

DOPRINOS SLOJEVA U MEĐUSPRATNIM KONSTRUKCIJAMA NA IZOLACIJU OD ZVUKA UDARA

Danica Boljević, Aleksandar Milenković

Apstrakt— Za potrebe ispitivanja doprinosa zvučnoj izolaciji jedne vrste materijala koji se ugrađuje u plivajuće podove izvršena je serija ispitivanja sa različitim slojevima materijala ali iste nominalne debljine međuspratne konstrukcije (poda). Ispitivanja su pokazala očekivane rezultate do završnog sloja cementne košuljice. Međutim, dodavanjem završnog sloja parketa rezultati merenja su (ne)očekivano pokazali da su se dobijene vrednosti normalizovanog zvuka udara znatno pogoršali. Ispitivanja su sprovedena u terenskim uslovima u jednom stambenom objektu u Beogradu.

Ključne reči— Međuspratna konstrukcija, zvučna izolacija, izolacija od zvuka udara, normalizovani nivo zvuka udara, plivajući pod.

I. UVOD

Ispitivanja, čiji će rezultati biti prezentovani u radu, sprovedena su u terenskim uslovima, u jednom stambenom objektu u Beogradu, u svrhu pokaznog eksperimenta koji je imao namenu da pokaže kako jedan novi materijal ugrađen u plivajući pod omogućava zamenu pojedinih slojeva koji su uobičajeni u eksploataciji doprinoseći poboljšanju izolacije od zvuka udara svojim zvučnim karakteristikama.

Ispitivanje je izvršeno kao ispitivanje normalizovanog nivoa zvuka udara u skladu sa relevantnim standardima koji regulišu postupke terenskih ispitivanja izolacije od zvuka udara [1,2,3].

Ispitivanje nivoa zvučnog pritiska je izvršeno za dva položaja taping mašine u predajnoj prostoriji u po četiri merne tačke (pozicija mikrofona) u prijemnoj prostoriji za svaki položaj taping mašine. Izabrana su samo dva položaja taping mašine zbog relativno malih dimenzija međuspratne konstrukcije odnosno soba između kojih su vršena merenja (spavaće sobe). Izmerene vrednosti nivoa zvučnog pritiska su logaritamski usrednjene kako bi se dobile vrednosti nivoa zvučnog pritiska u prijemnoj prostoriji potrebne za proračun normalizovanog zvuka udara. Vreme reverberacije u prijemnoj prostoriji kao parametar koji je potrebno izmeriti u svrhu određivanja normalizovanog nivoa zvuka udara je izvršeno startnim pištoljem u tri merne tačke (pozicije

mikrofona) sa snimanjem po dva zapisa krive opadanja nivoa zvuka za svaku mernu tačku te je na osnovu šest krivih opadanja određena srednja vrednost vremena reverberacije potrebna za proračun. Ispitni uzorak je bio površine 9.5 m^2 , a zapremine ispitnih prostorija 26.0 m^3 . Ispitivanje je izvršeno u frekventijskom opsegu od 100 Hz do 5000 Hz dok je merodavna (jednobrajna) vrednost normalizovanog zvuka udara određena u frekventijskom opsegu od 100 Hz do 3150 Hz.

U radu su prikazani rezultati normalizovanog nivoa zvuka udara po frekvencijama, $L_n'(f)$, i kao merodavna vrednost normalizovanog zvuka udara, $L_n'w$, uključujući i poboljšanje izolacije od zvuka udara $\Delta L(f)$ i ΔL_w .

II. PREDMET ISPITIVANJA

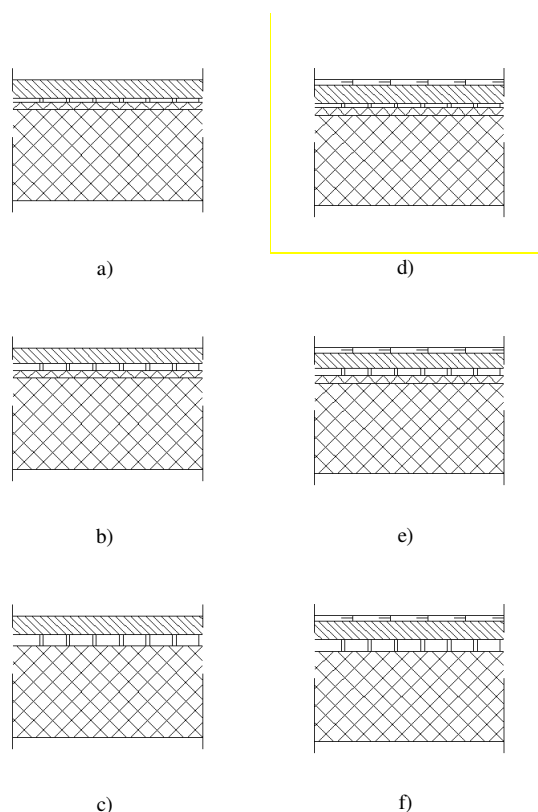
Ispitni uzorci su ugrađeni u plivajuće podove na jednoj vertikali zgrade između stanova, na istim pozicijama stanova i soba između kojih su merenja sprovedena, tako da su ispitane ukupno tri međuspratne konstrukcije.

