

URSA Akustika HRN 1.0

Uputstva za upotrebu programa

SADRŽAJ

Uputstva za upotrebu programa URSA Akustika HRN 1.0

Autor proračuna:
prof dr Husnija Kurtović

Autori programa:
Laboratorija za akustiku, Elektrotehnički fakultet u Beogradu
mr. Iva Salom
mr. Vladimir Čelebić
mr. Igor Salom

u suradnji sa
URSA Slovenija d.o.o.
Blaž Grdina, dipl. ing. građ.
Vlada Bezbradica, dipl. ing. stroj.



URSA d.o.o. Zagreb
Puškarićeva 15, 10250 Lučko
Tel.01 6526 785, Faks: 01 6526 786
e-mail: assistance.hrvatska@uralita.com
www.ursa.com.hr

O programu

Program URSA Akustika je software paket za procjenu zvučne izolacije, koji koristi postupke proračuna dr. Husnije Kurtovića, profesora Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, nastale kao rezultat njegovog dugogodišnjeg iskustva u području građevinske akustike. Proračun obuhvaća izolaciju od zračnog zvuka pregradnih i međukatnih konstrukcija, kao i izolaciju od udarnog zvuka međukatnih konstrukcija. Obuhvaćene su slijedeće konstrukcije:

- jednostruke homogene pregrade,
- dvostruke pregrade,
- višeslojne pregrade,
- nehomogene pregrade.

Proračun mjerodavne izolacijske moći i spektralnih korekcija pregradnih i međukatnih konstrukcija izrađena je prema standardu HRN EN ISO 717-1 iz 2000. godine.

Proračun mjerodavnog nivoa udarnog zvuka i spektralne korekcije međukatnih konstrukcija, kao i poboljšanja nivoa udarnog zvuka, izrađen je prema standardu HRN EN ISO 717-2 iz 2000. godine.

Dobivene vrijednosti parametara zvučne izolacije predstavljaju procjene vrijednosti koje bi se dobile mjerenjem u laboratoriju koje imaju izvjesno bočno provođenje. Stvarne građevinske vrijednosti izolacijske moći zavise od načina ugradnje same konstrukcije na terenu.

Karakteristike konstrukcije u pogledu zvučne izolacije, u zavisnosti od kategorije objekta i namjena konstrukcije, ocijenjene su prema standardu HRN U.J6.201 iz 1989. godine.

Program je namjenjen projektantima koji imaju potrebu za procjenom nivoa zvučne izolacije različitih konstrukcija. Iako ovako dobiveni rezultati ne mogu zamijeniti složeni elaborat zvučne zaštite koji je produkt rada i iskustva akustičkog konzultanta, oni se svakako mogu koristiti kao neka vrsta smjernice u projektiranju i kao pomoć pri izradi elaborata, odnosno jedan njegov značajan dio. Program je osmišljen kao ispomoć pri projektiranju i nije za komercijalnu upotrebu. Vlasnik programa, URSA Slovenija d.o.o., ne garantira za pravilnost proračuna i za to ne snosi nikakvu odgovornost.

Tehnički zahtjevi:

Podržani operativni sistemi: Windows 2000 Service Pack 3; Windows Server 2003; Windows XP Service Pack 2.

Sistemske zahtjevi:

- Microsoft .NET Framework Version 2.0 (x86),
- Windows Installer 3.0 (Windows Installer 3.1 se preporučuje),
- Adobe Reader,
- IE 5.01 ili noviji.

Prostor na disku:

- Ukoliko na računalu ne postoji ni jedan od prethodno navedenih programa onda je potrebno 300 MB,
- u suprotnom potrebno je 20 MB.

Za normalan rad programa preporučuje se:

- Windows XP Service Pack 2
- 512 MB RAM
- grafička kartica podržanom rezolucijom 800x600

Ažuriranje i update programa:

Program razvijamo i prilagođavamo s obzirom na potrebe i zahtjeve korisnika kao i s obzirom na eventualne promjene standarda. Najnovija verzija programa će stalno biti prisutna na našoj internet stranici www.ursa.com.hr odakle ćete je moći besplatno preuzeti. Vaše primjedbe, komentare i pitanja u vezi programa URSA Akustika HRN 1.0 također možete slati e-mailom, što će uvelike utjecati da svaka nova verzija bude što bolja i prikladnija za rad projektanata, na čemu Vam unaprijed zahvaljujemo.

Kontakt:

URSA Zagreb d.o.o.,
Puškarićeva 15,
10250 Lučko,
Tel: 01 65 26 386,
Fax: 01 65 26 387,
E-mail: assistance.hrvatska@uralita.com

Teorijske osnove

Zadatak građevinske akustike je da, prateći različite puteve širenja zvuka kroz objekt, od izvora zvuka do prijema, osigura minimalno potrebnu materijalizaciju objekta tako da zaštita od buke bude zadovoljena prema propisanim standardima ili zahtjevima korisnika.

Relevantna su dva fizički različita načina na koji zvuk može nastati: u zraku i pobudom čvrstog (građevinskog) materijala. Stoga je u građevinskoj akustici uvedena podjela na zračni i strukturni zvuk. Da bi se odredilo u kojoj mjeri određena građevinska konstrukcija utječe na izoliranost između dvije prostorije uveden je pojam izolacijska moć, za izolaciju od zračnog zvuka i normalizirani nivo udarnog zvuka koji predstavlja mjeru prenošenja mehaničkih udara kroz pregradu.

Izolacijska moć R , je veličina koja se izražava u decibelima, a definira se kao logaritam recipročne vrijednosti koeficijenta transmisije τ (odnosa zvučne energije koja je prošla kroz pregradu i ukupne zvučne energije koja je na nju dospjela):

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

Normalizirana razina udarnog zvuka dobiva se mjerenjem razine zvuka, L , u donjoj prostoriji, kada se u gornjoj prostoriji međukatna konstrukcija pobuđuje takozvanom tapkalicom (čiji čekići udaraju frekvencijom od 10 Hz, prema standardu HRN EN ISO 140-6) i korekcijom izmjerenih vrijednosti (s obzirom da je normalizirana razina udarnog zvuka propisan za prijemnu prostoriju referentne apsorpcije od 10 m²):

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

gde je A apsorpcija prijemne prostorije u kojoj je izvršeno mjerenje.

Načini prikazivanja navedenih veličina određeni su standardima HRN EN ISO 717-1 i HRN EN ISO 717-2. Frekvencijske zavisnosti prikazuju se po terčnoj podjeli u opsegu frekvencija 100 Hz – 3150 Hz. S obzirom da frekvencijska zavisnost nije uvijek pogodna za uspoređivanje akustične kvalitete više različitih pregrada, standardima HRN EN ISO 717-1 i HRN EN ISO 717-2 definirana je procedura za određivanje jednobrojne vrijednosti u decibelima koja predstavlja mjerodavnu vrijednost.

Za određivanje mjerodavne vrijednosti izolacijske moći R_w , standardom HRN EN ISO 717-1 definirana je standardna krivulja izolacijske moći, koja na 500 Hz ima vrijednost 52 dB. Ova krivulja se pomiče naviše ili naniže za cijeli broj decibela sve dok je zbroj nepovoljnih odstupanja po tercama u odnosu na krivulju izolacijske moći od 32 dB (obzirom da izolacijska moć treba biti što veća, nepovoljna odstupanja su u onom dijelu frekvencijske karakteristike gdje standardna krivulja ima veće vrijednosti od krivulje izolacijske moći). Vrijednost pomaknute standardne krivulje na 500 Hz predstavlja mjerodavnu vrijednost izolacijske moći R_w .

Da bi se uzeli u obzir spektri različitih izvora buke, standardom HRN EN ISO 717-1 uvedeni su članovi za spektralnu korekciju izolacijske moći: C (ružičasti šum) i C_{tr} (buka od prometa). C i C_{tr} se računaju po formuli:

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

gde su $C(f(i))$ vrijednosti po tercama odgovarajućih spektara datih standardom HRN EN ISO 717-1, a $R(f(i))$ vrijednosti izolacijske moći po tercama.

