

Softverski paket za proračun zvučne izolacije

Iva M. Salom, Vladimir V. Čelebić, Igor J. Salom

Sadržaj — Važnu ulogu u projektovanju građevinskog objekta igra zvučna zaštita. Pored neophodnog iskustva u ovoj oblasti, veoma bitan, ali i najkomplikovaniji deo projektovanja zvučne zaštite predstavlja proračun zvučne izolacije građevinskih konstrukcija, koji je danas daleko olakšan pojavom softverskih paketa koji rešavaju ovu problematiku. U ovom radu opisan je jedan takav softverski paket, izrađen na osnovu algoritama koji su nastali kao rezultat dugogodišnjeg iskustva u oblasti građevinske akustike.

Ključne reči — građevinska akustika, izolaciona moć, nivo udarnog zvuka, zvučna izolacija.

I. UVOD

JEDNU od komponenti ukupnog kvaliteta svakog građevinskog objekta predstavlja kvalitet zvučne zaštite. Kriterijumi za kvalitet zvučne zaštite određeni su zahtevima koje nameću karakteristike čovekovog čula sluha, kao i psihološki faktori [1]. Zvučna zaštita ima svoju ulogu u procesu projektovanja i kao takva se mora naći, kao neizbežan deo, u svakom projektnom zadatku, u vidu elaborata zvučne zaštite. Bitna poglavlja elaborata zvučne zaštite predstavljaju akustički kriterijumi za građevinske (pregradne i međuspratne) konstrukcije u objektu, koji su praćeni dokazima da projektovani objekat zadovoljava postavljene kriterijume. Između ostalog, skup akustičkih kriterijuma u elaboratu podrazumeva minimalne zahtevane vrednosti izolacionih moći pregrada po pozicijama i maksimalne zahtevane vrednosti zvučne propustljivosti [2].

Postoje tri načina da se pokaže akustički kvalitet pregradnih i međuspratnih konstrukcija: podaci dobijeni proračunima, podaci dobijeni merenjem i podaci iz literature. Podaci o izolacionoj moći za osnovne građevinske materijale (kao što je, na primer, armirani beton određene debljine ili zid od opeka) mogu se naći u priručnicima građevinske akustike. Postoje i baze podataka koje sadrže izmerene podatke za standardne vrste pregrada. Međutim, kada se u objektu javljaju nove nestandardne konstrukcije, složene pregrade sastavljene iz više paralelnih segmenata, kao i kada se upotrebljavaju novi materijali, proračuni izolacionih moći su neizbežni [2].

S obzirom na potrebu za proračunima zvučne izolacije različitih konstrukcija, mnogi autori su se bavili ovom problematikom [3] - [10]. Dugotrajan proces proračuna

zvučne izolacije u poslednje vreme zamenjuju softverski paketi, dizajnirani tako da na osnovu relevantnih podataka unesenih od strane korisnika daju procenu vrednosti parametara zvučne izolacije [11]-[14]. Iako ovako dobijeni rezultati ne mogu da zamene složeni elaborat zvučne zaštite, koji je produkt rada i iskustva akustičkog konsultanta, oni se svakako mogu koristiti kao neka vrsta smernice u projektovanju i kao pomoć pri izradi elaborata, odnosno jedan njegov značajan deo.

U ovom radu biće opisan softverski paket za procenu zvučne izolacije, koji koristi postupke proračuna profesora dr Husnije Kurtovića [15], [16], nastale kao rezultat njegovog dugogodišnjeg iskustva u oblasti građevinske akustike.

II. OSNOVNI TERMINI I STANDARDI GRAĐEVINSKE AKUSTIKE

Zadatak građevinske akustike je da, prateći različite puteve prostiranja zvuka kroz objekat, od izvora zvuka do prijema, obezbedi minimalno potrebnu materijalizaciju objekta tako da zaštita od buke bude zadovoljena prema propisanim standardima ili zahtevima korisnika.

Relevantna su dva fizički različita načina na koji zvuk može nastati: u vazduhu i pobudom čvrstog (građevinskog) materijala. Stoga je u građevinskoj akustici uvedena podela na vazdušni i strukturni zvuk [2], [16].

