

URSA Akustika 1.0

Navodilo za uporabo programa

Navodilo za uporabo programa URSA Akustika 1.0

Avtor računske metode:

Prof. dr. Husnija Kurtović, Fakulteta za elektrotehniko, Beograd

Avtorji programa:

Laboratorij za akustiko, Fakulteta za elektrotehniko, Beogradu

Mag. Iva Salom

Mag. Vladimir Čelebić

Mag. Igor Salom

V sodelovanju z:

URSA Slovenija, d.o.o.

www.ursa.si

e-pošta: assistance.slovenija@uralita.com

g. Blaž Grdina, univ. dipl. ing. gradb.

g. Vlada Bezbradica, univ. dipl. ing. stroj.

Kazalo:

NAVODILO ZA UPORABO PROGRAMA URSA Akustika 1.0	4
1.0 O programu.....	4
2.0 Tehnične zahteve	5
3.0 Ažuriranje programa	6
4.0 Teoretske osnove	7
5.0 Delovanje programa	10
5.1 Zagonski zaslon programa	10
5.2 Pregled pravilnika.....	13
5.3 Okno za prikaz projekta.....	14
5.5 Okno za določanje sestave konstrukcije	20
6.0 Podatkovna baza materialov.....	26
7.0 Podatkovna baza konstrukcij	27
8.0 Prikaz uporabe programa na realni konstrukciji	28

Navodilo za uporabo programa URSA Akustika 1.0

1.0 O programu

Program URSA Akustika 1.0 je računalniški program za ocenitev zvočne izolacije, ki temelji na teoretičnih postopkih izračuna prof. dr. Husnije Kurtovića, profesorja na Fakulteti za elektrotehniko v Beogradu, ki so rezultat dolgoletnih izkušenj na področju gradbene akustike. Izračun zajema tako izolacijo pred zvokom, ki se širi po zraku za pregradne in medetažne konstrukcije, kakor tudi izolacijo pred udarnim zvokom pri medetažnih konstrukcijah. Zajeti so naslednji tipi konstrukcij:

- enojne homogene pregrade,
- dvojne pregrade,
- večslojne pregrade,
- nehomogene pregrade.

Izračun ovrednotene zvočne izolirnosti in spektralnih korekcij pregradnih in medetažnih konstrukcij je opravljen v skladu s standardom SIST EN ISO 717-1:1996/A1 1:2006.

Izračun ovrednotene ravni udarnega zvoka in spektralne korekcije medetažnih konstrukcij ter izboljšanje izolacije pred udarnim zvokom je opravljen v skladu s standardom SIST EN ISO 717-2:1997.

Dobljene vrednosti parametrov zvočne izolacije predstavljajo ocenitev vrednosti, ki so primerljive s tistimi, ki bi jih dobili z merenjem v laboratorijih z zanemarljiv bočnim prevajanjem zvoka. Dejnske „in situ“ vrednosti zvočne izolirnosti konstrukcije so v veliki

meri odvisne od umestitve in izvedbe konstrukcije na samem objektu in so praviloma nižje od tako izračunanih vrednosti.

Lastnosti konstrukcije glede zvočne izolacije (odvisno od kategorije objekta in namena konstrukcije) so ocenjene v skladu z zahtevami, ki jih podaja „Pravilnik o zvočni zaščiti stavb“ (Ur.l. RS št. 14/99).

Program je namenjen projektantom, ki želijo oceniti raven zvočne izolacije različnih gradbenih konstrukcij. Čeprav tako dobljeni rezultati ne morejo nadomestiti kompleksnega elaborata o zvočni zaščiti, ki je rezultat dela in izkušnj strokovnjaka za akustiko, se vsekakor lahko uporabljajo kot smernica pri projektiranju in pomoč pri izdelavi elaborata. Program se lahko uporablja kot pomoč pri projektiranju in ni za komercialno uporabo. Lastnik programa URSA Slovenija, d.o.o. ni odgovorna za morebitna neskladja med izračunanimi in dejanskimi („in situ“) vrednostmi zvočne izolacije konstrukcij, saj so le-te v veliki meri odvisne od umestitve in izvedbe same konstrukcije ter od bočnega prenosa zvoka po konstrukcijah, katerih se obravnavana konstrukcija dotika (bočne stene, tla, strop).

2.0 Tehnične zahteve

Operativni sistemi: Windows 2000 Service Pack 3, Windows Server 2003; Windows XP Service Pack 2.

Zahtevana programska oprema:

- Microsoft .NET Framework Version 2.0 (x86),
- Windows Installer 3.0 (priporočamo Windows Installer 3.1)
- Adobe Reader,
- IE 5.01 ali novejši.

Prostor na disku:

- Če na računalniku ni navedene programske opreme je potrebno 300 MB,
- sicer je potrebno 20 MB.

Za normalno delovanje programa priporočamo:

- Windows XP Service Pack 2,
- 512 MB RAM
- grafična kartica, ki podpira resolucijo 800x600.

3.0 Ažuriranje programa

Program razvijamo in prilagajamo glede na potrebe in zahteve uporabnikov in ga seveda dopolnjujemo tudi glede na morebitne spremembe standardov. Najnovejša verzija programa bo vedno na razpolago za brezplačen prenos na naši spletni strani www.ursa.si. Vaše pripombe, komentarje in vprašanja v zvezi z programom URSA Akustika 1.0 lahko pošljete tudi preko e-pošte in tako prispevate, da bo vsaka novejša verzija boljša in bolj prikladna za delo. Za to se Vam vnaprej zahvaljujemo.

Kontakt:

URSA Slovenija, d.o.o.

Povhova 2,

8000 Novo mesto

Tel: +386 7 39 18 337

Fax: +386 7 39 18 442

e-pošta: assistance.slovenija@uralita.com

4.0 Teoretske osnove

Gradbena akustika je veda, ki se ukvarja z zvokom, ki se širi skozi gradbeni objekt, od izvora zvoka pa do sprejemnega objekta (človek). Njen cilj je zagotoviti optimalno zasnovo objekta in njegovih delov (konstrukcijskih sklopov) tako, da bo nivo zvoka (oz. nezaželenega zvoka - hrupa) ostal v mejah, ki jih predpisujejo pravilniki in s tem uporabniku omogoča ugodno bivanje v objektu.

Zvok nastaja in se širi na dva fizikalno različna načina: z vzbujanjem delcev v zraku (npr. govor) in z vzbujanjem delcev trdnega (gradbenega) materiala (npr. topot z nogami po tleh).

V gradbeni akustiki torej obstajata dve različni vrsti zvoka: zvok, ki se širi po zraku ter udarni zvok, ki se širi po konstrukciji.

Da bi ugotovili kako gradbena konstrukcija vpliva na zmanjšanje nivoja zvoka med dvema prostoroma smo uvedli dva izraza:

- zvočna izolirnost pred zvokom, ki se širi po zraku (npr. pri predelni steni med dvema sobama) in
- normalizirana raven udarnega zvoka skozi pregrado, ki predstavlja mero prenosa zvoka, ki je posledica mehaničnih udarcev (npr. pri medetažni konstrukciji med dvema stanovanjema)

Zvočna izolirnost pred zvokom, ki se širi po zraku „R“ se izraža v decibelih (dB) in se definira kot logaritem recipročne vrednosti koeficienta transmisije (odnos med zvočno energijo, ki se prenese skozi pregrado in celotno zvočno energijo, ki je do pregrade prispela):

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

Normalizirano raven udarnega zvoka „L_n“ dobimo z merjenjem ravni zvoka v spodnjem prostoru, kadar v zgornji sobi medetažno konstrukcijo vzbuja s tako imenovano

tolkalnico (na kateri kladiva udarjajo s frekvenco 10 Hz po standardu SIST EN 140-6) in korekcijo izmerjenih vrednosti (glede na to da je normalizirana raven udarnega zvoka predpisana za sprejemni prostor z referenčno absorpcijo 10 m²):

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

kjer je A absorpcija sprejemnega prostora, v katerem je opravljeno merjenje.

Načini prikazovanja navedenih velikosti so določeni s standardom SIST EN 717-1 (Akustika - Vrednotenje zvočne izolirnosti v zgradbah in zvočne izolirnosti gradbenih elementov - 1. del: Izolirnost pred zvokom v zraku - Dopolnilo 1: Pravilo zaokroževanja na eno decimalno in na celoštevilčna števila (ISO 717-1:1996/AM 1:2006)) in standardom SIST EN 717-2 (Akustika - Vrednotenje zvočne izolirnosti v zgradbah in zvočne izolirnosti gradbenih elementov - 2. del: Izolirnost pred udarnim zvokom (ISO 717-2:1996)).

