



HB1428

HÍRADÁSTECHNIKA

XLIII. ÉVFOLYAM

1992. FEBRUÁR

AKUSZTIKA

Bevezető gondolatok	Tarnóczy T.	1
Néhány mozzanat a magyar akusztika 1900 – 1950 közötti történetéből	Tarnóczy T.	2
A koaxiális hangszóró átviteli függvényei	Gaál D.	5
Hangfelvételekre adott ítéletek megbízhatóságának vizsgálata	Steinbach S.	9
Hangosítási tapasztalatok a magyarországi pápalátogatás fontosabb helyszínein	Illényi A.	13
Fizikai modell alapú digitális hangszintézis	Jánosy Z., V. Válimäki	21

Egyedi cikkek

Számítógépes oktatási rendszerek	Somogyi G.	25
--	------------	----

Gazdaság – Kutatás – Oktatás

A világ elektronikai ipara 1991-ben	Battistig Gy.	29
Néhány gondolat a műszaki fejlesztésről, az innovációról	Veress G.	31

Termékek – Szolgáltatások

Digidesign: Protocols – Soundtools		34
--	--	----

Hírek – Események

Inter-Noise 90. Konferencia		35
Az Audio Engineering Society 92. Konvenciója		35
A pápalátogatás rádió- és televízióközvetítései		37
A PKI Távközlési Intézet centenáriuma után		37
Az IBM befektet a Műszertechnikába		39

HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA

SZPONSZOROK

Főszerkesztő

BARANYI ANDRÁS

Rovatvezetők

BATTISTIG GYÖRGY

KORMÁNY TERÉZ

PRÓNAY GÁBOR

SOMOGYI ANDRÁS

Szerkesztők

BARTOLITS ISTVÁN

KÁSA ISTVÁN

LADVÁNSZKY JÁNOS

FÖLDVÁRINÉ OROSZ JULIANNA

ANTALNÉ ZÁKONYI MAGDOLNA

Munkatársak

ANGYAL LÁSZLÓ

Szerkesztőbizottság

TÓFALVI GYULA

elnök

BERCELI TIBOR

FAJKA BÉLA

FRIGYES ISTVÁN

GORDOS GÉZA

MOJZES IMRE

PAP LÁSZLÓ

SALLAI GYULA



MAGYAR TÁVKÖZLÉSI VÁLLALAT



MAGYAR MŰSORSZÓRÓ VÁLLALAT



MOTOROLA

Siemens Telefongyár Kft.



"AZ ÉPÍTÉS FEJLŐDÉSÉÉRT"
ALAPÍTVÁNY

Szerkesztőség

Budapest II., Gábor Áron u. 65.

Postacím

1525 Budapest, Pf. 15.

Telefon: 135-1097

201-7471

Telefax: 135-5560

Előfizetési díj

Hazai előfizetők részére

1 évre 2900,- Ft, egyes számok 360,- Ft

HTE egyéni tagjai részére

1 évre 480,- Ft, egyes számok 60,- Ft

Külföldi előfizetők részére

1 évre 6 angol szám 60 USD, 12 szám 90 USD, egyes számok 15 USD

HÍRADÁSTECHNIKA megjelenik havonta váltakozva magyar és angol nyelven. Kiadja a TypoTeX Elektronikus Kiadó Kft. Budapest I., Batthyány u. 14. 1015. Telefon: 201-3317. Felelős kiadó: Votisky Zsuzsa. Készült a HUNGAPRINT nyomdában. Szövegszedés: TypoTeX Kft. A lap példányonként megvásárolható a nagyobb könyvesboltokban és a kiadónál.
HU ISSN 0018-2028

BEVEZETŐ GONDOLATOK

A valamikor egységes „tudomány” kezdetben a filozófiára, matematikára és természettudományra tagolódott, és az utóbbi élő és élettelen területre vált szét. Az élettelen természettudomány csillagászat, fizikával, alkímiával, zenével és néhány további témával foglalkozott, de a fizika is részekre bomlott és már a XVII. században külön foglalkoztak mechanikával, optikával és akusztikával. Aztán a XX. század közepéig folytatódott a specializálódási folyamat. Ha azt kérdezzük az akusztikustól: mivel foglalkozik? Válaszolhatná, hogy ultrahanggal, zajkutatással, beszédakusztikával, sőt a laikus azt is várhatná, hogy az általa egyetlen „akusztika” fogalomnak megfelelő terem-akusztikával.

Az akusztika többtudományos voltát jól szemlélteti az a 14–16 szétváló szakterület, amely a földrengéstől, a víz alatti hírközléstől és haditechnikától, a fizikokémiai hatás-mechanizmuson, az anyagtechnológián keresztül az orvosi diagnosztikáig, sőt az agyi tevékenység egyes részleteinek tanulmányozásáig, nem egyszer a pszichológiai esztétikáig terjed.

Mindez a tárgy természetéből következik, hiszen az akusztika minden olyan mechanikai rezgés és hullám tudománya, amely 0,1 Hz-től 100 GHz-ig terjed. Csak azért, mert ma ekkora frekvenciatartományban tudunk jelenségeket tanulmányozni, illetve ezeket tudjuk technikailag előállítani. A 12 nagyságrend óriási kiterjesztés az érzékszervi hatást keltő (20 Hz–20 kHz) három nagyságrendhez képest. Valamikor pedig csak az utóbbi jelentette az akusztikát.

Emberi szempontból nézve a három nagyságrend is olyan sok témát és feladatot fog át, hogy a mai akusztikai irodalom 70–80%-a ezzel foglalkozik. Néhány ide tartozó kutatási terület: hallás, beszéd, zene, zaj. Példaként tekintsük át a beszéd-kutatást.

A magánhangzók és egyes állandósult állapotú más beszédhangok fizikai tartalmának vizsgálata a Fourier-elemzés segítségével régóta eredményesen folyik. De vannak több fizikai jellegből összetett, bonyolult hangformák is (a legegyszerűbbek a p, t és k), amelyek megismerése még a gyors Fourier-transzformációval is megoldhatatlan. Ilyenkor más módszerek és ellenőrző visszahallgatások használatosak a fizikai tartalom megismerésére. Azonban különálló hangok legritkább esetben léteznek a normális beszédben, ami annyira fokozza a nehézségeket, hogy az összes korszerű igyekezet (lineáris előrejelzés, digitális jel-fölismerés, inverz és konvolúciós eljárások stb.) hiábavalónak látszik a gépi beszéd-fölismerés megoldására.

Itt ki kell egy pillanatra térnünk a jel- és beszéd-fölismerés közti lényegi különbségre. A jelek általában kvantumozott elemek sorok vagy azzá tehetők, míg a beszéd folyamatos kapcsolódások és átmenetek sora. A kvantumozott jelrendszer megfelelő fogásokkal folyamatossá tehető (lásd a beszéd-összeállító berendezéseket), a fordított feladatot, vagyis a hangzó szöveg betűírásos jelsorrá alakítását egyelőre csak az emberi intellektus képes elvégezni. Azok a bonyolult technikai eljárások, amelyek bizonyos — rendkívül számítógép-igényes — fogásokkal eredményeket hoztak, nem valódi megoldások: mindig bizonyos korlátozott számú szótári anyagra vonatkoznak. Amellett nem személytől függetlenek (bár ilyeneket is hirdetnek), általában egy-egy nyelvre használhatók, amellyel a bővítésük horribilis összegek kerül, de akkor sem bővíthetők ki a teljes nyelvre. A nehéz feladat részleteinek vizsgálatával négy intézmény-

nyünk is foglalkozik: a Műszaki Egyetem, a Postakísérleti Intézet, a Békésy Laboratórium és a Nyelvtudományi Intézet.

Az elért eredmények biztatók. Az egyszerűbb feladat a mesterséges beszéd-összeállítás, megfelelő ideig tartó számítógépes betáplálással, több nyelvre is elég jó eredménnyel járt. A gépi beszéd-fölismerés 100–150-szavas föl- ismerésig szintén elég jól megy. A további előrehaladás érdekében is történnek — nem sok új eredményt hozó — technikai lépések. A nehézség ugyanis nem technikai, hanem elvi. A nyelvi redundancia az agy működési mechanizmusához idomul, viszont ellene szegül a pontos információval dolgozó technikai mechanizmusoknak. Az igazi cél a beszélt szöveg kvantált (pl. gépelt) végleges jelsorrá alakítása az eddigi módszerekkel nem eredményes.

A beszéd keletkezésének pontosabb ismerete, főként pedig az ide vonatkozó agytevékenység legalább elemi fokú ismerete is hiányzik ahhoz, hogy a problémát pontosabban megértsük.

Egészen más területe az akusztikának a hallástartományon kívül eső frekvenciájú hullámok viselkedésének és alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata. A század elején figyelték föl a 20 kHz fölötti hanghullámok jelentőségére, és mindjárt a biológiai hatásait kezdték tanulmányozni. Vízben kisebb állatok pusztulását vették észre, ha piezoelektromos hatás révén kvarckristályokat hoztak rezgésbe. A kémiai hatások (polimerek lebontása) megfigyelése után már emberi szöveteken is kísérleteztek, és rövidesen tisztázódott az ultrahangok fizikai tulajdonságai, terjedési viszonyai, közegekbe való átvezetésének technikai feltételei.

Mindebből az derült ki, hogy fémek és más szilárd testek átvilágítására az ultrahang pontosabb és hatékonyabb eszköz, mint a röntgensugár. Jelentős hatásbeli különbség van a gyöngye vagy passzív ($10 \dots 10^2 \text{ W/m}^2$) és az erős vagy aktív ($10^4 \dots 10^5 \text{ W/m}^2$) ultrahangok között. Az előbbieket az anyagvizsgálatban, fizikokémiai mérés-technikában és az orvosi diagnosztikai vizsgálatokban alkalmazzák. Közepes erősségű álló ultrahang hullámok létesítik a legfinomabb optikai rácsot. A nagyon erős ultrahang, elsősorban kavitációs hatásánál fogva szétbont és roncsol. A technikában tisztítási, csiszolási, fűrási stb. célokra veszik igénybe, a gyógyászatban például vesekövek, epekövek szétzúzására használják.

Az 1950–65 közötti években az akkori MTA Akusztikai Kutatócsoport kollektívája több alkalmazási területen nemzetközi viszonylatban is úttörő tevékenységet végzett. Ma ezen a területen nincs hazai igény tudományos vizsgálatokra.

A még nagyobb frekvenciák felé való kiterjesztésben a nemzetközi kutatás lassan eléri az akusztikai hullámhosszakkal az atomfizikai méreteket. Hiszen levegőben 300 MHz hullámhossza az infravörösbe (1000 Nm), 30 GHz-é pedig a lágy röntgensugarak tartományába (10 Nm) esik. Nagyobb hangsebességek mellett még nagyobb frekvenciájú gerjesztésre van szükség a kis hullámhosszak eléréséhez. Az Izotópkutató Intézetben például párhuzamosan vizsgálnak hő- és hanghullámokat fémekben 200 GHz frekvencián. A legkisebb elért hullámhossz 20 Nm körül van.

Köszönet illeti a Híradástechnika Szerkesztőségét, hogy lehetőséget adott az akusztika mai problematikájának rövid ismertetésére.

DR. TARNÓCZY TAMÁS

NÉHÁNY MOZZANAT A MAGYAR AKUSZTIKA 1900–1950 KÖZÖTTI TÖRTÉNETÉBŐL

TARNÓCZY TAMÁS

MTA TERMÉSZETTUDOMÁNYI KUTATÓLABORATÓRIUMOK

A század első felének akusztikai törekvései és kísérleti akusztikai eredményei Magyarországon. A korszak két kiemelkedő személyisége Békésy György és Magyar Endre. Az előbbi halláskutatási eredményeiért később Nobel-díjat kapott, az utóbbi indította el és fejlesztette ki a magyar rádiózást.

A tudományos fejlődés folyamán fizikusok, mérnökök, orvosok és zenészek rendszerint kapcsolatba kerültek az akusztikával. Ez a szakterület a XVII. század közepén alakult ki, s ma már a leginkább multidiszciplináris tudományszáknak tekinthető. Indokolásként röviden megemlíthetjük, hogy minden mechanikai rezgés, periódusos vagy rendszertelen állapotváltozás 0,1 Hz és 100 GHz között a tématerületbe sorolható. Bár a hallható tartomány az említett átfogásból csak 3 dekád, mégis az egész 12 dekádnyi terület azonos fizikai törvényeknek engedelmeskedik és azonos matematikai eszköztárral írható le. A határok még tovább tágíthatók, hiszen akár a földrengések területe, akár a fononok viselkedése ugyanezekkel a módszerekkel kutatható.

A század elején mindez még aligha volt előre látható: a fizikában a Chladni-féle porábráknál, a teremakusztikában a geometriai hangszámszerkesztésnél, a zenetudományban nagyjából a XVII. század eredményeinél, a halláskutatásban pedig Helmholtz tanításainál tartottunk. E területekhez kapcsolódnak a XX. századi hazai kutatások is.

Fontosnak tartom azonban megjegyezni, hogy az 1950-től kezdve fokozatosan följelődő, és ma a nemzetközi szintet tartó magyar akusztikai kutatási eredmények nem lettek volna elérhetők a század első felének törekvései és eredményei nélkül. Igaz, hogy a magyar akusztika hírnevének csúcspontja Békésy 1961. évi Nobel-díja, de ennek is az 1926–44 közti munka volt az alapja. Nem sokkal kisebbek a Postakísérleti Intézetben, az egyetemeken, a Távközlési Kutatóintézetben, az Akusztikai Kutatólaboratóriumban és más akadémiai kutatóhelyeken elért nemzetközi szintű eredmények sem, amelyeknek szintén megvan a maguk múltbéli indíttása. Ezért tartom épületesnek és főhajtásra készítőnek a múlt eredményeinek rövid ismeretét és méltatását.

Már a század elején is több magyar fizikus foglalkozott akusztikai kísérletekkel és eszközök készítésével, s ezekről számot is adott. Wittmann Ferenc, későbbi műegyetemi tanár első ide vonatkozó cikke 1902-ben jelent meg. A hangzó lángokról címen a Természettudományi Közönyben. Később ő is, miként a többek, német folyóiratokban publikáltak, hiszen Európa akkori nemzetközi tudományos nyelve a német volt. Wittmann, aki Schuller Alajos munkatársát is idézi, így ajánlotta különnyomatait kéziratossal dedikációval Eötvösnek: „Nagyméltóságú Dr. báró Eötvös Lóránd v.b.t.T.* akad. elnök, egyetemi tanár Úrnak”.

Ugyanebben az időben Mikola Sándor, kiváló középiskolai tanár Chladni-kísérleteiről és demonstrációs eszközökről írt értekezéseket. Érdekes és előremutató Czukor Károlynak 1915-ben a Német Fizikai Társaság kiadványában megjelent elméleti cikke, amelyet „Arad (Magyarország)” dátumozással látott el, és amelyben a kiadó megjegyzi, hogy a szerző a korrektúrát nem látta, mert időközben ismét a frontra kellett vonulnia. Ki tudja, mi lett a sorsa. . .

A vesztes háború és két egyetemünk elvesztése után a tudományos bénultság mintegy 5 évig tartott, de utána újult erővel indult meg az akusztikai tevékenység is. Ez részben külső körülményeknek tudható be: egyrészt a telefon-összeköttetéseket kellett európai szintre hozni, másrészt az új csodát, a rádió műsorszórását is be kellett vezetni. Szerencsére a belső erők is rendelkezésre álltak. 1923-ban szerezte meg doktori címét Békésy György, a későbbi Nobel-díjas akusztikus, és ugyanebben az évben kezdett Magyar Endre a Siemens-től beszerzett rádióadó üzembe helyezésével foglalkozni. Mindketten az ország akkor talán egyetlen igazi kutatóintézetében, a Postakísérleti Állomáson kezdték meg működésüket.

Békésy György (1899–1973) munkásságát elég jól ismerjük: 1926 és 1944 között végezte azokat a nevezetes hallásvizsgálatait, amelyekért jóval később, hazájától távol, de attól el nem szakadva, 1961-ben fiziológiai, ill. orvosi Nobel-díjban részesült. Az odaítélés indokolásában ez áll: . . . „a fül csigájában létrejövő ingerület fizikai mechanizmusának fölfedezéséért”. Az erre vonatkozó munkákat mind budapesti dátumozással publikálta. Még annyit említünk meg, hogy a díj átvételkor tartott beszédében Békésy kissé keserűen említett föl, hogy a korábbi Nobel-díjas Bárány Róbertet osztráknak, őt pedig amerikainak mondják, pedig mindketten magyarok. (Bárány esetében tévedett, mert ő nem is tudott magyarul.)

Magyar Endre (1900–1968) munkássága elsősorban a hazai rádiózás megindításával és fejlesztésével függ össze. Ebben más jelentős személyek (Tomcsányi Béla és István, sőt teremakusztikai kérdésekben Békésy is) segítségére voltak, de ő volt a motor mind a stúdiótechnika, mind az adástechnika megvalósításában. Kevesen tudják, hogy ő vetette föl a németekkel tartott egyik tárgyaláson, hogy nem két oszlop között kellene kifizíteni egy vízszintes antennát, arra egyetlen függőleges oszloppantenna éppen úgy megfelel. A német tárgyalófelek akkor finoman mosolyogva fejüket kopogtatták, vagyis Magyarit bolondnak tartották. Néhány év múlva a Telefunken megjelent az egyoszlopos antennával.

Magyar Endre azonban alapjában véve mégiscsak akusztikus volt. Tudjuk, hogy nevéhez fűződik a későbbi kassai rádióadó megszervezése és üzembe helyezése, s emiatt a háború

* valóságos belső titkos Tanácsos

után állásából el is bocsátották, de idősebb korában mindig azzal tréfálkozott, hogy száz éve foglalkozik akusztikával: 50 év óta hegedül és 50 éve rádiós.

Erről még érdemes néhány szót ejteni. Az első stúdiót a „PKI 100 éve” kiadvány szerint a Postakísérleti Állomás udvarán egy kiselejtezett bútorszállító kocsi alakították ki, és innen indították meg az első kísérleti közvetítéseket 1924. március 15-én. Szabadjon idéznem az említett kiadványból néhány sort erről a hőskorról (i.m. 20. lap)*:

A magyar rádió-műsorszórás első énekese Marczal János műszaki segédtsízt volt, aki bariton hangján főleg magyar nótákat adott elő. Taubler Margit gépíró nő volt az első nő, aki a Magyar Rádióban megszólalt és „A férj bevásárol” c. darabban együtt lépett fel Molnár Jánossal, a Rádió Osztály későbbi vezetőjével. Az első verset a rádió részére Magyar Endre írta és mondta el a „Falu végén” mintájára, melyben a rádiózás akkori nehézségein humorizált. Az első cigányzenés műsort Rigó Jancsi és zenekara szolgáltatta. A zenekar tagjai nem nagyon hitték el a rádió „hangtovábbítását”, mondván: „svindli az egész, de hadd örüljenek, hogy mi elhisszük.”

A Postakísérleti Állomás jellegzetes alakja Nemes Tihamér is, akiről a későbbi időkben, amikor a távolba látásnak, logikai gépeknek és a számítógép-technikának szentelte munkásságát, kevesen tudták, hogy akusztikával is foglalkozott. Nevezetesen, hogy egyszerű forgókorongos hangelemző berendezést szerkesztett, amelynek leírása egy amerikai folyóiratban jelent meg.

Vannak ennek az időszaknak más jelentős akusztikai eseményei is: 1928-ben megjelent az első magyar Építészeti akusztika című könyv a kitűnő építész, Möller Károly tollából. Az 58 szöveg- és 16 ábralapos könyvecske lényegében teremakusztikai ismereteket közöl. W.C. Sabine, G. Jäger és E. Michel munkáinak ismeretében értékes javaslatot tesz a Vigadó nagytermének akusztikai megjavítására. Ez később is fogas kérdésnek bizonyult, amikor vagy 50 év múlva Karsai Elekné szakértői munkájával a kiégett terem rendbe hozatalakor valóságos akusztikai változtatásokat vittek végbe.

Az akusztika más területein is megindult a hazai tevékenység. Az első világháború felszínre hozta az ultrahangok alkalmazásának ötletét és megvalósítását. A húszas években elsősorban a biológiai hatásokat vizsgálták, de a kémiai hatásokat is föl mérték. Itt kapcsolódott be a vizsgálatokba a későbbi híres atomfizikus, Szalay Sándor, aki Szent-Györgyi Albert mellett 1933/34-ben ma is idézett molekuláris változtatásokat hozott létre ultrahanghullámokkal. Szent-Györgyi maga is írt egy cikket ebből a tárgykörből. Korszakunk vége felé gyakorló orvosok is foglalkozni kezdtek ultrahangkísérletekkel (Garay és Berta 1940, Garay és Berencsi 1948), de kvarckristályuk eltört és nem tudták pótolni. A folytatás az 1950-es évekre maradt. Orvosi akusztikai vonalon Gyergyay Árpád dolgozataira hivatkozhatunk, aki 30 éven keresztül fiával együtt Kolozsváron dolgozott. A háború vége felé Halm Tibor repülőorvos kezdett — részben Békésy segítségével — akusztikai témákkal foglalkozni. 1931–35 között Rejtő Sándor és Dezős orvosprofesszorok az irányhallásról értekeztek.

Tágl és Winkler az egyetemen fúvóhangszerek akusztikai tulajdonságait tanulmányozta. A hangosfilm technikában Lohr Ferenc 1931 óta nemzetközi színvonalú, élenjáró

tevékenységet folytatott, gyakorlati és filmesztétikai kérdések tárgyalásába vezette be az akusztikai szempontokat, és teremakusztikai tervezéssel is foglalkozott. Pulvári Károly tervezőmérnök és föltaláló hangosfilm fölvevő és lejátszó rendszert dolgozott ki. De foglalkozott akusztikával számos mérnök, fizikus és orvos. Közülük csak néhány név: Gyulay Zoltán fizikus professzor, aki a Doppler-hatást vízhullámokkal demonstrálta, Czabaly László mérnök, aki az első budapesti zajfelmérést és zajtérképet készítette, Germán Tibor fülészprofesszor, aki a zajártalmakat kezdte vizsgálni, Kemény János műegyetemi adjunktus, aki az első hazai hanggátolás méréseket végezte és még sokan mások.

Haditechnikai szempontból is szóba került az ultrahangok fölhasználása. A háború vége felé érdekes módon egyszerre adtak ki feladatot a Békésy-féle Fizikai Intézetnek (Békésy akkor már egyetemi tanár is volt) és a Haditechnikai Intézet elektromos szakosztályának. Természetesen egymás munkájáról nem tudtak (szigorúan titkos), de mindkét helyen előre tudták, s később be is bizonyították, hogy a primitív ötlet — ugyanis az ultrahangok halálsugárként való felhasználása — megvalósíthatatlan, és pedig a levegőben terjedő nagyfrekvenciás akusztikai hullámok jelentős abszorpciója miatt. Mindössze egy belső jelentés készült belőle a H.T.I.-ben, amelynek kéziratát ma is őrzöm, a fölhasznált parabolatükrös irányítású Hartmann-síp pedig sokáig az akusztikai kutatócsoport birtokában maradt.

A 40-es években indult meg a fizikai beszédhangkutatás, amelynek néhány év leforgása alatt elég nagy nemzetközi visszhangja támadt. E sorok írója ebből a tárgykörből írta disszertációját és doktorált Békésynél 1943-ban. Mivel Békésy 1946-ban külföldre távozott, s később már csak kutatómunkájával foglalkozott, több doktoranduszt sohasem vállalt.

Még egy érdekes eseményről illik beszámolni az 1950 előtti időkből. A Műegyetemen már 1939-ben fölvetődött egy híradástechnikai tanszék fölállításának igénye. Mivel a tanszéki alapítványt az Egyesült Izzó tette, a döntés Aschner Lipót kezében volt és ő — helyesen meglátva a jövő nagy lehetőségét — egy atomfizikai tanszék mellett döntött. Azonban a kérdés 1944-ben újra fölmerült, elsősorban a rádió-, majd a radartechnikai haditechnikai fontossága miatt. Mint az év második felében már csak egyetlen bejáró tagja az akkori Atomfizikai Tanszéknek, hozzáam került a Bay Zoltánnak átküldött pályázatok anyaga. A pályázók a következők voltak: Babits Viktor, Magyar Endre, Nemes Tihamér, peremartoni Nagy Lajos, Jáky József, Kauser János (és talán Jesch László). Akkoriban kétségtelennek látszott, hogy a professzúrát az első két pályázó közül az egyik fogja megkapni, a kari ülés mégis a Haditechnikai Intézet elektromos szakosztályának vezetőjét, Jáky József mérnök-kari ezredest szavazta meg. A tanszék fölállítására azonban már természetesen nem kerülhetett sor, a kinevezett vezető pedig — sajnos — 1945 januárjában a H.T.I. bombázásakor családjával együtt ott lelte halálát.

A háború befejezése után az országban nagy lelkesedéssel és optimista akarással indult meg az újrakezdés. Rövidesen a tudományos élet megindítására is sor került. Számunkra azért is fontos dátum 1945, mert Fizikai hangtan címen megjelent az első magyar nyelvű teljes akusztika könyv. A szerző a Mérnöki Továbbképző Intézet 1944. évi tanfolyamán tartott előadásának bővített anyagát még az év folyamán megírta, és az Egyetemi Nyomda a könyvet ki is szedte. Kiadása ugyan az ostrom miatt elmaradt, de szerencsére a szedésnek semmi baja nem esett, így 1945 májusában a 172 lapos munka megjelenhetett.

*Dr. Sallai Gyula szóbeli engedélyével.

Az egyetemi oktatás újraindult, a Természettudományi Társulat óriási erőfeszítéseket tett, hogy a tudományos közleményekre is lehetőségünk legyen. A Közlöny folytatásaként új névvel (Természettudomány) 1946–48 között még fenn tudott tartani egy folyóiratot, mielőtt teljes megszüntetésére sor került. Az önszerveződő tudományos élet már 1945-ben orvosi–fizikai szimpóziumot rendezett létre, többek közt két akusztikai témájú előadással. Ugyanebben az időben a rádióadó helyreállításában ismét a Postakísérleti Állomás járt az élen, pedig az 1943. évi bombatalálat mind az épületben, mind az eszközökben nagy károkat okozott.

A műszaki képzés is magára talált — bár még 1944 végén a Műegyetemről sok oktatót, diákot és eszközt menekítettek nyugatra. A Műszaki Főiskola rövid életű fennállása alatt Valkó Iván Péter és Tarnóczy Tamás oktatta az akusztikát, és a tanítványok között ott volt Gallia Tamás, a későbbi híres milánói hangfelvétel cég vezetője. A Műegyetemen pedig végre fölállították a Vezetékes Híradástechnikai Tanszéket Vágó Artúr professzor, a Vezetéknélküli pedig Barta István professzor vezetésével, aki tudvalegőleg doktori értekezését annak idején Németországban beszédhang kutatásról írta.

Az építészek körében is utat tört az akusztika iránti érdeklődés. Kotsis Iván és Kiss Tibor professzorok legjobb tanítványaik képzése érdekében akusztikai szeminárium tartására kértek fel akkori akusztikusokat. A tehetséges fiatalok közt ott volt Farkasdy Zoltán, Budapest későbbi főépítse is.

A század második felére csak jónéhány év múlva lehet majd visszatekinteni. Annyit azonban előrevethetünk már most is, hogy a korszerű tudományos fejlődést átérzve, de a világszerte rohamos technikai haladást tisztes távoból követve, szervezettebbé és főként kollektívabbá vált az

akusztika tudományos művelése és technikai fejlesztése nálunk is. Sőt, az 50-es években például áttörő munkát végeztek a magyar kutatók az ultrahangfizika és -biológia területén. Ugyancsak rohamos fejlődésnek indult a hazai elektroakusztikai ipar és végre akusztikai tervezői tevékenység hatására jobb hangzásúak lettek újjáépített színházaink. Megindult a hanglezgyártás is, amely a kezdeti botladozások után ma már ott tart, hogy kitűnő fényhanglemezei (előkelőbbek számára: CD-lemezei) a világpiacon jegyzett zenei csemegék.

Nem beszélve most a rádió és televízió fejlesztése terén külföldön is elismert eredményeinkről, egyetlen fontos tudományos eredménycsoportot említünk még meg. Ezek pedig a beszédhangok és a beszéd fizikai, biológiai, pszichológiai és számítástechnikai vizsgálatai, az analízis, szintézis, gépi fölismerés terén végzett kutatások eredményei és világszerte idézett publikációi. Amikor 1959-ben a harmadik Nemzetközi Akusztikai Kongresszuson 9 előadással bemutatkoztunk, a résztvevő 26 ország között a nyolcadik helyen szerepeltünk, megelőzve többek közt Japánt, Belgiumot, Svédországot. A további sikerek folyamánaként 1971-ben a Nemzetközi Akusztikai Bizottság (ICA) Magyarországra bízta a 7. Nemzetközi Akusztikai Kongresszus megszervezését. Ezen, az akkoriban jelentős létszámú (1530 fős) kongresszuson 31 ország kutatói — mérnökei — alkalmazói vettek részt, a 615 kinyomtatott előadási anyag 4 hatalmas kötetben jelent meg. A nyelvi eloszlásra vonatkozó adat: 64% angol, 23% német és 13% francia előadás hangzott el. Egyébként ma is változatlanul ezek az ICA hivatalosan használható előadási nyelvei és a kongresszusokon soha nincsen tolmácsolás.

Ezzel nem merült ki akusztikai tevékenységünk ismeretése, s ez a rövid kitekintés csak még indokoltabbá teszi, hogy egyszer a század második felének eredményeiről részletesebben is beszámoljunk.

SOME FEATURES ABOUT THE HISTORY OF ACOUSTICAL RESEARCH IN HUNGARY BETWEEN 1900 AND 1950

T. TARNÓCZY

SCIENTIFIC RESEARCH LABORATORIES
HUNGARIAN ACADEMY OF SCIENCES
BUDAPEST, P.O.B. 132, H-1502 HUNGARY

A short summary of endeavour and results of experimental researches in the field of acoustical science in Hungary during the first half of our century. The two prominent names in this time were Georg von Békésy and Endre Magyari. The first mentioned person is famous by his results in hearing researches and won later a Nobel-Price, the second one was the most important personality in the setting in motion and the development of Hungarian Broadcast.



Dr. Tarnóczy Tamás 1933–38. Eötvös Kolégium, Szegedi Egyetem matematikus–fizikus oklevél, 1943. Budapesten doktrátus Békésynél, 1950. egyetemi magántanár, 1952. kandidátus, 1964. c. egyetemi docens, 1971. fizikai tud. doktora, c. egyetemi tanár. Munkahelyek: 1940–47. műegyetemi gyakornok, tanársegéd, 1946–49. múzeumi asszisztens, 1949-től egyetemi int. tanár, 1951–70. Akusztikai Kutatócsoport

vezetője, 1970–75. tud. tanácsadó, 1976–81. az MTA Akusztikai Kutatólaboratórium tudományos igazgató, 1981-től nyugalmazott tud. tanácsadó. Munkásságának eredménye 12 könyv, 310 tudományos dolgozat, számos ismertetés, recenzió, beszámoló. Két nemzetközi folyóirat szerkesztőségi tagja, 1963–75. a Nemzetközi Akusztikai Bizottság tagja, több bel- és külföldi tudományos társaság tagja, tiszteleti vagy tanácsadói tagja, az Akusztikai Komplex Bizottság (MTA) elnöke.

