

Hangsugárzók terhelhetősége

(Szabványismertetés és kommentár)

Vizsgálatunk tárgyai azok az elektroakusztikai átalakítók, melyek feladata az elektromos jelek hanggá alakítása. Ezeket az eszközöket összefoglaló néven hangszóróknak nevezzük. Ha több hangszóróból álló rendszert, vagy egyetlen hangszórót — sugárzási tulajdonságait módosító járulékos szerelvényt együtt (hangfal, doboz, tölcser stb.) vizsgálunk, hangsugárzóról beszélünk. Következőkben egységesen a „hangsugárzó” szót használjuk, hacsak nem épp a két fogalom közti megkülönböztetés a cél.

A hangsugárzók döntő többségét elektromos műsorjelek akusztikai jelekké alakítására használják. Cél szerű tehát a berendezések vizsgálatát ebből a szempontból elvégezni és a jellemző adatokat ilyen szempontból megadni — szem előtt tartva azt, hogy felvilágosítást adjunk a berendezés alkalmazásának korlátairól speciális felhasználási területeken is, vagyis azokban az esetekben, amikor a hangsugárzót nem műsorjellel vesszük igénybe.

1. A műsorjel szerkezetéről

A műsorjel időben véletlenszerűen változó amplitúdójú és frekvenciájú jelsorozat, melynek pillanatnyi értéke lényegesen különbözhet a hosszúidejű (5–10 perc) átlagértékétől. Ennek következtében a terhelhetőségre vonatkozó minden információt egyetlen specifikált jellemzővel közölni nem lehet.

2. A specifikálandó jellemzők kiválasztásának szempontjai

A hangsugárzó határigénybevételére célszerű olyan vizsgálati módszert és ennek alapján olyan jellemzőt megadni, mely könnyen reprodukálható, jól mérhető, matematikailag könnyen kezelhető, közismert fogalom.

Az elektroakusztikának a villamosságtannal való kapcsolata, valamint a villamosságtani fogalmak jól kidolgozottsága és a szinuszos folyamatok egyszerű mérhetősége és matematikai kezelhetősége eredményezte, hogy a hangsugárzók károsodással határolt teljesítményét úgy definiáljuk, mint azt a szinuszos teljesítményt, amelyet a hangsugárzó egy adott ideig még károsodás nélkül elbír. Lényegében ez a definíció a legrégebbi, és hosszú ideig egyeduralgó volt a szabványokban [11]. Ez azonban egy olyan fogalom, amely a rendeltetészerű felhasználásra nem ad felvilágosítást. Nem biztosít ugyanis arról, hogy ilyen teljesítmény rákapcsolása esetén a jelátvitel alakhú lesz-e, sem pedig arról, hogy rövid ideig elvisel-e, feldolgoz-e nagyobb teljesítményt. Jelentős hibája még a jellemzőnek, hogy nem a reális (rendeltetészerű) igénybevétellel vizsgálja a berendezést.

A fenti hiányosságok tették szükségessé olyan terhelhetőség-fogalom bevezetését, mely kimondottan a műsorjelek feldolgozása szempontjából ad felvilágosítást. Ez a gyártó által szubjektív vizsgálat alapján alkotott ítélet, mely arra vonatkozik, hogy mekkora teljesítményű műsorjellel vehető igénybe a berendezés. Ennek a terhelhetőség-jellemzőnek a neve értelemszerűen „műsorjel terhelhetőség” [2, 3, 6, 10].

A műsorjel terhelhetőség azonban a műsorjel szerkezetéből adódóan nem egzakt módon definiálható, mérhető, reprodukálható fogalom, de a felhasználó részére tartalmazza a leglényegesebb információt, ha a fenti célra kívánja igénybe venni a berendezést. Több országban — így hazánkban is — szabványosítottak etalon műsort [3], melyben többféle beszéd és zenei program szerepel, s ezzel vizsgálható a hangsugárzó terhelhetőségi szempontból. Vagy helyettesíthetők a műsorjel teljesítménycsúcsai rövididejű „szinuszos csomaggal”, ezen esetben vizsgálható, hogy mekkora teljesítményű ilyen szinuszzellel terhelhetjük maximálisan a hangsugárzót [4, 6]. Ezen a téren azonban átfogó nemzetközi megegyezés eddig még nem jött létre.