Za određivanje mjerodavne normalizirane vrijednosti razine udarnog zvuka $L_{n,w}$, standardom HRN EN ISO 717-2 definirana je standardna krivulja normalizirane razine udarnog zvuka, koja na 500 Hz ima vrijednost 60 dB. Ova krivulja se pomiče naviše ili naniže za cijeli broj decibela sve dok je zbroj nepovoljnih odstupanja po tercama u odnosu na krivulju izolacijske i manji od 32 dB (obzirom da nivo udarnog zvuka treba biti što manji, nepovoljna odstupanja su u onom dijelu frekvencijske karakteristike gdje standardna krivulja ima manje vrijednosti od krivulje normaliziranog nivoa udarnog zvuka). Vrijednost pomaknute standardne krivulje na 500 Hz predstavlja mjerodavnu normaliziranu vrijednost nivoa udarnog zvuka $L_{n,w}$.

Da bi se uzeli u obzir vrhovi krivulje razine udarnog zvuka na pojedinim niskim frekvencijama kod drvenih ili golih betonskih stropova, uveden je član za spektralnu korekciju C_i , koji se računa po formuli:

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

gdje su $L_n(f(i))$ normalizirane vrijednosti nivoa udarnog zvuka po tercama, do frekvencije 2500 Hz.

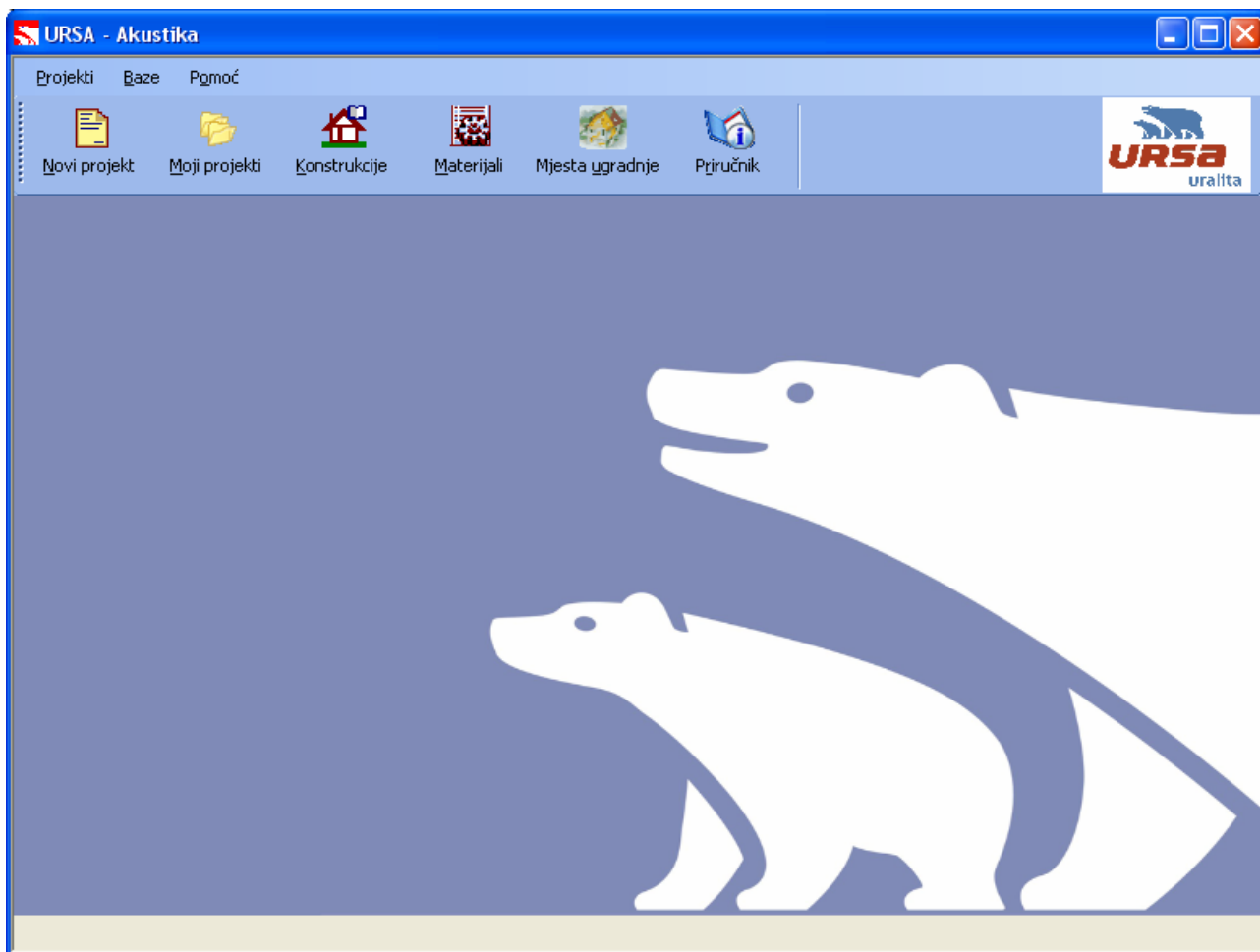
Standardom HRN EN ISO 717-2 definirane su normalizirane vrijednosti nivoa udarnog zvuka po tercama za referentni strop (homogena betonska ploča, prema HRN EN ISO 140-6) i postupak za dobivanje mjerodavnog smanjenja razine zvuka udara ΔL_w podnih pokrivača. Naime, ova mjerodavna vrijednost dobiva se kao razlika mjerodavnog nivoa udarnog zvuka referentnog stropa i mjerodavnog nivoa udarnog zvuka referentnog stropa sa ispitivanim podnim pokrivačem.

U standardu HRN U.J6.201 za standardne vrste objekata (stambeni, stambeno-poslovni, poslovni, hoteli, restorani, škole, bolnice, itd.) tabelarno su navedeni mogući prostorni dodiri prostorija iz različitih akustičkih kategorija po bučnosti i za njih su definirana minimalna potrebna izolacijska svojstva koja se zahtijevaju.

Rad programa

Početni ekran programa

Na početnom ekranu programa URSA Akustika (slika 1) nalazi se glavni meni (tj. izbor) programa i jedan broj sličica – tzv. “ikonica” koje predstavljaju prečace do pojedinih stavki glavnog menija. Osim toga, u gornjem desnom uglu nalazi se URSA logo – klik na logo vodi do URSA web stranice.



Slika 1

U podmeniju “**Projekti**” glavnog menija postoje sljedeće opcije:

- **Novi projekt**

Odabirom ove opcije započinje se novi projekt. Rad sa projektima opisan je u sljedećem poglavlju.

- **Moji projekti**

Otvora prozor s popisom postojećih projekata. Tu je moguće otvoriti željeni projekt, kreirati novi, kopirati ili obrisati neki od postojećih ili sve projekte arhivirati (dearhivirati). Rad s projektima opisan je u sljedećem poglavlju.

- Uvezi projekt

Opcija služi za otvaranje projekta koji se nalazi na proizvoljnoj lokaciji. On se zatim može uključiti u "Moje projekte" (opcijom "Sačuvaj" projekt).

- Otvori posljednji projekt

Otvora projekt koji je posljednji bio obrađivan.

- Snimi tekući projekt

Služi za spremanje trenutno aktivnog projekta. Potrebno je unijeti naziv projekta i on će biti pridružen u „moje projekte“. Ova opcija ujedno služi i za izvoz projekta jer je moguće tekući projekt snimiti na proizvoljnu lokaciju (npr. na *flash disc*).

- Arhiviraj sve

Ova opcija omogućuje da se svi korisnički podaci na računalu, koji su vezani za program URSA Akustika, arhiviraju u jednu jedinu datoteku (preciznije, u arhivu su uključeni svi projekti s popisa „Moji projekti“, baza materijala i baza konstrukcija, a sama aplikacija nije uključena u arhivu). Po odabiru ove opcije potrebno je samo odabrati lokaciju i naziv arhive koja će biti kreirana. Arhiviranje podataka se može koristiti radi pravljenja BACKUP-a ili pri prebacivanju svih podataka vezanih za URSA Akustiku s jednog na drugo računalo. Također, u slučaju da na jednom računalu postoji više definiranih Windows korisnika (USER-a), ova opcija može u praksi služiti i pri prebacivanju svih podataka URSA Akustike (koji se inače nalaze u Windows folderu My Documents) s jednog korisnika na drugog.

- Otvori

Opcija služi za otvaranje arhiva kreiranih korištenjem opcije „Arhiviraj sve“. Važno je imati na umu da se aktiviranjem ove opcije gube svi postojeći podaci jer se zamjenjuju podacima iz arhive! Po izboru ove opcije potrebno je odabrati lokaciju i naziv arhive u kojoj su smješteni podaci.

- Izlaz

Služi za izlaz iz programa.

