

Új típusú fülhallgatók objektív és szubjektív kiértékelése

WERSÉNYI GYÖRGY

Széchenyi István Egyetem
wersenyi@sze.hu

Kulcsszavak: fejhallgató, fülhallgató, átviteli függvény, mérés technika, szubjektív teszt

A szokványos fejhallgatók és fülhallgatók mellett az utóbbi években megjelent új típusú (ún. micro-driver elvű) fülhallgatók objektív és szubjektív minősítését végeztük el. Ezek az eszközök – a gyártók állítása szerint – jobb mélyhangátvitelt, nagyobb zajsűrészt és könnyű súlyuk miatt kényelmes viseletet garantálnak. Süketszobai, műfejes mérésekkel öt gyártó hasonló felépítésű, és egy gyártó szokványos konstrukciójú fülhallgatóját mértük meg és hasonlítottuk össze. Az átviteli függvények meghatározása mellett a külső zajok csillapításának mértékét is vizsgáltuk. Ezt követően szubjektív lehallgatási tesztek során is elvégeztük a minősítést. Megállapítható, hogy a gyártók által ígért paraméterek jórészt teljesülnek, de ez elsősorban a megfelelő illesztés, a cserélhető szivacsok függvénye. Továbbá, hogy a szubjektív tesztek összhangban állnak a mérésekkel és jó ár-érték arányban találhatunk eszközöket a felhasználási célnak megfelelően.

1. Bevezetés

Hangfelvételeket általában hangszórós lejátszáshoz készítünk. A szokványos, ismert sztereofónikus és a manapság elterjedt többcsatornás hangrendszerekhez is olyan felvételeket készítenek, melyeket hangsugárzókon játszunk le. Lejátszás során az adott helyiségben lévő hangsugárzók átvitele és a helyiség teremakusztikája határozza meg a végső hangélményt [1]. Ennek része, hogy a csatornák között természetes áthallás legyen (úgynevezett keresztáthallás), hiszen a bal hangsugárzóból érkező hang eljut a bal fülbe és valamivel később a jobb fülbe is, és viszont.

A praktikus okok (például utazás közbeni zenehallgatás), a környezetünk kizárása és/vagy annak zavartalan működése néha megköveteli a fejhallgatók lejátszást. Ennek során a két hangszórót „kellően közel” visszük a fülünkhöz és a típustól függően jobb-rosszabb minőségben kíséreljük meg a lejátszást. Az elsődleges következmény, hogy azonnal megszűnik a keresztáthallás: a bal csatorna csak a bal fület, a jobb csak a jobb fület fogja gerjeszteni. Továbbá a fejmozgatásával szerzett információ, mely normál szabadtéri hallásnál jelen van, elveszik: hiába forgatjuk a fejünket, nem jutunk új információhoz, a hangkép együtt mozog a fejmozgatással. Ez a furcsa szituáció megzavarhatja az agyat, kialakítva az egyik legnagyobb hibát, az úgynevezett fejközép-lokalizációt [1-4]. A fejhallgatók lejátszó rendszereket gyakran virtuális világnak, valóságnak is nevezük. Az igazi virtuális szimuláció, mely a tudományos mélységet célozza meg, nem csupán jó minőségű fejhallgatóval dolgozik, hanem annak kiegyenlítésével és egyéb jelfeldolgozási algoritmusokkal is, mint például az emberi fül átviteli függvényének reprodukciója [2, 5, 6].

A mindennapi életben azonban fejhallgatót otthon, illetve jórészt utazás közben használunk [7-9]. Elvárjuk a jó minőséget, a kényelmes hosszú távú viseletet, a

jó ár-érték arányt, a könnyű súlyt és a környezet zavarásának kölcsönös elkerülését. Egyrészt ki akarjuk zárni a környezet zaját, másrészt a zene kiszűrődését a környezet felé. A gyártók az igényeknek megfelelően eltérő minőségű és célú eszközöket gyártanak. Az otthoni hifi-, illetve a stúdiócélu fejhallgatók jobb minőségűek és drágábbak, mint egy hordozható MP3 lejátszóhoz szállított típus.

Az elnevezésekben is szokott zavar és félreértés lenni. A fejhallgató (*headphone*) olyan eszköz, mely a fejre illeszkedik, a fület többé-kevésbé betakarja és általában nagyobb méretű. A másik elterjedt típus a fülhallgató (*insert earphone, in-ear phone*), mely a fejre nem illeszkedik, kis méretéből adódóan a hallójárat bemenetéhez, a fülkagylóba illesztjük. Ezek inkább a mobil alkalmazásokhoz, mozgásban, utazáshoz népszerűek. Meglepő módon a minőségi különbségek nem egyértelműen szólnak egyik típus mellett vagy ellen.

Egy stúdióban inkább a fejhallgatót részesítik előnyben. A fejhallgatókat két nagy csoportra osztjuk attól függően, milyen az illesztés a fülre. A circum-aurális típus teljesen körülveszi az egész fülkagylót és a koponyára fekszik fel. Átvitelébe éppen ezért a fülkagyló szűrőhatása is belejátszik majd. A fülre felfekvő, a fülkagylót csak részben fedő típust supra-aurálisnak nevezzük. Egy másik csoportosítás szerint létezik zárt és nyitott típus. Ugyanakkor hangosításnál, élő koncerteknél a monitor hangszórók szerepét átvették a miniatűr, fülbe illeszthető, már-már láthatatlan fülhallgatók.

A legújabb, néhány éve elterjedt típust több névvel is illetik (*micro-driver, bass-boost, isolating earphones*). Ezek a szokásosnál lényegesen kisebb membránnal és átalakítóval vannak felszerelve, ugyanakkor az akusztikai üregek kiképzése és különösen a fülhöz való illesztést biztosító gumi-szivacs betétek segítségével erőteljes mélyátvitelt, erős környezeti zajcsillapítást, könnyű súlyt és jó minőséget ígérnek.

A fej- és fülhallgatók minőségi paramétereit mérni nehéz. Ezeknek az eszközöknek létezik érzékenysége, annak frekvenciamenete (átviteli függvénye) és egyéb nem műszaki paramétere. Ezek meghatározása objektíven, reprodukálhatóan, megfelelő műszerezettség mellett sem egyszerű feladat. Ebben a cikkben öt gyártó öt különböző típusú micro-driveres fülhallgatóját hasonlítjuk össze egymással és egy szokványos, kommersz fülhallgató típusal. Objektív átviteli függvény és csillapítás méréseket süketszobában, műfejfel végeztünk.

Ezt követően szubjektív tesztek is alávetettük őket, melynek során 32 tesztalany próbálta ki őket zenehallgatás során, pontozva őket különböző szempontok alapján. Célunk az volt, hogy megállapítsuk, valóban mérhetőek-e a gyártók által hangoztatott átviteli paraméterek és zajszigetelés, illetve, hogy megjelenik-e ez a szubjektív tesztek során. Kitérünk emellett a mérés technikai nehézségekre, a műfej mérés technikai problémájára is lehetséges megoldásokra.