Na zvučnu izolovanost između dve prostorije utiču svi putevi prolaska zvučne energije. Ona se prenosi na sve građevinske materijale u prostoriji u kojoj je zvuk nastao i kroz njih delimično dospeva u susednu prostoriju. Prenosenje zvuka mimo pregrade koja deli dve prostorije naziva se bočno provođenje, ali u najvećoj meri zvučna energija se prenosi direktno kroz pregradu. Da bi se odredilo u kojoj meri određena građevinska konstrukcija utiče na izolovanost između dve prostorije uvedeni su pojmovi izolacione moći, za izolaciju od vazdušnog zvuka, i normalizovani nivo udarnog zvuka, koji predstavlja meru prenošenja mehaničkih udara kroz pregradu.

Izolaciona moć, R , je veličina koja se izražava u decibelima, a definiše se kao logaritam recipročne vrednosti koeficijenta transmisije τ (odnosa zvučne energije koja je prošla kroz pregradu i ukupne zvučne energije koja je na nju dospela) [16]:

$$R = 10 \log \frac{1}{\tau} [\text{dB}]. \quad (1)$$

Normalizovani nivo udarnog zvuka dobija se merenjem nivoa zvuka, L , u donjoj prostoriji, kada se u gornjoj prostoriji međuspratna konstrukcija pobuđuje takozvanom tapkalicom (čiji čekići udaraju frekvencijom od 10 Hz, prema standardu ISO 140-6 [17]), i korekcijom izmerenih vrednosti (s obzirom da je normalizovani nivo udarnog zvuka propisan za prijemnu prostoriju referentne

Izradu softverskog paketa finansirala je URSA SLOVENIJA, d.o.o. Novo mesto, Slovenija – predstavništvo Beograd, www.ursa.si.

Iva M. Salom, Institut Mihajlo Pupin, Volgina 15, 11050 Beograd, Srbija; (e-mail: diva@kondor.imp.bg.ac.yu).

Vladimir V. Čelebić, Institut Mihajlo Pupin, Volgina 15, 11050 Beograd, Srbija; (e-mail: vcelebic@kondor.imp.bg.ac.yu).

Igor J. Salom, Institut za fiziku, Pregrevica 118, 11080 Zemun, Srbija; (e-mail: isalom@phy.bg.ac.yu).

apsorpcije od 10 m^2 [17]):

$$L_n = L + 10 \log \frac{A}{10} [\text{dB}], \quad (2)$$

gde je A apsorpcija prijemne prostorije u kojoj je vršeno merenje.

Načini prikazivanja navedenih veličina određeni su standardima JUS ISO 717 [18], [19]. Frekvencijske zavisnosti prikazuju se po terčnoj (100 – 3150 Hz) ili oktavnoj (125 – 2000 Hz) podeli. S obzirom da frekvencijska zavisnost nije uvek pogodna za poređenje akustičkog kvaliteta više različitih pregrada, standardima [18] i [19] definisana je procedura za određivanje jednobrojne vrednosti u decibelima koja predstavlja merodavnu vrednost.

Za određivanje merodavne vrednosti izolacione moći R_w , standardom [18] definisana je standardna kriva izolacione moći, koja na 500 Hz ima vrednost 52 dB. Ova kriva se pomera naviše ili naniže za ceo broj decibela sve dok je zbir nepovoljnih odstupanja po tercima u odnosu na krivu izolacione moći manji od 32 dB (s obzirom da izolaciona moć treba da je što veća, nepovoljna odstupanja su u onom delu frekvencijske karakteristike gde standardna kriva ima veće vrednosti od krive izolacione moći). Vrednost pomerene standardne krive na 500 Hz predstavlja merodavnu vrednost izolacione moći R_w . Na slici 1, na dijagramu na kom su predstavljeni rezultati proračuna, punom linijom je prikazana izolaciona moć pregradne konstrukcije, a isprekidanom linijom pomerena standardna kriva.

Da bi se uzeli u obzir spektri različitih izvora buke, standardom [18] uvedeni su članovi za spektralnu korekciju izolacione moći: C (ružičasti šum) i C_{tr} (buka od drumskog saobraćaja). C i C_{tr} se računaju po formuli:

$$C = -10 \log \sum_{i=1}^{16} 10^{C(f(i)) - R(f(i))} - R_w [\text{dB}], \quad (3)$$

gde su $C(f(i))$ vrednosti po tercima odgovarajućih spektara datih standardom [18], a $R(f(i))$ vrednosti izolacione moći po tercima.