Frekvenčne odvisnosti so določene v terčnih frekvenčnih pasovih v frekvenčnem področju od 100 Hz – 3150 Hz. Glede na to, da frekvenčna odvisnost ni vedno ustrezna za primerjanje zvočne izolativnosti različnih pregrad, standarda SIST EN 717-1 in SIST EN 717-2 določata postopek določanja celoštevilčne vrednosti v decibelih, ki predstavlja ovrednoteno vrednost.

Za določanje ovrednotene vrednosti zvočne izolirnosti R_w , določa standard SIST EN 717-1 standardno krivuljo zvočne izolirnosti, ki ima pri 500 Hz vrednost 52 dB. Krivulja se pomika gor ali dol za celo vrednost decibelov, dokler ni vsota negativnih odstopanj po tercah glede na krivuljo zvočne izolirnosti manjša od 32 dB (glede na to, da mora biti zvočna izolirnost čim večja, se kot neugodna odstopanja smatrajo tista, kjer ima standardna krivulja večje vrednosti od izmerjene krivulje zvočne izolirnosti). Vrednost premaknjene standardne krivulje pri 500 Hz predstavlja ovrednoteno vrednost zvočne izolirnosti R_w .

Da bi vzeli v poštev spektre različnih izvirov hrupa, uvaja standard SIST EN 717-1 elemente za spektralno korekcijo zvočne izolirnosti: C (t.i. „pink sound“) in C_{tr} (t.i. „traffic noise“). C in C_{tr} se izračunata z enačbo:

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

kjer so $C(f(i))$ vrednosti v terčnih frekvenčnih pasovih ustreznih spektrov, ki so določeni s standardom

SIST EN 717-1 in $R(f(i))$ vrednosti zvočne izolirnosti v terčnih frekvenčnih pasovih.

Za določanje ovrednotene normalizirane vrednosti ravni udarnega zvoka $L_{n,w}$ standard SIST EN 717-2 določa standardno krivuljo normalizirane ravni udarnega zvoka, ki ima vrednost 60 dB pri 500 Hz. Krivulja se premika gor ali dol za celo vrednost decibelov dokler je vsota neugodnih odstopanj v tercah glede na krivuljo zvočne izolirnosti manjša od 32 dB (glede na to da raven udarnega zvoka mora biti čim manjša, neugodna odstopanja so v tistem delu frekvenčne lastnosti kjer standardna krivulja ima manjše vrednosti od krivulje normalizirane ravni udarnega zvoka). Vrednost premaknjene standardne krivulje pri 500 Hz predstavlja ovrednoteno normalizirano vrednost ravni udarnega zvoka $L_{n,w}$.

Zaradi upoštevanja največje vrednosti krivulje ravni udarnega zvoka pri posameznih nizkih frekvencijah lesenih ali golih betonskih stropov je uveden element za spektralno korekcijo C_l , ki ga izračunamo z enačbo:

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

kjer so $L_n(f(i))$ normalizirane vrednosti ravni udarnega zvoka v terčnih frekvenčnih pasovih do frekvencije 2500 Hz.

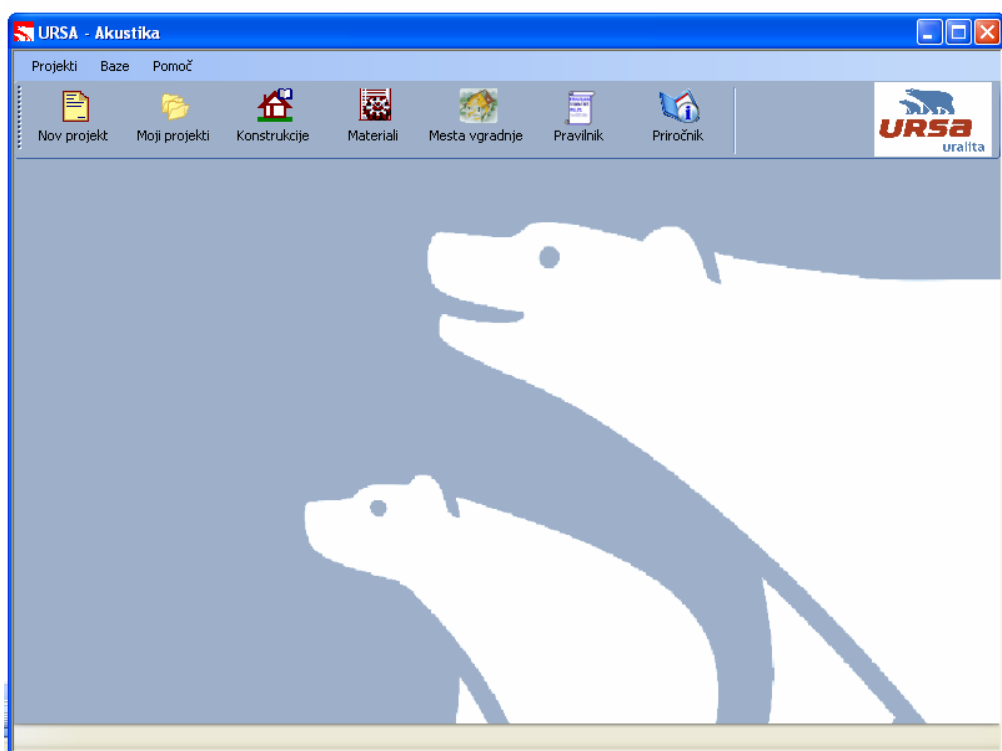
Standard SIST EN 717-2 določa normalizirane vrednosti ravni udarnega zvoka v terčnih frekvenčnih pasovih za referenčni strop (homogena betonska plošča, po SIST EN 140-6) in postopek za dobivanje ovrednotenega izboljšanja izolacije pred udarnom zvokom ΔL_w talnih oblog. To ovrednoteno vrednost dobimo kot razliko med ovrednoteno ravni udarnega zvoka referenčnega stropa in ovrednoteno ravni udarnega zvoka referenčnega stropa s talno oblogo, ki se preiskuje.

V „Pravilniku o zvočni zaščiti stavb (Ur.l. RS št. 14/99)“ so za standardne vrste objektov (bivalni, bivalno-poslovni, hoteli, restavracije, šole, bolnišnice, ...) ter različne kombinacije mejnih prostorov tabelarično prikazane minimalne zahtevane vrednosti za zvočno izolativnost ločilnih konstrukcij. Pravilnik o zvočni zaščiti najdete v PDF obliki v glavnem meniju, gumb „Pravilnik“.

5.0 Delovanje programa

5.1 Zagonski zaslon programa

Na zagonskem zaslonu programa URSA Akustika 1.0 (slika 1) se nahaja glavni meni programa in ikone, ki predstavljajo bližnjice do posameznih elementov glavnega menija. Poleg tega se v zgornjem desnem kotu nahaja URSA logotip. Klik nanj vodi do spletne strani Ursa Slovenija, d.o.o..



Slika 1

V podmeniju **“Projekti”** v glavnem meniju obstajajo naslednje opcije:

- **Nov projekt**

S to opcijo začnemo nov projekt. Delo na projektih bomo pojasnili v naslednjem poglavju.

- **Moji projekti**

S to opcijo odpiramo okno s seznamom obstoječih projektov. Tu odpremo željeni projekt, oblikujemo novi, kopiramo ali izbrišemo obstoječi projekt in arhiviramo (dearhiviramo) vse projekte. Delo na projektih bomo pojasnili v naslednjem poglavju.

- **Uvoz projekta**

S to opcijo odipramo projekt, ki se nahaja na katerikoli lokaciji. Projekt lahko potem dodamo v “moje projekte” (z opcijo “Shrani” projekt).

- **Odpri zadnji projekt**

S to opcijo odpiramo zadnji projekt na katerem smo delali.

- **Shrani tekoči projekt**

S to opcijo shranimo trenutno aktiven projekt. Vpišemo naziv projekta in projekt bo shranjen v "moje projekte". To opcijo uporabljamo tudi za izvoz projekta, saj lahko tekoči projekt shranimo na katerokoli lokacijo (npr. lokalni disk, flash spominska kartica,...).

