

**Avtorja:**  
 mag. Nikola Holeček,  
 Marjan Semprimožnik

## Primerjava metod določanja zvočne moči vira z merjenjem zvočnega tlaka, zvočne intenzivnosti in hitrosti vibracij

*Pričujoči prispevek, avtorjev mag. Nikole Holečka in Marjana Semprimožnika iz Akustičnega laboratorija, je bil objavljen na prvem kongresu Akustičnega združenja Alpe-Adria (AAAA), ki je potekal v septembru letos v Portorožu. Hkrati je bil to že tretji kongres Slovenskega akustičnega združenja in je udeležencem omogočil, da pridobijo nova spoznanja in nove ideje na različnih področjih akustike ter izmenjajo izkušnje.*

### 1. Uvod

Če nas zanima, kako hrupen je nek stroj, naprava, vozilo itn., nam meritve ravni zvočnega tlaka oziroma ravni hrupa  $L_{pA}$  na neki razdalji od vira ne dajo takojšnjega odgovora. Sevanje ponavadi ni izotropno, znaten vpliv na vrednosti  $L_p$  in  $L_{pA}$  ima akustična okolica. Celotna zvočna moč (energija, ki jo oddaja vir v časovni enoti) pa nedvoumno opiše hrupnost in omogoča primerjavo z drugimi zvočnimi viri. Če poznamo sevalne lastnosti ter lastnosti prostora, v katerem je vir, pa lahko iz znane zvočne moči  $L_W$  izračunamo  $L_p$  ali  $L_{pA}$  na poljubni razdalji.

Raven zvočne moči  $L_W$  v praksi določamo z merjenjem ravni zvočnega tlaka  $L_p$ , z merjenjem ravni zvočne intenzivnosti  $L_I$  in z merjenjem ravni hitrosti vibracij  $L_v$  na zunanji površini vibrirajoče strukture (zunanji merilni površini stroja). V članku so prikazani rezultati določanja zvočne moči na praktičnih primerih po omenjenih metodah v gluhi sobi in odmevnici.

### 2. Zvočna polja, akustični merilni prostori

Zvočno polje je področje, kjer obstaja zvok. Zvočna polja so razvrščena glede na način in okolje, v katerem zvočni valovi potujejo. Natančno razmerje med tlakom in intenzivnostjo je znano samo v dveh posebnih primerih zvočnih polj:

**Prosto zvočno polje** - Izraz opisuje širjenje zvoka v idealnem prostem prostoru, kjer ni odbojev. Taki pogoji so zunaj na odprtem prostoru (dovolj oddaljeno od tal) ali v gluhi komori, kjer se ves zvok, ki zadane ob stene komore, absorbira. Za širjenje v prostem polju je značilno 6 dB zmanjšanje  $L_p$  in  $L_I$  v smeri širjenja vala za vsako podvojeno razdaljo od vira (inverzni zakon,  $p \propto 1/r$ ). V takšnem polju je ena od možnosti določitve zvočne moči, [6].

**Difuzno zvočno polje** – V difuznem zvočnem polju se zvok odbije tolikokrat, da potuje v vseh smereh z enako velikostjo in verjetnostjo. Približno tako polje je v reverberacijski sobi. Čeprav je neto intenzivnost nič, obstaja teoretična povezava med tlakom v sobi in enostransko intenzivnostjo  $I_x$ , ki je ne moremo izmeriti, a je vseeno koristna, saj z merjenjem tlaka lahko uporabimo povezavo med njo in tlakom za določanje zvočne moči, [5].