Za određivanje merodavne normalizovane vrednosti nivoa udarnog zvuka $L_{n,w}$, standardom [19] definisana je standardna kriva normalizovanog nivoa udarnog zvuka, koja na 500 Hz ima vrednost 60 dB. Ova kriva se pomera naviše ili naniže za ceo broj decibela sve dok je zbir nepovoljnih odstupanja po tercima u odnosu na krivu izolacione moći manji od 32 dB (s obzirom da nivo udarnog zvuka treba da je što manji, nepovoljna odstupanja su u onom delu frekvencijske karakteristike gde standardna kriva ima manje vrednosti od krive normalizovanog nivoa udarnog zvuka). Vrednost pomerene standardne krive na 500 Hz predstavlja merodavnu normalizovanu vrednost nivoa udarnog zvuka $L_{n,w}$. Na slici 2, na dijagramu na kom su predstavljeni rezultati proračuna, punom linijom je prikazan normalizovani nivo udarnog zvuka, a isprekidanom linijom pomerena standardna kriva.

Da bi se uzeli u obzir vrhovi krive nivoa udarnog zvuka na pojedinim niskim frekvencijama kod drvenih ili golih betonskih tavanica, uveden je član za spektralnu korekciju C_l , koji se računa po formuli:

$$C_l = \sum_{i=1}^{15} L_n(f(i)) - 15 - L_{n,w} [\text{dB}], \quad (4)$$

gde su $L_n(f(i))$ normalizovane vrednosti nivoa udarnog zvuka po tercima, do frekvencije 2500 Hz.

Standardom [19] definisane su normalizovane vrednosti nivoa udarnog zvuka po tercima za referentnu tavanicu (homogena betonska ploča, prema [20]) i, na osnovu nje, postupak za dobijanje merodavnog smanjenja nivoa zvuka udara ΔL_w podnih pokrivača.

U standardu JUS U.J6.201 [21] za standardne vrste objekata (stambeni, stambeno-poslovni, poslovni, hoteli, restorani, škole, bolnice, itd.) tabelarno su pobrojani mogući prostorni dodiri prostorija iz različitih akustičkih kategorija po bučnosti, i za njih su definisana minimalna potrebna izolaciona svojstva koja se zahtevaju.

III. KARAKTERISTIKE SOFTVERSKOG PAKETA

A. Akustički zahtevi

Softverski paket za procenu zvučne izolacije, u skladu sa [15], obuhvata izolaciju od vazdušnog zvuka pregradnih i međuspratnih konstrukcija, kao i izolaciju od udarnog zvuka međuspratnih konstrukcija. Dobijene vrednosti parametara zvučne izolacije predstavljaju vrednosti koje bi se dobile merenjem u laboratorijama koje imaju izvesno bočno provođenje. Stvarne, građevinske vrednosti izolacione moći zavise od načina ugradnje same konstrukcije na terenu. Stoga dobijene vrednosti treba povećati za 2 dB (prema evropskom standardu EN 12354-1 [22]) da bi se dobile vrednosti građevinske izolacione moći, R'_w .

Softverski paket izračunava izolacione moći sledećih pregradnih konstrukcija:

- jednostrukih homogenih pregrada,
- dvostrukih pregrada,
- višeslojnih pregrada,
- nehomogenih pregrada.

Za svaku proračunatu izolacionu moć pregrade daje se ocena u skladu sa važećom regulativom, [18], kao i vrednosti članova spektralnih korekcija. Za međuspratne konstrukcije izračunava se normalizovani nivo udarnog zvuka i daje se ocena u skladu sa važećom regulativom, [19], i vrednost člana spektralne korekcije.