Ispitivanja su sprovedena u dve faze. Najpre su ispitane međuspratne konstrukcije sa završnim slojem cementne košuljice (prva faza), a zatim je na cementnu košuljicu zalepljen parket (druga faza).

Skice preseka ispitanih konstrukcija date su na Sl. 1. Na Sl. 1 a) prikazan je presek armirano-betonske tavanice debljine 24 cm sa plivajućim podom u koji je najpre ugrađen stiropor debljine 2 cm a zatim i uzorak izolacionog materijala debljine 1 cm sa završnim slojem cementne košuljice debljine 5 cm. Na Sl. 1 b) prikazan je presek armirano-betonske tavanice debljine 24 cm sa plivajućim podom u koji je najpre ugrađen stiropor debljine 2 cm a zatim i uzorak izolacionog materijala debljine 2 cm sa završnim slojem cementne košuljice debljine 4 cm. Na Sl. 1 c) prikazan je presek armirano-betonske tavanice debljine 24 cm sa plivajućim podom u koji je ugrađen samo uzorak izolacionog materijala debljine 3 cm sa završnim slojem cementne košuljice debljine 5 cm. Ukupna debljina međuspratnih konstrukcija sa plivajućim podom u prvoj fazi je 32 cm.

Danica Boljević – Institut za ispitivanje materijala ad, Bulevar vojvode Mišića 43, 11000 Beograd, Srbija (e-mail: danica.boljevic@institutims.rs), ORCID ID (<https://orcid.org/0000-0002-8702-2434>)

mr Aleksandar Milenković – Institut za ispitivanje materijala ad, Bulevar vojvode Mišića 43, 11000 Beograd, Srbija (e-mail: aleksandar.milenkovic@institutims.rs), ORCID ID (<https://orcid.org/0000-0002-2381-0095>)



Sl. 1. Detalji međuspratne konstrukcije

Na Sl. 1 d) prikazana je međuspratna konstrukcija sa Sl. 1 a) sa dodatim slojem parketa debljine 1,5 cm koji je lepljen na cementnu košuljicu. Na Sl. 1 e) prikazana je međuspratna konstrukcija sa Sl. 1 b) sa dodatim slojem parketa debljine 1,5 cm koji je lepljen na cementnu košuljicu. Na Sl. 1 f) prikazana je međuspratna konstrukcija sa Sl. 1 c) sa dodatim slojem parketa debljine 1,5 cm koji je lepljen na cementnu košuljicu. Ukupna debljina međuspratnih konstrukcija sa plivajućim podom u drugoj fazi je 33,5 cm. Merenja u drugoj fazi izvršena su na istim pozicijama (stanova i soba) kao i merenja u prvoj fazi.

III. PRIKAZ REZULTATA ISPITIVANJA

Rezultati ispitivanja prikazani u radu su dati prema detaljima međuspratne konstrukcije kako je opisano u tekstu i prikazano na odgovarajućim slikama.

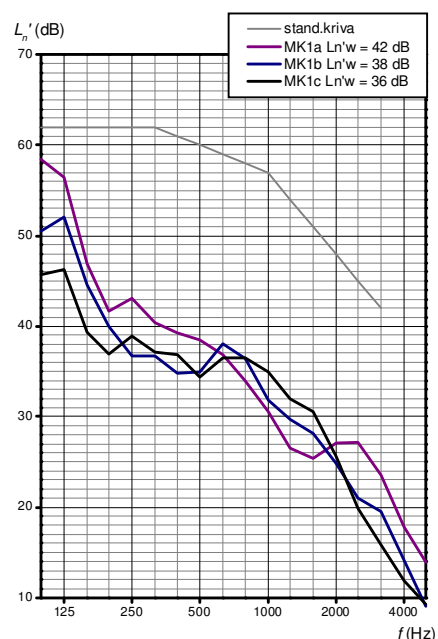
Za međuspratne konstrukcije u prvoj fazi (bez parketa) rezultati su prikazani u Tabeli I i na dijagramima na Sl. 2 i Sl. 3, dok su za međuspratne konstrukcije u drugoj fazi (sa parketom) rezultati prikazani u Tabeli II i na dijagramima na Sl. 4 i Sl. 5. Rezultati su dati po frekvencijama i kao merodavna vrednost (w).