Elsősorban gyakorlati megfontolások szolgáltattak alapul egy szűrőkarakterisztika definiálására, mely szűrőn keresztül fehérzaj feszültséggel táplálva a berendezést, a reális igénybevételt jól közelítő egzakt vizsgálati módszerhez jutunk. Az így vizsgált terhelhetőség-jellemző — a „zajterhelhetőség” — megmutatja, hogy mekkora az a maximális zajteljesítmény, melyet a hangsugárzó jellemző paramétereinek adott mértékű megváltozása nélkül meghatározott ideig elbír. A szabványok előírják az alkalmazandó szűrőkarakterisztikát és a zajfeszültség csúcstényezőjét, vagyis a zajfeszültség effektív értékének hosszú időre vett átlaga és a pillanatnyi feszültségcsúcsok közti arányt [1, 2, 5, 7, 8]. Ez a teljesítményjellemző, a szinuszos terhelhetőséghez hasonlóan, nem ad pontos felvilágosítást arra, hogy a berendezés ilyen szintű igénybevételénél szubjektíve élvezhető jelátvitelt biztosít-e.

3. Néhány idevonatkozó szabvány és ajánlás ismertetése

A következő szabványok és ajánlások bemutatásával az a célunk, hogy elősegítsük a hangsugárzók adatlapjain való tájékozódást és rámutassunk a szabványok között fennálló szemléletbeli, módszerbeli különbségekre. Az ismertetéseknél értelemszerű összefoglalót adunk a szabványokról és megadjuk a terhelhetőség-fogalmak eredeti nyelvű megnevezését is.

3.1 Az IEC (International Elektrotechnical Commission) 268–5–1970 [2] ajánlástervezetét ismertetjük

elsőként, mert az IEC az a nemzetközi szervezet, mely ajánlásával közös alapot kíván szolgáltatni a tagországok szabványosítási tevékenységéhez és így várható, hogy a jövőben ajánlásai befolyásolni fogják a tagországok szabványmódosításait.

3.1.1. Bated damage limited power [2]

Szószerinti fordításban névleges károsodással határolt teljesítmény, értelemszerűen: Szinuszos terhelhetőség.

Annak a folyamatos, az átviteli sávba eső frekvenciájú szinuszos jelnek a teljesítménye, amelyet a hangszugárzó hőmérsékleti vagy mechanikai károsodás nélkül kibír. Ezt a gyártó mint azt a maximális szinuszos teljesítményt adja meg, amellyel a hangszugárzó még működtethető, legfeljebb egy — a gyártó által megadott — ideig. Ez az időtartam minimálisan egy óra.

A szinuszos terhelhetőség értéke változhat a frekvencia függvényében. Ebben az esetben az egyes frekvenciasávokra más-más érték adható meg.

3.1.2. Bated power [2]

Szószerinti fordításban névleges teljesítmény, értelemszerűen műsorjel terhelhetőség, vagy röviden: Terhelhetőség. Ez az a teljesítmény, amelyet a gyártó hangszugárzójára megad, tekintetbe véve annak várható felhasználási területét. Legtöbb esetben ez beszéd és zenei műsorok reprodukálása. E teljesítmény általában úgy értendő, mint annak az erősítőnek a torzítatlan kimenőteljesítménye, amellyel a hangszugárzót tartósan lehet működtetni.

