

# Akustička klasifikacija stanova i njene posledice na tehnologiju gradnje

Miomir Mijić, Aleksandar Milenković, Danica Boljević, Dragana Šumarac Pavlović

**Apstrakt** — Razvoj regulative za zvučnu zaštitu u zgradama doveo je u gotovo svim evropskim zemljama do uvođenja akustičke klasifikacione šeme. To podrazumeva da je definisana podela na klase zvučne izolacije prema kojoj se kategorišu zgrade u celini ili pojedinačni stanovi u njima, na sličan način kao u postojećem sistemu energetske efikasnosti. U procesu izrade nove regulative za zvučnu zaštitu u Srbiji planirano je da se uvede akustička klasifikacija stambenih zgrada i stanova i preispitaju minimalni zahtevi u pogledu zvučne izolacije koji se moraju postići. To otvara pitanje sudbine postojećih zgrada, ali i statusa do sada uobičajeno primenjivanih građevinskih sistema koji određuju nivo zvučne izolacije. U radu je prikazana analiza stanja zvučne izolacije na uzorku novoizgrađenih stambenih zgrada u širem okruženju Beograda. Na osnovu toga je izvršena procena efekata koje bi moguće podele na klase i pooštavanje minimalnih zahteva imali na uobičajene sisteme gradnje koji se danas primenjuju.

**Gljučne reči** — Zvučna izolacija, akustička klasifikacija

## I. UVOD

Zahtevi u pogledu zvučne izolacije u zgradama nisu predmet međunarodne standardizacije, već su u svim državama Evrope oni pojedinačno regulisani nacionalnim normativima. U Srbiji je to standard SRPS U.J6.201 u kome su propisane minimalne vrednosti merodavne izolacione moći i maksimalne vrednosti normalizovanog nivoa zvuka udara između različitih vrsta prostorija u zgradama [1]. Standard navodi minimalne uslove za različite tipove zgrada: stambene, poslovne, škole, bolnice, itd. Zahtev za svaku poziciju u zgradi podrazumeva jednu graničnu vrednost odgovarajućeg pokazatelja zvučne izolacije koju u izvedenoj zgradi treba „prebaciti“. Za izolaciju od vazdušnog zvuka parametar je merodavna izolaciona moć  $R'_{wv}$ , a za udarni zvuk merodavni normalizovani nivo zvuka udara  $L'_{nw}$ .

Pomenuti standard je napisan relativno davno, početkom osamdesetih godina dvadesetog veka, i danas je u nekim elementima neusklađen sa savremenom regulativom ISO standarda iz oblasti akustike u građevinarstvu. Prema njegovim odredbama sve pozicije u zgradama na kojima se proverava stanje zvučne izolacije mogu se svrstati u samo dve grupe: zadovoljavaju ili nezadovoljavaju postavljeni minimalni akustički zahtev. To je okolnost koja nije u skladu sa praktičnom stranom stanogradnje. Pre svega, konstatacija da zgrada zadovoljava zahtev ne ukazuje koliko je ona akustički

dobra: da li je tek prebacila minimalni kriterijum ili je daleko iznad njega. Korisnik zgrade nema nikakvu informaciju o tome. S druge strane, problem koji se pojavljuje kada se u oblasti zvučne izolacije za pozicije u zgradama postavlja samo jedna granična vrednost je u tome što se u praksi mogu iskomplikovati administrativne procedure. Nakon merenja zvučne izolacije u novoizgrađenoj zgradi otvara se pitanje šta treba raditi ako na nekim pozicijama vrednost izmerene izolacije ne zadovolji zahtevanu normu. Problem može nastati kao posledica propusta u gradnji, ali i greške u projektovanju. Često je iz raznih razloga naknadna sanacija zvučne izolacije u gotovoj zgradi nemoguća. Tada ostaje jedino da se takav rezultat zanemari, što je jedina moguća praksa, jer se u suprotnom otvara „pandorina kutija“ administracije. Naravno da je to u svakom slučaju na štetu korisnika zgrade.

U međuvremenu je u drugim oblastima u kojima su zakonski postavljaju neki tehnički zahtevi, kao što je na primer energetska efikasnost, uveden princip podele skale mogućih stanja kvaliteta na izvestan broj klasa. Tako u energetske efikasnosti postoje definisane klase označene slovima od A do G. U ocenjivanju se prema konstatovanom stanju zgrada u celini ili za njene pojedine delove utvrđuje pripadnost odgovarajućoj klasi. Poenta klasifikacije je da svaka zgrada dobije deklaraciju i tako naznači korisnicima njen kvalitet, bez obzira na postignute vrednosti. To takođe omogućava nijansiranje zahteva umesto samo jedne granice koja se mora „preskočiti“.

