

Egy élet munkája

Riport Dr. Balogh Gézával szakmai pályájáról és a 30 éves Interton Kft. -ről

Több száz létesítmény, köztük színházak, koncerttermek és stadionok hangosítását végezte el szakértő módon az elmúlt három évtizedben az Interton Kft. (2015 óta INTERTON Group), amely az elmúlt 30 évben egyértelmű vonatkoztatási ponttá vált idehaza az akusztikai tervezésben és kivitelezésben. Az Interton által alkalmazott elektroakusztikai eljárásokat kidolgozó dr. Balogh Géza mérnököt 2017-ben Gábor Dénes-életműdíjjal, 2020-ban pedig kimagaslóan sikeres feltalálói tevékenységéért Jedlik Ányos-díjjal tüntették ki, korábban pedig három alkalommal a Kiváló Feltaláló Arany fokozatát nyerte el. Tulajdonosa a Békésy György-díjnak. Az Intertont alapító mérnök rendszerint a kutatástól és tervezéstől a szabadalmak benyújtásán át a helyszíni behangolásig valamennyi munkafázisban nélkülözhetetlen munkát végzett. Pályájának és a projektek, megbízások során alkalmazott műszaki megoldásoknak története jóval a cég megalapítása előtti időkbe nyúlik vissza.



Dr. Balogh Géza és az IVS vonalsugárzó

A kezdetek, 60-as évek, BEAG

– Tervezői, fejlesztői tevékenysége mellett több mint húsz éven át oktatta a mérnökök következő nemzedékét, részt vesz az MTA Akusztikai Osztályközi Bizottságának és a Magyar Mérnöki Kamara Akusztikai Szakosztályának, az amerikai Audio Engineering Society Magyar Tagozatának munkájában. Az Optikai, Akusztikai, Film- és Színháztechnikai Tudományos Egyesület tudományos bizottságának elnöke. Megszerezte a műszaki tudomány kandidátusa és az egyetemi doktori fokozatot. Az MTA köztestületének tagja. Ez a jelen. Utaltak a kezdetek ilyen mértékű kiteljesedésre?

– Ha kezdetek, akkor a gyermekkori műszaki érdeklődésem után a szegedi Radnóti Miklós Gimnáziumot és tanárait kell elsőként említenem, ahol kiemelkedő eredményeket értem el real

tárgyakból. Ezt követően egyenes út vezetett számomra a Budapesti Műszaki Egyetemre, ahol kiváló oktatóim voltak. Simonyi Károly neve nem csupán a mérnökök világában lehet ismerős, de mindenképpen meg kell említenem az átviteltechnikát oktató dr. Géher Károlyt, és akusztika tanárainak, dr. Tarnóczy Tamásnak és dr. Barát Zoltánnak is köszönetet kell mondanom.

– Egy sikeres életpályán általában meghatározó az első komolyabb, stabil munkahely szerepe. Így volt ez az ön esetében is?

– Jól sikerült a diplomatervem 1964-ben, amelynek témája egy dinamikus mikrofon volt. A konstrukcióm több szakmai újdonságot tartalmazott. A híre eljutott a Budapesti Elektroakusztikai Gyárhoz (BEAG) ahol jó akusztikus szakembert kerestek, és végül szó szerint kivásárolt a Telefongyártól, kifizették az ösztöndíjam teljes összegét, amit egyetemi éveim alatt kaptam a gyártól. Örültem ennek már csak azért is, mert Barát Zoltán tanárom javasolt, és a gyárat olyan ismert mérnökök fémjelezték, mint Lamoth Emil, Huszty Dénes. A BEAG-ban végzett munkát igazi jutalomként éltem meg. Egy teljesen új mikrofoncsaládot, pontosabban elektroakusztikai átalakító családot terveztem, melynek moduláris felépítése technológiai újdonságnak számított. Egy 22 mm átmérőjű – abban a korban kifejezetten kisméretűnek számító – lengőtekerccses dinamikus átalakítóbetétet, kapszulát terveztem, ami csak a legkevesebb alkatrészt tartalmazta, nevezetesen a mágneskört és a lengőtekerccsel ellátott membránt, valamint a kivezetéseket. A többi akusztikai és mechanikai elem a késztermék típusától függően később került összeépítésre. Ezzel tipizáltuk a legfontosabb és legdrágább alkatrészt, elérve, hogy nagy szériában, költséghatékonyan – több százézes darabszámban – lehessen gyártani. Az akusztikai impedancia mérésének elvi lehetőségeit kutatva eljutottam odáig, hogy laboratóriumi, később a gyártásellenőrzéshez használatos mérőberendezést terveztem. Használatával az akusztikai elemek akusztikai paraméterei már a beépítés előtt ellenőrizhetőek, nem a késztermék végellenőrzésekor derül ki, ha hibásak. Segítségével jelentősen emeltük a gyártás színvonalát, csökkentettük a selejtet, és így a gyártás költségeit. Az első ilyen termék egy modern HiFi fejhallgató volt, ami újdonságnak számított, mert Magyarországon nem lehetett kapni. A második egy közszükségleti mikrofon, a harmadik pedig szintén első hazai gyártású termékként egy dinamikus kardiod stúdiómikrofon. Ezekben a gyártmányokban több szabadalmam testesült meg.