3.1.3. Power handling capacity [1, 2]

Szószerinti fordításban teljesítmény álló képesség, értelemszerűen: Zajterhelhetőség. Ez az az érték, amelyet a gyártó hangszugárzójára megad, egy frekvenciasávban végzett zajvizsgálat alapján. A vizsgálatot egy, legalább 8 m^3 térfogatú, adott klímafeltételekkel rendelkező helyiségben kell végezni. A mérőjel az ajánlástervezetben [1] megadott átviteli karakterisztikájú szűrővel súlyozott fehérzaj feszültség. A csúcsvágó áramkör (klippelő) 2-es csúcstényező biztosít.

Több hangszugárzó együttes vizsgálatánál tekintettel kell lenni arra, hogy a hangszugárzók közti kölcsönhatás elhanyagolható legyen.

Ha a hangszugárzót korlátozott frekvenciasávra tervezték és az ennek megfelelő szűrő nincs a hangszugárzóba építve, akkor a gyártónak meg kell adnia annak a szűrőnek jellemzőit, melyekkel a hangszugárzót a vizsgálat idején működtetni kell. Ez az áramkör ilyenkor a hangszugárzó részének tekintendő és a jellemző impedancia pedig az alkalmazott szűrő bemenetén jelentkező impedancia lesz, ha a szűrő kimenetét a hangszóró bemenőkapcsai zárják le.

3.2 Az idevonatkozó hazai szabvány, a KGMSZ 61.7000—65: A sugárzó terhelhetősége [3]. Ez az a megengedett legnagyobb villamos bemenőteljesítmény, amellyel még a hangszugárzót hosszú időn át terhelve, üzemképes marad.

A hangszugárzót egy legalább 8 m^3 térfogatú szobában rendeltetésének megfelelő helyzetben kell vizsgálni. A vizsgálójel megállapodászerűen rögzített tánczenei felvétel, melynek etalonja a KGM Híradástechnikai Szabványosítási Központban található. 0 dB szintűek a tánczenei műsor legnagyobb amplitúdójú szakaszai. Az etalon szalag ezenkívül 250 Hz, 1000 Hz, 8000 Hz-es szinuszos vizsgálójel szakaszokat is tartalmaz. Ezek szintje —6 dB. Az egyes szakaszokat szövegbemondás előzi meg. A vizsgálat időtartama 100 óra, a hangszugárzó megfelel, ha a vizsgálat után nem zizeg.

3.3 A DIN (Deutsche Industriell Normen) idevonatkozó szabványai [5, 6]. A DIN nagy európai befolyása miatt számos vállalat—termékeinek kialakításánál, minősítésénél—figyelembe veszi előírásait.

3.3.1 Nennbelastbarkeit [5]

Szószerint fordítva: Névleges terhelhetőség. Az az érték, amelyet a gyártó hangszugárzójára megad egy adott frekvenciasávban végzett vizsgálat alapján.

Vizsgálat céljából a hangszugárzót egy, legalább 8 m^3 térfogatú vizsgáló szobába helyezik. Bemenetére névleges teljesítményű, 2-es csúcstényezőjű, a szabványban meghatározott átviteli karakterisztikájú szűrővel súlyozott fehérzaj feszültséget adnak. A vizsgálat időtartama 300 óra, miközben a hangszugárzót periodikusan ki-be kapcsolják. A 2 perces működést, bekapcsolt állapotot, 1 perc szünet követi. 300 óra múltán a hangszugárzót előírt klímájú helyiségben működésmentesen állni hagyják 100 órán át. A vizsgálat után a hangszugárzó paramétereinek a specifikáció előírásaitól eltérnie nem szabad.