A KOAXIÁLIS HANGSZÓRÓ ÁTVITELI FÜGGVÉNYEI

GAÁL DEZSŐ

KANDÓ KÁLMÁN MŰSZAKI FŐISKOLA

A konstrukció gyakorlati mérési eredményeinek ismeretében a szerző megszerkeszti azt az elméleti modellt, amelynek számított átviteli karakterisztikái jó egyezést mutatnak a mérési eredményekkel. Megvizsgálja az átviteli függvény nemkívánatos irregularitásának okát és az ok megszüntetésének lehetőségét. Végezetül bemutat egy olyan — eddig nem publikált — konstrukciós lehetőséget, amelynek segítségével a keresztelési frekvencián is egyenletessé tehető az átviteli jelleggörbe.

BEVEZETÉS

Az 1950-es és 60-as évek technikai bravúrjának számított az elektroakusztika területén az az egyenletes frekvenciaátvitelt biztosító szélessávú hangszóró, amelynek lengőcsévéje a nagy membránon kívül a magas hangok megfelelő szintű kisugárzása érdekében még egy külön, kisebb sugárzó felületet is mozgató. Ez a külön kis felület lehet a lengőcsévével azonos átmérőjű, dómszerű héjszerkezet, de lehet a csévé átmérőjénél nagyobb szájméretű, kis kúpos vagy görbült kontúrú tölcser.

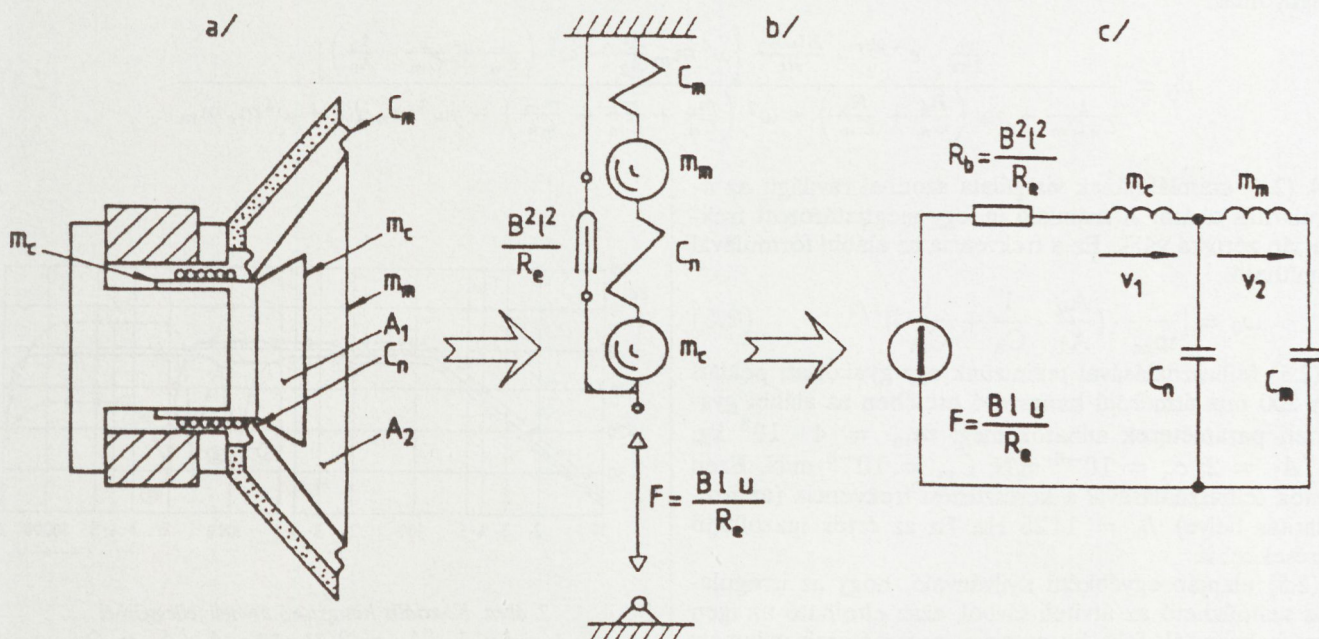
Napjainkban ilyen felépítésű koaxiális hangszórót stúdió minőségű hangszugárzás céljaira nem alkalmaznak. Ilyen hangszóró esetében ui. a magas hangokat sugárzó kisebb felület a kisfrekvenciás hangok ütemében is mozog, amely végeredményül frekvenciamodulációt, azaz Doppler-torzítást okoz. Stúdió minőségű hangszugárzás esetén az ilyen jellegű frekvenciatorzítás nem engedhető meg. Ezért manapság, amennyiben stúdióminőségű hangközvetítésre van szükség, akkor a hangfrekvenciás sávot 3-4 tartományra osztva, ún. többutas hangszugárzót szerkeszte-

nek, amelynél minden egyes frekvenciatartományt külön, keskenysávú hangszóró visz át. A fent említett koaxiális hangszóró azonban még napjainkban is tömegmennyiségben készül. Ezek felhasználási területe a kisebb minőségi igényeket kielégítő, de nagy tömegben gyártott táskarádiók, autómagnók, hangszórók, asztali rádiók stb.

E dolgozatban kizárólag ilyen jellegű koaxiális hangszórók átviteli jelleggörbáját fogjuk vizsgálni annál is inkább, mivel ezen konstrukciók csaknem mindegyike ugyanazon hiányossággal bír, nevezetesen, hogy az átviteli jelleggörbe a kisebb és nagyobb membrán keresztelési frekvenciáján jelentős egyenetlenséget mutat. Ez az egyenetlenség a mérési eredmények alapján „antirezonáns” jellegű.

1. AZ ELMÉLETI MODELL

A kis kúpos tölcserű tartalmazó koaxiális hangszóró szerkezetét az 1.a ábra szemlélteti. Ezen ábra alapján felrajzolhatjuk a hangszóró mechanikai helyettesítő képét (1.b ábra), majd ennek segítségével megadhatjuk a villamos analóg helyettesítő képét is (1.c ábra [2]).



1. ábra

a) A koaxiális hangszóró b) A mechanikai helyettesítő kép c) A villamos helyettesítő kép
 a) The coaxial loudspeaker b) Mechanical model of the loudspeaker c) Electrical model of the loudspeaker

Az 1. ábra jelöléseinek magyarázata:

m_m = a nagyobbik membrán tömege; m_c = a lengőcséve és a kisebbik membrán együttes tömege; c_m = a nagyobbik membrán rugózó szélének és a központosító pillének az eredő rugóengedékenysége; c_n = a lengőcséve csatlakozásánál (a nagyobb membrán nyakánál) kialakuló rugó rugóengedékenysége; A_1 = a kisebbik sugárzó felület (a mozgásirányú vetület); A_2 = a nagyobbik membránnak a kisebbik membrán által el nem takart része; $A_0 = A_1 + A_2$ = a két sugárzó felület összege (az A_0 megegyezik a teljes, takarás nélküli nagyobbik membrán felületével); Z_b = az erőgenerátor belső impedanciája; B = a légrésindukció; l = a lengőcséve huzalának hossza; u a hangszóró kapcsolófeszültsége; Z_e = a lengőcséve impedanciája.

A számítások egyszerűsítése érdekében az alábbi, jól megfontolt közelítésekkel élünk:

1. A vizsgált frekvenciatartományban, ahol az átvitel irregularitása jelentkezik, a lengőcséve impedanciája valószínűleg tekinthető, azaz a huzal egyenáramú ellenállásával közelíthető. Ezért $Z_b = B^2 l^2 / Z_e \approx B^2 l^2 / R_e = R_b$. Itt R_e = lengőcséve huzalának ellenállása.
2. A kisebbik, tölcészerű membrán sugárzási tulajdonságait a végtelen falban mozgó dugattyú sugárzási tulajdonságaival vehetjük azonosnak. Itt felmerülhet az a megfontolás, hogy ezen sugárzót dipólusnak tekintjük. A modellalkotás során végzett számítógépes

vizsgálatok azonban a gyakorlati mérési eredményeket tekintve nem igazolták ezen feltevés helyességét.

A 2. pontban foglalt feltételezés értelmében és a membránsebesség ismeretében a membrán tengelyében uralkodó távolférfi hangnyomás az alábbi módon számítható [1]:

$$p = j \rho_0 v \cdot \frac{\omega A}{2\pi \cdot r} \cdot e^{-jkr}, \quad (1.1)$$

ahol p = a tengelyférfi távolférfi hangnyomás; ρ_0 = a levegő sűrűsége; v = a membrán sebessége; ω = a körfrekvencia; A = a membrán felülete; r = a membrántól mért merőleges távolság; k = a hullámszám; j = a képzetes egység.

2. AZ ÁTVITELI FÜGGVÉNY

Az átviteli függvényt, amely jelen esetben a hangszóró távolférfi hangnyomás-karakterisztikája, nyilvánvalóan úgy határozhatjuk meg, hogy összeadjuk a kisebbik és a nagyobbik membrán által keltett hangnyomást. Az (1.1) felhasználásával:

$$p_0 = \frac{j \rho_0 \omega \cdot e^{-jkr}}{2\pi r} \cdot (v_1 A_1 + v_2 A_2), \quad (2.1)$$

ahol v_1 = a kisebbik membrán sebessége, míg v_2 = a nagyobbik membrán sebessége.

A v_1 és v_2 membránsebességeket az 1.c ábra figyelembevételével írhatjuk föl:

$$v_1 = \frac{\frac{Blu}{R_e} \left(\frac{1}{j\omega c_n} + \frac{1}{j\omega c_m} + j\omega m_m \right)}{(R_b + j\omega m_c) \frac{1}{j\omega c_n} + (R_b + j\omega m_c) \left(j\omega m_m + \frac{1}{j\omega c_m} \right) + \frac{1}{j\omega c_n} \left(j\omega m_m + \frac{1}{j\omega c_m} \right)} \quad (2.2)$$

$$v_2 = \frac{\frac{Blu}{R_e} \cdot \frac{1}{j\omega c_n}}{(R_b + j\omega m_c) \frac{1}{j\omega c_n} + (R_b + j\omega m_c) \left(j\omega m_m + \frac{1}{j\omega c_m} \right) + \frac{1}{j\omega c_n} \left(j\omega m_m + \frac{1}{j\omega c_m} \right)} \quad (2.3)$$

Behelyettesítve (2.1)-be a (2.2)-t és (2.3)-at, valamint figyelembe véve az $A_0 = A_1 + A_2$ összefüggést, az eredő hangnyomás:

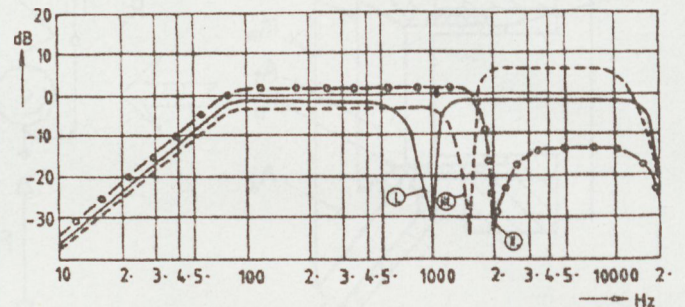
$$p_0 = \frac{\frac{\rho_0}{2\pi r} \cdot e^{-jkr} \cdot \frac{Blu A_0}{R_e} \left[\omega^4 m_m \frac{A_1}{A_2} - \omega^2 \left(\frac{1}{c_n} + \frac{1}{c_m} \cdot \frac{A_1}{A_0} \right) \right]}{\frac{1}{c_n c_m} + j\omega \left(\frac{R_b}{c_n} + \frac{R_b}{c_m} \right) - \omega^2 \left(\frac{m_c}{c_n} + \frac{m_c}{c_m} + \frac{m_m}{c_n} \right) - j\omega^3 m_m R_b + \omega^4 m_c m_m} \quad (2.4)$$

A (2.4) számlálójának vizsgálata azonnal rávilágít az irregularitás okára. A számláló ui. egy meghatározott frekvencián zérussá válik. Ez a frekvencia az alábbi formulával számítható:

$$\omega_0 = \left[\frac{1}{m_m} \cdot \left(\frac{A_0}{A_1} \cdot \frac{1}{c_n} + \frac{1}{c_m} \right) \right]^{1/2} \quad (2.5)$$

A (2.5) felhasználásával tekintsünk egy gyakorlati példát! Egy 200 mm átmérőjű hangszóró esetében az alábbi gyakorlati paraméterek adhatók meg: $m_m = 4 \cdot 10^{-3}$ kg; $A_0/A_1 = 2$; $c_n = 10^{-6}$ m/N; $c_m = 10^{-3}$ m/N. Ezen adatok felhasználásával a keresztezési frekvencia (az irregularitás helye) $f_0 = 1125$ Hz. Ez az érték igazolható mérésekkel is.

A (2.5) alapján egyébként nyilvánvaló, hogy az irregularitás számítható az átviteli sávból, azaz eltolható az igen nagy frekvenciák felé, ha az egyes paraméterek valamely extrém értéket vehetnek fel. Amennyiben pl. olyan módon szüntetjük meg a hangszóró koaxiális jellegét, hogy az A_1 -et minden határon túl csökkentjük, akkor, ahogy az elvárható $\omega_0 \rightarrow \infty$, tehát ω_0 kitolódik az átviteli sávból.



2. ábra. Koaxiális hangszóró átviteli jelleggörbéi
I. görbe: $A_0/A_1 = 2$; II. görbe: $A_0/A_1 = 4$;
III. görbe: a lengőcséve dómsugárzót is működtet

Frequency-responses of coaxial loudspeakers
Curve I: $A_0/A_1 = 2$; Curve II: $A_0/A_1 = 4$;
Curve III: the voice coil drives the dome radiator, too

Hasonló eredmény érhető el, ha $C_n \rightarrow 0$, azaz ha a membrán nyakának merevségét fokozzuk. Az m_m minden határon túl való csökkentésének a merevségi követelmények szabnak határt.

Jellegzetes irregularitásokat bemutató karakterisztikák láthatók a 2. ábrán.

Az ábra I. jelű görbéje esetében a felületviszony $A_0/A_1 = 2$. Az ábra II. jelű görbéje esetében a felületviszony $A_0/A_1 = 4$, amelynek megfelelően az irregularitás helye felfelé tolódik, s a lecsökkent kis membránfelület miatt a magas hangok szintje kisebb lett.

Az ábra III. jelű görbéje olyan koaxiális hangszórót reprezentál, amelynél a magas hangokat egy, a nagy átmérőjű lengőcsévére rögzített dómszerű héj sugározza le.

3. A KOAXIÁLIS HANGSZÓRÓ KOMPENZÁLÁSA

A (2.5) összefüggés vizsgálata alapján adódó lehetőségek az irregularitás megszüntetése (eltolása) céljából, sajnos, csak csekély jelentőséggel bírnak. Az igazi megoldást az jelentené, ha nem kellene az irregularitási frekvenciát eltolni, hanem közvetlenül magát a karakterisztikát lehetne valamilyen módon egyenletessé tenni. Az elméleti és a gyakorlati vizsgálatok azt mutatták, hogy ha megfelelő nagyságú, a nagyobbik membránnal közös sebességű mechanikai ellenállást építünk be valamilyen módon a hangszóróba, akkor elérhetjük azt, hogy az átviteli jelleggörbe egyenletes legyen a keresztezési frekvencián is. Jelöljük ezt a mechanikai ellenállást R -rel, és nevezzük kompenzáló ellenállásnak!

Írjuk fel most a (2.4)-et, de már kompenzált alakban (a $j\omega m_m$ -hez adjunk hozzá mindenütt R -et)! Tehát:

$$p_0 = \frac{\frac{q_0}{2\pi r} e^{-jkr} \cdot \frac{Bl u A}{R_e} \left[\omega^4 m_m \frac{A_1}{A_0} - j\omega^3 R \frac{A_1}{A_0} - \omega^2 \left(\frac{1}{C_n} + \frac{1}{C_m} \cdot \frac{A_1}{A_0} \right) \right]}{\frac{1}{C_m C_n} + j\omega \left(\frac{R_b}{C_n} + \frac{R_b}{C_m} \frac{R}{C_n} \right) - \omega^2 \left(\frac{m_c}{C_n} + \frac{m_c}{C_m} \frac{m_m}{C_n} \right) - j\omega^3 (m_c R + m_m R_b) + \omega^4 m_c m_m} \quad (3.1)$$

A (3.1) alapján nyilvánvaló, hogy az ω_0 frekvencián a számláló már nem válik zérussá, sőt, $\omega = 0$ kivételével semmilyen frekvencián nem tűnik el. Mivel azonban a lehető legegyszerűsebb átvitelre törekszünk, ezért azt írjuk elő, hogy az ω_0 frekvencián az átviteli görbe szintje

egyezzen meg a tömeggátolt tartomány szintjével. A (3.1) kifejezés számlálójában és nevezőjében ilyenkor már csak az ω^4 -es tag dominál.

Képezzve ezen határértéket, az alábbi feltételi egyenletet kapjuk:

$$\frac{1}{m_c} \cdot \frac{A_1}{A_0} = \frac{-j\omega_0^3 R \frac{A_1}{A_0}}{\frac{1}{C_m C_n} + j\omega_0 \left(\frac{R_b}{C_n} + \frac{R_b}{C_m} \frac{R}{C_n} \right) - \omega_0^2 \left(\frac{m_c}{C_n} + \frac{m_c}{C_m} + \frac{m_m}{C_n} \right) - j\omega_0^3 (m_c R + m_m R_b) + \omega_0^4 m_c m_m} \quad (3.2)$$

Ha a (3.2) egyenlet nevezőjével átszorozunk a bal oldalra, akkor a kapott jobb és bal oldal valós és képzetes részét egyenlővé tehetjük egymással. Ez az eljárás két feltételi egyenletet eredményez, amelyekből meghatározhatjuk a szükséges R és az optimális A_0/A_1 értéket.

A két feltételi egyenlet:

$$\begin{aligned} -\omega_0^3 R \frac{A_1}{A_0} &= \\ &= \frac{1}{m_c} \cdot \frac{A_1}{A_0} \left[\omega_0 \left(\frac{R_b}{C_n} + \frac{R_b}{C_m} \cdot \frac{R}{C_n} \right) - \omega_0^3 (m_c R + m_m R_b) \right] \\ 0 &= \frac{1}{m_c} \cdot \frac{A_1}{A_0} \cdot \left[\frac{1}{C_m C_n} - \omega_0^2 \left(\frac{m_c}{C_n} + \frac{m_c}{C_m} + \frac{m_m}{C_n} \right) + \omega_0^4 m_c \cdot m_m \right] \end{aligned} \quad (3.3)$$

A (3.3) egyenletekből rövid levezetés után kapjuk a szükséges és optimális paraméterek kifejezéseit. Ezek:

$$\frac{A_0}{A_1} = \quad (3.4)$$

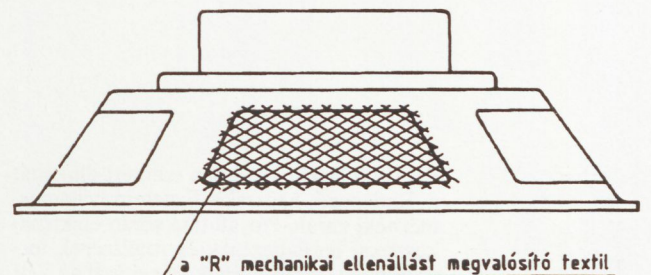
$$= \frac{1}{2} \left[1 + \frac{m_m}{m_c} - \frac{C_n}{C_m} + \sqrt{\left(1 + \frac{m_m}{m_c} - \frac{C_n}{C_m} \right)^2 + 4 \frac{C_n}{C_m}} \right]$$

$$R = R_b \left(\frac{A_0}{A_1} - 1 \right) = \quad (3.5)$$

$$= \frac{R_b}{2} \cdot \left[\frac{m_m}{m_c} - \frac{C_n}{C_m} - 1 + \sqrt{\left(1 + \frac{m_m}{m_c} - \frac{C_n}{C_m} \right)^2 + 4 \frac{C_n}{C_m}} \right]$$

Tekintsünk most egy számpéldát a (3.4) és (3.5) kifejezések felhasználására:

A 2. fejezet és $R_b = B^2 l^2 / R_e = 5 \frac{N_s}{m}$, $m_c = 2 \cdot 10^{-3}$ kg-ot figyelembe véve $A_0/A_1 = 3$ és $R = 10 \frac{N_s}{m}$ adódik. A felületviszony tehát a szokásos értékének adódott. A kompenzáló ellenállás pedig feltétlenül nagyobb a sugárzási ellenállásnál, ezért ezt úgy valósítjuk meg, hogy a hangszórókosár ablakait megfelelő áramlási ellenállású (ill. mechanikai ellenállású) textillel fedjük be (lásd a 3. ábrát).



3. ábra. Koaxiális hangszóró kompenzáló mechanikai ellenállással
Coaxial loudspeaker with compensating mechanical resistance

E megoldás során ügyelni kell arra, hogy a nagy membrán és a textil (az ellenállás) közti távolság az ω_0 frekvencián jóval kisebb legyen a hullámhossznál, mert csak

így valósul meg a membrán és a kompenzáló ellenállás közös sebességű viselkedése. Mivel a kisebb membrán tömegét a lengőcséve tömegébe beleszámítottuk, ezért a kisebb membrán felületének megválasztásakor biztosítani kell, hogy annak tömege a lengőcséve tömegénél lényegesen kisebb legyen. Ennek teljesítése a gyakorlatban általában nem okoz gondot.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A levezetés során az irregularitás megszüntetése érdekében konstruált (3.2) megkötés helyett természetesen ettől eltérő előírásokat is alkalmazhattunk volna. Az eltérő

megkötések természetesen a (3.4)-től és a (3.5)-től különböző végképletekre vezettek volna. A nem szerencsésen előírt feltételi egyenletnek köszönhetően a kompenzáló ellenállásra akár negatív érték is adódhat. Az általunk ismertetett kompenzációs eljárás előnye abban van, hogy az a kiegyenlített átvitelt fizikailag megvalósítható, egyszerű építőelemekkel (mechanikai hálózati elemekkel) biztosítja.

IRODALOM

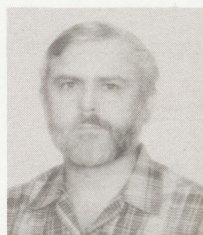
- [1] Gaál D., *Kandidátusi értekezés*. 1977, p. 56.
- [2] Balogh G. és Gaál D., *Elektroakusztikai átalakítók elemei és konstrukciós alapjai*. KKVMF jegyzet, Budapest, 1990. pp. 147–152.

FREQUENCY RESPONSE OF THE COAXIAL LOUDSPEAKER

D. GAÁL

TECHNOLOGICAL HIGH SCHOOL "KANDÓ KÁLMÁN"

With knowledge of the measuring results of the coaxial loudspeaker to be introduced, the author constructs the theoretical model the frequency response of which corresponds to the measuring results. The reason of the undesirable irregularity of the frequency response will be considered and the elimination possibilities of the reason will be investigated, too. Finally, the author presents a construction method so far no published by use of which the frequency response of the loudspeaker can be made uniform at the cross-over frequency, too.



Dr. Gaál Dezső 1958-ban szerzett diplomát a Budapesti Műszaki Egyetem villamosmérnöki karán. Pályafutása során elektroakusztikai berendezések és rendszerek tervezésében, tervezésének irányításában vett részt a Videoton Gyárban, a Középület-tervező Vállalatnál és az Elektroakusztikai Gyárban. A műszaki tudomány kandidátusa fokozatot 1980-ban szerezte meg. Az OPAKFI akusztikai szakosztályának vezető

tőiségi tagja, az MTA Akusztikai Komplex Bizottságának tagja (1980), címzetes főiskolai tanár (1986) és 1990 óta a Békésy-díj tulajdonosa.

HANGFELVÉTELEKRE ADOTT ÍTÉLETEK MEGBÍZHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA

STEINBACH SÁNDOR

MAGYAR RÁDIÓ, BUDAPEST

Rádióműsorok műszaki megítélése céljából szubjektív értékeléseket végeznek. A vélemények egyes részparaméterekre vonatkoznak, amelyek az összbenyomást meghatározzák. Az ezekre adott vélemények viszonyának stabilitása vizsgálható. A dolgozatban megvizsgáljuk a paraméterek és az összbenyomás viszonya megbízhatóságának mértékét.

1. BEVEZETÉS

Az emberek eltérő módon reagálnak a hangjelenségekre. A reakciók mennyiségi vizsgálata a szubjektív akusztika tárgya. A tapasztalt eltérések két nagyobb összetevőből származnak:

1. az egyének közti különbségekből,
2. az egyén egyazon jelenségre adott válaszainak különbözőségéből.

Ha egy műszaki mérésnél kell a megbízhatóságról beszélni, fokozottan áll ez a szubjektív megítélés eredményére. A vélemények részparaméterekre (általában: teremérzet, tisztaság, hangszín stb.) terjednek ki, és ezeket a velük valamilyen kapcsolatban álló összbenyomás foglalja össze. A kapcsolat stabilitása mércéje lehet az ítélet megbízhatóságának. Valamely részparaméterre adott osztályzat, kivonva az összbenyomásra adottból, valamilyen statisztikai eloszlást ad. Ha ez a normális eloszláshoz közel áll, két külön dolgozó csoporttól kapott eredmények, az ún. statisztikai *u*-próba segítségével összevethetők. Tisztában kell lennünk azonban azzal, hogy minél összetettebb a megítélendő jelenség, annál bizonytalanabb lehet az eredmény az 1. és 2. alatt említett összetevők miatt.

2. HANGFELVÉTELEK MEGÍTÉLÉSE

Világszerte folyik hangfelvételt gyártó intézmények és nemzetközi szervezetek keretében olyan tevékenység, amely a készített film, hanglemezzel, rádióműsor stb. hangjának műszaki-esztétikai minősítését célozza. Általában igyekeznek a minősítést objektívvá, számszerűen is kifejezhetővé tenni. Ennek egyik módja, hogy a megítélendő tulajdonságokat lehetőleg jól definiált paraméterekben fogalmazzák meg, ezekre számszerű osztályzatokat kérnek. Ilyen eljárást követtek az éppen átalakulóban levő rádiószervezet, az OIRT szakértői ülései és a tagországokban működő műsorlehallgató csoportok is [1].

Sajnos, az e tevékenység során kapott eredmények csak részben hozzáférhetők, és éppen a jelen vizsgálat tárgyát, a megbízhatóságot nemigen lehet nyomon követni. Csak a legutóbbi évek nemzetközi összejövetelei tették lehetővé a részletesebb elemzést a nyilvánosságra hozott adatok segítségével.

Az alábbi paraméterek használatosak hangfelvételek megítélésénél [2]: összbenyomás — teremérzet — hangtisztaság — zenei egyensúly — hangszín — sztereo hangkép — zaj — felvételtechnika — művészi előadás — hangerő.

A paraméterek — értelmezésükkel együtt — évtizedek alatt kissé megváltoztak, ezért az időben nagyon távoli

eredmények nem vethetők teljesen össze. A legutolsó paramétert főleg a lehallgatási hangerő esetleges korrigálása érdekében használták, ezért a továbbiakban ezzel nem foglalkozik.

Az osztályzás az iskolai érdemjegyekhez hasonló: az 5 a kitűnő, az 1 a rossz. Az osztályzatokat átlagolják és megadják a szórást is.

3. CÉLKITŰZÉS

Jegyzőkönyvben közölt adatok alapján ezekre a sokváltozós paraméterekre adott ítéletek megbízhatóságát próbáljuk meghatározni.

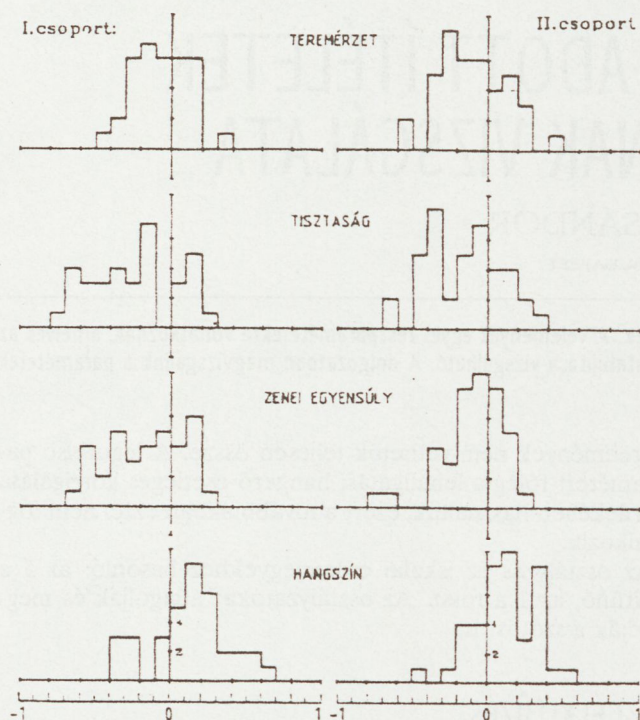
Bár a megbízhatóságot általában úgy vizsgálják, hogy egy csoport vagy személy azonos jelenségre adott válaszait vetik össze — a kis eltérés jelenti a nagyobb megbízhatóságot —, esetünkben ez az út nem járható. A hangfelvétel megítélése nem tudományos vizsgálat, hanem egy produktum sokszor üzemszerű sorozatminősítése, megismétlésére tehát általában nincs mód.

A véleményadás következetessége azért vizsgálható. Egy adott felvételről kapott összbenyomás a részparaméterek valamilyen függvénye, egyáltalán nem átlagolás eredménye. Az, hogy milyen viszonyban vannak a részparaméterek az összbenyomással, már számítható és e viszony stabilitása lehet a megbízhatóság egyik ismérve. Kiszámítjuk tehát az egyes részparaméterek eltérését az összbenyomástól. Ha az eltérés csak az egyénekre, ill. a paraméterre jellemző, akkor ez elvben nem mutathat egy megengedett értéknél nagyobb ingadozást.