Opcije podmenija "**Baze**" glavnog menija su sljedeće:

- Materijali

Ova opcija otvara prozor za rad s bazom materijala. Rad s ovom bazom biti će objašnjen u posebnom poglavlju.

- Konstrukcije

Ova opcija otvara prozor za rad sa bazom konstrukcija. Rad s ovom bazom biti će objašnjen u posebnom poglavlju.

- Početne postavke

Izborom ove opcije moguće je vrijednosti iz baze materijala i baze konstrukcija vratiti na početne vrijednosti. Treba imati na umu da će aktiviranje ove opcije prebrisati sve izmjene u bazama, uključujući i eventualno unijete nove materijale i nove konstrukcije.

- **Pregled standarda (HRN EN)**

Uvid u tablicu iz standarda HRN U.J6.201, u kojoj su dati kriteriji za R_w i L_{nw} u zavisnosti od namjena pregrade.

Opcije podmenija “**Pomoć**” glavnog menija su:

- **Priručnik**

Otvora ovo uputstvo.

- **Verzija**

Daje osnovne podatke o verziji aktivne aplikacije URSA Akustika.

Vrijedi i generalna napomena da je za veliki broj opcija i polja za upit, moguće dobiti i kratku pomoć (podsjetnik), tako što se strelica miša nešto duže zadrži nad tom opcijom, odnosno poljem.

Prozor za prikaz projekta

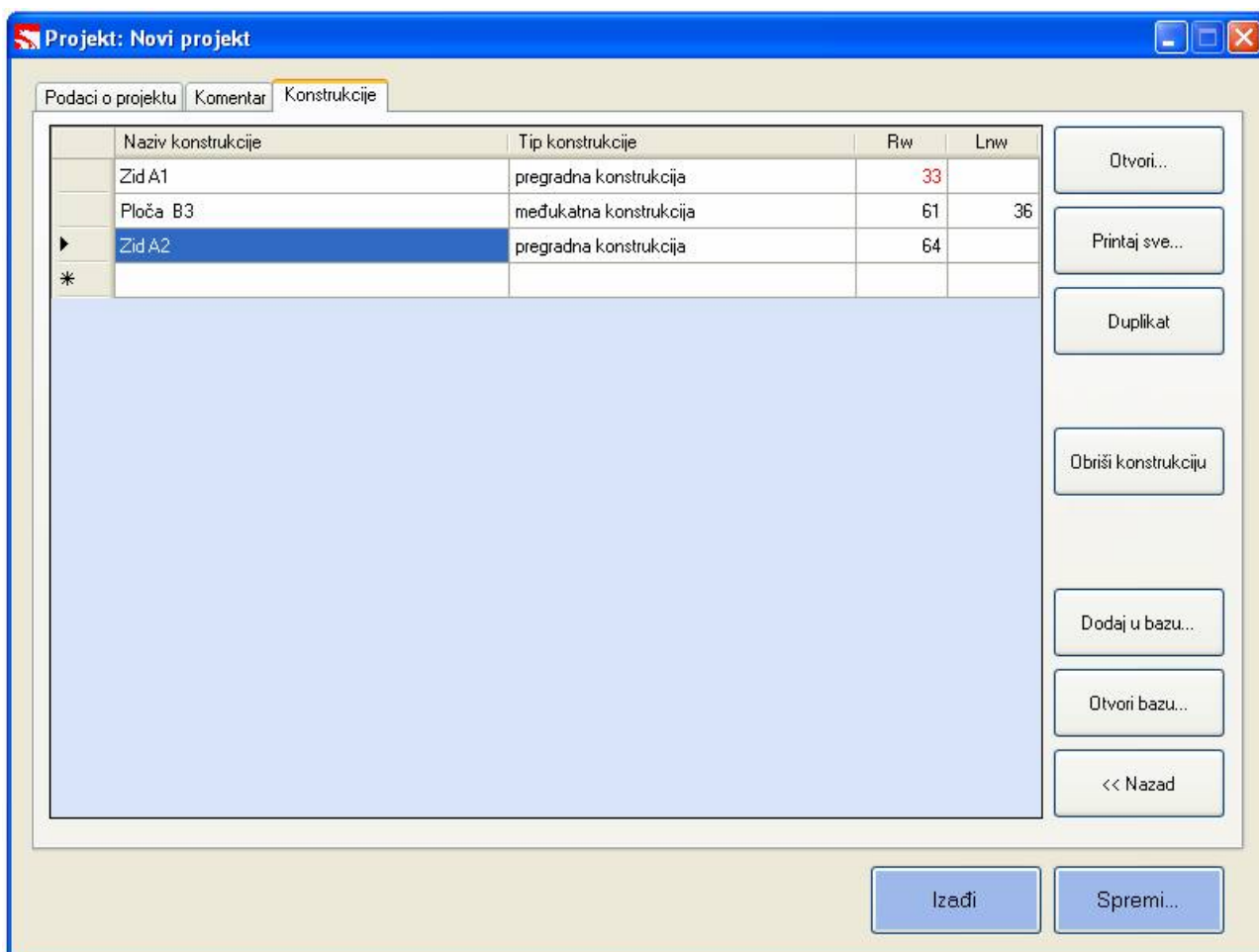
Rad na projektu započinjemo ili tako što ćemo pomoću opcije “Otvori projekt” otvoriti neki ranije sačuvan projekt, ili tako što ćemo kreirati novi projekt, opcijom “Novi projekt”.

The screenshot shows a software window titled "Projekt: Novi projekt". It contains a form with several input fields and buttons. The form is organized into sections with labels like "Naziv projekta:", "Broj projekta:", "Tvrka:", "Odgovorni projektant:", "Autor proračuna:", "Investitor:", "Naselje / lokacija:", "Objekt:", "Mjesto / grad:", "Grad:", and "Datum:". The input fields contain the following data: "Projekt zvučne izolacije stambene zgrade", "1", "Ursa Zagreb d.o.o.", "Marko Milić d. i. a.", "Krešimir Kasić ing. građ.", "Ursa Zagreb d.o.o.", "Lučko", "Stambeno poslovna zgrada u Lučkom", "Lučko", "Zagreb", and "15.1.2009.". At the bottom right, there are four buttons: "Primjeni", "Naprijed >>", "Izađi", and "Spremi...".

Label	Value
Naziv projekta:	Projekt zvučne izolacije stambene zgrade
Broj projekta:	1
Tvrka:	Ursa Zagreb d.o.o.
Odgovorni projektant:	Marko Milić d. i. a.
Autor proračuna:	Krešimir Kasić ing. građ.
Investitor:	Ursa Zagreb d.o.o.
Naselje / lokacija:	Lučko
Objekt:	Stambeno poslovna zgrada u Lučkom
Mjesto / grad:	Lučko
Grad:	Zagreb
Datum:	15.1.2009.

Slika 2

U oba slučaja otvara se prozor s osnovnim podacima o projektu, koji se mogu ažurirati (slika 2). Klikom na tab “**Konstrukcije**”, ili klikom na ikonu “**Naprijed >>**”, prelazi se u odjeljak za manipulaciju konstrukcijama. Slika „3“ ilustrira kako izgleda ovaj odjeljak u projektu u kojemu postoji nekoliko konstrukcija. U prikazanoj tablici vidimo naziv konstrukcije, njen tip i ukoliko su izračunate, mjerodavne vrijednosti R_w i L_{nw} (vrijednost L_{nw} može postojati samo za međukatne konstrukcije). Ukoliko je neka od ovih brojki ispisana crvenom bojom, to znači da po ovom parametru, nisu zadovoljeni kriteriji standarda HRN U.J6.201.



Slika 3

Desno od tablice nalaze se slijedeće opcije:

- Nova konstrukcija

Ova opcija je na raspolaganju kada se u tablici konstrukcija (lijevo) odabire (tj. mišem označi) prazan red. Opcija kreira novu konstrukciju i otvara je u prozoru za prikaz konstrukcije (koji je tema sljedećeg poglavlja).

- Otvori

Opcija je na raspolaganju kada se u tablici odabire neka od konstrukcija. Odabirom ove opcije odabrana konstrukcija se otvara u prozoru za prikaz konstrukcije. Isto se može postići i dvostrukim klikom na konstrukciju u tablici.

- Ispiši sve

Ispisuje cijeli projekt, tj. podatke o projektu, sve konstrukcije iz projekta i komentar.

Napomena: Ispis je optimiziran za veličinu papira **A4**. Preporučuje se da se u okviru "Printers and Faxes" u Control panel podesi željeni pisač, veličina papira (A4) i sl.