- **Arhiviraj vse**

S to opcijo arhiviramo vse datoteke na računalniku, ki so povezane s programom URSA Akustika 1.0 v eno samo datoteko (natančneje, v arhiv so vključeni vsi projekti iz seznama „moji projekti“, podatkovna baza materialov in podatkovna baza konstrukcij, sama aplikacija pa ni vključena v arhiv). Po izbiri te opcije je potrebno izbrati lokacijo in naziv arhiva, ki ga bomo oblikovali. Arhiviranje podatkov se lahko uporablja za oblikovanje „back up-a“ ali pri prenosu vseh podatkov vezanih na program URSA Akustika 1.0 z enega na drugi računalnik. V primeru, da imamo na enem računalniku več definiranih Windows uporabnikov („user-jev“), se ta opcija lahko uporablja pri prenosu vseh podatkov URSA Akustike 1.0 (ki se nahajajo v Windows mapi Moji Dokumenti) z enega uporabnika na drugega.

- **Razpakiraj**

S to opcijo razpakiramo arhiv, ki smo ga oblikovali z opcijo „Arhiviraj vse“. Pomembno je vedeti, da bomo pri aktiviranju te opcije izgubili vse obstoječe podatke, ker se bodo ti podatki nadomestili s podatki iz arhiva! Po izbiri te opcije je potrebno izbrati lokacijo in naziv arhiva, v katerem se nahajajo podatki

- **Izhod**

To opcijo uporabljamo za izhod iz programa.

V podmeniju „**Podatkovne baze**“ se nahajajo naslednje opcije:

- **Materiali**

S to opcijo odpiramo okno za podatkovno bazo materialov. Način uporabe podatkovne baze bomo podrobneje pojasnili v posebnem poglavju.

- **Konstrukcije**

S to opcijo odpiramo okno za podatkovno bazo konstrukcij. Način uporabe podatkovne baze bomo podrobneje pojasnili v posebnem poglavju.

- **Postavitev podrazumevane („default“) podatkovne baze**

S to opcijo lahko vrednosti iz podatkovne baze materialov in podatkovne baze konstrukcij vrnemo na začetne vrednosti. Pri aktiviranju te opcije se bodo izbrisale vse spremembe v podatkovnih bazah, kakor tudi novi materiali in nove konstrukcije, ki so bile eventuelno vnešene.

5.2 Pregled pravilnika

S to opcijo odpremo prilogo (tabelo) iz **Pravilnika o zvočni zaščiti stavb (Ur.l. RS št. 14/99)**, v kateri se nahajajo kriteriji za R_w in L_{nw} , odvisno od namena pregrade. PDF pravilnika se nahaja tudi v glavnem menuju, gumb „Pravilnik“.

V podmeniju „**Pomoč**“ se nahajajo naslednje opcije:

- **Priročnik**

To opcijo uporabljamo za odpiranje tega priročnika.

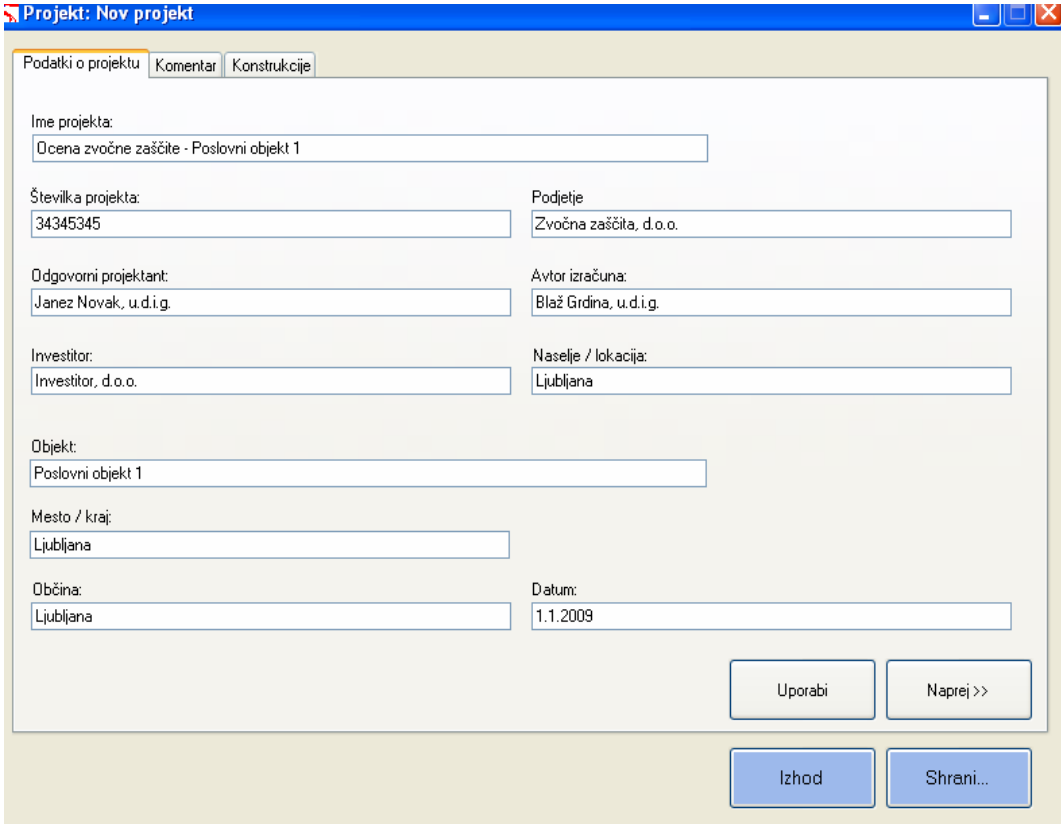
- **Verzija**

Tu se nahajajo osnovni podatki o verziji aktivne aplikacije URSA Akustika 1.0.

Opomba: za mnogo opcij in poizvedovalnih polj je na voljo tudi „hitra pomoč“ (komentar), ki se prikaže če puščico miške zadržimo na tej opciji, oziroma polju.

5.3 Okno za prikaz projekta

Delo na projektu začnemo tako, da z opcijo „Odpri projekt“ odpremo katerikoli predhodno shranjen projekt ali pa oblikujemo novi projekt z opcijo „Novi projekt“.



The screenshot shows a software window titled "Projekt: Nov projekt". It has three tabs: "Podatki o projektu" (selected), "Komentar", and "Konstrukcije". The form contains the following fields:

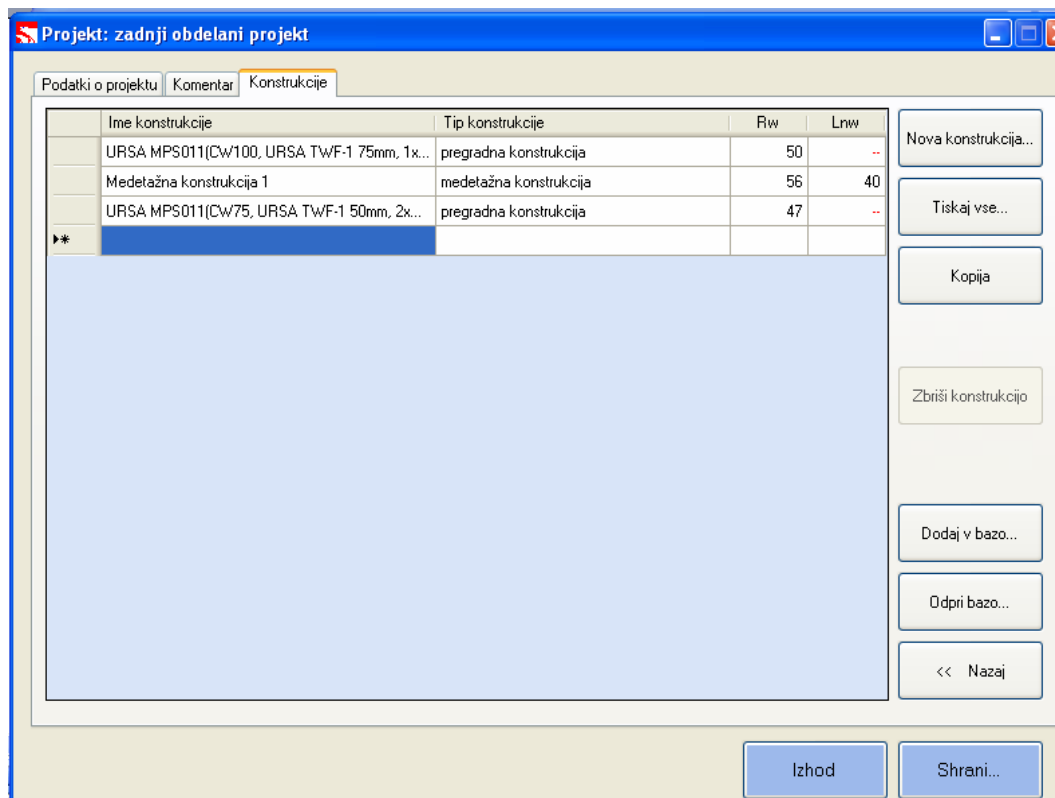
- Ime projekta: Ocena zvočne zaščite - Poslovni objekt 1
- Številka projekta: 34345345
- Podjetje: Zvočna zaščita, d.o.o.
- Odgovorni projektant: Janez Novak, u.d.i.g.
- Avtor izračuna: Blaž Grdina, u.d.i.g.
- Investitor: Investitor, d.o.o.
- Naselje / lokacija: Ljubljana
- Objekt: Poslovni objekt 1
- Mesto / kraj: Ljubljana
- Občina: Ljubljana
- Datum: 1.1.2009

At the bottom right, there are four buttons: "Uporabi", "Naprej >>", "Izhod", and "Shrani...".