– Mára hány találmány fűződik a nevéhez?

– Tizennyolc találmányom van, ezek többsége több, mint 70 országban is bejelentett és ott is szabadalmat kapott. Leginkább az elektroakusztikai átalakítókra vonatkoznak, amelyek közé a hangszűrők és a mikrofonok is tartoznak. Az irányfüggő hangdetektálás, később a hang irányítása volt a legkedvesebb kutatási témám, de vizsgáltam a hang terjedését nagy távolságban, csillapított és csillapítatlan szabad és zárt térben. Foglalkoztam különböző alakzatok diffrakciójával. Az elvi eredményeimet szabadalmaztatott gyakorlati megvalósítások követték. A legjelentősebbnek ezek közül a horizontálisan kardiod irányítottságú hangoszlop típusok, közöttük a HTP90, illetve HTP91 és a kardiod stúdió-ellenőrző hangszűrő monitorok (pl.: HEC90) fejlesztését tartom. Az említett hangoszlop nagy teljesítményű, horizontálisan kardiod vertikálisan nyalábolt, azaz irányított hangszűrővel rendelkezett. A saját kardiod technikánk ugyanakkor biztosította, hogy a mélyebb hangoknál, tehát 80 Hz-en is a hátra sugárzott hangteljesítmény egyhuszada az előre sugárzottéhoz képest. A frekvencia átvitel tekintetében akkoriban szokásos 150-200 Hz alsó határfrekvencia helyett lementünk egészen 70-80 Hz-ig, a szokásos max. 110dB/1m hangnyomás helyett pedig 125dB/1m hangnyomást biztosítottunk.

Időnként elkalandoztam más irányokba is, legyen szó akár elméleti kutatásról, akár egy konkrét berendezés megvalósításáról. Kifejlesztettünk időmultiplex infravörös hangátviteli rendszereket, tolmács- és konferenciarendszereket vezeték és vezeték nélküli változatban, digitális és analóg kivitelben is. Nagyon érdekelt az akusztikai gerjedés fizikája és ennek elektronikus csökkentése. Szabadalmaztatott eljárást dolgoztunk ki, amellyel hatékony gerjedést csökkentő berendezést fejlesztettünk és gyártottunk. Az irányított kardiod hangszűrőinkkel és az elektronikus gerjedésgátló berendezéseinkkel gerjedés mentes stabil működésű hangrendszereket terveztünk. Többek között ezekkel az eszközökkel terveztük a moszkvai olimpiai stadion hangrendszerét is.

Az 1980-as évek végén, a felhalmozott tapasztalatok birtokában kidolgoztam egy elosztott paraméteres 3D modellt, illetve tervezőszoftvert, amellyel akár irányított, több hangkapuval rendelkező elektroakusztikai átalakítókat is nagy pontossággal lehet modellezni és tervezni. Később ezzel a módszerrel terveztem meg az Intertonban több termékcsaládot és dolgoztam ki több találmányt is.

– Tekintélyes lista. Hogyan sikerült minderre időt szakítani?

