

AKUSTIKA PROSTORA U REHABILITACIJI SLUŠANJA

Dudaš Geza

Stručni članak

UDK: 376.33

Centar SUVAG

Primljeno: 8. 9. 1985.

Osijek

SAŽETAK

Na slušanje preko slušnih aparata utječu akustičke karakteristike prostora kao što su: vrijeme odjeka, frekvencijske karakteristike odjeka i radijus odjeka. Osim toga uspješnost slušanja ovisi i o tome da li se ono odvija u slobodnom ili difuznom zvučnom polju. U toku rehabilitacije slušanja govora slušno oštećenu osobu možemo pripremiti za slušanje u uvjetima difuznog slušanja polja na više načina. Jedan od načina pripremanja osobe za slušanje u normalnim akustičkim uvjetima putem individualnog slušnog aparata jest da se u toku rehabilitacijskog tretmana mjenja udaljenost mikrofona od rehabilitatora tako da na kraju tretmana mikrofons savim približimo slušno oštećenoj osobi. Time postizemo uvjete slušanja kakvi su pri slušanju preko individualnog slušnog aparata. U toku rehabilitacije, pri postepenom udaljavanju mikrofona od rehabilitatora dobit ćemo efekt relativnog pojačavanja niskih frekvencija. To mjenjanje frekvencijskih karakteristika slušnih aparata kompenziramo malim pojačanjem visokih frekvencija.

UVOD

Poznata je pojava da osobe oštećena sluha bolje slušaju preko instaliranih slušnih aparata nego preko individualnih slušnih aparata. Danas suvremenim instaliranim slušnim aparatima možemo dobiti svaku frekvencijsku karakteristiku bilo kojeg individualnog slušnog aparata. Međutim, praksa pokazuje da na kakvoću slušanja osim frekvencijskih karakteristika slušnih aparata utječu i akustičke karakteristike prostorije u kojoj se odvija slušno—govorna komunikacija.

Oko deset posto osoba s oštećenjem sluha koji se javljaju na auditivni trening, osobito se teško privikava na djelovanje akustičkih karakteristika prostora. To su najčešće osobe sa staračkom nagluhošću, s neuralnim ili centralnim oštećenjima sluha.

Kod tih osoba nužno je tokom rehabilitacije slušanja uzeti u obzir i utjecaj akustičkih karakteristika prostora na slušanje preko slušnih aparata.

Od akustičkih karakteristika prostora, na slušanje preko slušnih aparata utječu: vrijeme odjeka, frekvencijske karakteristike odjeka i radijus odjeka,

Prije razmatranja utjecaja akustičkih karakteristika prostora na slušanje preko slušnih aparata, potrebno je objasniti neke karakteristike slobodnih i difuznih zvučnih polja.

SLOBODNO ZVUČNO POLJE I DIFUZNO ZVUČNO POLJE

Slobodno zvučno polje je onaj prostor u kojem nema prepreka ili je utjecaj prepreka

na širenje zvuka zanemarljiv. Slobodno zvučno polje može postojati i u zatvorenom prostoru pod određenim uvjetima. U prostoriji u kojoj želimo formirati slobodno zvučno polje, zidovi i druge prepreke moraju u dovoljnoj mjeri apsorbirati zvuk. To je zbog rezonancije same prostorije, a to se može samo iznad određene frekvencije. Dimenzije takvog prostora moraju u svim pravcima odgovarati valnoj dužini najmanje frekvencije za koju želimo postići efekt slobodnog zvučnog polja. Zidovi se izrađuju od tijela u obliku klina, koji su od materijala koji apsorbira zvuk. Dužina tih apsorpcijskih tijela mora biti četvrtina valne dužine najniže frekvencije za koju želimo postići efekt slobodnog zvučnog polja, npr. kod primjene apsorpcijskih klinastih tijela dužine 50 cm gornja granična frekvencija kod koje počinje primjetna refleksija zvuka je 170 Hz. Niže frekvencije će se reflektirati. Najmanja dimenzija zidova u svim pravcima u tom slučaju mora biti najmanje 2 m. Ako želimo dobiti slobodno zvučno polje i za niže frekvencije, moramo povećati dimenziju prostorije i dužinu apsorpcijskih tijela. Mora se spriječiti i prodiranje okolne buke u prostoriju sa slobodnim zvučnim poljem.