Softverski paket obuhvata sledeće funkcije:

- formiranje baze podataka materijala sa relevantnim parametrima, uz mogućnost dodavanja novih materijala,
- formiranje baze podataka konstrukcija sa odgovarajućim izolacionim karakteristikama, uz mogućnost dodavanja novih konstrukcija,
- ulazni korisnički interfejs za otvaranje i unos parametara novog projekta,
- ulazni korisnički interfejs za unos konstrukcija u okviru projekta i specifikaciju kategorije konstrukcije (koja određuje neophodni nivo zvučne izolacije, prema važećoj regulativi [21]),
- ulazni korisnički interfejs za izbor tipa, strukture i materijala svakog sloja strukture konstrukcije,
- izlazni grafički interfejs sa tabelom, dijagramom i ocenom u skladu sa važećom regulativom u oblasti, sa mogućnošću štampanja rezultata u formi jednostranog izveštaja.

B. Računarski zahtevi

Aplikacija je realizovana kao zaseban izvršni program, rađen po *Windows* standardima sa preuzimanjem najšire prihvaćenih funkcija *Windows* sistema, kao i izgleda grafičkog interfejsa. Razvojno okruženje je u programskom jeziku *Visual C++* korišćenjem *Microsoft Visual C++ IDE*, *Visual Studio 2005* [23]. Grafički interfejs je realizovan u formi dijaloga aplikacije i opisan je u sledećem poglavlju.

C. Grafički interfejs i opis funkcija

Softverski paket za procenu zvučne izolacije omogućava proračun zvučne izolacije različitih građevinskih konstrukcija u okviru jednog projekta. Za svaki projekat u posebnom dijalogu unose se relevantni podaci koji ga definišu (naziv projekta, objekat, lokacija, datum, ime projektanta). Svi podaci vezani za jedan projekat, uključujući proračunate vrednosti zvučne izolacije po pregradama, čuvaju se u posebnom fajlu.

Unos konstrukcija u okviru projekta, sa nazivom i odgovarajućim kriterijumom koji treba, u smislu zvučne izolacije, da zadovolji prema standardu [21], obavlja se u posebnom dijalogu. Iz ovog dijaloga moguće je dodavati nove pregrade u projektu, brisati pregrade iz projekta i štampati izveštaje svih konstrukcija u projektu za koje je izvršen proračun zvučne izolacije. Nova konstrukcija unosi se klikom na dugme "Dodaj", čime se otvara dijalog za unos naziva nove konstrukcije, sa padajućim menijem za izbor kriterijuma prema standardu [21].

Klikom na dugme "Analiza" otvara se dijalog za izbor tipa konstrukcije prikazan na slikama 1 i 2. U ovom dijalogu bira se vrsta izolacije za koju se zahteva proračun: izolacija od vazdušnog zvuka pregradne konstrukcije (slika 1), izolacija od vazdušnog zvuka međuspratne konstrukcije ili izolacija od udarnog zvuka međuspratne konstrukcije (slika 2). Pregradnoj, odnosno međuspratnoj konstrukciji odgovara po jedna "3D" slika,

na kojoj je šrafirano označena konstrukcija od interesa.

Klikom na četvorougao unutar konstrukcije "3D" slike otvara se dijalog za izbor vrste i sastava konstrukcije. Izgled ovog dijaloga prikazan je na slici 3. U ovom dijalogu omogućen je i grafički prikaz izabranog tipa pregrade, ako je slika dostupna, tj. ako se nalazi u bazi slika. Obavljanjem izbora materijala, odnosno tipa konstrukcije, prenose se podaci iz lokalne baze u aplikaciju (ukoliko se podaci za izabranu konstrukciju nalaze u lokalnoj bazi).

Rezultati izračunavanja se prosleđuju grafičkom delu aplikacije i prikazuju na grafiku i u tabeli. Odgovarajuće merodavne vrednosti sa članovima za spektralnu korekciju prikazane su iznad grafika. Dobijene merodavne vrednosti porede se sa zadatim kriterijumom i utvrđuje se da li izabrana konstrukcija zadovoljava standard [21].

