buke te zaštitu okoliša građevine od buke iz građevine. To znači da dozvoljena razina buke u građevini, a koja potječe izvana, neće biti prekoračena u kancelarijama kod vanjske buke od preko 70 dB(A). Budući da se tako visoka razina buke u okolici građevine ne očekuje zaključuje se da nema opasnosti od ometanja korisnika građevine bukom koja bi dolazila s vanjskog prostora.

Svi uređaji koji u svom radu proizvode vibracije postaviti će se na odgovarajuće gumene vibroizolatore, zadovoljavajući nosivosti, kako bi se spriječilo širenje vibracija po objektu. Otvori za usis i izbacivanje zraka snabdjeti će se odgovarajućim prigušivačima buke. Buka instalacija dodatno će se provjeriti mjerenjima tijekom probnog rada te će se u slučaju potrebe poduzeti dodatne mjere za njeno smanjenje.

Temeljem izloženog zaključuje se da projektirano rješenje građevine u potpunosti zadovoljava u pogledu zaštite od buke i vibracija.

3. VANJSKI ZID, oznaka F3

3.1
Materijal sloja

1. *gipskartonske ploče (suha žbuka), d=2,0(cm), m'=22,5 (kg/m2)*
2. *zid od blok opeke, d=25 cm, m=225 (kg/m2)*
3. *7.01 - mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162, d=12(cm), λ=0,04 (W/mK), r=0,06 (m), m'=3,5 (kg/m2)*
4. *kišna brana - paropropusna i vodoodbojna folija, d=0,1(cm), λ=0,04 (W/mK), r=0,0012 (m), m'=0,08 (kg/m2)*
5. *dobro ventilirani zračni sloj, d=5(cm), λ=0,025 (W/mK), r=0,05 (m), m'=0,05 (kg/m2)*
6. *HPL (Trespa, Max, Prodema) fasadne ploče, d=0,6(cm), λ=0,24 (W/mK), r=1,5 (m), m'=6 (kg/m2)*

3.2 Proračun i ocjena zvučne izolacije

Proračun će se izvršiti prema citiranom DIN-u.
Približna vrijednost ponderirane zvučne izolacije samog zida od opeke iznosi R_W = 46 dB. Ostali slojevi ventilirane fasade i posebno mineralna vuna značajno doprinose zvučnoj izolaciji..

Prema Pravilniku o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 46/08), dopuštena ocjenska ekvivalentna razina (vanjske) buke u kancelarijama iznosi 45 dB(A) (najstroži zahtjev). Navedeni uvjet zadovoljava razina vanjske buke do:

L = 46 + 45 – 5 = 86 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.
Vanjski zid

treba štititi i vanjski prostor (okoliš zgrade) od buke koja bi se širila iz prostora predmetne građevine. Prema Pravilniku o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04) dopuštena razina buke u zoni buke 5 iznosi tijekom dana i noći 80 – 5 = 75 dB(A). Vanjski zid F3 oblaže uredske prostore i za mjerodavnu buku računa se s bukom od pristupne prometnice i okoliša pogona.

Projektirana građevinska konstrukcija ZADOVOLJAVA u pogledu zvučne izolacije od zračnog zvuka.

4. VANJSKI ZID, oznaka F4

4.1
Materijal sloja

1. *3.03 - vapneno-cementna žbuka (1800), d=2(cm), λ=1 (W/mK), r=0,7 (m), m'=36 (kg/m2)*
2. *1.10 - šuplji blokovi od gline (900), d=25(cm), λ=0,42 (W/mK), r=2,5 (m), m'=225 (kg/m2)*
3. *dobro ventilirani zračni sloj, d=5(cm), λ=0,025 (W/mK), r=0,05 (m), m'=0,05 (kg/m2)*
4. *čelični lim, d=0,05(cm), λ=50 (W/mK), r=500 (m), m'=3,9 (kg/m2)*
5. *7.01 - mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162, d=12(cm), λ=0,04 (W/mK), r=0,12 (m), m'=3 (kg/m2)*
6. *čelični lim, d=0,06(cm), λ=50 (W/mK), r=600 (m), m'=4,68 (kg/m2)*

4.2 Proračun i ocjena zvučne izolacije

Proračun će se izvršiti prema citiranom DIN-u.

Površinska masa građevinske konstrukcije promatrane kao akustički jednostruke je

$M = 0.19x1100 + 20 = 229$ kg/m^2

Približna vrijednost ponderirane zvučne izolacije samog zida od opeke iznosi

$R_W = 46$ dB.

Ostali slojevi će značajno povećati razinu zvučne izolacije (radi vanjskih panela funkcionira kao dvostruka opruga).

