

## Műsorjelek hangosságának ingadozásai, szubjektív megítélésük és értékelésük

### Bevezetés

A rádió- és televízióműsorok hangosságában tapasztalható ingadozások nagysága, főként pedig e változások szubjektív megítélése olyan kérdés, ami több évtizede gerjeszt vitákat. A műsorjel hangosságának változásai adják annak dinamikáját, a dinamikatartomány nagysága pedig többek között a hangátvitel és –reprodukció minőségének, élethűségének egyik fokmérője. Ugyanakkor a hirtelen dinamikaváltások, megjelenési formájuktól, a műsorfolyamban elfoglalt helyüktől, illetve a hallgatási körülményektől függően zavaróak is lehetnek.

Minél hangosabb egy műsoranyag, annál jobban magára vonja a nézők, hallgatók figyelmét. Ez olyan általános érvényű jelenség, ami visszaélésekre csábíthat, és ennek negatív hatása több területen is nyomom követhető. A hangfelvételek esetében ez vezetett az úgynevezett hangerőháború (Loudness War) kialakulásához [1]. Ez röviden azt jelenti, hogy újabb hangfelvételeket korábban készültekkel összehasonlítva az új felvételek többnyire lényegesen hangosabban szólnak. Ez, feltételezve, hogy a korábbi felvételek is igyekeztek kihasználni a – sok esetben akár változatlan – technikai korlátok nyújtotta lehetőségeket, két módon érhető el, és mindkét módszer a hangminőség rovására megy. Az egyik mód a hangfelvétel jelszintjének általános emelése, ami egy határon túl már csak úgy valósítható meg, hogy a lehangosabb részeknél túlvezérlések jönnek létre. A túlvezérlések csak extrém esetben okoznak avatatlan fül számára is nyilvánvaló torzítást. Rövidebb idejű csúcsok esetén fellépő torzítások „mindössze” fárasztó, kemény, kiüresedő hangkép kialakulásához vezetnek, ami a kezdeti figyelemfelkeltést követően rövid időn belül éppen ellentétes, taszító hatást kelt. A szubjektív hangerő növelésének másik módja, hogy a hanganyag dinamikatartományát „összepréselik”, azaz a hangos részek érintetlenül hagyása mellett a halkabb részleteket felhangosítják. Ez az élethűség követelményeinek szintén ellentmondó eljárás, aminek az eredménye ugyancsak egyfajta fárasztó hangzás kialakulása, mivel a nagyobb hangerő mellett a folyamatosan hangos műsoranyag monotóniája is kellemetlen hatású. Nem lehet eléggé hangsúlyozni, hogy a hangminőség, a fenti esetekben ugyanúgy, mint általánosabb értelemben, nem önmagáért való esztétikai kategória – a minőségi hangzashoz a hallgathatóság, egyfajta „kellemesség” fogalma társul, míg a gyenge minőségű, torz, vagy éppen agresszív hang fárasztó, hosszú távon idegesítő, hallgathatatlan, így kereskedelmi szempontból is kontraproduktív.

Szintén a figyelemfelkeltés szándéka lehet a magyarázata annak, hogy rádió- és televízióműsorok közé iktatott ajánlók, illetve reklámok hangosságát sok esetben szintén a fent leírt módokon növelik meg, így azok kiugróan hangosnak tűnnek egy adott műsorkörnyezetben. A szubjektíven tapasztalható zavaró hangerőugrások a produkciós fázisban végrehajtott manipulációk, illetve az adáslebonyolítás során elkövetett hibák együttes következményei. A végeredményt tükrözik a folyamatos nézői-hallgatói panaszok.

Ezek a panaszok nem elszigetelten jelentkeznek, és nem is csupán néhány ráérő laikustól származnak.

