



Influence of Different Types of Seals to the Sound Insulation of the Doors

Aleksandar Milenković, Danica Boljević and Damir Savković

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

September 14, 2020

Uticaj različitih tipova pragova na zvučnu izolaciju vrata

Aleksandar Milenković, Danica Boljević i Damir Savković, *Institut IMS Beograd*

Apstrakt—U savremenoj građevinskoj praksi interesantno je da se poslednjih godina teži izbacivanju klasičnih fiksnih pragova i upotrebi tzv. padajućih pragova kod izvedbe vrata. Prilikom projektovanja arhitekta u poslednje vreme u većini slučajeva projektuju ulazna vrata u hotelske sobe bez fiksnog praga, iz estetskih prohteva, ali prvenstveno zbog činjenice da fiksni prag smeta pri svakodnevnoj upotrebi prtljaga sa točkovima pri ulasku i izlasku iz hotelske sobe. U radu su prikazani rezultati serije laboratorijskih merenja izolacije od vazdušnog zvuka jednog tipa ulaznih vrata sa varijacijama padajućih pragova i fiksnog praga. Ispitivanja su izvršena u skladu sa serijom standarda za laboratorijska ispitivanja izolacije od vazdušnog zvuka u građevinarstvu, SRPS EN ISO 10140.

Ključne reči—Vrata, izolacija od vazdušnog zvuka, fiksni prag, padajući prag.

I. UVOD

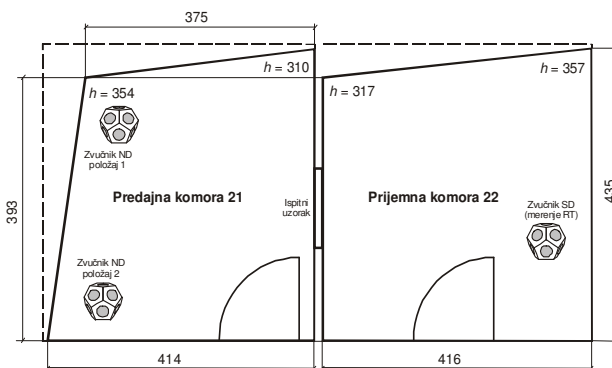
Ideja za seriju ispitivanja uticaja vrste praga i njegove instalacije u vrata i sistema primene kod zatvaranja vrata potekla je iz ispitivanja izolacije od vazdušnog zvuka u laboratorijskim uslovima jednih vrata namenjenih za ugradnju na ulazu u hotelsku sobu jednog od prestižnih hotela u Beogradu.

Vrata su projektovana tako da u sebi sadrže sistem padajućih pragova koji se podižu pri otvaranju vrata i spuštaju pri zatvaranju vrata.

Zadatak ispitivanja je bio da se pokaže da li ti padajući pragovi imaju i koliko uticaja na zvučnu izolaciju vrata i da li padajući pragovi zaista mogu da zamene uobičajeni fiksni prag.

Ispitivanje vrata je sprovedeno u laboratorijskim uslovima u ispitnim komorama 21 i 22 Laboratorije za akustiku i vibracije Instituta IMS u Beogradu. Izgled ovih prostorija sa ugrađenim uzorkom između njih prikazan je na Sl. 1.

Uzorak vrata koji je bio predmet ispitivanja ugrađen je u ispitni otvor tako da je njegova spoljašnja strana okrenuta prema komori koja je tokom ispitivanja bila predajna.



Sl. 1. Horizontalni presek ispitnih komora u Laboratoriji za akustiku i vibracije.

Ispitivanje je izvršeno kao ispitivanje zvučne izolacione moći u skladu sa relevantnim standardima koji regulišu postupke laboratorijskih ispitivanja zvučne izolacije [1,2,3,4,5].

Ispitivanje nivoa zvučnog pritiska je izvršeno za dva položaja zvučnika u predajnoj prostoriji u po 6 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 je izvršeno za dva položaja zvučnika u 3 merne tačke (pozicije mikrofona). Za svaku mernu tačku napravljena su po dva zapisa krive opadanja nivoa zvuka i na osnovu 12 krivih opadanja određena je srednja vrednost vremena reverberacije potrebna za proračun. Ispitni uzorak je bio površine 2 m^2 , a zapremine ispitinih komora 55.48 m^3 (predajna komora) i 59.85 m^3 (prijemna komora). Ispitivanje je izvršeno u frekvencijskom opsegu od 100 Hz do 5000 Hz.

