

Slušate li pjevača ili vašu sobu?

Upravo ste se domogli dugo željene snimke i započeli je slušati, kad dolazi do razočaranja: zvuk nije onakav kakav pamтите s izvorne izvedbe. Mijenjate zvučnike, pojačala, CD-reproduktor, ali i dalje niste zadovoljni. Snimka je "stisnuta" među zvučnike, pojedini instrumenti dolaze iz bočnih zidova,... Ako ste iskusili ovakove probleme, onda je soba u kojoj slušate dominantni element vašeg audio sustava. Ovaj tekst ima za cilj da ukratko objasni osnovne akustičke zahtjeve za dobro slušanje, ukaže na česte probleme i uputi u njihovo rješavanje.

1. Akustičke osobine prostora

Tri su osnovna čimbenika koji određuju akustičke osobine prostora. Da bi ih lakše shvatili opisani su svaki posebno, ali treba već na početku naglasiti da oni nisu međusobno neovisni, pa tek neke kombinacije pojedinačnih vrijednosti daju optimalne rezultate.

1.1 Volumen prostorije

Kad se radi o dvorana za više stotina posjetitelja, onda optimalna veličina ovisi o namjeni prostora (govor, glazba, kino,...). U slučaju soba za reprodukciju veličina ovisi o broju slušatelja. Tako npr. za 2-3 slušatelja minimalna tlocrtna površina trebala bi biti cca. 50 m². Ruku na srce, u našim uvjetima to odgovara lijepom 2-sobnom stanu. To ne znači da nije moguće slušati u manjoj prostoriji od optimalne, ali treba računati da će ukupni dojam biti manje vjerna slika izvornog zvučnog događaja.

Volumen prostorije utječe na još jedan osnovni parametar, a to je odjek u prostoriji. Prilikom svakog dolaska zvuka do zida prostorije, jedan dio zvuka se pretvori u toplinu i bude apsorbiran (upijen) u zid, a drugi dio se odbija (reflektira) nazad u prostor. Što je prostorija veća, zvuku će trebati više vremena da dođe od zida do zida i u konačnici više vremena će trebati da se sav zvuk apsorbira u zidovima. Kod manje prostorije je ovaj proces brži, jer zvuku treba manje vremena da dođe od zida do zida. Zato u velikim prostorima osjetimo odjek, dok to isto u našoj sobi traje toliko kratko da niti ne zamjećujemo.

1.2 Oblik prostorije

Oblik određuje raspored zvučnog polja u prostoriji. Kad se radi o uobičajenim stambenim prostorima onda je pravokutni oblik najčešći, no nažalost on nije najpovoljniji oblik za slušaonicu. Sjetite se priče iz prethodnog odlomka o udaranju zvuka u zidove i njegovom odbijanju. Na nekim frekvencijama zvuka je valna duljina zvuka jednaka razmaku između suprotnih paralelnih zidova. U tom slučaju je za tu frekvenciju jačina zvuka veća u sredini zida nego na krajevima, tj. dolazi do nejednake raspodjele zvučnog polja u pravokutnoj sobi. Ovu pojavu nazivamo stojnim valom. Problem je što se ovakav slučaj ponavlja na 2, 3, 4, ... puta većoj frekvenciji od one početne. Tako dolazi do izdizanja glasnoće na nekim frekvencijama, što dovodi do promjene "boje tona" reproduciranog zvuka. Ova odstupanja su takova da predstavljaju veći izvor nelinearnosti frekvencijske karakteristike nego zvučnik, kojeg inače smatramo naslabijom karikom audio lanca. Daljnje pogoršanje se dešava ukoliko su dimenzije sobe takove da su međusobno u nekom cjelobrojnom odnosu. U tom slučaju se na nekim frekvencijama zbrajaju stojni valovi koje stvaraju suprotni zidovi s npr, onima koji dolaze od titranja između stropa i poda.

