

## A Magyar Rádió (Stúdió) 1925—1945 között

ETO 621.396.712.3(439), 1926/1945

A magyar műsorszóró rádiózás büszkén vallhatja ősenek a világ legelső auditív tömegkommunikációs eszközét, a Telefonhírmondót.

Igy Magyarországon a Rádió nem előzmények nélkül kezdte működését, mert a vezetékes műsorszolgáltatás több mint negyedszázados gyakorlata már sok műszaki tapasztalattal felvértezve indította útjára a „drótnélküli” fiatalabb testvért.

Ugyancsak sok tapasztalat gyűlt össze a szorosan vett rádiózás, a „drótnélküli átvitel” területén is, hiszen az ezzel kapcsolatos kísérletező, kutató munka hazánkban már a századfordulót megelőző években megindult, majd rendszeres „szikratávíró” üzemmel, további kísérletekkel és üzembővüléssel folytatódott. Néhány sorban ennyit mondhatunk a hazai műsorszóró rádiózás kerekén harminc éves előtörténetéről.

Maga az 1925—1945 közötti időszak műszaki története a Magyar Rádió hivatalos megnyitásával kezdődik, s két ágon követhető: a stúdiótechnika s az adóhálózat fejlődésén.

Ez a műszaki történet, jöllehet két ágat követ, lényegében a Posta idevágó műszaki története. Az első műsorszóró kísérletektől kezdve a Posta volt a rádiózás műszaki letéteményese, a „kísérleti”, majd a „próbaadásokat” is az akkori Posta Kísérleti Állomás (ma Posta Kísérleti Intézet) bonyolította le. A műsorszóró rádiózásról rendelkező állami engedély, az ún. rádiókoncesszió is úgy intézkedett, hogy nem csak az adóhálózat, hanem a stúdió technikai berendezései, azok üzemeltetése és fejlesztése is a Postához tartozik.

Előjáróban még annyit, hogy ez a műszaki történet elválaszthatatlan a magyar híradástechnika „nagy, öregjeinek” nemzedekétől. Az ő tevékenységük, tudásuk és tanításuk vetette meg az utánuk következők, a ma alkotók s a jövőben nyomukba lépők munkájának alapját. Tisztelettel kell gondolnunk rájuk, s tovább kell adnunk alkotó szellemük örökségét.

A következőkben csak a stúdióüzemről adunk rövid technikai-történeti összefoglalást, az adóhálózat kapcsolatos téma — akár vázlatos formában is — szétfeszítené a rendelkezésre álló kereteket.

A Magyar Rádió, „Rádió Budapest” hivatalos megnyitása 1925. december 1-én, délután 5 órakor volt. Ezen az ünnepélyes aktuson a Posta akkori vezérigazgatója avató beszédében többek közt ezt mondotta:

„A Magyar Rádió budapesti adóállomása, mint a magyar találmányú telefonhírmondó utóda, nagynevű elődjének modern stúdióvá átalakított helyiségéből most kezdi meg hivatalosan működését és rendszeres programját, melyet a magyar királyi posta esz-

közeivel, a csepeli állomás útján 546 méteres hullámhosszal szór szét az éterben.”

A „nagynevű előd modern stúdióvá átalakított helyisége” a Rákóczi út 22. sz. házban volt. A Telefonhírmondó — mely a rádiókoncessziót megkapva, nevét „Magyar Telefonhírmondó és Rádió Rt”-re változtatta — a III. és IV. emeletet foglalta el. Arról, hogy milyen is volt e stúdió, az alábbiakban — rövidítve — idézésre kerül, korabeli leírás szól:

„A régi Telefonhírmondó helyiségeit természetesen át kellett alakítani a vállalat új munkakörének lebonyolítása céljából. Ezért az Igazgatóság a III. emeletre költöztette le az adminisztrációt. A kiürült IV. emeleten helyezték el az új stúdiót, valamint a szükséges kapcsoló helyiségeket.

A tulajdonképpeni stúdió két szoba egyesítéséből keletkezett. Az így nyert terem alapterülete 7,5 × 6,45 m<sup>2</sup> volt.