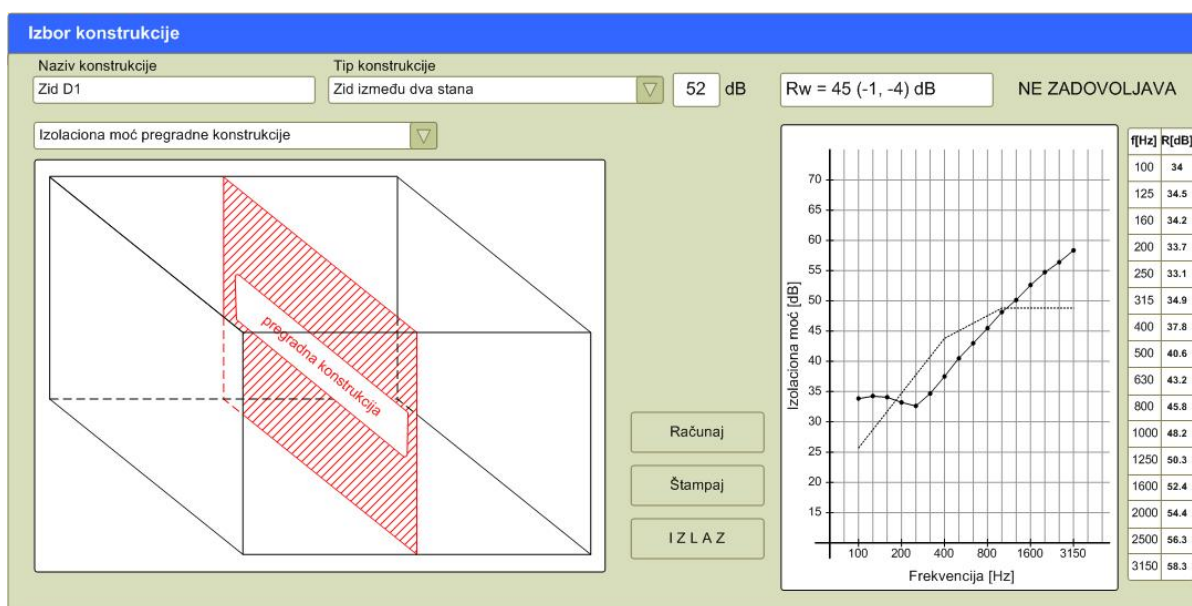
Štampani izveštaj, koji sadrži sve podatke o projektu i konstrukciji, kao i rezultate date grafički, tabelarno i preko merodavnih vrednosti, generiše se klikom na dugme "Štampaj".

Pregled lokalne baze materijala vrši se u posebnom dijalogu (slika 4a). Materijali u bazi su podeljeni u tri grupe i za svaku od grupa unose se posebni parametri materijala:

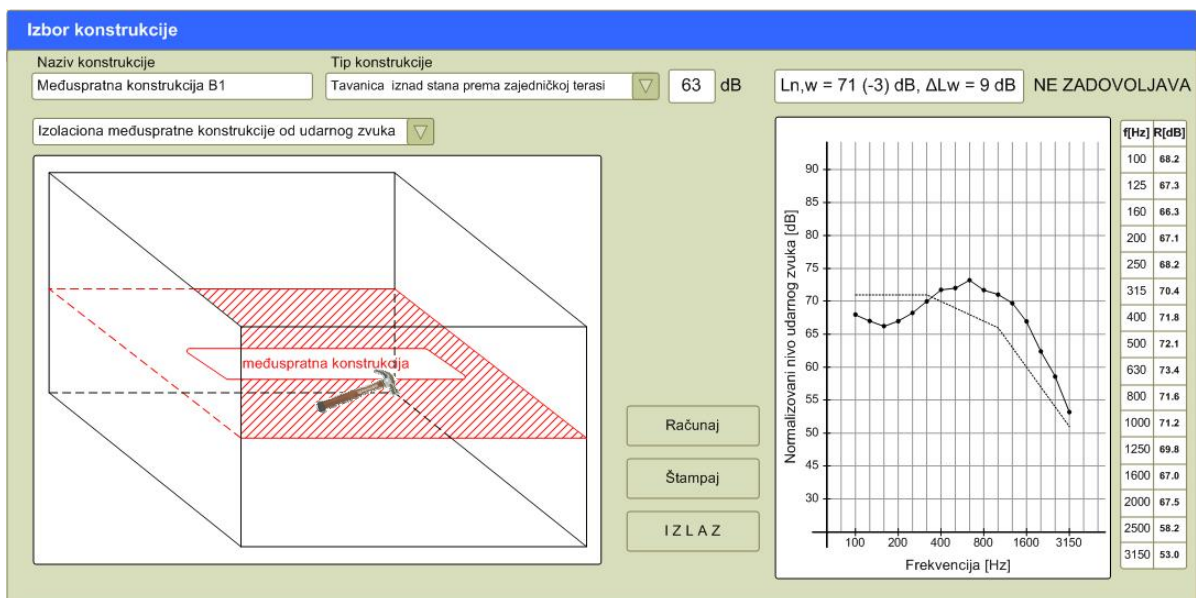
- građevinski materijali: gustina, *Young*-ov moduo elastičnosti, faktor prigušenja i brzina longitudinalnih talasa;
- porozni materijali: gustina, podužna otpornost strujanja, poroznost i faktor strukture;
- elastične podloge plivajućeg poda: gustina u neopterećenom stanju, smanjenje debljine pod pritiskom i dinamički *Young*-ov moduo.