- Kopija

Kopira označenu konstrukciju. Prethodno je potrebno specificirati kako kopija konstrukcije treba biti nazvana.

- Obriši konstrukciju

Briše iz projekta odabranu konstrukciju.

- Dodaj u bazu

Ova opcija služi da se selektirana konstrukcija sačuva u bazu konstrukcija, gdje će zatim postojati neovisno od aktivnog projekta u okviru kojeg je kreirana. Ovako sačuvana konstrukcija može se ubaciti i u bilo koji drugi projekt, ili čak iskoristiti kao jedan od slojeva u okviru neke druge konstrukcije. Baza konstrukcija biti će tema posebnog poglavlja ovog priručnika.

- Otvori bazu

Otvora bazu konstrukcijama, odakle je moguće odabrati neku od konstrukcija i unijeti je (tj. uključiti je) u projekt.

- Nazad

Vraća na upit o osnovnim podacima o projektu.

I na strani s osnovnim podacima o projektu i na strani s popisom konstrukcija, na raspolaganju su i opcije „Izađi“ i „Sačuvaj“. Prva zatvara projekt dok druga omogućava da sačuvamo izmjene na projektu.

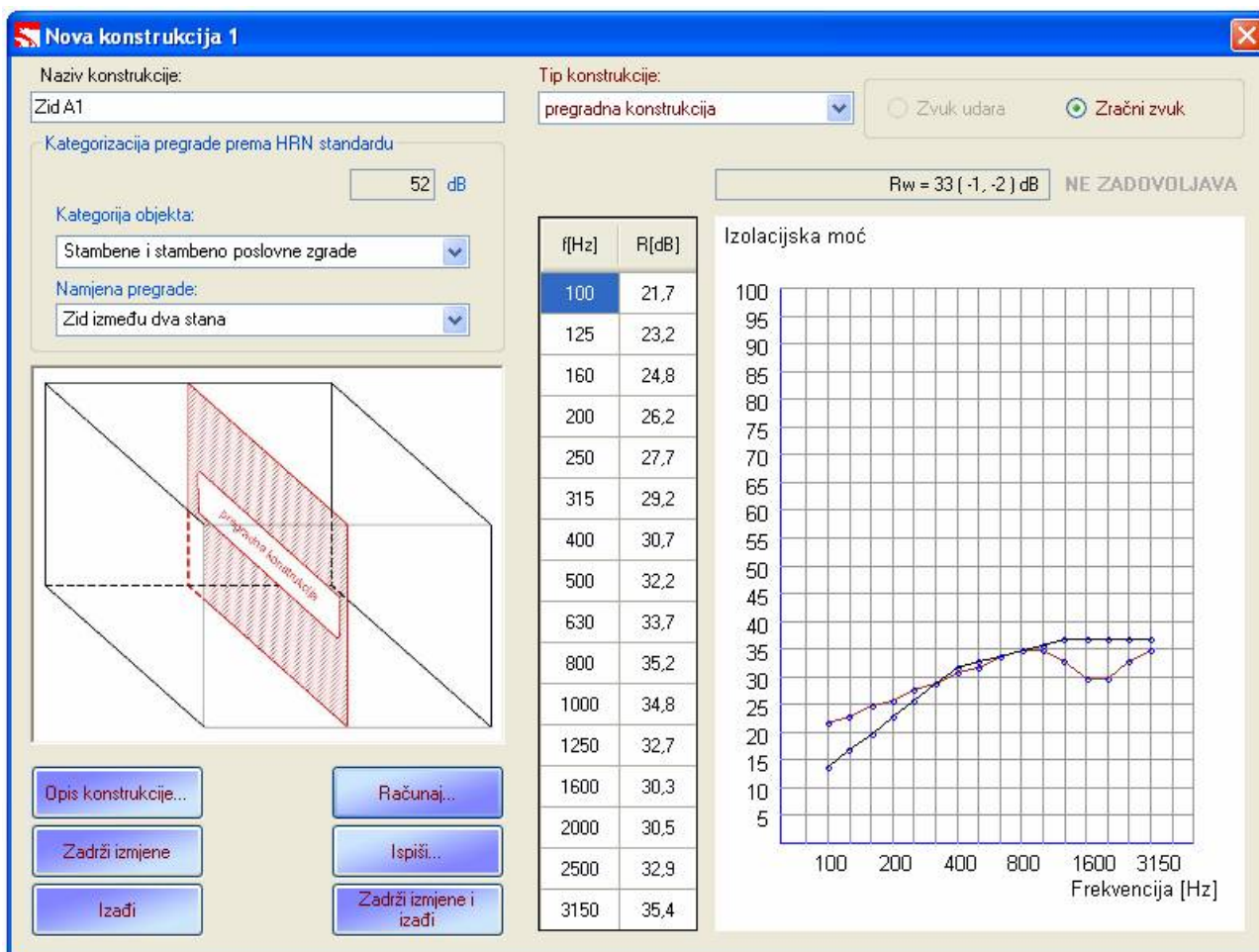
Prozor za prikaz konstrukcije

Slika 4 predstavlja izgled prozora za prikaz konstrukcije.

U gornjem lijevom uglu ovog prozora prvo vidimo polje u kojem se može unijeti, odnosno promijeniti naziv konstrukcije.

Odmah ispod ovog polja nalazi se pravokutni odjeljak za kategorizaciju konstrukcije prema HRN U.J6.201 standardu. Kombinacijom izbora „**Kategorija objekta**“ i „**Namjena pregrade**“ treba odabrati točnu namjene date konstrukcije. U polju iznad odmah će se ispisati vrijednost u decibelima koja predstavlja HRN U.J6.201 kriterij za mjerodavnu izolacijsku moć (**R_w**) koji konstrukcija date namjena, prema standardu, mora ispuniti. U slučaju da je odabran prikaz za udarni zvuk (vidjeti dolje), ispisati će se kriterij za mjerodavna razina udarnog zvuka (**L_{nw}**).

Pri vrhu prozora nalazi se i izbor tipa konstrukcije. Tu treba odabrati da li se radi o pregradnoj (vertikalnoj) ili međukatnoj (horizontalnoj) konstrukciji. Promjena tipa konstrukcije praćena je i odgovarajućom promjenom slike tipa konstrukcije, prikazane odmah ispod odjeljka o kategorizaciji pregrade po standardu HRN U.J6.201.



Slika 4

Ukoliko je odabran međukatni tip konstrukcije, u gornjem desnom uglu prozora aktivira se i izbor između udarnog i zračnog zvuka (o ovoj podjeli bilo je riječi u teorijskom uvodu). Ovom selekcijom se odabire da li će se prikazani rezultati (na grafikonu i u tablici niže) odnositi na udarni ili na zračni zvuk.

