

Doprinos sistema sa gips-kartonskim pločama na zvučnu izolaciju osnovnog zida od giter bloka

Aleksandar Milenković
Laboratorija za akustiku i vibracije
Institut za ispitivanje materijala ad
Beograd, Republika Srbija
aleksandar.milenkovic@institutims.rs
0000-0002-2381-0095

Damir Savković
Laboratorija za akustiku i vibracije
Institut za ispitivanje materijala ad
Beograd, Republika Srbija
damir.savkovic@institutims.rs

Danica Boljević
Laboratorija za akustiku i vibracije
Institut za ispitivanje materijala ad
Beograd, Republika Srbija
danica.boljevic@institutims.rs
0000-0002-8702-2434

Stevka Baralić
Laboratorija za akustiku i vibracije
Institut za ispitivanje materijala ad
Beograd, Republika Srbija
ceca.baralic@institutims.rs

Abstract—Za potrebe ispitivanja zvučne izolacije različitih složenih konstrukcija osnovnog zida od glinenog bloka sa vertikalnim šupljinama u laboratorijskim uslovima u Laboratoriji za akustiku i vibracije Instituta IMS sprovedena su ispitivanja na jednom osnovnom zidu sa različitim kombinacijama obloga od mineralne vune i gips-kartonskih ploča sa jedne i sa obe strane osnovnog zida. Ispitivanja su sprovedena u serijama prilikom instalacije svake od obloga kako bi se pratile merodavne vrednosti izolacionih moći u različitim fazama instalacije, a sve u cilju da se vidi koliki je doprinos zvučnoj izolaciji dodavanje različitih slojeva u sistemu sa mineralnom vunom i gips-kartonskim pločama na osnovnu konstrukciju zida od glinenog bloka. Takođe, u nekoj od faza instalacije analiziran je i uticaj položaja obloge u odnosu na položaj izvora zvuka, a dat je i primer dodavanja sloja maltera u svrhu ilustracije njegovog uticaja na zvučnu izolaciju kada se nalazi u sistemu sa gips-kartonskim pločama.

Ključne reči—zvučna izolacija, izolacija od vazdušnog zvuka, merodavna vrednost izolacione moći, zid, giter blok, gips-kartonske ploče, malter

I. UVOD

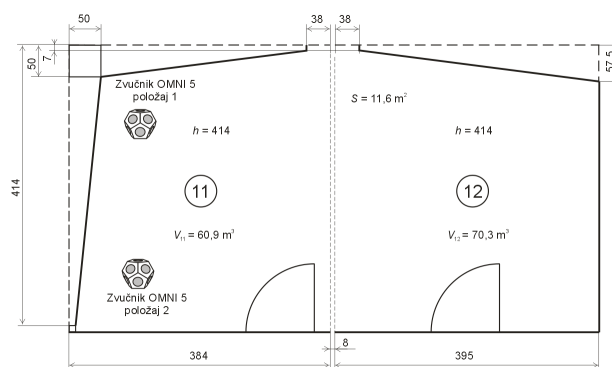
Ispitivanja, čiji će rezultati biti prezentovani u radu, sprovedena su u laboratorijskim uslovima, u posebnim ispitnim prostorijama (komorama) Laboratorije za akustiku i vibracije Instituta IMS u Beogradu, izrađenim za datu namenu, bez bočnog provođenja zvuka (sa fugama koje razdvajaju prostor između njih), a koje u svemu zadovoljavaju zahteve za ispitnim prostorima u kojima se vrše laboratorijska ispitivanja zvučne izolacije u građevinskoj akustici [1]. Izgled ovih komora u horizontalnom preseku sa označenim mestom između njih u koji se ugrađuje ispitni uzorak prikazan je na Sl. 1.

Ispitni uzorak je ugrađen u ispitni otvor tako da se uzorak nalazi na strani predajne prostorije (komore u kojoj se nalazi zvučnik) sa vidljivom fugom iz prijemne prostorije (komore).