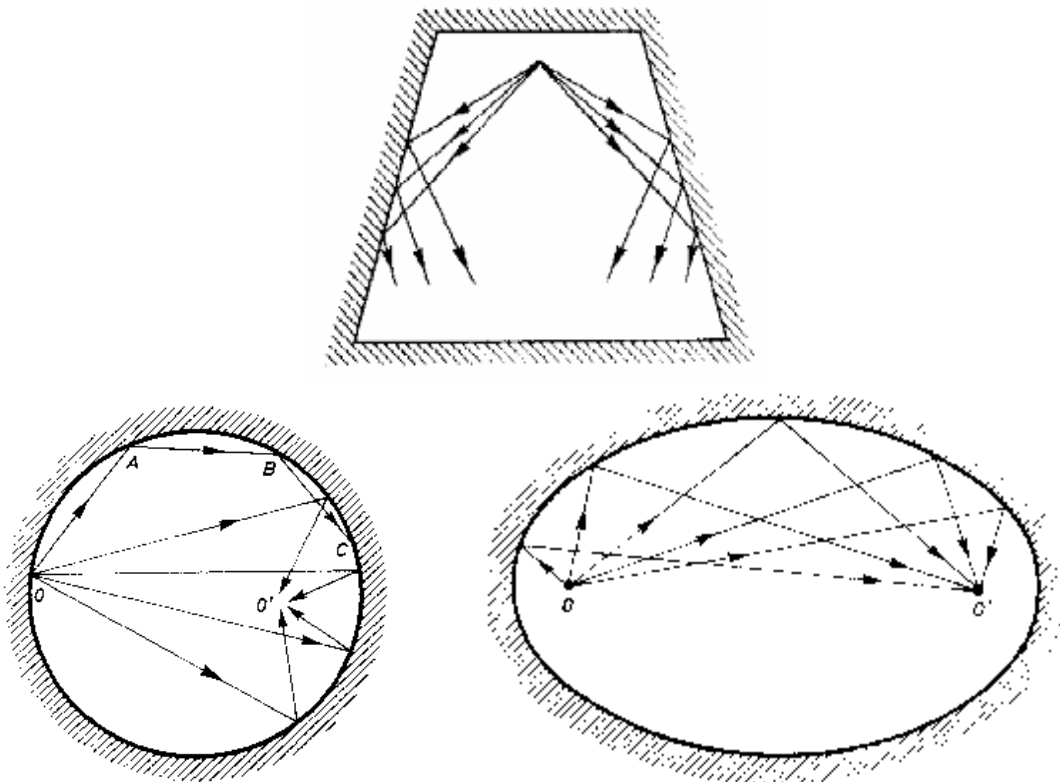
U pravokutnim prostorijama ne možemo izbjeći nastajanje stojnih valova, ali možemo pravilnim odabirom odnosa dimenzija izbjeći pojavu višestrukih stojnih valova na istoj frekvenciji. Zbog toga se koriste optimalni odnosi dimenzija prostorije:

$$d : š = 1,25 \dots 1,45$$

$$š : v = 1,10 \dots 1,90$$

$$d : v \leq 1,90 \text{ ili } \geq 2,10$$

Za one koji imaju mogućnost utjecaja na oblik vaše slušaonice prikazan je jedan jednostavan povoljan (trapezni) oblik sobe za slušanje i dva izrazito nepovoljna (kružni i eliptični).