U tabeli I prikazane su izmerene vrednosti normalizovanog nivoa zvuka udara međuspratne konstrukcije prema slojevima plivajućeg poda i poboljšanje izolacije od zvuka udara u odnosu na "golu tavanicu" u prvoj fazi merenja (bez parketa). "Gola tavanica" je međuspratna konstrukcija koja se sastoji samo od armirano-betonske tavanice debljine 24 cm.

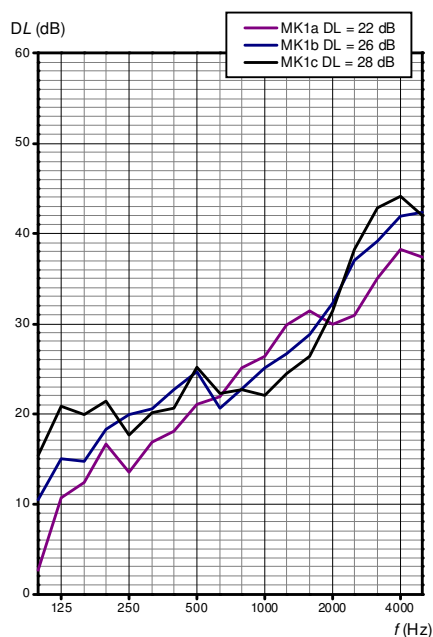
TABELA I

IZMERENE VREDNOSTI NORMALIZOVANOG NIVOA ZVUKA UDARA MEĐUSPRATNE KONSTRUKCIJE PREMA SLOJEVIMA PLIVAJUĆEG PODA I POBOLJŠANJE IZOLACIJE OD ZVUKA UDARA U ODNOSU NA "GOLU TAVANICU" U PRVOJ FAZI MERENJA (BEZ PARKETA)

f (Hz)	L_n' (dB)			ΔL_n (dB)		
	MK sa Sl. 1 a)	MK sa Sl. 1 b)	MK sa Sl. 1 c)	MK sa Sl. 1 a)	MK sa Sl. 1 b)	MK sa Sl. 1 c)
100	58.4	50.5	45.7	2.6	10.5	15.3
125	56.4	52.1	46.3	10.7	15	20.8
160	46.9	44.6	39.4	12.4	14.7	19.9
200	41.7	40	36.9	16.6	18.3	21.4
250	43.1	36.7	38.9	13.5	19.9	17.7
315	40.4	36.7	37.1	16.8	20.5	20.1
400	39.3	34.8	36.8	18.1	22.6	20.6
500	38.5	34.9	34.4	21.1	24.7	25.2
630	36.8	38.1	36.5	21.9	20.6	22.2
800	34	36.4	36.5	25.1	22.7	22.6
1000	30.6	31.8	34.9	26.3	25.1	22
1250	26.5	29.7	32	29.9	26.7	24.4
1600	25.4	28.1	30.6	31.5	28.8	26.3
2000	27.1	24.8	25.6	30	32.3	31.5
2500	27.2	21	19.9	30.9	37.1	38.2
3150	23.6	19.5	15.8	35.1	39.2	42.9
4000	17.8	14.1	11.9	38.2	41.9	44.1
5000	13.9	9	9.3	37.4	42.3	42
w	42	38	36	22	26	28



Sl. 2. Izmerene vrednosti normalizovanog nivoa zvuka udara međuspratne konstrukcije prema slojevima plivajućeg poda u prvoj fazi merenja (bez parketa)