4. CSOPORTOS MEGÍTÉLÉSEK ÖSSZEVETÉSE

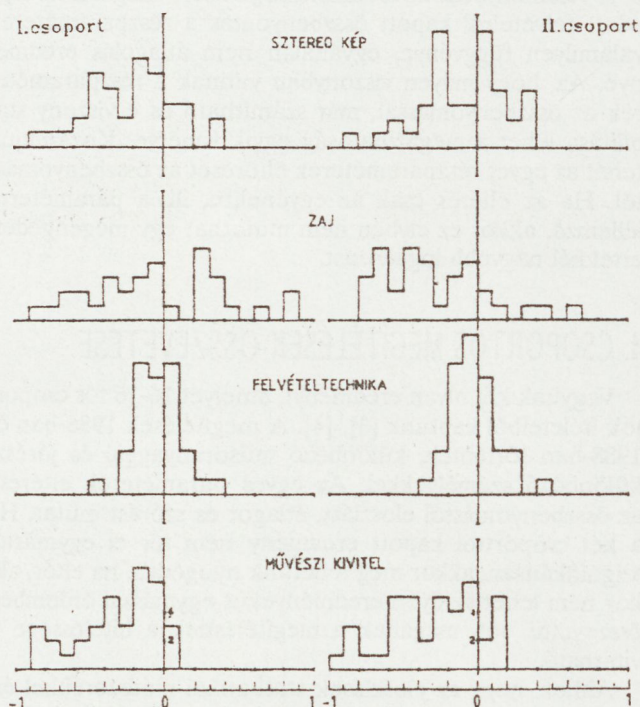
Vegyünk két olyan eredményt, amelyet 16-16 fős csoportok ítéleteiből kaptunk [3], [4]. A megítélések 1986-ban és 1988-ban történtek, különböző műsoranyaggal és jórészt különböző személyekkel. Az egyes paraméterek eltérése az összbenyomástól eloszlást, átlagot és szórást mutat. Ha a két csoporttól kapott eredmény nem tér el egymástól szignifikánsan, akkor meg lehetünk nyugodva, ha eltér, akkor nem lehet az ilyen eredményeket egymással érdemben összevetni, sőt, magának a megítélésnek a hitelessége is vitatható.

Ahhoz, hogy az eloszlások statisztikai módszerekkel értékelhetők legyenek, szükséges, hogy ezek kielégítsék a normális eloszlás ismérveit, legalábbis egy adott mértékig. Maguk a megítélési osztályzatok nem feltétlenül normális eloszlásúak. Semmi nem indokolja, hogy a bemutatott



1.a. ábra. Az összbeművészi és a részparaméterekre adott osztályzatok különbségének hisztogramja két lehallgató csoportnál, az első négy részparaméter esetére. Vízszintes tengely: előjeles különbségek; függőleges tengely: szavazatszám

Fig. 1.a. Histogram of numbers for differences between the general impression and partial parameters as room impression, clearness, musical balance and timbre. Two groups: x-axis — differences; y-axis — numbers of voting



1.b. ábra. Mint 1.a., de a második négy részparaméterre
Fig. 1.b. Similar to 1.a. but for partial parameters of stereo perspective, noise, recording techniques and artistic performance

felvételek osztályzatai egy várható érték köré csomósodjanak, a széleken pedig biztos, hogy aszimmetrikussá válik az eloszlás, hiszen 5-nél jobb, 1-nél rosszabb osztályzat nem adható.

5. A NORMALITÁS VIZSGÁLATA

Ha az összbeművészből sorra kivonjuk a részparaméterek osztályzatait, megkapjuk a különbségek előjeles értékeit, ezek hisztogramjai az 1.a. és 1.b. ábrán láthatók. Néhány extrém esetet az ábrából elhagytunk, természetesen a számolásból nem.

A normalitás vizsgálatára — figyelembe véve az 50-nél kisebb n elemszámot — a Shapiro–Wilk-próba alkalmas [5]. Ehhez ki kell számítani az alábbi mennyiséget:

$$W = \frac{\left(\sum_{j=1}^k a_{r,j} d_j \right)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

ahol

$k = \frac{n}{2}$ ha n páros és $k = \frac{n-1}{2}$ ha n páratlan;
 $a_{r,j}$ n -től és j -től függő súlyozó tényező;
 d_j a páronként vett tagok különbsége a minta szélétől a közepe felé haladva;
 x_i az i -edik tag és
 $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$.

Ha elfogadjuk, hogy a szubjektív akusztikai vizsgálatoknál használatos 5%-os szignifikanciaszint itt is alkalmazható [7], akkor az ehhez tartozó W_{krit} küszöbértéket az (1)-ben kiszámított W -nek meg kell haladnia ahhoz, hogy a mintát 95%-os biztonsággal normális eloszlásúnak lehessen tekinteni. A két csoport egyes paraméterekre kapott értékeit az I. táblázatban összefoglalt adatok szolgáltatják.

I. Táblázat

A különböző paraméterekhez tartozó W -értékek.
A $W > W_{krit}$ értékek jelölik a normalitás teljesülését 5%-os szignifikanciaszinten

Table I.
 W -values corresponding to the partial parameters.
 $W > W_{krit}$ shows the case of the normality on the significance level of 5%

I. csoport 1st Group (Schwerin) $n = 35, W_{krit} = 0,934$		II. csoport 2nd Group (Helsinki) $n = 40, W_{krit} = 0,940$	
W	Parameter		W
1,188	Teremérzet	Room impression	0,969
0,965	Hangtisztaság	Clearness	1,079
0,936	Zenei egyensúly	Musical balance	0,932
0,950	Hangszín	Timbre	1,039
0,984	Sztereo hangkép	Stereo perspective	0,955
0,992	Zaj	Noise	0,967
1,045	Felvételtechnika	Recording technics	1,061
0,893	Művészi előadás	Artistic performance	0,671

A művészi kivitel paramétere tehát nem teljesíti a normális eloszlás ilyen, enyhített követelményét sem. A II. csoportnál a zenei egyensúlyról kapott érték is kevés, de

csak a harmadik jegyben, így kis jóindulattal ezt is el lehet fogadni. A többivel azonban mindenképpen tovább lehet számolni.

6. AZ ELTÉRÉSEK VIZSGÁLATA

El kell dönteni, hogy a két csoport paraméterenként összetartozó párai csak annyira térnek-e el egymástól, hogy a megállapodott 5%-os szignifikanciaszinten közös eloszlásba vonhatók. Erre az u -próbának nevezett számítás szolgál. Az összehasonlítandó két minta átlagértéke, szórása és elemszáma adja azt az u -értéket, amelyet a normális eloszlás megfelelő adataival kell összehasonlítani [5]. A viszonyítás alapjául szolgáló mennyiség:

$$u_{0,05} = \pm 1,96,$$

a Gauss-eloszlás görbéje alatti terület = 0,05, amely a $-1,96$ alatti és a $+1,96$ feletti tartomány összegeként értelmezendő. Ha az u -értékek e két abszcissaérték közé esnek, az előírt követelmény teljesül.

Az u -érték kifejezése

$$u = \frac{\bar{x}_{Ip} - \bar{x}_{IIp}}{\sqrt{\frac{\sigma_{Ip}^2}{n_I} + \frac{\sigma_{IIp}^2}{n_{II}}}} \quad (2)$$

ahol

$\bar{x}_{Ip}$ az első,

$\bar{x}_{IIp}$ a második csoport egyes paramétereire tartozó átlagérték,

σ_{Ip}^2 és σ_{IIp}^2 a korrigált szórásnégyzetek,

n_I és n_{II} a két csoportban szereplő felvételek száma.

II. Táblázat — Table II.

A kiszámított u -értékek — The computed u -values

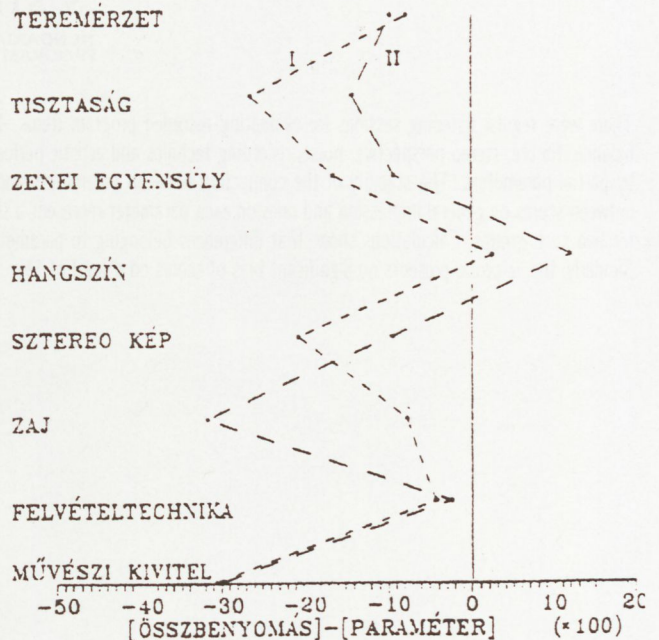
Paraméter	u	Parameters
Téremérzet	0,4238	Room impression
Hangtisztaság	-1,9039	Clearness
Zenei egyensúly	-1,3288	Musical balance
Hangszín	-1,7512	Timbre
Sztereo hangkép	-1,6727	Stereo perspective
Zaj	1,8863	Noise
Felvételtechnikai	-0,4956	Recording technics
(Művészi kivitel)	-0,1325	(Artistic performance)

A sors iróniája, hogy éppen az a paraméter adta a legkisebb u -értéket, amely kiesett a normalitás próbájánál, a többi paraméter azonban még belül maradt az előírt $\pm 1,96$ -os tartományban, azonban a hangtisztaság adata közel áll a határhoz.

A kapott eredmény egybevág azzal, amit Illényi, hangszóró-berendezések összehasonlítása során talált, nevezetesen, hogy kis különbségek sorba állításakor — mint amelyek jó minőségű eszközöknél fordulhatnak elő — a rangsorolás nem lép át a szignifikáns eltérések tartományába [6].

A paraméterekhez tartozó átlagértékek szemléltetésére álljon itt a 2. ábra.

I.csoport:(Schwerin), $n=35$
II.csoport:(Helsinki), $n=40$



2. ábra. Az összbenyomásra és az egyes részparaméterekre adott osztályzatok átlagának különbsége a két lehallgató csoportnál

Fig. 2. Differences of the arithmetical means of scores given on general impression and the partial parameters by the two groups

- [1] Resümee der Tätigkeit der ständigen Expertengruppe der SG II der TK der OIRT. Abschlussprotokoll TK-2-2068/1 Anl. 5.
- [2] Empfehlung 91/2. Subjektive Bewertung der Qualität von Tonaufzeichnungen. TK-31-64.
- [3] Ergebnisse der subjektiven Tests. 9. Tagung der ständigen Expertengruppe. Sammelband, Prag, Febr. 1987.

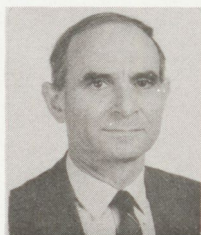
- [4] Ergebnisse der subjektiven Tests. 10. Tagung der ständigen Expertengruppe. Sammelband, Prag, Sept. 1988.
- [5] Balogh A., Dukáti F. és Sallay L., *Minőség-ellenőrzés és megbízhatóság*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1980.
- [6] Illényi A., „A hangsugárzók objektív paraméterei és szubjektív értékelése közötti összefüggések kritikai vizsgálata”, *Kandidátusi értekezés*. 1979. p. 79.
- [7] L. Leventhal, „How conventional statistical analyses can prevent finding audible differences in listening tests”, *79th Convention AES*. 1985. Oct. 12–16. 2275 (C-9) p. 3.

THE RELIABILITY OF EVALUATION OF RECORDED PROGRAMS

S. STEINBACH

HUNGARIAN BROADCASTING
PROGRAM CONTINUITY DEPT

There were regular listening sessions for evaluating recorded program items. The scoring extended to partial parameters, namely room impression, clearness, musical balance, timbre, stereo perspective, noise, recording technics and artistic performance. The general impression summarized them somehow, it is influenced more or less by partial parameters. The stability of the connection between parameters and general impression can be a measure of reliability of scoring. The numerical difference between scores on general impression and ones on each parameter represent a statistical distribution. If this shows a Gaussian one, the statistical u -probe can be applied for two such groups. Calculations show, that differences belonging to parameters remain inside of the tolerance field for normality, excepted the artistic performance. Similarly, the u -probe presents no significant bias of scores on a level of 5%.



Steinbach Sándor 1958-ban szerzett fizikai oklevelet az ELTE természettudományi karán. Három éven át hallgatott akusztika speciális tantárgyat, szakdolgozata is akusztikai témájú volt. 1958-tól a Magyar Rádió mérnöke, előbb fejlesztő, majd üzemviteli munkakörben. Elektroakusztikai átalakítók mérésével és minősítésével, sztereofon és kvadrfon felvételtechnikával és hangfelvételek szubjektív megítélésével foglalkozott.

Jelenleg a Műsoradások Osztályának helyettes vezetője, főleg technológiai feladatai vannak. Szakmai konferenciákon tartott előadásai, valamint cikkei stúdiótechnikai és szubjektív akusztikai tárgyúak.

HANGOSÍTÁSI TAPASZTALATOK A MAGYARORSZÁGI PÁPALÁTOGATÁS FONTOSABB HELYSZÍNEIN

ILLÉNYI ANDRÁS

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
BÉKÉSY GYÖRGY AKUSZTIKAI KUTATÓLABORATÓRIUM

A vallásos tömegek szabadtéri hangosítása nem azonos a szokásos rock-koncertek vagy a politikai demonstrációknál alkalmazott hangosításokkal. A késleltetett és osztott nagyteljesítményű hangrendszerek fő problémája szabad tereken az egyidejű egyedi és kiterjedt hangforrások hangfelvétele, a környezeti zavarok, beleértve a földfelszínről érkező visszaverődéseket, a légköri hatásokat, a magas S/N szintet és az egymáshoz képest hosszabb időkéssel beérkező hanghullámokat.

1. ÁTTEKINTÉS

II. János Pál pápa 1991 augusztusában látogatást tett a magyar egyház híveinél, és ugyanakkor a vatikáni állam fejeként hivatalosan meglátogatta a Magyar Köztársaságot. Mint minden más szervezési ügyben a hangosításban is meg kellett különböztetni a hivatalos állami, valamint az egyházi programokat. A Magyar Püspöki Kar és az Országos Pápalátogatást Előkészítő Bizottság a hírközlés feladataira 1991 májusában közös operatív bizottságot hozott létre, melyben az egyházi tömeghangosítások előkészítésével, megszervezésével és lebonyolításával — a Népstadion-beli találkozásától eltekintve — e cikk szerzőjét bízták meg.

A feladat szervezésileg és szakmailag is eltért a szabadtéri hangosításoknál megszokottaktól. A Vatikán előírásainak megfelelő minőségű, helyszínenként 100–300 ezer embernek szabadtéri hangosítást kellett egymást követő 5 napon át, egymástól légvonalban 200–450 km távolságban megvalósítani. Az első felmérések szerint a szabadtéri tömeghangosításokat hivatásszerűen végző központi honvédségi részleg nem rendelkezett a szükséges mennyiségű elektroakusztikai berendezéssel és a kívánt számú szakemberrel. A kiegészítő berendezések beszerzése az egyszeri alkalom miatt nem látszott gazdaságosnak. A meglévő berendezések átszállítását a szigorú vatikáni biztonsági előírások miatti — a pápai látogatást megelőzően 48 órával — készenlét erősen korlátozta. Ezt nehezítette még a kilométerenkénti közel 40 Ft-ot kitevő tehergépkocsi üzemanyagnorma miatt a helyszínenként várható közel 1 MFt-os szállítási költség is.

A feladatra 1991 februárjában nyilvános ajánlati felhívást tettek közzé. A pályázatban kijelölt helyszínek és a tervezett résztvevők száma:

- az Esztergomi Bazilika előtti tér (90000 fő),
- a pécs-pogányi repülőtér kijelölt területe (260000 fő),
- a Mária-pócs melletti szántó kijelölt területe (273000 fő),
- a szombathelyi repülőtér kijelölt területe (250000 fő),
- a budapesti Hősök tere és a Dózsa György út (160000 fő).

A résztvevők tervezett száma az előkészületek során még részben módosult. Így Mária-pócsra 550000 és Budapesten 340000 főre kellett a hangosítási tervet módosítani. Az ajánlati felhívásra jelentkezőknek a pápai misékre 1986-ban kiadott vatikáni előírásokat, az egyes helyszínekhez megadott helyi kívánságokat és a közös hangfelvétel miatt

a rádió- és a televízióközvetítés előfeltételeit is ki kellett elégíteni. Ez utóbbiak a külföldi közvetítések miatt a nemzetközi hangfelvételi követelményeknek feleltek meg.

Az ajánlati felhívás a szabadtéri szellőkések elkerülése végett a kondenzátor és a piezoelektromos mikrofonok alkalmazását kizárta. Nem kötötte viszont meg az alkalmazandó hangrendszerek ún. rendszerfilozófiáját. A követelmény a hangosítandó területen az egyenletes 93 dB szintű hangnyomáseloszlás és a jó beszédérthetőségi index volt.

2. A SZABADTÉRI HANGOSÍTÁS ÁLTALÁNOS SZEMPONTJAI

A szabadtéri vallásos tömegmegmozdulások alkalmával az egyaránt azonos akusztikai környezetben lévő beszélő és hallgatók között azonos idejű hangerősítésre van szükség. A hangerősítő láncnak ezért a következő tulajdonságokkal kell rendelkeznie:

- elég hangosnak kell lennie (elegendő akusztikai nyereséggel kell rendelkezni),
- a hangrendszer hangja legyen kellőképpen tiszta (gondoskodni kell arról, hogy a beszéd érthetőségének csökkenése a mássalhangzók alakhű átvitelének köszönhetően kicsi legyen),
- a hangosítás széles, kiterjedt területen egyenletesen lassa el hanggal a hallgatóságot.

Tervezőkor a felhasználóval kell konzultálni. Mindenekelőtt figyelembe kell venni, mi a megbízó követelménye. Második lépésben pedig meg kell vizsgálni, hogyan lehet néhány százezer embert hanggal ellátni az adott feltételek mellett. A felhasználó ritkán érdeklődik azután, hogy a feladat egyáltalán megoldható-e, annál inkább érdeklik a várható költségek. A tervező ugyanakkor a következő kritikus tényezőkre kell, hogy figyeljen:

- Milyen funkcionális követelményei vannak a felhasználó által igényelt hangrendszernek.
- Meg kell határozni az alarendszer követelményeit, nevezetesen:
 - a) a mikrofonok számát, és hogy azok közül egyidejűleg hány mikrofonnak kell bekapcsolva lennie,
 - b) a hangosító rendszer megvalósítását (osztott vagy központi hangforrás) a hangosítandó területen,

- c) azt a legnagyobb távolságot, amelyen belül a hallgató jól hallja a beszélőt vagy más hangforrást (kórus, zenekar stb.) a hangrendszer működése nélkül,
- d) azt a megkívánt hangerőt, amit a kijelölt hangosítandó területen bárhol el kell érni.

A hangrendszer kialakításával együtt jár a tervezési szakaszban a várt eredmény pontos kiszámítása, a megvalósítás pillanatnyi környezeti tényezőitől függetlenül. Ezt mérésekkel ± 3 dB szinten belül kell majd igazolni a hangosítandó területen bárhol elhelyezkedő hallgatóság helyén. A hangrendszer befejező elemzésének ki kell terjednie:

- a hangrendszer által adott hangnyomásszint értékére valamennyi hallgatónál,
- a hangrendszer által elért érthetőségre valamennyi hallgatónál,
- a hangrendszer által adott hangminőség egységességére egyik hallgatótól a másikhoz átlépve,
- a nem kívánt zavaró zajok (interferenciák) és más, hangminőséget meghatározó körülmények kiküszöbölésére.

Mindezen körülmények optimális megvalósítására a hangrendszer tervezőinek megfelelő számítási eljárások, szakkönyvek és hatékony mérőműszerek állnak rendelkezésre [1].

Szabadtéren, ahol a terjedési viszonyok és a környező zajok az elsődlegesen figyelembe veendő tényezők, fontos szerepe van a környezeti terepviszonyoknak és a hangterjedést befolyásoló meteorológiai körülményeknek. A fontosabb számításba veendő tényezők itt:

- az ún. $1/r^2$; a négyzetes távolság növekedésével arányos hangnyomásszint csökkenés törvénye,
- a hőmérséklet és a relatív légnedvesség frekvenciától függő, hangterjedést befolyásoló hatása [2],
- az akadályok visszaverő és diffrakciós hatásai,
- a hangsugarak elhajlása és hangárnyékok keletkezése a szél, a hőmérséklet és a széllelések eredményeként.
- a talajfelületen, valamint annak mentén keletkező hangtörés és hangelnyelés hatása a hangterjedésre.

Mindezekre éppen a környezeti zaj terjedésével kapcsolatban végzett kiterjedt kutatásoknak köszönhetően részletes szakirodalom és a szabadtéri hangterjedés számítására bevált szabványosított módszerek állnak rendelkezésre [3], [4], [5], [6], [7].

A szabadtéri hangterjedés fontos összefüggése a hangfrekvenciás sáv közepes frekvenciára érvényes hangosság-csökkenési szabálya. Szabadtéren a talaj fölött félgömbszerűen terjedő hangra szélcsendes meteorológiai körülmények között megfigyelhető, hogy a hangosság a távolság megháromszorozásával csupán a felére csökken. Így pl. 100 m távolságban a hangosság éppen fele a 30 m távolságban észlelhető azonos hang hangosságának. Jóllehet, ez esetben is mérésekkel igazolható, hogy a hangot továbbító rezgő levegőrészecské kitérés amplitúdója a háromszoros távolságban az eredetihez képest $1/3$ -ra csökkent.

A belsőtéri hangosítási viszonyokhoz képest az említett tényezők, a légköri hatásokkal és a falakkal ki nem zárható környezeti zajokkal együtt nehezítik a beszélő – hallgató között megkívánt kapcsolat elérését. Az időjárás és bizonyos környezeti zajok a szabadtéren történő hallgatást szintén befolyásolják. A telepített állandó szabadtéri hangrendszerek szempontjából fontos szakirodalmi tapasztalat, hogy 50–100 m távolságban — különben változatlan forrás — vevő (hallgató) viszonylatban — a relatív hangnyomásszint értéke kizárólag a változó időjárási, napi meteorológiai körülmények következtében (lehűlés, felmelegedés, reggeli, déli, esti és éjszakai időszakok) több dB, éves viszony-

latban akár 20–25 dB sávban változhat. Saját vizsgálataink szerint sík füves terepen augusztus végén rögzített 150 m hangsugárzó-mérőmikrofon távolság esetében a hallgatóság fejmagasságában este 21 és másnap 14 óra között a mért hangnyomásváltozás névlegesen 10 dB szintsávban mozgott 3–5 m/s szélesség mellett [8].

A földfelszín közelében terjedő hangot a szabad hangterben terjedő hang energiáját csökkentő tényezőkön kívül a földfelszín, az azon lévő tereptárgyak, növényzet sorra befolyásolják. Hátszél esetén az L_w teljesítményű forrás A jelölésű csillapítási szinttel korrigált hangteljesítményt ad:

$$L_{dw} = L_w - A \quad [\text{dB}] \quad (1)$$

A szokásos csillapítási tag 8 tagból tevődik össze [4]:

$$A = A_{\text{geo}} + A_{\text{atm}} + A_{\text{gr}} + A_{\text{scr}} + A_{\text{refl}} + A_{\text{rag}} + A_{\text{site}} + A_{\text{haus}}, \quad (2)$$

ahol az egyes összeadandók rendre

- A_{geo} a geometriai hangterjedés,
- A_{atm} a légköri hangelnyelés,
- A_{gr} a talaj elnyelése,
- A_{scr} az akadályok által keltett,
- A_{refl} a talajról visszavert hang,
- A_{rag} a növényzet által keltett,
- A_{site} az építmények által keltett szóródás és
- A_{haus} az útban álló épületek által keltett

csillapítási összetevőket jelentik. A néhány decibel értékű elnyelési adatokat részben táblázatokból, részben mérések útján lehet összeállítani.

Fél térszögű (2π) sugárzásnál a talaj közelében $A_{\text{refl}} \approx 3$ dB. Figyelembe véve a hangforrás irányítási tényezőjét (D_i),

$$L_{dw} = L_w + D_i - A \quad [\text{dB}] \quad (3)$$

Több frekvenciájú összetett hangok esetében az elnyelés az egyes összetevőkre vonatkozó elnyelési értékek összegzésével kapható meg. A kilométerre eső hangelnyelés értéke

$$A_{\text{atm}} = \sum_{i=1}^n \alpha_i(f) \cdot d/1000 \quad (4)$$

ahol d a forrástól mért távolság méterben, $\alpha_i(f)$ az egyes Ω_i szélességű sávközép-frekvenciákhoz tartozó hangelnyelési érték, feltételezve, hogy a hangforrás — hallgató közötti hangátviteli úton egy-egy sávban a hangcsillapítási veszteség közelítőleg lineáris variációja a terjedési távolságnak.

Jelölje a talaj fölött a hangforrás és a vevő mikrofon magasságainak középértékét h_m [m]. Ezzel a jelöléssel gyakorlatilag jól bevált az

$$A_{\text{gr}} = 4,8 - (2hm/d) \cdot (17 + 300/d) \quad [\text{dB}] \quad (5)$$

összefüggés a vastag fűvel borított sík talaj csillapításának számítására. Ez különösen 250 Hz környezetében erős.

A talajról visszaverődött hang elnyelődése h_q forrás és attól d távolságban lévő, a talaj fölött h_A magasságban lévő mikrofon esetében:

$$A_{\text{refl}} = 10 \log(1 + [d^2 + (h_q - h_A)^2] / [d^2 + (h_q + h_A)^2]) \quad (6)$$

3. GYAKORLATI MEGVALÓSÍTÁS

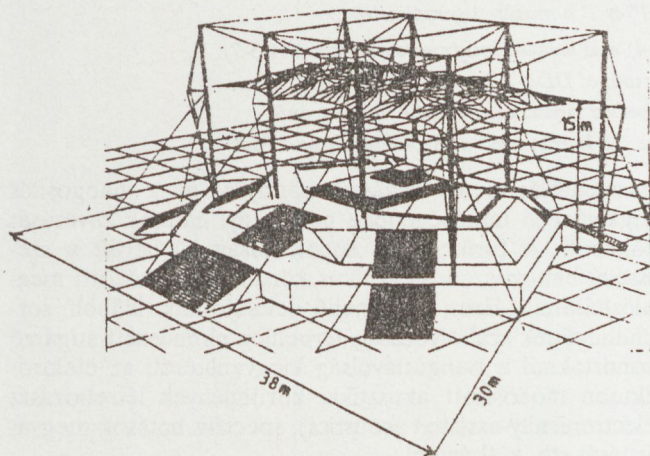
A tárgyalásunk körébe tartozó öt helyszín közül két esetben városok szabad terein volt a hangosítandó terület (Esztergom, Budapest). A máriapócsi helyszín északi irányban enyhén emelkedő lankán volt. A déli és nyugati

oldalról falusi házak övezték; összességében szántóföld volt a falu határában. Pécsen és Szombathelyen repülőterek füves kifutópályáin kellett a hangosítást elvégezni.

Rendszertechnikailag az első két hangosítás a hazánkban hagyományosnak számító hangoszlop rendszerre épült. Máriapócsra két fő hangszóró és az azt támogató 11 db késleltetett hangszóró toronyra osztott rendszer működött. A repülőterekre épített hangosítások 4-4 főhangszóróval és 3-3 késleltetett hangszóróval adtak teljes és jól kiegyenlített hangellátást. A késleltetést itt az azonos idejű mérési adatok alapján számítógéppel készült számítások szabták meg és irányították.

A méretek befolyásolták a választott hangosítási rendszert. Így pl. a Dózsa György út mentén 1400 m távolságig elnyúló tömeg hangosítására kézenfekvő megoldás volt az itt már korábban jól bevált osztott, kétszernyű hangoszlop rendszer.

A helyszínek sajátosságai közé tartozott az oltáremelvények megvalósítása. Ezek minden esetben a hallgatóság szintjétől 3–10 m kiemelkedésű, felülről fedett emelvények voltak. Alapterületük 300–500 m² között mozgott. A Hősök tere felépült emelvény és tető ránézeti rajzát az 1. ábrán mutatjuk meg. Az oltárok legmagasabb pontja a pápai trón volt, úgy elrendezve, hogy az oltárasztal szintje fölé kerüljön a pápai trón legfelső lépcsője. Így Budapesten a tér szintjéhez képest 12 m magasán prédikált a pápa.

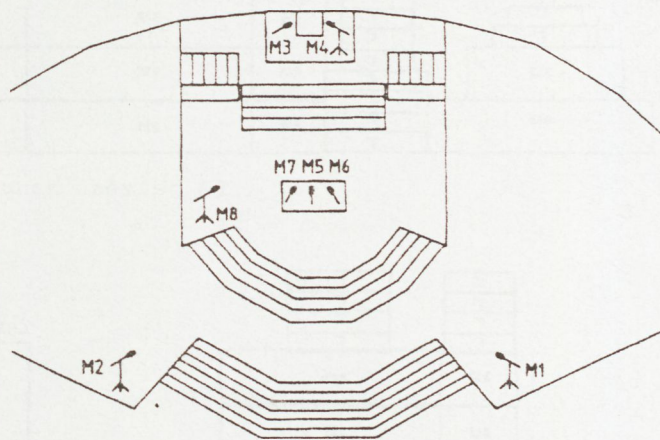


1. ábra. Az oltárépítmény Budapesten

Fig. 1. The altar stage at Budapest

Az oltáron elhelyezkedő mikrofonok számát és helyét liturgikus előírások szabják meg. A Pécsen felépített oltárépítmény középső részét a kijelölt mikrofonhelyekkel a 2. ábra mutatja. Az M1 mikrofon a tájékoztatást szolgáltatta. Az M2 mikrofonnál a liturgikus olvasmányok hangzottak el. Az M3 és az M4 mikrofonok a pápai trón mellett voltak. Az M3 mozgó mikrofont a szertartási asszisztencia kijelölt „mikrofonhordozója” tartotta a pápa rövid liturgiai mondatainál egy 1,2 m hosszú rúdon a pápa elé. A hosszabb pápai beszéd (homília) az alkalmasszerűen elé állított M4 mikrofonon keresztül hangzott el. A fordító az M8 mikrofonnál állt. Az M5, M6 és M7 mikrofonok az oltárasztalon voltak, hogy a közösen celebráló főpapok hangját közvetítsék, illetve hogy mindig legyen mikrofon a felváltva imádkozó főpapok előtt. Ezeket a mikrofonokat megfelelő időben az asszisztencia kijelölt tagja helyezte az oltárra és utána elvitte, hogy a látványt a mikrofon ne

zavarja. Ezek a részletek az utolsó évek pápalátogatási gyakorlatának felelnek meg, és a hazai szakirodalomban újszerűek.