3.3.2 Musikbelastbarkeit [6]

Szószerint fordítva: Zenei terhelhetőség. (A fogalom korábbi DIN elnevezése Grenzbelaastbarkeit —határterhelhetőség.) Ez az a legnagyobb rövididejű teljesítmény, amelyet a hangszugárzó elvisel a membrán vagy a lengőcséve hallható verődése vagy erősen hallható torzítás nélkül. A mérőjel a névleges teljesítménynek megfelelő szinuszos feszültség. Ilyen szintű feszültséggel a hangszórót maximum 2 mp-ig szabad igénybe venni. A vizsgálatot a hangszugárzó alsó határfrekvenciájától 250 Hz-ig terjedő frekvenciasávban kell elvégezni. A vizsgálójel feszültségét a hangszugárzó névleges impedanciájának megfelelő helyettesítő ellenállásra kell számítani, tehát nem a vizsgált hangszugárzó példány frekvenciafüggő komplex impedanciájára. A zenei terhelhetőség megadható minimális értéke: 10 W.

3.3.3 Betriebsleistung [6]

Szószerint fordítva: Üzemi teljesítmény. Ez az az elektromos teljesítmény, amellyel megvalósítható a 96 dB-es hangnyomás a hangszugárzótól 1 m távolságban vagy a 86 dB-es hangnyomás a hangszugárzótól 3 m-re a vonatkoztatási tengelyben, szabad féltérben mérve. Az üzemi teljesítmény értékét a hangszugárzó névleges impedanciájának megfelelő helyettesítő ellenállásra kell megadni.

3.4 A KGST Szabványosítási Bizottságának a hangsugárzók terhelhetőségével foglalkozó ajánlása

Névleges teljesítmény [7] az a teljesítmény, amellyel terhelve a hangsugárzót az még kielégítően működik. A névleges teljesítmény értékét a mechanikai szilárdság és a nem megengedhető torzítás megjelenése korlátozza. A hangsugárzóra adandó vizsgálójel az IEC Power Handling Capacity vizsgálójelével megegyező [1].

Az alábbiakban három olyan ország idevonatkozó szabványát mutatjuk be, melyek hangszóró és hangsugárzó gyártás szempontjából jelentős szerepet játszanak s ezért termékeik a hazai felhasználók előtt sem ismeretlenek. Ezen szabványok kiválasztásával egyúttal célunk volt a szabványok közt fennálló szemléletbeli különbségek érzékeltetése is.

3.5 Az ASA (American Standard Assotiation) S 1.5—1963 ajánlása foglalkozik a hangsugárzók terhelhetőségével.

Rated Power (Handling) Capacity [10]

Szószerinti fordításban névleges teljesítmény (álló) képesség, értelemszerűen: Műsorjelterhelhetőség. Az ajánlás célja olyan terhelhetőség definíciót adni, mely felvilágosítást ad arra, hogy a hangsugárzó milyen maximális kimenőteljesítményű erősítőre csatlakoztatva működik még kielégítően, figyelembe véve a zizegessel, torzítással kapcsolatos követelményeket. Szabadon választott, a reális felhasználásnak megfelelő műsorjellel végrehajtandó vizsgálatot ír elő és a hangsugárzó kielégítő működését szubjektív vizsgálat alapján ítéli meg. Az elbírálásnál a várható felhasználási terület követelményei a mérvadóak. Így pl. információs célú hangsugárzóknál nagyobb torzítás engedhető meg, mint pl. a zene hallgatásra szánt hangsugárzóknál.

Mérési környezetként a várható felhasználási területnek megfelelő akusztikájú teret javasol az ajánlás.

Felhívják a figyelmet arra, hogy az átlagos műsorjel (beszéd, zene) jelfeszültségének hosszú időre vett átlaga és pillanatnyi csúcserőteke közt mintegy 20 dB-es viszony van. A speciális célra szánt hangsugárzókat speciális vizsgálatoknak kell alávetni. A vizsgálat időtartamát úgy kell megválasztani, hogy a hangsugárzó minden elemén a hőmérsékleti egyensúly beálljon, és a mozgó alkatrészek legalább 10⁷ periodikus igénybevételnek legyenek kitéve. Gyorsított élettartam vizsgálat céljából a hangsugárzót olyan határoló áramkörön keresztül kell műsorjellel táplálni, hogy a jelfeszültség 15 mp-re vett átlagértéke a csúcserőteknél 6 dB-lel legyen kisebb. A névleges teljesítménynek megfelelő nagyságú ilyen jellel a hangsugárzót 100 órán át kell a felhasználási területnek megfelelő környezetben terhelni.