Slika 2

V obeh primerih se odpre okno z osnovnimi podatki o projektu, ki jih lahko ažuriramo (slika 2). S klikom na gumb „**Konstrukcije**“ ali s klikom na gumb „**Naprej >>**“ preidemo v oddelek za manipulacijo s konstrukcijami. Slika 3 prikazuje izgled tega oddelka v

projektu, v katerem je nekaj obstoječih konstrukcij. V prikazani tabeli lahko vidimo naziv konstrukcije, tip konstrukcije ter, če so izračunane, vrednosti R_w in L_{nw} (vrednost L_{nw} obstaja samo za medetažne konstrukcije). Če je katera od teh števil napísana z rdečo barvo, to pomeni da po tem parametru niso zadovoljeni kriteriji iz „Pravilnika o zvočni zaščiti stavb“



Slika 3

Desno od tabele se nahajajo naslednje opcije:

- **Nova konstrukcija**

Ta opcija se aktivira, ko v tabeli konstrukcij (levo) izberemo (oziroma z miško označimo) prazno vrstico. S to opcijo oblikujemo novo konstrukcijo in jo odpremo v oknu za prikaz konstrukcije (kar bo opisano v naslednjem poglavju).

- **Odpi**

Ta opcija se aktivira, ko v tabeli izberemo katero od konstrukcij. S to opcijo odpremo izbrano konstrukcijo v oknu za prikaz konstrukcije. To lahko storimo tudi z dvojnim klikom na konstrukcijo v tabeli.

– **Tiskaj vse**

S to opcijo tiskamo celoten projekt, oziroma podatke o projektu, vse konstrukcije iz projekta in komentarje.

Pripomba: Tiskanje je prilagojeno velikosti papirja A4. Priporočamo, da v opciji „Tiskalniki in Telefaksi“ na nadzorni plošči nastavite željeni tiskalnik, velikost papirja (A4) itd.

– **Kopiraj**

S to opcijo kopiramo izbrano konstrukcijo. Predhodno je potrebno določiti naziv kopije konstrukcije.

– **Izbriši konstrukcijo**

S to opcijo lahko izbrišemo izbrano konstrukcijo.

– **Dodaj v podatkovno bazo**

S to opcijo lahko izbrano konstrukcijo shranimo v podatkovno bazo konstrukcij, kjer bo ta konstrukcija obstajala neodvisno od aktivnega projekta, v katerem je bila oblikovana. Tako shranjeno konstrukcijo lahko dodamo v katerikoli drugi projekt, ali jo celo uporabimo kot sloj v katerikoli drugi konstrukciji. Podatkovno bazo konstrukcij bomo opisali v posebnem poglavju tega priročnika.

– **Odpri podatkovno bazo**

S to opcijo odpiramo podatkovno bazo konstrukcij, kjer lahko izberemo katerokoli konstrukcijo in jo uvozimo (dodamo) v projekt.

– Nazaj

S to opcijo se vrnemo na osnovne podatke o projektu.

Na strani z osnovnimi podatki o projektu in na strani s seznamom konstrukcij sta na razpolago opciji „Izhod“ in „Shrani“. Opcijo „Izhod“ uporabljamo za zapiranje projekta, opcijo „Shrani“ pa za shranjevanje sprememb v projektu.

5.4 Okno za prikaz konstrukcije

V zgornjem levem kotu tega okna se nahaja polje, v katerem lahko vpišemo, oziroma spremenimo naziv konstrukcije.

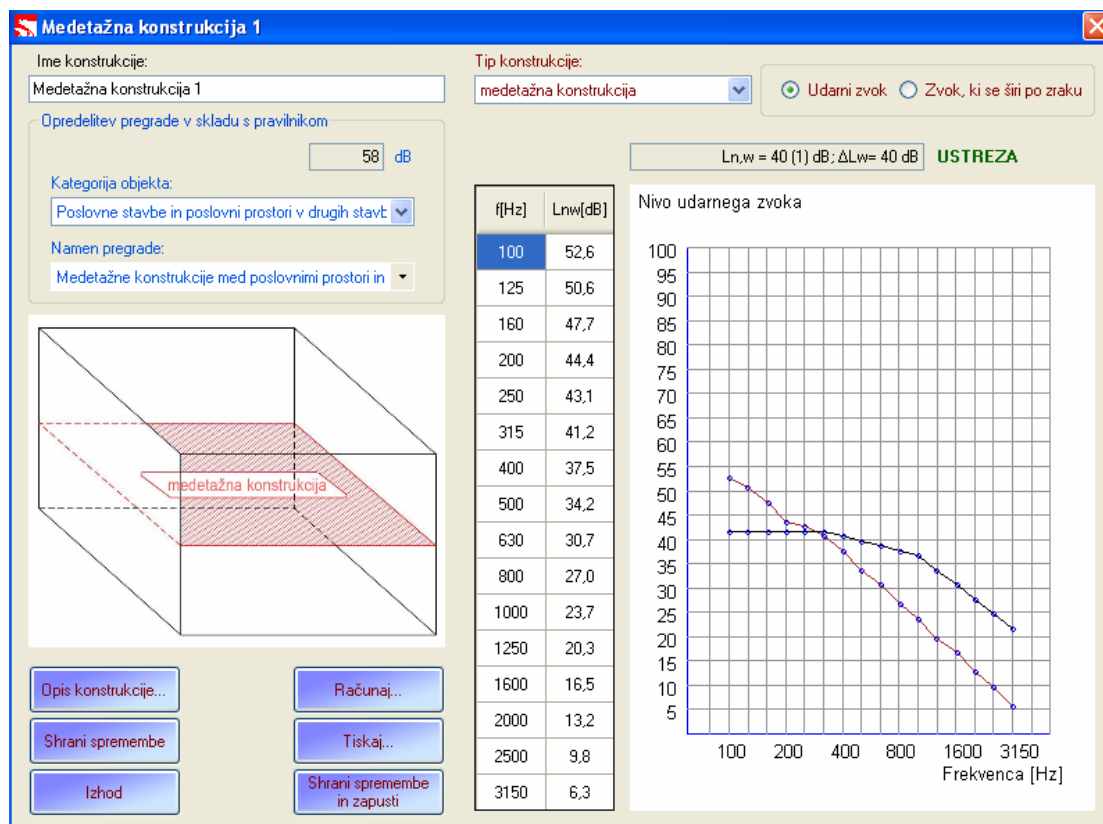
Pod tem poljem se nahaja oddelek za kategorizacijo konstrukcije v skladu s „Pravilnikom o zvočni zaščiti stavb“. S kombinacijo izbir „**Kategorija objekta**“ in „**Namen pregrade**“ izberemo točen namen posamezne konstrukcije. V zgornjem polju se bo takoj prikazala vrednost v decibelih (dB), ki predstavlja kriterij v skladu s pravilnikom za ovrednoteno zvočno izolirnost (R_w), ki ga konstrukcija mora izpolnjevati. Če izberemo prikaz udarnega zvoka (glej spodaj), se bo pojavil kriterij za ovrednoteno raven udarnega zvoka ($L_{n,w}$).

OPOMBA:

Pri zvoku, ki se širi po zraku (R_w) je v pravilniku podana **minimalna vrednost**, ki jo moramo doseči s pregrado (spodnja omejitev). Pri udarnem zvoku ($L_{n,w}$), pa so s pravilnikom podane **maksimalne dopustne vrednosti** ravni zvoka, ki se prenaša skozi konstrukcijo, ki jih še lahko dosežemo (zgornja omejitev).

Na vrhu okna moramo izbrati „Tip konstrukcije“. Tu je potrebno, odvisno od konstrukcije, izbrati med „ločilno – pregradno konstrukcijo“ in „medetažno konstrukcijo“. Pri ločilno – pregradni konstrukciji (npr. predelna stena) se računa samo izolacija pred zvokom, ki se širi po zraku. Pri medetažni konstrukciji pa se računa tudi izolacija pred udarnim

zvokom. Sprememba tipa konstrukcije pomeni tudi spremembo shematskega prikaza konstrukcije, ki se nahaja pod oddelkom o kategorizaciji pregrade (Slika 4).