2. ábra. A mikrofonok elrendezése az oltárépítményen a liturgiai előírásoknak megfelelően

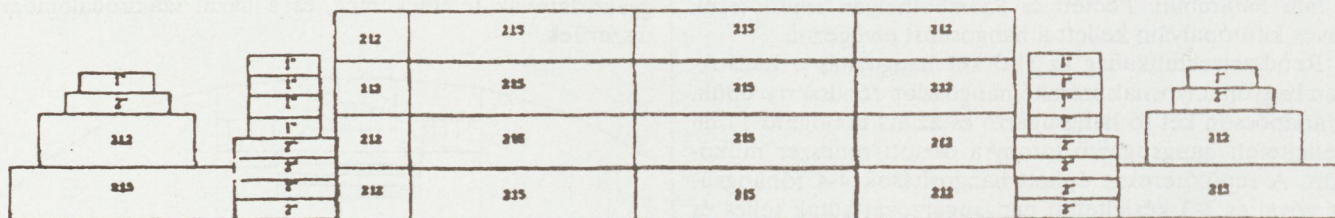
Jelölések: M1 – tájékoztatás; M2 – ambo (olvasmányok); M3 és M4 – a pápai trónhoz tartozó álló és mozgó mikrofonok; M5–M7 – az oltáron elhelyezett mikrofonok asztali állványokon; M8 – a tolmács mikrofonja (Pécs)

Fig. 2. The liturgical requirements for microphone arrangement be on the altar stage at Pécs

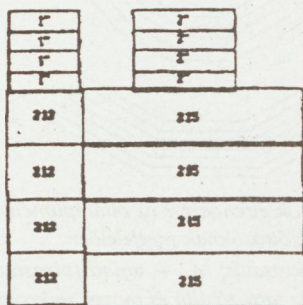
Signalisation: M1 – speaker; M2 – lecture (ambo); M3 and M4 – portable and standing microphones at Pope-throne; M5–M7 – microphones at altar; M8 – interpretation

Mikrofonozási technika szempontjából fontos, hogy a hangosításoknál a felvett és közvetítésre kerülő csatornák számától függetlenül mikrofon helyenként csak egy-egy mikrofont lehessen használni. A feladat megoldása az előkészítő bizottság és a közvetítésben érdekelték közös megegyezésével történt, minden esetben a hangosítók adták a mikrofont. Ezt követően aktív mikrofonosztószóron keresztül (active splitter) került hangmérnöki beavatkozás nélkül az egyes közvetítőkhöz a felvett jel. Esetenként a kórus hangfelvételére az MR kiegészítő mikrofonokat is használt. A fenti előírás ui. csak az oltáron történő eseményekre vonatkozik.

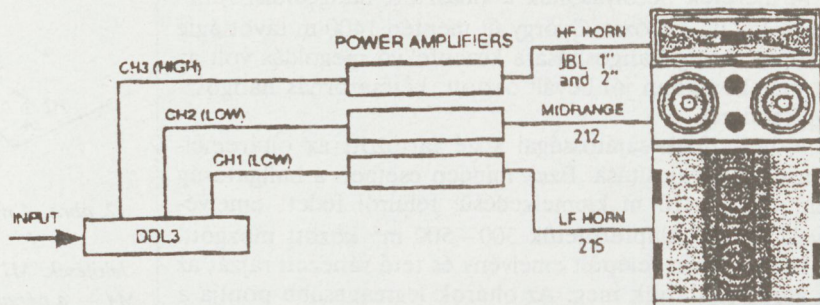
A hangrendszerek megoldását a választott mikrofonok, a rendszertechnika, az alkalmazott elektronikai eszközök és nem utolsósorban a hangszóró rendszer kialakítása szabta meg. A lebonyolítás során ehhez döntő mértékben járul hozzá a helyszínen jelenlévő és hangeseményt személyesen figyelő hangmérnök munkája. A hangmérnök „akusztikai jelenlétét” az esztergomi, máriapócsi, budapesti hangosításoknál az oltártól mintegy 100 m távolságon belül telepített emelvényen elhelyezett keverőasztal segítségével oldották meg. A hangmérnök közvetlen telefonkapcsolatban állt az MR és az MTV helyszíni mozgó stúdiókocsijával és a hangrendszer telepített erősítőinek kezelőivel. Itt volt az aktív mikrofon-előerősítő helye is, lehetővé téve tartalék átkapcsolásokat. Ezenkívül mód volt arra is, hogy a szigorú biztonsági feltételek között is működő helyszíni „mozgó akusztikai figyelők” észrevételeit figyelembe vegye. A hangrendszer effajta pszichoakusztikai visszacsatolása igen sokat jelentett a hangosításoknál. A résztvevő gyakorlott és tapasztalt hangmérnökök gondos munkájának döntő szerepe volt a közben fölmerülő eseti problémák megoldásában és a hangosítások sikeres lebonyolításában.



PA jelzésű hangszórók összeállítása / PA 1-4 /



PA késleltetett hangszórók összeállítása / PA 5-7 /



A DDL-3 rendszer hangszóró egysége 3 csatornás modulokból felépítve

3. ábra. A hangosítás ún. fő és késleltetett sugárzó, a 3 csatornás hangszóró modul (Pécs és Szombathely)
A hangszóró elrendezésén lévő számjelek a hangszóró modul sugárzóinak felelnek meg
(215 mélysugárzó, 212 tölcseres sugárzó, 1" és 2" a magas sugárzók jelzése)

Fig. 3. The setup of main loudspeaker towers (PA 1-4) and delayed loudspeaker towers (PA 5-7)
enlarged by the sound radiator unit of DDL-3 system

The numbers in setup corresponds to the loudspeaker signalisation at the radiator unit
(215 LF horn, 212 midrange horn, 1" and 2" are the HF horns) used at Szombathely and Pécs

A pécsi és szombathelyi hangosításoknál az oltár-építmény mögötti mozgó stúdió volt a hangmérnök helye. Innen tv-láncon át és vezeték nélküli mikrofon-összeköttetésekkel tájékozódott a hangmérnök.

Az egyes oltárépítmények nagy gondnal és ünnepélyes alkalomhoz méltó kivitelben készültek el. Itt csak a budapesti oltárt és annak számítógéppel tervezett, többszörösen görbült felületű tetőszerkezetét van mód bemutatni (1. ábra). Ezek az építmények természetesen jelentős szerepet játszottak a hangfelvételek minőségében. A hátoldali és tetőreflexiók elősegítették a hangfelvevő mikrofonok hatékonyságát és természetesebb hangját.

A máriapócsi hangosítás felépítését, ahol két főhangszórót térbelileg elosztott 1 db késleltetett hangszóró támogatott, összesen 25 kW elektromos teljesítménnyel, más közleményben foglaljuk össze [9].

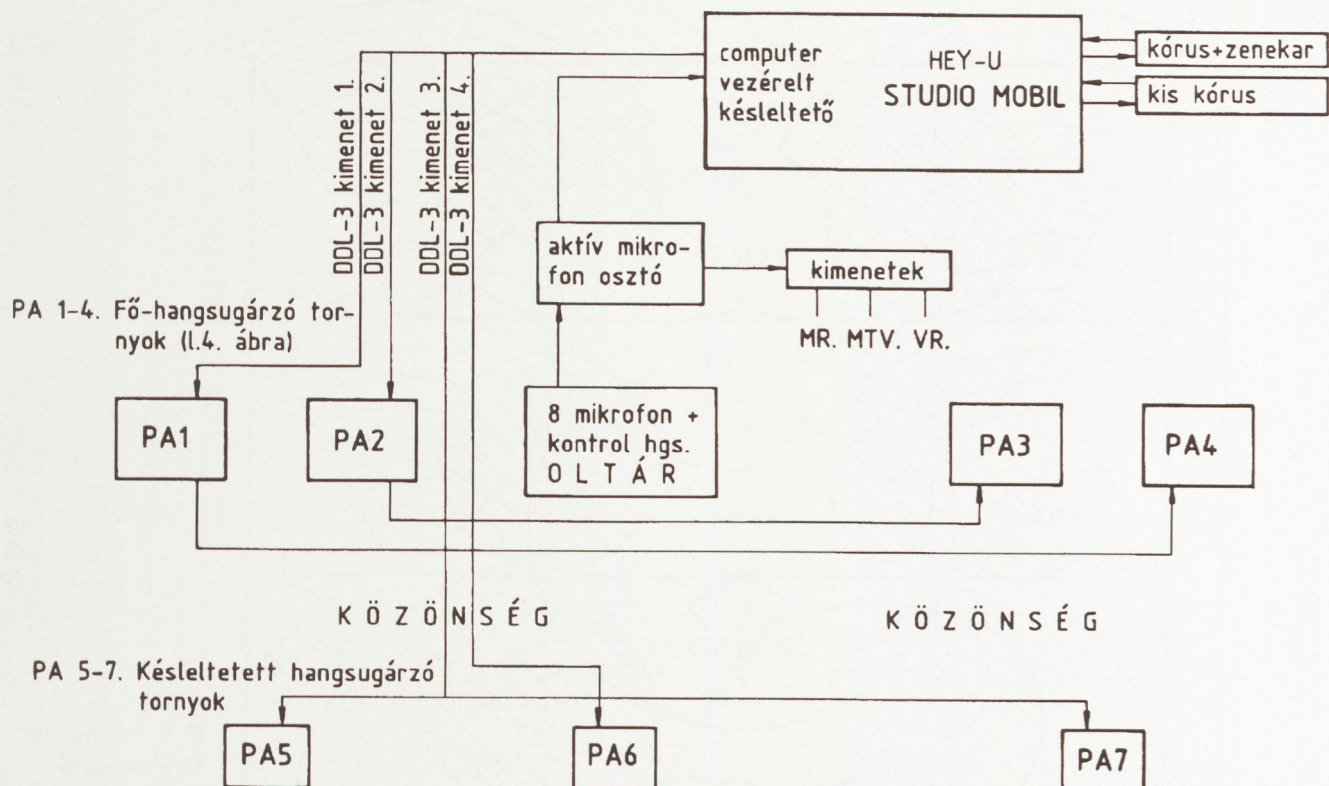
A pécsi és szombathelyi hangosítás rendszertechnikája a tánczenei hangrendszerek újabban elterjedt megoldása volt. A DDL-3 jelzésű „3 digitális késleltetésű vonal” (Digital Delay Line) elnevezésű rendszerben a hagyományosan analóg jelformálást digitálisan végzik. Minden bemenethez 3-3, egymástól függetlenül módosítható és programozható csatorna, például késleltetés, fáziskiegyenlítés, alul-, felül-, illetve sávszűrő beavatkozás (EQ) lehetséges. A késleltetés 20 μ s lépésekben 1300 μ s-ig változtatható. Minden csatorna kimeneti jelét 15, memóriában tárolt variációnak megfelelően lehet tetszés szerinti gyorsasággal és rugalmassággal módosítani.

A frekvenciasáv-módosítások és a késleltetés előre elkészíthetők, a beállítások könnyen ellenőrizhetők a vezérlőasztalon. Így az ilyen rendszer a helyszíni hangmérnöki

visszacsatolás beavatkozásait könnyíti, és a hangosítás megkívánt jó minőségénél a pillanatnyi hatások zavarását csökkenti. A funkcionális sokoldalúság jól bevált a szélessávú hangvisszaadás kritikus körülmények közötti megvalósításánál. Ezen a kimenő jelcsatornák időbeli sorrendiségének szabályozását, térbelileg elrendezett sugárzó csoportoknál a hangúttávolság kiegyenlítését, az elektronikusan módosított akusztikai körülmények létrehozását (electronically-assisted acoustics), speciális hatások megvalósítását stb. kell érteni.

A digitális átalakítás A/D és D/A 18 bitre valósul meg ennél a rendszerrel. Így 100 dB dinamika és 20 kHz sáv-szélesség érhető el. A torzítás (THD) 0,03%-nál kisebb. A DDL-3 rendszerrel 3 csatornás hangszórókat alkalmaznak. Az egyes hangszórókhoz tartozó végfokok előtt a hangváltók szintén digitális jelformálók, minden egyes kimenő csatornában késleltetési lehetőséggel. A fázislineáris átvitel gond nélkül beállítható, amit nagy körültekintéssel végeztek hordozható real-time analízátorral a HEY-U cég mérnökei. A hangváltók paraméterei szintén programozhatók és billentyűzetről lekérdezhetők. Így a sugárzási viszonyok előre beállított variációk szerint akár a pillanatnyi időjárási körülményekhez is igazodhattak. A késleltetett csatornák erősítése egyenként programozhatóan és változtathatóan +50 dB és $-\infty$ közötti volt. Az analóg be- és kimenetek szimmetrikus, +4 dB szintűek voltak.

A hangrendszer beszabályozása, különösen nagy területek egyenletes hangellátási követelménye esetén, köztudottan az alkalmazott egyedi sugárzók elrendezésétől és irányjelleggörbéitől függ. Régi hazai szakmai követelmény, hogy a hangváltó keresztezési frekvenciájánál az egymást



4. ábra. A DDL-3 rendszer felépítése (Pécs és Szombathely)
Fig. 4. The system plan of DDL-3; sounding at Pécs and Szombathely

sugárzásilag átfedő hangsugárzóelemek irányjelleggörbéi adott sávon belül egyezzenek meg [10]. Ezért több hangsugárzó dobozból az adott helyszínen összeállított sugárzó csoportok (3. ábra) helyes beállításához nélkülözhetetlen volt az ideális egyenes (THRU) átvitelhez módosítani a CH1(L), CH(M) és CH3(H) jelölésű (kisfrekvenciás 1. - csatorna, középfrekvenciás 2. - csatorna és nagyfrekvenciás 3. - csatorna) keresztezési frekvenciáit (LOW, MID, HIGH és HPF, LO, HI, LPF), a sáváteresztő szűrők meredekségét (slope) és a keresztezési frekvencián a szintén választható csillapítási szinteket.

A rendszer áttekintésére a 4. ábra szolgál. A 3. ábra szerinti hangsugárzó elrendezés a PA 1-4 jelzésű, 4 m magas, egyenként $12 \times 3 \text{ m}^2$ felületű tornyokon volt elhelyezve a közönséggel fedett terület két határán, az oltártól 50-50, majd egymástól 100-100 m távolságban. A PA 6 számú hangsugárzó torony az oltárközepétől húzott merőleges vonalon 200 m-re volt elhelyezve. Ettől jobbra és balra 180-180 m távolságra elhelyezett PA 5 és PA 7 tornyok késleltetve, a főhangsugárzókhoz képest fél elektromos teljesítménnyel jól sikerült kisegítő hangot adtak. A beállítás a hallgatói felület túlnyomó részén az oltárról érkező hang benyomását keltette. A hangrendszer méreteinek jellemzésére rögzítjük az alkalmazott berendezések számát. Mélysugárzó 55 db (215 LF HORN), középsugárzó 55 db (212 MIDRANGE), magassugárzó 55 db (2" HFLI HORN), 55 db (1" HF HORN), 80 db végfok (POWER AMPLIFIER), 7 db hangváltó.

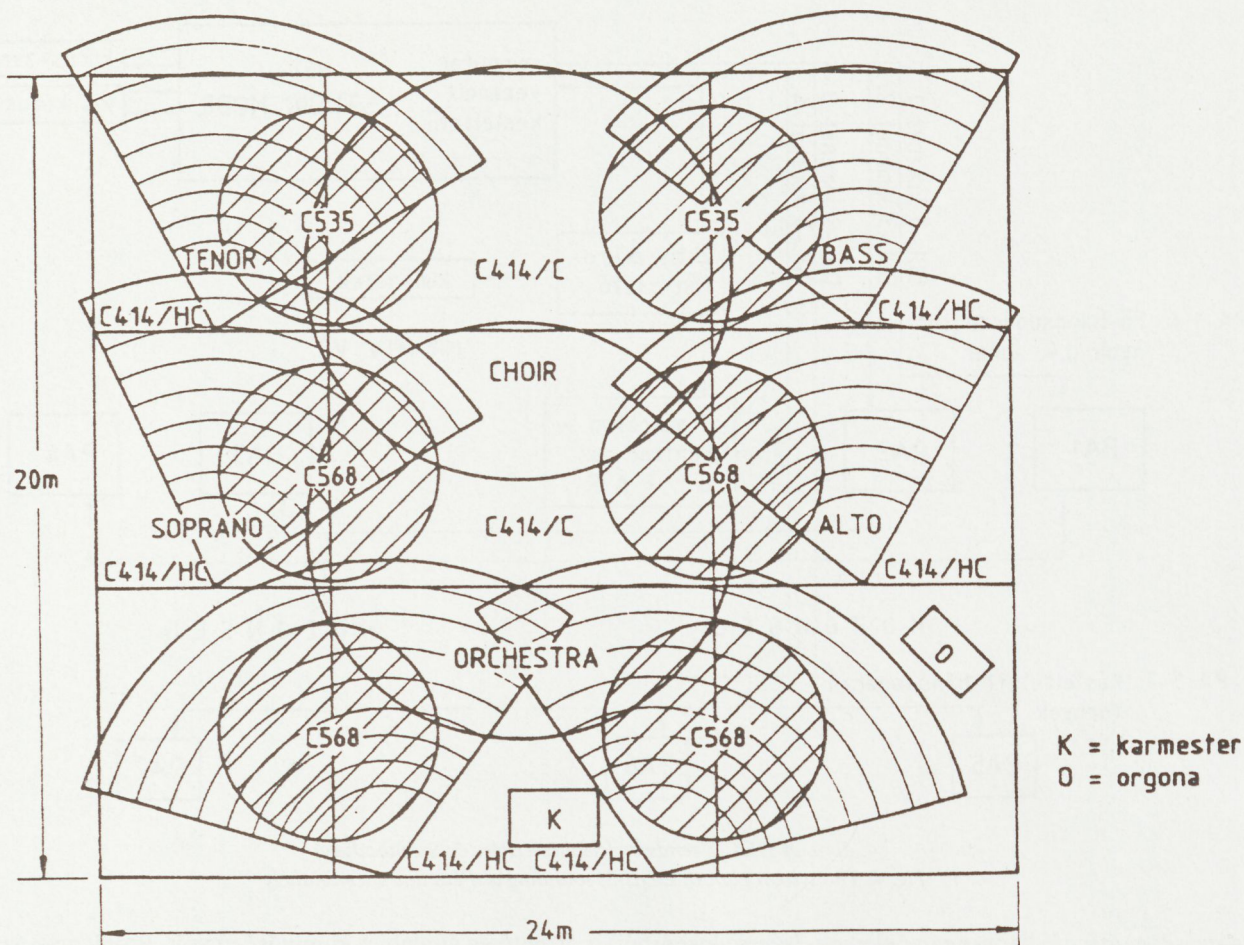
4. EREDMÉNYEK ÉS TAPASZTALATOK

A beszámoló tárgyát képező öt nagy szabadtéri hangosítás alapvető célját elérte. A pápai nagymiséken a hang

érthető és általában jó minőségű volt. Problémák az általános előkészületek késése és elmaradása miatt (pl. énekkari összpróba) Pécsen voltak. Ezek a „külső” körülmények a hangosítás lebonyolítását hátrányosan befolyásolták.

A különböző hangrendszerek megvalósítása összehasonlításokra is alkalmat ad. Az ellenőrzések során a rózsaszínű zajjal gerjesztett rendszer hangnyomásszint-eloszlását „A” súlyozó görbével mérve, a beszédérthetőséggel arányos RASTI értékeket [11], [12], [13], továbbá a hang érzeti hatását vizsgáltuk. A részletes vizsgálatok Pécsen a megkésített előkészületek, Szombathelyen a kétnapos esőzés miatt elmaradtak. A Máriapócon végzett részletes vizsgálatokat [9] és a budapesti Hősök terén végzett méréseket összevetve, a késleltetés nélküli osztott és a koncentrált késleltetett hangsugárzó rendszerek összehasonlítására nyílt alkalmunk. Megállapítható, hogy a késleltetett hangsugárzó rendszerrel mind a hangnyomásszintek, mind a beszédérthetőséggel arányos RASTI értékek jobbakként, mint az osztott, késleltetés nélküli rendszerrel elért eredmények. A Hősök terén $I_E < 0,8$ -nak megfelelő „kiváló” kategóriába tartozó értékeket kaptunk. A 20 mérésből 4 esetben volt $I_E < 0,6$. A modulációs átviteli függvényeket (MTF; Modulation Transfer Function) összehasonlítva, az MTF görbékre nem sikerült egyértelmű, a szokásosan várt kapcsolatot kapni.

Az előbbi megfigyelés valószínűleg a termekre jellemző, sűrű időbeli hangimpulzusok és a szabadtéri terjedési viszonyoknál jellemző időbeli ritka hangimpulzus-eloszlás közötti különbségre vezethető vissza. Szabadtéri hangosításnál a primér hullám beérkezését a földi reflexiók, illetve a távolabbi hangforrások időben később beérkező hanghullámai követik. Ha ezek a modulációs frekvenciával összemérhetők, akkor ez az MTF görbék várt esésében irregu-



5. ábra. A kórus és a zenekar hangfelvételére szabadtéren bevált mikrofonelrendezés és -irányítás megválasztása (Szombathely)

Fig. 5. Suitable microphone arrangement to pick-up sound over the choir and orchestra signalled the directivity characters too at full free space (Szombathely)

laritást okoz. Így a vizsgálatok arra utalnak, hogy szabadtéren az MTF görbék nem reális paraméterek. Ugyanakkor a RASTI értékek mérése — ha sikerült a zavaró zajokat elkerülni — igen hasznosnak bizonyult a hangrendszerek beállításánál. Ezzel kapcsolatban megemlíthető, hogy lényegesen kisebb műszerigényű és pontosabb érthetőség-számítási eljárás is ismert az irodalomból, de ezt még ritkán alkalmazzák [15].

A vizsgálatok során kimutatható a természetes beszédnél — közvetlen hangfelvétel — $I_e = 1$ értékű. Bekapcsolt hangosításnál a beszélőhöz közeli mérési pontokban a RASTI értékek csökkentek. A mesterséges hangátvitel miatt itt romlott az érthetőség. Ugyanakkor távolabb, a hallgatóság teljes körében a hangrendszer bekapcsolásakor egyértelműen és jelentősen megnövekedtek a RASTI értékek. Itt segített a hangosítás.

Fontos tapasztalatokat szereztünk a kiterjedt hangforrások, pl. énekkar, zenekar mikrofonozásával is. Szabad területen, ahol a hang akadálytalanul terjed, nehéz jó hangfelvételt készíteni kiterjedt forrásokról. Éppen ezért a következő szempontok betartása ajánlatos.

- Mikrofonozási kérdések optimalizálása;
 - mikrofonok típusának, helyének, sűrűségének helyes megválasztása,
 - mikrofonok szélvédelme.
- Háttérreflexiók megvalósítása;
 - kórus elhelyezése,
 - háttér, esetleg tetőzet építése.

c) Hangforrás aktivitása;

- gyakorlott énekkar szerepeltetése,
- helyszíni próba, hozzá való mikrofonozás,
- aktív munka (éneklés) a felvételnél és csönd a szünetben,
- önzajok csökkentése a felvétel közben.

Példaként a Pécs—Szombathely mikrofonozási ellentétre utalunk. Mindkét helyen a nyílt repülőtéri réten 0,5–2 m magasságú dobogón 250–400 fős énekkar és mellette zenekar foglalt helyet. Sem felülről, sem hátulról vagy más oldalról visszaverő felület nem segítette a mikrofonozást. Pécsen a kórus feje fölött belógatott 8 mikrofonnal próbálták a 300 m² felületet „befogni”, Szombathelyen 400 m² fölül az 5. ábra szerinti, egymást átfedő elrendezésben, vegyes irányítású 14 mikrofont helyeztek el. Az utóbbi jó hangot, az előbbi gyenge énekari hangot eredményezett. BERKHOUT [14] javaslata szerint sűrű átfedésben minden 10 m² célszerűen kör alakú felületelemre 1-1 felvevő mikrofon szükséges. Ezt a mikrofonsűrűséget ajánlják az AKG szakértői is. A pápalátogatásnál ilyen mikrofonsűrűséget anyagi okok miatt nem tudtunk adni, de az énekkarok aktív, fegyelmezett helytállásával és gondos hangmérnöki munkával ezt részben ellensúlyozni tudtuk.

Esztergomban a 250 fős és lépcsőzetes pódiumon elhelyezett kórus mögé 2,5 m magas, a merőlegeshez képest 7°-ban a kórus felé döntött, fából készült visszaverő hátfal sokat segített. Az összehasonlításra az 1991. május 4-én tartott és a pápalátogatás főpróbájának is tekinthető,

Mindszenty-temetésen volt alkalmunk. Anyagi szempontokat is mérlegelve a visszaverő fal ára mintegy 15 mikrofon árát tette ki. Változó helyű hangosításnál tehát érdemes a BERKHOUT ajánlatnak megfelelő sűrű mikrofonozást alkalmazni. A városi elrendezésnél szerencsés elhelyezés esetében a mikrofonok mögötti visszaverő felület magától



6. ábra. Az énekkar és a zenekar elhelyezése a Szépművészeti Múzeum előtt Budapesten
(A zászló melletti emelvény a hangmérnöki állás)

Fig. 6. The arrangement of choir and of the orchestra before the building of Museum of Fine Art at Budapest
(The stage in the neighborhood of the flag is the place to sound mixing)

adódik. Budapesten a Szépművészeti Múzeum lépcsőzetén elhelyezett ének- és zenekar jó megoldás volt (6. ábra). A szántóföldi hangosításnál jól bevált és követendő a Máriapócscon épített lépcsőzetes kóruspódium, annak lezáró hátfala és reflektáló féltetőzete [10].

5. ELEMZŐ ÖSSZEFOGLALÁS

A szabadtéren összegyűlt többszázazres tömeg egyházi célú hangosítására a szokásos hangrendszerek alkalmazhatók. Más szabadtéri hangosításokhoz képest (sportesemények, politikai gyűlések, rock-koncertek stb.) itt a szertartások alatt csendes, fegyelmezett a tömeg, tehát saját zaja kicsi.

A közvetítendő hangforrások helye minimum 10, más hangosításnál ez általában kevesebb. A közvetítő mikrofonok igénybevétele változó, tehát folyamatosan szükség van keverésre, amelyhez kisegítőként a liturgiát ismerő egyházi személy bevonása szükséges és jól bevált.

Az ilyen hangosítások sikeres lebonyolítása megelőző főpróba nélkül — a résztvevők teljes körével — szinte elképzelhetetlen.

A kórus és a zenekar fegyelmezett munkája és az önzej (suttogás, mozgolódás, széktologatás stb.) csökkentése nagyon fontos, mivel ez a felvételi zajszintet is eredményesen befolyásolja.

Általában a vallásos tömegrendezvények szabadtéri lebonyolításához is a jel/zaj viszony csökkentése szükséges. Ezt a hangforrás, a jelfeldolgozás, a hangsugárzás, a hangterjedés és a hangészlelés egymást követő szakaszaira külön-külön lehet részletezni.

a) Hangfelvétel

- Az egyedi mikrofonokkal történő felvétel nem különbözik a szokásos belsőtéri mikrofonteknikától másban,

mint a szélzaj-érzékeny típusok kiválasztásában, szélvédő alkalmazásában és gondosabb hangmérnöki munkában.

- Többcsatornás hangfelvételnél a keverőre egyidejűleg több felvevő mikrofon ($i = 1 \dots n$) jele jut. A kimenő jelben ezek egyszerre vannak jelen, azaz

$$S = \sum_{i=1}^n \bar{s}_i, \text{ ahol } \bar{s}_i = S_i + N_{pu} \quad (7)$$

A felvétel zaja a késleltetve befutó jelek ($S_{j,d}$) és más külső „zavaró” jelek (S_0) összegéből tevődik össze:

$$N_{pu} = S_0 + \left(\sum_{i=1}^n S_{j,d} \right) j \neq 1 \quad (8)$$

A felvételi saját zajok szerepét és kiküszöbölését az előzőekben részleteztük. A helyes és sűrű (10 m^2 felületre legalább egy mikrofon) mikrofonelrendezés alapvető fontosságú a kiterjedt hangforrások szabadtéri hangfelvételének megoldásában.

b) Jelformálás

A jelformálás fontos követelménye a bemutatott jó minőségű, korszerű digitális elektronika és az azonos idejű beavatkozási lehetőség. A szabadtéri hangosításoknak ez a része alapvetően hasonló a zárttéri hangosításokhoz. A tervezés, az előzetes beszabályozás korszerű rendszereknél a jelformálási módosulatok tárolása és a hangmérnöki munka azonban sokkal nagyobb igényű.

c) Sugárzás

A bemutatott megoldások egyértelműen megerősítik a hangsugárzás kiemelt fontosságát a szabadtéri hangosításoknál. A jól ismert összefüggések alapján egy-egy hangsugárzó sugárzási viszonyait a sugárzó teljesítményszintje (L_k) és irányítási tényezője (D_k) szabja meg:

$$L'_k = L_k + D_k \text{ [dB]} \quad (9)$$

A teljes sugárzó rendszer megkívánt minőségét és hatékonyságát

- a tervezés (jól telepített sugárzás, megfelelő sugárzó-típusok kiválasztása és csoportosítása),
- a megfelelő nagy hangteljesítmény,
- az időjárási viszonyok figyelembevétele és
- a megfelelő késleltetés- és fázisoptimalizálás szabja meg.

d) Hangterjedés

Szoros kapcsolatban van a b) pontban ismertetett szempontokkal. A sugárzótól adott d távolságban a hangteljesítményt a fizikai terjedés csillapítása ($R_{d,k}$) és a közeg meg a környezet csillapításai (A_k) befolyásolják:

$$E_k = L'_k + R_{d,k} + A_k \text{ [dB]} \quad (10)$$

Az egyes (A_k) tényezőket az előzőekben részletesen tárgyaltuk. A [8]-ban közölt megfigyelésekre hivatkozva fontosnak tartjuk kiemelni, hogy füves nyílt terepen 100–150 m távolságban és 1,4–3 m magasságban a földközelségben rögzített sugárzási körülmények mellett a levegő páratartalma és hőmérsékletének napszakokra jellemző változása miatt a vételi oldalon még akkor is 6–10 dB hangerő-eltérést okozhat, ha a szélesebbesség 5 m/s alatt marad. Ez a hatás különösen nyári délelőttökön a földfelszínhez közeli hőmérsékleti inverziók miatt jelentős. Figyelembevétele különösen a számítógéppel vezérelt hangszabályozásnál fontos.

e) Hangészlelés

Az észlelési oldalon az „ $a - d$ ” jellemzők összessége értendő a „jel” megnevezés alatt (S^*) a sugárzási körülmények variációjával:

$$S^* = \text{Proc} \left\{ S \left(\sum_{k=1}^m E_k \right) \right\} \quad (11)$$

Az észlelt hangjel az értékes jelből és a zajból tevődik össze:

$$I = S^* + N \quad (12)$$

A zaj összetett környezeti (N_{env}), időjárási (N_{met}), hallgatóság okozta (N_p) és később befutó hangforrásjelekből (N_{farL}) tevődik össze:

$$N = N_{\text{env}} + N_{\text{met}} + N_p + N_{\text{farL}} \quad (13)$$

Legyen $N_{\text{env}} + N_{\text{met}} + N_p < Q$ értékű, ami az egyházi hangosítások különlegesen csendes közönsége miatt szerencsés körülmények között előfordul. Ilyenkor, ha

IRODALOM

- [1] Davis, D. and Davis, C., *Sound System Engineering*, 2nd. Ed. Howard W., Sams & Co Indianapolis, 1987. pp. 145–151.
- [2] White, F.A., *Our Acoustic Environment*, Wiley New York Interscience, 1975. pp. 20–32.
- [3] ISO 1966-1: 1982, Acoustics-Description and Measurement of Environmental Noise, Part 1. Basic Quantities and Procedures.
- [4] ISO 1966-2: 1987, Acoustics-Description and Measurement of Environmental Noise, Part 2. Acquisition of Data Pertinent to Land Use.
- [5] ISO 1966-3: 1989, Acoustics-Description and Measurement of Environmental Noise, Part 3. Application to Noise Limits.
- [6] ISO 9613-1: 1990, Acoustics-Attenuation of Sound during Propagation Outdoors, Part 1. Calculation of the Absorption of Sound by the Atmosphere.
- [7] Illényi, A., „Gyakorlati lehetőségek a zajterjedés méréseknél”, *Zaj és Minőség '90* OPAKFI. pp. 178–190.
- [8] Dániel, I., Illényi, A. és Miklós, A., „Some Practical Experiences at the Problem of Meteorological Correction in Outdoor Sound Propagation”, *Proc. 5th Seminar of Noise Control*. OPAKFI Szeged, 1986. pp 175–180.