Prema Pravilniku o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (NN 46/08), dopuštena ocjenska ekvivalentna razina (vanjske) buke u kancelarijama iznosi 45 dB(A) (najstroži zahtjev). Navedeni uvjet zadovoljava razina vanjske buke do:

$L = 46 + 45 – 5 = 86$ 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.
Vanjski zid

treba štititi i vanjski prostor (okoliš zgrade) od buke koja bi se širila iz prostora predmetne građevine. Prema Pravilniku o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04) dopuštena razina buke u zoni buke 5 iznosi tijekom dana i noći 80 – 5 = 75 dB(A).

Slijedi stoga da projektirana građevinska konstrukcija ZADOVOLJAVA u pogledu zvučne izolacije od zračnog zvuka i za smjer širenja zvuka iz građevine u okoliš.

Projektirana građevinska konstrukcija ZADOVOLJAVA u pogledu zvučne izolacije od zračnog zvuka.

5. OSTALI VANJSKI ZIDOVI

Ostali vanjski zidovi izvedeni su od PUR panela i MW panela debljine 12 cm. Prema deklariranim svojstvima zvučna izolacija ovakvih fasdnih sustava je približno 30dB(A).

Vanjski zidovi predmetne građevine zadovoljava u pogledu zvučne izolacije za smjer širenja zvuka izvana prema unutra i iz prostora predmetne građevine prema okolišu.

6. RAZDJELNI ZID IZMEĐU POGONA (INSTALACIJSKE ETAŽE) I UREDSKOG PROSTORA, oznaka Z9

6.1

Materijal sloja

1 *gipskartonske dvostruke ploče, d=2,5(cm), λ=0,25 (W/mK), r=0,2 (m), m'=22,5 (kg/m2)*
2 *LDS 35 parna brana, d=0,002(cm), λ=0,19 (W/mK), r=35 (m), m'=0,02 (kg/m2)*
3 *7.01 - mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162, d=12(cm), λ=0,04 (W/mK), r=0,12 (m), m'=3 (kg/m2)*
4 *1.10 - šuplji blokovi od gline (900), d=25(cm), λ=0,42 (W/mK), r=2,5 (m), m'=225 (kg/m2)*
5 *3.03 - vapneno-cementna žbuka (1800), d=2(cm), λ=1 (W/mK), r=0,7 (m), m'=36 (kg/m2)*

6.2 Proračun i ocjena zvučne izolacije

Prema podacima u literaturi, približna vrijednost ponderirane zvučne izolacije zida ovog sastava iznosi oko

R_W = 46 + 6 dB.

Za procijenjenu vrijednost zvučne izolacije zida od 52 dB pregrada zadovoljava.

7. RAZDJELNI ZID IZMEĐU POGONA (INSTALACIJSKE ETAŽE) I UREDSKOG PROSTORA, oznaka Z9

7.1

Materijal sloja

1 *čelični lim, d=0,05(cm), λ=50 (W/mK), r=500 (m), m'=3,9 (kg/m2)*
2 *gusta mineralna vuna (MW) prema HRN EN 13162, d=15(cm), λ=0,044 (W/mK), r=0,18 (m), m'=15 (kg/m2)*
3 *čelični lim, d=0,05(cm), λ=50 (W/mK), r=500 (m), m'=3,9 (kg/m2)*
4 *1.10 - šuplji blokovi od gline (900), d=25(cm), λ=0,42 (W/mK), r=2,5 (m), m'=225 (kg/m2)*
5 *3.03 - vapneno-cementna žbuka (1800), d=1(cm), λ=1 (W/mK), r=0,35 (m), m'=18 (kg/m2)*
6 *unutarnja obloga - EN 13788 Dodatak C, d=1(cm), λ=0,2 (W/mK), r=0,1 (m), m'=5,5 (kg/m2)*

7.2 Proračun i ocjena zvučne izolacije

Prema podacima u literaturi, približna vrijednost ponderirane zvučne izolacije zida ovog sastava iznosi oko

R_W = 46 + 6 dB.

Za procijenjenu vrijednost zvučne izolacije zida od 52 dB pregrada zadovoljava.

8. STROP IZMEĐU 1. KATA I PRIZEMLJA, oznaka S1

8.1

Materijal sloja (odozgo prema dolje)

1 *Parket, d=1,8(cm), λ=0,21 (W/mK), r=0,27 (m), m'=12,6 (kg/m2)*
2 *2.03 - beton (2400), d=5(cm), λ=2,5 (W/mK), r=6,5 (m), m'=120 (kg/m2)*
ethafoam 222-E folija za udarni zvuk
3 *2.01 - armirani beton (2500), d=35(cm), λ=2,6 (W/mK), r=45,5 (m), m'=875 (kg/m2)*
4 *Neprovjetravani sloj zraka - toplinski tok uvis d=300mm, d=30(cm), λ=1,875 (W/mK), r=0,3 (m), m'=0,3 (kg/m2)*
5 *čelični lim, d=0,05(cm), λ=50 (W/mK), r=500 (m), m'=3,9 (kg/m2)*
6 *7.04 - tvrda poliuretanska pjena (PUR) prema HRN EN 13165, d=10(cm), λ=0,025 (W/mK), r=6 (m), m'=3 (kg/m2)*
7 *čelični lim, d=0,05(cm), λ=50 (W/mK), r=500 (m), m'=3,9 (kg/m2)*

8.2 Proračun i ocjena zvučne izolacije

Proračun će se izvršiti prema citiranom DIN-u.