Slika 4

Če izberemo medetažni tip konstrukcije se v zgornjem levem kotu okna aktivira izbira med opcijama „Udarni zvok“ in „Zvok, ki se širi po zraku“ (o tej razvrstitvi smo govorili v teoretičnem uvodu). Tu lahko izberemo ali se bodo izračun in prikazani rezultati (na grafikonu in v tabeli spodaj) nanašali na udarni zvok ali na zvok, ki se širi po zraku.

Na desni strani okna se nahajata tabela in grafikon z rezultati izračuna. (Predpogoj je, da smo predhodno določili sloje konstrukcije in opravili izračun. To je pojasnjeno kasneje v tem priročniku). Če v zgornjem desnem kotu izberemo „Zvok, ki se širi po zraku“, predstavljata grafikon in tabela odvisnost zvočne izolirnosti pregrade od frekvence zvoka. Če pa izberemo udarni zvok je na grafikonu in tabeli prikazana

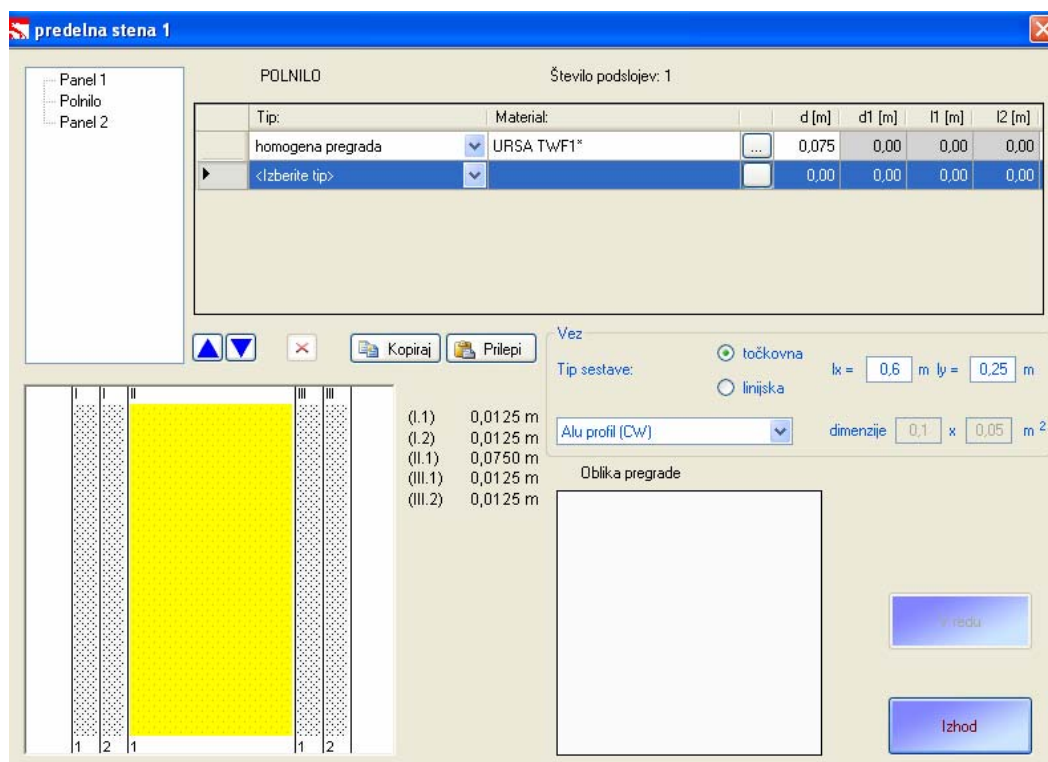
odvisnost ravni udarnega zvoka od frekvence zvoka. Nad grafikonom je prikazana tudi vrednost ovrednotene zvočne izolirnosti (R_w), oziroma v primeru udarnega zvoka, ovrenotena raven udarnega zvoka ($L_{n,w}$). Odvisno od tega ali te vrednosti izpolnjujejo kriterije določene s „Pravilnikom o zvočni zaščiti stavb“ se zraven izpiše tudi kvalitativna ocena „ZADOVOLJUJE“ „NE ZADOVOLJUJE“. Poleg ovrednotene vrednosti R_w so v zaklepajih prikazane tudi vrednosti spektralnih korekcij C in C_t , ki smo ju pojasnili uvodoma v teoretskih osnovah. Poleg ovrednotene vrednosti $L_{n,w}$ je v oklepajih prikazana vrednost spektralne korekcije C_l , kakor tudi izboljšanje ekvivalentnega nivoja izolacije udarnega zvoka medetažne konstrukcije ΔL_w .

V spodnjem desnem kotu se nahaja več opcij-gumbov. Z opcijo „**Opis konstrukcije**“ odpremo okno za definiranje sestave konstrukcije (to lahko naredimo tudi s klikom na sliko konstrukcije). O vnašanju sestave konstrukcije bomo govorili v naslednjem poglavju. Z opcijo „**Izračunaj**“ začnemo izračun azvočno-izolativnih parametrov, sledi njihov izpis v grafikonu/tabeli. Z opcijo „**Tiskaj**“ prenesemo rezultate, vezane na to konstrukcijo na tiskalnik (lahko opravimo tudi predogled tiskanja, t.i. „print preview“). Z opcijo „**Shrani spremembe**“ uveljavimo spremembe v vnešenih poljih v tem oknu, oziroma v okviru projekta (ekvivalent standardnem gumbu „Apply“ v Windows dialogih). Z opcijo „**Shrani spremembe in zapri**“ in „**Zapri**“ zapremo okno za prikaz konstrukcije in istočasno shranimo ali prekličemo spremembe, ki smo jih naredili na konstrukciji.

OPOMBA:

Za uveljavitev sprememb v poizvedovalnih poljih v tem oknu (naziv konstrukcije, kategorija, namen) pri tiskanju konstrukcije, pritisnite gumb „**Shrani spremembe**“.

5.5 Okno za določanje sestave konstrukcije



Slika 5

Slika 5 prikazuje okno za določanje sestave konstrukcije, do katerega pridemo preko okna za prikaz konstrukcije, s pritiskom na gumb „**Opis konstrukcije**“. To okno uporabljamo za vnos slojev, iz katerih je sestavljena posamezna konstrukcija.

Vsaka konstrukcija je lahko sestavljena iz več slojev, vsak sloj pa je lahko sestavljen iz več podslojev. V zadnjem poglavju je opisano kako opravimo razdelitev realne konstrukcije na sloje in podsloje.

Osnovna razdelitev pri predelnih vertikalnih konstrukcijah je na sloja „**Panel 1**“ in „**Panel 2**“, med katerima je sloj „**Polnilo**“ (skrajšano od „Absorpcijsko polnilo“). „**Panel 1**“ in „**Panel 2**“ sta lahko izdelana izključno iz materialov iz baze t.i. gradbenih materialov (npr. opeka, beton,...), „**Polnilo**“ pa mora biti iz materiala iz baze t.i. poroznih materialov (npr.