Moguće je ažurirati karakteristike materijala, kao i dodavati nove tipove materijala.

Pregled lokalne baze konstrukcija vrši se u posebnom dijalogu (slika 4b). Moguće je uneti novu konstrukciju unošenjem tabelarnih vrednosti izolacione moći.



Sl. 1. Dijalog za izbor tipa konstrukcije i predstavljanje rezultata za izolaciju od vazdušnog zvuka



Sl. 2. Dijalog za izbor tipa konstrukcije i predavljanje rezultata za izolaciju od zvuka udara

Pregradna konstrukcija

PANEL 1 Broj slojeva 2 čvrsta veza

Sloj 1: materijal Porozni beton $d_1 = 15$ cm
 Sloj 2: materijal Malter $d_2 = 2$ cm
 Sloj 3: materijal <Izaberite materijal> $d_3 =$ cm

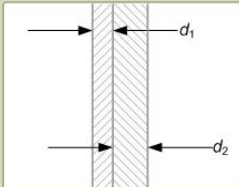
ISPUNA Broj slojeva
 Sloj 1: materijal <Izaberite materijal> $d_1 =$ cm
 Sloj 2: materijal <Izaberite materijal> $d_2 =$ cm
 Sloj 3: materijal <Izaberite materijal> $d_3 =$ cm

PANEL 2 Broj slojeva <Tip veze>
 Sloj 1: materijal <Izaberite materijal> $d_1 =$ cm
 Sloj 2: materijal <Izaberite materijal> $d_2 =$ cm
 Sloj 3: materijal <Izaberite materijal> $d_3 =$ cm

Dimenzije pregrade x m²
 <Izaberite tip veze panela> $l_x =$ cm $l_y =$ cm

NEHOMOGENA PREGRADA
 <Izaberite strukturu nehomogene pregrade>
 $d_1 =$ cm $d_2 =$ cm $l_1 =$ cm $l_2 =$ cm

OK



Sl. 3. Dijalog za izbor parametara konstrukcije

Materijali

Gradivinski materijali
 Teški beton
 Lak beton
 Porozni beton
 Azbestni beton

Porozni materijali
 Elastične podloge plivajućeg poda

Gustina ρ 2.2 g/cm³
 Jungov moduo 30 GPa
 Brzina longitudinalnih talasa 3.4 km/s
 Faktor prigušenja η 0.6 x 100

Novi materijal
 Originalne vrednosti
 Sačuvaj

Konstrukcije

Betonske konstrukcije
 Teški beton 10 cm
 Teški beton 12 cm
 Teški beton 14 cm
 Teški beton 15 cm

Gipsane konstrukcije

Rw = 48 (-1, -6) dB

Izolaciona mčc [dB]

f [Hz]	R [dB]
100	29
125	31
160	30
200	35
250	38
315	40
400	43
500	46
630	48
800	50
1000	52
1250	54
1600	57
2000	60
2500	62
3150	64

Frekvencija [Hz]