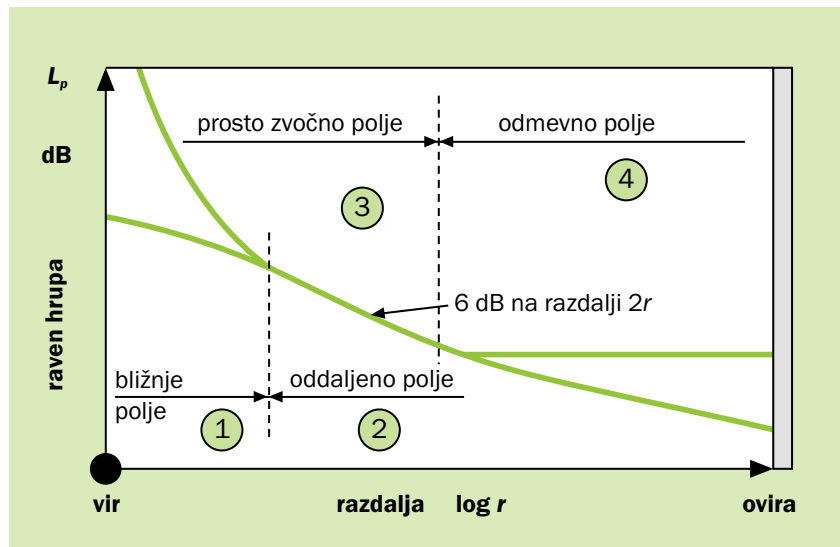
**Aktivna in reaktivna zvočna polja** – Širjenje zvoka vsebuje energijski tok, toda tudi če širjenja zvoka ni, lahko obstaja zvočni tlak. Aktivno polje je tisto, kjer ta energijski tok obstaja. V čisto reaktivnem polju pa ni toka energije. V določenem trenutku energija potuje ven, vendar se že v naslednjem trenutku vrne. Energija je shranjena kakor v vzmeti. Torej je neto intenzivnost nič. V splošnem ima zvočno polje obe komponenti. Meritve tlaka za določanje zvočne moči v reaktivnih poljih so lahko nezanesljive, ker je reaktivni del nepovezan z močjo, ki jo seva vir. Lahko pa merimo intenzivnost, ki opisuje energetskega tok skozi prečni prerez in zato ne bo prispevala reaktivne komponente polja.

Tipičen primer reaktivnih polj sta stojno valovanje v cevi in bližnje polje vira.

V praksi določamo raven zvočne moči z merjenjem ravni zvočnega tlaka, zvočne intenzivnosti in hitrosti vibracij na zunanji merilni površini stroja

Zvočna polja so razvrščena glede na način in okolje, v katerem zvočni valovi potujejo

**Slika 1. Spreminjanje ravni zvočnega tlaka v odvisnosti od razdalje zvočnega vira, [1]**



### 3. Absolutna metoda za določanje zvočne moči

Po tej metodi določamo raven zvočne moči preskušane zvočnega vira z merjenjem ravni zvočnega tlaka  $L_p$  v gluhi sobi ali v odmevnici (reverberacijska soba) pri vseh frekvenčnih pasovih in A-vrednoteno raven zvočne moči. Največja prostornina zvočnega vira ne sme preseči 0,5 % čiste prostornine gluhe sobe (prostor med konicami klinov) in 1 % odmevnice. Druga omejitev je spodnja mejna frekvenca gluhe sobe, ki je določena z dimenzijami gluhe sobe. Pri spodnji mejni frekvenci in pri višjih frekvencah je koeficient absorpcije sten gluhe sobe  $\geq 0,99$ . Najmanjša prostornina gluhe sobe mora biti  $V_{\min} \geq 4\lambda^3$ . Najmanjša dimenzija gluhe sobe mora biti večja od največje valovne dolžine, npr. pri frekvenci 100 Hz mora biti najmanjša dimenzija 3,4 m. Ustrezna prostornina odmevnice pri frekvenci 100 Hz znaša 200 m<sup>3</sup>, [5]. Odmevnica je primerna za stacionarne široko pasovne vire zvoka, gluha soba pa za nestacionarne vire z močnimi toni diskretnih frekvenc, npr. osnovni toni lopatic in njihovih harmoniki pri ventilatorjih in drugih turbostrojih. Gluha soba je primerna tudi pri ugotavljanju porazdelitve usmerjenost zvoka okrog vira in razne slušne preiskave, [1].