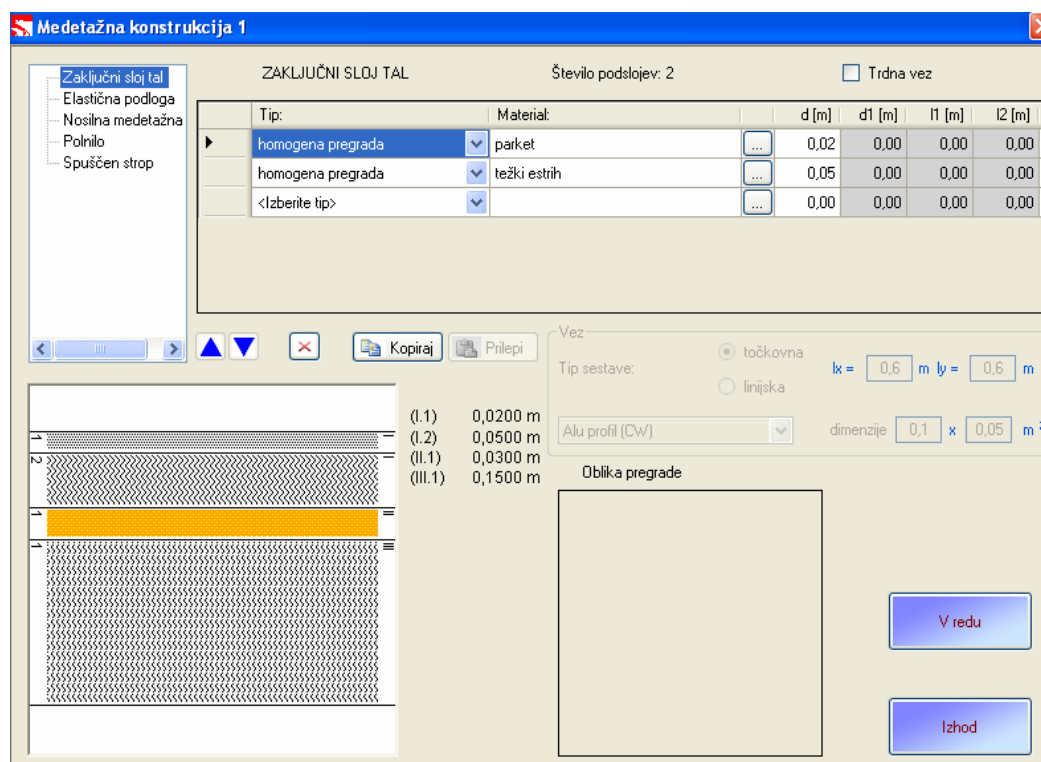
izolacija). O razvrstitvi materialov po teh kategorijah bomo govorili v poglavju o padatkovni bazi materialov. Zvezo med dvema paneloma lahko realiziramo z Alu profili ali z lesenimi gredami. Pregrada je lahko izdelana iz vseh treh slojev („**Panel 1**“ – „**Polnilo**“ – „**Panel 2**“) ali iz enega samega sloja („**Panel 1**“).

Pri medetažnih konstrukcijah imamo osnovno delitev na pet slojev (po naslednjem vrstnem redu): „**Zaključni sloj tal**“, „**Elastična podloga**“, „**Nosilna medetažna konstrukcija**“, „**Polnilo**“ in „**Spuščen strop**“. Sloji „**Zaključni sloj tal**“, „**Nosilna medetažna konstrukcija**“ in „**Spuščen strop**“ morajo biti izdelani iz konstrukcijskih gradbenih materialov, sloj „**Elastična podloga**“ iz elastičnih gradbenih materialov, sloj „**Polnilo**“ pa iz poroznih gradbenih materialov (verjetno bodo nekateri izmed „elastičnih materialov“, zaradi svojih specifičnih lastnosti istočasno spadali v več skupin materialov). Zveza med nosilno medetažno konstr. in spuščnim stropom je lahko izvedena z Alu profili ali z lesenimi gredami.

Medetažna konstrukcija ima lahko izključno naslednje kombinacije slojev:

- a) vseh pet slojev, t.j. „**Zaključni sloj tal**“ – „**Elastična podloga**“ – „**Nosilna medetažna konstrukcija**“ – „**Polnilo**“ – „**Spuščen strop**“,
- b1) tri sloje „**Zaključni sloj tal**“ – „**Elastična podloga**“ – „**Nosilna medetažna konstrukcija**“,
- b2) tri sloje „**Nosilna medetažna konstrukcija**“ – „**Polnilo**“ – „**Spuščen strop**“ ali
- c) samo en sloj „**Nosilna medetažna konstrukcija**“.

Slika 6 prikazuje primer medetažne konstrukcije.



Slika 6

Vsak od teh slojev je lahko sestavljen iz večih podslojev (z izjemo elastične podloge, ki je enoslojna). Če so podsloji čvrsto zlepljeni po celotni površini, to definiramo tako, da označimo polje, v katerem piše „**čvrsta zveza**“.

Definiranje slojev konstrukcije opravimo na sledeči način. Najprej izberemo sloj pregrade (na seznamu v zgornjem levem kotu okna). Nato v tabeli v zgornjem delu okna določimo podsloje (enega ali več) tega sloja. To storimo tako, da s klikom na polje, v katerem piše „**Izberite tip**“ izberemo eno od naslednjih opcij za podsloj:

- **Homogena pregrada** – podsloj iz homogenega materiala z določeno debelino (izgled pregrade se prikaže v oknu „**Oblika pregrade**“, slika 7).

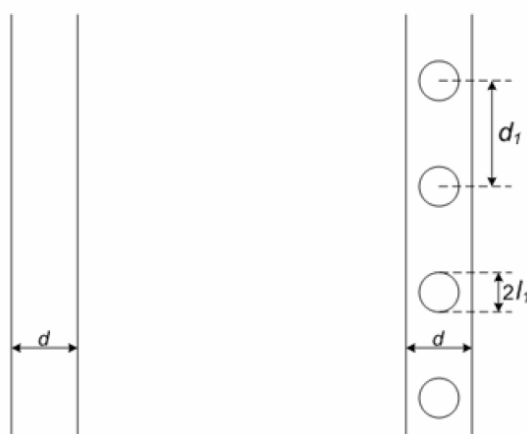
- **Konstrukcija** – podsloj izberemo v podatkovni bazi konstrukcij. To opcijo v glavnem uporabljamo v primeru, da podatki o parametrih materialov, iz katerih je podsloj izdelan niso znani, ali pa obstajajo eksperimentalno izmerjene krivulje zvočne izolirnosti (oziroma ravni udarnega zvoka) tega podsloja. Ta je predhodno, kot konstrukcija, tabelarno vnesen v podatkovno bazo konstrukcij (o tem bomo govorili v poglavju o podatkovni bazi konstrukcij).

Opomba: če (pod)sloje izberemo iz podatkovne baze konstrukcij, nekatere računske korekcije ne bodo na razpolago, kar lahko vpliva na točnost rezultatov (na primer, če kot podsloj izberemo tip „konstrukcija“, ni mogoče oporaviti izračun z opcijo čvrste zveze med podsloji).

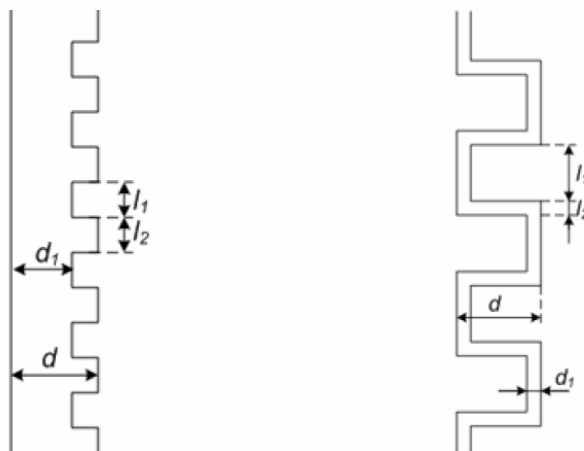
- **Nehomogena pregrada a** – podsloj nehomogene strukture – slika 8.

- **Nehomogena pregrada b** – podsloj nehomogene strukture – slika 9.

- **Nehomogena pregrada c** – podsloj nehomogene strukture – slika 10.



Sliki 7 in 8



Sliki 9 in 10

Po izbiri tipa podsloja se v oddelku „**Oblika pregrade**“ prikaže ustrezna shematska slika. Če izberemo podsloj tipa „**konstrukcija**“, moramo iz podatkovne „baze konstrukcij“ izbrati željeno konstrukcijo. To storimo s klikom na gumb „...“, ki se nahaja v tretji koloni tabele. S tem odpremo podatkovno bazo konstrukcij, v kateri izberemo konstrukcijo in pritisnemo gumb „**Izvoz**“ (za detajle glej poglavje o podatkovni bazi konstrukcij). Če podsloj ne spada v tip „**konstrukcija**“, moramo kot naslednji korak izbrati vrsto materiala podsloja. To bomo storili s klikom na gumb „...“, ki se nahaja v tretji koloni tabele in bomo tako odprli podatkovno bazo materialov, v kateri bomo izbrali material (za detajle glej poglavje o podatkovni bazi materialov). Nato v kolono „**d[m]**“ vnesemo debelino podsloja. Če izberemo nehomogen podsloj, moramo vnesti tudi ustrezne dimenzije „**d1[m]**“, „**l1[m]**“, „**l2[m]**“ v skladu s sliko nehomogene pregrade, ki je prikazana v poglavju „**Oblika pregrade**“. Na ta način vnesemo poljubno število podslojev, ki sestavljajo sloj naše konstrukcije. V primeru, da gre za čvrsto zvezo med podsloji v sloju, označimo polje „**čvrsta zveza**“ v zgornjem desnem kotu okna. (Opomba: za nekatere sloje pregrade niso na razpolago vse opcije za tipe podslojev).