Nova konstrukcija
 Originalne vrednosti
 Sačuvaj

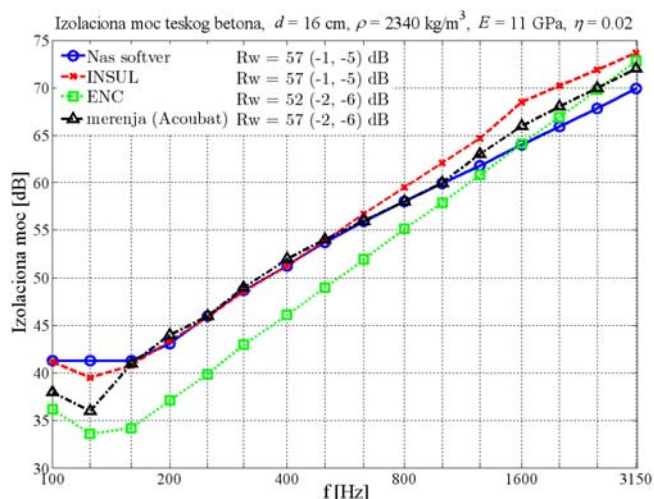
a) b)

Sl. 4. Dijalog za pregled i unos novih a) materijala, b) konstrukcija

IV. POREĐENJA TEORIJSKIH REZULTATA I PRAKTIČNIH MERENJA

Na slici 5 prikazani su rezultati merenja i rezultati proračuna tri softverska paketa: naš softverski paket, *Insul* [12] i *ENC* [13]. Poređenja su vršena za standardnu konstrukciju: teški beton debljine 16 cm sa parametrima datim na slici 5. Rezultati merenja preuzeti su iz programskog paketa *Acoubat* [11], koji sadrži bazu podataka sa izmerenim vrednostima izolacionih moći standardnih pregradnih konstrukcija. Površinska masa ove konstrukcije je oko $m_s = 375 \text{ kg/m}^2$, dok su dobijene vrednosti frekvencije koincidencije 138.2 Hz (naš softver), 140.1 Hz (*Insul* [12]) i 137.2 Hz (*ENC* [13]).

Merodavne vrednosti izolacione moći za izmerene podatke i za podatke dobijene proračunima u našem softverskom paketu i softverskom paketu *Insul* [12] su jednake, pri čemu se članovi za spektralnu korekciju za izmerene i računane podatke razlikuju za 1 dB. Pri tome su u softverskom paketu *Insul* [12] proračuni sprovedeni za pregradu veličine 2.7 m x 4 m i uzete su u obzir rezonance samog materijala (*Sewell*-ove korekcije), kao i gubici na ivicama pregrade. Veća odstupanja dobijena su u programskom paketu *ENC* [13].



Sl. 5. Izolaciona moć teškog betona debljine $d = 16 \text{ cm}$, gustine $\rho = 2340 \text{ kg/m}^3$, *Young*-ovog modula elastičnosti $E = 11 \text{ GPa}$, faktora prigušenja $\eta = 0.02$

Na slici 5 uočava se podudaranje dobijenih rezultata merenja i naših proračuna u opsegu frekvencija između 160 Hz i 1 kHz, nešto manja odstupanja na višim frekvencijama i veća odstupanja na frekvencijama oko frekvencije rezonance. Ovakva odstupanja između teorije i prakse su očekivana, jer slična odstupanja postoje čak i kada se ista konstrukcija ispituje na različitim lokacijama [15]. Sa druge strane, odstupanja su očekivana jer je postupak proračuna osnovne polazne veličine, izolacione moći ili nivoa udarnog zvuka jedne homogene pregrade, uprošćen, tako da kao rezultat daje dijagram sa nekoliko pravolinijskih segmenata. I pored toga, dobijeni rezultati sa dovoljnom tačnošću predstavljaju izolaciona svojstva realnih konstrukcija.

V. ZAKLJUČAK

Opisani softverski paket predstavlja prvi korak ka realizaciji računarskog programa koji će uključiti rešavanje različitih problema iz oblasti akustike. Ipak, treba imati na umu da ni jedan ma kako složen softverski paket ne može da zameni znanje i iskustvo akustičkog konsultanta, već samo dugotrajne proračune, čiji rezultati za laika u ovoj oblasti mogu biti samo smernica.

ZAHVALNICA

Autori se zahvaljuju profesoru dr Husniji Kurtoviću na nesebičnoj pomoći u razvoju softverskog paketa.