3.6 A BS (British Standards Institution) 2498:1954 sz. szabványa Power-handling capacity [11] néven foglalkozik a terhelhetőséggel. Ez szószerinti fordításban teljesítmény-állóképességet jelent, de ez esetben értelemszerűen: Szinuszos terhelhetőség.

A terhelhetőség határaként azt a teljesítményt jelöli meg, melynek a hangsugárzóra kapcsolása már a berendezés tönkremenetelének kockázatával jár.

A károsodás jellege lehet mechanikai roncsolódás, túlmelegedés vagy felhasználási területtől függő mértékű torzítás. A mérőjel a hangsugárzó átviteli sávjába eső frekvenciájú, névleges teljesítményű szinuszos feszültség.

3.7 A JIS (Japanese Industrial Standard) C 5501—1958 sz. szabványában Nominal Imput Power megnevezéssel találkozunk [4]. Lefordítva: Névleges bemenőteljesítmény. Értékét 5 órás műsorjelvizsgálattal állapítják meg úgy, mint azt a maximális bemenőteljesítményt, amellyel terhelve a hangsugárzót, a beépített hangszórók egyikénél sem haladja meg a lengőcsévéen mért hőmérséklet az 50 °C-t. Akkor sem emelkedhet 50 °C fölé a lengőcsévé hőmérséklete, ha 5 mp-re 300 Hz-es, névleges bemenőteljesítményű szinuszos jelet kapcsolunk a hangsugárzóra.

4. A szabványok összehasonlításából levonható következtetések

Mint láthatjuk, helyenként jelentős eltérések mutatkoznak a szabványosított jellemzők és azok mérési módszerei között. Sok esetben hasonló megnevezéshez eltérő vizsgálati módszerek tartoznak. Legjellemzőbb példák erre a műsorjel terhelhetőséggel kapcsolatos definíciók. Az IEC „Rated Power”-nek nevezi és értékét szubjektív ítélet alapján állapítja meg. A DIN „Musikbelastbarkeit” néven nevezi és azt vizsgálja, hogy maximálisan mekkora teljesítményű rövid idejű szinuszzel átvitelére alkalmas a hangsugárzó. Hasonló vizsgálati módszert a japán szabvány is előír, de a rövid idejű szinuszzel rákapsolása után a lengőcsévé hőmérsékletét vizsgálja. A KGMSZ etalon zenei műsorral vizsgálja és „Terhelhetőségnek” nevezi. Az ISOPHON hangsugárzók használati utasítása [8] „Spitzenbelastbarkeit” néven nevezi és mérési módszerében a DIN 45500—7-re [6] hivatkozik ugyan, de attól eltérő módszert ír elő pl. a vizsgálandó frekvenciatartomány szempontjából.

A jelentősen eltérő vizsgálati módszereket takaró azonos megnevezések egy másik jellegzetes példája, hogy formailag ugyan megegyezik a „Rated Power (Handling) Capacity” ASA fogalom és a „Rated Power”, valamint a „Power Handling Capacity” IEC fogalom, de tartalmilag az ASA vizsgálati módszere csak a „Rated Power”-rel mutat hasonlóságot, a „Power Handling Capacity”-től ellenben lényegét tekintve tér el.

A Matsushita Electronic japán elektroakusztikai alkatrészeket gyártó cég katalógusában a „Handling Power” megnevezést használja és azt vizsgálja, hogy a lengőcsévé hőmérséklet mekkora teljesítményű 300 Hz alatti frekvenciájú szinuszos teljesítmény hatására emelkedik 50 °C fölé, vagy a torzítás 5% fölé. Tehát módszerében ugyan részben a japán szabványhoz alkalmazkodik, de elnevezése tökéletesen eltér attól.