A probléma elterjedtségére és nagyságára utal, hogy világszerte számos, televízió- és rádiótársaságokat tömörítő szervezet foglalkozik vele. Az érvényben lévő szabályozások sok esetben már ma is kikötik, hogy a reklámok nem lehetnek zavaróan hangosak, illetve a kisugárzott hang teljesítménye nem növekedhet meg a reklámok alatt a műsorkörnyezethez viszonyítva. Ilyen értelemben foglal állást az egyesült királyságbeli BCAP (Broadcast Committee of Advertising Practice), vagy például az ausztrál Free TV nevű szakmai szervezet. Hasonlóképpen küzd a

problémával a kanadai CRTC (Canadian Radio-television and Telecommunications Commission) is. Mint európai példát, mindenképpen meg kell említeni az EBU keretén belül történő ez irányú vizsgálódásokat. Spikofski és Klar [5] például egyenesen a digitális televíziózás élményét tönkretévő jelenségként írja le a reklámok és a filmdialógusok hangereje között fellépő, időnként extrém nagyságú különbségeket.

Nemzetközi rangú szakmai szervezetként az Audio Engineering Society (AES) is számos tanulmányban foglalkozik a jelenség vizsgálatával és a lehetséges megoldási javaslatokkal [3, 4].

Az FCC az 1960-as évek óta folyamatosan kap reklamációkat a túl hangos reklámok miatt, amik az Egyesült Államokban a nézői panaszok leggyakoribb kiváltó okai. Mivel az önszabályozás mindeztidáig nem tudta megoldani a problémát, a törvényhozás végül adminisztratív eszközökhöz folyamodott.

Anna Eshoo kaliforniai demokrata párti képviselő 2008 júniusában terjesztett elő egy olyan törvényjavaslatot, amely a túl hangos, azaz egy adásban szereplő egyéb műsorok átlagos hangosságát jóval, zavaró mértékben meghaladó szintű reklámok sugárzása ellen lép fel (Commercial Advertisement Loudness Mitigation Act – C.A.L.M. Act, H.R.6209/S.3154). A javaslatot a képviselőház 2009 decemberében szavazta meg. A tervezet felsőház elé terjesztett, némileg módosított változatát több támogatóval végül Sheldon Whitehouse szenátor fogadtatta el 2010. szeptember 30-án. A két változat között eltérés a kisebb televíziós és kábeltársaságok szankcionálásában, illetve a számukra bevezetendő türelmi időben van. A szenátus által elfogadott, módosított változat 2010 decemberében kerül ismét a képviselőház elé, ennek elfogadását követően emelkedhet a tervezet törvényerőre.

A javaslat szerint az FCC (Federal Communications Commission) feladata lenne egy, a jelenséget elviselhető korlátok közé kényszerítő részletes szabályozás kidolgozása. A reklámok hangosságának szabályozását sürgetők érvrendszerében fontos szerepet kap az a megállapítás, hogy a reklámok idején hirtelen, agresszív mértékben megugró hangerő a hirdetőik szándékaival is ellentétesen negatív hatást vált ki, az adott csatornáról való elkapcsolásra ösztönöz, illetve a nézőket hosszabb távon elfordítja a televíziózástól.

Bármiféle, a fentiekben leírt jelenséget kordában tartani kívánó szabályozás esetében a nehézséget az jelenti, hogy a hangosság megítélése szubjektív, illetve a kívánatos hangosság szintek is személytől függőek lehetnek, a számszerűsített, etalonként elfogadott értékek csak statisztikailag igazolhatók. További gondot okoz, hogy a stúdiótechnikai gyakorlatban általánosan használt kivezérlésmérő műszerek nem a fenti szempontok figyelembe vételével készültek, az általuk mutatott szintek csak kevésbé, mondhatni véletlenszerűen vannak összhangban a tapasztalható hangosságérzettel. A pontosabb meghatározás, számszerűsítés érdekében ezért számos kísérletet végeztek alternatív mérési módszerek kialakítására. Ezek a kísérletek egyrészt a szubjektív hangosságérzet mérhetővé tételére, másrészt a kívánatos, illetve elviselhető hangosság-, illetve dinamikus szintek és -változások meghatározására irányultak.