U radu su prikazani rezultati po frekvencijama (R) i kao merodavna izolaciona moć (R_w).

II. PREDMET ISPITIVANJA

Predmet ispitivanja su vrata prikazana na fotografiji na Sl. 2. Fotografije su napravljene iz predajne i iz prijemne ispitne komore. Vrata su ugrađena na način kako se ugrađuju na objektu. U plot sa donje strane ugrađen je padajući prag koji se prilikom zatvaranja vrata automatski spušta. U vrata koja su bila predmet ispitivanja ugrađena su četiri padajuća praga i to tri unutrašnja padajuća praga ugrađena u sam plot i jedan spoljašnji koji je montiran na plot sa spoljašnje strane vrata.

Aleksandar Milenković, magistar informatičkih naura, vodeći diplomirani inženjer u Institutu za ispitivanje materijala ad, Bulevar vojvode Mišića 43, 11000 Beograd, Republika Srbija (e-mail: aleksandar.milenkovic@institutims.rs).

Danica Boljević, diplomirani inženjer elektrotehnike, vodeći diplomirani inženjer u Institutu za ispitivanje materijala ad, Bulevar vojvode Mišića 43, 11000 Beograd, Republika Srbija (e-mail: danica.boljevic@institutims.rs).

Damir Savković, diplomirani inženjer informatike, samostalni diplomirani inženjer u Institutu za ispitivanje materijala ad, Bulevar vojvode Mišića 43, 11000 Beograd, Republika Srbija (e-mail: damir.savkovic@institutims.rs).



Sl. 2. Predmet ispitivanja: Vrata.

Prilikom ispitivanja u zoni praga postavljena je glatka tanka ploča od lesonita kako bi se obezbedilo dobro zaptivanje sa podom prilikom spuštanja padajućih pragova.

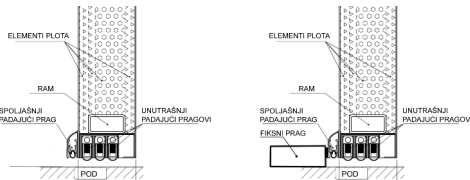
Najpre je urađena jedna serija ispitivanja samo sa padajućim pragovima, a zatim je u drugoj seriji dodat je u zoni spoljašnjeg padajućeg praga i klasični fiksni prag od punog drveta. Na fiksni prag je na strani vrata postavljen i standardni dihtung.

Ispitivanje je spovedeno za različite kombinacije u broju padajućih pragova kao i njihove kombinacije sa montiranim fiksnim pragom.

Polazna tačka ispitivanja su vrata bez bilo kakvog praga, a zatim su tokom ispitivanja dodavani najpre jedan unutrašnji padajući prag (1 unutrašnji PP), zatim drugi unutrašnji padajući prag (ukupno 2 unutrašnja PP), zatim treći unutrašnji padajući prag (ukupno 3 unutrašnja PP) i na kraju i četvrti ovog puta sa spoljašnje montiran padajući prag (ukupno 3 unutrašnja i 1 spoljašnji PP).

Ispitivanje je ponovljeno sa istom kombinacijom broja padajućih pragova (PP) i montiranim fiksnim pragom (FP).

Karakteristični detalji u zoni praga ispitivanih vrata sa padajućim pragovima bez montiranog fiksnog praga kao i sa montiranim fiksnim pragom prikazani su na Sl. 3.



Sl. 3. Detalji vrata u delu praga: izgled padajućih pragova kada su podignuti i izgled podignutih padajućih pragova u kombinaciji sa fiksnim pragom.

III. PRIKAZ REZULTATA

Rezultati ispitivanja su prikazani tako što su grupisani na dva načina.

Prvo su grupisani rezultati bez bilo kakvog praga i sa dodavanim jednim unutrašnjim padajućim pragom (1 unutrašnji PP), sa drugim unutrašnjim padajućim pragom (ukupno 2 unutrašnja PP), sa trećim unutrašnjim padajućim pragom (ukupno 3 unutrašnja PP) i na kraju sa četvrtim spoljašnjim padajućim pragom (ukupno 3 unutrašnja i 1 spoljašnji PP). Ovi rezultati su uporedno prikazani u Tabeli 1 i na dijagramu na Sl. 4.