Ilyen és ezekhez hasonló ellentmondásokra felügyelve megállapíthatjuk, hogy a hangszórót, hangsugárzót gyártó vállalatoknak minden esetben komoly gondot kell fordítaniuk a specifikálandó műsza-

ki jellemzők kiválasztására és fel kell tüntetniük a megnevezés mellett, hogy mely szabvány vizsgálati módszereit követve nyerték értékét.

Fokozatosan kell ügyelni a műszaki jellemzők idegen nyelvre fordítása esetén, ugyanis előfordulhat, hogy a szó szerinti vagy értelem szerint lefordított jellemzőhöz az illető nyelvterület valamelyik szabványa merőben eltérő vizsgálati módszert rendel hozzá, és ennek megfelelően az így megadott számszerű jellemzők is különbözhetnek az illető nyelvű szabvány szerint nyert értéktől.

A műszaki jellemzők különböző szabványok szerinti közlése eltérő vizsgálati módszereket igényel, közlésük tehát csak komoly gazdasági érdek esetén indokolt. Ebből a szempontból a DIN szerepe a legjelentősebb, ugyanis számos európai ország alkalmazkodik szabványrendszeréhez s ezen országok szakembereinek gondolkodását a DIN fogalmak determinálják.

Különböző szabványok szerinti specifikációk együttes közlésénél a megadott számszerű értékekben mutatkozó esetleges eltérések az eltérő vizsgálati módszerekből fakadnak.

Végül szólni kívánunk még az IEC terhelhetőség definícióinak összefüggéseiről. Eredetileg ugyanis csak két — egymással szoros összefüggésben levő — fogalom szerepelt az IEC szabványtervezetben [1]. Eszerint a „Rated Power” azt a maximális teljesítményű műsorjelet jelölte, melynek értékét a „Rated Power Handling Capacity” vizsgálati módszerével lehet meghatározni. Ennek alapján az utóbbi jellemző mintegy az előbbi jellemző gyorsított vizsgálati módszereként szerepelt. Az IEC jelenleg érvényben levő ajánlás tervezete alapján [2] azonban szét-

vált a két terhelhetőség jellemző. Az új ajánlás tervezet ugyanis nem ad arról felvilágosítást, hogy milyen számszerű arány legyen a műsorjel terhelhetőség (Rated Power) és a zajterhelhetőség (Power Handling Capacity) között. Az arány a hangsugárzók mechanikai és elektromos jellemzőitől függően típusonként változhat. Az utóbbi ajánlástervezet [2] harmadik terhelhetőség fogalma a szinuszos terhelhetőség (Rated Damage Limited Power) elsősorban arra az esetre ad felvilágosítást, ha a rendszerben időleges gerjedés lép fel pl. az erősítő ultragerjedése vagy a hangsugárzóból a mikrofonra visszajutó jel által, akkor a hangsugárzó milyen mértékű szinuszos túlterhelést képes elviselni. Ezt az igénybevételt csak meghatározott ideig bírja el károsodás nélkül a hangsugárzó.

Viczián Miklós
villamosmérnök

Bányászati Kutató Intézet

I R O D A L O M

- [1] IEC 268-5/1968 29 B (CO) 9
- [2] IEC 268-5/1970 29 B (CO) 24
- [3] KGMSZ 61.7000-65
- [4] JIS C 5501-1958
- [5] DIN 45 573
- [6] DIN 45 500-7
- [7] KGST Szabványosítási Bizottság RSz 1640-68
- [8] ISOPHON Lautsprecher richtig eingebaut, ISOPHON GMBH 1968.
- [9] Matsushita Electronic Kadoma, Osaka, hangszóró katalógus 1967.
- [10] ASA S 1.5-1963
- [11] BS 2498-1954
- [12] IS 1031-1967