Karakteristika slobodnog zvučnog polja je da s udvostručavanjem udaljenosti u bilo kojem pravcu od akustičkog središta izvora zvuka, jačina zvuka se smanjuje za 6 dB. Uobičajena tiha komora dakle nije slobodno zvučno polje, već zvučno polje s prigušenom refleksijom. U slobodnom zvučnom polju zvuk se širi u obliku kružnih valova. Na dovoljnoj udaljenosti od akustičkog centra izvora zvuka, zvučni valovi se mogu smatrati paralelnim.

Difuzno zvučno polje nastaje u prostorijama koje imaju zidove i druge površine,

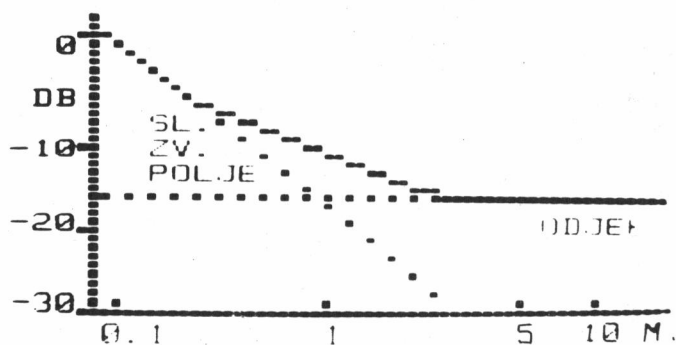
koje ekstremno dobro reflektiraju zvuk. U takvim prostorijama zbog refleksije zvuka prividno nastaje bezbroj zvučnih izvora, koji uzrokuju miješanje zvučnih valova, Takvu mješavinu zvučnih valova nazivamo odjek. Intenzitet odjeka u difuznom zvučnom polju ne ovisi od udaljenosti od prvobitnog izvora zvuka. Difuzno zvučno polje nastaje i u prostoriji u kojoj površine samo djelomično apsorbiraju zvuk. Bitna karakteristika takvih prostora je vrijeme odjeka.

VRIJEME ODJEKA

Vrijeme odjeka je vrijeme koje je potrebno da bi jačina zvuka (tj. razina zvučnog tlaka) pala za 60 dB, nakon prestanka djelovanja izvora zvuka. Za percepciju govora, uz uredan sluh i binauralno slušanje, optimalno vrijeme odjeka je od 0,5 do 1 sek. Prosječno vrijeme odjeka u prosječno namještenoj sobi za stanovanje je oko 0,5 sek. U prostorijama koje djelomično apsorbiraju zvuk, u blizini izvora zvuka zvuk se širi u kružnim valovima, kao u slobodnom zvučnom polju, dok s povećanjem udaljenosti od izvora zvuka, zvučno polje prelazi u difuzno zvučno polje.

Na slici br. 1. prikazana je promjena jačine zvuka kao funkcija udaljenosti od izvora zvuka. Izvor zvuka šalje zvučne valove u obliku kružnih valova. Unutar jednog malog volumena ispunjeni su uvjeti za postojanje slobodnog zvučnog polja. Ali prepreke u prostoriji daju zvuku strukturu difuznog zvučnog polja, što uvjetuje jednaku jačinu zvuka na svakom mjestu u prostoriji. Na većim udaljenostima od izvora zvuka jedino će odjek imati značajnu jačinu u ukupnoj strukturi zvuka. Te se dvije zvučne strukture isprepleću i kao rezultat daju ukupnu jačinu zvuka.

PROMJENA JAČINE ZVUKA



Slika br. 1.