### **Észlelés és mérés - törekvések a szubjektív hangosság mérhetővé tételére**

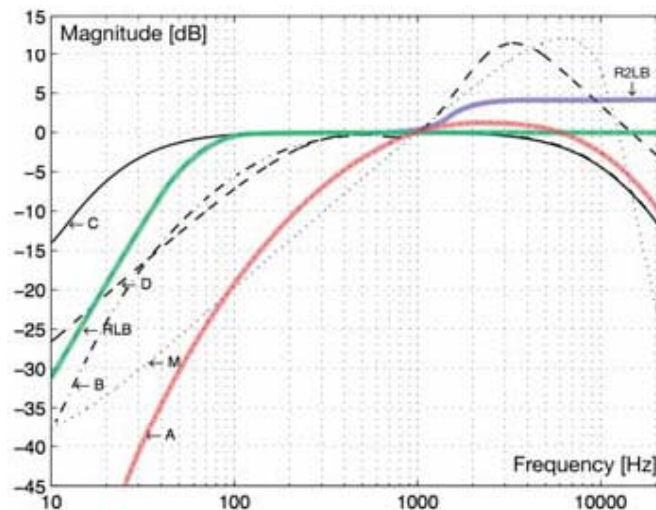
A hangfrekvenciás elektromos jelek szintjének mérésére vonatkozó igény megjelenésekor nem a hangosságérzettel való minél szorosabb korreláció, hanem a különböző technikai berendezéseken átküldött jel szintjének (feszültségének, teljesítményének) meghatározása volt az elsődleges szempont, annak érdekében, hogy mind a torzításokhoz vezető túlvezérlést, mind a zajos, rossz hatásfokú jelátvitelt eredményező túlságosan kis jelszintek beállítását elkerülhessék.

A kivezérlésmérő műszerek történetét áttekintve azt látjuk, hogy a hangtechnika kezdeti éveiben – elsősorban a megvalósítás egyszerűsége miatt – az úgynevezett VU-mérők terjedtek el. Ezek a műszerek a műsorjel szintjének átlagértékét mérték, különböző megvalósított változataik átlagolási ideje – kezdetben főleg az alkalmazott mutatók mechanikus időállandója, tehetetlensége által meghatározottan – a néhány száz ms tartományba esett. Ez, bár nem szándékoltan, mégis azt eredményezte, hogy a mutatott értékek mellett, hogy információt szolgáltatott a jel

nagyságáról, nagyjából összhangban voltak az emberi fül tulajdonságaival, így a szubjektív hangosságérzettel is.

Azon csatornák, médiumok esetében azonban, amelyek a túlvezérlésre különösen érzékenyek voltak (lásd pl. mágneses hangrögzítés), szükségessé vált, hogy a műsorjelnek ne az átlagát, hanem a csúcstértékét lehessen megfigyelni. Erre a VU-mérők nem alkalmasak, így a technikai lehetőségek bővülésével új műszertípust kellett kifejleszteni. Az említett kívánalmaknak felelnek meg az ún. PPM (Peak Programme Level Meter – csúcstértékmérő) műszerek. Mivel a digitális technika a túlvezérlésre extrém módon érzékeny, a PPM műszerek fontossága az utóbbi időben megerősödött. A csúcstértékmérő műszerek által mutatott értékek azonban nem függenek össze szorosan a szubjektíven érzékelhető hangossággal. Térségünket érintő probléma, hogy Európában a különböző stúdiókban a csúcstértékmérők, illetve azok változatai (lásd QPPM – kvázi csúcstértékmérő műszerek) szinte egyeduralgódókká váltak, míg Ausztráliában vagy Amerikában széles körben használják a mai napig a VU-mérő műszerek különböző változatait.

A hangfrekvenciás jelszintek mérésének igényétől többé-kevésbé függetlenül jelent meg a hangosságértékek meghatározásának célja, főként zajmérések, illetve pszichoakusztikai tesztek kapcsán. A hangosság meghatározása, időben változó, szubjektív megítélés alá eső jelenségről lévén szó, bonyolultabb, mint az egyszerű jelszintmérés. Egy időben változó hangjelenség  $L_{eq}$  egyenértékű hangossága definíció szerint megegyezik egy azzal azonos energiájú, állandó szintű jel hangosságával (az állandó jelszint egyszerű eszközökkel mérhető, míg az egyenértékűség, azonos hangosság meghallgatásos tesztekkel vizsgálható). Számítással az  $L_{eq}$  egyenértékű hangosság négyzetes átlagérték képzéssel határozható meg, ami elektromos jelek esetében megfelel az effektív érték képzésnek. A különböző kísérletek során hamar kiderült, hogy a hangosságérzet szempontjából a hang különböző frekvenciájú összetevőit különböző súllyal célszerű figyelembe venni. A súlyozást különböző frekvenciamenetű szűrőáramkörökkel lehet megvalósítani. Zajmérések esetén az úgynevezett „A”, „B”, „C”, illetve „D” görbék szerinti súlyozást alkalmazzák, ebben a sorrendben a kis, közepes, nagy, illetve extrém nagy (pl. repülőtereken tapasztalható) zajszintek mérésére (lásd: 1. ábra).