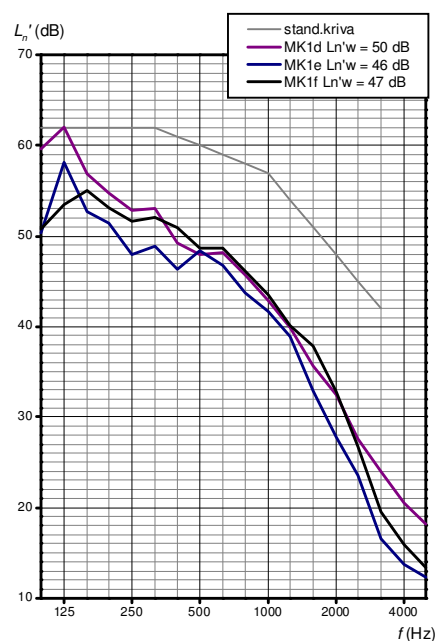


Sl. 3. Poboljšanja izolacije od zvuka udara međuspratne konstrukcije prema slojevima plivajućeg poda u prvoj fazi merenja (bez parketa)

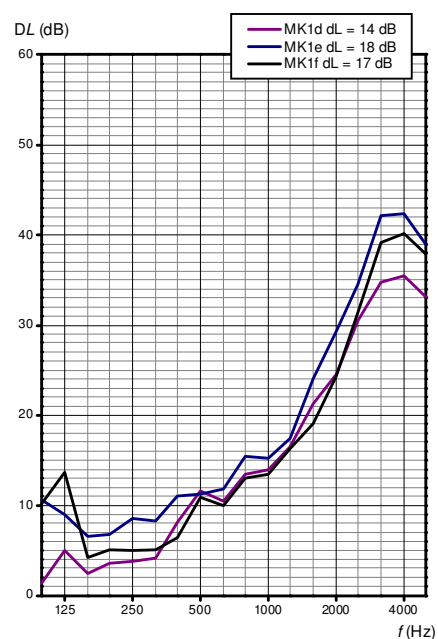
U tabeli II prikazane su izmerene vrednosti normalizovanog nivoa zvuka udara međuspratne konstrukcije prema slojevima plivajućeg poda i poboljšanje izolacije od zvuka udara u odnosu na “golu tavanicu” u drugoj fazi merenja (sa parketom).

TABELA II
IZMERENE VREDNOSTI NORMALIZOVANOG NIVOA ZVUKA UDARA
MEĐUSPRATNE KONSTRUKCIJE PREMA SLOJEVIMA PLIVAJUĆEG PODA I
POBOLJŠANJE IZOLACIJE OD ZVUKA UDARA U ODNOSU NA “GOLU TAVANICU”
U DRUGOJ FAZI MERENJA (SA PARKETOM)

f (Hz)	L_n' (dB)			ΔL_n (dB)		
	MK sa Sl. 1 d)	MK sa Sl. 1 e)	MK sa Sl. 1 f)	MK sa Sl. 1 d)	MK sa Sl. 1 e)	MK sa Sl. 1 f)
100	59.6	50.4	50.8	1.4	10.6	10.2
125	62.1	58.1	53.5	5	9	13.6
160	56.9	52.7	55.1	2.4	6.6	4.2
200	54.7	51.5	53.2	3.6	6.8	5.1
250	52.8	48	51.7	3.8	8.6	4.9
315	53.1	48.9	52.1	4.1	8.3	5.1
400	49.2	46.4	50.9	8.2	11	6.5
500	48	48.4	48.7	11.6	11.2	10.9
630	48.2	46.8	48.7	10.5	11.9	10
800	45.7	43.7	46.1	13.4	15.4	13
1000	42.9	41.7	43.5	14	15.2	13.4
1250	39.9	38.9	40.1	16.5	17.5	16.3
1600	35.6	32.9	37.9	21.3	24	19
2000	32.5	27.8	32.8	24.6	29.3	24.3
2500	27.6	23.6	26.7	30.5	34.5	31.4
3150	24	16.6	19.5	34.7	42.1	39.2
4000	20.5	13.7	15.9	35.5	42.3	40.1
5000	18.2	12.3	13.4	33.1	39	37.9
w	50	46	47	14	18	17

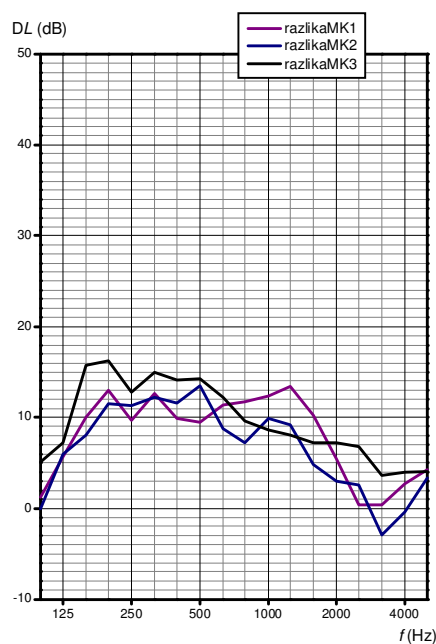


Sl. 4. Izmerene vrednosti normalizovanog nivoa zvuka udara međuspratne konstrukcije prema slojevima plivajućeg poda u drugoj fazi merenja (sa parketom)