A stúdió egyik végével érintkezett az erősítő- és megfigyelőszobával, emellett az akkumulátorkamra volt.

Már a Posta Kísérleti Állomás (kísérleti- és próbaadásokat lebonyolító) ideiglenes stúdiójánál is érezhető volt annak a hiánya, hogy adás alatt kívülről nem lehetett látni, mi történik a mikrofon előtt. Ezért itt, az új helyen, az erősítő és a stúdió közötti falba megfelelő nagyságú, hangmentesen záró üveglakot építettek be, mely lehetővé tette, hogy a technikai megfigyelő állandóan szemmel tartsa a stúdióban folyó előadás menetét s az előadónak vagy rendezőnek is módot adott a technikai szemlézettel — kézzelkel történet — érintkezésére.

A gyakrabban előforduló utasítások gyors közvetítése céljából a stúdióba transzparens feliratú tábla került „Indulás”, „Megállj”, „Közelebb”, „Távolabb”, „Jó”, „Szünet”, „Kíséret erős”, Kiséret gyenge”, „Szóló erős”, „Szóló gyenge” feliratokkal.

A mikrofon be- vagy kikapcsolt állapotának jelzésére piros és zöld jelzőlámpák szolgáltak, a stúdióajtókra pedig „Tilos a bemenet” feliratú, kivilágítható táblákat szereltek, melyek a mikrofonok bekapcsolását jelző, vörös lámpával együtt gyulladtak ki.

Az új stúdió akusztikái kiképzése nagy gonddal készült, teljesen csillapított akusztikára méretezve. A padlót vastag nemezszőnyegek borították, az oldalfalakat nehéz, bolyhos, félfényes, galambszürke karakülszövet s a mennyezetet is ugyanez az anyag volt, de krémféher színben.

A stúdióban egy Reiss- és egy Bändchen-mikrofon állt. Az erősítőhelyiségben az erősítő elé egy mikrofonváltó berendezés volt kapcsolva, melynek segítségével egyik vagy másik mikrofont lehetett kapcsolni.

Ezt követte egy háromlámpás erősítő, házilag (a Posta Kísérleti Állomáson) készült, nagy teljesítményű végfokozattal. Az erősítő a csepeli adóba a műsört közvetlen összeköttetéssel, két, 4 mm-es, kitűnő

vezetőképességű bronzhuzalból készült légvezeték-páron (1 üzemi, 1 tartalék) juttatta el.

A stúdió és az erősítőhelyiséget elválasztó fal előtt, az áttekintő ablak alatt levő asztalnál volt a megfigyelőhely, bal kéz felől az utasításjelző tábla kapcsolószervezetével.

Az erősítőhelyiség ezzel átellenes fala előtt asztal-sor állott, rajta foglalt helyet az ellenőrző detektor-vevő s a hangszóróvételt lehetővé tevő erősítő. A sarokban állott az erősítő- és kapcsolótábla. Ide futottak be az akkumulátorok, a hálózat és a töltődinamó vezetékai.

A különféle berendezések táplálására rendelkezésre állott a városi hálózat,  $2 \times 520$  V feszültségű anód-akkumulátortelep s a kifestültségű fűtőakkumulátor-telepek.

Mindezekon kívül rendelkezésre állott — átkérő vezeték igénybevételével — a Telefonhírmondó egész közvetítőhálózata. Így a Rádió nyomban használatba vehette külső mikrofonjai számára az Operaházba, Városi Színházba (ma Erkel Színház), Zeneakadémiára, valamint az állatkerti hangversenyek színhelyére s számos zenés kávéházba kiépített vonalakat."

Az idézett leírásnál részletesebb adatok nem állnak rendelkezésre az első stúdióról, annak műszaki berendezéseiről. Azonban ennek alapján is megállapítható, hogy az alapkoncepció sok vonatkozásban ma is korszerű, és számos része — fejlettebb megoldásban — napjaink stúdióiban is megtalálható.