1. ábra. Súlyozószűrők karakterisztikái [6].

Az említett görbék az ún. egyenlő hangosságú görbék felhasználásával szerkesztették és elsősorban zajmérési célokra alkották meg, emellett azonban, kísérletekkel igazoltan, akár kisebb módosításokkal, egyéb célra is eredményesen használhatók. Így például az „A” görbe elsősorban a beszédfrekvenciákat emeli ki, így alkalmazni szokták olyan esetben is, amikor ennek a tartománynak a kiemelt vizsgálatára van szükség (lásd pl. Dialnorm metaadat-meghatározás). Az ITU, amikor felmerült a műsoradások hangosságának mérési igénye, a „B” görbe szerinti súlyozásból indult ki, annak mélyátvitelét módosítva (Revised Low-frequency B curve - „RLB”). Az

ITU-R BS.1770 ajánlás előzetes verziójában az RLB szűrő szerinti súlyozás szerepel, ezt egy előszűrővel egészítették ki az ajánlás végleges formájában (R2LB), de az RLB szűrő alkalmassága kísérletileg, tesztekkel a mai napig meggyőzőbben bizonyított [3, 6]. Műsorok hangosságának mérésére specialista cégek (Hewlett-Packard, Dolby Laboratories) rendkívül összetett műszereket fejlesztettek ki, ám az ITU-R BS.1770 szerinti mérések szabványosak, megbízhatóak, emellett viszonylag egyszerű algoritmusokkal, illetve áramkörökkel valósíthatók meg. Ez az oka annak, hogy a Humanoid hangosságelemző alkalmazásban az „A” és az „RLB” szűrők modelljeit használjuk.

Hangosságértékek meghatározásánál, pl. egy zajmérés esetében, ha az átlagos hangosságot egyetlen számmal kívánjuk jellemezni, a mérés során hosszú idejű átlagolást kell alkalmazni. Gyorsabban változó események követéséhez, pl. az előbbieken említett műsoranyagok hangosságának monitorozásához ez a módszer nem alkalmazható. Ilyenkor célszerű az emberi fül átlagoló képességhez közeli időállandójú integrálást végezni. A fül integrációs idejét a különböző irodalmi adatok viszonylag tág határok között, az 50-300 ms tartományban helyezik el. A Humanoid alkalmazások választhatóan 150 és 300 ms integrációs időt alkalmaznak. A hangosságérzet meghatározásával kapcsolatban leírtaknak megfelelően az alkalmazásban szereplő műszermodell a szokásos egészshullámú egyenirányítón kívül választhatóan effektív érték képző áramkört is tartalmaz.

Figyelembe véve, hogy a fentiekben leírt elven működő műszer a szoftveres modellezésen túl fizikai valójában is viszonylag egyszerűen, olcsón megépíthető, valamint azt, hogy a médiafájlok számítógépes elemzése során egy így megépített műszer által a valóságban mutatott értékekkel azonos szintértékeket kaphatunk, a Humanoid hangosságelemző alkalmazásokkal olyan eszközkészletet nyertünk, ami egyaránt használható rögzített hanganyagok elemzésére, valamint fizikai műszer formájában a mindennapi stúdiógyakorlatban is, továbbá mérési eredményei az ITU-R BS.1770 ajánlásnak megfelelő egyéb műszerek eredményeivel összevethetők.

### **Mérési eredmények és szubjektív hangosságérzet - értékelési szempontok**

A mért adatok értékelése, felhasználása során ismét a gyakorlati tapasztalatok, valamint kísérletek, tesztek során szerzett eredményekhez kell visszanyúlni. A hangmérnöki munka magas fokú mesterségbeli tudást igényel, e tudás bizonyos részei azonban számszerűsíthetők, szakmai ajánlások formájában megfogalmazhatók.