Površinska masa stropne konstrukcije promatrane kao akustički jednostruke je

$M = 1000\ kg/m^2$

Približna vrijednost ponderirane zvučne izolacije same betonske stropne konstrukcije iznosi

$R_W > 65\ dB > R_{W,min} = 60\ dB.$

Približna vrijednost ponderirane zvučne izolacije nosive stropne konstrukcije s podnom ab pločom i spuštenim stropom od panela iznosi

$R_W \geq 65\ dB \geq R_{W,min} = 60\ dB.$

Slijedi da projektirana građevinska konstrukcija ZADOVOLJAVA u pogledu zvučne izolacije od zračnog zvuka.

Prema tablici 16 razina udarnog zvuka stropne konstrukcije sa spuštenim stropom iznosi:

$L_{n,W,eq} = 67\ dB$

Potrebno poboljšanje izolacije od udarnog zvuka iznosi:

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

$\Delta L_{W,min} = 67 + 2 - (68\text{-}5) = 6\ dB$

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.

Zbog višeslojnosti podne konstrukcije ocjenjuje se da će ista sigurno prigušiti udarni zvuk više od tražene potrebne vrijednosti od 6 dB. Ocjenjuje se, stoga, da projektirana međukatna konstrukcija potpuno zadovoljava u pogledu izolacije od zvuka udara.

9. PROZIRNI FASADNI ELEMENTI UREDSKIH PROSTORA

Ostakljeni fasadni elementi su od toplinski izolirajućeg IZO stakla (dva stakla, unutrašnje niske emisije) s međuslojem zraka >12mm, u višekomornim PVC profilima ili alu profilima s prekinutim toplinskim mostom.

Za očekivanu razinu vanjske buke pred fasadom buduće zgrade od najviše

$L_{RAeq} = 70\ dB(A)$

i najvišu dopuštenu ocjensku ekvivalentnu razinu buke u radnim prostorima

$L_{RAeq} = 55\ dB(A)$, i u kancelarijama

$L_{RAeq} = 45\ dB(A)$

potrebna vrijednost zvučne izolacije prozirnih dijelova fasade iznosi

$R_W = 70 - 55 + 5 = 20\ dB.$

$R_W = 70 - 45 + 5 = 30\ dB.$

Ovim se projektom zahtjeva vrijednost zvučne izolacije od

$R_{W,min} = 30\ dB$ za sve prozore i vanjska vrata.

S projektom predviđenom izvedbom prozora i vrata može se očekivati da će zahtjev u pogledu zahtijevane vrijednosti zvučne izolacije biti zadovoljen.

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

10. ZAŠTITA OKOLIŠA OD BUKE IZ STROJARNICE

Kako je gore pokazano obodni građevni dijelovi strojarnice zadovoljavaju u pogledu zvučne izolacije za zonu buke 5 u kojoj se nalazi predmetna građevina. U nastavku će se analizirati

širenje buke iz energane prema najbližem stambenom sadržaju (zona buke 2), udaljenom oko 50 m. Analizirati će se širenje buke preko projektiranih elemenata i vanjskih vrata kao elemenata s najlošijom vrijednosti zvučne izolacije. Ako oni zadovolje onda sigurno zadovoljavaja i širenje buke preko vanjskih zidova i krova.

Očekivana najveća razina buke prostoru energane iznosi do najviše 60 dB(A). Vrijednost zvučne izolacije panelnih fasadnih elemenata i vanjskih vrata iznosi R_W = 30 dB približno kao i bravarske stavke vrata i ostakljenih elemenata.

Smanjenje razine zvučnog tlaka za udaljenost od 50 m iznosi:

$$\Delta L_s = 10\log 2 \cdot \pi \cdot s^2/S = 10\log 2 \cdot 3{,}14 \cdot 50^2/28{,}8 = 5{,}4 \text{ dB}$$

Razina zvuka na udaljenosti 50 metara od zgrade, za buku koja se širi preko prozora i vanjskih vrata, iznosi:

$$L_{500m} = L_I - R_W - 4 - \Delta L_s - \Delta L_z$$
$$L_{100m} = 60 - 30 - 4 - 5{,}4 = 20{,}6 \text{ dB(A)} < L_{dop} = 40 - 5 = 35 \text{ dB(A)}$$ za doba noći.

Zaključuje se da je razina buke koja se širi preko prozora i vrata, na granici stambene zone, u dopuštenim granicama.

U svakom slučaju, nakon puštanja u rad svih instalacija, potrebno je provesti mjerenja buke instalacija i tehnološkog procesa za normalni i maksimalni režim rada i u slučaju potrebe poduzeti odgovarajuće dodatne mjere za njeno smanjenje.