U mnogim zemljama Evrope problem koji nosi jednoznačno definisanje minimalnih uslova zvučne izolacije u stambenim zgradama odavno je prepoznat. Rešenje je nađeno u uvođenju klasifikacije stanova i zgrada prema stanju akustičkog kvaliteta na način koji je primenjen u oblasti energetske efikasnosti. Klasifikacija se u normativima evropskih zemalja javlja od sredine devedesetih godina dvadesetog veka. Pri tome postoje razlike među državama u broju klasa koje su definisane i graničnim vrednostima između njih, ali je suština ista. Tako su na primer u mnogim državama propisane tri klase označene sa A, B, C i dodatna klasa D za stare zgrade koje su zidane pre donošenja relevantne regulative i u njima je nešto niži nivo zvučne zaštite [2,3,4].

Postoji takođe predlog novog ISO standarda koji ima za cilj da se akustička klasifikacija zgrada prema postignutoj zvučnoj izolaciji u njima unificira u svim državama. U tom predlogu je

Miomir Mijić – Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Bulevar Kralja Aleksandra 73, 11020 Beograd, Srbija (e-mail: [emijic@etf.rs](mailto:emijic@etf.rs)).

mr Aleksandar Milenković – Institut za ispitivanje materijala ad, Bulevar vojvode Mišića 43, 11000 Beograd, Srbija (e-mail: [aleksandar.milenkovic@institutims.rs](mailto:aleksandar.milenkovic@institutims.rs))

Danica Boljević – Institut za ispitivanje materijala ad, Bulevar vojvode Mišića 43, 11000 Beograd, Srbija (e-mail: [danica.boljevic@institutims.rs](mailto:danica.boljevic@institutims.rs))

Dragana Šumarac Pavlović – Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, Bulevar Kralja Aleksandra 73, 11020 Beograd, Srbija (e-mail: [dsumarac@etf.rs](mailto:dsumarac@etf.rs)).

predviđeno šest akustičkih klasa kvaliteta, od A do F [5].

U svim varijantama klasifikacije koje su usvojene u raznim državama zajedničko je da se jedna od klasa usvaja kao minimalno zahtevana u stambenim zgradama. U odnosu na nju zvučna izolacija može biti u nekoj višoj klasi ili u klasi ispod minimalne zahtevane granice.

U Srbiji je u toku izrada nove Uredbe o akustičkom komforu u zgradama. Namera je da se segment regulative koji propisuje zahteve zvučne izolacije u zgradama uskladi sa trendovima koji postoje u Evropi. To otvara pitanje uvođenja akustičke klasifikacije stanova i stambenih zgrada na način kako je tu urađeno u drugim državama Evrope. Međutim, to takođe pokreće i preispitivanja minimalnih zahteva zvučne izolacije koje stambene zgrade treba da zadovoljavaju. U ovom radu su prikazani rezultati analize mogućih uticaja različitih pristupa u rešavanju ovih pitanja na ocenu akustičkog kvaliteta postojećeg stambenog fonda, kao i na tehničke zahteve u projektovanju novih zgrada da bi se postigao zahtevani kvalitet.

## II. ANALIZA STANJA ZVUČNE IZOLACIJE U POSTOJEĆEM FONDU STAMBENIH ZGRADA

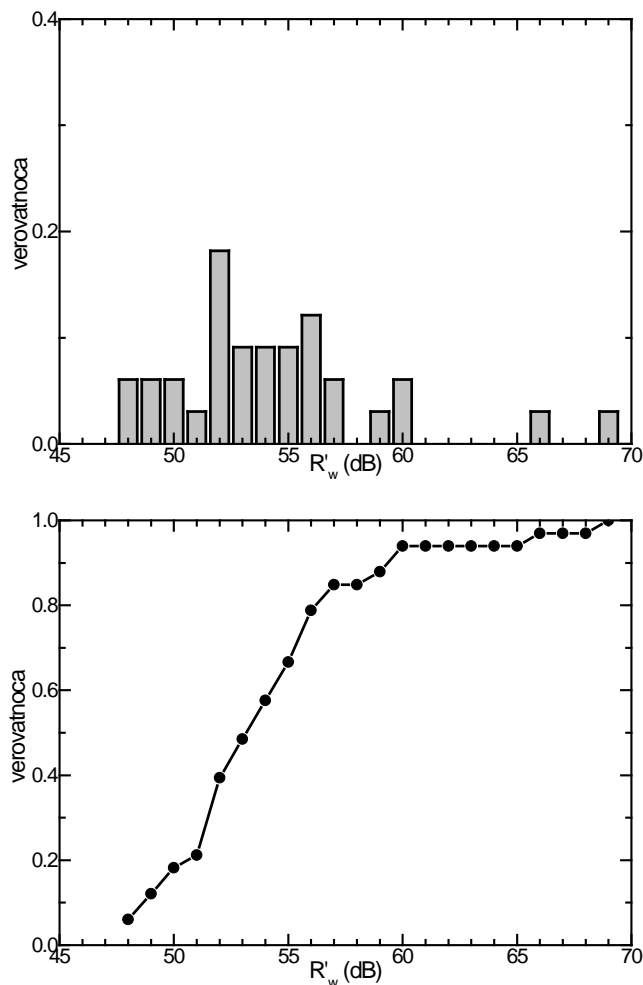
Sagledavanje stanja zvučne izolacije u postojećem fondu stambenih zgrada u Srbiji realizovano je na uzorku zgrada zidanih u poslednjih dvadesetak godina. Za takvu analizu korišćena je arhiva izveštaja o terenskim merenjima koje je izvršila Laboratorija za akustiku i vibracije instituta IMS iz Beograda. Odatle su uzeti rezultati merenja izvršenih u stambenim zgradama izgrađenim u periodu od 2004. do 2008. godine. Sva merenja čiji su rezultati korišćeni u analizi sprovedena su u okviru uobičajenog tehničkog prijema novozgrađenih zgrada.