– Ahogy haladtam felfelé a ranglétrán a BEAG-ban egészen a Fejlesztési főosztály vezetői tisztségig, egyre kevesebb idő maradt a saját tudományos munkáimra. Pedig éppen arra voltam büszke, hogy a

gyakorlati mérnöki munka mellett tudományos eredményeim is voltak. Attól kezdve, hogy vezető lettem, hazavettem majdnem minden tervező és tudományos jellegű munkát és csak este tudtam velük foglalkozni. Nagyon hálás vagyok a családomnak, elsősorban a feleségemnek, hogy mindezt megtehettem, mert sok egyéb teendő alól tehermentesített. Több közös munkánk is volt, mert ő is mérnök akusztikus volt. Nemcsak értékelte a munkámat, hanem segített is benne. Ez az én egyéni szerencsém, a későbbi sikereimhez is nyilván hozzájárult.

– Az előbb említette a Luzsnyiki stadiont. Tudna erről részleteket mondani?

– Igen, de ehhez ismét a kezdetekhez kell vissza ugranunk. A stadionok hangosítási problémáival már 1966-ban, a BEAG fiatal konstruktőréként kapcsolatba kerültem. A moszkvai Lokomotív stadionján dolgoztunk ekkor, 1967-ben adtuk át. Sok-sok hazai és külföldi létesítmény, stadion hangosítási munkái, közöttük a Népstadion hangrendszerének felújítása után 1980-ban a BEAG elnyerte az olimpia hivatalos szállítója címet. Megtisztelő és nagy feladatot kaptunk. Ennek során elsősorban a Luzsnyiki stadion hangosítási rendszerének tervezési és kivitelezési munkálatait kellett elvégeznünk, emellett uszodákat, birkózó és egyéb termeket szereltünk. Tallinban is dolgoztunk, a tengeren rendezett versenyek helyszínén. Az utasító rendszertől kezdve a keverőasztalokon keresztül az erősítőkhöz és hangsugárzókhöz mindent a saját gyártmányunkkal terveztünk, szereltünk és adtuk át. A korabeli rendszerek még persze nem számítógép-vezéreltek voltak, legfeljebb logikai áramköröket alkalmaztunk. Sok mindent kézzel kellett végrehajtani: zónákba bemondani, ún. keresztcsínes táblákkal erősítők és hangsugárzók között kapcsolatot létrehozni. A 100000 fős Luzsnyiki stadion lelátóit és pályáját a már említett HTP 91 kardiod hangoszlopokkal jól érthetően, visszhangmentesen hangosítottuk. A közel 70db hangszloppal a lelátókon széles frekvenciasávban 100dB körüli hangnyomást is mértünk. Mivel a 80-as években egy átlagos stadionban 85dB körüli hangnyomás volt, emiatt és a zenei hangzás okán sok elismerést kaptunk.

– Mai füllel hogyan értékelné az akkori hangzást?

– A kérdés jogos, mivel mindez negyven éve történt. Nemrég meg is néztük az Interton munkatársaival, hogy vajon milyen hangzást biztosítottunk annak idején. A korabeli tervezési adataimat szerencsére a füzeteimben még megtaláltam. Ezeket felhasználva az Intertonban a mai számítógépes technikával már modellezni tudjuk, amihez annak idején csak ceruza és logarléc állt rendelkezésre. A lelátói hangnyomás térképszerű eloszlását kollégáimmal elkészítettük. A hangeloszláson kívül a hangerősségét, a hangszínezetet, azaz a frekvenciamenetet is megvizsgáltuk. Annak idején még beszédérthetőséget mérő műszer nem volt, de ma már azt is megvizsgálhatjuk. A lelátókon átlagosan 98dB direkt hangot, 80Hz–12kHz szélessávot, valamint igen jó beszédérthetőséget (STI 0.7) állapítottunk meg. Tehát nem ok nélkül írta a korabeli sajtó, hogy hangversenyteremmé változtattuk az olimpiai stadiont.

– Meddig dolgozott a BEAG-ban?

– Egészen a bezárásig. A fénykorában háromezer főt foglalkoztató BEAG felszámolása a kilencvenes évek elején komoly csapás volt a hazai akusztikai tervezés és kivitelezés számára. Sokszor kérdezik, hogy a nyugati eszközökhöz képest milyenek voltak az általunk gyártottak. A válasz egyszerű: többnyire azonos színvonalúak, és versenyképesek.