A BBC számos területen nyújt követendő példát a világ rádió- és televíziótársaságainak. A különböző műsoranyagok hangjának kezelésére, a megfelelő kivezérlés beállítására vonatkozó szakmai ajánlásokat megfogalmaztak már az 1950-es években is, és az ilyen jellegű iránymutatásaik a mai napig referenciaértékűek [7].

Az 1. táblázat a BBC ajánlásainak megfelelő kivezérlésértékeket mutat néhány különböző műsorszíntípus esetében, IEC Type IIa csúcserőteljesítő mérő műszer használata mellett. A „dinamikataromány” kifejezés a hivatkozott táblázatban kicsit félrevezető, mivel, mint az a szövegből kiderül, itt az átlagos kivezérlés szintjének változásait, tehát tulajdonképpen nem a tényleges dinamikatarományt, hanem annak változásainak mértékét mutatja.

A fentiekben részletezettekkel összhangban látható, hogy az egyes kategóriákra vonatkozó adatok különbözőek, mivel a csúcserőteljesítő mérő a különböző frekvenciaspektrumú és dinamikai tulajdonságú műsoranyagok esetében a hallás alapján optimális beállítás mellett más-más értékeket mutat.

Érdeemes megfigyelni, hogy az optimális kivezérlés viszonylag szűk, néhány decibeles értékhatáron belül mozog. Meg kell említeni, hogy míg az elektromos jelek, illetve hangnyomásértékek adott referenciaértékhez képest mért arányát decibelben szokás kifejezni, ugyanakkor más egységek használatosak a hangosság meghatározásához, illetve egyes kivezérlésmérők skáláinak alapértékei is lehetnek ettől különbözőek (lásd pl. a VU-mérőket, illetve az ITU-R BS.1770 ajánlást kiegészítő ITU-R BS.1771-ben definiált LU, azaz Loudness Unit egységet). A különbségek dacára azonban,

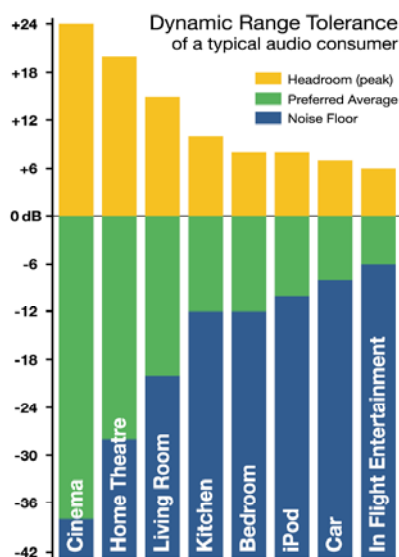
kellő körültekintéssel és a határok figyelembe vételével, sok esetben közvetlenül is összevethetők az egyébként hasonló módon számított logaritmikus arányértékek.

Műsортípus	Normál csúcsérték	Dinamika-tartomány
Beszéd, beszélgetések, hírműsorok, dráma, dokumentumműsorok, játékok, vetélkedők, konferanszok	5	1-6
Zene, varieté, tánczene	4,5	2-6
Rézfúvósok, katonazene	4	2-5
Zenekari koncertek	6	1-6
Könnyűzene	5,5	1-6
Popzene	5	2-5
Nagymértékben komprimált hangú műsoranyagok	4	2-4
Nagymértékben komprimált hangú reklámok	4	2-4

**1. táblázat. BBC ajánlás műsoradások szintjének beállítására IEC Type IIa csúcsértékmérő műszer használatával (Emmett nyomán [7]).**

Az 1. táblázatban megadott adatok értelmezéséhez pusztán ökölszabályszerű kiegészítésként néhány adat: 1 dB szintkülönbség hallás alapján nagyjából az észlelhetőség határán van, 3 dB már jól észrevehető, míg 6 dB szignifikáns, korrekciót kívánó különbséget jelent.

Mindezen hatások részletesebb vizsgálatára számos tesztet végeztek világszerte. Lund [2] a kanadai McGill University és a dán TC Electronic A/S tesztjeire hivatkozva publikálta a 2. ábrán látható diagramot.