Zgrade čiji su rezultati ušli u analizu nalaze se na široj teritoriji Beograda. Njihove lokacije su uglavnom grupisane u gradskim zonama intenzivne gradnje. To su lokacije na Novom Beogradu (blok 22, blok 29, blok 32, naselje Dr Ivan Ribar, Bežanijska kosa), zatim u nekim delovima zone šireg centra grada gde su zidane nove višespratnice, kao i u prigradskim naseljima Obrenovac i Lazarevac. Analizirane zgrade su projektovale različiti projektanti, a izvodilo više različitih građevinskih firmi, pa i u tom smislu korišćeni uzorak rezultata pruža izvesnu statističku regularnost prikazu stanja zvučne izolacije u stambenim zgradama.

U skupu odabranih zgrada analizirani su rezultati merenja horizontalne i vertikalne zvučne izolacije od vazdušnog zvuka između susednih stanova odvojenih zajedničkim zidom, odnosno tavanicom. Ulazni podaci za analizu horizontalne izolacije preuzeti su iz rezultata takvih merenja u 33 zgrade, a podaci o vertikalnoj izolaciji (tavanice) između susednih stanova potiču iz merenja u 37 zgrada.

U ovoj analizi udarni zvuk nije obrađivan zbog jednog praktičnog problema koji postoji u toj kategoriji podataka. Naime, u periodu iz koga potiču analizirani rezultati došlo je do promene standarda SRPS ISO 717-2. To je donelo promenu načina izračunavanja merodavne vrednosti normalizovanog nivoa zvuka udara, jer se numeričke vrednosti za iste tavanice dobijene po dve varijante standarda međusobno razlikuju [6].

Zbog toga rezultati iz korpusa izveštaja koji je uzet kao osnova analize nisu direktno poredljivi. Taj aspekt je ostavljen za naknadnu analizu.

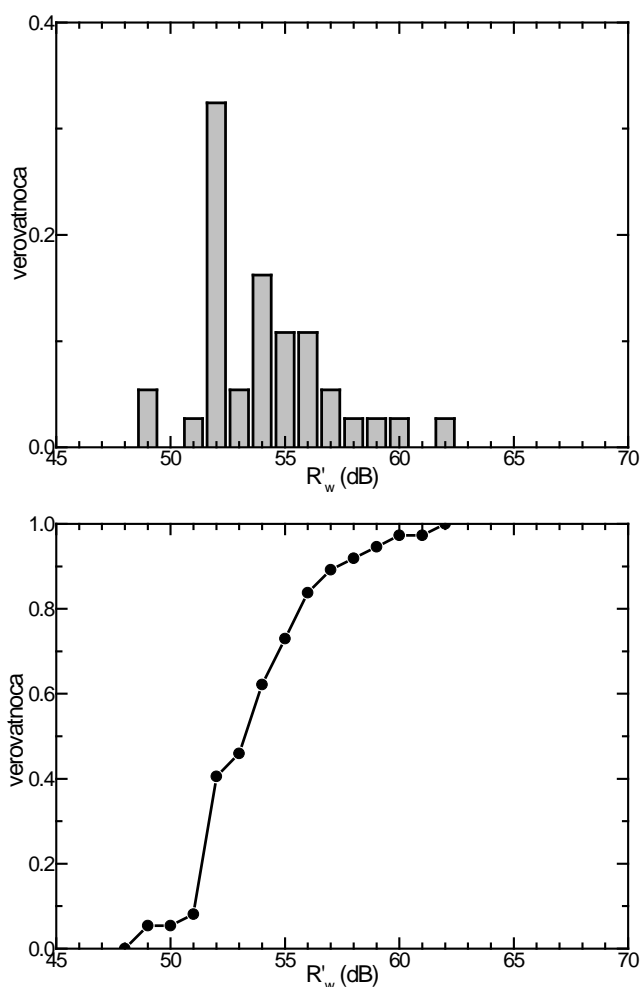


Sl. 1. Verovatnoća pojavljivanja vrednosti merodavne izolacione moći zidova između susednih stanova (gore) i njena kumulativna funkcija (dole)

Na osnovu prikupljenih rezultata merenja zvučne izolacije izračunata je statistika pojavljivanja izmerenih vrednosti merodavne izolacione moći za zidove i tavanice između stanova. Na slici 1 prikazana je verovatnoća pojavljivanja merodavne vrednosti izolacione moći i njena kumulativna funkcija za zidove između susednih stanova, a na slici 2 je prikazana verovatnoća pojavljivanja i njena kumulativna funkcija za tavanice.