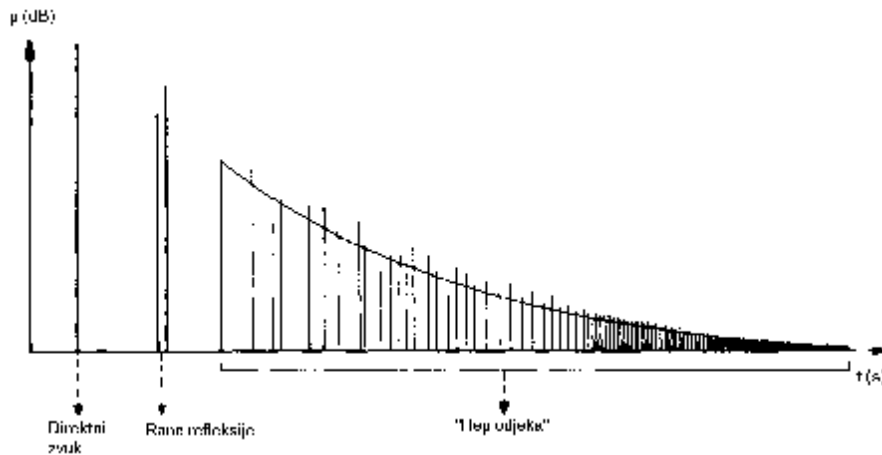
1.3 Odjek

Odjek predstavlja krivulju pada razine zvuka u vremenu. Mjera odjeka je vrijeme odjeka i ono se često koristi kao podatak za odjek u nekoj prostoriji. No nije samo ovaj brojčani podatak važan. Na donjoj slici je prikazan vremenski tijek dolazaka zvuka na mjesto slušatelja. Pri tome je korišten mehanizam odbijanja i upijanja zvuka u dodiru sa zidovima kako je bilo opisano u poglavlju o veličini prostorije. Neposredno iza direktnog zvuka iz zvučnika do uha slušatelja dolaze refleksije nastale prvim odbijanjem direktnog zvuka od zidova, poda i stropa. Njih nazivamo rane refleksije i na osnovu njih uho stvara subjektivnu sliku veličine prostora. Nakon njih slijede refleksije koje potječu od višestrukog odbijanja zvuka od ploha u prostoriji. Ove refleksije su zgusnue u vremenu i manje po razini od direktnog zvuka i ranih refleksija. Ovaj dio pada razine zvuka nazivamo "rep odjeka" i on kod slušatelja stvara dojam živosti prostora.

Za razumijevanje utjecaja odjeka na percepciju zvuka važno je i sljedeće:

- Uho nije sposobno razdvojiti zvukove koji dolaze unutar 20 ms, ali oni utječu na osjećaj promjene smjera dolaska zvuka

- Istaknute refleksije u drugom dijelu odjeka čuju se kao jeka.
- Poželjno je postići ujednačen pad (u dB) zvuka u prostoru.
- Kod akustički spojenih prostorija dominira akustička slika prostorije s dužim odjekom. U ove prostorije spadaju kombinacije studio-režija, ali i studio-slušaoica ili koncertna dvorana-slušaoica.



2. Ciljevi akustičke obrade slušaonice

Vodeći se svim prije navedenim može se reći da su ciljevi akustičke obrade slušaonice sljedeći:

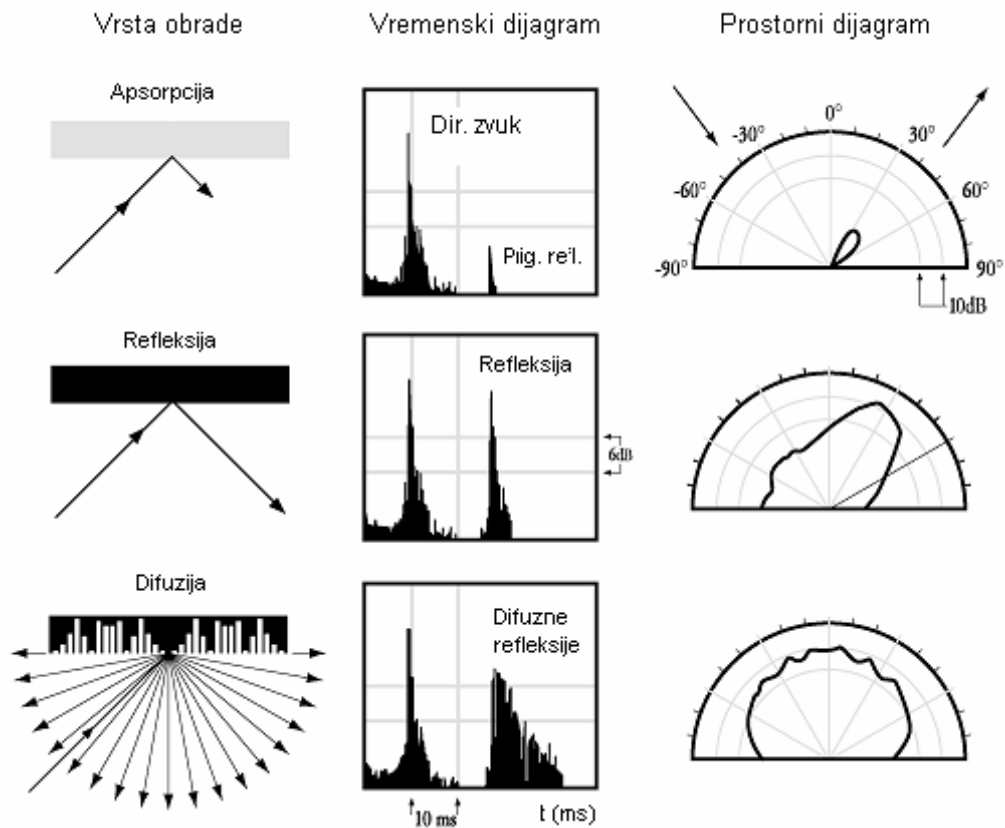
- ostvariti uvjete slušanja koji odgovaraju akustici prostorije u kojoj je zvuk snimljen (npr. studio ili dvorana)
- ostvariti vjernu zvučnu sliku izvornog prostora
- zadržati osjećaj živosti prostora u kojem se sluša, uz malo vrijeme odjeka
- na mjestu slušatelja postići zonu bez ranih refleksija – RFZ = Reflection-Free Zone, tj. u prvih 10 ms refleksije potisnute barem 15 dB ili 20ms i 12 dB.

Pri postizanju ovih ciljeva na raspolaganju nam stoje tri fizikalne mogućnosti: ostvariti apsorpciju (upijanje), refleksiju (odbijanje) i difuziju (raspršenje) zvuka.

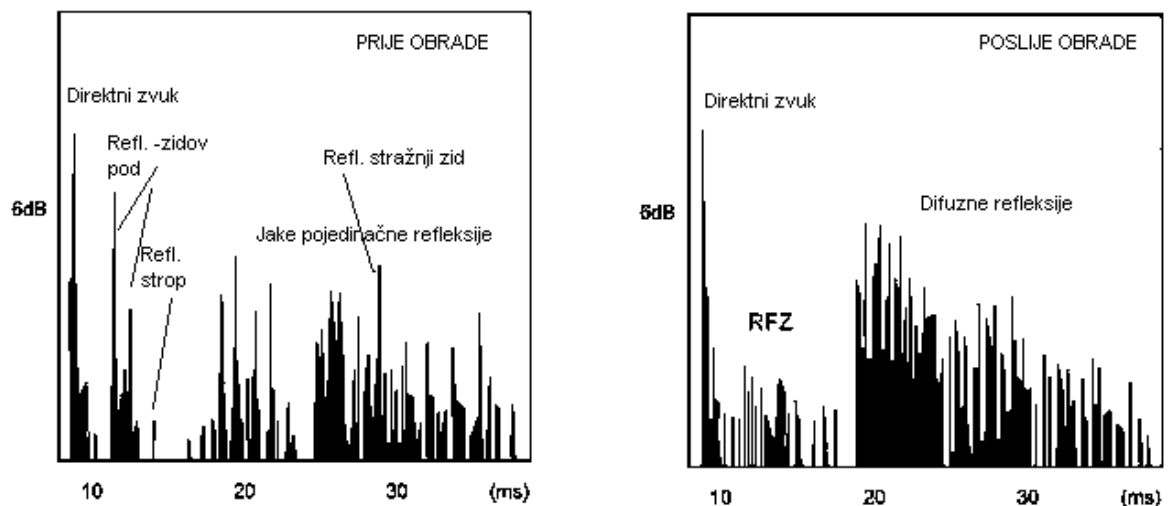
Korištenjem apsorpcijskih materijala, kao što je npr. spužva ili mineralna vuna, postizemo prigušivanje neželjenih refleksija uz istovremeno smanjivanje vremena odjeka. Zbog prigušivanja pojedinih ranih refleksija nestaju i njima izazvane komponente u "repu odjeka" te se tako gubi na prirodnosti ambijenta slušaonice i ona postaje neugodan za dulji boravak u njoj.