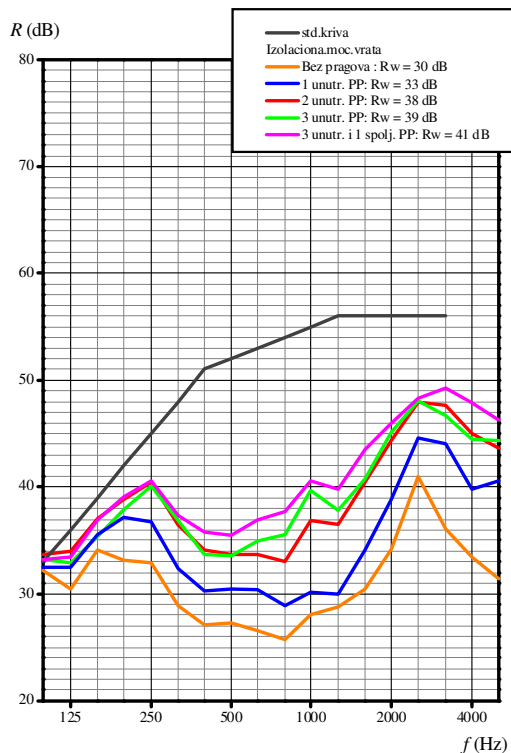
TABELA 1
IZMERENE VREDNOSTI ZVUČNE IZOLACIONE MOĆI SA VARIJACIJAMA BROJA PADAJUĆIH PRAGOVA

f (Hz)	R (dB) bez pragova	R (dB) sa 1 unutr. PP	R (dB) sa 2 unutr. PP	R (dB) sa 3 unutr. PP	R (dB) sa 3 unutr. i 1 spolj. PP
100	32.2	32.5	33.6	33.2	33.2
125	30.5	32.5	34	32.9	33.4
160	34.1	35.6	37.1	35.3	37
200	33.1	37.2	38.9	37.9	39.1
250	32.9	36.7	40.4	40.1	40.6
315	28.9	32.4	36.4	36.8	37.4
400	27.1	30.3	34.1	33.7	35.8
500	27.3	30.5	33.6	33.5	35.5
630	26.6	30.4	33.6	34.9	36.9
800	25.7	28.9	33	35.6	37.7
1000	28	30.2	36.8	39.7	40.5
1250	28.8	30	36.5	37.8	39.8
1600	30.5	34.1	40.4	40.8	43.5
2000	34.2	38.9	44.4	45.1	46
2500	41	44.6	48	48.1	48.3
3150	36.1	44	47.6	46.7	49.2
4000	33.4	39.8	45	44.5	47.9
5000	31.4	40.5	43.6	44.4	46.3
Rw (dB)	30	33	38	39	41

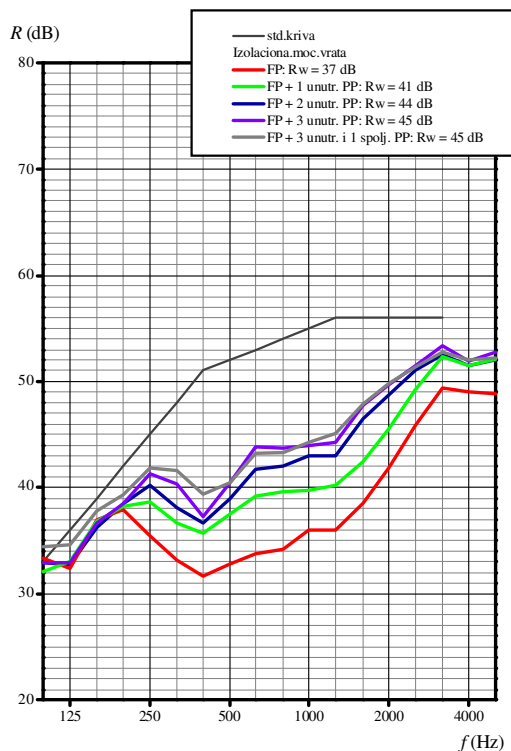
Zatim su rezultati grupisani samo sa fiksnim pragom (FP) i u kombinaciji fiksnog praga sa jednim unutrašnjim padajućim pragom (FP + 1 unutrašnji PP), zatim sa drugim unutrašnjim padajućim pragom (FP + 2 unutrašnja PP), pa sa trećim unutrašnjim padajućim pragom (FP + 3 unutrašnja PP) i na kraju sa četvrtim spoljašnjim padajućim pragom (FP + 3 unutrašnja i 1 spoljašnji PP). Ovi rezultati su prikazani u Tabeli 2 i na dijagramu na Sl. 5.