Sa prikazanih dijagrama se vidi da su izmerene vrednosti izolacione moći zidova u intervalu od 48 dB do čak 69 dB (jedan slučaj). Ova najveća vrednost je izmerena na poziciji gde je u okviru pregrade postojala dilatacija (stanovi su bili u susednim građevinskim celinama). U slučaju tavanica izmerene vrednosti su u intervalu od 49 dB do 62 dB. Vidi se da je interval vrednosti u kome se nalaze rezultati merenja za tavanice nešto uži nego u slučaju zidova. Razlog tome je najverovatnije u činjenici da u materijalizaciji tavanica i njihovoj geometriji postoji mnogo manja varijabilnost nego u slučaju zidova između stanova. Tavanice su po pravilu

betonske, sa debljinama od 15 do 20 cm, pa se izvesna varijabilnost javlja samo u slojevima plivajućeg poda i u bočnom provođenju. Najveći broj izmerenih rezultata merodavne izolacione moći i za zidove i za tavanice je u intervalu od 52 dB do 56 dB.



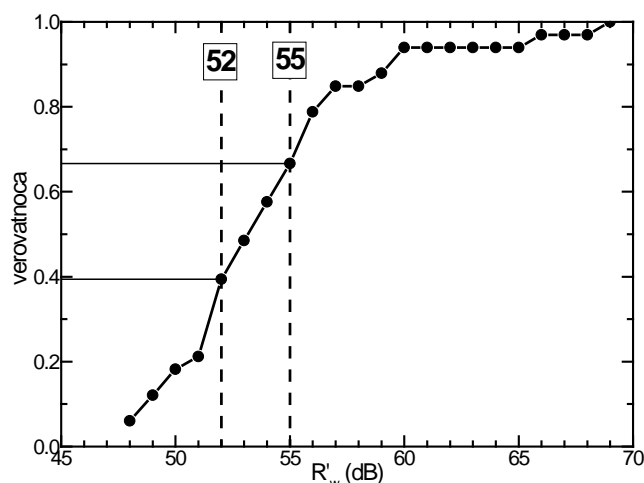
Sl. 2. Verovatnoća pojavljivanja vrednosti merodavne izolacione moći tavanica između susjednih stanova i njena kumulativna funkcija

### III. ANALIZA REZULTATA

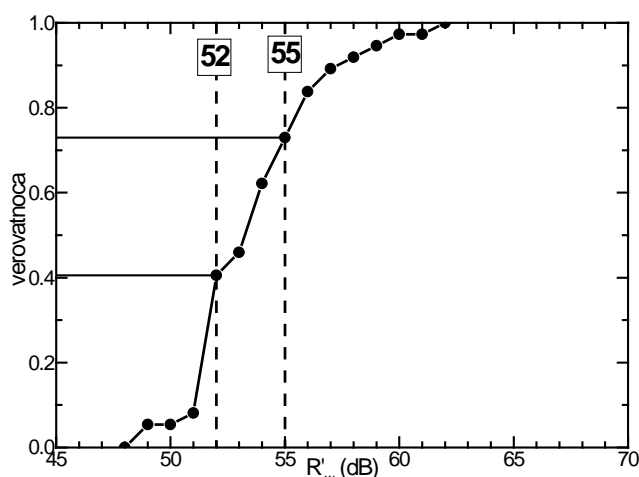
Na osnovu utvrđenih statističkih raspodela vrednosti izolacione moći dobijenih merenjem u zgradama analiziran je uticaj izbora graničnih vrednosti između akustičkih klasa i minimalne zahtevane vrednosti na ocenu akustičkog kvaliteta postojećih stanova. Ta analiza je sprovedena sa dva aspekta. Prvi je analiza posledica koji bi nastupile ako bi se granica minimalne zahtevane vrednosti pomerila sa sadašnjih 52 dB na višu vrednost, po ugledu na neke države Evrope. Drugi aspekt je analiza posledica koje bi na stanje kvaliteta stambenih zgrada unele neke granične vrednosti između klasa. Variranje granica između klasa, pa čak i variranje njihovog broja, imalo bi svoj odraz na sistem ocenjivanja kvaliteta zgrada, pa je postojeći fond stambenih zgrada pogodan za sagledavanje mogućih posledica.

#### A. Uticaj izbora minimalno zahtevane granične vrednosti

Postojeći normativ u Srbiji koji reguliše zvučnu zaštitu u zgradama propisuje vrednost 52 dB kao minimalnu za merodavnu izolacionu moć između stanova i u horizontalnom i u vertikalnom pravcu [1]. Činjenica je da u Evropi vlada stanovito šarenilo u domenu zahteva za minimalnim vrednostima zvučne izolacije, tako da ne postoji mogućnost prihvatanja nekog jedinstvenog međunarodnog pravila. Postoje države u kojima je zahtevana minimalna vrednost 53 dB (na primer Nemačka, Češka, Slovačka, Bugarska), ali postoje i države u kojima je minimalno zahtevana vrednost 55 dB (na primer sve skandinavske zemlje, Austrija) [7]. Činjenica je da se u nekim državama za normiranje akustičkih zahteva, a to znači za definisanje minimalno zahtevane granične vrednosti izolacije koristi izolovanost  $D_{nT,w}$ . To onemogućava direktno poređenje sa graničnim vrednostima izraženim kroz vrednost  $R'_{w}$ , pa se sužava broj država sa kojim je moguće međusobno poređenje.