Az Interton Kft. alapítói telephelye a Bogár utcában. A képen Dr. Balogh Gézáné és ifj. Balogh Géza

Újrakezdés, 1990 Interton Kft. Alapítás

–Az Interton mit tudott megőrizni, vagy hasznosítani a BEAG hagyományaiból?

– A gyökereink valóban visszanyúlnak a BEAG-ban megszerzett szakmai tudáshoz. A szakmai tudást, jártasságot a nagy projektekben, és a vezetői gyakorlatot tudtam „átmenteni”. Hazánkban megszűnt az elektroakusztikai ipar, így a szakmában nem volt munkalehetőség, azt magunknak kellett megteremteni. Kényszervállalkozó lettem. Több cég alapításában vettem részt, ezek közül az Interton bizonyult a legéletképesebbnek. Az Interton alapítói a BEAG-ban akkor, vagy korábban dolgozó akusztikusok voltak. Rajtam kívül feleségemet, Illényi Andrászt és Vicsi Klárát említem meg. Előbbi kettő sajnos már nincs az élők sorában. Rozgonyi András volt, akit elsőként felvettünk alkalmazottként munkatársnak. BEAG-os volt, azóta is velünk dolgozik. Egy 3000 fős gyár lehetőségeit, eszközeit, munkakörülményeit nem lehet egy kisvállalkozásban megvalósítani. Keserves volt az indulás. Ötvenévesen kellett újrakezdenem mindent. Az alapítást követő második-harmadik évben jutottunk el odáig, hogy további munkatársakat is meg tudtunk fizetni, és így még néhány BEAG-os kolléga érkezett hozzánk, de sajnos ez a generáció már kezd kiöregedni. A fiaink folytatják, Géza és Balázs is mérnökként végzett és az alapítás után néhány évvel csatlakoztak hozzánk. Már több mint 10 éve ifj. Balogh Géza az ügyvezetői teendőket is ellátja, így a napi vezetői munka terheit ő vette át. Enélkül ma már nem működne az Interton. Ezzel végre – még ha nyugdíjasként is – ismét több alkalmam nyílt a kutatásra és az oktatásra. Az új kollégák képzésével és a gyakorlati közös munkával áthagyományozzuk a tudást, és úgy gondolom, ma Magyarországon a legfelkészültebb elektroakusztikával foglalkozó csapat vagyunk. A tudományos alapokig leásva ismerjük az elektroakusztika csínját-bínját.

Kezdetektől fogva kerestük a problémás projekteket, amelyek nagy szakértelmet igényelnek. Ilyenek a visszhangos termek, terek, a nagy méretű külső területek, az összetett, bonyolult, nagy volumenű projektek hangrendszerei, amelyekhez nagyon kevesen értenek. Célkitűzésünk volt a magas szakmai színvonal, amelyhez nemcsak szakmai felkészültség, hanem korszerű műszerezettség, mérőberendezések és szoftverek is szükségesek. Géza fiammal kidolgoztunk egy akkor még külföldön sem forgalmazott STI és SPL értéket és annak térképszerű eloszlását számító szoftvert, azaz egy akusztikai tervező programot. Később, amikor már elérhetőek voltak, vásároltunk nagyobb teljesítményű tervező modellező programot. A színvonalas munkához, projektekhez korszerű hangosító berendezések is szükségesek. A BEAG termékek gyártása nyilvánvalóan megszűnt, ezeket pótolni kellett a nyugati gyártók termékeivel. Így ők megkapták a hazai piacunkat. Kiválasztottunk több

jó nevű külföldi céget, akiket képviselünk idehaza. Néhány hozzám kötődő saját tervezésű terméket pedig az Interton elvárásaihoz igazítva újraterveztünk. Sikerült három K+F pályázatot elnyernünk. Ezek segítséget adtak az eredményes termék fejlesztéseinkhez. A kardiod technikát továbbfejlesztettük. Kifejlesztettünk és szabadalmaztattunk több új kardiod vonalsugárzót ill. erősen irányított hangszugárzó rendszert. A rendelkezésünkre álló lehetőségek figyelembevételével felszerszámoltuk ezeket és kisebb sorozatban ugyan, de ipari színvonalon gyártjuk.



Az Interton Kft. Major utcai telephelye a 2002-es bővítés után.

– Hol alkalmazzák az előbb említett kardiod vonalsugárzóikat?