$N - Q > R_k + A_k$, vagyis ha a terjedés okozta veszteséget a távolabbról érkező források későn befutó jelei túllépik, akkor

$$I = S^* + N_{\text{farL}} \quad (14)$$

Ez azt jelenti, hogy az osztott vagy késleltetett források később érkező hangját a hallgatóság zavarónak hallja. Ilyen tapasztalatot szereztünk a pápalátogatás budapesti nagymiséjén. A pápa tagolt beszédében a beszédészünetek közben 45 dBA volt a háttérzaj. Ennél a szokatlanul kis hangszintnél a Dózsa György úton felsorakozott hallgatóság a több száz méter távolságban működő hangoszlopok késleltetett hangját jól hallotta. A mérések során viszont ez a háttérzaj $L_{\text{eg}} = 63$ dBA volt, tehát a zavarást nem lehetett észlelni.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerző hálás köszönettel tartozik Tarnóczy Tamás professzor úrnak a cikk szerkesztése során adott értékes észrevételeiért és segítő támogatásáért.

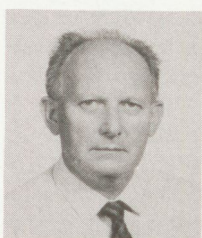
- [9] Borbély, E., Illényi, A. és Kaszás, P., „A pápai nagymise hang-erősítő rendszere Máriapócon”, (Megjelenés alatt a *Kép- és Hangtechnika* 1992. évfolyamában).
- [10] Balogh G-né, Huszty, D., Illényi, A., és Szabados, K., „Stúdió-ellenőrző hangsugárzók gyakorlati követelményeinek megvalósítása”, *Kép- és Hangtechnika* 22., 1976. pp. 39–43.
- [11] Tarnóczy, T., *Teremakusztika I. Visszhangok és utóhangsúlyosítás*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1986. pp. 110–111.
- [12] Houtgast, T. and Steeneken, H.J.M., „The Modulation Transfer Function in Room Acoustics as a Predictor of Speech Intelligibility”, *Acustica* 28., 1973. pp. 66–73.
- [13] Steeneken, H.J.M. and Houtgast, T., „RASTI a Tool for Evaluation Auditoria Brüel Kjaer”, *Techn. Rev.* 1985. No.3. pp. 13–30.
- [14] Berkhout, A.J., Vogel, P. and de Vries, D., „Use of Wave Field Synthesis for Natural Reinforced Sound”, Preprint on 92nd Convention of AES, 1992, 24/27 March, Vienna. No. 3299.
- [15] Tarnóczy, T., *Noise Interference with Oral Communications*. (Noise Pollution. Ed.: A. Lara Sáenz and R.W.B. Stephens). Chapter 9., SCOPE, J. Wiley et Sons Ltd. New York, 1986. pp. 240–263.

EXPERIENCES IN P.A.SYSTEMS ON IMPORTANT PLACES OF POPE-VISIT AT HUNGARY

A. ILLÉNYI

ACOUSTICAL RES. LAB. OF H.A.S.

The outdoor sound reinforcement for religious multitude differs from usual rock concerts or political demonstrations. Main problems of delayed and distributed powerful PA systems are the simultaneous pick-up of single and extended sources at free places, disturbances of environment including the reflective ground surface and meteorological influences, the high S/N ratio, and long time delays in sound paths.



dr. Illényi András a fizikai tudományok kandidátusa. Az ELTE fizika – matematika szakot 1956-ban végezte el. Egyetemi hallgató volt még, amikor 1953-ban Tarnóczy professzor irányításával akusztikával kezdett foglalkozni. 1967-ben végezte el az aspirantúrát, a kandidátusi disszertációt 1978-ban a hangsugárzók objektív és szubjektív vizsgálatainak tárgyköréből írta. Az MTA Akusztikai Kutatólaboratóriumának

vezetője. Elektroakusztikával, főleg a hangsugárzás gyakorlati problémáival 20 éven át foglalkozott. Érdeklődési területei a hang objektív és érzeti jellemzői, a holofónia, az akusztika gyakorlati alkalmazásai, zaj- és rezgésvédelem, mérés-technika. Több mint 70 publikációt közölt, 7 szabadalmát fogadták el. 1988-ban „Békésy György” díjat, 1990-ben „Pro silentio” díjat kapott. Az Akadémia Akusztikai Komplex Bizottságának alelnöke, a Kép- és Hangtechnika szerkesztőbizottságának tagja.

FIZIKAI MODELL ALAPÚ DIGITÁLIS HANGSZINTÉZIS

JÁNOSY ZOLTÁN

BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM

VESA VÄLMÄKI

HELSINKI MŰSZAKI EGYETEM

A cikk alapja a Budapesti Műszaki Egyetem 1991. évi Tudományos Diákköri Konferenciájának „Digitális kép- és jelfeldolgozás” szekciójában tartott előadás, mely a Helsinki Műszaki Egyetem Akusztikai Laboratóriumában megalkotott gitár és fuvola modellek számítógépes feldolgozásában elért eredményeinket foglalta össze. Az előadás a konferencián a szekció első díját, és a HTE különdíját nyerte el. Röviden bemutatjuk a hangszerek egyszerűsített, időtartománybeli fizikai modelljeit, a valós idejű DSP implementációt és az azt vezérlő számítógépes zenei-előadás-generáló programot.

1. BEVEZETÉS

A klasszikus hangszintetizáló eljárások (additív, szubtraktív és nemlineáris) csak kevésbé alkalmasak akusztikus hangszerek szintézisére, mivel nem veszik figyelembe a hang keletkezési mechanizmusát, csak egyetlen (vagy néhány), előre adott módon keletkezett jelalakot, illetve spektrumot próbálnak utánozni [1]. Különösen gondot okoz az átmeneti állapotok élethű szimulációja. A napjainkban tért hódító mintavételezéssel ugyan kitűnő minőségű hangot lehet előállítani, azonban csak nagyon korlátozott lehetőség van a játékmód változtatására. Jobb eredmény csak a keletkezési mechanizmus, vagyis a hangszer működésének modellezésével érhető el. A fizikai modell alapú szintézis ezt valósítja meg. Az alapvető elképzelés a hangszereket alkotó mechanikai rendszerek rezgéseinek numerikus leírása, beleértve az egyes funkcionális részek csatolását, kölcsönhatását is.

Egyik lehetséges út a rezgőrendszereket leíró differenciálegyenletek (hullámegyenlet) numerikus megoldása [2]. Ez azonban a nagy számításigény miatt inkább csak akusztikai kutatás céljára alkalmas, zenei szintézis céljára csak korlátozottan (hiszen itt valós időben kell előállítani a hangot), s idővariáns rendszerekben csak nehezen számítható.

A digitális jelfeldolgozásra épülő fizikai modellezés kiindulópontja az Alex Strong által feltalált, időben változó hullámforma-táblázat volt. Ezt a módszert sikeresen használták megpendített húr és ütős hangok szintézisére [3]. Jóllehet ennek a technikának — mely ma a Karplus-Strong algoritmus néven ismert — tulajdonképpen nincs sok köze a hangszerek tényleges fizikájához, bebizonyosodott, hogy az a McIntyre, Woodhouse és Schumacher által is alkalmazott fizikai húrmodell [4] egy speciális esete.

A Helsinki Műszaki Egyetem Akusztikai Laboratóriumában a közreműködésünkkel kidolgozott hangszermodellek — gitár és ajaksíp — időtartományban, digitális késleltető vonalakkal megvalósított távvezeték-modellrel használnak. Ez jól alkalmazható húros és fúvós hangszerek esetén, ahol a rezgőrendszerben — húr, illetve légoszlop — lényegében egydimenziós a hullámterjedés. Az időtartománybeli modellezés legfőbb előnye, hogy a gerjesztés az időtartományban általában jól leírható, valamint a fúvós hangszerekben keletkező nemlineáris jelenségek az időtartományban rendkívül egyszerűen kezelhetők.

A jó minőségű hangszintézisnek ugyancsak lényeges része a hangszer játéktechnikájának szimulációja. Pszichológiai vizsgálatok azt mutatták, hogy a különböző hangszerek felismerhetők csak az élő előadásból kinyert hangmagasság- és amplitúdóparaméterek felhasználásával szintetizált játék alapján, még szinuszos tesztjel használata esetén is [5]. Ezért a modellek kidolgozásával egyidőben

egy olyan programrendszert is kifejlesztettünk, amely alkalmas a modellek minél sokoldalúbb, ugyanakkor alapvetően egyszerű vezérlésére. A jelenlegi megvalósításban a Common LISP/CLOS nyelven írt MusicLab program egy hagyományos, többszölamú kotta alapján képes előállítani a szükséges időzítési és hangmagasság-paramétereket.

2. AZ AKUSZTIKUS HANGSZEREK MODELLEZÉSE

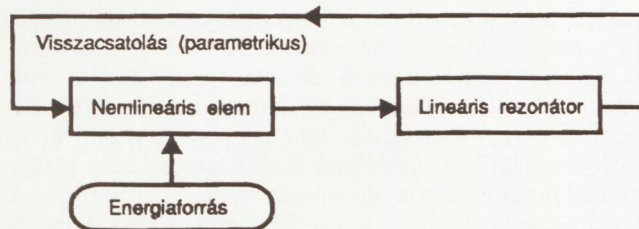
2.1. A hangszerek általános jellemzői

Az akusztikus hangszerek a gerjesztési mechanizmus szerint két csoportba oszthatók [6]:

- időben változó energia-utánpótlást igényelnek (ilyen pl. a gitár és az ütőhangszerek) vagy
- állandó energiabevitelrel gerjeszthetők (fúvós és vonós hangszerek).

Az első csoport tagjai csak impulzusszerű, illetve más, időben változó gerjesztéssel hozhatók rezgésbe. Miután az energiabeáramlás befejeződik, a húr, illetve membrán magára hagyva önrezgésbe kezd, s a rezgés csökkenő amplitúdóval végül megszűnik. Az e csoportba tartozó hangszerek nagy része nem tartalmaz nemlinearitást.

A második csoport hangszereit időben állandó gerjesztés is rezgésbe hozhatja. Ezért ezeket öngerjesztő oszcillátoroknak is nevezik. A gerjesztés egy nemlineáris elemen keresztül (nyelv, levegősugár, vonó) csatolódik a lineáris rezonátorhoz (húr, cső) [1. ábra] [4]. A lineáris elem állapota befolyásolja a nemlineáris elem működését, amit a visszacsatolás jelképez. Ezekben a hangszerekben az oszcillációt a gerjesztés és a rezonátor nemlineáris csatolása indítja és tartja fenn. A nemlinearitás határozza meg a rezgés felfutását, lecsengését, az állandósult állapot amplitúdóját és a hang felharmonikus tartalmát. A gerjesztés hatása az amplitúdóra a rezonátor állapotától függ.



1. ábra. Általános zenei oszcillátor blokkvázlata
Fig. 1. Block diagram of a common music oscillator

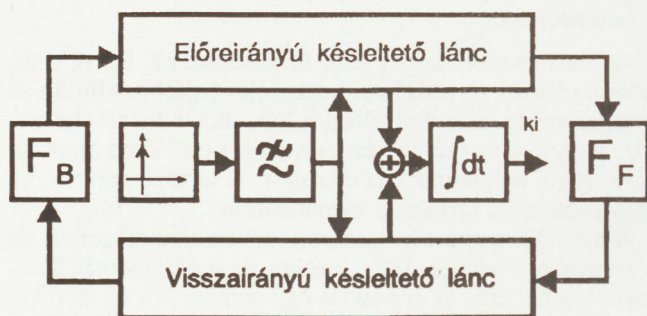
2.2. A távvezeték-modell

A húrbán, illetve csőben létrejövő, lényegében egydimenziós hullámterjedés leírható az elektromosság-tanból átvett távvezeték-analógiával. Amikor a húrt megpendítik, hullámok indulnak el előre, illetve visszafelé. A hullámok a húrbán keletkező mechanikai veszteség miatt csillapodnak, majd a húr végéről a lezárástól függően reflektálódnak és elindulnak visszafelé. A valóságban csak a két hullám szuperpozícióját figyelhetjük meg, de modellezni célszerűbb két külön távvezetékkel, amelyekben csak egyirányú (és egymással ellentétes) a hullámterjedés. A csillapodást, illetve az esetleges frekvenciafüggés miatti diszperziót, valamint a lezárás hatását modelljeinkben az egyszerű megvalósítás érdekében egyetlen, a távvezeték végén lévő koncentrált szűrővel vettük figyelembe.

A távvezeték diszkrét idejű simulációja digitális késleltető vonallal történik. A késleltető vonal a gyakorlatban nem túl sok, egész időegységet késleltető elemből áll. Ezzel szemben a húr hosszának (és vele együtt a hangmagasságának) folytonosan kell változnia. Mivel a mintavételi frekvencia rögzített, tört idejű késleltetés megvalósítása szükséges. A tört ideig késleltetett minta becslésére mi egy Lagrange típusú FIR interpolátort használtunk fel [7].

2.3. Az akusztikus gitár modellje

Az akusztikus gitár modellje a húrok, a test és a köztük levő csatolás modellezését foglalja magában. A húrokat a már megismert távvezeték-analógia alapján modelleztük (2. ábra). A test modellezésére az impulzusválasz alapján tervezett FIR, illetve IIR szűrők használhatók.



2. ábra. A gitár-modell blokkdiagramja (F_F és F_B előre- és visszairányú reflexiós szűrők)

Fig. 2. Block diagram of the guitar model (F_F and F_B mean forward and backward reflective filters)

A gitárhúr modellje

A húr megpendítésekor a húr kitérésének alakja háromszög. Függő változóként az akusztikában szokásos sebességet használva a kitérés helyett, a kezdeti elrendezés egy, a megpendítés helyén ugrással rendelkező függvény, ami egyszerűbben kezelhető, de még mindig térben szétterülő. Gyorsulást választva változónak, a gerjesztés a bemeneti pontra lokalizálódik, ami nagyon megkönnyíti az implementációt. Két késleltető láncot használva, a kétirányú hullámterjedésre a kimenetet (a húr egy pontjának pillanatnyi gyorsulását) a két láncból vett minták összegeként kapjuk, amiből egy integrálással sebességgel arányos mennyiséget kapunk. Ebből pedig a fül által érzékelt hangnyomás már közvetlenül adódik (valós sugárzási impedanciát feltételezve).

A tényleges fizikai működést leegyszerűsítve a már említett módon az összes veszteséget és frekvenciafüggést a húr két végén lévő, legegyszerűbb esetben elsőfokú IIR szűrőkkel megvalósított szűrőkben vesszük figyelembe [7]. Mivel a gitárhúr mindkét végén befogott, ezért a reflexiós tényező értelemszerűen negatív mindkét végén.

A keletkező hangszín függ a pengetés helyétől és módjától, valamint a kivételi pont (pick-up) helyzetétől. A pengetés módja (kézzel vagy pengetővel) a pendítő impulzus alul áteresztő szűrésével változtatható. A húr tulajdonságai (anyag, tömeg, veszteségek) a reflexiós szűrők megfelelő paraméterezésével vehetők figyelembe.

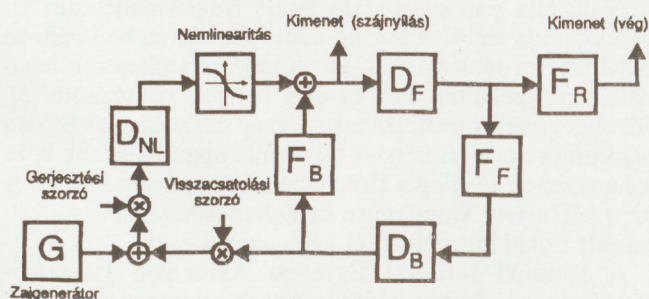
A gitártest modellje

Méréseink azt mutatták, hogy a gitárdoboz átviteli karakterisztikájának burkolója viszonylag egyenletes, de nagyon sok rezonancia figyelhető meg az alap Helmholtz-rezonanciától kezdődően [8]. Spektrumanalizátoros méréssel meghatározható, hogy legalább 20 főbb rezonanciahely van kilohertzenként. Ez azt jelenti, hogy legalább 400-ad fokú, direkt struktúrájú IIR szűrőre lenne szükség az elfogadható szimulációhoz (mivel a doboz túl komplex, a fizikai modelltől eleve le kell mondanunk). Más megközelítésben az impulzusválaszból tervezhető egy FIR szűrő.

Tapasztalataink szerint legalább 30 msec hosszúságú szakaszt kell figyelembe venni. Egy ilyen FIR szűrő megvalósítható egyetlen korszerű jelprocesszorral, azonban látható, hogy a teljes gitár modellhez (hat húr+doboz) jelenleg legalább két nagyteljesítményű jelprocesszorra van szükség.

2.4. A fuvola és más ajaksípok modellje

A fuvola számára kidolgozott modell (3. ábra) [9] alkalmazható más, hasonló gerjesztési mechanizmusú hangszer (furulya, síp, orgona ajaksípjai, pánsíp, üvegpalack) szintézisére is a paraméterek megfelelő beállításával.



3. ábra. A fuvola-modell blokkdiagramja (F_F és F_B mint a 2. ábrán, D_F és D_B előre- és visszairányú késleltető vonalak, D_{NL} nemlineáris késleltetés)

Fig. 3. Block diagram of the flute model (F_F and F_B as in Fig. 2., D_F and D_B are forward and backward delay lines, D_{NL} means nonlinear delay)

A cső modellje

A cső — a húrhoz hasonlóan — egydimenziós távvezetékkel modellezhető, ahol a terjedő mennyiség a térfogatsebesség, illetve a hangnyomás. A fuvola és a furulya mindkét végén nyitott csőként tekinthető, míg a pánsíp és az üvegpalack a túlsó (gerjesztéssel ellentétes) végén zárt. A fuvola furatait a csőbe csatlakozó rövid távvezeték-ként lehetne modellezni, ez azonban valós időben túl nagy feladat lenne, hiszen a Böhm-fuvolán 15 nyílás van. A valós idejű

megvalósítás érdekében a lyukak diszperzív hatását a húr modellhez hasonlóan koncentráltan, a reflexiós szűrőkben vettük figyelembe.

A cső és a gerjesztés nemlineáris kapcsolata

Az ajaksípokban a gerjesztő légsugár a turbulens áramlás miatt oszcillálni kezd, felváltva be- és kifúj. Ha ez a hulláma a csőből jövő, visszavert hullámot jó fázisban találja el, a csőben kialakuló rezgést fenntartja (hasonlóan a hinta működéséhez). A gerjesztésnek ezt a modulációját a mi modellünkben a reflektált hullám nemlineáris elemén történő visszacsatolásával valósítjuk meg. A nemlineáris függvény menete a beáramló levegősugár keresztmetszeti térfogatsebesség-eloszlásából határozható meg [6], s a szigmoid függvénnyel közelíthető. A függvény maximuma jelenti azt az esetet, amikor a levegősugár teljes egészében a csőbe áramlik, s közel nulla, amikor a gerjesztő légsugár teljesen „kifúj” a csőből. A légsugárban haladó hullám sebessége kisebb a hangsebességnél, ezért ez a hatás késik a túlsó végről visszavert hullámhoz képest. Ennek modellezésére a visszacsatolásba egy késleltető elemet is elhelyeztünk. A késleltetési idő változtatásával (adott csőhossz — azaz alapharmonikus — mellett) elérhető, hogy a cső magasabb harmonikusai gerjedjenek. Ez a jelenség nagyon jellemző a fuvolára, ahol az oktáv váltást magasabb módusba ugrással oldják meg (üveghang).

Ha az alkalmazott nemlinearitás szimmetrikus, a keletkezett hang nem tartalmaz páros harmonikusokat. Ha a levegősugár aszimmetrikusan találja el az éket, megfigyelhető a páros harmonikusok (különösen a másodiké) megjelenése. Ezt a függvény X tengellyel párhuzamos eltolásával modellezhetjük.

2.5. A modellek implementációja

A modelleket egy Apple Macintosh II számítógéphez illesztett, TMS320C30 lebegőpontos digitális jelprocesszort, valamint 16 bites sztereo, 44,1 kHz-es mintavételi frekvenciát használó, AD/DA konvertereket tartalmazó kártyán implementáltuk a Helsinki Műszaki Egyetem Akusztikai Laboratóriumában kifejlesztett Common LISP/CLOS alapú QuickC30 fejlesztői rendszeren. A gitár modell (azaz hat független húr modellje) 22,05 kHz mintavételi frekvenciával fut valós időben, s körülbelül 10 paramétere van húrónként. A fuvola modell 44,1 kHz-en fut, jelenleg körülbelül 20 paraméterrel vezérelhető. A fuvola modell gerjesztésére egy álvéletlenség-generátorral megvalósított zajgenerátort használtunk. Ez alkalmas a szélzaj modellezésére is. A jelprocesszorral vibrató és tremoló hatás is kelthető valós időben.

3. A MODELLEK VEZÉRLÉSE

A bevezetőben már említettük a modellek vezérlésére készült MusicLab Kísérleti Zenei Rendszert. A program több lépésben a kifejezetten erre a célra kifejlesztett zenei leíró nyelv (4. ábra) [1] segítségével bevitt kottából létrehozza a modellt valós időben vezérlő szekvenszer (időzítő és vezérlő program) számára szükséges kódsorozatot. Az egyes lépések során az illető hangszer játéktechnikájának ismeretében lehetőség van a legkülönbözőbb események (pl. a gitár esetében lefogás, megpendítés, tompítás, vibrató) generálására.

The image shows a musical score for guitar on a single staff. The tempo is marked as 60. Below the staff, there is a block of MusicLab code in LISP/CLOS syntax. The code defines various musical events such as notes, rests, and articulations, using a specific notation for the guitar transcription.

4. ábra. Példa a MusicLab zenei leíró nyelvének használatára (részlet J.S. Bach 140. kantátájának gitár átíratából)

Fig. 4. An example for application of music description language of MusicLab. (A detail of the guitar transcription of Cantata No 140 by J.S. Bach)

3.1. A zene számítógépes leírása

A zene folyamata felbontható zenei eseményekre, melyek legfőbb tulajdonsága a bekövetkezési idejük. Alapvető események a hangjegyek és szünetek, de eseménynek tekinthető a tempóváltás, crescendo indítás, sőt a hangnemváltás is (rendszerünk ezeket a nem valódi eseményeket *meta-eseményeknek* nevezi). Az események növekvő időben rendezett eseményvektort alkotnak. Az eseményvektor maga is esemény, így eleme lehet egy másik eseményvektornak. Így egy fastruktúrához jutunk, amelyet a lejátszás előtt rendezéssel linearizálni kell.

3.2. A feldolgozás folyamata

A kódolt kottát először egy, a hangszert ismerő elemző magas szintű eseménysorozattá alakítja. A kottában levő hangszerspecifikus információk hozzákötődnek az illető eseményekhez. Ezután még mindig az elvont, hangjegyszinten működő értelmező a zenei anyag elemzésével, szabályok felhasználásával módosíthatja a hangjegyek hosszát, tagolását (artikulációját). A következő lépésben a magas szintű események esetenként több, középső szintű, immár hangszerfüggő (de nem implementációfüggő) vezérlő eseménnyé bomlanak (pl. a gitár esetén egy hangjegyből egy húrlefogás, egy megpendítés és egy tompítás esemény lesz). A középszintű események az ezt követő fordítás során alacsony szintű, implementációfüggő kódokká válnak, melyek már közvetlenül lejátszhatók az adott hangszeren. A különböző hangszerek bizonyos lépésekben használhatnak közös eljárást, vagy definiálhatnak sajátot a megfelelő CLOS metódus specializálásával.

3.3. Az eseményhez tartozó lejátszási adatok

A rendszer az események névleges kezdési időpontját tempófüggetlen ppq (pulzus per negyed) egységben, a tényleges időket másodpercben tartja nyilván. A hangjegyek tartalmaznak a névleges kezdési (késleltetés) és befejezési (mikroszünet) időtől való eltérésre vonatkozó adatokat, névleges időtartamot, hangmagasságot, játéktípust (staccato, legato) és intenzitást. Ezeket az értelmezést befolyásoló szabályok módosítják [10]. A hangmagasság lehet szimbólumokkal, frekvenciával vagy billentyűkóddal adott, ezek között az aktuális hangolástól függő konverzió lehetséges.

3.4. A rendszer kapcsolata a külvilággal

A MusicLab rendszer bemenete egy LISP kifejezés, ami a zenei leíró nyelven kódolt kottát tartalmazza. Elkészült

egy 0-s formátumú MIDI file-okat író—olvasó modul is. A program kimenete a DSP kártyára letölthető kódsorozat, illetve MIDI eseménysorozat vagy MIDI file.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetünket fejezzük ki a Helsinki Műszaki Egyetem Akusztikai Laboratóriumának és az Espoo-i Számítógé-

pes Művészeti Központnak (CARTES) a korszerű műszaki háttér biztosításáért.

Külön köszönet Matti Karjalainen professzor úrnak, az Akusztikai Laboratórium vezetőjének, aki megindította ezt a kutatási témát, és munkánk során mind szakmailag, mind emberileg segítségünkre volt. A kutatási témát anyagilag a Finn Tudományos Akadémia támogatta.

IRODALOM

- [1] Jánosy, Z., Välimäki, V., Real-Time Computer Simulation of Acoustical Musical Instruments by Means of Physical Modeling, *Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar TDK Konferencia'91*, Budapest, 1991.
- [2] Adrien, J.M., Causse, R., Ducasse, E., Dynamic Modeling of Stringed and Wind Instruments, Sound Synthesis by Physical Models, *Proceedings of the ICMC'88 (International Computer Music Conference)*, 1988. pp. 265—276.
- [3] Jaffe, D.A., Smith, J.O., Extensions of the Karplus-Strong Plucked-String Algorithm, *Computer Music Journal*, 7(2), 1983. pp 56—69.
- [4] McIntyre, M.E., Schumacher, R.T., Woodhouse, J., On the Oscillations of Musical Instruments, *JAES (Journal of the Audio Engineering Society of America)*, 74(5), 1983. pp. 1325—1345.
- [5] Piszczalski, M., Galler, B., Bossemeyer, R., Hatamian, M., Looft, F., Performed Music: Analysis, Synthesis and Display by Computer", *JAES*, 29(1/2), 1981. pp. 38—55.
- [6] Fletcher, N.H., Rossing, T.D., *The Physics of Musical Instruments*, Springer-Verlag, New York, 1991.
- [7] Karjalainen, M., Laine, U.K., A Model for Real-Time Synthesis of Guitar on a Floating-Point Signal Processor, *Proceedings of the IEEE ICASSP'91 (International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing)*, Toronto, 1991.
- [8] Karjalainen, M., Laine, U.K., Välimäki, V., Aspects in Modeling and Real-Time Synthesis of the Acoustic Guitar, *Proc. IEEE ASSP Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics*. New Paltz, New York, 1991.
- [9] Välimäki, V., Karjalainen, M., Jánosy, Z., Laine, U.K., A Real-Time Implementation of a Flute Model, *Proc. IEEE ICASSP'92*, San Francisco, 1992.
- [10] Friberg, A., Generative Rules for Music Performance: A Formal Description of a Rule System, *Computer Music Journal*, 15(2), 1991. pp. 56—71.

DIGITAL SOUND SYNTHESIS BY SEMI-PHYSICAL MODELING

Z. JÁNOSY

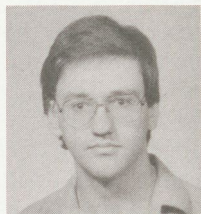
Technical University of Budapest

V. VÄLIMÄKI

Helsinki University of Technology

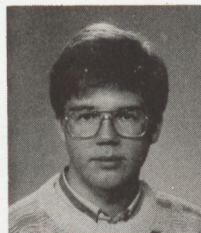
The article is based on the conference paper "Real-Time Computer Simulation of Acoustical Musical Instruments by Means of Physical Modeling" presented on the Scientific Student's Conference'91 of the Technical University of Budapest. The paper presented our results in the computer implementation of the six-string guitar, the flute and other flue-pipe instrument models, developed at the Acoustics Laboratory of the Helsinki University of Technology. The paper was awarded with a first prize in the section and won the special award given by the Scientific Society for Telecommunication (HTE).

This paper introduces the semi-physical, time-domain models of the instruments, the real-time implementation based on a TMS320C30 floating point digital signal processor (DSP), and the computer music performance system.



Jánosy Zoltán a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar Híradástechnika Szakának végzős hallgatója. 1987 óta dolgozik hallgatóként a BME Híradástechnikai Elektronikai Intézet Átvitel- és Rendszertechnikai Osztályán (most Távközlési és Telematikai Tanszék). Feladata digitális beszédkódolási, beszédminősítési algoritmusok, grafikus jelfeldolgozó környezet implementálása. Fő érdeklődési területe a

számítógépes zene. 1989-ben és 1990-ben összesen négy hónapot töltött a Helsinki Műszaki Egyetem Akusztikai Laboratóriumában, ahol bekapcsolódott az ott folyó számítógépes zenei kutatásba.



Vesa Välimäki a Helsinki Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karának végzős hallgatója. 1990 óta az Akusztikai és Hangfeldolgozási Laboratóriumában dolgozik tanársegédként. Feladata digitális beszédanalízissel és hangszintézissel kapcsolatos algoritmusok implementálása. Jelenleg egy zenei jelfeldolgozással kapcsolatos kutatási témában dolgozik az Espoo-i Számítógépes Művészeti Központban (CARTES).

SZÁMÍTÓGÉPES OKTATÁSI RENDSZEREK

G. SOMOGYI

BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM

A cikk ismerteti az izraeli Oktatástechnológiai Központ (CET) által kidolgozott TOAM számítógépes oktatási rendszert és annak a DEGEM SYSTEMS LTD által megvalósított változatát. Ugyancsak röviden ismerteti az elektronikai alapismeretek oktatására készített DEGEM programot, melyet a magyarországi oktatási környezethez a szerző adaptált.