**2. ábra. Átlagos nézők és hallgatók dinamika-toleranciája különböző helyzetekben [2].**

A diagram megfelelő létszámú mintacsoportok esetében mért dinamika-tolerancia értékeket ad meg különböző hallgatási körülmények között. Az ábrán a 0 dB-es szint az átlagos kivezérlésértéket jelöli. A diagram azt mutatja, hogy otthoni körülmények között sok esetben az átlagos kivezérlés fölötti 7-9 dB-es dinamikuscsúcsok már nehezen tolerálhatók, mobil környezetben pedig ennél is kisebb a toleranciaküszöb.

Csupán a fentiekből levezetve a legbiztonságosabb megoldásnak az tűnne, hogy a túlvezérléseket minél erőteljesebben korlátozni kell – a dinamikataromány ilyen, egyéb megfontolások nélküli túlzott beszűkítése viszont esztétikai és hanghűséget érintő problémákat vet föl. Különbséget kell tenni azonban a különböző típusú dinamikaváltozások között is. Egy film dramaturgiájához igazodó, vagy egy nagyzenekari műbe szervesen beépülő rövid idejű erőteljes hangeffektusok kevésbé bántóak, mint két egymást követő műsoranyag hasonló nagyságú hangerőkülönbsége. Ez utóbbi eset az, amikor a néző, vagy hallgató bosszankodva a távvezérlőhöz, illetve a hangerőszabályzóhoz nyúl, hogy elvégezze azt a munkát, amit a hangmérnök, technikus, esetleg az adáslebonnyoló automatika elmulasztott.

A Humanoid hangosságelemző alkalmazások automatizált elemző funkciója a fenti megfontolások figyelembe vételével jelöli meg a nagy valószínűséggel kritikus hangerőugrásokat a műsorfolyamban. Egy csúszó időablak segítségével számítja ki az aktuális átlagos hangosságintet, amihez képest az esetleges hirtelen hangosságnövekedéseket észlelni tudja. Hogy a fent említett, jellemzően rövidebb hanghatások téves jelzéseket minél kevesebb esetben okozzanak, a zavaróbb szintlépcsőket az alkalmazás úgy válogatja ki, hogy hosszabb, több másodpercig folyamatosan fennálló hangosságnövekedés esetén jelez csak. A folyamatosan magas hangerőt az alkalmazás úgy szűri ki, hogy szintnövekedés esetén nem a kivezérlés csúcsát, esetleg átlagértékét figyeli, hanem azt, hogy az adott időintervallumban mért minimumérték is egy bizonyos szint fölött van-e. A megelőző időszak átlagos kivezérlése és a hangerőugrást követő minimumérték közötti észlelési küszöb alapbeállítás szerint 6 dB, ami a fentiekben ismertetett adatok alapján nem túl szigorú, ugyanakkor nem is túlzottan nagyvonalú érték.

Az automatikus elemzőfunkció egy-egy műsorfolyam elemzése során elsősorban segédeszközként hasznos, de több műsor párhuzamos elemzésével, összehasonlító statisztika készítésével önmagában is informatív eredmény ad.

Pelczer Tamás

#### Irodalom:

- [1] Levine, R.: The Death of High Fidelity. Rolling Stone, December 27, 2007.
- [2] Lund, T.: Control of Loudness in Digital TV. Proceedings of NAB BEC, 2006.
- [3] Skovenborg, E. & Nielsen, S. H.: Evaluation of Different Loudness Models with Music and Speech Material. Proceedings of the AES 117th Convention, San Francisco, 2004.
- [4] Klar, S. & Spikofski, G.: On Levelling and Loudness Problems at Television and Radio Broadcast Studios. Proceedings of the AES 112th Convention, Munich, 2002.
- [5] Spikofski, G. & Klar, S.: Levelling and Loudness in Radio and Television Broadcasting. EBU Technical Review, January 2004.
- [6] Lund, T.: Specifying Audio for HD. Proceedings of NAB BEC, 2007.
- [7] Emmett, J.: Audio Levels in the New World of Digital Systems. EBU Technical Review, January 2003.