2. Mérés technika

2.1. Érzékenység és átvitel

A fejhallgató érzékenységének definíciója:

$$e = p/U \quad [\text{Pa/mV}]$$

ahol p valamilyen üregben mért hangnyomás, U pedig a gerjesztő feszültség. Az érzékenységet 1 kHz-en, dB-ben (1 mW-ra) szoktuk megadni. Minél nagyobb az eszköz érzékenysége, annál nagyobb hangerősséget tud produkálni azonos bementő feszültség mellett. Az érzékenység frekvenciamenete az átviteli karakterisztika. A fejhallgatók mérés technikai leírását emberi fejen és kialakítási kérdéseivel a kilencvenes évek közepén Moller foglalkozott és összefoglaló cikkeiben részletes leírást ad tapasztalatiról [10-14].

2.2. Mérés

Méréskor a fejhallgatót megfelelő módon le kell zárni. A szokványos mérés technika nem megfelelő, hiszen kérdéses, hogy miként, hova helyezzük el a mérőmikrofont. Ráadásul a fejhallgató üzemi működési körülménye, hogy egy viszonylag zárt üregbe sugároz (hallójárat), melyhez történő illesztése alapjaiban befolyásolja az átvitelt. Mindenki tapasztalta már, hogy amikor a fejtől távol van a fejhallgató, csak a magas frekvenciás hangokat lehet hallani, majd amikor felhelyezzük a fejre, hirtelen „előkerülnek” a mély hangok is. Minél jobban illeszkedik a fejre az eszköz (minél jobban rányomjuk), annál jobb lesz a mélyfrekvenciás átvitel.

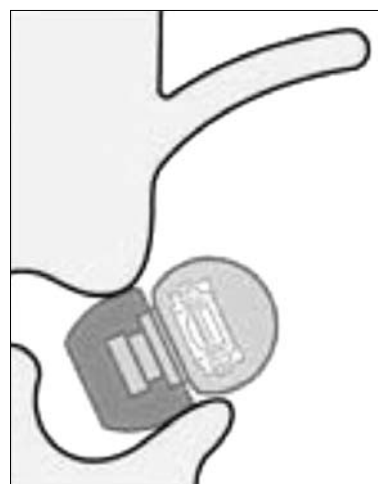
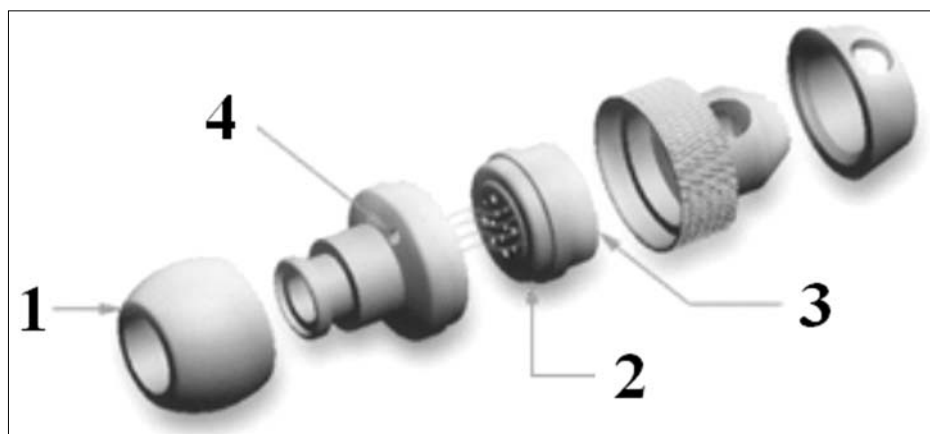
Műszaki akusztikai megközelítésből és az elektromechanikai transzformációk elvégzése után matematikailag a lezárás ideális esetben tisztán kapacitív. Amennyiben a tökéletes illesztettség esetével állunk szemben, a membrán által keltett hangenergiából semmi nem vész el, az teljes egészében a hallójáratba áramlik, melynek végén a dobhártya található. Ez akusztikai szempontból egy tökéletes üreg, és mint ilyen, egy mechanikai rugó lezárásnak is tekinthető. Hasonlóan ahhoz, amikor egy a végén befogott fecskendőben a dugattyút be-

nyomjuk: a levegő részben összepréselhető, majd az rugóként viselkedve „visszalöki” a dugattyút. Az ilyen, egy kondenzátorból álló lezáró hálózat átviteli függvénye aluláteresztő szűrő jellegű, ideális esetben egyen-áramú átviteltől egy meghatározott felső törésponti frekvenciáig.

A kényelmi szempontok (szivacsos illesztés) és egyéb mechanikai megfontolásokkal könnyen belátható, hogy az illesztés a valóságban sosem tökéletes, a fej és a fejhallgató kapcsolódásánál a megmozgatott levegő egy része távozik. A szaknyelv ezt a jelenséget „kiszuszogásnak” hívja, valós ellenállású akusztikai veszteségnek fogjuk fel (tulajdonképpen ennek következménye, hogy a környezet is hallja a fejhallgatóban szóló zenét és ami miatt a külső zavarok többé-kevésbé behallatszanak fejhallgatós zenehallgatás során). Ez a lezárás ideális kapacitív jellegét elrontva, a kondenzátor helyett egy RC-tagot helyez az átvitelbe. Ezzel meg is szűnik az ideális aluláteresztő jelleg: egy alsó töréspont is megjelenik. Minél nagyobb ez a valós veszteség, annál magasabbra kerül az alsó törésponti frekvencia, annál jobban „elvesznek” a mély hangok. Ennek szélsőséges esete, amikor levesszük a fejhallgatót és abból csak kevés magas frekvenciás „cicegés” jut el hozzánk.

Ebből az is következik, hogy a méréseket valamilyen üzemi körülményeket utánzó, de ugyanakkor szabványosítható eljárás során végezzük. Speciális eszközök, műfülüregek, műfejek szimulálják az üzemi körülményeket és szabványok határozzák meg, mekkora erővel kell rányomni az eszközt a mérőműszerre. Természetesen, a felhelyezés a fejre lényeges szempont: feltehetőleg nem lehet kétszer egyformán ugyanazt az eszközt felhelyezni, így több mérés (fel- és levétel) eredményét szoktuk átlagolni és vizsgálni. Végül, a fejhallgató típusától függően, a fülkagyló szűrőhatása az átvitelben megjelenik. Szupra- és circum-aurális típusoknál erőteljesebb ez a hatás, különösen a 3-4 kHz környékén jellemző kiemelés, amely egyértelműen a fülkagyló járatának a hatása [1, 15, 16]. A fülkagylót kevésbé lefedő, a hallójáratba illesztett típusoknál ez nem olyan szembetűnő. Tekintettel arra, hogy a mélyfrekvenciás átvitel jórészt az illesztettség függvénye, a kis hallójáratba illeszthető típusok is meglepően jó, gyakran a nagyobb, drágább eszközöknél is jobb átvitelt produkálhatnak. A micro-driveres eszközök alapötlete is ez: a nagyon jó illesztés eredményeképpen jó mélyhangátvitel és jó külső zajszigetelés.

Moller a korábban említett méréseiben megállapította, hogy az átvitel messze nem lineáris, amely alacsony frekvencián elsősorban a fejhallgató érzékenységének tudható be. Magasabb frekvenciákon az eltérések oka inkább a személyek közötti individuális eltérésekből adódik, legfeltűnőbbben a kiemeléseknél és a csillapításoknál. Az ingadozás elérheti a 20 dB-t is, néha még struktúra sem ismerhető fel a diagramokon. A függvények blokkolt hallójárat bemeneti mérésénél 7 kHz környékéig felismerhetően rendelkeznek jellegzetes átvitellel, és 7-12 kHz között is felismerhetőek jellegzetességek.