#### 3.1 Določanje zvočne moči z merjenjem ravni zvočnega tlaka v polgluhi sobi

Največja točnost pri določanju zvočne moči se dobi pri merjenju v prostem zvočnem polju. Nekaterih vrst virov ni mogoče meriti v prostem zvočnem polju, ker so preveliki glede na dimenzije gluhe sobe, ali so pretežki, da bi jih postavili v njenem središču (na pohodno mrežo), ali pa se naslanjajo pri normalnem delovanju na trdo odbojno podlago. Zato se laboratorijske meritve mnogih naprav delajo v polprostem zvočnem polju (zvočno polje v homogenem neomejenem okolju nad neskončno veliko togo ravno površino). Preskusni prostor s togimi odbojnimi tlemi, katerega druge mejne površine absorbirajo vso zvočno energijo se imenuje polgluha soba

Preskusni prostor s togimi odbojnimi tlemi, katerega druge mejne površine absorbirajo vso zvočno energijo se imenuje polgluha soba

in je v družbi Gorenje zunanjih dimenzij 9,40 x 8,70 x 5,60 m. Po montaži klinov, ki so dolgi 80 cm, je neto volumen sobe 220 m<sup>3</sup>.

Pri izvajanju meritev smo upoštevali navodila iz standarda ISO 3745, ki definira: frekvenčni obseg, merilno površino  $S$ , ki je hipotetična ploskev območja, ki obkroža vir in na kateri se nahajajo merilne točke (običajno krogla, polkrogla, kocka ali kvader).

Standard predpisuje, da morajo biti izmerjene ravni okolice za najmanj 6 dB in več manjši od izmerjenih ravni pri delujočem viru. Izračunamo tudi korekcijo izmerjenih ravni zvočnega tlaka, ki ga generira merjeni vir hrupa po naslednji enačbi:

$$L_p = 10 \cdot \log(10^{0,1 L_c} - 10^{0,1 L_B}) \quad \text{dB} \quad (1)$$

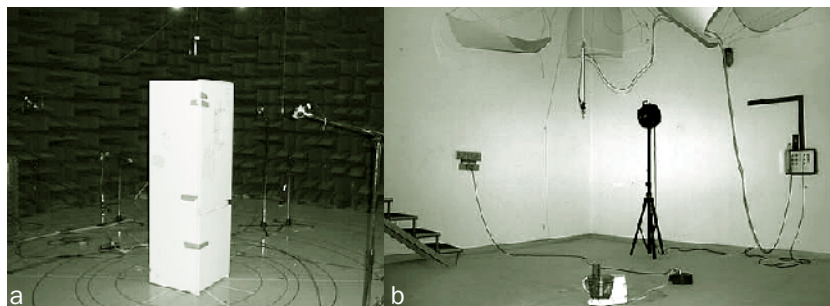
pri tem je  $L_p$  korigirana vrednost,  $L_C$  merjena vrednost i  $L_B$  raven hrupa ozadja.

Parametri, ki jih potrebujemo pri izračunu ravni zvočne moči, so: polmer polkrogle  $r$ , delovna temperatura okolice  $t$  v °C, zračni tlak okolice  $p$  v mbar in izračunana povprečna vrednost ravni zvočnega tlaka  $\bar{L}_p$ . Raven zvočne moči izračunamo na podlagi naslednje enačbe:

$$L_w = \bar{L}_p + 10 \cdot \log_{10} \left( \frac{S}{S_0} \right) + C \quad \text{dB} \quad (2)$$

pri tem  $S = 2 \cdot \pi \cdot r^2$  je površina polkrogle in  $C = -10 \cdot \log_{10} \left( \sqrt{\frac{293}{273+t}} \cdot \frac{p}{1000} \right)$  je korekcijski faktor, ki upošteva vpliv okolice (barometriški tlak in temperaturo  $t$  v komori). Merilno ploskev sestavlja polje 10 ali 20 mikrofонов, razporejenih po določenih standarda. Izvedbo v laboratoriju vidimo na sliki 2a.