OKTATÁSI KONCEPCIÓ

A 80-as években világszerte válság bontakozott ki az oktatásban, különösen az alsó- és középfokú oktatás szintjén. Az okok között említhetjük, hogy az oktatási anyagokban az információ mennyisége folytonosan növekszik, a tapasztalatok szerint 10 évenként megkétszereződik; a tanító – tanár pályák társadalmi presztízse kicsi, így ezeken a pályákon kontraszelekció alakul ki; valamint azt, hogy a tanárképzés, ill. továbbképzés színvonala alacsony. A legfőbb ok azonban az oktatásban alkalmazott „homogén csoport” elv, mely szerint az oktatás ütemét az átlaghoz kell igazítani. A tanulók képességei, egyéni adottságai között azonban oly mértékű különbség mutatkozik egy tipikus osztályon belül is, hogy ez a klasszikus oktatási hagyomány tovább már nem tartható fenn. E módszer ugyanis a szerényebb képességűeket frusztrálja, a kiemelkedőket viszont nem ambicionálja, hanem közömbössé teszi az oktatás tárgyával szemben.

A CET, az izraeli Oktatástechnológiai Központ új elvekre alapozva dolgozott ki számítógéppel segített oktatási rendszert (elsősorban 6–14 éves iskolások számára). Az új koncepció alapja, hogy felismeri és elismeri a tanulók közötti különbségeket, így nem a „mindenki egyenlő” elvet követi, hanem a „mindenki különböző, de egyenlő jogokkal rendelkezik” alap gondolatot. A CET által kidolgozott TOAM (a CAI = Computer Aided Instruction héber nyelvű rövidítése) számítógépes oktatási rendszer a gyakoroltatás, ellenőrzés és beszámoltatás folyamatában alkalmazkodni képes minden tanuló egyéni sajátosságaihoz és képességeihez.

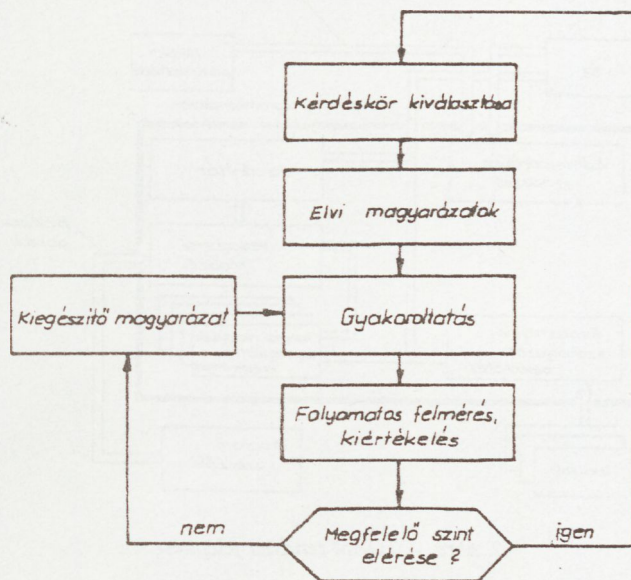
SZÁMÍTÓGÉPPAL TÁMOGATOTT OKTATÁS

A számítógépet széles körben alkalmazzák az oktatás különböző szintjein, a vizsgálatok azonban azt mutatták ki, hogy a meghonosodott módszerek nem felelnek meg az alábbi elvárásoknak:

- több információ átadása,
- a tanár tehermentesítése,
- alkalmazkodás a tanulócsoport inhomogenitásához.

Semmilyen kedvező hatás nem mutatható ki a tanulók tudásszintjének növekedésére sem. A fentieket alátámasztó vizsgálatokat a Szilícium-völgyben végezték, tehát számítógéppel maximálisan ellátott területen, ahol 3 terminál jut 10 tanulóra és a tanulási idő 30%-át a számítógéppel való foglalkozás tölti ki. Következésképpen, új megközelítés vált szükségessé. Meg kellett határozni a tanári tevékenység és a számítógépes foglalkozás optimális arányát, valamint az oktatóprogramok elvi felépítését. A CET szerint elegendő, ha a számítógépes foglalkozások az oktatási időnek csak 10%-át teszik ki. Ehhez azonban a programok

elvi felépítésénél — a maximális tanulási sebesség és határfok eléréséhez — a tanulók számára legkedvezőbb gyakorlatot időt kell szem előtt tartani. A CET által meghatározott oktatási modellt az 1. ábrán szemléltetjük.



1. ábra. Oktatási koncepció folyamatábrája

A rendszernek biztosítania kell, hogy minden tanuló a saját tudásszintjéről indulhasson és a saját ütemének megfelelően haladjon.

Néhány megjegyzés a folyamatábra lépéseire:

1. A kiválasztandó témakörnek kis egységeket kell képeznie, néhány órára vagy napra kiterjedő tevékenységnek megfelelően. A kiválasztást a tanár végzi, akiknek a teljes anyag felett áttekintése van és ismeri a kérdéskörök közti kapcsolatrendszert. A kiválasztás a tanuló egyéniségén és haladásán alapul.
2. A magyarázatokat a tanár egyénileg vagy kis csoportokban adja, de kijelölhet anyagrészeket egyéni tanulmányozásra is.
- 3–4. A gyakoroltatással kezdődik a számítógép szerepe. A CAI rendszer minden tanuló számára egyéni adottságainak megfelelő szintű feladatot biztosít. A szintet a gyakorlatok során elvégzett folyamatos értékelés alapján a számítógép állapítja meg (mindenről részletes tájékoztatást nyújtva a tanár számára).
5. A „megfelelő szintet” az általános oktatási követelményrendszer alapján állapítják meg, az egyes tanulók adottságainak ismeretében. A kiegészítő magyarázatok nem jelentenek rendkívüli terhelést a tanár számára, mert azok a felmerülő problémák egy világosan elkülöníthető szűk részére vonatkoznak.

a tanárok számára: az egyes tanulók vagy egy osztály elért eredményeire, haladására vonatkozó adatok, statisztikai adatok, jelleggörbék, hisztogramok és táblázatok bármikor lekérhetők.

Mivel a rendszer megoldja a feladatok szintjének hozzáigazítását a tanuló tudásszintjéhez, megoldja a gépidő kihasználásának problémáját is. A szokásos rendszereknél a feladatát gyorsan befejező tanuló elfoglaltság hiányában unatkozik, míg a szerényebb képességű az elvárás súlya alatt kapkodva igyekszik teljesíteni feladatát, és gyakran saját színvonalát sem éri el. A DEGEM TOAM rendszere a tanár leterhelése nélkül képes a gyorsan haladóknak saját szintjükön extra feladatokat adni, és ugyanakkor a gyengébb tanulók számára kiegészítő gyakorlatokat nyújtani, amivel mindkét csoport számára biztosítja a folyamatos haladást.

A TOAM rendszer számos témakörének magyar változata is elkészült.

SAKOKTATÁS ÉS TOVÁBBKÉPZÉS

A TOAM koncepciót a CET elsősorban 6–14 éves tanulók oktatására dolgozta ki, azonban a koncepció egyes elemei magasabb szintű oktatóprogramokban (elsősorban a szakoktatás területén) is alkalmazhatók. A DEGEM SYSTEMS számos további oktatási programcsomagot készített el, melyek közös jellemzője a tanulót adaptív módon segítő programkörnyezet és a tanárt segítő ellenőrző–kiértékelő szolgáltatások, amelyek képet adnak mind a tanulók egyéni haladásáról, mind pedig az osztály által elért eredményekről. A DEGEM SYSTEMS 14–18 éves korosztály számára készített oktatóprogramjai közül (Matematika, Fizika, Kémia, Pneumatika, Hidraulika stb.) elsőként az elektronikát oktató programcsomag magyar változata készült el.

AZ ELEKTRONIKAI ISMERETEK PROGRAMCSOMAG

A DEGEM SYSTEMS által kidolgozott programcsomagok egyike az Elektronikai Ismeretek programrendszer, melynek a magyar oktatási rendszerhez és szabványokhoz való illesztését e cikk szerzője végezte el a DEGEM termékeit Magyarországon forgalmazó A-TEC Kft megbízásából.

A programcsomag feladattára 5 témakört tartalmaz. Ezek a következők:

1. DC áramkörök
2. AC áramkörök
3. Félvezetők
4. Integrált áramkörök
5. Digitális áramkörök

A témakörök mindegyike egyenként 10–14 feladatot tartalmazó független — szűkebb tématerületet felölelő — modulokra oszlik, több száz feladatot tartalmazó könyvtárat alkotva. Egy tipikus feladat megoldása 20–30 perces tanuló–gép párbeszédet igényel. Egy feladat kitűzése a képernyőn megjelenő ábrából (kapcsolási rajzból) és egy

hozzá tartozó kérdésből áll. A kérdésben szereplő adatokat, illetve a megadott kapcsolás elemértékeit, esetleg gerjesztő jeleit a program véletlenszerű értékekkel adja meg. A tanuló feladata, hogy a megoldáshoz szükséges adatokat összegyűjtse és alkalmazza a tárgykörben megismert elméleti ismereteit. Az adatgyűjtésre a program több lehetőséget ad:

- **Szimulált mérőműszerek:** oszcilloszkóp, digitális multiméter és logikai analízátor, melyek a képernyőn jelennek meg és a terminál billentyűzete segítségével valóságos műszerként vehetők igénybe a szükségesnek tartott mérések elvégzéséhez.
- **Adatlapok:** a képernyőn megjelenő áramkörökben felhasznált minden alkatrész adatlapja lekérhető, de megjeleníthető például a digitális eszközök működési leírása vagy a mágneses anyagok B-H görbéje is.
- **Összefüggések:** a feladat megoldásához szükséges vagy felhasználható összefüggések, táblázatok és egyenletek megjeleníthetők.

A tanuló adatgyűjtését a rendszer folyamatosan figyeli, és ha a tanuló szükségét látja, bármikor tanácsot kérhet a programtól. Ezt a szolgáltatást egy beépített szakértői rendszer (expert system) valósítja meg, amely több ponton férhető hozzá a tanuló számára:

- **Tanácsadás:** a szakértői rendszer az adatgyűjtés előrehaladása alapján meghatározza, hogy a tanuló milyen megoldási módszert alkalmaz és ennek alapján előbb általános, majd konkrét tanácsokat ad a következő lépésekre vonatkozóan. A tanuló az egyes lépésekről visszajelzést is kap a rendszertől (pl. „a tirisztorok adatainak megtekintése hasznos volt” vagy „az elvégzett mérések egyike pontatlan volt”).
- **Visszacsatolás:** a tanuló — amikor jónak látja — megpróbálhatja megadni a feladat megoldását. Ezt a szakértői rendszer analizálja és eldönti, hogy az addig összegyűjtött adatok alapján megadható-e a megoldás (ha nem akkor további adatgyűjtést javasol). Ha a tanuló számára elegendő adat áll rendelkezésre, de megoldása hibás volt, akkor a szakértői rendszer a megoldási út ismeretében kimutatja a hiba valószínűsíthető okát és erre figyelmezteti a tanulót (visszacsatolás).

A programrendszer számos szolgáltatást nyújt a tanár számára is, aki saját gépe mellett ülve folyamatosan követheti a tanuló munkáját és előkészítheti a következő feladatokat:

- **Kiértékelés:** a szakértői rendszer a tanuló–gép párbeszéd lépéseit folyamatosan regisztrálja, így rögzíti a tanácsadások mértékét, az elkövetett hibákat és a hibák valószínű okait. Ezeket az adatokat hozzáférhetővé teszi a tanár számára, aki bármikor megtekintheti akár részletezve, akár összegző jelentés formájában, akár egy osztály adatait összesítve.
- **Foglalkozás előkészítése:** a tanár bármikor betekinthet a teljes feladattárba és megnézheti a feladatok célkitűzéseit és nehézségi szintjét. Ennek alapján döntheti el, hogy mely feladatok milyen sorrendben kerüljenek bemutatásra.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetemet fejezem ki édesapámnak, dr. Somogyi Andrásnak, akinek segítségével sem a programcsomag adaptálása, sem e cikk nem készülhetett volna el.

Továbbá megköszönöm Zombory Bélának, a Landler Jenő Híradástechnikai Szakközépiskola tanárának szakmai tanácsait.

IRODALOM

[1] Dr. Ossin, L., „TOAM számítógéppel segített oktatási rendszerek”, a CET igazgatóhelyettesének előadása (1990. nov. 21-én, Budapesten).

- [2] Dr. Ossin, L., „TOAM — C.A.I. on a National Scale”, *The 4th Jerusalem Conference on Information Technology*, May 1984.
[3] *Introduction to the DEGEM System*, (termékismertető).
[4] *Basic Electronics Problem Solving Microlab*, (szoftver, adatlap, felhasználói és tanári kézikönyvek).

COMPUTER BASED TEACHING SYSTEMS

G. SOMOGYI

TECHNICAL UNIVERSITY OF BUDAPEST

The TOAM computer based teaching system, developed by the Education Technology Centre, Israel, and its variant implemented by DEGEM SYSTEMS LTD are discussed, together with a short survey of the DEGEM program, intended for electronics teaching and adapted by the author to the Hungarian environment.



Somogyi Gábor villamosmérnöki oklevelét 1989-ben szerezte meg a Budapesti Műszaki Egyetemen. Ugyanez évben tudományos diákköri tevékenységéért elnyerte az MTA „Pro scientia” aranyérmét és az MHB „A magyar műszaki haladásért” pályázatának díját. Jelenleg a BME Elméleti Villamosságtan Tanszékének tanársegédje. Szakterülete hálózatok számítógépes analízise.

A VILÁG ELEKTRONIKAI IPARA 1991-BEN

Bizonyára segítenek a hazai szakközvélemény gondolkodását orientálni azok a **Financial Times**-ban megjelent elemzések, melyeket a világ elektronikai iparának néhány kulcsgazatáról olvashattunk a közelmúltban a lap hasábjain. Az 1991/1992-es évek fordulója adta az alkalmat ezekhez az áttekintésekhez. A vizsgálódási eredmények kétségkívül értékesek a piacra jutásért munkálkodó magyar elektronikai szakemberek számára is, mind a műszaki tendenciákat, mind a jövő gazdasági alakulásait illetően.

Szükséges előljáróban emlékeztetni arra, hogy a vizsgálódások a világméretű recessziós folyamatokkal estek időben egybe, amelyek hatása — eltérő mértékben és formában — érvényesült és érvényesül a világ elektronikai iparának fejlődésében is.

1. FÉLVEZETŐK

A világ elektronikai iparának félvezetők szakágazatában a bevétel 1991-ben mintegy 8%-kal növekedett. Ez ugyan elmarad a korábbi évek fejlődési rátájától, de előrelépést jelent az 1990. évi mélyponthoz képest. A teljesítményen belül egyes termékosztályokra a növekedés, másokra a visszaesés volt jellemző.

Így a számítógépipar által használt mikroprocesszor eladások 60%-kal bővültek és mintegy 3,5 milliárd dollár bevételt reprezentáltak, elsősorban az USA vezető integráltáramkör-gyártóinál, nem csekély hányadban az Intelnél. Körülbelül 25%-os növekedés realizálódott az ipari berendezésekben, gépkocsikban, közszükségleti elektronikában alkalmazott mikrokontrollerek forgalmában, e termelés értéke megközelítette az 5 milliárd dollárt.

Ugyanakkor a tömegáru jellegű memória-áramkörök piaca számottevően beszűkült, ami drasztikus csökkenést eredményezett több japán és amerikai óriásvállalat integráltáramkör-gyártásában, illetve az e termékekből származó bevételekben.

Legélesebben a DRAM-ok területén nyilvánul meg jelentős kereslet-visszaesés. A néhány évvel ezelőtti termelésfelfutás nyomán számottevő készletek halmozódtak fel, emellett a világgazdaság kedvezőtlen alakulása is erősen korlátozza az igényeket. Így több DRAM-előállító világégs is rákényszerült e termékosztály gyártásának, mint veszteségforrásnak, felszámolására.

A félvezetőipar termelése és bevétele nem kevésbé függ a legnagyobb felhasználói terület — a számítógépipar — szükségleteitől. Úgy tűnik azonban, hogy a recessziós nehézségek ellenére sem csökkennek a számítógép-eladások, ami megnyugtató az eszközök egyes kategóriáit előállító nagyvállalatok számára.

Ezt az optimizmust erősíti a gépkocsi elektronizálásával együttjáró félvezetőigény-növekedés is. Annak ellenére, hogy a gépkocsi értékesítéseket jelentősen befolyásolja a világgazdasági fejlődés lelassulása, mégis töretlen a gépkocsi elektronizálás folyamata. Ez pedig növekvő félvezetőszükség-igényt jelent. Napjainkban egy átlagos gépkocsiban 200 dollár értékű félvezető chip van, s a szakértők ezen érték megkettőződésével számolnak 1995-re.

Az integrált áramkörök további lényeges és bővülő felvevőpiacai a kommunikációs technika, a védelmi elektronika és a közszükségleti készülékek.

Nem lenne teljes a kép, ha nem szólnánk a félvezetőgyártók nemzetközi versenyről, amit a piacok megszerzéséért folytatnak. A termelés 40%-át uraló Egyesült Államok és 45%-os részesedésszerű Japán között különösen éles az egymás piacain való jelenlétre vonatkozó vita. 1991-ben ez a két ország újlag megállapodott az e viszonylatú értékesítési volumenekről. (A maradék 15%-os termelési hányadból Európa 10%-kal, Korea és Tajvan 5%-kal részesedik.)

A félvezetőipari ágazat fejlődése szükségessé teszi új felhasználási területek feltárását. Kétségtelen, hogy a nagy felbontóképességű televíziótechnika terjedése, a távközlés és számítástechnika konvergenciáján létrejövő új informatikai szolgálatok és szolgáltatások kidolgozása, az elektronikának a mindennapi életbe való behatolása stb. egyaránt ígéretesek a félvezetőipari szakágazat további fejlődését illetően.

2. SZÁMÍTÁSTECHNIKA

A számítástechnika szakágazat fejlődésére kétségkívül bizonyos megtorpanás jellemző. A jelentősebb amerikai hardware előállítók szinte mindegyike minimális nyereséggel vagy éppen veszteséggel zárta 1991-et. Az európai gyártók veszteségesek voltak az elmúlt évben, s mindegyikük átfogó programok keretében keresi a talpra állás lehetőségeit. A belső piac mind ez ideig zavartalan fejlődést biztosított a vezető japán hardware előállítóknak, de napjainkban sokasodnak a gondjai a jelentős belső piaccal bíró vezető japán gyártóknak is.

A software és a szerviz vállalatok többsége ugyanakkor jó évet tudhat maga mögött. Az amerikai Microsoftnak, mint a személyi számítógépek vezető software előállítójának, tartósan bizonyuló nyereséges tevékenysége nem kis mértékben az IBM kompatibilis személyi számítógépek kezelését megkönnyítő Windows termékcsalád iránti növekvő keresleten alapszik.

A számítástechnika szakágazat problémái a technológiai változásokra, a világ iparilag fejlett országaiban a recesszióból következő beruházási visszafogásokra, továbbá a vásárlóknak a számítógépesítés hasznosságával kapcsolatos egyes fenntartásaira vezethetők vissza.

Érdemes figyelni arra a folyamatra, mely az — eddig elsősorban európai törekvésként tapasztalható — nyitott rendszerek általános elterjedése irányában nyilvánul meg. A nyitott rendszerekben az egységesítést szolgáló szabványoknak eleget tevő hardware és software komponenseket alkalmazzák, melyek így — eredetüktől függetlenül — egymással könnyen összekapcsolhatók. A jelek arra utalnak, hogy további előrelépés várható a különböző gyártók eszközeinek kompatibilitását műszaki oldalról biztosító egységesítési munkában.

A hardware előállítók széles körű racionalizálásokkal igyekeznek kivédeni, megelőzni a világgazdaságban meg-

nyilvánuló kedvezőtlen tendenciák hatásait. Egyik gyakorlati lépésként törekednek a munkatársi létszám, valamint a csökkenő nyereség és haszonkulcs egyensúlyának helyreállítására.

A hardware vállalatok a jelenlegi megtorpanásból való kilábalás előmozdítására élnek a társulási és piaci megállapodások nyújtotta lehetőségekkel, valamint a tudományos — műszaki munka- és költségmegosztásokkal. Ezt alapvetőnek tartják különösen Európában, ahol csak kevés számítástechnikai vállalat képes önállóan fenntartani magát. Az érintett vállalati körben azt tartják, hogy a műszaki — gazdasági kapcsolatlétesítések kiutat jelenthetnek, s csak ez úton biztosíthatók a kutatás — fejlesztés — gyártásbevezetés tetemesen megnövekedett költségeinek finanszírozása. A számítástechnika szakágazat szakemberei bíznak a világ gazdaság és ehhez kapcsolódóan a számítástechnikai szakterület fellendülésében. Azonban ennek mértékét alacsonyabbnak prognosztizálják a 80-as évekre jellemző fejlődési ütemnél.

3. HÍRADÁSTECHNIKA

A híradástechnika szakágazat fejlődésében nem mutatkozik érzékelhető visszaesés, ugyanis a kommunikációs szolgálatok és szolgáltatások iránti fokozódó kereslet a befektetéseket számottevően ösztönzi. A fejlődési folyamatot alátámasztja, hogy

- a távközlési szolgáltatást nyújtó, ma még zömében állami vállalatok sorra alakulnak át nemzetközileg versenyképes szervezetekké;
- a korszerű technikai megoldások és technológiai módszerek a felhasználók számára egyre szélesebb körű informatikai lehetőséget kínálnak, elsősorban az információkapcsolatok mennyiségi bővülése és növekvő intelligenciája, a nem beszéd jellegű információk kezelése, a távközlés és számítástechnika integrálódása, s nem utolsósorban a mobil hírközlés elterjesztése területén;
- a fejlődő országok törekednek a távközlési elmaradásuk csökkentésére és a világhoz infrastrukturális felzárkózást jelentő távközlési beruházások élénkítésére.

A világ távközlési szolgáltatási piacán 1990-ben 279 milliárd dollár befektetés realizálódott. Ez mintegy 60%-kal meghaladta az 1986. évi értéket. Becslések szerint kb. 567 milliárd dollár beruházási ráfordítás várható 1995-ben. Ezzel egyidejűleg a távközlési berendezések világpiacának forgalma 1990-ben 127 milliárd dollár volt, ami 45%-os növekedést jelent 1986-hoz képest. 1995-re 169 milliárd dolláros berendezés-előállítást prognosztizálnak.

Míg egyes országokban (pl. Nagy-Britanniában, az Egyesült Államokban, Japánban és több más országban) a távközlési szolgáltatások piacán teljes mértékben — ide értve az alaphálózati ellátást is — érvényre jut a versenyszabadság, addig az országok másik nagy csoportjában a liberalizálási folyamatok nem vagy csak a szolgáltatások egy részére kiterjedően bontakoztak ki. Különösen érvényes ez a nemzetközi távbeszélő-szolgálatokra, amelyeket általában állami monopóliumok üzemeltetnek, s amelyek kartellmegállapodások alapján működnek együtt. Komoly törekvés (pl. az EK részéről is) a távközlési szolgáltatások mind szélesebb körére kiterjeszteni a versenyszabadságot, illetve korlátozni a kartellgyakorlatot.

A távközlés világméretűvé válására — sok más jelzés mellett — az is egyértelműen utal, hogy a vezető híradástechnikai vállalatok

- igyekeznek tulajdonossá válni az újonnan privatizált szolgáltató társaságokban,
- keresik a részvételi lehetőséget a távbeszélő alapszolgáltatások létrehozásában, a mobil hírközlés és a kábeltelevíziós elterjesztésében,
- nemzetközi társaságokat hoznak létre a multinacionális cégek globális távközlési és informatikai ellátására.

4. KÖZSZÜKSÉGLETI ELEKTRONIKA

A közszükségleti elektronika szakágazatnak a 80-as években tapasztalt dinamikus fejlődési ütemét mára jelentősen lefékezte a vezető ipari országokban ható gazdasági recesszió és a japán gazdaság lelassulása. Mindehhez nem csekély mértékben az is hozzájárult, hogy az elmúlt évek sikertermékeivel — videók és walkman rendszerű magnók — telítődött a piac. Napjainkban talán csak a Sony által bevezetett és előnyösen továbbfejlesztett 8 mm-es videokamerák forgalmában mutatkozik meg a korábbi piaci élénk-ség.

A közszükségleti elektronikai termékek vezető európai előállítói egyaránt költségeik jelentős mérséklésében és a tetemes kutatás — fejlesztési ráfordítások megosztását jelentő összefogásokban látják a kiutat. Hasonlóak a törekvések a japán óriásvállalatoknál is, melyek közül egyesek nagy amerikai médiavállalatok megszerzésével is igyekeznek a közszükségleti piacon jelenlétüket biztosítani.

Ez idő szerint várakozás tapasztalható a jövő közszükségleti elektronikai termékek új generációjának megjelenését illetően. Ezek sorában a számottevően jobb képminőséget adó, nagyfelbontású televízió (HDTV) viszonylag lassan születik meg. A Japánban megkezdett HDTVadások a műszaki megoldást igazolni látszanak, de a képcső és a dekóder mai magas ára, továbbá a hagyományos rendszerű műsorkínálathoz való egyidejű hozzáférés igénye nem siettetik a készülékeladásokat.

A HDTV technika elterjesztését előmozdító egyes műszaki problémák megoldására, s nem utolsósorban a készülékek árak csökkentésére a kezdeményező japán vállalatok amerikai és európai cégekkel közös fejlesztési projekteket kezdtek, a magas fejlesztési költségek együttes biztosításával.

A piaci fellendülést szolgáló új közszükségleti elektronikai termékek létrehozása foglalkoztatja a szakterületen érdekelt vállalatok tervezőit. Többben a jövőt a különböző audiovizuális funkciók számítógépekkel való kombinációját tartalmazó fogyasztási termékekben látják.

E körbe sorolható a Sony Data Discman terméke. Ez egy hordozható CD lemezjátszóból áll, melynek közvetítésével egy felhajtható LCD képernyőre lexikon- és szótár-adatok, egyszerűbb illusztrációk írhatók ki. Elterjedését a közeljövőben várják.

A Philips és a Sony együttesen dolgozta ki a mozgó képek megjelenítésére, CD minőségű hang adására és CD-ről szöveg kiírására alkalmas CD-I (Compact Disc Interactive) berendezést. Még hiányzik az alkalmazói software, ami jelenleg a hardware értékesítését korlátozza.

Komoly figyelmet fordítanak a tervezők a CD-ROM technológia kidolgozására, számítva a CD technika elterjedésére a személyi számítógépekben. Sok szakértő azon a véleményen van, hogy az audiovizuális és személyi számítógépipar egymásba olvad. Kérdés, hogy e sokat tudó és várhatóan nem olcsó eszközök iránt elégséges lesz-e a felhasználói kereslet.

BATTISTIG GYÖRGY

NÉHÁNY GONDOLAT A MŰSZAKI FEJLESZTÉSÉRŐL, AZ INNOVÁCIÓRÓL

ELŐSZÓ HELYETT

A híradástechnika területén dolgozó hazai szakemberek nemzetközi elismerésnek örvendenek, köszönet munkájukért! S ha tollat ragadok, vajon mit várnak el Önök, a jó szakemberek, hogy mit is írjak a műszaki fejlesztésről?

Átalakuló hazánkban a műszaki fejlesztés, tágabban az innováció kérdésköre éppolyan forrongó, változó, mint bármi más, így jogosak — az adott területen, adott időpontban kimondott — különböző, sokszor egymással ellentétes nézetek is. Sok igazsága van az alábbi állításoknak: méltánytalanul kétségbeejtő a kutatók — fejlesztők helyzete; ... rendkívül nehéz ma kutatóintézetet vezetni; ... a kutatás — fejlesztés kormányzati irányítása nem alakult ki stb., de igazság van a következő állításokban is: sok kutató — fejlesztő szaktudása erősen elavult; ... a vezetőki-választás gyakorlata nem megfelelő; ... a kormányzat központi intézkedéseket tesz a kutatás — fejlesztési tevékenységek korszerűsítésére; ... stb.

Az innováció komplex kérdéskörében tehát nem helytállóak a „fehér — fekete” kijelentések, sokszor jogosak az elmentendő állítások. Az igazságkereséshez mégis szükséges a problémák általánosítása, amely azonban az általánostól eltérő esetekre törvényszerűen igazságtalan állításokat eredményez.

A MŰSZAKI FEJLESZTÉSÉRŐL

E rövid közleményben nem kívánok elnevezési kérdésekkel foglalkozni, csak felhívni a figyelmet arra, hogy a műszaki fejlesztést sokféleképpen értelmezik. Sokak számára a műszaki fejlesztés fogalma megegyezik a kutatás — fejlesztéssel, a technológiafejlesztéssel. Van, aki számára csak a gyártás (előállítás) technológiája, van, aki beleérti a szolgáltatást is, tehát számára az általános értelemben vett termelés technológiáját jelenti. De sokan ennél is tágabban értelmezik, hiszen miért ne lenne a technológia a termelési folyamatok irányításának és minőségbiztosításának, mint lényegi „kiszolgáló” folyamatoknak a technológiája? És az új technológián alapuló termelőrendszer tervezésének és létesítésének technológiája talán nem műszaki fejlesztés? És hol van a „reál” folyamat határa, ha például az irányítást az ember vagy ha egy teljesen automatizált rendszerben az ember helyett egy szakértőrendszer végzi? Az előbbi még nem technológia, de az utóbbi igen vagy az utóbbi sem? És ha a munka (termelés) tárgya az „ember”, de a technológia már „reál”, például egy software? Szélső esetként „műszaki fejlesztés”-e a tömegek meggyőzésének a média által használt „technológiája”? Ha az humán, akkor nem, ha az számítógépes szakértőrendszer, akkor igen?

Mivel a jövő az információtechnológiára épülő emberközpontú társadalom lesz, így annak örülnék, ha a jövőbe mutatón a „műszaki fejlesztés” fogalmát hazánkban

is olyan tágan értelmeznénk, hogy az bármilyen munka tárgyán végzett termelő (gyártó és szolgáltató) tevékenység és az ahhoz szükséges irányító (kiegészítő) tevékenységek technológiájának fejlesztését jelentené. Értsük tehát a műszaki fejlesztés fogalmába ne csak a gyártástechnológia, hanem bármely tevékenység vezetéséhez (irányításához) szükséges technológia, az oktatás-technológia stb. fejlesztését is, hiszen az információs társadalom korában a következő évezredben már igen nehéz lesz máshoz határvonalat húzni!