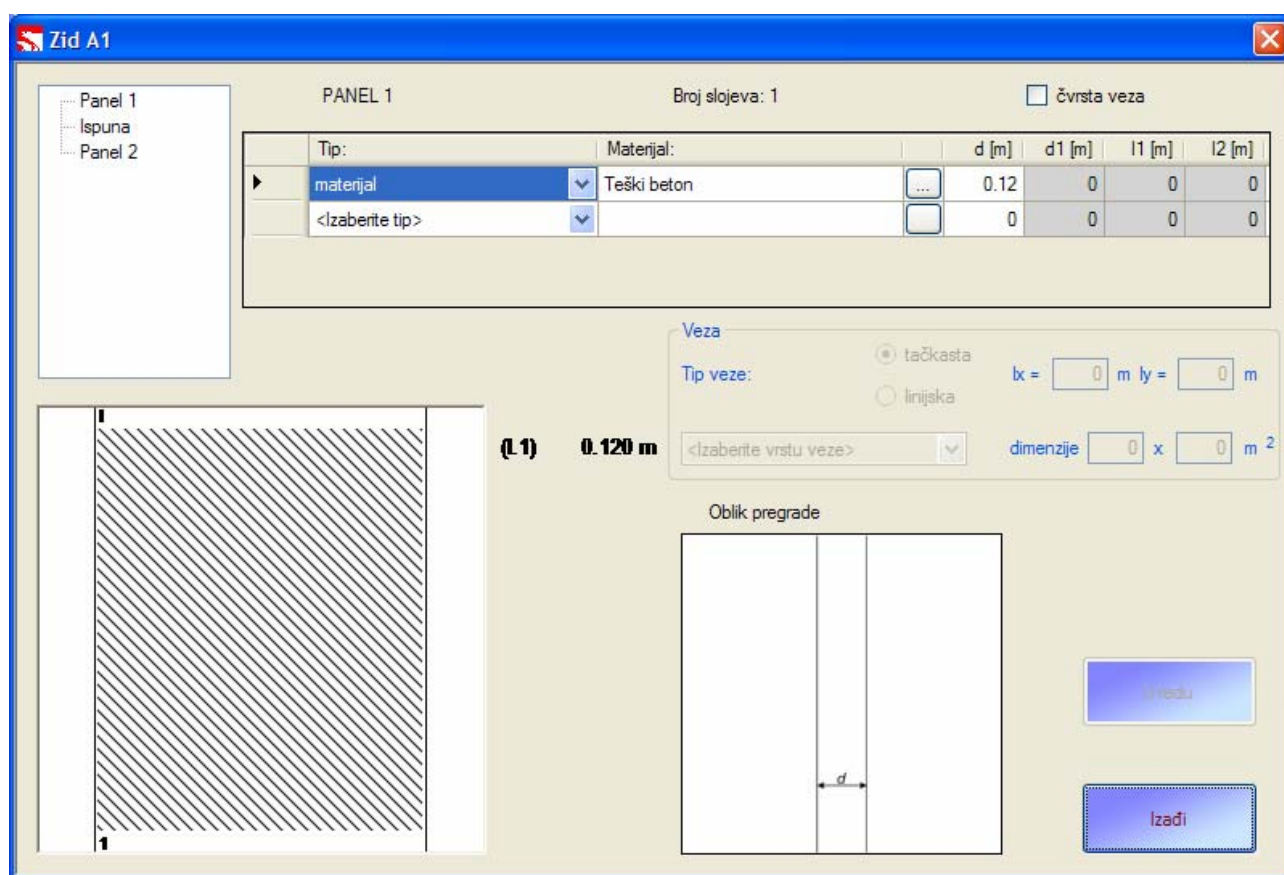
U desnoj polovici prozora nalaze se tablica i grafikon rezultatima proračuna. (Uvjet za to je da smo prethodno specificirali slojeve konstrukcije i izvršili proračun. O tome kako se ovo radi biti će riječi kasnije). U slučaju da je, u gornjem desnom uglu, odabran zračni zvuk, grafikon i tablica predstavljaju zavisnost izolacijske moći pregrade od frekvencije, a ako je odabran udarni zvuk, na grafikonu i u tablici prikazana je ovisnost razine udarnog zvuka od frekvencije. Neposredno iznad grafikona prikazana je i vrijednost mjerodavne izolacijske moći (**Rw**), odnosno, u slučaju udarnog zvuka, mjerodavne razine nivoa udarnog zvuka (**Lnw**). U ovisnosti od toga da li ove vrijednosti zadovoljavaju kriterije zadane standardom HRN EN U.J6.201, sa strane se ispisuje i kvalitativna ocjena „ZADOVOLJAVA“ ili „NE ZADOVOLJAVA“. Uz mjerodavnu vrijednost **Rw** u zagradi su prikazane vrijednosti spektralnih korekcija **C** i **Ct** (koje su objašnjene u teorijskom uvodu). Uz mjerodavnu vrijednost **Lnw** u zagradi je prikazana vrijednost spektralne korekcije **Cl**, kao i poboljšanje ekvivalentne razine udarnog zvuka podnog pokrivača **ΔLw**.

U donjem desnom uglu prozora nalazi se nekoliko opcija. Opcija „**Opis konstrukcije**“ otvara prozor u kome se specificira sastav konstrukcije. Unošenje sastava konstrukcije biti će predmet slijedećeg poglavlja. Umjesto klika na ikonu „**Opis konstrukcije**“ moguće je i kliknuti na sliku tipa

konstrukcije – s istim efektom. Ikona „**Računaj**“ pokreće proračun zvučnih parametara i njihov ispis na grafiku/tablici, a u skladu sa specificiranim sastavom konstrukcije. Opcija „**Ispiši**“ služi da se rezultati vezani za ovu konstrukciju prenesu na pisač (moguće je uraditi i samo pregled pripreme za ispis, tzv. „*print preview*“). Opcija „**Zadrži izmjene**“ služi da se izmjene na upitima u ovom prozoru primjene tj. Primjene u okviru projekta. (Ekvivalentna je standardnom ikonu "Apply" u Windows dijalogima. Ova opcija neće izmjenu u projektu sačuvati na disk – ovaj efekt se postiže opcijom "**Sačuvaj**" u okviru projektnog prozora). Opcije „**Zadrži izmjene i izađi**“ i „**Izađi**“ zatvaraju prozor za prikaz konstrukcije, uz uzimanje u obzir unesenih izmjena, odnosno odbacujući eventualne unijete izmjene konstrukcije.

Napomena: da bi eventualne posljednje izmjene na upitima u ovom prozoru (naziv konstrukcije, kategorija, namjena) bile uzete u obzir pri ispisu konstrukcije, potrebno je pritisnuti ikonu „**Zadrži izmjene**“.

Prozor za specifikaciju sastava konstrukcije



Slika 5

Slika 5 prikazuje prozor za specifikaciju sastava konstrukcije, do koga se dolazi iz prozora za prikaz konstrukcije, pritiskom na ikonu „**Opis konstrukcije**“. U okviru ovog prozora potrebno je zadati slojeve iz kojih se zadana konstrukcija sastoji.

Svaka konstrukcija se može sastojati iz nekoliko slojeva, od kojih se svaki može sastojati od nekoliko podslojeva. Posljednje poglavlje biti će posvećeno tome kako u konkretnoj situaciji, izvršiti podjelu realne konstrukcije na slojeve i podslojeve.

U slučaju pregradnih konstrukcija postoje slojevi „Panel 1“ i „Panel 2“ između kojih se nalazi sloj „Ispuna“ (skraćeno od "Apsorpcijska ispuna"). „Panel 1“ i „Panel 2“ mogu biti sastavljeni isključivo od čvrstih tzv „građevinskih materijala“, dok „Ispuna“ mora biti napravljena od poroznih materijala (o podjeli materijala po ovim kategorijama biti će još riječi u odjeljku o bazi materijala). Veza između dva panela može biti realizirana Alu profilima ili drvenim gredama. Pregrada može biti sačinjena ili od sva tri sloja („Panel 1“ – „Ispuna“ – „Panel 2“) ili samo od jednog sloja („Panel 1“).

U slučaju međukatnih konstrukcija može postojati čak pet slojeva (u redoslijedu odozgo na dole): „Podni prekrivač“, „Elastična podloga“, „Ploča“, „Ispuna“ i „Spušten strop“. Dok „Podni prekrivač“, „Ploča“ i „Spušten strop“ moraju biti od krutih „građevinskih materijala“, „Elastična podloga“ treba biti od materijala iz klase „elastičnih materijala“, a „Ispuna“ od materijala poroznog tipa (moguće je da se neki od raspoloživih materijala, zbog svojih specifičnih svojstava, nalaze istovremeno u više klasa). Veza između poda i ploče može biti realizirana alu profilima ili drvenim gredama. Međukatna konstrukcija može biti realizirana isključivo kao neka od sljedećih kombinacija slojeva: svih pet slojeva, tj. „Podni prekrivač“ - „Elastična podloga“ - „Ploča“ - „Ispuna“ - „Spušten strop“, tri sloja „Podni prekrivač“ - „Elastična podloga“ - „Ploča“, tri sloja „Ploča“ - „Ispuna“ - „Spušten strop“, ili samo sloj „Ploča“. Slika 6 prikazuje jedan primjer međukatne konstrukcije.

Ploča B3

NOSIVA PLOČA Broj podslojeva: 1 ☐ čvrsta veza

Tip:	Materijal:	d [m]	d1 [m]	t1 [m]	t2 [m]
▶ nehomogena pregrada b	Teški beton	0,25	0,15	0,20	0,15
<Izaberite tip>		0,00	0,00	0,00	0,00

Veza

Tip veze: ☒ točkasta ☐ linijska

lx = 0, m ly = 0, m

<Izaberite vrstu veze> Dimenzije 0, x 0, m²

Oblik pregrade

U redu Izadi

Slika 6

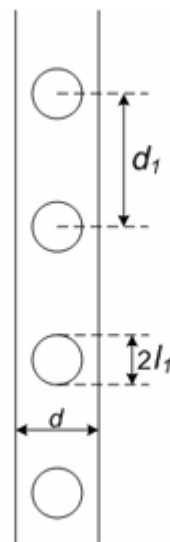
Svaki od ovih slojeva može se sastojati od nekoliko podslojeva (izuzev elastične podloge, koja je jednoslojna). U koliko su ovi podslojevi čvrsto slijepljeni cijelom svojom površinom kaže se da su u **čvrstoj vezi**.