Slika 2. Določanje zvočne moči po absolutni metodi v prostem zvočnem polju (a) in v difuznem zvočnem polju (b)



### 3.2 Določanje zvočne moči z merjenjem ravni zvočnega tlaka v odmevnici

Odmevnica je prostor, čigar stene absorbirajo zanemarljivo majhen del zvočne energije (zvočno polje v katerem je gostota zvočne energije enakomerno razporejena, njen tok pa enak v vseh smereh). Raven zvočne moči vira  $L_w$  izračunamo iz povprečne vrednosti izmerjenih ravni zvočnega tlaka  $L_p$  in karakterističnih parametrov odmevnice:

$$L_w = \bar{L}_p - 10 \lg \frac{T}{T_0} + 10 \lg \frac{V}{V_0} + 10 \lg \left( 1 + \frac{S \lambda}{8V} \right) - 10 \lg \left( \frac{B}{1000} \right) - 14 \text{ dB} \quad (3)$$

pri čem je  $T$  reverbacijski čas sobe v s,  $T_0=1$ s,  $V$  celotna prostornina sobe,  $V_0=1$ m<sup>3</sup>,  $S$  celotna površina sobe,  $\lambda$  valovna dolžina zvoka pri srednji frekvenci testiranega pasu v m,  $B$  barometarski tlak v mbar.

Meritve smo izvajali v odmevnici laboratorija za akustiko Zavoda za gradbeništvo Slovenije v Ljubljani (slika 2b). Prostornina odmevnice je bila 201 m<sup>3</sup> in površina obodnih ploskev znaša 210 m<sup>2</sup>. Napravo oziroma

opazovani vir hrupa smo postavili na tla v sredino odmevnice in je bil oddaljen od sten in stropa več kot 1,5 m v skladu s standardom ISO 3741, [5].

#### 4. Določanje zvočne moči po primerjalni metodi

Primerjalna metoda temelji na načelu primerjalnih meritev zvočne moči referenčnega vira, ki ustreza standardu ISO 6962, in preskušane vira v enakih razmerah. Referenčni vir mora izpolnjevati pogoje: zvočni signal, ki ga oddaja, mora biti kar se da širokopasoven in spektralno enakomerno porazdeljen. Imeti mora visoko časovno konstanto  $\pm 0,5$  dB in ne sme imeti močno izraženo usmerjeno karakteristiko. V praksi se uporabljata dve vrsti referenčnih zvočnih virov in sicer zvočniki in izvori, kjer nastane zvok s turbulenco (takšen zvok je neodvisen od parametrov okolice - temperatura, vlaga).

Ta postopek lahko izvedemo v difuznem ali prostem zvočnem polju. Raven zvočne moči testiranega vira določimo po enačbi:

$$L_w = L'_w + (\overline{L_p} - \overline{L'_p}) \quad \text{dB} \quad (4)$$

pri tem je  $L'_w$  znana raven zvočne moči referenčnega vira,  $\overline{L_p}$  povprečna raven zvočnega tlaka atestiranega vira in  $\overline{L'_p}$  ustrežna vrednost referenčnega vira v dB.

Meritve smo izvedli v polgluhi sobi družbe Gorenje.

#### 5. Določanje zvočne moči po metodi merjenja hitrosti vibracij

Izsevno zvočno moč stroja lahko določimo na osnovi merjenja hitrosti vibracij na zunanjih površinah vibrirajoče strukture. Tehnika merjenja je opisana v standardu ISO/DIS 7849.

Matematični opis modela temelji na definiciji učinkovitosti sevanja, ki je posredno definirana preko moči izsevanega zvoka:

$$W(f) = \rho c \overline{v^2(f)} S \sigma(f) W \quad \text{dB} \quad (5)$$

pri tem je  $\rho c$  – specifična akustična impedanca,  $\rho$  - gostota zraka,  $c$  - hitrost zvoka,  $\overline{v^2(f)}$  - srednja kvadratična vrednost normalne hitrosti vibracije po definirani sevalni površini,  $\sigma$  - faktor sevanja (sevalni faktor) s tipično frekvenčno karakteristiko,  $S$  - površina konstrukcije, ki seva hrup. Vrednost  $\overline{v^2(f)}$  dobimo iz vrednosti RMS normalnih komponent hitrosti vibracij, izmerjenih na zunanji površini stroja.

Do sevanja hrupa iz površine konstrukcije pride zaradi pretvorbe vibracije vzbujene konstrukcije v pulzirajoče stiskanje zraka v okolici. Majhna, kompaktna telesa, ki vibrirajo, ne sevajo tako učinkovito kot velika telesa. To je najbolj izrazito v območju nižjih frekvenc.