A rendszeres, napi műsorszolgáltatás megindulásával egyidőben indult fejlődésnek a stúdiótechnika, mely az első időben nem annyira technika, mint inkább „koreográfia” volt: akár prózai, akár zenei produkciónál az egyetlen mikrofon előtt csak a szereplők térbeli elhelyezésével lehetett a megfelelőnek ítélt hangzási arányokat beállítani. A halk, vagy hangos részek szabályozása is inkább a szereplők mozgásával vagy a produkció hangerejének megváltoztatására irányuló jelzésekkel történt — legtöbbször a siker legkisebb reménye nélkül. Ennek fő oka az volt, hogy — a kor felfogásának megfelelően — a szinte süketszoba-jellegűre csillapított stúdióban a szereplők nem érezték kellően hangosnak magukat, s már a mikrofonnál bekövetkezett a túlvezérlés, aminek hatását semmiféle, ezután következő szabályozással nem lehetett elkerülni. A korszak egyik „szaklapja”, a Magyar Rádió Újság, már első kritikáiban megemlíti, hogy: „a Stúdióban rendezett hangversenyeknél gyakran előfordul, hogy az erős hangokat recsegő zörej kíséri. A forténál a szólások nagy része kaotikus zavarba fullad. A zongoránál ilyenkor hangok helyett dübörgés hallható.”

Az egykorú leírásokból különben valószínűnek tűnik, hogy egyrészt a stúdió csillapítása lehetett erősen mélyhang-nyelő, másrészt a mikrofonok is inkább a középhang-tartományban voltak érzékenyek, mert pl. a megfelelő zenei hangzáskép elérésének érdekében fel kellett forgatni a szokásos zenekari ülésrendet, s „a mély hangszínezetű hangszereket kellett közelebb hozni a mikrofonhoz.”

Az első igazi technikai újdonságot a külső közvetítések műszaki megoldásainál találjuk.

Mint már szó volt róla, a Rádió rögtön használatba

vehette a Telefonhírmondó külső közvetítő vonalait, s ezzel a lehetőséggel az első pillanattól kezdve élt is.

Az első időkben ezek a közvetítések egyszerűen kihelyezett mikrofonnal történtek, ami rossz esetben több kilométeres mikrofonvezeték jelentett, mert erősítésre már csak bent, a stúdióban került sor. E megoldás technikai tökéletlensége nyilvánvaló. Másrészt az illetén mikrofonhasználat igen rossz hangzásképhez vezetett, hiszen ezek a helyszínek nem voltak a rádióközvetítés igényei szerint rendezhetők.

A közönség viszont ugyanakkor igényelte és várta a helyszíni közvetítéseket. Megoldást kellett találni, s a lelkes, fáradhatatlanul kereső — kísérletező postamérnökök elkészítették az első — de idézzünk ismét — „színházi erősítőt, mely kiegészítésbe épített, háromlámpás hangfrekvenciás erősítő, mélyhez tartozik a külső közvetítéseknél nélkülözhetetlen eszköz, a kétmikrofonos szabályzó. Ennek rendeltetése kettős: egyrészt segítségével két mikrofont tudunk a színházi erősítőre kapcsolni és egyikről a másikra észrevétel nélkül átmenni — másrészt lehetővé teszi, hogy a két mikrofon egyidőben is dolgozhassék az erősítőre, s az általuk szolgáltatott energiák arányát — pl. az Operaházban a zenekar és a színpad hangzásának arányát — tetszés szerint lehessen beállítani.”

A magyar műsorszóró rádiózás történetében ez volt az első keverőerősítő, bemutatkozására 1927 májusában került sor az Operából, s mindjárt megkettőzött kapcsolásban: két színpadi és két zenekari mikrofonnal.

Itt érdekes, és érdemes megemlíteni azt, hogy ugyanakkor, amikor a külső helyszínen ilyen korán sor került a keverőerősítők alkalmazására, a stúdióban egészen 1945-ig, sőt még azután is jó pár évig tulajdonképpen nem használták a mai értelemben vett keverést. Mind a Rákóczi úti, mind később a Sándor utcai stúdióban központi erősítő volt, s különösen a Sándor utcában a műszaki személyzet nem is látta a produkciót, mert a stúdiók melletti megfigyelő helyiségben csak a rendező tartózkodott. Így nyilván nem is lehetett szó a mai értelemben vett keverésről, legfeljebb egy-egy jelforrás (egyik mikrofon, másik mikrofon, vagy mikrofon és lemezjátszó stb.) el- vagy átúztatásáról.