Sl. 3. Dve moguće granice minimalnih vrednosti merodavne izolacione moći pregradnih zidova između susjednih stanova ucrtanih na kumulativnoj funkciji sa slike 1



Sl. 4. Dve moguće granice minimalnih vrednosti merodavne izolacione moći tavanca između susjednih stanova ucrtanih na kumulativnoj funkciji sa slike 2

Ako bi se u Srbiji sledila praksa većine evropskih država, to bi podrazumevalo povećanje granice sa 52 dB na neku višu vrednost. Realno je da to može biti između 53 dB i 55 dB. Za analizu efekata povećanja minimalnih zahteva u okviru postojećeg fonda stambenih zgrada posmatrane su dve granične vrednosti: 52 dB, što je sadašnja minimalno zahtevana vrednost u Srbiji, i 55 dB, što je vrednost koja se koristi u nekim razvijenim zemljama. Na slici 3 prikazana je kumulativna funkcija sa slike 1 sa označenim navedenim granicama, a na slici 4 je na isti način prikazana kumulativna funkcija za tavanice.

Rezultati pokazuju da bi promena minimalno zahtevane izolacije između stanova unela značajne promene u oceni kvaliteta postojećih zgrada. Činjenica je da među zgradama izgrađenim u novije vreme postoji oko 20% u kojima je stanje zvučne izolacije pregradnih zidova između stanova ispod postavljene minimalne granice definisane postojećom regulativom (52 dB) i oko 8% zgrada u kojima tavanice ne zadovoljavaju te minimalne zahteve. To je okolnost koja pokazuje generalni problem načina na koji se tretira zvučna izolacija, pre svega u projektovanju, a zatim i u izvođenju. Ta činjenica takođe pokazuje potencijalni značaj uvođenja akustičke klasifikacije jer se time formalno definiše status i takvih zgrada. Ovako je to jedna siva zona nastala „guranjem pod tepih“ realnog stanja.

Ako bi se u Srbiji minimalno zahtevana vrednost merodavne izolacione moći pomerila na 55 dB, kao što je to u nekim državama Evrope, čak oko 60% postojećih stambenih zgrada bilo bi ispod zahtevanog minimuma zvučne izolacije. U tom domenu skoro je ista situacija sa zidovima i tavanicama. To pokazuje da promena minimalno zahtevane vrednosti merodavne izolacione moći otvara ozbiljno pitanje izbora adekvatnih pregradnih konstrukcija i konstruktivnih sistema u projektima novih zgrada koje bi zadovoljavale takve povišene zahteve. To takođe otvara pitanje realno primenjivih postupaka za postepenu sanaciju zvučne izolacije u onih 60% postojećih stambenih zgrada koje ne zadovoljavaju povišeni kriterijum. Najzad, to otvara pitanje edukacije arhitekata i razvoj svesti o potrebama izvesnih promena u pristupu projektovanju da bi se zadovoljili tako pooštrjeni zahtev. Bez toga pooštavanje kriterijuma je prilično upitan potez.

### B. Uticaj izbora granica između klasa na ocenu kvaliteta

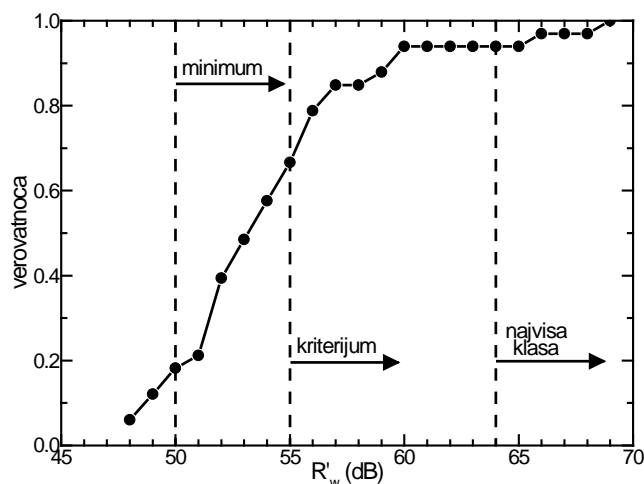
Statistika izmerenih vrednosti merodavne izolacione moći sa slika 1 i 2 pruža mogućnost da se analiziraju okolnosti koje bi nastale uvođenjem akustičkih klasa. Na odabranom uzorku postojećih zgrada takva analiza može principijelno pokazati kakva bi bila sudbina današnjeg stambenog fonda po kategorijama.