Udio jačine zvuka u slobodnom zvučnom polju i jačine odjeka, u ukupnoj strukturi jačine zvuka, u ovisnosti od udaljenosti od zvuka. (Grafički prikaz na računaru „Galaksija“)

Frekventijska struktura odjeka nije ista kao frekventijska struktura izvornog zvuka. Ta struktura ovisi o apsorpcijskim svojstvima prepreka u prostoriji, i o dimenzijama same prostorije.

RADIJUS ODJEKA

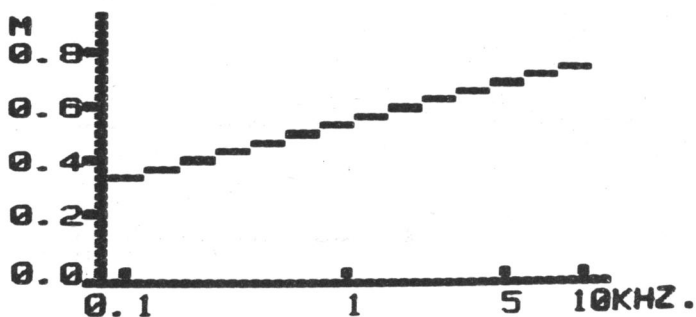
Radijus odjeka je udaljenost od izvora zvuka, na kojoj je udaljenosti jačina izvornog zvuka jednaka jačini zvuka difuznog zvučnog polja ili odjeka. Izvan prostora čiji

je centar izvor zvuka i čiji je polumjer radijus odjeka, nemamo više strukturu slobodnog zvučnog polja, i u ukupnoj strukturi zvuka dominira difuzno zvučno polje, tj. odjek. Radijus odjeka u normalno namještenim prostorijama je obično manji za niske frekvencije i veći za visoke frekvencije.

Što su manje površine koje dobro apsorbiraju zvuk, to je manji radijus odjeka, i to je jačina difuznog zvučnog polja veća. S rastom volumena prostorije radijus odjeka se povećava, jer površine zidova i volumen prostorije ne rastu u linearno ovisnosti.

PRIMJER OVISNOSTI RADIJUSA ODJEKA OD FREKVENCije

RADIJUS ODJEKA

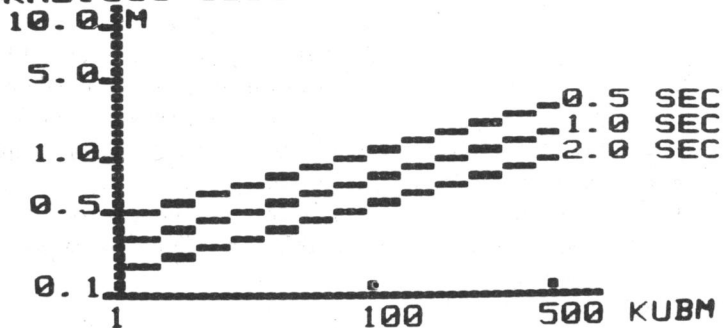


Slika br. 2.

Primjer ovisnosti radijusa odjeka od frekvencije zvuka.

OVISNOST RADIJUSA ODJEKA OD VOLUMENA PROSTORIJE

RADIJUS ODJEKA



Slika br. 3.

Ovisnost radijusa odjeka od volumena prostorije, za vrijeme odjeka od 0,5, 1, i 1 sek.

METODIKA REHABILITACIJE SLUŠANJA S OBZIROM NA AKUSTIKU PROSTORA

Za percepciju govora uz binauralno slušanje bez oštećenja sluha optimalno vrijeme odjeka je od 0,5 do 1 sek. Osobe s normalnim sluhom dobro slušaju govor s vremenom odjeka do 2 sek. Uz monoauralno slušanje govor se percipira optimalno u uvjetima slobodnog zvučnog polja ili uz minimalno vrijeme odjeka. Tolerancija većeg vremena odjeka može se postići vježbanjem. Kod oštećenja sluha često se sluša preko slušnih aparata monoauralno. Binauralno ne stereo slušanje slično je monoauralnom, u pogledu utjecaja vremena odjeka na percepciju govora.