Ispitivanje nivoa zvučnog pritiska je izvršeno za dva položaja zvučnika u predajnoj prostoriji u po šest mernih tačaka (pozicija mikrofona) u predajnoj i prijemnoj prostoriji, a izmerene vrednosti nivoa zvučnog pritiska su logaritamski

usrednjene kako bi se dobile vrednosti nivoa zvučnog pritiska u predajnoj i prijemnoj prostoriji potrebnih za proračun zvučne izolacione moći. Vreme reverberacije u prijemnoj prostoriji kao parametar koji je potrebno izmeriti u svrhu određivanja izolacione moći je izvršeno za dva položaja zvučnika u tri merne tačke (pozicije mikrofona) sa snimanjem po dva zapisa krive opadanja nivoa zvuka za svaku mernu tačku te je na osnovu dvanaest krivih opadanja određena srednja vrednost vremena reverberacije potrebna za proračun. Ispitni uzorak je bio površine $11,6 \text{ m}^2$, a zapremine ispitnih komora $60,86 \text{ m}^3$ (predajna komora, komora sa oznakom 11) i $70,33 \text{ m}^3$ (prijemna komora, komora sa oznakom 12). Ispitivanje je izvršeno u frekventijskom opsegu od 100 Hz do 5000 Hz, a merodavna vrednost izolacione moći (jednbrojna vrednost) određena je u frekventijskom opsegu od 100 Hz do 3150 Hz.

U radu su prikazani rezultati izolacione moći po frekvencijama, $R(f)$, kao i merodavna (jednbrojna) vrednost izolacione moći, R_w za svaku od pregradnih konstrukcija od interesa.

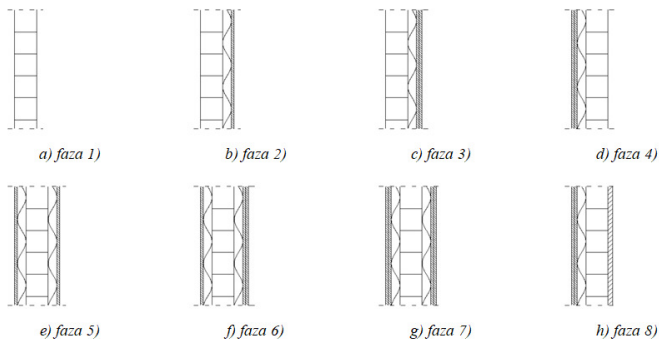


Sl. 1. Ispitne prostorije u horizontalnom preseku

II. PREDMET ISPITIVANJA

III. PREDMET ISPITIVANJA

Uzorak zida ugrađen je u ispitni otvor tako da su na osnovni zid od giter bloka debljine 10 cm (GB10) dodavani slojevi i sa jedne i sa druge strane zida. Fotografije faza instalacije zida prikazane su na Sl. 2. Na fotografijama su date skice slojeva (sistema) od gips-kartonskih ploča (GKP) i mineralne vune (MV) odnosno maltera (M).



Sl. 2 Faze instalacije zida

Giter blok je klasični glineni blok sa vertikalnim šupljinama), proizvođača IGM Mladost, bruto zapremnske mase $818,4 \text{ kg/m}^3$ sa procentom šupljina 58%, a gips-kartonske ploče su standardne ploče površinske mase $8,5 \text{ kg/m}^2$.

Ispitivanja zida su izvršena u osam faza sa sledećim opisima konstrukcije zida:

F1. GB10: zid od giter-bloka debljine $d = 100 \text{ mm}$,

F2. GB10+MV4+GKP1,25: GB10 sa dodatom oblogom koja se sastoji od mineralne vune debljine $d = 40 \text{ mm}$ i jednog sloja gips-kartonskih ploča debljine $d = 12,5 \text{ mm}$ sa strane osnovnog zida prema prijemnoj prostoriji ukupne debljine 162,5 mm,

F3. GB10+MV4+2GKP1,25: GB10 sa dodatom oblogom koja se sastoji od kamene vune debljine $d = 40 \text{ mm}$ i dva sloja gips-kartonskih ploča debljine $d = 2 \times 12,5 \text{ mm}$ sa strane osnovnog zida prema prijemnoj prostoriji ukupne debljine 175 mm,

F4. 2GKP1,25+MV4+GB10: GB10 sa dodatom oblogom koja se sastoji od kamene vune debljine $d = 40 \text{ mm}$ i dva sloja gips-kartonskih ploča debljine $d = 2 \times 12,5 \text{ mm}$ sa strane osnovnog zida prema predajnoj prostoriji ukupne debljine 175 mm,

F5. GKP1,25+MV4+GB10+MV4+GKP1,25: GB10 sa dodatim oblogama koje se sastoje od kamene vune debljine $d = 40 \text{ mm}$ i jednog sloja gips-kartonskih ploča debljine $d = 12,5 \text{ mm}$ sa obe strane osnovnog zida ukupne debljine 225 mm,