Činjenica je da se broj klasa i njihove granice razlikuju od države do države, ali je u prvoj iteraciji moguće odabrati neke karakteristične granične vrednosti koje su zajedničke u većem broju zemlja. U tom smislu mogu se izdvojiti tri karakteristične granice. To su:

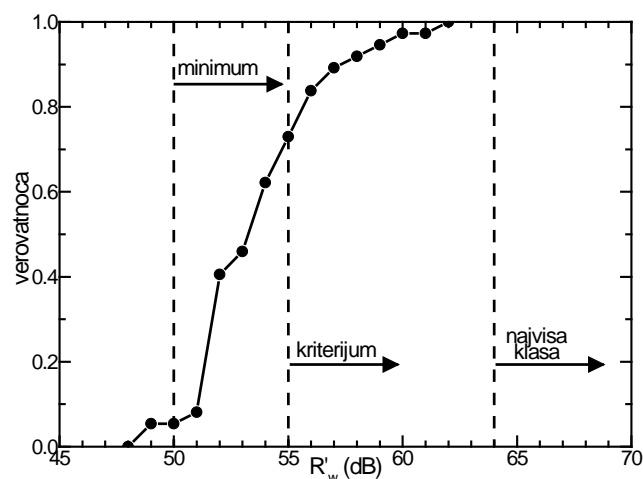
- 50 dB kao donja granica najniže kategorije;
- 55 dB kao najčešća granična vrednost koja se zahteva u novim zgradama;

- 64 dB kao donja granica najviše klase.

Na dijagramima kumulativnih funkcija sa slike 1 i 2 ucrtane su ove tri granice i takvi dijagrami su prikazani na slikama 5 i 6, respektivno. Pomoću njih se može proceniti globalni uticaj koji bi imala kategorizacija na postojećem fon-du stambenih zgrada.



Sl. 5. Kumulativna funkcija raspodele izolacione moći pregradnih zidova sa ucrtanim osnovnim graničnim vrednostima klasa u većini država Evrope



Sl. 6. Kumulativna funkcija raspodele izolacione moći tavanica sa ucrtanim osnovnim graničnim vrednostima klasa u većini država Evrope

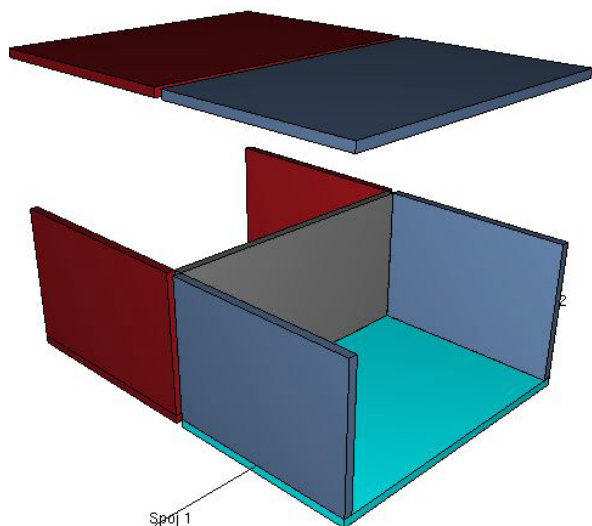
Sa slike 5 se vidi da je u 12% stambenih zgrada zidanih u novije vreme izolaciona moć zidova između stanova ispod donje granice opsega koji obuhvataju akustičke klase. Istovremeno samo oko 3% analiziranih zgrada ima stanje izolacije koje bi zadovoljilo najvišu akustičku klasu. S obzirom na ranije prikazano stanje zgrada u odnosu na usvojeni kriterijum 55 dB, proizilazi da bi tada samo oko 40% zgrada našlo u klasama između zahtevanog minimuma (kriterijum) i najviše klase koja se u stanogradnji može smatrati ekskluzivom.

Sa slike 6 se vidi da tavanice imaju izolacionu moć ispod najniže granice klasa od 50 dB u manjem procentu nego zidovi, samo oko 5%. Ali sa druge strane, ni jedna tavanica u analiziranim zgradama ne prebacuje granicu za najvišu klasu izolacije. Očigledno je da su konstrukcije tavanica danas

dimenzionisane da zadovolje postojeći zahtev od 52 dB, i nikakvi dodatni kriterijumi nisu razmatrani u toku projektovanja. Na osnovu uvida u raspoložive rezultate merenja izolacije od udarnog zvuka, bez obzira na činjenicu da se oni ne mogu porediti zbog promena standarda, verovatno je da bi i ova vrsta izolacije bila daleko od najviše kategorije.