Faktor sevanja  $\sigma$  je osnovna veličina za karakteriziranje sposobnosti konstrukcije, da seva zvok. Odvisen je od dimenzije sevalne površine v primerjavi z valovno dolžino zvoka za dane frekvence, od oblike sevalne površine in od modalnih lastnih oblik v frekvenčnem pasu. Odvisno od vrste oddajnika in frekvenčnega območja, ki nas zanima, so vrednosti  $\sigma$  med približno 0 in 1 (npr. v območju višjih frekvenc za nihajoča kompaktna toga telesa, kot so hidravlične črpalke). Merjen faktor sevanja za številne konstrukcije pokaže, da prihaja do velikih razlik. Do njih pride zaradi različne porazdelitve amplitude in faze vibracij na površini konstrukcije. V osnovi je  $\sigma$  najvišji v območju visokih frekvenc in upada za nižje frekvence. Prehod od  $\sigma < 1$  do  $\sigma = 1$  običajno označuje kritična frekvenca  $f_c$ , ki se lahko skupaj s  $\sigma$  teoretično izpelje za nekatere osnovne vire.

Izsevano zvočno moč stroja lahko določimo na osnovi merjenja hitrosti vibracij na zunanjih površinah vibrirajoče strukture

Zvočna intenzivnost daje informacijo o zvoku tako po smeri kot po vrednosti

Za vibrirajoče strukture nepravilnih oblik pa sevalni faktor določamo z meritvami aerodinamične zvočne moči po absolutni metodi in z uporabo enačbe (5). Druga možnost je ocenitev sevalnega indeksa po enačbi (6) ali z uporabo grafa 1 v ISO 3741, [5].

$$10 \lg \sigma = -10 \lg \left[ 1 + 0,1 \frac{c^2}{(fd)^2} \right] \quad (6)$$

pri čem je  $f$  frekvenca in karakteristična dimenzija vira  $d \approx \sqrt{\frac{S}{\pi}}$ ,  $S$  je ocenjena površina sevanja, [7].

## 6. Določanje zvočne moči po metodi merjenja zvočne intenzivnosti

Zvočna intenzivnost daje informacijo o zvoku tako po smeri kot po vrednosti. Zvočni tlak je skalarna veličina, zvočna intenzivnost pa vektorska veličina. Za razliko od meritev zvočnega tlaka (merimo ga z mikrofoni) določamo zvočno intenzivnost v realnem času, z merjenjem zvočnega tlaka in hitrosti delcev. Odjemnik, ki simultano meri zvočni tlak in hitrost delcev, je sonda za zvočno intenzivnost. Pri merjenju zvočne intenzivnosti bi morala biti sonda usmerjena pravokotno na merilno površino. V praksi prihaja do odstopanja za kot  $\theta$ .

Razmerje intenzivnosti pri merjeni intenzivnosti  $I_\theta$  in dejanski vrednosti  $I_0$  (sonda je pravokotna na merilno površino za  $\theta = 0$ ) je:

$$\frac{I_\theta}{I_0} = 10 \cdot \log [\cos(\theta)] \quad (7)$$

Če je kot  $\theta = 10^\circ$ , se merjena vrednost od dejanske razlikuje samo za -0,07 dB. Pri kotu  $\theta = 20^\circ$  je ta razlika -0,3 dB in dokler kot ne preseže vrednosti  $30^\circ$ , je vpliv kota relativno zanemarljiv.

Velikost vmesnika med mikrofonom je odvisna od frekvenčnega območja, akustične okolice (indikator polja  $F_2$ ) in celotne fazne neprilagojenosti sonde in analizatorja. Spodnja frekvenca, na kateri se še lahko meri, je odvisna od velikosti vmesnika,  $F_2$  indikatorja polja, fazne usklajenosti sonde in analizatorja ter želenih natančnosti.