F6. GKP1,25+MV4+GB10+MV4+2GKP1,25: GB10 sa dodatim oblogama koje se sastoje od kamene vune debljine $d = 40 \text{ mm}$ i jednog sloja gips-kartonskih ploča debljine $d = 12,5 \text{ mm}$ sa strane osnovnog zida prema predajnoj prostoriji i od kamene vune debljine $d = 40 \text{ mm}$ i dva sloja gips-kartonskih ploča debljine $d = 2 \times 12,5 \text{ mm}$ sa strane osnovnog zida prema prijemnoj prostoriji ukupne debljine 237,5 mm,

F7. 2GKP1,25+MV4+GB10+MV4+2GKP1,25: GB10 sa dodatim oblogama koje se sastoje od kamene vune debljine $d = 40 \text{ mm}$ i dva sloja gips-kartonskih ploča debljine $d = 2 \times 12,5 \text{ mm}$ sa obe strane osnovnog zida ukupne debljine 250 mm i

F8. 2GKP1,25+MV4+GB10+MV4+M2: GB10 sa dodatim oblogama koje se sastoje od kamene vune debljine $d = 40 \text{ mm}$ i dva sloja gips-kartonskih ploča debljine $d = 2 \times 12,5 \text{ mm}$ sa strane osnovnog zida prema predajnoj prostoriji i od sloja maltera $d = 20 \text{ mm}$ sa strane osnovnog zida prema prijemnoj prostoriji ukupne debljine 195 mm.

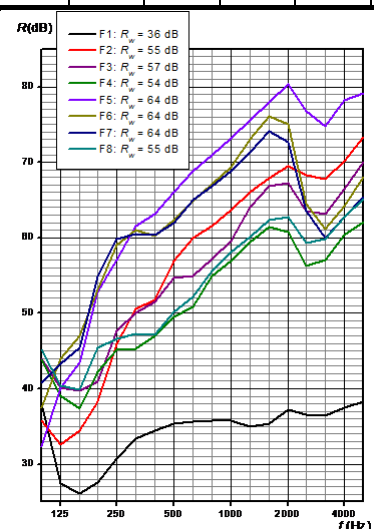
IV. PRIKAZ REZULTATA ISPITIVANJA

Rezultati ispitivanja prikazani u radu su dati prema ispitnim fazama i označeni osnovnom konstrukcijom (GB10) i dodatim gips-kartonskim sistemom sa mineralnom vunom (GKP, MV) odnosno malterom (M) kako je opisano u tekstu.

Izmerene vrednosti zvučne izolacione moći za osnovni zid GB10 i dodate sisteme obloge su prikazani uporedno u Tabeli I i na dijagramu na Sl. 3.

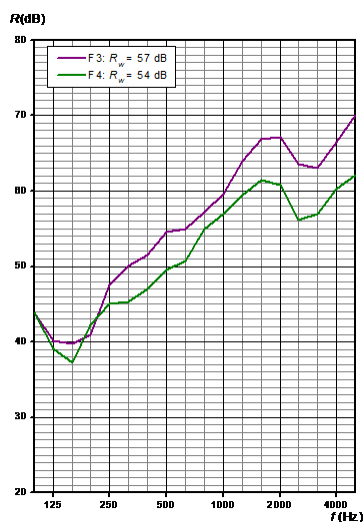
TABELA I. IZMERENE VREDNOSTI ZVUČNE IZOLACIONE MOĆI U ZAVISNOSTI OD VRSTE OBLOGE

f (Hz)	R (dB)							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
100	38,0	35,8	43,9	43,8	32,3	37,5	40,8	45,1
125	27,4	32,6	40,1	39,1	40,1	44,0	43,3	40,4
160	26,1	34,4	39,7	37,3	43,4	47,0	45,4	39,9
200	27,6	38,2	40,9	42,3	52,8	53,1	54,8	45,4
250	30,7	46,0	47,6	45,1	57,1	59,1	59,8	46,6
315	33,4	50,6	50,1	45,3	61,6	61,0	60,5	47,3
400	34,4	51,8	51,5	47,0	63,1	60,2	60,4	47,1
500	35,3	56,9	54,6	49,5	66,1	62,4	61,9	50,2
630	35,6	60,0	55,0	50,8	68,8	64,9	65,0	52,2
800	35,7	61,6	57,2	55,0	71,0	67,1	66,8	55,6
1000	35,7	63,7	59,6	56,9	73,2	69,3	68,9	58,1
1250	34,9	66,1	64	59,5	75,6	73,1	71,3	60,1
1600	35,4	67,9	66,9	61,4	77,9	76,1	74,1	62,3
2000	37,2	69,5	67,2	60,8	80,3	75,1	72,7	62,7
2500	36,6	68,3	63,6	56,2	76,7	64,5	63,5	59,3
3150	36,4	67,8	63,1	57,0	74,8	61,2	59,9	59,8
4000	37,5	70,1	66,5	60,3	78,2	64,2	62,7	62,8
5000	38,3	73,3	70	62,1	79,2	68,1	65,4	65,1
R_w	36	55	57	54	64	64	64	55