1. ábra Micro-driveres fülhallgató felépítése:

- 1 – szilikongumi alapú cserélhető illesztő (3 pár),
2 – dinamikus driver, akusztikai illesztő, 3 – neodímium mágnes,
4 – lézeresen kivágott járat 3D hangtér-élmény növeléséhez

2. ábra

Illeszkedés a hallójáratba

2.3. Mérőrendszer

A mérésekhez műfejet vagy műülüregot használhatunk. A Brüel Kjaer cég Head and Torso Simulator Type 4128 C típusú műfeje a célnak megfelelő [17]. Általános vélekedés, hogy az irányinformációhoz nem szükséges a hallójárat hatása, a blokkolt hallójárat bemenetén lévő mérési pozíció is megfelelő [6]. Ettől függetlenül a műfejes mérések és felvételek virtuális hangtér szimulációhoz nem a legoptimálisabbak [18,19]. Más cégek is rendelkeznek megfelelő műfejekkel, például a Head Acoustics vagy a G.R.A.S. [20,21].

2.4. A mérendő eszközök

Ahogy korábban már volt róla szó, a micro driveres típusok elsősorban könnyű súlyukkal, kiterjesztett mélyfrekvenciás átvittel és változtatható méretű illesztő szivacsokkal rendelkeznek, a jobb zajsűrűség és illesztés céljából. Ez az illesztés döntően fontos a mélyátvitel és zajsűrűség szempontjából.

A kis méretből adódóan az elektroakusztikai átalakító és a membrán igen kis méretű. A kis méret mellett, olcsó, könnyű és mégis nagy mágneses erőteret létrehozó mágnesre van szükség. A neodímium a lantán tulajdonságaihoz hasonló, viszonylag ritka földfém. Vas-

bór ötvözete a legerősebb permanens mágnes, melyet tartós nemesfém bevonattal óvnak a korróziótól. Olcsó és könnyű a súlya, de mechanikailag törékeny. Jó minőségű eszközökben ilyenet használnak (1-2. ábrák).

Vizsgálatunkban öt gyártó micro-driveres típusa és egy gyártó hagyományos típusa vett részt. Az 1. táblázat tartalmazza a gyártók által megadott műszaki paramétereket, a 3-4. ábrák pedig az eszközök fotóját.

3. Objektív tesztek

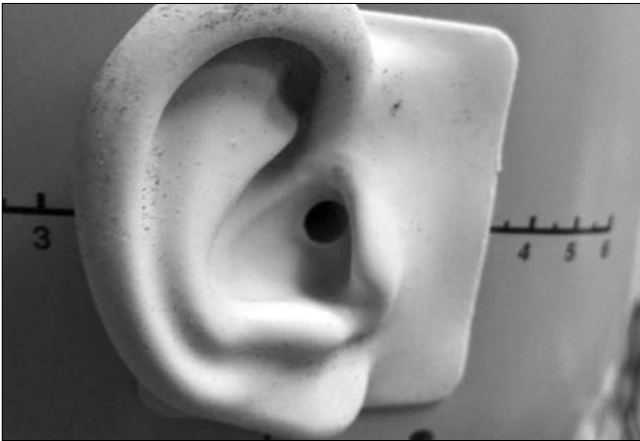
Objektív, műszaki paraméterek mérése volt az első feladat. Ez természetesen az átviteli karakterisztika meghatározását jelentette, különös figyelemmel a mélyfrekvenciás tartományokra. Második lépésben a fülhallgatókat gerjesztés nélkül, pusztán fül dugóként használva a külső zajok csillapításának megbecslése következett.

A méréseket a Békésy György Akusztikai Kutatólaboratórium süketosztójában végeztük. A mérőműszer a BK 4128-as műfeje és a hozzá kapcsolódó PULSE rendszer. Az 5. ábrán is látható, a hallójárat bemenete meglehetősen kicsi, mely komoly mérés technikai problémához vezetett.

1. táblázat

A gyártók által a használati utasításban megadott specifikációk
(A Shure cég sem az adatlapon, sem a honlapon nem adja meg az átviteli tartományt.
A Sony terméke nem micro driver elvű, hanem hagyományos fülbe illeszthető fajta.)

Típus	Shure E3C	Sennheiser CX300	Creative EP635	KOSS Spark Plug	Thomson HED 132N	Sony Twinturbo MDR-E818LP
Átvitel	n.a.	18 Hz – 21 kHz	6 Hz – 23 kHz	10 Hz – 20 kHz	20 Hz – 20 kHz	12 Hz – 22 kHz
Érzékenység (SPL 1 kHz)	115 dB	112 dB	106 dB	112 dB	101 dB	108 dB
Impedancia (1 kHz)	26 Ohm	16 Ohm	16 Ohm	16 Ohm	16 Ohm	16 Ohm
Súly	28 g	12 g	12 g	25 g	15 g	15 g
Szivacs	8 pár kül. keménységű és méretű	3 pár kül. méretű, szilikon	3 pár kül. méretű, szilikon	2 pár kül. méretű, szivacs	3 pár kül. méretű, szilikon	szokványos szivacsparna
Egyéb	Wideband micro-driver		9 mm neodimum mágnes			„turbo megabass” neodimum mágnes



5. ábra A BK 4128-as műfej fülkagylója

3.1. Átviteli függvények

Az átviteli függvény méréséhez a PULSE LabShop programot és annak „frequency response” üzemmódját használtuk. A két bemenet (Input 1 és 2) spektrális hányadosát számítja és rajzolja ki, ebből egyik a kimeneten megjelenő, visszacsatolt gerjesztő jel, a másik pedig az egyik fülön keresztül mért fülhallgató jele. Egyszerre csak két csatornán lehet mérni, így mivel a visszacsatolt jelre szükségünk van, csak egy fület mérhetünk egyszerre. Gerjesztő jel a PULSE beépített fehérzaj generátora volt, a mérések eredményét körülbelül 500 mérési cikluson keresztül átlagoltuk. Egy eszköz összesen tízszer került lemérésre újbóli levétel és felhelyezés után.

Komoly problémát jelentett ugyanakkor a fülhallgatók hallójáratba illesztése. Még a legkisebb gumiszivacsokkal sem fért bele, gyakran elmozdult, mérés közben

kicsúszott, kiesett. Sajnos, nagyobb hallójárat nyílású fülkagyló nincs a műfejhez, ezt csak házilag lehetett volna barkácsolni (kitágítani). Így a mérés során kénytelenek voltunk rögzíteni az eszközöket a fejen. Ez a probléma tovább is mutat a jelenlegi vizsgálatunknál.

A mérések eredményei a 6. ábrán láthatók.

Összevetve a hagyományos felépítésű Sony és a micro driver-es fülhallgatók átviteli görbéit, kiválóan látszik, hogy a mélyhangok terén az utóbbiak sokkal jobban teljesítenek. Már első ránézésre is szembeütő a különbség az összevetésben. A micro driver-esek közül a Sennheiser, a Creative és a Thomson mutat jó mélyátvitelt, míg a Koss és a Shure elmarad társaitól a mélyhangok terén. Az első három felépítésében, külalakjában is nagyon hasonló és ez a felépítés jobbnak bizonyul a másik kettőnél.