OPOMBA:

Vse dimenzije vnesemo v SI enotah, razen če ni drugače zahtevano. Priporočamo, da preverite ali je Windows operativni sistem nastavljen tako, da kot „decimalno vejico“ sprejme vejico ali piko.

Istočasno z definiranjem slojev konstrukcije se na sliki v spodnjem levem kotu prikaže shema zaporedja slojev in njihovih podslojev. Sloji so označeni z rimskimi številkami, podsloji pa z arabskimi številkami.

Če v konstrukciji obstaja sloj „Polnilo“, vnesemo tudi podatke o zvezi med paneloma, med katerima se polnilo nahaja. Te podatke vnesemo v oddelku „**Zveza**“. Če je zveza med dvema paneloma izvedena z lesenimi gredami, ki so po celotni dolžini zlepljene s paneloma, izberemo zvezo linearnega tipa. Če pa je zveza med dvema paneloma izvedena z vijaki ali s spoji druge vrste, ki so postavljeni mestoma (na posameznih točkah), izberemo točkasti tip zveze (na primer vijačenje mavčno-kartonskih plošč na nosilne Alu profile). V obeh primerih vnesemo karakteristično razdaljo med spoji po **x** in **y** oseh v polja **lx** in **ly**. Na primer, pri mavčno-kartonskih ploščah, ki so vijačene na nosilne Alu profile, je razdalja $lx=0,625\text{m}$ (0,6m) – horizontalni razmik med nosilnimi profili, ly pa je vertikalni razmik med vijaki (ponavadi $ly=0,25\text{m}$); točni podatki so na voljo pri proizvajalcih mavčno-kartonskih plošč. V primeru linijske veze, kjer spoji obstajajo samo po eni osi (npr. samo vertikalni na mestih profilov), se za vrednost **lx** – oziroma **l** na drugi osi izbere neko dovolj veliko vrednost (na primer 9 metrov).

Efektivno površino, s katero se grede dotikajo panelov vnesemo v polja dimenzij, v obliki širina krat višina (v primeru zveze z Alu profili ta vrednost ne vpliva na izračun).

V polju „vrsta zveze“ je v vsakem primeru potrebno izberati eno izmed ponujenih in zgoraj opisanih realizacij zveze med paneloma.

Po končani definiciji slojev konstrukcije in vezi med njimi, kliknemo na gumb „**Izhod**“. Pri vnosu slojev lahko kadarkoli shranimo vnesene spremembe s klikom na gumb „**V redu**“.

6.0 Podatkovna baza materialov

V podatkovni bazi materialov se nahajajo materiali s svojimi fizikalnimi lastnostmi. Materiali so razvrščeni v tri razrede: gradbeni, porozni in elastični. Sloj „Polnilo“ je sestavljen izključno iz poroznih materialov, sloj „Elastična podloga“ izključno iz elastičnih materialov, drugi sloji pa iz splošnih gradbenih materialov. Prikazani so fizikalni parametri materiala, ki so relevantni za izračun in so različni v posameznih razredih materialov.

V podatkovno bazo lahko dodamo nov material, izbrišemo starega ali ažuriramo parametre obstoječih materialov. S klikom na gumb „**Nov material**“, se bodo prikazala prazna polja za vnos parametrov novega materiala. Če izberemo enega od obstoječih materialov iz baze in nato kliknemo gumb „**Nov material**“ pa bomo imeli možnost popravljanja obstoječih parametrov (kar je koristno pri dodajanju novih materialov, ki imajo podobne parametre kot kakšen obstoječi material; ta postopek pa lahko uporabimo tudi, da bi spremenili naziv materijala – v tem primeru moramo material s starim nazivom potem izbrisati).

V podatkovni bazi materialov obstaja v kategoriji poroznih materialov tudi material z nazivom „Zrak“ in se uporablja za definiranje zračnih slojev v konstrukciji. Tega materiala ne smemo izbrisati ali mu spremenjati naziva.

OPOMBA:

V bazi shranjenih konstrukcij so znotraj le-teh shranjene vrednosti parametrov materiala, ki jih je material imel v trenutku oblikovanja te konstrukcije. To omogoča, da je projekt neodvisen od podatkovne baze materialov in da se projekt lahko pošlje drugim uporabnikom, ki imajo drugačno podatkovno bazo materialov. Po drugi strani pa sprememba parametrov materiala v podatkovni bazi ne bo direktno vplivala na projekt ali konstrukcije iz podatkovne baze konstrukcij, ki so izdelane s tem materialom. Če želimo, da sprememba parametrov ažuriranega materiala vpliva na posamezno shranjeno

konstrukcijo, to konstrukcijo odpremo in povsod, kjer se pojavi ponovno izberemo ta material.

7.0 Podatkovna baza konstrukcij

Podatkovna baza konstrukcij omogoča, da posamezno konstrukcijo definiramo z izmerjeno tabelo krivulje zvočne izolirnosti, oziroma s tabelo ravni udarnega zvoka. Konstrukcije so razvrščene po svoji približni površinski masi. Konstrukcije s površinsko maso do približno 100 kg/m^2 (npr. 10 cm debel sloj mavca ali porobetona, oz. 5 cm debel sloj betona) spadajo v razred lahkih konstrukcij, konstrukcije z večjo površinsko maso pa v razred masivnih. Ta razvrstitev je pomembna za nadaljni izračun.

Poleg tega lahko v podatkovno bazo konstrukcij dodamo tudi konstrukcije, ki so bile sestavljene in izračunane v samem programu. To omogoča, da se konstrukcije naknadno uvozijo v katerikoli drug projekt, ali pa se kot celota uporabijo kot podsloj v neki drugi konstrukciji.

Po strukturi je ta podatkovna baza podobna podatkovni bazi materialov, z nekaj specifičnostmi.

Če želimo konstrukcijo vnesti tabelarno (na osnovi izmerjenih vrednosti v laboratoriju - atest), kliknemo najprej na gumb „**Dodaj**“. V poizvedovalnem polju vnesemo naziv konstrukcije in izberemo kategorijo – lahka ali masivna. Nato v seznamu na levi strani izberemo konstrukcijo, katere naziv smo pravkar vnesli in vnesemo tabelo ravni udarnega zvoka (če podatkov za udarni zvok nimamo, ta korak preskočimo). Nato izberemo v spodnjem levem kotu „Zvok, ki se širi po zraku“ in prepisemo ustrezno tabelo za zvočno izolirnost. Po končanem vnosu kliknemo na gumb „**Shrani**“. Pojavi se grafikon zvočne izolirnosti ter ustrezna referenčna krivulja.

Iz podatkovne baze konstrukcij lahko, neodvisno od posameznega projekta, direktno ažuriramo vse shranjene konstrukcije, pa tudi konstrukcije, ki so izračunane v okviru programa. To naredimo tako, da izberemo konstrukcijo in kliknemo na gumb „**Spremeni...**“, nakar se konstrukcija odpre v oknu za prikaz konstrukcije (Slika 4). Če je konstrukcija tabelarno vnesena, lahko tukaj spremenimo le tabelarne vrednosti (da bi sprememba vplivala na graf, pritisnemo gumb „**Shrani spremembe**“, ter nato kliknemo „**Izračunaj**“). Če pa smo konstrukcijo izdelali s programom na standarden način, lahko sloje konstrukcije standardno ažuriramo. V obeh primerih lahko definiramo namen konstrukcije in preverimo ali konstrukcija izpolnjuje zahteve, ki so določene s pravilnikom. Izbrano konstrukcijo lahko tudi tiskamo.

8.0 Prikaz uporabe programa na realni konstrukciji

V tem poglavju bomo poizkušali pojasniti, kako opravimo razdelitev konstrukcije na sloje in podsloje v konkretnem primeru realne konstrukcije, oziroma kako v programu modeliramo realne parametre, ki vplivajo na izračun zvočne izolirnosti. Obstajata dva načina za opravljanje izračuna.

Ena možnost je, da se celotna konstrukcija predstavi kot enotna pregrada. Tedaj se definira kot „večslojna pregrada“, z zlaganjem podslojev glede na dano konstrukcijo. Na ta način lahko definiramo pregradno konstrukcijo, če so materiali podslojev iz kategorije „gradbeni materiali“ v podatkovni bazi materialov. V tem primeru konstrukcijo definiramo v okviru sloja „**Panel 1**“ pri pregradni konstrukciji, oziroma v okviru sloja „**Nosilna medetažna konstrukcija**“ pri medetažni konstrukciji.