– Visszhangos termekben a beszédérthetőség alapkérdés. Nos éppen a beszédérthetőség miatt fontosak ezek a termékek. Az irányított hangszugárzókkal lehet érthető hangot előállítani visszhangos termekben, helyiségekben. Az Interton egyik egyedi tudása éppen ezek tervezésében és használatában rejlik. Az akusztikában a hullámhossz határoz meg mindent. Egy hangszugárzó akkor lesz irányított – ez azt jelenti, hogy nem szórja szét a hangot –, ha a hanghullám hossza összemérhető a méretével. Ez nem olyan egyszerű, mint amilyennek elsőre hangzik. A hallható hang legkisebb és legnagyobb frekvenciájának hullámhossz-aránya ezerszeres. Azaz 20 ezer Hz-nél a hanghullám hossza 1,7 cm, 20 Hz-nél pedig már 17 m. A 20 és 100 Hz közötti hanghullámokat többméteres eszközzel lehetne irányítani, így nehezen lehetne használni őket például zárt térben. A kardiod vonalsugárzóink horizontálisan 15 cm méretük ellenére már 100Hz-en irányítanak annak ellenére, hogy 340 cm a hullámhossz. Vertikális irányban pedig a több méteres méret természetes irányhatását fokozza a kardiod irányítás. Több nagy jelentőségű projektben használtuk és használjuk a kardiod vonal- ill. felületsugárzóinkat, úgymint a debreceni Kölcsey Központban, pécsi Kodály Központban, a Keleti pályaudvaron, a Puskás Aréna előcsarnokaiban és közlekedőiben, sportcsarnokokban és templomokban.



IVS vonalsugárzó a Keleti pályaudvaron

– Ez azt jelenti, hogy egy csarnok, egy zárt tér külön kihívást jelent?

– Nem önmagában a zárt tér jelenti a problémát, hanem a nagy utóhang. A visszhang, a zengés időben később érkezik a hallgatóhoz, mint az első, ún. direkthang, amely az információt hordozza. A visszhangot így zavaró zajként érzékeli a fülünk. Az utóhang hatását elektroakusztikai módszerrel éppen az előbb említett irányított hangsugárzással csökkentjük. A lehető legpontosabban a nézőtérre irányítjuk a hangot és a lehető legkevesebbet a környező falakra, így elérjük, hogy a zavaró visszavert hangenergia lecsökken a direkthez képest, azaz a beszédérthetőség az utóhang ellenére megfelelő lesz.

Az utóhangési idő tényleges csökkentése teremakusztikai módszerekkel, hangelnyelők beépítésével érhető el. Ez azonban költséges módszer, ezért gyakran csak a konferencia- és előadótermekben, hangversenytermekben, színházakban alkalmazzuk. A hangrendszereknek itt elsősorban a zenei hangzás élethű közvetítése a feladata. A jobb kihasználtság érdekében egyre gyakrabban építenek többcélú termeket. Ezek elektroakusztikai tervezése és kivitelezése további kihívásokat állít. A többcélú termekben különböző műfajok, mint a prózai előadások, rock- vagy popkoncertek, operák és kamaradarabok követik egymást adott esetben. Míg az egyházi zene 3-4 mp-es utóhangési idővel élvezhető, a popzene esetében már 1-1,5 mp-ről beszélhetünk. Ezt ki kell valahogy egyenlíteni, és erre jelent megoldást az Interton utóhangési időt módosító elektroakusztikai rendszere. Magyarországon elsőként alkalmaztunk elektronikus teremakusztikát módosító „non-inline” digitális rendszert, és elsőként fejlesztettünk ki saját rendszert DCR néven, majd továbbfejlesztett változatát AURA megnevezéssel. A „non-inline” rendszer természetes hangzást biztosít, mert nem a műsor-jelet „zengeti”, ill. módosítja, hanem valóban a terem utóhangását változtatja meg. A terem utóhangési idejét tervezéstől függően 1-5 mp között élethűen lehet az AURA rendszerünkkel változtatni. Ennek alkalmazása nagymértékben hozzájárul ahhoz, hogy egy termet több célra is igényesen lehessen alkalmazni.



IFS felületsugárzó a Puskás Arénában

Puskás Aréna, 2019

– Nemrég fejezték be a Puskás Aréna hangrendszerét. A tervezésének és kivitelezésének meddig nyúlnak a gyökerei?