3.2. Csillapításmérések

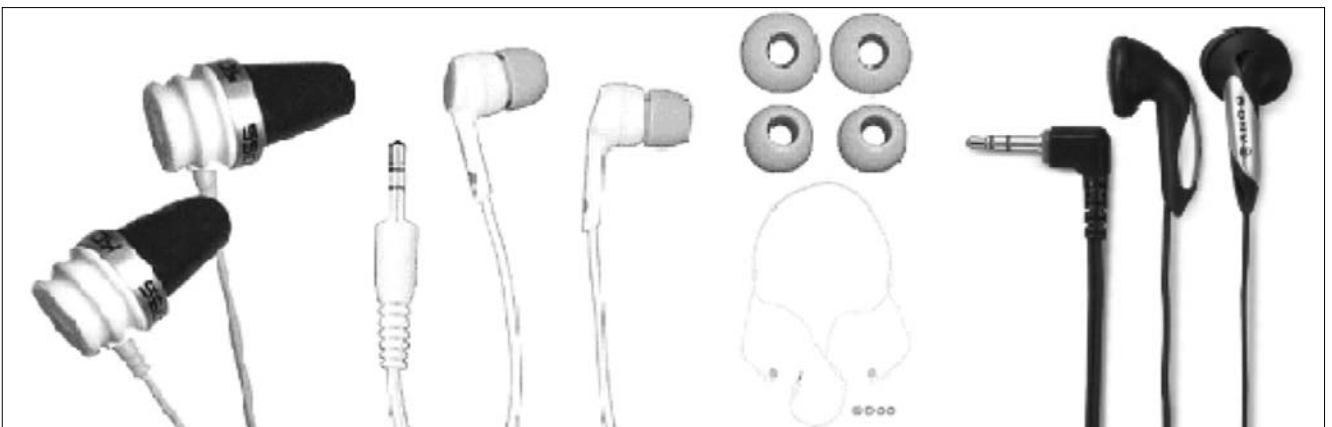
Csillapítás mérésére egyszerű módszert alkalmaztunk, hiszen nem a pontos frekvenciamenetre voltunk kíváncsiak, csak egy becslésre. A gerjesztést egy hangsugárzón keresztül adtuk ki és a műfejjel vett jel szintjét fülhallgatóval és anélkül is mértük. Szemből és oldalirányból is végeztünk mérést. Az irányok beállítása nem történt pontosan, mindössze szemmértékkel. A méréseket öt különböző frekvencián mértük: 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz és 8 kHz. A fülhallgató ez esetben mint fül dugó funkcionál, gerjesztő jelet nem adunk rá.

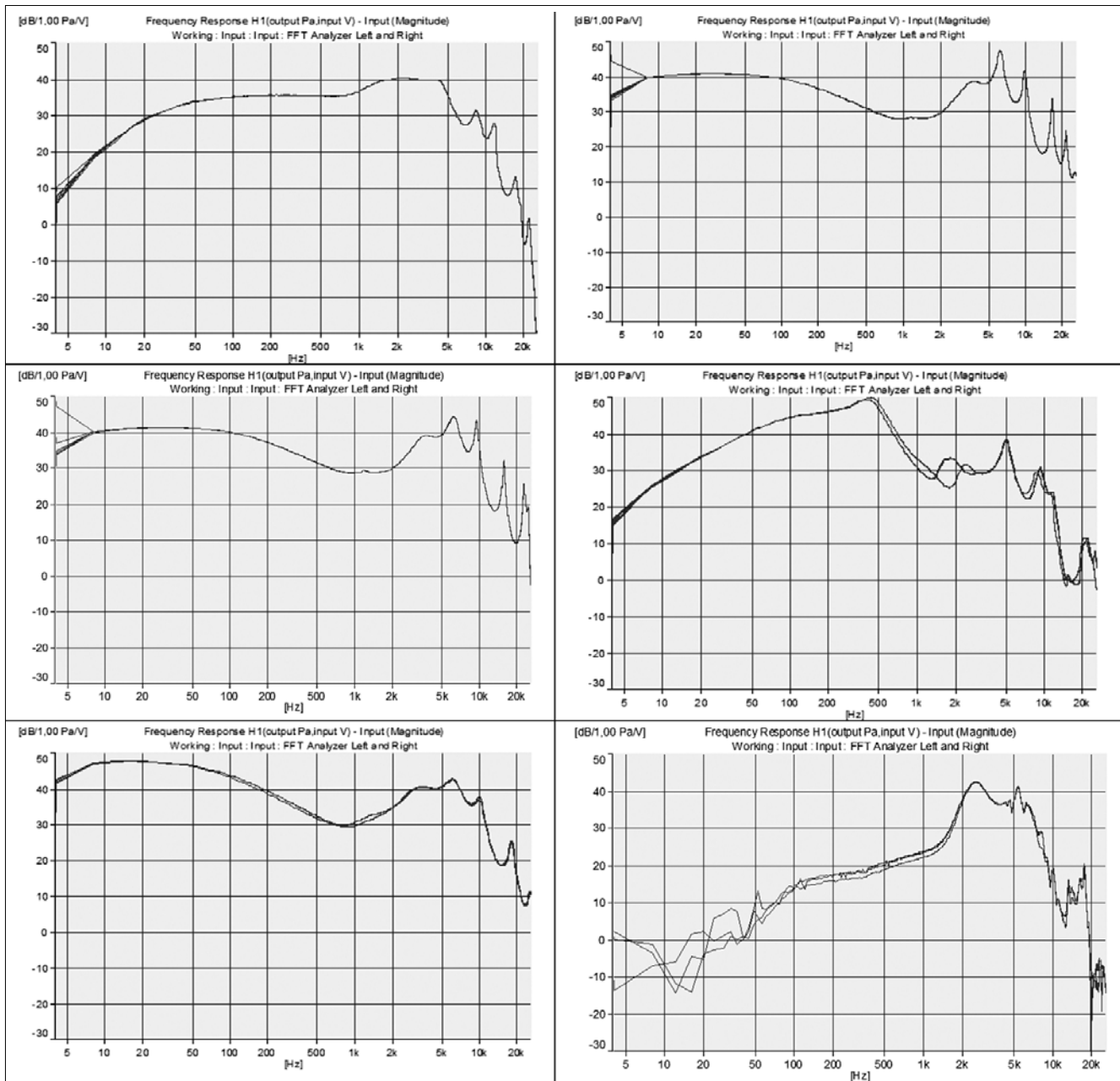
Az eredményeket szemből irányból a 2. táblázat és a 7. ábra mutatja. Az itt feltüntetett értékek a csillapítás dB-ben, azaz a fülhallgató nélkül mért jelszint és a fülhallgatóval mért jelszint különbsége.



3. ábra Shure, Sennheiser, Creative

4. ábra Koss, Thomson, Sony





6. ábra Átviteli függvények ismételt mérésekből

Balra fent a Shure E3C, jobbra a Sennheiser CX300. Középen balra a Creative EP-635, jobbra mellette a Koss Spark Plug. Alul balra a Thomson HED 132N, jobbra a Sony MDR-E818LP eredményei.

Az eredmények jól mutatják, hogy megfelelően választott szivacs esetén a micro driver-es fülhallgatók csillapítása lényegesen nagyobb a szokványos típushoz képest. Utóbbi minimális, néhány dB-es értékei elhanyagolhatók a többihez képest. Kiemelkedőek a Shure és a Sennheiser modelljei.