Pomankljivost takšnega poenostavljenega pristopa je v tem, da se ne upoštevajo specifični učinki poroznih in elastičnih materialov na zvočno izolacijo. Zaradi tega je tako izračunana zvočna izolirnost bistveno manjša od realne. Po drugi strani lahko z veliko verjetnostjo pričakujemo, da v realnosti izmerjena zvočna izolirnost konstrukcije ne bo

manjša od zvočne izolirnosti, ki smo jo izračunali na ta način (seveda ob predpostavki, da vneseni materiali ustrezajo realnim vrednostim in da so gradbena dela opravljena na standarden in kvaliteten način).

V primeru, da želimo s programom upoštevati tudi specifične učinke na izboljšanje celotne zvočne izolirnosti, ki jih porozni materiali (absorpcijska polnila) v okviru konstrukcije imajo, moramo konstrukcijo obravnavati kot „dvojno pregrado“. Le-ta je sestavljena iz dveh oblog („**Panel 1**“ in „**Panel 2**“), med katerima se nahajka absorpcijsko polnilo (seveda, če je to v skladu z realno sestavo konstrukcije). Dve pregradi, ki ograjujeta zračni medprostor (z ali brez poroznega absorpcijskega polnila) sta sestavljeni iz materialov iz kategorije „gradbeni materiali“ in imata lahko več podslojev. Sloj absorpcijskega polnila je prav tako lahko sestavljen iz več podslojev materialov iz kategorije „porozni materiali“, v katero spada tudi zrak (npr. kombinacija zraka in mineralne volne). Pri tovrstni sestavi mora obstajati sistem, ki zagotavlja povezanost dveh pregrad (dveh panelov, oziroma spuščene stropa in nosilnega stropa). Tip te zveze je opisan v poglavju „**Zveza**“. Standardni primer sestave „**Panel 1**“ – „**Polnilo**“ – „**Panel 2**“ so mavčno-kartonske plošče, ki so povezane z Alu profili ter z mineralno volno v medprostoru. V primeru sestave, kjer ni na ta način definiran stik medzračnega prostora s polnilom (na primer volna, ki je z ene strani popolnoma zalepljena na steno, z druge strani pa ometana), priporočamo realizacijo konstrukcije v okviru enega sloja.

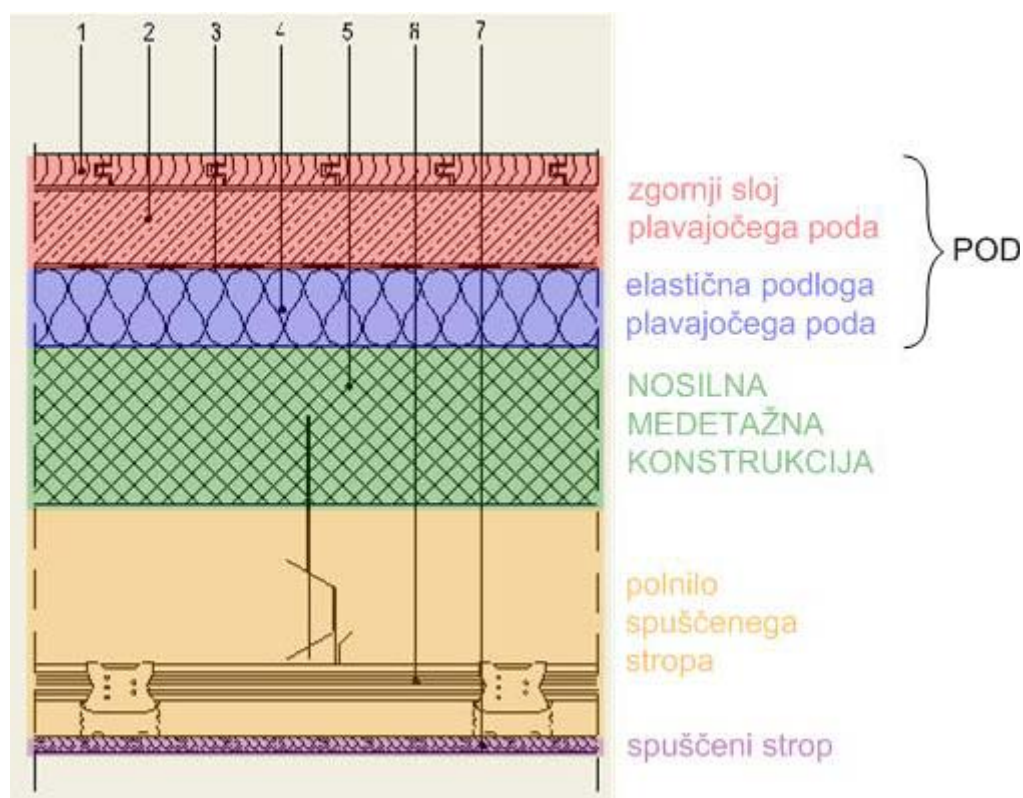
Pri medetažnih konstrukcijah se kot specifičnost glede vpliva na zvočno-izolativne lastnosti konstrukcije (poleg izolacijskih materialov v zračnem medprostoru med nosilno medetažno konstrukcijo in spuščnim stropom) pojavlja tudi elastična podloga plavajočega poda. Da bi program v izračunu lahko upošteval vpliv tega sloja, moramo konstrukcijo obravnavati na sledeči način:

Pod predstavlja obdelavo nosilne medetažne konstrukcije z zgornje strani. Zaključni sloji lahko pridejo neposredno na strop (na primer, sloj estriha in parket) ali pa je med njimi dodatni sloj – primer plavajočega poda, kjer med stropom in **talno oblogo** postavimo **elastično podlogo**, ki ima dobre zvočno-izolativne lastnosti.

Nosilna medetažna konstrukcija predstavlja osnovo medetažne konstrukcije – nosilno konstrukcijo. Najpogosteje je to armirano-betonska plošča. Nanjo lahko dodamo: z zgornje strani tla/pod, s spodnje strani pa npr. spuščen strop.

Spuščen strop predstavlja obdelavo stropa s spodnje strani in je vglavnem sestavljen iz mavečno-kartonskih plošč ali plošč iz absorpcijskega/reflektirajočega materiala, ki je pritjen s kovinsko podkonstrukcijo. Med spuščenim stropom in stropom lahko postavimo **absorpcijsko polnilo**, ki je ponavadi iz mineralne volne.

Shematski prikaz:



1. zaključna talna obloga
2. armirani cementni estrih
3. dvojna zaščitna folija
4. Ursa TSP/TEP
5. armirano-betonska plošča
6. pocinkana podkonstrukcija
7. mavčno-kartonska plošča

Na zvočno-izolativni učinek poroznih in elastičnih materialov vplivajo številni faktorji, ki jih je nemogoče popolnoma natančno modelirati. Tako dobljeni rezultati predstavljajo ocenitev zvočne izolirnosti (oz. ravni udarnega zvoka), ki bo v veliki večini primerov bližja realnim vrednostim, kot bi bila v primeru poenostavljenega izračuna (realizacija

konstrukcije v okviru enega sloja). Pri tem konzervativnem izračunu se lahko zgodi, da bodo realne vrednosti zvočne izolirnosti manjše od izračunanih vrednosti (t.j. realne vrednosti ravni udarnega zvoka $L_{n,w}$ večje od izračunanih vrednosti).

Konstrukcije, ki so bolj kompleksne od do sedaj opisanih konstrukcij, se lahko prav tako izračunajo s tem programom z uporabo celotnih, že izračunanih konstrukcij, ki predstavljajo podsloje v okviru obravnavane konstrukcije. Vendar v tem primeru obstaja večja verjetnost, da bodo izračunane vrednosti bistveno odstopale od realnih vrednosti. Na primer, „trojno pregrado“, ki je sestavljena iz treh mavčno-kartonskih (GKB) slojev, ki so ločeni s sloji mineralne volne (MV), lahko izračunamo na naslednji način: najprej oblikujemo dvojno GKB – MV – GKB konstrukcijo, jo izračunamo, in kot izračunano konstrukcijo shranimo v podatkovno bazo konstrukcij (z opcijo „**Dodaj v podatkovno bazo...**“, slika 3); nato oblikujemo novo konstrukcijo, v kateri bomo za „**Panel 1**“ izbrali shranjeno konstrukcijo in nadalje za polnilo izberemo MV, za „**Panel 2**“ pa GKB ploščo. Seveda obstaja druga, prej omenjena možnost, da vseh 5 slojev GKB – MV – GKB oblikujemo v okviru enega sloja. Takšen konzervativnejši in poenostavljen pristop izračuna bi, kot smo že pojasnili, rezultiral v manjši vrednosti zvočne izolacije od realne.