A külső közvetítéseknél viszont tudatosan „keverték”, s azt is érdemes megemlíteni, hogy az 1926—27-ben kifejlesztett alaptípusból a harmincas évek közepén — némi, leginkább csőtípus-változtatást jelentő modernizálás után — jó néhány darabot már az ipar állított elő, s ezek közül az „utolsó mohikánok” az 1953-as, 7:1-es magyar—angol mérkőzésen voltak üzemben.

E kitérő után térjünk vissza a Rákóczi úti stúdió korszakának jelentősebb műszaki eseményeihez, címszófelsorolásban:

1926. május 15-én vezették be a maihoz hasonló pontosidő-adást: vezérlésül a Telefonhírmondó elektromos ingaórája szolgált, mely egy hatvanfogú fogaskereket léptetett, s ez kapcsolta a sípoló hangot keltő oszcillátort.

1927. augusztus 15-én volt az első vidéki közvetítés, az Országos Dalosszövetség szegedi hangversenyéről. A közvetítés akkor megvont mérlege: „jó lett.

volna, a karének és a zenekar hangzása megfelelő volt, ám a telefoncsengetés, az időnként átszűrődő telefonbeszélgetés mindvégig zavart okozott."

1927. november 15-én történt az első elektromos hangszedőt alkalmazó hanglemezközvetítés. Addig is voltak lemezműsorok, ám ezek tölcseres gramofonról hangzottak el, mikrofonon keresztül.

S elérkeztünk 1923-hoz, mikor is új otthonba költözik a Rádió. A Sándor utcában már több mint egy éve folyik az építkezés, melynek során „az udvarban egészen új, kétemeletes épületet emeltek, melynek földszintjén két stúdió, a próbatérem és a hozzájuk tartozó várószobák, első emeletén az erősítő-, mérőszoba, felolvasószoba, második emeletén pedig a műsorszerkesztés és adminisztráció nyert elhelyezést”.

Ez az épület a ma Rádiójának magva, ebből a három stúdióból fejlődött későbbi hozzáépítésekkel a napjainkban kerekén húsz stúdióval üzemelő komplexummá.

Az új épület „szíve” az új, nagy stúdió. Ez  $20 \times 10$  m<sup>2</sup> alapterület mellett kerekén 7 m magas, vagyis 1400 m<sup>3</sup> légtérrel bír. A cél az volt, hogy akusztikája — melyet Békésy György tervezett — szabályozható legyen, tehát bármilyen zenei vagy prózai mű a mikrofonon át megfelelő illúzióval hasson. Mindennek elérésére utánhangzását tág határok közt, de ezen belül finoman változtathatóvá kellett tenni.

A stúdió hátsó, 10 m széles és 7 m magas fala márványból készült, s mint kiváló hangvisszaverő felület szerepel. Hatása az élje leereszthető színházfüggönyöszerű szövetfelülettel befolyásolható.

Az utánhangzás árnyalatokig pontos szabályozására a stúdiót 18-része osztották és minden egyes tizenhét rész a többitől függetlenül borítható be függönyökkel. Az egyes részeken még külön elválasztó függönyözés is alkalmazható, s így sikerült elérni azt, hogy a nagy templomok hatalmas akusztikájától a fojtott szobahangzásig minden árnyalat beállítható."

Ez a komplikált csillapítaszabályzás elvben ugyan igen jól működött, a gyakorlat azonban hamarosan bebizonyította, hogy nem ez a fejlődés útja, s a későbbiekben, a bővülés során már nem kísérleteztek ilyen „több célú” megoldásokkal.

Az 1928-ban üzembe helyezett műszaki berendezésekről is maradt korabeli leírás. Ez az alábbiakat mondja:

„Mikrofonokból különböző típusok nyertek alkalmazást. A leggyakrabban használt Reiss-mikrofonon kívül a Siemens és Schaffer-féle kondenzátormikrofonokról van szó.