Oldalirányból érkező zaj esetén átlagosan még nagyobb csillapítási értéket produkáltak a fülhallgatók. A legnagyobb csillapítási értékkel rendelkező eszköz ismét a Shure és a Sennheiser volt. Az előbbihez a gyártó mellékelt nyolcféle(!) különböző méretű és anyagú fülpárnát, amelyekkel így mindenki megtalálhatja a neki legalkalmasabbat és legkomfortosabbat. Az oldalirányú mérések eredményei a 3. táblázatban és a 8. ábrán láthatók.

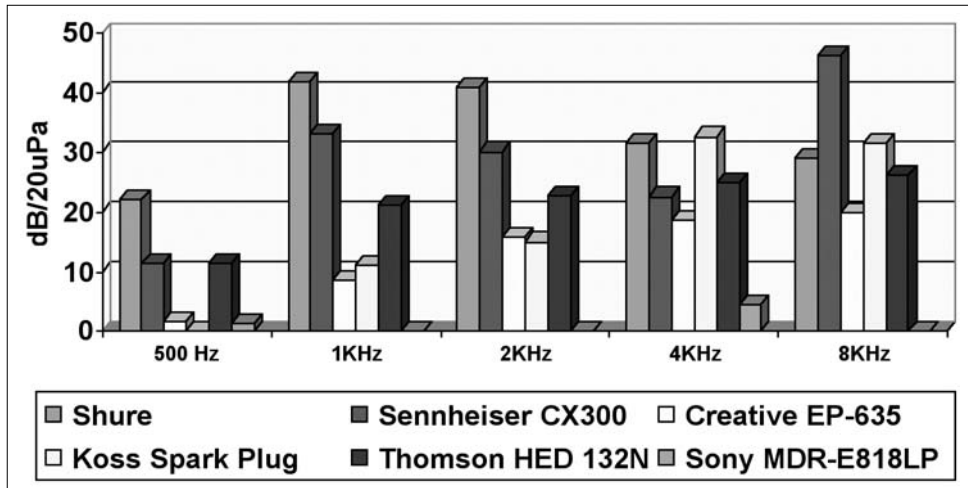
3.3. Méréstechnikai probléma

Ahogy korábban említettük, a műfülkagyló nem volt igazán alkalmas a kényelmes mérésre a bejárat szűksége miatt. Jelenleg is folyamatban van egy nemzetközi szabványosítási eljárás, amely újragondolná a már elég régi (ANSI S3.36/ASA58-1985) műfej szabványokat.

A bizottság jelenlegi (még el nem fogadott) javaslata alapján kétféle műfejtípus lenne szabványos. Az egyik a fejhallgatómérések számára, ahol a fülkagyló és a fej egyéb geometriája kellően egyszerű, elnagyolt. Tulajdonképpen „visszafejlődésről” van szó: felesleges komoly energiát fordítani a geometriára, hiszen egy műfülűreg is elégséges lehet. A végeredmény egy feltehetőleg gömb alakú fej, egyszerűsített fülkagylóval és a hallójárat bemenetén elhelyezett mikrofonnal lesz. Ez egyszerűsíti

	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Shure	22	41,7	40,8	31,5	29
Sennheiser	11,5	32,9	30	22,5	46,1
Creative	1,6	8,6	15,9	18,5	19,7
Koss	1,3	11,1	15	32,5	31,4
Thomson	11,3	21	22,6	24,8	26,2
Sony	1,3	0,1	3,3	4,6	0

2. táblázat Csillapításértékek szemből irányból (dB)



7. ábra A szemből irányú mérési eredmények összefoglalása

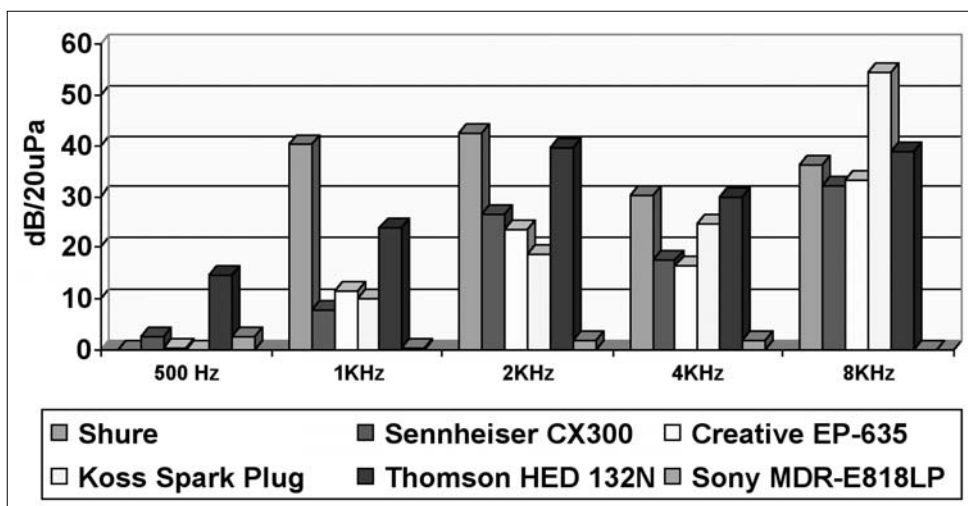
a műfejet, hiszen így nem kell a hallójáratot modellezni. Ezek az eszközök azonban nem alkalmasak ilyen mérésekre, mert csupán a fejhallgatók illeszthetők rá, a fülhallgatók és a micro-driveres eszközök egyáltalán nem. Célszerű lenne tehát a mikrofont a dobhártya helyén elhelyezni, egy viszonylag egyszerű hallójáratmo-

dell (akusztikai impedancia közelítő betartásával) létrehozni és különböző átmérőjű (cserélhető) hallójárat-be-meneteket alkotni. Felmerülhet a kérdés, ha az ilyen eszközöket műfej helyett műfülűreggel mérjük, mi a lét-jogosultsága a műfejnek? A válasz kettős: egyrészt a műfülűreg kevésbé alkalmas nagyméretű fejhallgatók mérésére, melyeket egy fejre kell ráhelyezni. Továbbá, a műfejek nem csupán fejhallgatókat mérnek, hanem sokszor telefonkagylókat, headset-eket, mobilkészülékeket stb. Ezekhez is szükség van valamilyen fejre. A mérések egy részénél pedig arra is szükség van, hogy a műfej „beszéljen”: szájszimulátorával és beépített hangszórójával mérőjeleket szolgáltatson.

3. táblázat Csillapításértékek oldalirányból (dB)

	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Shure	4,7	40,2	42,6	30,2	36,2
Sennheiser	2,7	7,9	26,4	17,4	31,9
Creative	0,5	11,4	23,3	16,5	33,2
Koss	0,4	10	18,5	24,5	54,3
Thomson	14,5	23,9	39,5	29,9	38,6
Sony	2,7	0,5	1,9	2	0

8. ábra Az oldalirányú mérési eredmények összefoglalása



A műfejek másik típusa ezzel szemben már-már individuális lenne. A mai számítástechnika lézeres letapogatással, MRI felvételekkel készült individuális fej-méretet és fejformát tud digitálisan tárolni és az alapján műfejet legyártani. Ez a már végtelenségig kifinomult, egyénre szabott megoldás célja nem a méréstechnika lenne, hanem a térhallás vizsgálatok, lokalizációs problémák, a HRTF függvények felvételének és binaurális felvételek készítésének világa [2]. Itt már felmerül olyan kérdés, hogy mennyire legyen aprólékos a kidolgozás, legyen-e haj, ruházat, esetleg méretarányosan kisebb fejek is megfelelnek-e [22]. A szájszimulátor megléte itt már nem feltétlenül szükséges.