Specifikacija slojeva konstrukcije vrši se na slijedeći način. Prvo se, sa liste u gornjem lijevom uglu prozora, odabere sloj pregrade. Zatim se, u tablici u gornjem dijelu prozora, definiraju podslojevi (jedan ili više) ovog sloja. To se radi tako što se klikom na polje u kojem piše „Izaberite tip“, odabire neka od slijedećih mogućnosti za podsloj:

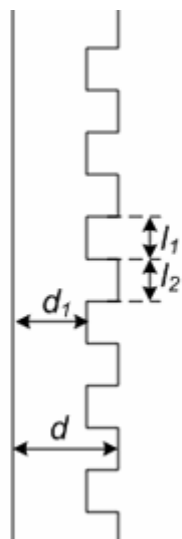
- **Homogena pregrada** – podsloj od homogenog materijala određene debljine (izgled pregrade prikazuje se u prozoru „**Oblik pregrade**“, a dan je na slici 7).
- **Konstrukcija** – podsloj se bira iz baze konstrukcija. Ova opcija je prvenstveno namijenjena za situacije kada podaci o parametrima materijala od kojeg je podsloj složen nisu poznati, ali zato postoje eksperimentalno izmjerene krivulje izolacijske moći (odnosno nivoa udarnog zvuka) ovog podsloja, koji je prethodno, kao konstrukcija, tabelarno unesen u bazu konstrukcija (o ovome će biti riječi u odjeljku o bazi konstrukcija). Napomena: ukoliko se (pod)slojevi uzimaju iz baze konstrukcija, neke od računskih korekcija neće biti na raspolaganju, što može reducirati točnost rezultata (na primjer, u slučaju da se kao podsloj odabere tip „konstrukcija“, računanje čvrste veze podslojeva nije moguće).
- **Nehomogena pregrada a** – podsloj nehomoge strukture – slika 8.
- **Nehomogena pregrada b** – podsloj nehomoge strukture – slika 9.
- **Nehomogena pregrada c** – podsloj nehomoge strukture – slika 10.



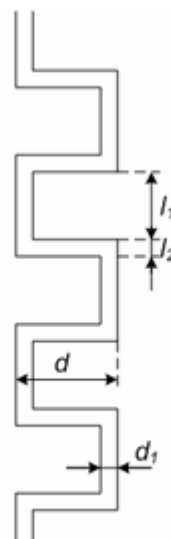
Slika 7



Slika 8



Slika 9



Slika 10

Po odabiru tipa podsloja, odgovarajuća shematska slika se prikazuje u odjeljku „**Oblik pregrade**“. Ukoliko je odabran podsloj tipa „**konstrukcija**“ treba iz baze konstrukcija odabrati željenu konstrukciju. To se postiže klikom na ikonu s oznakom „...“ koja se nalazi u trećoj koloni tablice, čime se otvara baza konstrukcija u kojoj treba odabrati konstrukciju i pritisnuti ikonu „**Izvezi**“ (detalje vidjeti u odjeljku o bazi konstrukcija). Ako podsloj nije tipa „**konstrukcija**“, potrebno je, kao sljedeći korak, odabrati vrstu materijala podsloja. To se postiže klikom na ikonu oznake „...“ koje se nalazi u trećoj koloni tablice, čime se otvara baza materijala iz koje treba odabrati materijal (detalje vidjeti u odjeljku o bazi materijala). Poslije toga treba, u koloni „**d[m]**“, unijeti debljinu podsloja. U slučaju da je odabran nehomogen podsloj, treba unijeti i relevantne dimenzije „**d1[m]**“, „**l1[m]**“, „**l2[m]**“, u skladu sa shemom nehomogene pregrade prikazanom u odjeljku „**Oblik pregrade**“. Nakon što je jedan podsloj unijet, može se po potrebi u sljedećem redu tablice unijeti sljedeći podsloj. Na kraju, ako se radi o čvrstoj vezi podslojeva u sloju, treba označiti kvadratić „**čvrsta veza**“ u gornjem desnom kutu prozora.

(Napomena: za neke od slojeva pregrade nisu na raspolaganju sve ove mogućnosti za tipove podslojeva.)

NAPOMENA: Treba imati na umu da se sve mjere unose u SI jedinicama, izuzev ako je drugačije naglašeno. Također, treba obratiti pažnju da li je Windows operativni sistem podešen da, kao "decimalni zarez", prihvata zarez ili točku!

Paralelno dok definiramo slojeve konstrukcije, na slici u donjem lijevom uglu prozora se iscrtava shema redosljeda slojeva i njihovih podslojeva. Slojevi su označeni rimskim brojevima, a podslojevi, u okviru njih, arapskim.

Ako u konstrukciji postoji sloj ispune, moraju se unijeti i podaci o vezi panela između kojih se ispuna nalazi. Ovi podaci se unose u odjeljku „**Veza**“. Ukoliko je čvrsta veza između panela realizirana gredama koje su cijelom svojom dužinom slijepljene s panelima, treba odabrati vezu linijskog tipa. Ako je čvrsta veza između dva panela realizirana vijcima ili spojevima druge vrste koji su locirani mjestimično, tj. u pojedinačnim točkama, treba odabrati točkasti tip veze (na primjer, pričvršćivanjem vijcima gips ploče za alu profil). U oba slučaja, karakteristični razmak između

spojeva po **x** i **y** osi unosi se u polja **lx** i **ly** (ukoliko su spojevi samo po jednoj osi, npr. alu profili su isključivo vertikalni, za vrijednost **lx** – tj. **l** duž one druge osi treba staviti neku dovoljno veliku vrijednost – recimo 9 metara). Efektivna površina kojom se grede dodiruju s panelima unosi se u polja dimenzije, u formi širina x visina (u slučaju veze alu profilima, ova vrijednost nema utjecaja na proračun). U polju vrsta veze, treba izabrati neku od ponuđenih realizacija veze panela.

Kada je specificiranje slojeva konstrukcije završeno, treba kliknuti na ikonu „**Izadi**“. Također u bilo kojem trenutku za vrijeme unošenja slojeva, moguće je zabilježiti unjete izmjene klikom na ikonu „**U redu**“.

Baza materijala

U bazi materijala unose se karakteristike materijala. Materijali su podjeljeni na tri klase: građevinski, porozni i elastični. Sloj „ispuna“ može se sastojati isključivo od poroznih materijala, „elastična podloga“ samo od elastičnih, a ostali slojevi od građevinskih materijala. Parametri materijala koji su važni za proračun ovise od klase materijala.

U bazi se mogu dodavati novi materijali, brisati stari ili ažurirati parametri postojećih materijala. Ukoliko odaberemo (selektiramo) neki materijal iz baze, a zatim kliknemo na "**Novi materijal**", polja će već biti popunjena parametrima odabranog materijala – dovoljno je da unesemo nov naziv i efektivno smo kreirali novi materijal s istim parametrima kao stari (što je korisno pri dodavanju novih materijala kada se parametri materijala malo razlikuju, a ovom procedurom se treba služiti i da bi se izmjenio naziv materijala – tada materijal pod starim nazivom treba potom obrisati).

U bazi materijala je potrebno postojanje materijala pod nazivom "Zrak", u kategoriji poroznih materijala koji ima parametre zraka i služi za obilježavanje zračnih međuslojeva. Ovaj materijal ne treba brisati niti mu mijenjati ime.

NAPOMENA: U okviru sačuvanih konstrukcija se čuvaju vrijednosti parametara materijala i to one koje je materijal imao u trenutku generiranja konstrukcije. Ovo omogućuje da projekt bude neovisan od baze materijala i da se može poslati nekom drugom korisniku koji ima različitu bazu materijala (ili koji recimo nema neke od materijala koji su korišteni u okviru projekta). S druge strane, zbog toga se promjena parametara nekog od materijala u bazi neće direktno odraziti na projekte niti konstrukcija iz baze konstrukcija u kojima se ovaj materijal javlja. Ukoliko želimo da se promjena parametara ažuriranog materijala odrazi na neku sačuvanu konstrukciju, potrebno je tu konstrukciju otvoriti i na svim mjestima gde se pojavljuje ponovo odabrati taj materijal.