Za določanje zvočne moči z merjenjem zvočne intenzivnosti obstajata metodi merjenja v fiksnih točkah in metoda skeniranja. Pri metodi merjenja v diskretnih točkah z želeno stopnjo natančnosti je potrebno meritev izvajati na način, kot kaže diagram poteka meritve, podan v ISO 9614-1. Ta postopek predpisuje štiri indikatorje polja od  $F_1$  do  $F_4$ , ki ocenjujejo kvaliteto določitve zvočne moči in nakazujejo ukrepe za izboljšanje meritve, kadar ni dosežena zelena natančnost. Gre za iterativni postopek merjenja, kjer opravimo meritev na začetni izbrani merilni površini in pri začetnih izbranih merilnih parametrih, nato pa s faktorji polja ugotavljamo, če je meritev dovolj natančna. Če ni, moramo meritev ponoviti s spremenjenimi merilnimi parametri in ponovno preverjati njeno natančnost.

Standard definira štiri indikatorje polja, indikator časovne spremenljivosti zvočnega polja  $F_1$ , površinski indikator tlak - intenzivnost,  $F_2$  opisuje reaktivnost zvočnega polja, indikator negativne parcialne moči  $F_3$  opisuje učinke hrupa ozadja in indikator neuniformnosti zvočnega polja,  $F_4$ , ki določa potrebno število merilnih točk, [8].

Merilna površina mora obdajati vir hrupa, ki ga merimo. Meritve lahko opravljamo v bližnjem polju, če je merilna sonda izdelana za takšne meritve. Merilna površina je lahko paralelepiped, polkrogla ali kakšna druga ustrezna površina. Vsaka površina je razdeljena na segmente z

enako površino. Povprečna zvočna intenzivnost na celotni merjeni površini je:

$$\bar{I} = \frac{\sum_{i=1}^N I_i S_i}{\sum_{i=1}^N S_i} \quad (8)$$

pri tem je  $N$  število segmentov,  $S_i$  površina posamičnega segmenta ploskve in  $I_i$  komponenta intenzivnosti pravokotna na  $S_i$

$$\bar{L}_1 = 10 \log \left( \frac{|\bar{I}|}{I_0} \right) \quad (9)$$

pri tem je  $\bar{L}_1$  je površinsko povprečje ravni zvočne intenzivnosti,  $|\bar{I}|$  je absolutna vrednost zvočne intenzivnosti in  $I_0$  referenčna intenzivnost ( $1 \text{ pW/m}^2$ ).

Raven zvočne moči na celotni površini  $S$  se izračuna iz:

$$L_w = \bar{L}_1 + 10 \log \left( \frac{S}{S_0} \right) \quad (10)$$

Metoda	Porazdelitev ravni zvočne intenzivnosti na izbrani merilni površini	Rangirana zvočna moč po posameznih straneh izbrane merilne površine										
Meritve v bližnjem polju v 26 točkah		A-Weighted Freq:20.0 - 10.0k Hz Total Power Level: 83.6 dB <table border="1"> <tr><td>LEVA</td><td>77.5 dB</td></tr> <tr><td>ZADAJ</td><td>77.1 dB</td></tr> <tr><td>SPREDAJ</td><td>76.7 dB</td></tr> <tr><td>ZGORAJ</td><td>76.3 dB</td></tr> <tr><td>DESNA</td><td>75.0 dB</td></tr> </table>	LEVA	77.5 dB	ZADAJ	77.1 dB	SPREDAJ	76.7 dB	ZGORAJ	76.3 dB	DESNA	75.0 dB
LEVA	77.5 dB											
ZADAJ	77.1 dB											
SPREDAJ	76.7 dB											
ZGORAJ	76.3 dB											
DESNA	75.0 dB											
Meritve intenzivnosti na distanci 30 cm v 26 točkah		A-Weighted Freq:20.0 - 10.0k Hz Total Power Level: 80.4 dB <table border="1"> <tr><td>ZADAJ</td><td>79.3 dB</td></tr> <tr><td>SPREDAJ</td><td>77.8 dB</td></tr> <tr><td>LEVA</td><td>75.7 dB</td></tr> <tr><td>DESNA</td><td>71.4 dB</td></tr> <tr><td>ZGORAJ</td><td>69.3 dB</td></tr> </table>	ZADAJ	79.3 dB	SPREDAJ	77.8 dB	LEVA	75.7 dB	DESNA	71.4 dB	ZGORAJ	69.3 dB
ZADAJ	79.3 dB											
SPREDAJ	77.8 dB											
LEVA	75.7 dB											
DESNA	71.4 dB											
ZGORAJ	69.3 dB											
Meritve intenzivnosti na distanci 1m v 10 točkah		A-Weighted Freq:20.0 - 10.0k Hz Total Power Level: 82.1 dB <table border="1"> <tr><td>Top</td><td>82.1 dB</td></tr> </table>	Top	82.1 dB								
Top	82.1 dB											