#### IV. ANALIZA MOGUĆIH DOMETA U IZOLACIJI SA UOBIČAJENIM PRISTUPIMA GRADNJI STAMBENIH ZGRADA

Poošttravanja zahteva i uvođenje klasifikacije u domenu zvučne izolacije zahteva da se detaljnije razmotre mogući efekti takvih mera na principe projektovanja i tehnologiju gradnje. Zbog toga je pomoću proračuna sprovedena analiza terenske merodavne izolacione moći za neke uobičajene slučajeve pregradnih konstrukcija koji se pojavljuju u danas postojećim stambenim zgradama. Za tu namenu su pretpostavljene neke tipične konfiguracije pregrada, zidova i tavanica, a zatim je sproveden proračun izolacione moći od vazdušnog zvuka koristeći metodologiju definisanu standardom SRPS EN 12354-1 [8]. Naime, formiranje nove uredbe o akustičkom komforu takođe će podrazumevati i uvođenje obaveznosti proračuna zvučne zaštite u zgradama prema postupcima definisanim u seriji standarda SRPS EN 12354, s obzirom da je to opšteprihvatarena praksa u Evropi. To su standardi usvojeni prihvatanjem evropskih normi sa istom oznakom koji su preneti u nacionalne regulative svih evropskih država. Analiza je sprovedena samo za horizontalnu izolaciju od vazdušnog zvuka zidova zato što u tom domenu postoji velika varijabilnost primenjenih pregradnih konstrukcija i shodno tome varijabilnost u uticajima bočnog provođenja.



Sl. 7. Šematski prikaz analiziranog slučaja zvučne izolacije

Proračun je baziran na konfiguraciji segmenta zgrade sa dve prostorije kao na slici 7. Slika je preuzeta iz softvera za proračun [9]. Dve prostorije su jednake, dimenzija 4 x 5 m. U proračunima je pretpostavljeno da su svi spojevi pregrada krstastog tipa, što odgovara slučaju prostorija koje se nalaze unutar zgrade. Takođe je pretpostavljeno da su svi spojevi

pregrada kruti, što je u dosadašnjoj tehnologiji gradnje primenjivanoj u Srbiji uobičajen slučaj.

Analizirana su tri klasična slučaja koji se sreću u stambenim zgradama:

- svi zidovi i obe tavanice su od armiranog betona debljine 16 cm,
- obe tavanice su od armiranog betona debljine 16 cm, a svi zidovi su od blokova debljine 25 cm,
- obe tavanice i pregradni zid između prostorija su od armiranog betona debljine 16 cm a ostali pregradni zidovi su od blokova debljine 25 cm,

Ovakve konfiguracije su odabrane zbog toga što je tavanica od betona debljine 16 cm, eventualno 15 cm, najšire primenjivana horizontalna pregrada u višespratnicama. To je diktirano zahtevima konstrukcije objekta. Ređe se u stambenim zgradama pojavljuju tavanice debljine 20 cm. Takođe su opekarski blokovi različitih debljina najčešći korišćeni materijal za pregradne zidove, pa je tako blok debljine 25 cm najšire primenjivan građevinski materijal.

Proračunima su dobijeni sledeći rezultati:

1. Kada su svi zidovi i obe tavanice od armiranog betona debljine 16 cm merodavna izolaciona moć između dve prostorije je 53 dB. To znači da se zadovoljava danas postojeća norma, ali nema prostora za eventualne veće vrednosti izolacije.
2. Kada su obe tavanice od armiranog betona debljine 16 cm i svi zidovi od blokova debljine 25 cm, uključujući i pregradni zid između prostorija, izračunata vrednost merodavne izolacione moći je 50 dB. To znači da takva konfiguracija pregrada ne zadovoljava ni sadašnji zahtev od 52 dB. Neki detalji u izvođenju mogu malo povećati ovu vrednost, ali posmatrana konfiguracija definitivno nema potencijal za veće zahteve zvučne izolacije bez značajnijih dodataka.
3. Kada su obe tavanice i pregradni zid između prostorija od armiranog betona debljine 16 cm a ostali pregradni zidovi od blokova debljine 25 cm, izračunata vrednost merodavne izolacione moći je 54 dB. Ovakva konfiguracija ima nešto bolje uslove bočnog provođenja, što daje nešto veću vrednost izolacione moći u odnosu na ostale analizirane konfiguracije.

Dobijeni rezultati pokazuju da se ovakvom materijalizacijom pregrada mogu očekivati rezultati u rasponu 50 – 54 dB. To znači da jedna analizirana varijanta ne zadovoljava minimalni zahtev koji postoji danas u Srbiji, a ni jedna ne „dobacuje“ do strožijeg kriterijuma od 55 dB.

#### V. ZAKLJUČAK

Analiza prikazana u ovom radu pokazuje da će uvođenje akustičke klasifikacije zgrada i eventualno poošttravanje minimalnih zahteva u odnosu na danas postojeće stanje zahtevati inovacije u sistemima pregradnih konstrukcija da bi se zadovoljili takvi zahtevi. Dosadašnje postojanje samo jedne propisane vrednosti koju treba „prebaciti“ na neki način je kanalisalo projektantsku praksu ka rešenjima koja obezbeđuju taj minimum. To pokazuju dijagrami sa slika 1 i 2. U okolnostima drugačijih zahteva biće neophodno da se analiziraju nove mogućnosti do danas ređe korišćene.