TABELA 2
IZMERENE VREDNOSTI ZVUČNE IZOLACIONE MOĆI U KOMBINACIJI VARIJACIJA BROJA PADAJUĆIH PRAGOVA I FIKSNOG PRAGA

f (Hz)	R (dB) sa FP	R (dB) sa FP i 1 unutr. PP	R (dB) sa FP i 2 unutr. PP	R (dB) sa FP i 3 unutr. PP	R (dB) sa FP i 3 unutr. i 1 spolj. PP
100	33.4	32.1	32.9	32.9	34.4
125	32.4	33	32.7	32.9	34.6
160	37	36.8	36.2	36.6	37.8
200	37.9	38.2	38.4	38.4	39.3
250	35.5	38.6	40.2	41.3	41.8
315	33.1	36.6	38.1	40.3	41.6
400	31.6	35.7	36.6	37.3	39.4
500	32.8	37.5	39	40.4	40.4
630	33.8	39.2	41.7	43.8	43.2
800	34.2	39.6	42	43.7	43.3
1000	36	39.7	43	44	44.3
1250	36	40.2	43	44.3	45.1
1600	38.5	42.5	46.5	47.8	47.9
2000	41.8	45.5	48.7	49.7	49.8
2500	45.9	49.2	51	51.5	51.4
3150	49.4	52.3	52.5	53.4	52.7
4000	49	51.5	51.5	51.9	52
5000	48.8	52.1	52	52.7	52.2
Rw (dB)	37	41	44	45	45



Sl. 4. Izmerene vrednosti zvučne izolacione moći vrata sa varijacijama broja padajućih pragova.

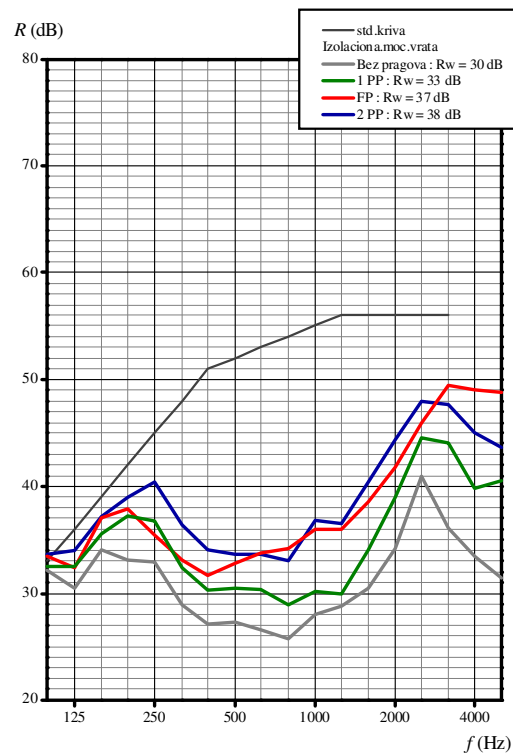


Sl. 5. Izmerene vrednosti zvučne izolacione moći vrata u kombinaciji varijacija broja padajućih pragova i fiksnog praga.

IV. KOMENTAR NA DOBIJENE REZULTATE

Rezultati su pokazali, iako se to nije očekivalo jer je namera projektanta vrata bila takva, da se ipak najbolja zvučna izolacija vrata ostvaruje tek korišćenjem padajućih pragova u kombinaciji sa fiksnim pragom.

Padajući pragovi kada se koriste samostalno mogu da zamene uobičajeni (klasični) fiksni prag s tim da nije dovoljno koristiti jedan već najmanje dva padajuća praga koja se istovremeno koriste kako bi se postigla zvučna izolacija istog reda veličine. Ilustracija ovoga je prikazana na dijagramu na Sl. 6.



Sl. 6. Izmerene vrednosti zvučne izolacione moći vrata u kombinaciji varijacija broja padajućih pragova i fiksnog praga u odnosu na izmerenu vrednost bez bilo kakvog praga.

Međutim, čak ni upotreba dva plivajuća praga kao zamena za upotrebu fiksnog praga ne doprinosi zvučnoj izolaciji u dovoljnoj meri da bi zahtevi u pogledu zvučne izolacije koje projektant postavlja pred građevinski proizvod kakva su vrata bili zadovoljeni (uobičajeno su $R_w > 40$ dB). Tek četiri padajuća praga kada se istovremeno koriste mogu doprineti da vrata kakva su bila predmet ovog ispitivanja mogu da zadovolje projektantski uslov.