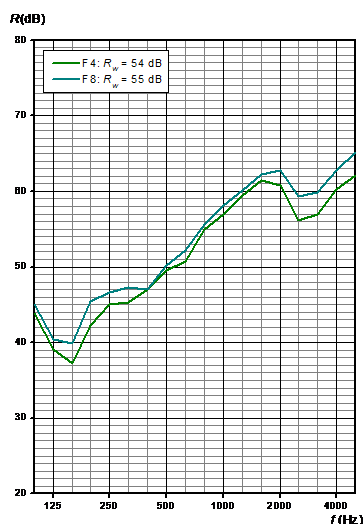


Sl. 3 Izmerene vrednosti zvučne izolacione moći u zavisnosti od vrste obloge

Na dijagramima na Sl. 4, Sl. 5 i Sl. 6 dati su uporedni rezultati po karakterističnim fazama koje su interesantne za analizu.



Sl. 4 Karakteristični dijagram: izmerene vrednosti zvučne izolacione moći u zavisnosti od mesta pobude



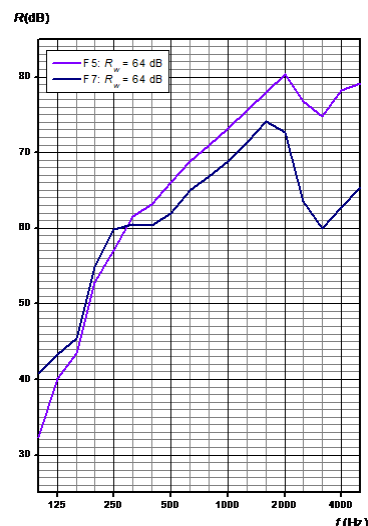
Sl. 5 Karakteristični dijagram: izmerene vrednosti zvučne izolacione moći u zavisnosti od tipa završnog sloja

V. KOMENTAR NA DOBIJENE REZULTATE ISPITIVANJA

S obzirom na to da je ispitivanje zvučne izolacije sprovedeno po fazama parcijalni rezultati ispitivanja pokazuju očekivani trend porasta (poboljšanja) merodavne (jednobrajne) vrednosti izolacione moći dodavanjem slojeva na osnovnu konstrukciju zida.

Merenjem izolacione moći zida u prvoj fazi (1) dobijena je očekivana vrednost merodavne izolacione moći $R_w = 36$ dB.

Dodavanjem slojeva u fazama (2) i (3) dobijeno je poboljšanje merodavne izolacione moći od 19 dB kada se doda sistem sa jednom gips-kartonskom pločom ($R_w = 55$ dB) odnosno 21 dB kada se doda sistem sa dve gips-kartonske ploče ($R_w = 57$ dB).



Sl. 6 Karakteristični dijagram: izmerene vrednosti zvučne izolacione moći u zavisnosti od broja gips-kartonskih ploča

Ipak, u fazama 3) i 4) za nominalno isti zid dobijene su vrednosti izolacione moći koje se razlikuju za 3 dB ($R_w = 57$ dB i $R_w = 54$ dB, respektivno). Ovde se desila pojava da se dodavanjem obloge u sistemu sa strane prijemne prostorije dobija veće poboljšanje zvučne izolacije nego dodavanje iste obloge sa strane predajne prostorije (sa strane koja je izložena zvuku).

S obzirom na to da nije dobijena visoka vrednost izolacione moći u prvoj fazi svako dobijeno poboljšanje je značajno jer ono pokazuje da se dodavanjem lake konstrukcije (kamena vuna i gips-kartonske ploče) na homogenu konstrukciju (zid od bloka) postiže da se vrednosti zvučne izolacije značajno povećaju što za posledicu ima da se, kada je u pitanju izolacija od vazdušnog zvuka, ne moraju izrađivati suviše debeli masivni zidovi koji zauzimaju znatne zapremine prostora već se isti efekat dobija izradom tanjeg masivnog zida i dodavanjem slojevite lake konstrukcije.