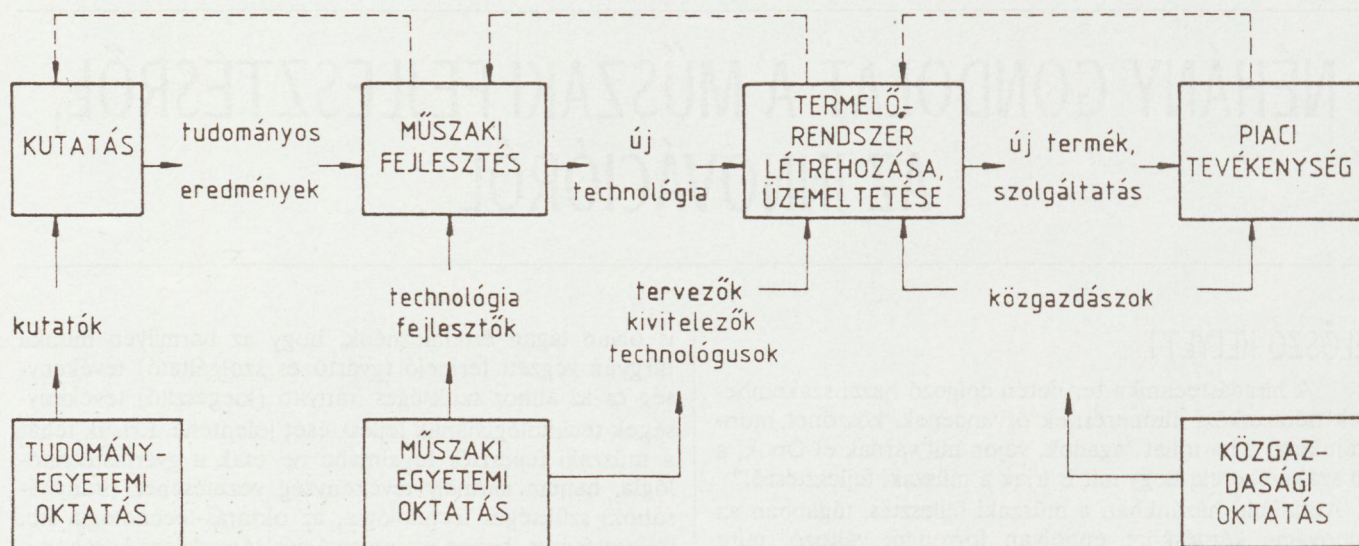
AZ INNOVÁCIÓS FOLYAMATRÓL, AMELYNEK FELDARABOLÁSA KOMOLY VESZÉLYT JELENT

A műszaki fejlesztés vagy technológiafejlesztés az innovációs folyamat meghatározó része. Egyszerűsítsük le a bonyolult folyamatot, de bocsnát a túlzott egyszerűsítésért! Létezik ugyanis *alapkutatás*, amelynek eredménye a tudományos eredmény. Az alapkutatáshoz kutatók kellenek, akiket elsősorban a *tudományegyetemen* kell képezni. A tudományos eredmény a kiindulópontja a *műszaki fejlesztésnek*, amelynek eredménye az új technológia. A műszaki fejlesztéshez technológiafejlesztők kellenek, akiket elsősorban a *műszaki (technológiai) egyetemeken* kell oktatni. Az új technológia alapján új *termelőrendszert* kell tervezni, létesíteni (beruházni), majd üzemeltetni. A termelőrendszer létrehozásához és üzemeltetéséhez pedig tervezők, kivitelezők és technológusok kellenek, akiket elsősorban szintén a műszaki egyetemeken kell képezni. És végül az új termékeknek, szolgáltatásoknak a *piacra* kell megjeleníteniük, amihez *közgazdászok, kereskedők* kellenek, akiket a *közgazdasági egyetemeken* kell képezni.

Nyilvánvaló, hogy az innovációs folyamat — még valós piaci igények esetén is — csak akkor valósulhat meg hatékonyan, ha az innovációs folyamat (1. ábra) alig megengedhető módon leegyszerűsített vázában látható szomszédos egységek között igen szoros az információs kapcsolat, működik a visszacsatolás is! Az innovációs folyamat hatékonyságát tehát rendkívül jelentősen rontja, ha elkülönül a kutatás és a tudományegyetemi oktatás, ha elkülönül a műszaki fejlesztés, a műszaki oktatás és a termelés, továbbá ha elkülönül a termelési szemlélet és a közgazdász-képzés!

AZ INNOVÁCIÓ RENDKÍVÜLI JELENTŐSÉGE

Hazánk nem rendelkezik kellő mennyiségben természeti kincsekkel: nyersanyagokkal, jelentős idegenforgalmi különlegességekkel. Gazdaságunk ereje ezért csak a versenyképes termékeken és szolgáltatásokon alapulhat. Ehhez pedig innováció kell, sürgős, jelentős innováció, az innová-



1. ábra Az innovációs folyamat túlzottan leegyszerűsített váza

MIKOR LESZ HATÉKONY AZ INNOVÁCIÓS FOLYAMAT HAZÁNKBAN?

A hatékony, gyors innovációhoz az innovációs folyamatot irányítani kell. A kialakult piacgazdasággal rendelkező országokban az innovációs folyamatot elsősorban a piac irányítja, szabályozza, de a fejlett országokban kormányzati intézkedésekkel is befolyásolják a spontán folyamatokat.

Mi legyen a célrendszere, értékrendszere hazánkban az innováció irányításának? Egyet kell értenünk abban, hogy hazánk kutatás–fejlesztése és innovációs tevékenysége irányításának végső célja a demokratikus társadalmi rendszerben, a szociális piacgazdaság feltételei mellett az Európához csatlakozás kell legyen!

Ehhez viszont sok minden szükséges. A piacgazdaság kialakításához szükséges feltételek biztosítása mellett a kutatást, a fejlesztést és a felsőoktatást összehangoltan kell irányítani minden szinten. E tevékenységben részt kell vennie a Parlamentnek, a Kormánynak, az Akadémiának, a kutató–fejlesztő intézeteknek, az oktatási rendszereknek és a kutatóknak, fejlesztőknek is. Ezen összetett, hatalmas feladatkörben igen sokféle a tennivaló, ezek között — nem fontossági sorrendben — a leglényegesebbek:

- a Parlamentben hatékonyan működő innovációs (kutatás–fejlesztés–felsőoktatási) bizottságot kell létrehozni;
- a Kormánynak a Parlamentben a kutató–fejlesztő társadalom támogatásával összehangolt innovációs kutatás–fejlesztési, felsőoktatási, akadémiai, tudományos minősítési törvényt kell alkotni;
- a Kormány szintjén egy kézbe kell helyezni a kutatás–fejlesztés irányítását;
- át kell alakítani a kutatás–fejlesztés intézményrendszerét, ezen belül:
 - rendezni kell a tulajdonviszonyokat;
 - fel kell számolni a monopol pozíciókat;
 - ahol lehet, össze kell vonni a kutatást és a tudományegyetemi oktatást, valamint a fejlesztést és a műszaki egyetemi oktatást, illetve a fejlesztést az iparba kell visszavinni;
 - a tudományos minősítés jogát a felsőoktatásnak kell adni;

- ki kell dolgozni a kutatás–fejlesztési intézmények minősítési rendszerét;
- növelni kell a kutatás–fejlesztés–oktatás állami támogatását, ezen belül:
 - jelentős mértékben növelni kell a pénzügyi támogatást;
 - össze kell hangolni a különböző pénzügyi források (kölségvetési ellátás, illetve OTKA, KMÜFA, FFA, külföldi segélyek stb.) elosztási rendjét, hogy ne maradjon „fehér folt” vagy túlzottan támogatott terület;
 - ki kell dolgozni az innováció közvetett támogatásának lehetőségeit (adó stb.);
- elő kell segíteni a technológia-transzfert, a kutatás–fejlesztési eredmények piacának kialakulását, a kutatás–fejlesztési megrendelések, a licencek stb. hatékony áramlását;
- létre kell hozni a kutatók–fejlesztők fórumait, tanácsadó testületek létesítésével be kell kapcsolni a kutatókat–fejlesztőket az innovációs folyamat irányításába, hatékonyságának növelésébe;
- minden kutatónak, fejlesztőnek, oktatónak hatalmas erőfeszítéseket kell tennie tudásának folyamatos felújítására, a korszerű ismeretek elsajátítására;
- a kutatás–fejlesztés irányításával foglalkozó vezetőknek el kell sajátítaniuk a legkorszerűbb vezetési módszereket; és még sorolhatnánk. . .

A fenti feladatok azonban nem szűkíthetők le a szorosan értelmezett műszaki fejlesztésre.

A VERSENYKÉPES TERMÉKHEZ HATÉKONY TERMELÉSIRÁNYÍTÁS ÉS PIACPOLITIKA IS KELL

Attól, hogy — jól képzett kutatók–fejlesztők munkájának eredményeként (lásd később) vagy licencvásárlással — korszerű technológiával rendelkezünk, termékeink még nem lesznek a világpiacon versenyképesek! Ahhoz, hogy termékeink versenyképesek legyenek, a korszerű technológia mellett a termelés hatékonyságát is jelentősen növelni kell, amelyhez hatékony termelésirányításra és piacpolitikára van szükség; korszerűvé és hatékonyá kell tenni a

termelés minden kisegítő tevékenységét, így elsősorban a vezetéstechnológiát, a minőségbiztosítást és a piaci tevékenységet.

HATALMAS ERŐKET KELL FORDÍTANI AZ ÁTKÉPZÉSRE, TOVÁBBKÉPZÉSRE ÉS AZ OKTATÁSTECHNOLÓGIÁRA

Könnyen belátható, hogy a hatékony innovációhoz nem elegendő a korszerű technológia, ahhoz jól képzett kutatókra, fejlesztőkre, tervezőkre, kivitelezőkre, technológusokra, közgazdászokra és mindehhez jól képzett oktatókra van szükség.

Szakembereink szellemi felkészültsége, tehetsége messze földön híres. Tudásuk azonban nagyon gyorsan avul, ezért hatalmas erőfeszítéseket kell tenni tudásuk korszerűsítésére az oktatás minden szintjén. Hiszen ha csak ma kezdjük korszerűen oktatni a tanítót, akkor három év múlva jól képzett tanítókkal kezdheti az első osztályos nebuló a tanulást, ... így húsz (!) év múlva jól képzett diplomások lesznek! Az innováció hatékonnyá tétele érdekében az egyetlen járható út az innovációs lánc minden résztvevőjének sürgős, következetes, sok helyen kötelező (!), folyamatos, állandó továbbképzése, átképzése, hiszen csak így biztosíthatjuk folyamatosan a korszerű tudást. Ha ezt nem vesszük nagyon komolyan, akkor ábránddá válik hazánk felemelkedése!

Ahhoz pedig, hogy jövőnk érdekében megvalósítsuk a szinte az egész nemzetre kiterjedő továbbképzést, átképzést, sürgősen fel kell ismernünk, hogy ez egyrészt az oktatás módszereinek, eszköztárának, azaz az oktatástechnológiának a rendkívül gyors és hatékony fejlesztése nélkül, másrészt az erkölcsi értékrend helyreállítása nélkül elképzelhetetlen!

HATÉKONY ESZKÖZÜNK AZ INFORMÁCIÓTECHNOLÓGIÁ

Nem szorul magyarázatra az az állítás, hogy az információtechnológia széles körű elterjesztésével az innovációs folyamat bármely láncszemének hatékonyságát növelhetjük.

A legkorszerűbb információtechnológiákat kell alkalmazni az innováció minden területén, így például

- on-line információs rendszereket a tudás növeléséhez, korszerűsítéséhez;
- korszerű oktatástechnológiai eszközöket az oktatásban, képzésben;
- távközlési rendszereket az oktatásban, továbbképzésben;
- project manager eszközöket a kutatás – fejlesztés irányításában;
- szakértői rendszereket az innovációs döntések előkészítéséhez;
- CAD (Computer Aided Design) rendszereket a tervezéshez;
- CIM (Computer Integrated Manufacturing) rendszereket a termelésben;

- vezetői információs rendszerek (MIS – Management Information Systems) az irányításban, különösen a minőségbiztosításban;
- irodaautomatizálási módszereket az innovációs adminisztrációban,

de a felsorolást még sokáig lehetne folytatni!

Egy tény: az innovációs folyamat bármely területén, de az innováció irányításának bármely szintjén is csak átmítja magát az, aki azt mondja, hogy más területeken ugyan szükséges, de az én feladataim megoldásához nem kell (még?) a korszerű információtechnológia! E mondatot általában nem elemző, információtechnológiát használó, hatékony döntés-előkészítő, hanem a számítástechnikától, információtechnológiától való idegenkedés szüli! Pedig ön-ámítással nem fogjuk gyermekeink életét szebbé tenni!

ÉPÍTSÜK FEL ERKÖLCSI ÉRTÉKRENDÜNKET!

A korszerű technológiák a hatékony gazdálkodásnak csak szükséges feltételei. Termelékenység, hatékony oktatás, a minőség biztosítása csak a társadalom erkölcsi értékrendjének a felépítésével képzelhető el. Az innováció csak megfelelő munkaerővel, megfelelő értékrend, a tehetség erkölcsi elismerése esetén, megfelelő társadalmi erkölcsi közegben lesz hatékony. Ehhez pedig fel kell építenünk társadalmunk értékrendjét, minden területen ki kell alakítani a minősítést, az értékelést demokratikus, etikus rendjé!

AZ ÖN AKTÍV KÖZREMŰKÖDÉSE NÉLKÜL NINCS REMÉNY A FELEMELKEDÉSRE

Hazánk értelmiségének nagy része mélységesen lehangolt és passzivitásba vonult. Sokan, akik régen ellenzékiek voltak, ma csalódottak, mert nem kerültek az új rendszerben feljebb. Sokan, akik régen politikusok voltak, ma sérődöttek vagy félnek. Nagyon sokan azt képzeltek, hogy negyven év „mássága” azonnal eltűnik. . . Nagyon sokan azzal vannak elfoglalva, hogy azt figyelik, ki, mikor, mit csinál rosszul. . .

Kedves Olvasó! Nehogy azt higgye, hogy az innovációt majd valaki Öntől függetlenül hatékonnyá tudja tenni! Nehogy azt higgye, hogy bárki is — legyen az ellenzéki vagy kormánypárti — tévedhetetlen, hogy hibák, buktatók nélkül képes e szövevényes feladatkörben egyedüli üdvözlő, tökéletes megoldásokat találni!

Hazánk súlyos gazdasági elmaradottsága, mindannyiunk korszerűsítésre szoruló szemlélete miatt hazánk kutatás – fejlesztési rendszerét csak minden értelmes, értéket félő, hazánk boldog jövőjét akaró jószándékú állampolgárnak teljes összefogásával, kialakított csapatmunkájával lehet hatékonyabbá tenni!

Kérem tehát Önt, hogy a saját területén aktív, hatékony munkával, más területeken pedig építő javaslataival segítse hazánk kutatás – fejlesztését!

VERESS GÁBOR

DIGIDESIGN: PROTOOLS – SOUNDTOOLS

Napjainkban a hangfelvételekkel szemben támasztott minőségi és technikai követelmények a felhasználás valamennyi területén (lemez, CD, rádió, film, video) számottevően megnövekedtek, s ezzel együtt az üzleti érdekek a gyorsabb és gazdaságosabb munkát igénylik. Olyan berendezések szükségesek, melyekkel könnyen és hatékonyan lehet kiváló minőségű hangfelvételt készíteni és azok szerkesztését elvégezni. A megoldás: digitális hangrögzítés és processzálas.

A többféle kínálkozó megoldás közül a „direct to disk” módszernél a hanganyagot digitális formában közvetlenül keménylemezre tárolón (winchesteren vagy optikai diszken) rögzítik. Ez a megoldás ugyan nagy tárolókapacitást igényel, viszont sok új lehetőséget kínál.

A „direct to disk” módszert jellemzi: (1) a gyors hozzáférés a memória bármely pontjához, (2) nem-destruktív szerkesztést tesz lehetővé.

Többféle módon realizálható a „direct to disk” módszer. Ezt használva elterjedtek a Macintosh és az IBM PC számítógépeket használó kiépítések, melyek közül az egyik legsikeresebb az amerikai DIGIDESIGN cég *ProTools* nevű terméke.

A *ProTools* egy, az Apple Macintosh II típusú számítógépre épülő 4–16 csatornás hangfelvétel, editáló és keverő rendszer. A kiépítés négycsatornás egységként egy-egy winchestert igényel és szabványos SCSI interface-n csatlakoztatható.

A rendszer alkalmas:

- komolyzenei felvételek készítésére, editálására, CD masterének előállítására;
- könnyűzenei felvételeknél a hangfelvétel és a MIDI sequencerének együttes kezelésére, DAT felvételek szerkesztésére;
- teljes film- és video-hanganyag elkészítésére (beszéd, zene, zöreij stb.);
- film- és videoszinkron készítésére;
- reklámfilmek hanganyagának kivitelezésére;
- rádióállomások hanganyagának kezelésére, szerkesztésére.

A *ProTools* software összetevői: a ProEDIT elnevezésű grafikus editáló és a ProDECK nevű automatizált keverőasztal.

A ProDECK programmal felvétel üzemmódban max. 16 egyidejű rögzítésre van mód a soksávú stúdiomagnetonoknál ismert módon, s a 16 csatorna egyidejűleg visszahallgatható. A hangsávok keverését ezzel a programmal lehet végezni a rendszer képernyőjén megjelenített sokcsatornás automatizált keverőasztal segítségével.

A ProEDIT program segítségével szerkesztési műveletek végezhetők. Kijelölhetők régiók, amelyeket többféle „crossfade” alkalmazásával lehet összefűzni. Használatával a teljes felvételen vagy annak kijelölt részén digitális jelváltoztatások hajthatók végre, melyhez hatféle parametrikus szűrő, 10 sávú grafikus szűrő, kompresszor, limiter, expander, zajkapu, a mintavételi frekvencia megváltoztatása, a hangfelvétel hosszának, valamint hangmagasságának módosítása áll rendelkezésre. Tetszés szerinti burkológörbe alapján folyamatos hangerő-változtatás realizálható.

A kijelölt tartomány vagy tartományok akár több csatornán együtt vagy külön-külön is mozgathatók időben úgy, hogy ez alatt a többi sáv visszahallgatható.

A *SoundTools* és a *ProTools* tartalmaz néhány hasznos segédprogramot:

- DAT magnetofonnal a DATa program segítségével készíthető háttérkópia;
- a MasterList segédprogrammal szerkesztett DAT masterszalag vagy CD pre-master készíthető;
- a LiveList segédprogram rádióadások hasznosítható, segítségével a számítógép vezérli a különböző hanganyagok bejátszását.

A termékcsalád egyszerűbb, ugyancsak Macintosh számítógép bázisú kétszatornás változata a *SoundTools*. E berendezés kiválóan alkalmas mono és sztereó hanganyagok felvételére és editálására, CD pre-master készítésére. A *ProTools*-nál felsorolt funkciók itt is rendelkezésre állnak, de a software programozható keverő funkciót nem tartalmaz, erre a DECK nevű külön program használható.

A DIGIDESIGN cég rendszerkiegészítésként kínál összetevői:

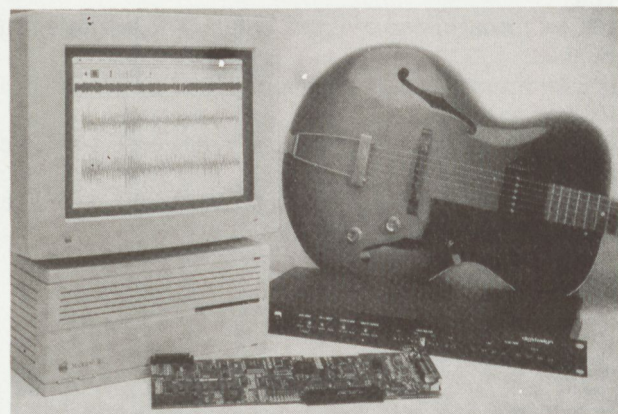
- Pro Store Hard Disk — 660 MByte és 1 GByte kapacitású winchester tároló.
- Pro Store Optical Disk — optikai tároló, elsősorban háttértár célra.
- Video Slave Driver — az összetett videojelhez szinkronizálja a *SoundTools* és *ProTools* rendszereket.
- Sample Cell — a Macintosh számítógépbe illeszthető 16 hangos polifonikus sempler, hangminta gyűjteménnyel.

A *SoundTools* és *ProTools* rendszerekhez illeszthető több más cég által forgalmazott hardware és software komponens is, melyekkel a rendszerszolgáltatások tovább bővíthetők.

Több klasszikus zenei CD, lemez és kazetta hangmontírozását és CD pre-masterezését végezte a berendezésekkel a DIGIDESIGN *ProTools* és *SoundTools* készülékek Magyarországon forgalmazó Choral Kft. A gyakorlat igazolta, hogy egyrészt a hangfelvétel-szerkesztési munka sokkal gyorsabban végezhető, másrészt a hagyományos hangmontírozásnál eddig rendelkezésre nem álló, új funkciók használatára nyílt lehetőség. Például hangmagasság-változtatással a hamis zenei részek kijavíthatók, a tempókülönbségek korrigálhatók voltak úgy, hogy a kész produkció nem érezhető a beavatkozás.

Érdekes kísérlet volt egy Bach zenemű közvetlen winchesterre történt rögzítése, amellyel egy időigényes műveletet — a hangfelvétel bejátszását a készülékbe — a későbbiek során meg lehetett takarítani.

Az alábbi fénykép a *SoundTools* digitális hangfelvétel-szerkesztő és masterkészítő rendszer konfigurációját ábrázolja.



■ INTER-NOISE 90. KONFERENCIA

A Göteborgban 1990 augusztusában megtartott INTER-NOISE konferencia alcíme „A csend tudománya” volt. Az intézményről annyit tudni kell, hogy egy amerikai, egy japán és egy nemzetközi szervezete van. Az utóbbiban vesz részt maga az amerikai és a japán szervezet is. Más országokból egy-egy, összesen 23 tagja van a nemzetközi szervezetnek, ebben hazánkat az MTA Akusztikai Komplex Bizottsága képviseli.

A göteborgi összefogott évtizedekre visszamenő hagyomány folytatása, kiadványa a szokásos két kötetben, 1744 lapon jelent meg és három vezetett dolgozatot, valamint 331 négyoldalas előadásszöveget tartalmaz. A nyolc párhuzamos szekcióban elhangzott előadások tematikai csoportosítása és az előadások száma a következők szerint alakult:

- Kiemelt vezetett előadások (3)
- Építészeti akusztika (szigetelés, teremakusztika stb.) (46)
- Környezeti akusztika (vasút, szállítás stb.) (14)
- Vezetékek akusztikája (20)
- Követelmények (12)
- Hangteljesítmény-mérések (13)
- Zajszabályozás (vegyes témák) (25)
- Elemzés (víz alatti zajok, jelelemzés) (12)
- Mérési módszerek (15)
- Hallásvédők (8)
- Zajhatások (hallásártalom is) (29)
- Aktív zajcsökkentés (18)
- Kisfrekvenciájú zaj és rezgés (10)
- Rezgésvédelem (17)
- Elkészített dolgozatok (5)

A bevezető előadások egyikén *Manfred Heckl*, a Berlini Műegyetemen *L. Cremer* utódja, jelenleg a két vezető német akusztikus egyike (a másik Göttingában *Manfred Schroeder*) az egész konferencia alap gondolatát foglalta össze, történelmi áttekintéssel és a zajvédelem elvi, modelles és számítógépes megoldásainak ismertetésével. Kitekintésben hangsúlyozza, hogy nem elég a dolog lényegét abban látni, hogy „megoldjuk a hullámegyenletet”, sőt arra is utal, hogy kizárólag technikai feladatként nem lehet a zajvédelmet felfogni. Itt kapcsolódik a gondolatmenetbe a második bevezető előadás, amelyben a svéd *Åke Flock* professzor, aki az újonnan kutatott önhangkeltő (oto-emissziós) fülhatást, mint a zajhatás elleni belső emberi védekezés egyik fontos formáját taglalta. Eközben sok eredményt ismertet a belső fül finomszerkezetének új vizsgálati köréből. A harmadik előadás *Alan Cummins* részéről már egy gyakorlati kérdés, és pedig a vezetékcsillapítás elméleti elemzését tárgyalta végig, rendkívüli alapossággal.

A speciális előadások sorából aligha lehet néhány különlegeset kiemelni, sok értékes munka van közöttük. Érdekes azonban, hogy általában eltolódás észlelhető az elméleti beállítástú témák felé és mind több a számítógépes megoldás. Viszont még mindig elég sok (mintegy a fele) az egyszerű mérés-technikai feladatokat megoldó és gyakorlati eljárásokat ajánló ismertetés. Ebben valószínűleg része van a mind veszélyesebbé váló zajhatások elleni védekezés kényszerének, de talán annak is, hogy világszerte sűrűsödnek a beszámoló jellegű konferenciák, és ennyire gyakran értékes eredményeket elérni szinte megfelelő idő sem áll rendelkezésre.

1991-ben Sydneyben volt az utolsó INTER-NOISE konferencia, az idén pedig júliusban Toronto lesz a konferencia színhelye. Azonban idén még két további, tematikailag

illeszkedő összefogott érdemes jelezni: Egerben júniusban lesz a külföldi résztvevőkkel bővített hazai Zajcsökkentési Szeminárium, Krakóban pedig szeptemberben egy másfajta nemzetközi találkozó lesz NOISE-CON címmel.

■ AZ AUDIO ENGINEERING SOCIETY 92. KONVENCÍÓJA

A népszerű nevén csak AES-nek nevezett Társaság 1992. március 24–27. között Bécsben tartotta 92. Konvencióját. Ebből az alkalomból érdemes néhány szót ejteni a Társaság múltjáról és általános céljairól.

A Társaságot mintegy harminc éve alakították New Yorkban. Előbb az Egyesült Államokban, később az angol nyelvterületen működött, ma már az egész világra kiterjed a tevékenysége. Szervezetileg nemzetközi és területi régiók alkotják a Társaságot, ezeken belül Szekciókban vagy ahogy a magyar csoport nevezi magát, Tagozatokban folyik a szakmai munka.

E beszámolóknak különös aktualitást ad, hogy a Társaság európai tisztségviselői (az előző és a jelenlegi Európai Alelnök és az Európai Titkár) kezdeményezésére megalakulóban van az AES Magyar Tagozata. Az AES-nek eddig is volt mintegy harminc magyar tagja, akik közvetlenül az Európai Régióhoz tartoztak és konvertibilis pénznemben fizették a tagdíjat.

A volt keleti tömb országaiban az AES vezetése 1991-től lehetővé tette a helyi Nemzeti Tagozatok megalakulását. A jelenlegi gazdasági helyzetből adódó nehézségek és akadályok ellensúlyozására a tagdíjat, valamint a Konvenciók részvételi díját egyelőre a helyi pénznemben és igen kedvezményes összegben esetenként határozza meg azzal a további engedménnyel, hogy az így befizetett összegek a Tagozatoknál maradnak a szervezési költségek fedezésére.

Eddig a Jugoszláv, a Lengyel és a Román Tagozat megalakulása volt ismert, de emlegették a Cseh és Szlovák, valamint az Orosz Tagozat megalakítását is.

A Magyar Tagozat alapításának előkészítő ülése 1991. október végén volt és most, a nem végleges adatok szerint 170 tagot számlál. Jelenleg az Alapszabályzat-tervezet AES-en belüli jóváhagyási eljárása folyik, ezt fogja követni az alapító közgyűlés, majd a cégbírósági bejegyeztetés.

A Magyar Tagozat alapszabálya összhangban lesz mind az AES alapszabályával, mind a magyar Egyesületi Törvénnyel. A Társaság célját tekintve a két alapszabály természetesen szó szerint megegyezik és a következőképpen hangzik:

„A Társaság (Tagozat) célja, hogy egyesítse a hangtechnika és kapcsolódó területein hivatásszerűen alkotó munkát végző személyeket, hogy összegyűjtse, egyeztesse és terjessze a hangtechnika és kapcsolódó területeinek tudományos ismereteit, támogassa az ilyen elméleti és gyakorlati ismereteket, előkészítsen, kiadjon és terjesszen irodalmi kiadványokat és folyóiratokat a fejlődés céljai és elvei érdekében.”

A tagság jogait tömören összefoglalva a választás és a választhatóság joga, a Journal of AES (vagyis a JAES) havi folyóirat térítésmentes előfizetése és a rendezvényeken való kedvezményes részvétel joga említhető.

A Társaság életének kiemelkedő eseményei a Konvenciók. Évente két–három ilyen Konvenció van, egy-egy az Egyesült Államokban, Európában és esetenként Távol-Keleten (Japán, Ausztrália). A helyszínek évenként változ-

nak, Bécsre most először került sor. És mi más lehetne a Bécsben rendezett hangtechnikai esemény szimbóluma, mint Bécsnek és a zenének a kapcsolatát kifejező Strauss-szobor stilizált képe.

Egy ilyen összefoglaló igen sokrétű, rendkívül színes esemény. Az események központját az ülések és a kiállítás jelentik.

A tematikusan szervezett, három párhuzamos szekcióban zajló ülések az előadók 30 perces előadásából álltak.

A témakörök átölelték a professzionális és fogyasztói hangtechnika szinte minden ágát. Az idei Konvención a következő témakörökben hangzottak el előadások.

Három félnapos ülés foglalkozott a *Digitális jelfeldolgozás* legújabb eljárásainak elméletével és azok alkalmazásaival. A sok érdekes témából a következőket szükséges kiemelni:

- tükörszűrő mélyhangsugárzó átviteli függvényének lineáris és nemlineáris kiegyenlítésére,
- szorzás nélküli interpoláció túlmintavételező D/A átalakító részére,
- hangjelátvitel erősen csökkentett adatsűrűséggel,
- új elv digitális teljesítményerősítésre,
- adaptív szűrő hangjelek zajosságának csökkentésére (Varga Imre).

A *Méréstechnika és készülékek* tizenként előadásából említésre kíváncsoknak a következők:

- alacsony bitsűrűségű kódolók mérése,
- teljesítményátvitel mérése nemzengő környezetben,
- hangszórók kisfrekvenciás átvitelének kiterjesztése a cepstral analízis segítségével,
- zártdobozos hangszórók paramétereinek mérése lézerral.

A *hangtechnika történelme, a megóvás és felújítás* üléseinek anyagából:

- az osztrák Pfeumer, a mágnesszalag feltalálója,
- zajos hangjelek kezelése szubjektív spektrummal,
- a Mercury-felvételek digitális felújítása CD-lemezre.

A *zene és hangszerek* ülésén többek között a harmonikus analízis és az additív szintézis területének fejlődéséről, valamint a hagyományos hangszerek működésének analíziséről, illetve számítógépes modellezéséről adtak számot a szerzők.

Az *Átalakítók* szekcióban több előadás foglalkozott a vezeték nélküli mikrofonrendszerekkel, valamint a mikrofonok és hangszórók tervezésének számítógépes optimalizálásával.

A *Digitális rögzítés és lejátszás* szekcióban több új, szalag- és lemezalapú, mágneses, illetve lézertárolót ismertettek az előadók, a hazai szakmát Gáspár Imre megfontolásai képviselték az A/D átalakítók túlvezérlési torzításáról.

A *Hangosítás* szekcióban ugyancsak magyar előadó, Dr. Illényi András számolt be a pápalátogatás hangosítási technikájáról. Több előadás foglalkozott a számítógéppel támogatott hangosítással.

Az *Építészeti akusztikában* több új, a közelmúltban épült terem akusztikai tervezését és annak eredményeit mutatták be a szerzők.

A *Pszichoakusztikában* még mindig hálás téma a hangforrás irányának szubjektív meghatározása különböző környezetben, valamint az irány szabályzás technikájának fejlesztése.