Ipak, kolika god je želja projekatnata vrata da izbace iz upotrebe fiksni prag velika, tek upotreba padajućih pragova u kombinaciji sa fiksnim pragom može zadovoljiti projektantske uslove kakvi se postavljaju pred projektante ulaznih vrata u hotelske sobe, jer treba imati u vidu i da takva vrata kada se ugrade u zid sobe treba da zadovolje uslov za ukupnom zvučnom izolacijom takvog zida koja je takođe predviđena projektnim rešenjem za specifični objekat kakav je hotel [6], a

čega projektanti vrata moraju da budu svesni.

Pri tome arhitekta treba da projektuje i takve zone ispod vrata da budu potpuno glatke kako bi plivajući pragovi potpuno nalegali na pod, jer u suprotnom padajući prag neće imati svoju svrhu a to je da zatvori put prolaska zvuka iz spoljašnjeg prostora u unutrašnji prostor sobe.

Ovo je posebno značajno kao i celokupna izvedba ugradnje vrata na samom objektu, jer uvek treba imati u vidu da se najbolji (idealni) rezultati dobijaju u laboratoriji dok su na terenu rezultati za isti građevinski proizvod sa nižim vrednostima zvučne izolacije, a što najviše zavisi od same izvedbe vrata, kako od spoja sa otvorom tako i sa vrstom zida u koji se ugrađuju, a naročito bočnog provođenja zvuka kojeg u laboratorijskim uslovima nema.

I na kraju je interesantno, a što je i za očekivati, da dodavanje padajućih pragova ne može beskonačno doprineti poboljšanju zvučne izolacije vrata. U jednom trenutku će dominantan uticaj na zvučnu izolaciju preuzeti sam plot vrata i dodavanje većeg broja padajućih pragova neće imati smisla.

V. ZAKLJUČAK

Iz prikazanih rezultata ispitivanja jasno se vidi da se najbolja zvučna izolacija dobija upotrebom kombinovanih doprinosa fiksnog praga i padajućih pragova. Ovakvom kombinacijom je moguće ostvariti maksimalnu zvučnu izolaciju za dati plot vrata.

Ispitivanja sistematizovana u ovom radu su pokazala da upotreba fiksnog praga daje već vrednosti zvučne izolacije od padajućeg praga i da tek istovremena upotreba dva padajuća praga može zameniti jedan fiksni prag, naravno pod uslovom da plivajući pragovi skoro idealno prijanjaju za podlogu.

Time je pokazano da upotreba jednog padajućeg praga, pa čak i dva ili tri plivajuća praga, uglavnom ne zadovoljava zahteve za zvučnom izolacijom hotelskih vrata, s obzirom na to da su zahtevi za vrednošću zvučne izolacije vrata R_w u poslednje vreme veći od 40 dB.

LITERATURA

- [1] SRPS EN ISO 10140-1:2017, Akustika — Laboratorijska merenja zvučne izolacije građevinskih elemenata — Deo 1: Pravila primene za određene proizvode
- [2] SRPS EN ISO 10140-2:2013, Akustika — Laboratorijska merenja zvučne izolacije građevinskih elemenata — Deo 2: Merenje izolacije od vazdušnog zvuka
- [3] SRPS EN ISO 10140-4:2013, Akustika — Laboratorijska merenja zvučne izolacije građevinskih elemenata — Deo 4: Procedure merenja i zahtevi
- [4] SRPS EN ISO 3382-2:2010, Akustika — Merenje akustičkih parametara u prostoriji - Deo 2: Vreme reverberacije u običnim prostorijama
- [5] SRPS EN ISO 717-1:2015, Akustika — Utvrđivanje zvučne izolacije u zgradama i zvučne izolacije građevinskih elemenata — Deo 1: Izolacija od vazdušnog zvuka.
- [6] SRPS UJ.6.201:1990 Akustika u zgradarstvu – Tehnički uslovi za projektovanje i građenje zgrada.

ABSTRACT

In modern construction practice, it is interesting that in recent years there has been a tendency to eliminate the classic fixed seal and use the so-called. drop down seal in door design. Lately architects in most cases design the entrance door to hotel rooms without a fixed seal, for aesthetic reasons, but primarily due to the fact that a fixed seal interferes with the daily use of luggage with wheels when entering and leaving the hotel room. The paper presents the results of a series of laboratory measurements of airborne sound insulation of one type of entrance door with variations of fixed seal and drop down seals. The tests were performed in accordance with a series of standards for laboratory tests of airborne sound insulation SRPS EN ISO 10140.

Influence of different types of seals to the sound insulation of the doors

Aleksandar Milenkovic, Danica Boljevic, Damir Savkovic