4. Szubjektív tesztek

A szubjektív vizsgálat célja, hogy megállapítsuk objektíven meg nem határozható paraméterek fontosságát, illetve azok kapcsolatát az objektív eredményekkel. A kísérletben 32 különböző korú és nemű, eltérő zenei ízlésű alany vett részt.

A hallgatás során egyedül a hangerősség szabályozása volt megengedett a lejátszó készüléken. A lejátszáshoz egy Panasonic Discman-t használtuk, melybe audió CD-t helyeztünk. A lemezen különböző stílusú zene számokat gyűjtöttünk össze. A lehallgatás a győri Széchenyi Egyetem hangstúdiójában végeztük el, mely erősen csillapított, akusztikailag is szabályozott helyiség. Az alanyok minden típushoz kiválaszhatták a számukra optimális méretű szivacsot, majd közel fél órán keresztül szabadon választott sorrendben és tetszőleges mennyiségben próbálhatták ki (ugyanazt akár többször is) az eszközöket.

A vizsgálat során egy kérdőívet töltöttek ki, négy szempont alapján minősítve az eszközöket. Ezek az alábbiak voltak: komfort és kényelem, mélyhangátvitel, külső zajok szigetelése, teljes átviteli tartomány. Az egyes paramétereket 1-10-ig pontozták, ahol az 1 volt a legrosszabb, 10 a legjobb. A zajszigetelésnél megkértük őket, hogy ne kapcsolják be a zenét és csak füldugóként használják azokat. A kérdőív végén lehetőség volt minden típust szövegesen is röviden értékelni.

A 4. táblázat mutatja az átlagos eredményeket.

A táblázat az összes pontszám és paraméter átlagos értékeit mutatja, melyet érdemes összehasonlítani az objektív mérések eredményeivel. Külső zaj szűrésében a szubjektív pontokban kisebb a szórás, mint az objektív eredményekben. Érdekes módon a mérések alapján győztes Shure termék itt az utolsó helyre szorult az öt közül, míg második versenytársa az első lett. Jobb a korreláció az átvitel szempontjából: láthatólag a mélyhangok átvitele rendkívül fontos a felhasználónak. Az objektív tesztben rosszul teljesítő két típus itt is az utolsó helyre szorult. A hiányzó mélyhang átvitel szintén erősen összefügg a teljes átvitel paraméterrel: csak arra az eszközre mondták az alanyok, hogy „jól szól”, amelyben a mélyhang tartomány erőteljesen jelen volt. Megállapítható, hogy a legfontosabb feladat valóban a mélyhangok „kicsihilása” az eszközökből, amely a kis membránméret miatt gyakorlatilag a jó illesztés megvalósításával egyenértékű. A Shure és a Koss típusnak a membrán mérete lényegesen kisebb, mint az első háromé, így levonhatjuk a következtetést, hogy a membránméret még mindig rendkívül fontos szempont a mélyátvitel során. A Shure típusánál mindent elkövettek a dizájn, a sok fajta cserélhető szivacs szállításával – nem sok sikerrel. Sem a mélyhang átvitel, sem a teljes tartományú átvitel nem éri el a kívánt minőséget, ráadásul mindez a komfort rovására is megy.

A komfort kérdése a szivacs méretével és így a zajszűrő képességgel függ össze: minél jobb az illesztés, annál jobb a zajszigetelés. A szokványos fülhallgatókhoz szokott felhasználóknak eleinte zavaró a nagy csend és ezt hajlamosak diszkomfort érzéssel párosítani. Különösen veszélyes lehet ez utcán való közlekedésnél, így a gyártók sokszor felhívják a figyelmet arra, hogy kellő óvatossággal közlekedjünk. A jó zajszigetelés egy másik jó hatása, hogy a hangerőt nem szükséges olyan mértékben felerősíteni, ahogy korábbi típusoknál, ahol muszáj túlharsogni a környezetből beszűrődő zajokat. Az ember azt gondolná, ez magával vonja a hallórendszer védelmét is, azonban ez megtévesztő lehet, hiszen a jobb illesztés kevesebb veszteséggel jár, erőteljesebb mélyátvitellel párosul, így nem feltétlenül lesz jelentős hangnyomásszint-csökkenés a dobhártyán.

Ezek alapján a Sennheiser és a Creative terméke került ki győztesen, gyakorlatilag azonos eredményre. Kedvező árú és jó objektív és szubjektív megítélés alapján is az első két helyre kerültek. Jól szerepelt még a Thomson hasonló felépítésű eszköze. A Koss elsősorban a komfort és részben a teljes átvitelen szerzett kevés pontot. A hallgatók nem kedvelték a hosszúság, kényelmetlen szivacs típust. A Shure pedig annak ellenére, hogy messze a legdrágább eszköz (a vásárlás idején többre került, mint a másik öt együttvéve) igen csak elbukott a mélyhangátvitelen és a komfortérzete sem volt túl jó, a fülhallgatóhoz jár azonban nyolc pár szivacs és egy bőrtok is.

Végezetül, utolsó helyre szorult a Sony fülhallgatója, messze lemaradva a többitől az összes paraméter figyelembe véve. Mindenképpen jegyezzük meg, hogy ez nem a Sony típus sajátja, hanem egymaga reprezentálta a vizsgálatban a hasonló felépítésű, szokványos fülhallgató típusok mindegyikét. Választásunk eshetett volna más gyártó, vagy ugyanezen gyártó más típusára is, így lehetséges, hogy hasonló típusok ennél jobb (vagy még rosszabb) eredményeket szolgáltattak volna.

5. Összefoglalás

Vizsgálatunk célja az volt, hogy öt különböző gyártó, hasonló elven működő, úgynevezett micro-driver-es, hallójáratba illeszthető fülhallgató típusait megvizsgáljuk. A gyártók az új típus mellett felsorakoztatott érvei között szerepelt a jó mélyhangátvitel és a külső zajok erős szigetelése – összehasonlítva a szokványos fül-

4. táblázat Összesített értékelés 32 eredmény átlaga alapján*

	Komfort	Mélyhang átvitel	Külső zaj szűrése	Teljes átvitel	Átlag
Sennheiser	8,03	8,25	8,53	8,38	8,30
Creative	8,22	8,25	8,28	8,41	8,29
Thomson	7,28	7,47	7,91	7,41	7,52
Koss	4,59	8,25	8,13	5,06	6,51
Shure	5,41	5,50	7,59	6,38	6,22
<i>Átlag</i>	<i>6,71</i>	<i>7,55</i>	<i>8,10</i>	<i>7,13</i>	
Sony	4,53	4,38	2,84	5,41	4,29

*Az egyes paraméterek átlagából kihagytuk a Sony-t, mert az nem micro driver-es típus; az egyes típusok alapján előálló összesített sorrend szerint rendeztük a táblázat sorait.

hallgató típusokkal. Süketszobai, műfejes átviteli függvény mérésekkel objektív kiértékelés során határoztuk meg az átviteli karakterisztikákat, illetve szemből és oldal irányból történő csillapítást néhány jellemző frekvencián. Az eredmények – bár az egyes típusok között volt eltérés – alapján igazolták a fenti elvárásokat. Összehasonlításhoz egy gyártó egy szokványos típusú eszközét használtuk.