Uporabom reflektora zvuka zvuk se ne prigušuje nego se samo usmjerava u drugi dio prostorije. Ovo je korisno u velikim dvoranama, ali u malim prostorijama kao što su slušaonice prebacuje zvučnu energiju u "rep odjeka". Tako dobivamo neprirodno živu prostoriju s neujednačenim padom zvučne energije.

Difuzori zvuka djelomično apsorbiraju zvuk i istovremeno ga raspršuju u svim smjerovima. Njihovim korištenjem možemo zadržati rane refleksije, ali sada dovoljno prigušene u odnosu na direktni zvuk. Za razliku od ostalih akustičkih elemenata zvučna energija u "repu odjeka" nije promijenjena, pa se tako ostvaruje osjećaj živosti prostora uz istovremeno postizanje malog vremena odjeka.



Prikaz vremenskog dijagrama opadanja zvučne energije u prostoriji prije i nakon akustičke obrade korištenjem akustičkih elemenata Profuzor SV tvrtke Fran d.o.o. je prikazan na dvije donje slike. Iz njih je vidljivo ostvarenje svih ciljeva koji su postavljani kao mjera uspješne akustičke obrade.



3. Razmještaj elemenata akustičke obrade

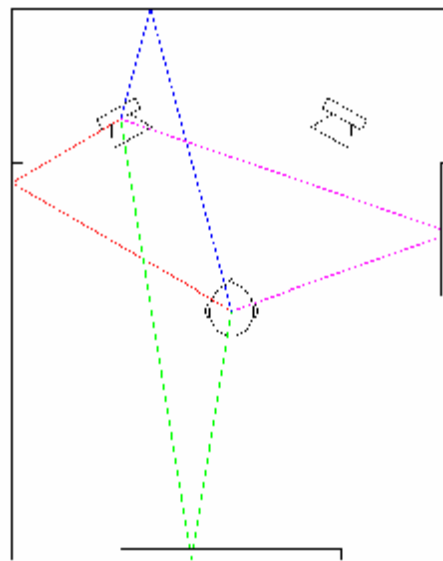
Doprinos Profuzora SV u zvučnoj slici reproduciranog zvuka očituje se u vjernoj prostornoj raspodjeli snimljenih izvora zvuka. Osim toga utjecaj prostorije je smanjen tako da se u stvarnosti može reći da sada slušamo zapis koji odgovara stvarnom

zvučnom događaju, a ne pečat prostornog doživljaja koji daje neobrađena slušaonica.

Zahvaljujući primjenjnim akustičkim elementima izbjegnuto je bijeg pojedinih instrumenata i širenje zvučne slike izvan područja zvučne baze između zvučnika, a sam dojam jačine, glasnoće i usklađenosti orkestra i solista odgovara onom koji je snimljen kao izvorni zvučni zapis.

Količina korištenih elemenata ovisi o želji i mogućnosti svakog korisnika. Samo po sebi je jasno da je povećanjem broja Profuzora i konačni polučeni akustički efekt veći, s time da ne treba pretjerivati jer prekomjerni broj ovih elemenata može stvoriti osjećaj neprirodnosti samog prostora za boravak u njemu. Prilikom razmještanja i postavljanja elemenata treba nastojati postavljati uvijek barem 2 elementa zajedno i to na visini koja odgovara ravnini slušanja, tj. visini uha slušatelja.