Slika 2. Meritve zvočne intenzivnosti in rangiranje zvočne moči

## 7. Merilni rezultati

Meritve smo opravili na prototipu univerzalnega malega gospodinjkega aparata "multipraktik", ki je deloval brez priključkov; pri primerjalni metodi pa je bil uporabljen referenčni zvočni vir B&K tip HP 1001. Pri določanju

**Meritve smo opravili na prototipu univerzalnega malega gospodinjskega aparata "multipraktik"**

zvočne moči po metodi merjenja hitrosti vibracij smo v naših izračunih sevalni faktor določili na podlagi grafa 1 v standardu ISO 7849. Postopki merjenja so pojasnjeni v predhodnih poglavjih. Na sliki 2 so prikazane oblike merilne površine in slike sevanja zvočnega vira na posamezni merilni površini (drugi stolpec) in ravni zvočne moči po posamezni merilni ploskvi (tretji stolpec). V tabeli 1 so prikazani rezultati zvočne moči merjenega vira po različnih metodah. Vidimo, da se merilni rezultati razlikujejo glede na uporabljeno metodo. Absolutna in primerjalna metoda se dobro ujemata z metodo merjenja vibracij pod pogojem, da smo predpostavili faktor sevanja  $\sigma = 1$ . Pri ugotavljanju zvočne moči po metodi merjenja zvočne intenzivnosti je zelo pomembna izbira merilnih parametrov, kot so npr. razdalja merilne površine od vira hrupa in število merilnih točk na merilni površini. V primeru premajhne razdalje imamo vpliv bližnjega polja v primeru premajhnega števila merilnih točk pa zaradi usmerjenosti vira ne zajamemo celotne zvočne energije, ki jo seva vir. Izbira merilnih parametrov je omejena z zahtevami o določeni merilni negotovosti. Meritve v bližnjem polju v 26 točkah so omogočile povečano ločljivost slike sevanja, vendar je zaradi reaktivnosti zvočnega polja rezultat celotne zvočne moči, 80,4 dB(A), zato prenizek. Povečanje stopnje natančnosti smo dosegli s povečanjem razdalje merilne površine od vira od 5 cm na 30 cm pri istem številu merilnih točk. V tem primeru smo dosegli, da je  $L_{p1}$  indeks oziroma indikator polja  $F_2=0$ , razlika med izmerjeno in residualno intenziteto (inštrument izračuna med kalibracijo) nam je omogočila, da je  $L_1$  bila izmerjena na 0,7 dB natančno. Za celotno zvočno moč smo dobili vrednost 83,6 (A). V primeru merilne površine v obliki polkrogle na razdalji 1 m je premajhna gostota merilnih točk (diagram poteka meritve po ISO 9614/1), kar je spet rezultiralo v poslabšanje stopnje natančnosti meritve zvočne moči. Potem ko smo na isti merilni ploskvi (z radijem 1 m) povečali število merilnih točk na 50 so bili merilni faktorji F1 do F4 v predpisanih mejah in izračunana zvočna moč 85 dB(A), kar je primerljivo z drugimi metodami.

**Tabela 1. Rezultati določanja zvočne moči po različnih metodah**

Določanje zvočne moči $L_{WA}$ dB(A)							
Metoda	Absolutna metoda		Primerjalna metoda z referenčnim zvočnim virom	Merjenje vibracij v 26 točkah	Merjenje zvočne intenzivnosti v diskretnih točkah		
	Prosto zvočno polje	Difuzno zvočno polje			Bližnje polje 26 točk	Razdalja 30 cm 26 točk	Polkrog-la 1m, 10 točk
$L_{WA}$ dB(A)	<b>84,4</b>	<b>85,2</b>	<b>85,6</b>	<b>85</b>	<b>80,4</b>	<b>83,6</b>	<b>82,1</b>