– Ahogy említettem, mind berendezés szinten, mind hangrendszer szinten a BEAG-ban 25 év alatt nagy jártasságot szereztem a nagy bonyolultságú, összetett, nagy „volumenű” (kiterjedésű), komplikált projektek, többek között a stadionok hangosítási problémáiban is. Ehhez társul az Interton kollektívájának 30 év alatt közel 1000 projektben, közöttük sok stadion hangosítása során összegyűlt tapasztalata, és a mai modern digitális technikát ismerő mérnökeink friss tudása. A gyökerek között tehát vannak mélyre hatoló, régi, erős gyökerek, de frissek, újak is szép számmal találhatók közöttük. Talán nem véletlen, hogy a Puskás Aréna hang- és videorendszereinek a tervezését elnyertük, majd a kivitelezést is egy újabb versenypályázat után.

– A Puskás Arénán végzett munkálatok során lehetett hasznosítani valamit a korábbi, más stadionokban szerzett tapasztalatokból vagy itt teljesen más léptékről beszélünk?

– A megbízás első percétől kezdve egyértelmű volt, hogy a nagy létesítményekben való jártasság, a tapasztalat és a szaktudás arra való, hogy az új feladatokat megalapozottan, de új megoldásokkal valósítsuk meg. Még a régi Népstadion tapasztalatait sem lehetett egy az egyben hasznosítani a tervezésnél. Úgy szoktam fogalmazni, hogy a pálya közepe ma is ugyanott van – de minden más változott. Minden projekt részleteiben más és más. A 68000 nézőszámú Puskás Aréna is „csak” projektvolumenét tekintve volt azonos a 100 ezer férőhelyes Luzsnyiki stadionnal. Jelentős eltérés, hogy az még fedetlen volt, ma pedig a pálya körül nincs futó és atlétikai pálya. Ma már befedik a stadionokat, így a Puskás nézőtere felett is tető van. A pálya körül nincs hely, a fémtetőre szereljük a hangsugárzókat. A stadion emiatt akusztikai szempontból lényegében úgy viselkedik, mint egy óriási csarnok, nagy, 6-9 mp utóhanggal és erős visszhanggal, ami csökkenthető volna teremakusztikai megoldással. Ilyenkor a tető kemény fémfelületét hangelnyelővel kell burkolni, mert akkor kevesebb a visszavert hang. Egy ekkora felület akusztikai elnyelővel történő beborítása ugyanakkor horribilis összegeket emésztett volna fel. Tehát itt is maradt az elektroakusztikai megoldás: pontosan beállított irányított hangsugárzórendszer tervezése és felszerelése. Emellett ki kell szolgálnunk a vészeseti követelményeket is, amelyek egyre szigorúbbak világszerte. Ráadásul ma már nem csak az a feladat, hogy a sportközvetítés követelményeit teljesítsük, hanem hogy a szünetben szórakoztató zenei műsoroknak is megfelelőek legyenek a hang-, a videó- és az egyéb berendezések. A 80-as években a normál stadionokat 80-85 dB-lel hangosították, ha elértük a 90 dB-t, akkor az jó eredménynek

számított. A Luzsnyiki stadionban megvalósított 100 dB körüli hangnyomás kiemelkedően nagy volt. Az UEFA mai követelményei nem hasonlíthatók össze a 40 évvel ezelőttivel. Előírják az igen nagy, legalább 110 dBA csúcshangnyomást és az igen jó beszédérthetőséget. A média területére adott esetben csökkentett hangnyomást kell biztosítani a rendszernek. A zenei műsorok pedig megkívánják a nagy hangnyomás mellett a szélessávú, kistorzítású átviteli rendszer alkalmazását. Az elvárt paramétereket gondos tervezéssel és kiváló minőségű eszközökkel lehet elérni. Alapos megfontolás után a d&b audioteknik német cég digitálisan felügyelt és vezérelhető hangsugárzó-erősítő rendszerét alkalmaztuk.