Kao pomoć pri razmještanju Profuzora poslužit će sljedeća slika.



Ovisno o međusobnom položaju zvučnika i slušatelja jednostavno je odrediti područja na kojima treba ostvariti akustičku obradu. Iz slike je vidljivo da je refleksija od prednjeg zida zanemariva, jer bi se radilo o zračenju sa stražnje strane zvučnika (plava zraka). Ovakovo zračenje je moguće samo na najnižim frekvencijama, pa je zato u ovom području povoljno predvidjeti niskofrekvencijske akustičke elemente kao npr. Bassorber. Bočni zidovi su interesantni samo u području u kojem reflektiraju direktni zvuk na mjesto slušatelja (crvena i ljubičasta zraka). Refleksija od stražnjeg zida (zelena zraka) može biti problem zbog većeg kašnjenja u odnosu na bočne refleksije. Položaj zvučnika je takav da će oni većinu energije usmjeriti prema stražnjem zidu, pa je zbog toga potrebno akustičku obradu Profuzorima primijeniti na stražnjem zidu. U svakom slučaju akustička obrada treba biti simetrična obzirom na akustičku os.

4. Tehničke osobine Profuzora SV

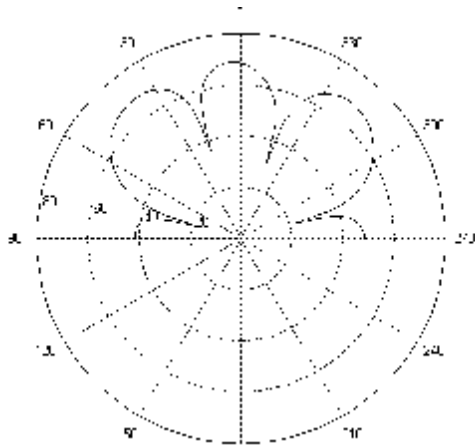
Izrada akustičkih elemenata Profuzor SV temelji se na matematičkom modelu refleksije zvuka od neravne površine izvedene prema algoritmu ostatka dijeljenja prim-brojem.

Frekvencijsko područje u kojem je ovaj difuzor djelotvoran je od 400 Hz do 5,5 kHz, što odgovara području maksimalnih spektralnih razina uobičajenog glazbenog i govornog uzorka.

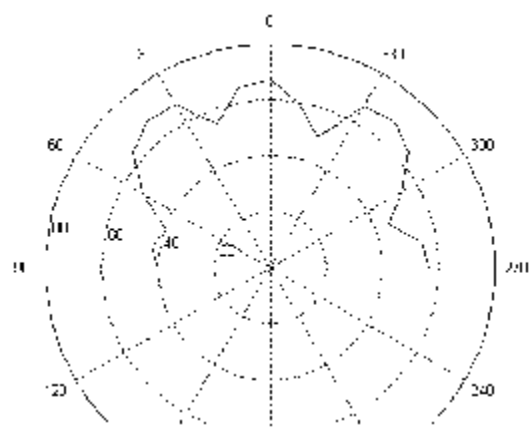
Mjerenja provedena na Profuzorima SV poklapaju se s proračunatim usmjernim karakteristikama.

1 kHz

Proračunato

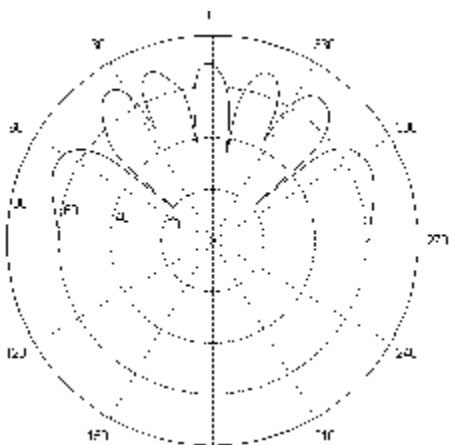


Izmjereno



2 kHz

Proračunato



Izmjereno