A mikrofonok által szolgáltatott hangfrekvenciás áramok különleges vezetéseken jutnak az erősítőkhöz. Az egyes érpárokat külön-külön stánioi- és ólomköpeny-vevélelemmel látták el az egymásra hatás s az ebből következő áthallás, illetve elektromos zavarok elleni védelem céljából.

Az erősítőhelyiség mikrofonkapcsoló-táblájára az alábbi helyekről futnak be vezetékek: nagy stúdió (6 érpár), kis stúdió (4 érpár), próbatérem (4 érpár), felolvasó (4 érpár), mérőszoba (4 érpár), Telefonhírmondó (4 érpár), a Rádió udvara (2 érpár), valamint a József-távbeszélőközpontból 2 érpár.

A mikrofonkapcsoló-tábla után a hangfrekvenciás jelek felerősítésére négy főerősítő áll rendelkezésre.

Ezek lámpáinak izzítása akkumulátorról történik, a szükséges 400 V anódfeszültséget azonban egyenáramú forgógépek szolgáltatják."

Ez a centrális rendszer — áramköri modernizálásoktól és bővítésektől eltekintve — gyakorlatilag változatlanul maradt az 1950-es évek elejéig. Az áramköri modernizálás egy érdekes példáját a harmincas évek közepéről ismerjük, elektromechanikus megoldású dinamikaátjáról maradt fenn a leírás. Ez lényegében egy meglehetősen robusztus kivitelű műszer volt, mely egy közbenső erősítőcső anódjelét mérte. A műszer mutatójára higanyba merülő ellenállás volt erősítve, mely egy előző fokozat anódköri munkaellenállásával párhuzamosan kapcsolva, a kivezélés mértékében azt többé-kevésbé szüntölte.

A leírás szerint ezt minden egyes központi erősítőnél — igen jó eredménnyel — alkalmazták, a negyvenes évekből származó leírások viszont már nem említik.

Most pedig ismét dátumokban kövessük nyomon az új, Sándor utcai Stúdió nevezetesebb műszaki eseményeit.

1929. március 18. „Anódtelep helyett hálózati anódpótlók alkalmazása a hordozható mikrofonerősítőknél. Nagyon jól beváltak.” Ezt követi 1929. ápr. 12., mikor is „Új elektromotorral hajtott kéttányéros gramafont” helyeztek üzembe, mely immár lehetővé teszi teljes operák lejátszását is.

És 1929. augusztus 13. „A rádió fekete napja. A Stúdió—Lakihegy közti zenekábelbe belecsapott a villám. A posta kábeltechnikusainak ötnapi megfeszített munkájába került kijavítaniuk a hibát. Ez alatt Lakihegy nem sugárzott műsort."

A stúdiótechnika pedig túllépett az első évek izgalmas, gyakorló útkeresésén, s immár jól ismert mindennapi tevékenységgé vált. Ez nem azt jelenti, mint ha a kísérletezés-fejlesztés megszűnt volna, hanem azt, hogy ereje tudatában mai szemmel nézve is igen tiszteletreméltó feladatok elvégzésére vállalkozott — s azokat nagyon jól meg is oldotta.

Ennek igazolására szolgáljon az alábbi idézet, a húszas évek végének jogos büszkeséget sugárzó műszaki beszámolója:

„Sokszor igen nagy feladatot, állandó, megfeszített figyelmet, a változtatások, keverések és kapcsolások másodpercnyi pontossággal való keresztülvitelét kívánja a munka a műszaki személyzettől. Különösen a hangtrükkökkel dolgozó hangjátékok, valamint a különböző vidám műsorok. Ez utóbbiak ugyanis elejétől végig szünet nélkül peregnek, s ez csak több stúdióból történő előadással valósítható meg. Ilyenkor — az előadandó anyaghoz képest — rendszerint igénybe kell venni nem csak a nagy és kis stúdiót, hanem a próbatéremet s esetleg a felolvasószobát is. Emellett gyakorta alkalmazni kell az erősítőben a kéttányéros gramafonkészüléket, s nem egyszer mindezekhez külső zajokat is keverni kell.