Pod pretpostavkom da prostorije u kojima vršimo rehabilitaciju slušanja imaju dimenziju između 5 i 100 m³, i da su te prostorije uobičajeno namještene, vrijeme odjeka će biti od 0,5 do 1 sek., a radijus odjeka će se kretati između 25 cm i 1. Prema tome, vjerojatno ćemo imati efekte slušanja u slobodnom zvučnom polju: ako osobi koja ne nosi slušni aparat govorimo s manje udaljenosti od 25 cm, ili ako smo bliže mikrofonu instaliranog ili individualnog slušnog aparata od 25 cm. Možemo računati s tim da imamo uvjete slušanja u difuznom zvučnom polju ako osobi koja ne nosi slušni aparat govorimo iz veće udaljenosti od 1 m, ili ako se udaljujemo za više od 1 m od mikrofona instaliranog ili individualnog slušnog aparata.

U toku rehabilitacije možemo pripremati osobu za slušanje u uvjetima difuznog zvučnog polja na više načina. Ako rehabilitaciju započinjemo preko instaliranog slušnog aparata, mikrofona najprije držimo na udaljenosti do 25 cm, čime postizemo

uvjete slušanja u slobodnom zvučnom polju. Kasnije udaljenosti mikrofona od nas povećavamo više od 25 cm, ali zasad ne više od 1 m. Time postepeno povećavamo utjecaj odjeka prostorije na slušanje. Kada osoba postiže dobro razumijevanje govora u tim uvjetima, povećavamo udaljenost mikrofona više od 1 m, sve dok mikrofona ne smjestimo kod same osobe. Time smo stvorili uvjete slušanja kakvi su pri slušanju preko individualnog slušnog aparata. Ako osoba već ima slušni aparat, umjesto da postepeno udaljujemo mikrofona instaliranog slušnog aparata, udaljavat ćemo se postepeno od slušnog aparata osobe s 25 cm do više od 1 m.

Uz pomoć suvremenih elektroakustičkih aparata moguće je simulirati odjek s različitim vremenim odjeka. Veći intenzitet odjeka simulira udaljenost od sugovornika, dok različita vremena odjeka simuliraju različita apsorpcijska svojstva prepreka u prostoriji.

Radijus odjeka je za niske frekvencije mnogo manji od radijusa odjeka za visoke frekvencije, što se objašnjava time da su u strukturi odjeka više izražene niske frekvencije. Zato u toku rehabilitacije, pri postepenom udaljavanju mikrofona od rehabilitatora dobit ćemo efekt relativnog pojačavanja niskih frekvencija. To prividno mijenja frekvencijske karakteristike slušnih aparata, ako se slušanje odvija u uvjetima difuznog zvučnog polja. To mijenjanje frekvencijskih karakteristika slušnih aparata kompenziramo malim pojačanjem visokih frekvencija.

Tako provedena rehabilitacija osigurava osobi dobro razumijevanje govora nakon dodjele individualnog slušnog aparata i u normalnim akustičkim uvjetima.

LITERATURA

1. Gütner, W.: Hörgetätetechnik, Georg Thime Verlag, Stuttgart, 1978.
2. Krapež, M.: Udaljenost kao jedan od činitelja slušnog polja, Centar SUVAG Zagreb, neobjavljeno.

ACOUSTICS OF SPACE IN REHABILITATION OF LISTENING

speech hearing. During the rehabilitation of speech hearing a hearing impaired person, can be prepared to listen in conditions of diffuse acoustic space in a number of ways. One way of preparing a person to hear with an individual hearing device in normal acoustic conditions is to change, during rehabilitation treatment, the distance of microphone between the rehabilitator and the impaired person, so that at the end of the treatment the microphone is very close to the hearing impaired person.

In this way we can attain hearing conditions that exist during listening through an individual hearing device. Through the gradual removal of the microphone from the rehabilitator during rehabilitation, we will achieve an effect of relative intensification of low frequencies.

This alternation of frequency characteristics of hearing devices can be compensated with little intensification of high frequencies.