Szubjektív tesztek során 32 tesztalany CD audió zenehallgatás mellett értékelték a komfortot, a mély- és teljes tartományú átvitelt, valamint a zajszigetelő hatást. A micro driver-es típusok jobb megítélés alá estek a szokványos típusnál, de a paraméterek alapján erősen eltérő minősítést is kaptak.

Eredményeink igazolják, hogy ez az új típusú, új felépítésű fülhallgató a szokványos eszközökhöz képest jobban szigeteli a külső zajokat, noha ez a kényelmi szempontok rovására is mehet. A mélyfrekvenciás átvitelük objektíven és szubjektíven is jobb a korábbi típusoknál és mindez erőteljesen függ az alkalmazott szivacs méretétől. Nem megfelelő illesztés esetén a mélyhangátvitel a szubjektív megítéléssel együtt erőteljesen leromlik. Összességében elmondható, hogy a micro driver-es típusok kedvező, versenyképes árak miatt jó alternatívák lehetnek a hagyományos fülhallgatókkal szemben.

A szerzőről



WERSÉNYI GYÖRGY 1975-ben született Győrben. 1998-ban a Budapesti Műszaki Egyetemen szerzett okleveles villamosmérnöki diplomát. 1998 és 2002 között a Távközlési és Telematikai Tanszék doktorandusza a „Békésy György” Akusztikai Kutatólaborban, kutatási témája az emberi térhallás vizsgálatok és műfejes mérés technika voltak. Egy évet DAAD ösztöndíjjal a cottbusi egyetemen töltött, ahol 2002-ben PhD fokozatot is szerzett. 1998 óta tanít a Széchenyi István Egyetem Távközlési Tanszékén stúdiótechnikát, műszaki akusztikát, telekommunikációt és TV technikát. 2005-től egyetemi docens, a HTE győri tagozatának titkára, TDK- és államvizsgafelelős, az Audio- és Videotechnika Labor vezetője. 2004-től vendégelőadó a Lipcsei Telekom Főiskolán. 2002-ben Huszty Dénes Emlékdíjat kapott, 2003-ban és 2007-ben egyetemi Publikációs Nívódíjat. 1997-től tagja az OPAKFI-nak, 2000-től az Audio Engineering Society-nek, 2004-től a HTE-nek, valamint 2007-től az International Community for Auditory Display (ICAD)-nak. Kutatási területe a lokalizáció, virtuális valóság- és hangtér szimulációs megoldások, hallásmodellézés, vakokat segítő projektek, binaurális rendszerek.

Irodalom

- [1] J. Blauert:
Spatial Hearing.
The MIT Press, MA, 1983.
- [2] Gy. Wersényi:
Virtuális hangtér szimuláció és binaurális technológia.
Híradástechnika, Vol. LXII, Nr.2, pp.25–32., 2007.
- [3] M. Kleiner, B.I. Dalenbäck, P. Svensson:
Auralization – an overview.
J. Audio Eng. Soc., Vol. 41, pp.861–875., 1993.
- [4] D.R. Begault:
3-D Sound for Virtual Reality and Multimedia.
Academic Press, London, UK, 1994.
- [5] V. Larcher, J.-M. Jot, G. Vandernoot:
Equalization Methods in Binaural Technology.
AES Preprint #4858, 105th Convention,
San Francisco, 1998.
- [6] H. Møller:
Fundamentals of binaural technology.
Applied Acoustics, Vol. 36, pp.171–218., 1992.
- [7] <http://www.headwize.com/faqs.htm>
- [8] <http://www.headphone.com/>
- [9] J. Borwick:
The Loudspeaker and Headphone Handbook,
Focal Press (2nd ed.), 1994.
- [10] J.V. Hudeboll, K.A. Larsen,
H. Møller, D. Hammershøi:
Transfer characteristics of headphones.
Proceedings of 6th Int. FASE Conference, Zürich,
pp.161–164., 1992.
- [11] H. Møller, D. Hammershøi,
C.B. Jensen, M.F. Sorensen:
Transfer Characteristics of
Headphones Measured on Human Ears.
Journal of AES, Vol. 43, No. 4, pp.203–217., 1995.
- [12] H. Møller, C.B. Jensen,
D. Hammershøi, M.F. Sorensen:
Design Criteria for Headphones.
J. Audio Eng. Soc., Vol. 43, No. 4, pp.218–232., 1995.
- [13] H. Møller, M.F. Sorensen,
C.B. Jensen, D. Hammershøi:
Binaural Technique:
Do we need individual recordings?
J. Audio Eng. Soc., Vol. 44, No. 6, pp.451–469., 1996.
- [14] M. Zollner, E. Zwicker:
Elektroakustik.
Springer Verlag, Berlin, 1998.
- [15] E.A.G. Shaw:
Transformation of sound pressure level from
the free-field to the eardrum in the horizontal plane.
J. Acoust. Soc. Am., Vol. 56(6), pp.1848–1861., 1974.
- [16] S. Mehrgart, V. Mellert:
Transformation characteristics of
the external human ear.
J. Acoust. Soc. Am., Vol. 61(6), pp.1567–1576., 1977.
- [17] <http://www.bksv.com/>
- [18] A. Illényi, Gy. Wersényi:
Environmental Influence on the fine Structure of
Dummy-head HRTFs.
Proceedings of the Forum Acusticum 2005, Budapest,
pp.2529–2534., 2005.
- [19] H. Møller, D. Hammershøi,
C.B. Jensen, M.F. Sorensen:
Evaluation of artificial heads in listening tests.
J. Acoust. Soc. Am., Vol. 47(3), pp.83–100., 1999.
- [20] <http://www.headacoustics.com/>
- [21] <http://www.gras.dk/>
- [22] T. Hirahara, H. Sagara, M. Otani:
Sound localization with scaled dummy-heads
on a TeleHead.
Proceedings of ICA 2007, Madrid, Spain, 2007.

MobilParkolás 21 városban

A Pannon GSM részéről Drozdy Győző vezérigazgató-helyettes, valamint az EME Zrt, a T-Mobile és a Vodafone jelenlévő vezetői közös sajtótájékoztatón jelentették be, hogy a három hazai mobilszolgáltató előfizetői zökkenőmentesen kiegyenlíthetik parkolásuk ellenértékét mobiltelefonjuk segítségével. A számlás és kártyás előfizetők számára egyaránt elérhető szolgáltatás Budapest mellett már 20 vidéki városban is igénybe vehető. A MobilParkolás-t használó előfizetők hitelkeretük vagy univerzális egyenlegük terhére kétféle módon vásárolhatják meg mobil parkolójegyüket: amennyiben nem biztosak abban, hogy mennyi ideig lesznek távol autójuktól, tetzés szerint bármikor elindíthatják és le is állíthatják a parkolást, míg az előre meghatározott idejű parkolás akkor javasolt, amikor biztosan tudják, mikor is fognak visszatérni autójukhoz. Az autósok a környezetbarát és gyors megoldás segítségével időt és fáradságot takaríthatnak meg, hiszen nem kell többé megfelelő mennyiségű aprópénzről gondoskodniuk, illetve biztosak lehetnek abban, hogy valóban akkor összeget fizetnek a parkolásért, amennyi időt parkolással töltöttek.