I na kraju, a što je posebno interesantno za datu konstrukciju zida od giter bloka dodavanje drugog sloja gips-kartonskih ploča u fazama 6) i 7) ne daje nikakav doprinos zvučnoj izolaciji u odnosu na sistem sa jednom gips-kartonskom pločom u fazi 5) ($R_w = 64$ dB).

Kao ilustracija je prikazan i rezultat sa dodavanjem maltera sa jedne strane osnovne konstrukcije od giter bloka u fazi 8) koji donosi neznatno poboljšanje izolacije od 1 dB ($R_w = 55$ dB) u odnosu na konstrukciju bez maltera u fazi 4) ($R_w = 54$ dB).

Poboljšanja izolacije od vazdušnog zvuka dodavanjem različitih sistema od gips-kartonskih ploča po frekvencijama se mogu videti na dijagramu na Sl.3. Najbolje poboljšanje na niskim i srednjim frekvencijama daje konstrukcija sa sistemom sa jednom ili dve gips-kartonske ploče sa obe strane osnovnog zida od giter bloka, dok najbolje poboljšanje na visokim frekvencijama daje konstrukcija sa sistemom sa samo jednom gips-kartonskom pločom sa obe strane osnovnog zida od giter bloka.

ZAHVALNICA

Rad je nastao u vreme trajanja ugovora između Instituta IMS i Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija (evidenioni broj ugovora: 451-03-47/2023-02/200012).

REFERENCE/LITERATURA

- [1] SRPS EN ISO 10140-5:2013, Akustika – Laboratorijska merenja zvučne izolacije građevinskih elemenata – Deo 5: Zahtevi za ispitne prostore i ispitnu opremu
- [2] SRPS EN ISO 10140-1:2017, Akustika – Laboratorijska merenja zvučne izolacije građevinskih elemenata – Deo 1: Pravila primene za određene proizvode
- [3] SRPS EN ISO 10140-2:2013, Akustika – Laboratorijska merenja zvučne izolacije građevinskih elemenata – Deo 2: Merenje izolacije od vazdušnog zvuka
- [4] SRPS EN ISO 10140-4:2013, Akustika – Laboratorijska merenja zvučne izolacije građevinskih elemenata – Deo 4: Procedure merenja i zahtevi
- [5] SRPS EN ISO 3382-2:2010, Akustika – Merenje akustičkih parametara u prostoriji – Deo 2: Vreme reverberacije u običnim prostorijama
- [6] SRPS EN ISO 717-1:2015, Akustika – Utvrđivanje zvučne izolacije u zgradama i zvučne izolacije građevinskih elemenata – Deo 1: Izolacija od vazdušnog zvuka
- [7] SRPS EN ISO 12999-1:2016, Akustika – Određivanje i primena merne nesigurnosti u građevinskoj akustici – Deo 1: Zvučna izolacija
- [8] A. Milenković, D. Boljević, "Doprinos slojeva u složenim konstrukcijama na zvučnu izolaciju", Zbornik radova LXVII konferencija ETRAN, Istočno Sarajevo, BiH, ISBN 978-86-7466-969-3, 2023, AK2.5.

ABSTRACT

For the purposes of airborne sound insulation testing of various complex base wall constructions made of clay blocks with vertical cavities in laboratory conditions in the Laboratory for Acoustics and Vibrations of the IMS Institute, tests were carried out on one base wall with different combinations of mineral wool cladding and gypsum plasterboard panels on one and both sides of the base wall. Tests were carried out in series during the installation of each of the linings in order to monitor the relevant values of the sound reduction index at different stages of the installation, all with the aim of seeing how much the addition of different layers to the basic construction of the clay block wall contributes to sound insulation. Also, in one of the stages of the installation, the influence of the position of the lining in relation to the position of the sound source was analyzed, and an example of adding a layer of malter was given to illustrate its (non)contribution to sound insulation when it is in a system with gypsum plasterboard panels.

**THE CONTRIBUTION OF THE SYSTEM WITH
GYPSUM PLASTERBOARD PANELS TO THE SOUND
INSULATION OF A GITER BLOCK WALL**

Aleksandar Milenković, Danica Boljević, Damir Savković,
Stevka Baralić