Rešenja za postizanje zvučne izolacije bolje od statističkog

proseka sa slika 1 i 2 podrazumevaju proširenje asortimana

korišćenih pregradnih konstrukcija u nekoliko pravaca. To su:

1. Uvođenje elastičnih veza između pregrada gde god je to moguće.
2. Istraživanje mogućnosti primene dvostrukih masivnih zidova i razvoj njihovih optimalnih konfiguracija.
3. Primena suve gradnje i dodatnih gipsanih obloga na masivnim pregradama, gde god to ne ugrožava funkcionalnost prostorija.
4. Uvođenje dilatacija u konstrukciji zgrada gde god je to moguće.

Elastične veze između pregrada podrazumevaju umetanje sloja za diskontinuitet na spojevima zidova sa tavanicama. Dvostruki masivni zidovi su se pojavili kao rešenje za pregrade između stanova zbog potreba termičke izolacije između susednih stanova. Neopodno je tragati za optimalnim varijantama ovakvih pregrada da bi se maksimizirala njihova izolaciona moć, s obzirom da o njima u literaturi nema dovoljno podataka. Primena suve gradnje u stambenim zgradama još uvek u Srbiji izaziva podozrenje iz raznih praktičnih razloga (na primer, fiksiranje polica na zidu). Međutim, činjenica je da gipsane obloge i spuštene plafoni od gipsanih ploča predstavljaju najjednostavniji način za povećanje izolacione moći masivnih pregrada.

Iz svega pobrojanog proizilazi možda najznačajnija činjenica, a to je da zvučnu zaštitu u stambenim zgradama treba razmatrati još u fazi idejnog projekta arhitekture, kao i u fazi definisanja konstrukcije zgrade. Takav pristup do sada nije bila praksa, osim što su neki strani investitori nametali pravila projektovanja u kojima se zahteva angažovanje akustičkog konsultanta od samog početka projektovanja, od idejne faze. Kada se konfiguracija zgrade i njena konstrukcija fiksiraju sužavaju se mogući dometi u rešavanju zvučne izolacije, a na nekim pozicijama mogući su i problemi koji su nerešivi.

Uvođenje akustičke klasifikacije zgrada i pooštavanje minimalnih zahteva u odnosu na danas postojeće stanje zahtevaće posebnu edukaciju arhitekata u oblasti akustike. To je neophodno da bi im se predočile sve činjenice ukratko izložene u ovom radu i da bi se ukazalo na moguća rešenja.

#### ZAHVALNICA

Ovaj rad je napravljen kao deo istraživanja u okviru projekta broj TR36026 koga finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

#### LITERATURA

- [1] SRPS U.J6.201 „Akustika u zgradarstvu – Tehnički uslovi za projektovanje i gradnje zgrada“
- [2] Svensk Standard SS 25267:2015 Acoustics – Sound classification of spaces in buildings – Dwellings
- [3] B.Rasmussen, M.Machimbarrena, “Existing Sound Insulation Performance Requirements and Classification Schemes For Housing Across Europe”, Poglavlje u knjizi „Building acoustics throughout Europe Volume 1: Towards a common framework in building acoustics throughout Europe“, 32-54
- [4] F.Cotana, M.Goretti, Acoustic Classification of Buildings: Impact of Acoustic Performances of a High Energy-Efficient Building on Quality and Sustainability Indicators, 20th International Congress on Acoustics, ICA 2010, Proceedings, 1-6
- [5] ISO/TC 43/SC 2 N 1218, TU0901 Proposal CS for NWIP 2013-11-19 – “Acoustic classification scheme for dwellings”
- [6] ISO 717-2 Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of buildings elements - Part 2: Impact sound insulation
- [7] B.Rasmussen, Acoustic classification of housing according to ISO/CD 19488 compared with VDI 4100 and DEGA Recommendation 103, DAGA 2017, Proceedings, 1093-1096
- [8] SRPS EN 12354-1:2008 Akustika u građevinarstvu - Ocena zvučne zaštite zgrada na osnovu akustičkih performansi građevinskih elemenata - Deo 1: Zvučna izolacija između prostorija
- [9] URSA FRAGMAT AKUSTIKA, softver za proračun zvučne izolacije, Elektrotehnički fakultet, Beograd, <http://www.ursa.rs/sr-latn-cs/arhitekti/stranice/program-akustika.aspx>

#### ABSTRACT

In almost all European countries improving the legislation concerned the sound insulation in buildings has led to introduction of acoustic classification scheme. This means that the sound insulation requirement is divided into several classes thus categorising the whole buildings or individual dwellings, in a similar way as in the system of energy efficiency. In new regulations for sound insulation in Serbia which is in process of drafting it is planned to introduce the acoustic classification for residential buildings and dwellings, as well as to examine the minimal requirements of sound insulation to be achieved. In the classification system one introduces a question of the existing buildings fate, as well as the status of used construction systems that determine the sound insulation between rooms. This paper presents an analysis of the sound insulation in a sample of buildings erected in the wider area of Belgrade during last decades. The analysis of impact the potential classes' border values and tightening of minimum requirements in common building systems applied today can have is also presented.

#### **Acoustical classification of dwelling and its consequence on common building technology**

Miomir Mijić, Aleksandar Milenković, Danica Boljević,  
Dragana Šumarac Pavlović