Autori se zahvaljuju profesoru dr Miomiru Mijiću i Laboratoriji za akustiku Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu na ideji i podršci u realizaciji softverskog paketa.

Autori se zahvaljuju kolegi mr Dejanu Todoroviću na korisnim savetima.

LITERATURA

- [1] M. Mijić, "Akustika u arhitekturi," *Nauka, Beograd* 2001.
- [2] M. Mijić, "Građevinska akustika"
- [3] L. Cremer, M. Heckl, "Körperschall," *Springer - Verlag, Berlin* 1967.
- [4] L. L. Beranek, "Acoustics," *Acoustical Society of America, New York* 1993.
- [5] D. A. Bies, C. H. Hansen, "Engineering Noise Control – Theory and Practise," *Spon Press, London* 2003.
- [6] B. H. Sharp, "Prediction methods for the Sound Transmission of Building elements," *Noise Control Engineering Vol.11*, pp. 53-63, 1978.
- [7] R. J. M. Craik, J. A. Steel, T. R. T. Nightingale, "Sound Transmission Through Framed Buildings," *Institute for Research in Construction, IRC internal repor 672, Mart* 1995.
- [8] T. Buzzi, C. Courne', A. Moulinier, A. Tisseyre, "Prediction of the sound reduction index: a modal approach," *Applied Acoustics* 64, pp. 793-814, 2003.
- [9] K. O. Ballagh, "Accuracy of Prediction Methods for Sound Transmission Loss," *33rd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Prague* 2004.
- [10] A. Pellicier, N. Trompette, "A review of analytical methods, based on the wave approach, to compute partitions transmission loss," *Applied Acoustics* 68, pp. 1192-1212, 2007.
- [11] Acoubat, © Acoustique et Informatique, CSTB Grenoble
- [12] Insul Version 6.0, © Marshall Day Acoustics 2005.
- [13] ENC – Engineering Noise Control Design, © Causal Systems Pty. Ltd, 2000-2006
- [14] Piai TA, © Tisseyre & Associés 2002
- [15] H. Kurović, "Priručnik za proračun zvučne izolacije," Laboratorija za elektroakustiku, *Elektrotehnički fakultet, Beograd* 1994.
- [16] H. Š. Kurović, "Osnovi tehničke akustike," *Naučna knjiga, Beograd* 1977.
- [17] ISO 140-6 "Akustika – Merenje zvučne izolacije u zgradama i građevinskih elemenata, DEO 6: Laboratorijska merenja izolacije tavanica od zvuka udara," *Savezni zavod za standardizaciju*, 1990.
- [18] JUS ISO 717-1 "Utvrđivanje vrednosti zvučne izolacije u zgradama i građevinskih elemenata, DEO 1: Izolacija od vazdušnog zvuka," *Savezni zavod za standardizaciju*, 2000.
- [19] JUS ISO 717-2 "Utvrđivanje vrednosti zvučne izolacije u zgradama i građevinskih elemenata, DEO 1: Izolacija od zvuka udara," *Savezni zavod za standardizaciju*, 2000.
- [20] ISO 140-6 "Akustika – Merenje zvučne izolacije u zgradama i građevinskih elemenata, DEO 6: Laboratorijska merenja smanjenja prenošenja udarne buke pomoću podnih pokrivača na standardnoj tavanici," *Savezni zavod za standardizaciju*, 1990.
- [21] JUS U.J6.201 "Akustika u gradjevinarstvu. Tehnički uslovi za projektovanje i gradjenje zgrada," *Savezni zavod za standardizaciju*, 1989.
- [22] EN 12354-1 "Building Acoustics - Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements – Airborne sound between rooms," *December* 2000.
- [23] Microsoft Visual Studio 2005, © Microsoft Corporation

ABSTRACT

The sound insulation prediction is essential in the acoustical engineering of buildings. Due to complex calculations, it is also one of the most complicated parts of the sound isolation designs of buildings. Fortunately, the use of a sound isolation prediction software makes this process considerably less time consuming. In this paper one such software application is presented. The software uses algorithms that are results of many years of experience in building acoustics.

A SOUND ISOLATION PREDICTION SOFTWARE

Iva M. Salom, Vladimir V. Čelebić, Igor J. Salom