Baza konstrukcija

Baza konstrukcija omogućuje da se pojedine konstrukcije zadaju izmjerenom tablicom krivulje zvučne izolacije, odnosno tablicom nivoa udarnog zvuka. Konstrukcije su podijeljene prema svojoj orijentacijskoj površinskoj masi. Konstrukcije koje imaju površinsku masu do nekih 100 kg/m² (što otprilike odgovara gipsu ili plinobetonu od desetak centimetara debljine, ili betonu od oko pet centimetara) trebalo bi svrstavati u lake, dok one sa većom površinskom masom u masivne. Ova podjela važna je za kasniji proračun.

Osim toga, u bazu konstrukcija mogu se dodavati i konstrukcije kreirane i proračunate u samom programu. Ovo omogućava da se te konstrukcije zatim uvezu u neki drugi projekt ili kao gotova cjelina, iskoriste kao podsloj u okviru neke druge konstrukcije.

Po organizaciji, ova baza slična je bazi materijala s nekim svojim specifičnostima.

Ukoliko želimo unijeti konstrukciju tabelarno (prema nekom izmjerenom certifikatu), prvo ćemo kliknuti na ikonu "**Dodaj**". U postavljenom upitu unesemo naziv konstrukcije i odaberemo kategoriju – laka ili masivna. Zatim s liste u lijevom dijelu odaberemo konstrukciju čiji smo naziv upravo unijeli i unesemo tablicu nivoa udarnog zvuka (ukoliko nemamo podatke za udarni zvuk, ovaj korak preskačemo). Onda selektiramo, u donjem lijevom uglu, "zračni zvuk" i prepisemo odgovarajuću tablicu za izolacijsku moć. Po završenom unošenju treba kliknuti na ikonu "**Sačuvaj**", poslije čega će se iscrtati graf izolacijske moći kao i odgovarajuća referentna krivulja.

Iz baze konstrukcija možemo, nezavisno od konkretnog projekta, direktno ažurirati sve sačuvane konstrukcije, čak i one koje su proračunate u okviru programa. Sve što treba je odabrati konstrukciju i pritisnuti ikonu "**Promjeni...**", nakon čega će ona biti otvorena u prozoru za prikaz konstrukcije (Slika 4). Ukoliko se radi o tablično unesenoj konstrukciji, na ovom mjestu će biti omogućene promjene isključivo tabličnih vrijednosti (da bi se promjena odrazila na graf, treba pritisnuti "**Zadrži izmjene**", a zatim "**Računaj**"), a ako je konstrukcija dobivena standardno, biti će omogućeno standardno ažuriranje slojeva konstrukcije. U oba slučaja, moguće je specificirati namjenu konstrukcije i provjeriti da li se konstrukcija uklapa u norme propisane standardom, a moguće je i ispisati odabranu konstrukciju.

		URSA TWF 1	URSA TWF FONO	URSA TWP 1
Toplinska provodljivost λ_D	[W/m.K]	0,040	0,040	0,040
Razred požarnih osobina		A1	A1	A1
Otpor strujanju zraka	[kPa.s/m ²]	>5	>5	>5
Dimenzijska stabilnost	[EN 1604]	da	da	da
Otpor difuziji vodne pare	μ [-]	1	1	1
Oznaka po HRN EN 13162		MW-EN-13162-T2-DS(T+)-MU1-AF5	MW-EN-13162-T2-DS(T+)-MU1-AF5	MW-EN-13162-T3-DS(T+)-MU1-AF5

Materijali obilježeni sa * na kraju naziva, namjenski se proizvode za pregradne zidove u modularnim dimenzijama. URSA preporučuje da se prvo ovi materijali stavljaju kao ispuna suhomontažnog pregradnog zida:

Debljina [mm]		50	50	60	75	75	80	100	100
TWF 1	Širina [mm]	2x600	2x625		2x600	2x625	2x600	2x600	2x625
	Dužina [mm]	14000	14000		9000	9000	9000	7000	7000
	Količina u roli [m²]	16,80	17,50		10,80	11,25	10,80	8,40	8,75
TWF FONO	Širina [mm]	2x600	2x625		2x600	2x625		2x600	2x625
	Dužina [mm]	14000	9000		9000	9000		7000	7000
	Količina u roli [m²]	16,80	17,50		10,80	11,25		8,40	8,75
TWP 1	Širina [mm]	600		600			600	600	
	Dužina [mm]	1250		1250			1250	1250	
	Količina u paketu [m²]	9,00		7,50			6,00	4,50	

Ovi materijali stavljeni u pregradne zidove daju sisteme koji zadovoljavaju zahtjeve za zvučnom izolacijom u najčešće primjenjivanim konstrukcijama u praksi. Ukoliko su zahtjevi za zvučnom izolacijom nešto veći od uobičajenih možete koristiti materijale od mineralne staklene vune URSA: FDP-1 i FDP-2

Za ispunu u spušenom stropu URSA preporučuje slijedeće materijale:



Suho-montažni stropovi

Mineralna staklena vuna **URSA** je odličan toplinski i zvučni izolacijski materijal za suho-montažne stropove. Oni mogu biti izvedeni na više različitih načina:

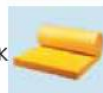
- lagana metalna podkonstrukcija s oblogom od gips-kartonskih ploča (vidi sliku ispod)
- lagana rasterska metalna konstrukcija s punilima
- akustične, perforirane obloge
- drvena konstrukcija s oblogom

Izolacija **URSA** u takvim sustavima ima ulogu toplinske izolacije, zvučne izolacije, zvučnog apsorbera i požarne zaštite: U slučaju spuštanja stropa vanjske (krovne) konstrukcije potrebno je obratiti pozornost na pravilnu upotrebu građevinskih folija odnosno pravilnu izvedbu parne zapreke ili parne brane.



URSA DF 40

Komprimirani izolacijski filc u rolama, samonosivi
Toplinska provodljivost prema HRN EN 13162 $\lambda_D = 0,040$ W/mK
Razred požarnih osobina A1 po HRN EN 13501-1
Otpor strujanju zraka: $r > 5$ kPa · s/m² prema HRN EN 29053



Nazivna debljina (mm)	Dužina (mm)	Širina (mm)	Količina na jedinicu paketa (m²)	Količina na jedinicu palete (m²)
50	14000	1200	16,80	403,20
60	12000	1200	14,40	345,60
80	9000	1200	10,80	259,20
*100	7000	1200	8,40	201,60
120	6000	1200	7,20	172,80
140	5000	1200	6,00	144,00
150	4500	1200	5,40	129,60
160	4500	1200	5,40	129,60
180	4000	1200	4,80	115,20
200	3500	1200	4,20	100,80

URSA FDP 1

Izolacijske ploče, vodoodbojne
Toplinska provodljivost prema HRN EN 13162 $\lambda_D = 0,040$ W/mK
Razred požarnih osobina A1 po HRN EN 13501-1
Otpor strujanju zraka: $r > 5$ kPa · s/m² po HRN EN 29053



Nazivna debljina (mm)	Dužina (mm)	Širina (mm)	Količina na jedinicu paketa (m²)	Količina na jedinicu palete (m²)
50	1250	600	7,50	150,00
100	1250	600	3,75	75,00

Prilikom proračuna bi se trebalo voditi preporukama.

Ostali URSA materijali se mogu također koristiti ali bi bilo dobro kontaktirati URSA tehničku službu radi konzultacije.

Primjena programa na realne konstrukcije

U ovom odjeljku pokušati ćemo razjasniti kako u konkretnom slučaju neke realne konstrukcije treba izvršiti njenu podjelu na slojeve i podslojeve, tj. kako u nekim najčešćim realnim situacijama treba primijeniti program i dobiti proračun zvučne izolacije. Proračun se može realizirati koristeći jedan od dva moguća pristupa.

Jedna mogućnost je da se cjelokupna konstrukcija predstavi kao da je jedinstvena pregrada. Tada se definira kao "višeslojna pregrada", slaganjem podslojeva prema zadanoj konstrukciji. Svaka pregradna konstrukcija može se realizirati na ovaj način ukoliko materijali podslojeva postoje u bazi materijala u kategoriji "građevinski materijali". U ovoj varijanti konstrukcija se realizira u okviru sloja **"Panel 1"** ako je riječ o pregradnoj konstrukciji, odnosno u okviru sloja **„Ploča“**, ako se radi o međukatnoj konstrukciji.