## 8. Sklep

Pri ugotavljanju zvočne moči zvočnega vira je najbolj primerna absolutna metoda, s stopnjo natančnosti 1, to je z merjenjem zvočnega tlaka v prostem ali difuznem zvočnem polju. Ko takega testnega polja ni mogoče zagotoviti in v prisotnosti drugih virov je primerna metoda merjenja zvočne intenzivnosti ali meritev hitrosti vibracij. Pri merjenju zvočne intenzivnosti je zelo važna izbira merilnih parametrov, kot so razdalja merilne površine od vira hrupa, gostota merilnih točk, njihova razporeditev in dolžina časa merjenja. Indikatorji zvočnega polja karakterizirajo zvočno polje na izbrani merilni površini in določajo natančnost meritve in veljavnost izračunanih vrednost zvočne moči. Z merjenjem zvočne intenzivnosti lahko določimo tudi sliko sevanja vira.

**Zahvala:** Zahvaljujeva se g. Savu Volovšku in mag. Mihaelu Ramšku za izvedbo meritev v odmevnici Zavoda za gradbeništvo Slovenije.

## 9. Literatura

- [1] Čudina, M. Tehnična akustika, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, 2001.
- [2] Fachy, F. J. Sound Intensity. Elsevier Applied Science, London, New York, 1989.
- [3] Jeglič, A., Fefer, D. Osnove akustike, Akademsko založba, Ljubljana, 1992.
- [4] Hewlett Packard. Sound Power measurements, Application Note 1230, 1992.
- [5] ISO 3741. Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources - Precision methods for broad-band sources in reverberation rooms 2000.
- [6] ISO 3745. Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources - Precision methods for anechoic and semi-anechoic rooms 1977.
- [7] ISO 7849. Acoustics - Estimation of airborne noise emitted by machinery using vibration measurement 1997.
- [8] ISO 9614-1. Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity - Part 1. Measurement at discrete points 1993.

**Avtor:**  
**Borut Požun**

## Znamka v mednarodnem prometu – 3. del

### 4. Sistem Community Trade Mark

#### 4.1. Splošno

Community trade mark ali evropska znamka je zaščiten znak za razlikovanje blaga in storitev, ki je veljaven oziroma učinkuje na celotnem območju Evropske unije.

Prvi poskus enotne pravne ureditve na področju blagovnih in storitvenih znamk je bil storjen leta 1988 s sprejetjem Direktive Sveta Evropskih skupnosti o harmonizaciji predpisov o znamkah.<sup>1</sup> Že iz samega dejstva, da gre za direktivo in tudi iz njenega naslova izhaja, da je tu šlo zgolj za harmonizacijo, torej približevanje pravnih ureditev držav članic EU. Zato je bil konec leta 1993 storjen korak naprej s sprejetjem Uredbe Sveta Evropske unije o evropski znamki.<sup>2</sup> Z njo se je na ozemlju EU vzpostavil sistem evropske blagovne in storitvene znamke, ki obstaja vzporedno in tudi dopolnjuje nacionalne sisteme v državah članicah.

Z omenjeno Uredbo se je ustanovil tudi Urad za harmonizacijo notranjega trga s sedežem v Alicanteju. Urad je telo Evropske Unije s statusom pravne osebe in visoko mero avtonomije. Njegova glavna naloga je izvajati naloge in pristojnosti, ki mu jih daje Uredba, v okviru prava EU. Ima 11 uradnih jezikov, od tega jih je pet glavnih (španski, angleški, nemški, francoski in italijanski).

#### 4.2. Unitarni značaj evropske znamke

Kaj pomeni, da ima evropski znamka unitarni značaj? Na to vprašanje najlažje odgovorimo z navedbo naslednjih dejstev. Prijava evropske

**Z Uredbo Sveta Evropske unije o evropski znamki se je na ozemlju EU vzpostavil sistem evropske blagovne in storitvene znamke, ki obstaja vzporedno in tudi dopolnjuje nacionalne sisteme v državah članicah**

<sup>1</sup> First Council Directive 89/104/EEC to approximate the laws of the Member States relating to trade marks, Official Journal L 040, 11/12/1989

<sup>2</sup> Council Regulation 40/94 on the Community trade mark, Official Journal L 011, 14/01/1994