Sl. 5. Poboljšanja izolacije od zvuka udara međuspratne konstrukcije prema slojevima plivajućeg poda u drugoj fazi merenja (sa parketom)

Na Sl.6 prikazane su i razlike u poboljšanjima izolacije od zvuka udara međuspratnih konstrukcija prema slojevima plivajućeg poda između faza (bez i sa parketom).



Sl. 6. Razlike u poboljšanjima izolacije od zvuka udara međuspratnih konstrukcija prema slojevima plivajućeg poda između faza (bez i sa parketom)

IV. KOMENTAR NA DOBIJENE REZULTATE ISPITIVANJA

S obzirom na to da je ispitivanje izolacije od zvuka udara sprovedeno po fazama praćenje parcijalnih rezultata ispitivanja pokazuje (ne)očekivani trend porasta normalizovanog nivoa zvuka udara dodavanjem završnog sloja parketa u međuspratnoj konstrukciji koja je prethodno (pre stavljanja parketa) imala izuzetno dobre zvučne karakteristike.

Ispitivanja po fazama pokazala su da i pored toga što je bilo očekivano da će se normalizovani nivo zvuka udara donekle pokvariti dodavanjem parketa zbog postojanja krute veze između cementne košuljice i samog parketa bez obzira na debljinu lepka kojom se parket fiksira na košuljicu, nije se očekivala tako velika razlika u izmerenim vrednostima koja iznosi u proseku 8 dB, a u slučaju jako dobrih plivajućih podova i više (10 dB).

Kako je na vrednovanje normalizovanog nivoa zvuka udara imala uticaj i nesigurnost merenja [4] ona je uzeta u obzir prilikom davanja komentara na rezultate ispitivanja.

V. ZAKLJUČAK

Kako je u radu istaknuto da dodavanje parketa direktno na

cementnu košuljicu plivajućeg poda sa jako dobrim zvučnim karakteristikama narušava zvučnu izolaciju cele međuspratne konstrukcije bilo bi od značaja da ovaj rezultat doprinese iznalaženju drugih rešenja pokrivanja podova u objektima, u smeru formiranja elastične veze između sloja parketa i cementne košuljice kako se dodavanjem parketa ne bi postojeće izolacija od zvuka udara za koju se izdvajaju značajna sredstva dodavanjem slojeva dobrih zvučnih karakteristika naročito u pogledu tehnologija koja zahtevaju bolja zvučna a konstruktivno tanja rešenja.

ZAHVALNICA

Zahvaljujemo se firmi TriTonex iz Kragujevca koja je obezbeđenjem pozicija i odabirom ispitnih uzoraka pomogla u zaključenju ovog rada.

Takođe, 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).

LITERATURA

- [1] SRPS EN ISO 16283-2:2019, Akustika – Terensko merenje zvučne izolacije u zgradama i zvučne izolacije građevinskih elemenata – Deo 2: Izolacija od zvuka udara
- [2] SRPS EN ISO 3382-2:2010, Akustika – Merenje akustičkih parametara u prostoriji – Deo 2: Vreme reverberacije u običnim prostorijama
- [3] SRPS EN ISO 717-2:2015, Akustika – Utvrđivanje zvučne izolacije u zgradama i zvučne izolacije građevinskih elemenata – Deo 2: Izolacija od zvuka udara
- [4] SRPS EN ISO 12999-1:2016, Akustika – Određivanje i primena merne nesigurnosti u građevinskoj akustici – Deo 1: Zvučna izolacija

ABSTRACT

For the purposes of testing the contribution to sound insulation of one type of material that is installed in floating floors, a series of tests was performed with different layers of material but the same nominal thickness of the floor structure. The tests showed the expected results up to the final layer of cement screed. However, by adding the final layer of parquet (un)expectedly, the results showed that the previously obtained values of the normalized impact sound were corrupted. Tests were conducted in field conditions in a residential building in Belgrade.

CONTRIBUTION OF LAYERS IN FLOOR CONSTRUCTIONS TO IMPACT SOUND INSULATION

Danica Boljevic, Aleksandar Milenkovic