Nedostatak ovakvog pojednostavljenog pristupa je što se na ovaj način ne uzimaju u obzir specifični efekti koje porozni i elastični materijali imaju na zvučnu izolaciju. Zbog toga, ovako izračunata izolacijska moć može biti značajno manja od realne. S druge strane, veoma velikom pouzdanošću može se očekivati da u stvarnosti (to jest, kasnije izmjerena) izolacijska moć konstrukcije neće biti manja od izolacijske moći izračunate na ovaj način (naravno, pod pretpostavkom da unijeti parametri materijala odgovaraju realnim vrijednostima i da su građevinski radovi izvedeni na standardan i kvalitetan način). U najvećem broju slučajeva može se uzeti da se ovako dobiva minimalna ("zagarantirana") vrijednost izolacijske moći (to jest, u slučaju udarnog zvuka, maksimalna vrijednost) i ukoliko ovako dobivena vrijednost zadovoljava kriterije propisane standardom, gotovo je izvjesno da će to biti slučaj i s realnom konstrukcijom.

Ako želimo da program uzme u obzir specifične efekte koje porozni materijali (apsorpcijske ispune) u okviru konstrukcije imaju na poboljšanje ukupne izolacijske moći, konstrukciju moramo sagledati kao "dvostruku pregradu", koja se sastoji od dvije obloge (**"Panel 1"** i **"Panel 2"**) koje okružuju apsorpcijsku ispunu u zračnom međuprostoru (naravno, ukoliko ovo odgovara realnoj konfiguraciji konstrukcije). Dvije pregrade, koje okružuju zračni međuprostor (sa ili bez porozne apsorpcijske ispune) sastavljene su od materijala iz kategorije "građevinski materijali" i mogu imati više podslojeva. Sam sloj apsorpcijske ispune može biti sastavljen od više podslojeva materijala iz kategorije "porozni materijali", koja uključuje i zrak (najčešće je to kombinacija zraka i mineralne vune). U ovakvim konfiguracijama mora postojati mehanizam koji osigurava povezanost dvije pregrade (dva panela, odnosno spuštenog stropa i ploče), a tip ove veze opisuje se u odjeljku **"Veza"**. Standardni primjer konfiguracije **„Panel 1“ – „Ispuna“ – „Panel 2“** je slučaj gipskartonskih ploča povezanih aluminijumskim profilima, s mineralnom vunom u međuprostoru. S druge strane, ako se radi o konfiguraciji u kojoj ne postoji jasno definirana situacija međuzračnog prostora u koji je položena ispunu (na primjer, vuna koja je s jedne strane sasvim nalijepljena na zid, a s druge požbukana), preporučuje se ipak realizacija konstrukcije u okviru jednog sloja.

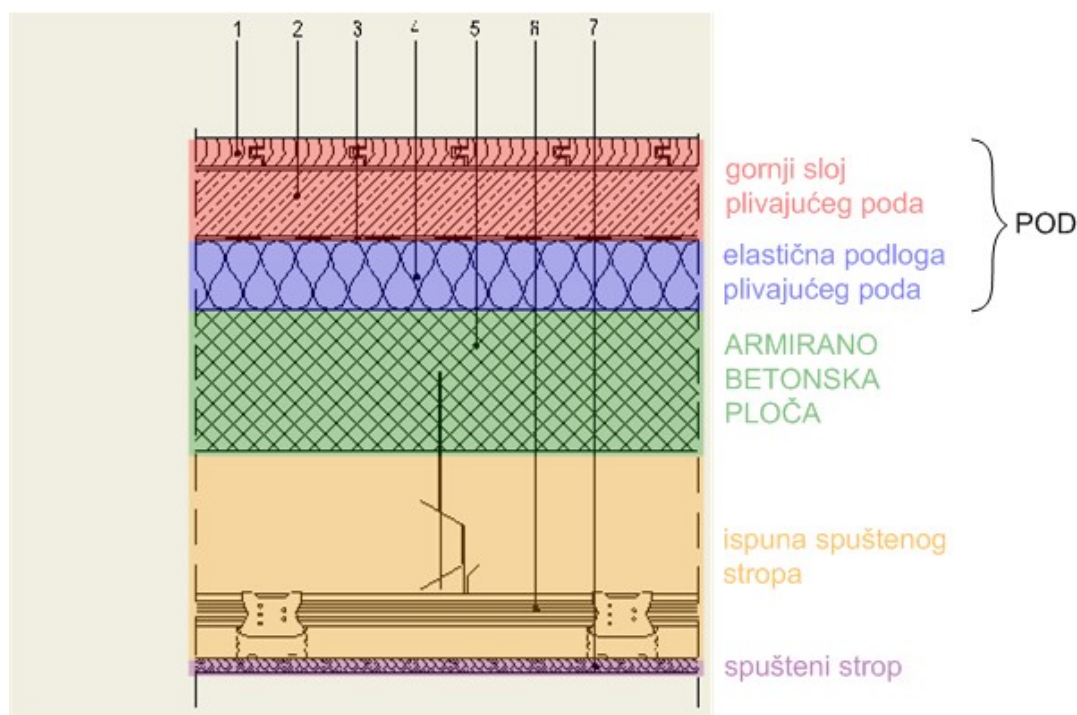
U slučaju međukatnih konstrukcija se, kao specifičnost, osim poroznih materijala u zračnom međuprostoru između ploče i spušenog stropa, u praksi javlja i elastična podloga plivajućeg poda. Da bi program uračunao specifične efekte ovih slojeva, konstrukciju je potrebno sagledati na sljedeći način:

Ploča predstavlja osnovu međukatne konstrukcije. Najčešće je to armirano betonska ploča. Na ploču se dodaju obrade: sa gornje strane pod, a s donje strane strop.

Spušteni strop predstavlja obradu ploče s donje strane i najčešće se sastoji od gips-kartonskih ploča ili ploča nekog apsorpcijskog/reflektirajućeg materijala postavljenog na metalnu potkonstrukciju. Između spuštenog stropa i ploče može se ubaciti ***Apsorpcijska ispuna*** od npr. mineralne vune.

Pod predstavlja obradu ploče sa gornje strane. Pri tome je moguće obradu nanositi direktno na nosivu konstrukciju (na primjer, sloj ravnajućeg cementa i parketa), kada se ovakva obrada računa kao dodatni sloj ploče. U slučaju plivajućeg poda, između ploče i ***podnog prekrivača*** postavlja se ***elastična podloga***.

Primer



1. ZAVRŠNA PODNA OBLOGA
2. ARMIRANI CEMENTNI ESTRIH
3. DVOSTRUKA ZAŠTITNA FOLIJA
4. URSA TEP
5. ARMIRANO BETONSKA PLOČA
6. POCINČANA PODKONSTRUKCIJA
7. GIPS KARTONSKA PLOČA

Treba imati na umu da na specifične efekte poroznih i elastičnih materijala utječu mnogobrojni faktori, tako da njih nije lako modelirati sa velikom preciznošću. U tom smislu, rezultati dobiveni na ovaj način mogu se uzeti kao procjena izolacijske moći (odnosno razine udarnog zvuka) koja će najčešće biti bliža realnim vrijednostima nego u slučaju pojednostavljenog računa (realizacijom konstrukcije u okviru jednog sloja). No, pri tome se može dogoditi da realne vrijednosti izolacijske moći budu manje nego vrijednosti dobivene ovakvim proračunom (odnosno, da realne vrijednosti nivoa udarnog zvuka budu veće nego proračunate vrijednosti).

Kompleksnije konstrukcije od opisanih također se mogu proračunati u okviru ovog programa, koristeći mogućnost korištenja cjelokupnih, već izračunatih konstrukcija kao podslojeva u okviru nove konstrukcije (ipak, treba imati na umu da se u ovakvim slučajevima povećava vjerojatnost značajnijeg odstupanja proračunatih od realnih vrijednosti). Na primjer, "trostruku pregradu" od tri gips panela razdvojenih slojevima vune mogli bismo izračunati na sljedeći način: prvo bismo realizirali dvostruku gips-vuna-gips pregradu, proračunali je i kao izračunatu konstrukciju snimili u bazu konstrukcija (pomoću opcije "**Dodaj u Bazu...**" sa slike 3); zatim bismo kreirali novu konstrukciju u kojoj bismo, za "**Panel 1**" izabrali sačuvanu gips-vuna-gips konstrukciju, za ispunu odabrali mineralnu vunu, a za "**Panel 2**" gipskartonsku ploču. Naravno, druga mogućnost je da se svih pet slojeva gips-vuna-gips-vuna-gips realizira u okviru jednog sloja, što bi, kako smo već objasnili, dalo kao rezultat neku vrstu "minimalne" izolacijske moći takve konfiguracije.