Az *Új átviteli technikák* a különféle digitális jelillesztőkkel és egy, a HDTV-hez tervezett környezeti hangjelátvitel (surround sound transmission) kérdésével foglalkozott.

A *Számítógéppel támogatott hangfelvételi berendezések* témaköre is igénybe vett egy teljes ülést.

Még ebben a rendkívül tömör összefoglalásban is lenyűgöző a témák széles választéka.

A szakma helyzetéről — nyugodtan mondhatni — teljes áttekintést nyújt a Konvenció keretében szervezett kiállítás, amelyen öt világrészről a professzionális és közszükségleti technika mintegy 250 legjelentősebb vállalata mutatta be termékeit és rendszereit. Az itt látható berendezések áttekintésére egy ilyen rövid összefoglalás nem vállalkozhat, de azt bizony ki lehet jelenteni, hogy kiemelt érdeklődéssel kísérték a látogatók a PHILIPS Consumer Electronics bemutatóját a DCC (Digital Compact Cassette) rendszerről, valamint a SONY kiállításán a konkurens MD (Mini Disc) rendszert. E két rendszerben hűen tükröződik a műsorgyártás és -terjesztés egymással egyre erősebben versenyző két rendszere: a szalagos és a lemezes, valamint a mágneses és a lézerlemez technika. A verseny már csak azért is élesedik, mivel e két új közszükségleti rendszer készülékei egyaránt alkalmasak felvételre és tömeggyártott felvételek lejátszására. Közös a két rendszerben, hogy először kerül rendszeres használatra, később feltehetően szabályosításra olyan nemlineáris kódolás, amely negyedére — ötödére sűríti a hangjelek adafolyamát.

A professzionális stúdiótechnikában határozottan érzékelhető volt a magnetooptikai, tehát törölhető és újraírható, egyes esetekben a törlés nélkül felülírható lézerlemezek jelentős térnyerése.

Szintén feltűnő volt az egyre több táskaszámológép (lap top) alkalmazása a hangszerkesztő és rendszervezérlő berendezésekben. Ilyenből már színes folyadékkristályos képernyő is látható volt az egyik kiállítónál.

Külön érdekessége a kiállításnak, hogy először volt orosz kiállító az AES-en (KYNCTKAMERA).

A szakmai ismereteket az előadások és a kiállítás mellett négy félnapos munkaülésen (workshop), illetve szemináriumon lehetett elmélyíteni. Ezek az új hangközegekről (MD és DCC), a felvételek felújításáról, a mágnesszalag élettartamáról és gondozásáról, a vezeték nélküli mikrofonokról tartottak nyilvános vitát. Egy esti szemináriumon a Bécsi Műszaki Egyetem zenekarának a közreműködésével a szimfonikus zenekart mint hangforrást mutatta be egy bécsi zenész.

Mindezeket kívül technikai kirándulások is csábították a résztvevőket a Theater an der Wien, az ORF (az Osztrák Rádió és Televízió), az Állami Opera és a Musikvereinsal hangtechnikai rendszerének és az utóbbinál a koncertterem világhírű hangzásának tanulmányozására. De nem lebecsülendő a SIEMENS AG Austria és az AKG gyártásának, valamint a Bösendorfernél a hagyományos és a számítógép vezérlésű zongora gyártásának és működésének megtekintése.

A kísérők számos színvonalas, jól szervezett társadalmi program között válogathattak: a történelmi Bécs, a spanyol lovasiskola, a schönbrunni kastély, a nevezetes házak (Mozart, Beethoven, Schubert, Freud), az Augarten porcelángyár, a Wien by Night Grinzingben vacsorával tetéztetett sétája. Ezek bizony nemegyszer a szakembereket is elvonták a szigorúan vett szakmai programoktól.

Mindezek mellett és zárt ajtók mögött folyt az AES egyesületi munkája. Ülésezett az AES vezetősége. Először volt magyar résztvevője a hazánkban is népszerű Gerhard Steinke Európai Alelnök vezette Európai Régió Tagozatai ülésnek. Ezen az ülésen ugyancsak először vettek részt a horvát, a lengyel, az orosz, a román és a szlován tagozat

vezetői is. És ülésezett néhány, az AES számos bizottsága közül.

Az AES hivatalos társadalmi eseménye volt a Ferstel Palotában a Wiener Sängerknaben előadásában a díszhangverseny. Ennek keretében adták át az AES különféle kitüntéseit azoknak, akik ezt kiemelkedő munkájukkal kiérdemelték. Itt kapta meg *Tarnóczy Tamás* professzor úr is az AES Tiszteletbeli Tagságát. Az ünnepséget az AES hivatalos bankettje követte.

A négynapos összejövétel hangulatához hozzátartozik, hogy a résztvevők rendszeresen visszatérnek ezekre, és így a személyes ismeretségek egy családi találkozó légkörét alakították ki már évekkel ezelőtt is. Az Audio Family baráti légköre elválaszthatatlan a Konvenciótól.

Egy ilyen esemény megrendezése már az előző, egytől egyig sikeres Konvenciók miatt is hatalmas feladatot jelent. Az AES Osztrák Tagozatának rendező gárdája a „Bécs az más” elve alapján sajátos, egyedi körülményeket teremtett az UNO City melletti AUSTRIA Centerben a Konvenció számára. A tartalmában sokrétű, technikai színvonalában, kulturáltságában kiemelkedő rendezés az 5000 résztvevő számára emlékezetessé tette ezt az összejövetelet is. ■

■ A PÁPALÁTOGATÁS RÁDIO- ÉS TELEVÍZIÓ-KÖZVETÍTÉSEI

A pápalátogatás kapcsán különleges feladatot jelentett az összes esemény rádió- és televízióközvetítése. Maga az ötnapos program 52 eseményből állt, ezek közül azok a „vonulások”, amelyek az egyes színhelyekre való érkezés és köszöntés előtt, illetve után voltak esedékesek, jórészt nem kerültek rádióközvetítésre, a televízió is csak készenlétben volt, azaz felkészült az esetleg bekövetkező különleges események rögzítésére. A többi 41 esemény közül 37 került élő adásban a rádióhallgatókhoz, 4-ről a rádiófelvétel alapján számolt be; a televízió pedig 11 eseményt élő adásban és 29 eseményt felvételtől, összefoglaló adásával iktatott műsorába.

Ezek a számok talán érzékeltetik, hogy a magyar televíziózás és rádiózás eddigi legnagyobb műsorakciója zajlott le 1991 augusztusában. Mindehhez még csatlakozott a Vatikáni Rádió, amely minden eseményt hangfelvétellel dokumentált Budapesten felállított stúdiójában, valamint néhány esetben több külföldi televízió- és rádióállomás is. Gondoskodni kellett továbbá a jelen nem lévő televíziók számára az ún. nemzetközi hangelőállításról, azaz a magyar kommentár nélküli, tiszta „eseményhangról”, és figyelembe kellett venni, hogy mind hang-, mind képfelvételeket adtak ki igen rövid idővel az események után.

A helyszínek nagy részén hangosítás is volt, tehát a televízió, illetve rádió hangfelvételi munkáját összhangba kellett hozni a hangosítást végző csapat munkájával. Tekintettel arra, hogy próbákra nem volt lehetőség, nagy kockázattal járt volna, ha az egyes hangtechnikai egységek összekapcsolódtak volna. Ezért megállapodás született arról, hogy lehetőleg mindenki a saját eszközeivel dolgozik a többiekétől függetlenül. Ez a kompromisszum sok előnnyel járt, hiszen így mindenki a „saját hangjával” foglalkozva a számára legjobb megoldásokat választhatta, ugyanakkor az eszközök, az energia, az összeköttetések megsokszorozását, valamint a szervezési feladatok többszörözését jelentette. A Vatikán előírásai szerint azonban nem volt szabad a pápa környezetében a mikrofonokat sem szaporítani, sem egyazon helyen párhuzamosan több mikrofont felállítani,

ezért a fő eseményekre, így pl. az öt pápai szentmise vagy a debreceni ökumenikus istentisztelet a közvetítésekor, ez a módszer nem volt alkalmazható. Ezekben az esetekben aktív mikrofon-szétosztókat alkalmaztak, a kihelyezett mikrofonok jelét a hangosítás, a televízió és a rádió külön-külön megkapta, s a saját céljaira, a saját ízlésének megfelelően keverte. Azonban ebben az esetben is általában mindenki maga mikrofonozta a közreműködő ének- és zenekarokat, a közönséget és mindazokat a hangforrásokat, amelyek hangja így jobban érvényesíthető volt. Biztonság kedvéért minden résztvevő a kész, lekevert hangot átadta a többinek, így ha valahol katasztrofális meghibásodás lépett volna fel, nem kellett volna a hang elvesztésével számolni. Szerencsére ez az intézkedés fölöslegesen bizonyult, nem volt szükség a tartalékhangokra.

Gondot jelentett a tömeg hangjának közvetítése is. Általában ugyanis a közönség hangját csak a mellékes hangforrásnak szokták tekinteni, itt azonban a tömeg a szertartások aktív résztvevője volt, fontos volt tehát hangját szépen — és főleg érthetően — közvetíteni. A hangosítás természetesen nem foglalkozott a tömeg hangjával, így ez mindenképpen rádiós — televíziós feladatot jelentett.

Megoldásként általában a rendezők által ajánlott, a szövegek mondásában gyakorlott csoport kapott egy mikrofont, s ezt keverték be a megfelelő válaszok elmondásakor. Ehhez a rendezőnek természetesen a szertartások menetét ismerő segítőre volt szüksége.

Mint ahogy egyes zenei részletek értékes produkciók voltak, a rádiós hangmérnök szép sztereóhangzás elérésére törekedett.

Nehezen lehetett volna a hangképet valamelyik hallgató helyére értelmezni, hiszen esetenként több százezer ember közül lehetett volna választani, s a hallgatóság helyén a hangosítás amúgyis mesterséges hangképet eredményezett. Ezért az előzetes megállapodás alapján a ténylegesen hallható hangképtől elvonatkoztatva, az ideálshoz legközelebb álló hangzáskép megvalósítását tűzték ki célul.

Mint minden televízió- és rádióközvetítés esetében, ezúttal is többször sor került annak megvitatására, hogy kinek az érdekeit kell előnyben részesíteni: a jelenlevőkéit vagy pedig az otthon ülő hallgatókéit, nézőkéit. Néhány százezer jelenlevővel szemben néhány millió hallgató és néző, valamint a műsoros kazetták vásárlói állnak, s ez mindenképpen elgondolkoztató. Másrészt nyilvánvaló, hogy ha a helyszínen nem kielégítő a hang, az esemény károsodik, azaz a közvetítendő anyag veszít értékéből. Ezért igen fontos volt egymás szempontjainak tiszteletben tartása, s az eredmény ismeretében talán joggal mondható, hogy ezúttal sikerült minden szempont kielégítését megközelítő kompromisszumokat találni. ■

■ A PKI TÁVKÖZLÉSI INTÉZET CENTENÁRIUMA UTÁN

A hazai professzionális hírközlés legrégebbi, egyben egyik legismertebb szellemi és technikai háttérintézménye a múlt év végén ünnepelte 100. születésnapját. Ez a tény aktuálissá teszi a PKI múltjának, jelenének és jövőjének bemutatását. A hangsúly természetesen a jövőn van, hiszen a magyarországi távközlésben és műsorszórásban új fejezet fogalmazódik ezekben a hónapokban. Remélhetőleg néhány hónapon belül e fejezetnek már formálójává lesz a széles értelemben vett szakma is. E közösség viszont joggal tart igényt arra, hogy az a képesség, tudás és tevékenység,

amit a mai PKI Távközlési Intézet jelent, a nemzeti érdekeket szolgáló széles körű távközlési és műsorszórási szféra számára ismert és elérhető legyen. Ez javítja az esélyt arra, hogy a távközlésben és a műsorszórásban már régóta áhított áttörés a közeli években megvalósuljon.

A Magyar Távközlési Részvénytársaság szervezetében működő PKI Távközlési Intézet (PKI-TI) elődintézménye 1891-ben alakult a Magyar Királyi Posta- és Távirat Kísérleti Állomásaként. Kezdetben feladata a Postánál alkalmazott anyagok és eszközök vizsgálata, minősítése volt. A hírközlés technikájának fejlődésével az Állomásra egyre nagyobb szerep hárult az eszközök, rendszerek fejlesztése tekintetében. De elméleti és módszertani téren is egyaránt iskolateremtő öt évtizedet jelentett a század első fele. A mindkét világháború által súlyosan érintett intézmény az akusztika, a távbeszélő-technika, az átviteltechnika, a rádiózás és a televíziózás, valamint a vegyészet, az anyagvizsgálat és a mérés-technika területén már olyan rangot vívott ki magának, hogy 1954-től kutatóintézeti jelleggel Posta Kísérleti Intézetként működött. Tevékenységi köre a távközlési és a műsorszórási szolgálatok fejlődésével folyamatosan bővült, majd kiegészült a postaforgalmi eszközök- és hálózatokra vonatkozó kutató-fejlesztő munkával is. Az Intézet profilját 1985-ben lényegesen kibővítette a Magyar Posta. Feladatkörébe utalta a közgazdasági kutatásokat, valamint a fordítási, szervezési, környezetvédelmi, iparjogvédelmi munkavédelmi, munkalelektani, dokumentációs, könyvkiadói, mérésügyi és szabványügyi tevékenységeket is. 1990. január 1-én az Intézet a távközlés, a műsorszórás és a postaszolgálat területén kutató-fejlesztő tevékenységre koncentrálnak Kft-vé alakult át, PKI Hírközlési Kutató-Fejlesztő Kft. elnevezéssel. A Magyar Posta szétválasztását követően újra módosították a működési célt és a formát. 1991. január 1. óta az intézmény PKI Távközlési Intézet néven a MATÁV szervezeti egységeként kutatás-fejlesztési, hálózatszervezési és beruházás-előkészítési, valamint üzemeltetéstámogatási tevékenységet folytat. Működésének alapvető célja a távközlés területén jelentkező szükségletek kielégítése, de a műsorszórás területén is komoly támogatás biztosítására alkalmas.

A kutatás-fejlesztés területén lényeges feladat az intézeti szakemberek képességeinek és ismeretanyagának hasznosítása révén a távközlésfejlesztés jelenlegi, *felzárkózó szakaszának elősegítése*, a fejlesztés stratégiai elemeinek erősítése. Ennek jegyében az Intézet foglalkozik a létező távközlési szolgáltatások minőségének javításával, a hálózat folyamatban lévő digitalizálásával, valamint az új szolgáltatások és eszközök bevezetésével kapcsolatos feladatokkal. A tevékenység kiterjed a nyilvános kapcsolt távbeszélő-hálózatra, a nembeszéd típusú hálózatokra, a rádiótelefon-hálózatra, a hagyományos és az optikai kábeles rendszerekre, a mikrohullámú és úrtávközlési rendszerekre, valamint az műsorszórásra, a kábeltelevíziós rendszerekre, valamint az anyagok és eszközök vizsgálatára, minősítésére. Napi operativitással foglalkoznak a szakemberek az új, tároltprogram-vezérlésű digitális telefonközpontok hálózathoz illesztésével, az automatizáltság kiterjesztésével, az elavult berendezések lecserélésének technikájával, valamint a magasabb színvonalú szolgáltatások szélesebb körben való biztosításával. Már *felkészítő* jellegű munka folyik a sokszolgáltatású interaktív információs hálózatok, a beszédanalízis és -szintézis alkalmazása, a hálózat hatékonyságának növelésére szolgáló eljárások és a számítógéppel támogatott hálózattervezés területén.

A PKI profiljába tartozik a távközlés *alapvető műszaki követelményeinek* kidolgozása, folyamatos karbantartása, továbbá a távközlési rendszerek és készülékek *minősítése* az országos fejlesztési tervek, az európai szabványok és a világszerte elfogadott *ajánlások* figyelembevételével. Az Intézet műszaki laboratóriumai képesek a magyar távközlési hálózatban alkalmazandó rendszerek és berendezések minősítésére. Vizsgálják a specifikációk szerinti és az azon túlmenő, a kompatibilitás, a szabványok és a biztonság szempontjából lényeges paramétereket, valamint a környezetállóságot. E területek a kialakulóban lévő távközlés-szabályozási hatósági tevékenység támogatására is alkalmasak. Ezt a munkát gépi programok és mérési módszerek, valamint speciális mérőműszerek kialakításával segítik elő az Intézet munkatársai.

E tevékenységekben — éppen a távközlés elmaradottságának fokozatos csökkentése érdekében — stratégiaileg elsődleges feladat a szakemberek tudásszintjének folyamatos emelése, azaz a nemzetközi élvonalban tartása. Ez a kulcsa annak, hogy a világ távközlésében ma megfigyelhető kihívások — a megfelelő hazai gazdasági potenciál és infrastruktúra 1993-94-ben remélt megjelenése idejére — a gyakorlat oldaláról megválaszolhatók legyenek. Az Intézet célkitűzése szerint 1993 végére a problémamegoldó technika helyett a megelőző-felkészítő dominál. Ekkor az energiák jellemzően a hosszútávú célkitűzések szolgálatába állíthatók majd. E célkitűzések az alábbi fő csoportokba rendezhetők:

- A távközlési *marketing megalapozása* elsősorban az elmaradt fejlesztések, valamint az üzleti szféra igénykielégítésének optimális dimenzionálása és célszerű finanszírozása érdekében.
- A távközlés *minőségének javítása* a rendelkezésre állás, a híváseredményesség és az információtovábbítás biztonsága tekintetében (beleértve egyáltalán a távközléshez való hozzáférés ma még alapvető gondjainak nagyságrendileg más szinten és technikával való megoldását is).
- A távközlés *intelligenciájának fokozása* mind az előfizető, mind a szolgáltató (üzemeltető) szempontjából. Ez egyrészt lehetővé teszi a fogyasztó, különösen az üzleti típusú előfizető részére a távközlésre történő legteljesebb támaszkodást, másrészt a szolgáltató oldaláról a gyorsan változó igények gazdaságos és rugalmas kielégítését.
- A távközlés *hatékonyságának emelése* az előző két szempontot kielégítő olyan eszközök és megoldások alkalmazásával, melyek — elsősorban a költséghatékonyság fokozásával és a keresletrugalmasság kiaknázásával — mind a fogyasztó, mind a szolgáltató oldaláról az elképzelhető legmagasabb szinten hozzák létre a távközlési szolgáltatások kereslet-kínálati egyensúlyát.
- A távközlés *humanizálása* a szolgáltatások integrálásával és a helyhez kötöttséget felváltó személyes elérési technikával.

A *hálózatfejlesztés-tervezés* területén a fő feladat forgalmi hálózatok, így a budapesti, a helyközi és a nemzetközi hálózat forgalmi és fizikai tervezése, valamint a mikrohullámú hálózatok országos körű rendszertervezése. A helyi és regionális távbeszélő-hálózatok fejlesztése terén módszertani, koordináló és összefogó funkciót lát el az Intézet. A hálózatfejlesztési beruházásokkal kapcsolatos műszaki specifikációk és tenderek összeállítása, távközlési beruházások megvalósulásának műszaki és pénzügyi nyomon követése ugyancsak e szakterületen történik. Alapvető feladat a rövid- és középtávú fejlesztési tervek összeállítása és szintetizálása a gördülő tervezés módszerével.

Az *üzemeltetéstámogatás* területén szerteágazó a feladatkör. Alapvető fontosságú az országos hálózatvezérlő rendszer és tevékenység (TMN) létrehozása. Fejlesztés- és vészhelyzet-támogató tevékenység folyik a nemzeti távbeszélő-hálózatban alkalmazott kapcsolórendszerek üzemeltetésének és fenntartásának támogatására. (Ez a közeljövőben a további intelligens hálózati elemek térnyerésével kiterjed egyéb hálózatrészekre is.) A terület feladata a forgalomlebonyolító képesség figyelése és értékelése (beleértve a szükséges beavatkozásokat), a szolgáltatásminőség átfogó ellenőrzése, a hálózati elemek és áramkörök nyilvántartása, valamint az üzemgazdasági elemzések végrehajtása.

Az Intézet tevékenységét a műszerszolgálat, számítóközpont, videolaboratórium, valamint könyvtári és dokumentációs szolgáltatások *támogatják és kiegészítik*. A szakmai tanácskozások, vitafórumok lebonyolítására személyi és eszközzapparátus, valamint konferenciaterem áll rendelkezésre. Az Intézet évek óta sikeres és sokrétű együttműködést folytat számos európai ország hasonló profilú intézetével (Ausztria, Bulgária, Csehszlovákia, Finnország, Lengyelország, Németország, Olaszország, Románia). Az Intézet munkatársai rendszeresen részt vesznek számos nemzetközi szervezet (elsősorban az ITU) munkájában.

Az Intézet tevékenysége ma jellemzően a Magyar Távközlési Rt. javára hasznosul. De — összhangban a MATÁV Rt. vezető nemzeti szolgáltatói szerepmeghatározásával — a PKI Távközlési Intézet létezésének és működésének célja az *össz nemzeti távközlés és műsorszórás* kiszolgálása. Az első száz év történetével hitelesített küldetés szellemében az Intézet képességei más piaci szereplők számára is hozzáférhetők korrekt üzleti kapcsolat formájában. Ez egyébként megfelel a MATÁV által előírányzott piaci együttműködés elvének is. A nemzeti igénybevétel hitelét az az objektív, tárgy tudásra és tényekre alapuló működésmód biztosítja, amely az üzleti érdekektől nem befolyásolt területeken, a szakmai igazságok és információk talaján áll.

Az igénybevétel három fokozata a következő területeket ölelheti fel:

- A tervek, eszközök, rendszerek *önmagukban* való véleményezése alkalmassági, minőségi, biztonsági, szabványossági szempontok alapján.
- A kétoldalú *együttműködési* alkalmasság vizsgálata, ahol ma jellemzően az egyik oldal a MATÁV Rt. meglévő vagy fejlesztés alatt álló hálózata, szolgáltatása (különös tekintettel a forgalmi hálózatokhoz való illeszthetőségre, a forgalomlebonyolító képességre és az ütemezés tekintetében).
- A távközlés *nemzeti szabályozása* tekintetében a hatósági előírásrendszer kidolgozásának szakmai megalapozása és kibontása, elsősorban az alapvető célt, a nemzeti távközlés gazdaságos, gyorsütemű fejlesztését szolgálva.

A PKI Távközlési Intézet *működési költségeinek* nagyobbik részét a MATÁV Rt. biztosítja az előzőekben áttekintett funkciók ellátására. Ezzel az Intézet túlnyomórészt elkerüli azt a recessziót, amely — a gazdaság kritikus helyzetéből adódóan — a tudományos vagy ilyen jellegű, a jövőt megalapozó intézményeket országszerte válságos helyzetbe hozta. A jelenlegi helyzetben a MATÁV Rt. is igen szűkmarkúan bánik az eszközfejlesztési, beruházási forrásokkal, hiszen a megindított nagyívű hálózatfejlesztési program minden forrást leköt. Természetesen ez azzal a veszéllyel járhat, hogy a szakma jövőjét is „elássa” a föld-

be fektetett kábelekkal együtt. Ennek elkerülésére mind a MATÁV Rt., mind a távközlés és a műsorszórás (és ezen keresztül a gazdasági és társadalmi infrastruktúra) jövője tekintetében felelős, a tudomány és a műszaki fejlesztés szerény központi erőforrásainak elosztásában résztvevő szervezetek részéről indokolt lenne egy célszerű kompromisszum kialakítása a *jövő megalapozása* érdekében. ■

■ AZ IBM BEFEKTET A MŰSZERTECHNIKÁBA

Az IBM kelet-európai leányválllata, az IBM Eastern Europe és a Műszertechnika megállapodást kötött arról, hogy az IBM részesedést vásárol a magyar vállalat alaptőkéjéből. A „házasság” oly módon kötött meg, hogy a Műszertechnika Holdinghoz tartozó számítástechnikai tevékenységre ez évben 250 millió forint alaptőkével alakult MT Computer Rt. résztulajdonosává vált az IBM. A részvényvásárlást piaci árfolyamon az IBM Germany bonyolította le.

Kérdéseinkre Héjj Tibor, a Műszertechnika Holding elnökhelyettese elmondta, hogy az akció nem felvásárlás jellegű. Az IBM nem kíván beavatkozni a management tevékenységébe, nem kíván diktálni. A jó értelemben vett érdekházaság mindkét fél részére előnyökkel jár.

A megállapodás jelentősen gyarapítja az IBM magyar üzleti partnereinek körét azzal, hogy a hazai számítástechnikai piacon 25%-kal részesedő Műszertechnika az IBM kereskedelmi hálózatának hivatalos magyarországi tagja, az IBM disztributóra lesz.

Az IBM viszont ezzel a lépéssel jelentősen hozzájárul a külföldi tulajdon növeléséhez a magyar gazdaságban és a legkorszerűbb hardvereket, szoftvereket és szolgáltatásokat kínálja, ez utóbbiak között például műszaki oktatás és menedzserképzést is.

Mi lesz az új vegyesvállalat fő tevékenységi köre?

Természetesen az MT Computer Rt. forgalmazni fogja az IBM PC-ket.

Új eleme lesz az értékesítésnek az ún. mid-range gépek forgalmazása, így a Unix operációs rendszerrel működő 6000-es sorozat. Ezzel az MT nagyobb részt kíván kiharcolni a hálózatok piacából. A forgalmazni kívánt hálózatok host-computere lenne a 6000-es, míg a munkaállomásokon PS-2 gépek üzemelnének.

Az IBM és az MT közös fellépését a magyar piacon az segíti a jövőben, hogy az MT Computer Rt. nemcsak az IBM disztributoraként szállít végfelhasználóknak és viszonteladóknak, hanem műszaki háttérrel biztosít és mérnöki szolgáltatást kíván nyújtani a hálózatok kiépítéséhez, a magyar sajátosságokhoz történő adaptációhoz.

A tevékenység nem csak a magyar piacra korlátozódik. Egyrészt a Műszertechnika termékeit — elsősorban szoftvereket — külföldön az IBM csatornáin is értékesítik, másrészt az IBM az MT Computer Rt. háttérével kívánja kelet-európai tevékenységét szélesíteni. Pozsonyban már működik az MT Computer Rt. leányvállalata.

A hazánkban már korábban is működő IBM Hungary feladata továbbra is az IBM magyarországi tevékenységének koordinációja, a marketing munka irányítása lesz.

Az IBM akciója első kelet-európai vegyesvállalatának magyarországi megalapításával azt jelzi, hogy kiemelkedő fontosságot tulajdonít a magyar piacnak és biztosítékot jelent számára a Műszertechnika eddigi dinamikus fejlődése, a hazai iparban kivívott helye. ■

SZAKMÉRNÖKI TANFOLYAM

A Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnökkari Matematika Tanszéke 1993. februárban

négy féléves levelező szakmérnöki tanfolyamot

indít a matematikai tudományok iránt érdeklődő hallgatók számára.

A tanfolyam számítástechnikai szakon, alkalmazott matematikai ágazaton indul.

A tanfolyam célja, hogy a hallgatók készséget szerezzenek a villamosmérnöki munkájuk során felmerülő, matematikailag igényesebb feladatok megoldására.

Az ágazat az igényeknek megfelelően három szakirány indítását teszi lehetővé:

- Műszaki és műszaki fizikai problémák megoldásának matematikai alapjai.
- Valószínűségelmélet és sztochasztikus folyamatok.
- Számítógéptudomány.

Jelentkezési határidő a tanfolyamra: **1992. október 15.**

Bővebb felvilágosítás, illetve jelentkezés a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar Dékáni Hivatalában (Budapest XI., Egry József u. V.1. épület).

TÁJÉKOZTATÓ SZERZŐK RÉSZÉRE

A folyóirat egyes számai az elektronika egy-egy fontos témaköréről adnak átfogó képet. A tematikus cikkeken kívül a folyóiratnak a következő állandó rovatai vannak:

- EGYEDI CIKKEK: a kitűzött témakörön kívüli cikkek számára.
- TERMÉKEK–SZOLGÁLTATÁSOK: eszközökről, berendezésekről, szoftvertermékekről és szolgáltatásokról közöl információt.
- GAZDASÁG–KUTATÁS–OKTATÁS: gazdasági összefüggésekről, kutatási lehetőségekről, szakemberképzésről ad tájékoztatást.
- HÍREK–ESEMÉNYEK: elektronikai vállalatokról, fontosabb rendezvényekről számol be.
- NÉZETEK–VÉLEMÉNYEK: az olvasók észrevételeit, megjegyzéseit közli.

A cikkeket két példányban kell beküldeni a lap felelős szerkesztőjének címére (lásd a belső borítón). A cikkek max. terjedelme 30, kettes sortávolságú gépelt oldal (minden ábrát 1 oldalnak számolva), a cikk elején 100–200 szavas magyar és angol nyelvű kivonattal. A szerzők rövid életrajzát és kontrasztos fényképét mellékelni kell. A TERMÉKEK–SZOLGÁLTATÁSOK és a GAZDASÁG–KUTATÁS–OKTATÁS rovatok cikkei legfeljebb 16, kettes sortávolságú oldal terjedelműek lehetnek.

Az ábrák tussal, fehér papírra készített eredeti példányát kell mellékelni. Az ábrákon nagybetűs feliratokat kell alkalmazni olyan méretben, hogy azok az ábrák egy vagy két hasábos kicsinyítése esetén is jól olvashatók legyenek. Az ábrafeliratokat külön lapon kell mellékelni. Lehetőség szerint kerülni kell a fényképek használatát.

A TERMÉKEK–SZOLGÁLTATÁSOK rovatban megjelent cikkekért a szerző vállalatától nyomtatott oldalanként 8000,- Ft költségtérítést kérünk.

[illegible][illegible]

Mar	114 00	114 00
May	113 25	113 30
Jun	112 75	112 75

Részletes információ: Balla Gyuláné
Tel.: (1) 113-6605; Fax: (1) 117-1990



MAGYAR MŰSORSZÓRÓ VÁLLALAT

**SEMMI SEM TART ÖRÖKKÉ !
A FREKVENCIAMORATÓRIUM SEM !**

Már most keressék vállalatunkat
rádió- és televízióműsorok
regionális sugárzási igényével !
Tel: 138 3913

**TERVEZÉS,
MEGVALÓSÍTÁS,
ÜZEMELTETÉS**

**Mi lépni akarunk !
És Ön ?**

Egyéb szolgáltatásaink:

- MŰHOLDVÉTEL,
MŰSORVEVŐ RENDSZEREK
- AM-MIKRO MŰSORSZÉTO SZTÓ RENDSZER
- ADATSUGÁRZÁS,
PONTOSIDŐ-SUGÁRZÁS,
KAPCSOLÓJELEK
- TOVÁBBI VEZETÉK NÉLKÜLI
SZOLGÁLTATÁSOK

65 év a magyar hírközlésben !

Információkért forduljon kereskedelmi és közönségkapcsolati osztályunkhoz.

TELEPHELYE:
Budapest VI.,
Dessewffy u. 32.

POSTACÍM:
Budapest,
Pf. 8. 1440

TELEFON:
(1) 132-6115
(1) 111-7602

TELEFAX:
(1) 111-7602

TELEX:
22-2905