A szolgáltatás előzetes regisztrációt nem igényel, könnyen és egyszerűen használható: az autó rendszerát, illetve előre meghatározott idejű parkolásnál a parkolás időtartamát is a parkolóautomatán található telefonszámra elküldve máris megérkezik a visszaigazoló SMS és nem kell attól tartania, hogy az autóst dolga végeztével az autójához visszaérve „mikulás-csomag” fogadja majd a szélvédőn.

Samsung-újdonságok

A Samsung bejelentette mobil fejlesztői programját, a Samsung Mobile Innovator-t, amely mostantól kiterjeszti a támogatást a Java és Windows Mobile platformokra is. A két új program támogatásának bejelentése a tavaly októberi, Symbian S60 támogatását követi a sorban, így bizonyítja a Samsung elkötelezettségét a nyílt forráskódok használata iránt. A vállalat segítségére lesz a fejlesztőknek abban is, hogy alkalmazásaikat a Samsung Application Store-ban is kereskedelmi forgalomba tudják hozni. A fórumok mindegyike ingyenes tagságot biztosít a fejlesztők számára, függetlenül attól, hogy csak egy vagy több platformot céloznak meg.

<http://applications.samsungmobile.com>

...

A Samsung Electronics februárban bemutatott készüléke szervesen illeszkedik a cég fenntartható környezetre vonatkozó víziójába. A lapos, lekerekített, csillógó kavicsot mintázó Blue Earth az első napenergiával működő teljes érintőképer-

nyős telefon. A felhasználók a készülék hátoldalán található napelemmel elegendő energiát gyűjthetnek ahhoz, hogy telefonjuk bármikor rendelkezésükre állhasson. A készülékház egy PCM nevű újrahasonított műanyagból készül, amelyet PET palackokból állítanak elő, így csökkentve a gyártás során felhasznált széndioxid kibocsátás mértékét.

A telefon egyedülálló felhasználói felülettel rendelkezik, amelyet arra terveztek, hogy felhívja figyelmünket bolygónk sebezhetőségére. A legenergiatakarékosabb üzemmód érdekében a felhasználónak csak egy érintésére kerül „öko-módra” kapcsolni. Az öko-séta funkció használatával pedig a telefon méri és kimutatja a kibocsátott széndioxid megtakarítását, amelyet a felhasználó sétával ér el, azaz nem járművel közlekedik.

Egyre népszerűbb a Nav N Go

A 2008. decemberi hivatalos indulása óta a Nav N Go iGO 8 platform térképfrissítő portálja több mint másfél millió oldal-töltést szolgáltat ki. A weboldal a korábbi három nyelv (magyar, angol és német) mellett immár francia, olasz és spanyol nyelven is elérhető, így egyre többen látogatnak az portálra a világ minden tájáról. A naviextras.com több mint 60 ország friss térképét és 3D-s extrákat is kínál a Nav N Go iGO 8 platform térképfrissítésekére és plusz térképekre vágó felhasználóinak. 2009 elejétől a naviextras.com újabb márkákat vett fel a támogatott eszközök körébe, többek között az Airis, az ASUS, az Aviton, a Next, a Toshiba, a DreimGo és a TELE System modelljeit. A letöltést és a telepítést az ingyenes és könnyen kezelhető PC-szoftver, a Naviextras Toolbox segíti, mely által a Nav N Go iGO 8 felhasználók nemcsak frissített és extra térképekhez jutnak, de olyan hasznos extrákra is szert tehetnek, mint például az Európában, az USA-ban, Kanadában, Szingapúrban vagy egyéb területeken található útbiztonsági kamerák. Néhány országra, közöttük hazánkra vonatkozóan is hamarosan rendelkezésre állnak a rendszeresen frissített üzemanyagárak is.

A Nav N Go által fejlesztett új navigációs szoftverplatformot, a vadonatúj iGO amigo-t a magyar cég leányvállalata, az NNG Global Services Llc. mutatta be a hannoveri CeBIT kiállításon. Az iGO amigo termékcsalád a sikeres iGO navigációs platformsorozat legújabb tagja, mely egyedülálló, testre szabott és azonnal használatba vehető navigációs megoldást kínál a kiválasztott OEM-partnerek számára. A felhasználóbarát funkciók és a vonzó megjelenés révén az iGO amigo a vállalat minden korábbi szoftverénél nagyobb felhasználói csoportot céloz meg.

Figyelembe véve a célpiacot alkotó felhasználói csoportok egyéni jellemzőit, a szoftver számos olyan intelligens funkciót kínál, amely elősegíti a program intuitív használatát. A program kezelésének elsajátítását könnyíti meg az integrált oktatóanyag is, mely pár lépésben bemutatja a szoftver használatát. A felhasználói élményt az iGO amigo vadonatúj, divatos felhasználói felülete is fokozza, mely animált képernyőváltásaival és élénk színeivel kiemelkedik a piacon kínálatából. Ezen felül az iGO My way védjegyeként ismert kiváló 3D-s navigációt sem kell nélkülözni: a Nav N Go által továbbfejlesztett technológia elérhetővé teszi ezt a lenyűgöző látványt még az alacsonyabb árkategóriás, alapszintű készülékeken is.

<http://www.naviextras.com/>

Aastra Technologies – a vállalati kommunikációs megoldásokért

Az Aastra Technologies Limited, kanadai központú, vállalati kommunikációs megoldások fejlesztésével foglalkozó nemzetközi cég termékínálata, az Ericsson vállalati kommunikációs részlegének sikeres átvételével, már a teljes IP kommunikációs spektrumot lefedi. Az Aastra legújabb és legnagyobb felvásárlása kiterjeszti a vállalat szolgáltatásait Magyarországon az IP-alapú kommunikációs szerverek, az egységesített kommunikációs alkalmazások és az integrált mobilitás területére. A vállalat vezető piaci pozíciója és növekedési stratégiája következő lépéseként megnyitotta budaörsi képviseletét, amelynek kulcsszerepet szán a magyarországi piac meghódításában és az ügyfelek emelt szintű kiszolgálásában.

A 600 millió kanadai dolláros éves árbevétel is meghaladó cég – részben az Ericsson vállalati kommunikációs részlegének egykori termékeire építve – rugalmas megoldásokat fejleszt minden típusú és méretű cég számára, legyen szó irodaházakról, kórházakról, vagy általános ipari és nagybiztonságú rendszerekről egyaránt. Az Aastra vállalati megoldásai az IP alapú infrastruktúrán alapuló alközpontok, multimédia kontakt-centerek, konferencia-rendszerek, integrált vállalati mobil kommunikációs rendszerek és ehhez kapcsolódó értéknövelt megoldásokból és szolgáltatásokból állnak. Az Aastra kiemelt kutatás-fejlesztési területe a mobilitás, az IP és SIP technológia, valamint a nyílt forráskódú megoldások.

A cég a vállalati megoldásait Magyarországon értékesítési partnereinek keresztül forgalmazza, melyek közül kiemelésre érdemes az Assono, a Telegram, a Kapsch Magyarország és a Telmo Kft.

<http://www.aastra.com/>