A Puskás Aréna lelátói fölött 32db line array rendszerű hangsugárzó csoportot helyeztünk el. Ezek mindegyikét 12db háromutas, nagyteljesítményű hangsugárzóval terveztük úgy, hogy minden egyes line array szigorúan csak a kijelölt helyre sugározzon, egyik sem szórja szét a hangot. Ez azt jelenti, hogy a lelátó hangosítás összesen 336 digitálisan felügyelt hangsugárzóegységből áll. Ugyanakkor ezek mindegyike minden időpillanatban kontrollált, így lehetővé válik, hogy egy adott területen szoftveresen előre programozva, vagy „nyomógombbal” megváltoztathassuk a hangerősséget, a hangszínt, a fázishelyzetet. Ezzel a rendszerrel a nézők elhelyezkedésétől függően változtatni lehet a nézőtér helyszerinti hangellátását.

Ez fontos lehet például a média képviselői számára is: a területükön akár 10-15dB-lel csökkenthetjük a direkthangnyomást, így a bemondások kevésbé zavarják a munkájukat, mert halkabb lesz és kevésbé érthető. A hangvonalak természetesen a teljes stadionban digitálisak, így zavarmentesek. Az erősítők összes leadott villamos teljesítménye 270kW, rövid idejű csúcsteljesítményük 2.7MW! A totál csúcshangnyomás ~112dBA. A helyszerinti szélessávú hangnyomás ingadozása a nézőtér 90%-án +/- 1dB.

A stadion közlekedői több, mint 2km hosszúságú visszhangos folyósót alkotnak. Ezeken döntően a saját gyártású, IVS márkanevre hallgató, erősen irányított kardiodoid vonal- és felületsugárzók biztosítják az érthetőséget. A nagyszámú kiszolgáló helyiségekben elsősorban TOA hangsugárzókat helyeztünk el. A 174 körzetbe elosztott hangsugárzókat teljesen digitális Q-SYS digitális rendszerrel vezéreljük. A döntően QSC erősítők összvillamos teljesítménye 165kW.

A Puskás Aréna UEFA IV. minősítésű, nemzetközi döntő mérkőzésre alkalmas. A végeredmény önmagáért beszél: az egész rendszer összehasonlíthatatlanul korszerűbb bármely hazai stadion hangosításánál, sőt Európában is a második olyan stadion, ami megfelel az UEFA 2020 előírásainak.



Dr. Balogh Géza (középen) 2020-ban átveszi a Jedlik Ányos-Díjat

Szakmai üzenet 2020

A hangrendszerekkel szemben támasztott igények, elvárások egyre nagyobbak, egyre többre válnak. Általában a hangosítás minősége, zenei tisztasága, vagy éppen a beszéd érthetősége, a megfelelő, sokszor igen nagy hangnyomás, a környezeti zajkeltés figyelembevételére komoly szaktudást igényel mind a tervezőktől, mind a kivitelezőktől.

Épp ezért nagyobb projekteknél csak MMK engedéllyel rendelkezőknek szabadna tervezni. A szerelést, üzembeállítást végzőktől (sőt a későbbi rendszer kezelőktől) a jártasságot, szakszerűséget bizonyító referenciákat kell(ene) megkövetelni. Sokan úgy gondolják: veszek egy ládát és egy erősítőt és kész a hangosítás. Ez a hozzáállás még családi összejöveteleknél sem mindig igaz, nem hogy igényes, nagyobb létesítménynél. Színházakban a zenei hangzás, egyenletes hangeloszlás, gerjedésmentes mikrofon használat ad feladatot. Visszhangos helyeken 2sec fölötti utózengési idő esetén a beszédérthetőség további hozzáértést igényel. Szakértelemmel irányított sugárzású hangsugárzókat gondosan kiválasztott helyekre szerelve, modellezéssel ellenőrizve lehet eredményes a hangrendszer. Sajnos erre gyakran az építészek sem gondolnak: csak a saját esztétikai, építészeti, statikai szempontjaik alapján terveznek. Eredményesebb, sokszor gazdaságosabb is lehetne a projekt, ha időben vonják be az akusztikusokat és az elektroakusztikusokat. A hangsugárzók, a mikrofonok, a hangelnyelők elhelyezése nem tetszőleges.

Az időben történt tervezői egyeztetés elősegíti az elkészült létesítmény optimális működését és üzemeltetését. Nem lehet közömbös a létesítmény nyújtotta akusztikai komfort, a zenei élmény, a jó beszédérthetőség.