Az erősítőben történik minden keverés, kapcsolás, a stúdiók váltása, mikrofonváltások, a következő percben műsorba lépő helyszín előzetes lehallgatása, a rendezőnek szóló jelzések leadása, a szükséges telefonutasítások egész sora. S mindemellett a közvetítések technikai vezetőjének folytonosan ügyelni

kell a szövegekönnyvre, hiszen a megadott végszavakra az egyes stúdió- vagy mikrofonváltásoknak és keveréseknek épp oly pontosan kell megtörténniük, mint a színészi játékmozzanatoknak.

E munka bonyolultságát egy konkrét példával illusztráljuk:

Az idei „Farsang” előadásán a cselekmény a Keleti Pályaudvaron kezdődött, ahol csal ugyan a fújó, zakatoló mozdonyok közt, az egyik külső vágánynál játszottak a színészek. Emellett külön mikrofon hozta a nagy üvegcsarnok jellegzetes zaját is, igazi hordárok és árusok kiabálásával. Utána pedig — pillanatnyi szünet nélkül — már a Király Színház kulisszái mögött folyt a játék, röviddel rá átlépett a színpadra, s csak azután keveredett bele a rádió épületében levő stúdió is.”

Ez bizony igen tisztos teljesítmény, különösen akkor, ha meggondoljuk, hogy mai technikánkkal is hány embert mozgatna meg egy hasonló produkció.

S.még ennél nagyobb vállalkozásra is találunk példát. Az egykorú beszámoló szerény büszkeséggel csak ennyit mond:

„1929. június 8. Nagy felkészültségű átvitel az átlatkertből, tizenhárom mikrofon- és három erősítőhellyel s kisebb telefonhálózat kiépítésével.”

Arra vonatkozóan pedig, hogy — nem művészi — interpretálási, ill. rendezési szempontból, hanem műszakilag — miként is hangzottak e követítések, van némi támpontunk egy 1929-ben megjelent műszaki cikk alapján. Ebben szakszerű magyarázatát adják annak, miért nem képes arra a rádiótechnika (AM-adásokról szólva), hogy „minden hangkomplexumot a maga saját hangerősségével, ill. dinamikájával adjon vissza”. Kimutatja, hogy a teljes kimoduláltság,  $m=1$  esetében a zenekari fortissimot véve alapul, nemhogy a pianissimonál, hanem már az egyszerű pianonál is olyannyira lecsökken a moduláció, hogy egyszerűen elvész a zajban; (optimista) végkövetkeztetése: az élőzene dinamikartományát kézi szabályozással 44—46 dB-es tartományúvá komprimálva még ki lehet sugározni. (Optimista abból a szempontból, hogy a cikk írásának korában ez még igaz volt. Ma már annyira romlottak a közép- és hosszuhullámú vételi viszonyok, hogy 8—10% moduláció alá menni nem szabad. Ez pedig már csak szerény 20—24 dB dinamikát enged meg.)

A dinamikakompresszió kapcsán érdekes a cikk alábbi része: (az előzetes komprimálás) „a magyarázata annak, hogy a külső, kávéházi közvetítések és a gramofonzene miért oly közkedvelt: a kávéházi játék- vagy a gramofonfelvétel eleve kisebb dinamikai határokat kíván, tehát szinte a (rádió) erősítőjének szabályozása nélkül is kiegyenlített a hangzás. Továbbá a kényszerű kompresszió a magyarázata annak is, hogy a rendes emberi beszéd úgy harsog ki a hangszóróból, mint egy zenekar. A jó, érthető vétel érdekében ugyanis beszédnél a csúcsmoduláció  $m=1$ , tehát ugyanaz, mint a zenekari fff!”

Időközben, a 30-as évek elejére a stúdió máris kinőtte 1928-ban elkészült új otthonát, s mint egy közlemény hírül adja: a Rádió bővíteni fogja a Stúdiót, mert erre az „előadások zavartalan lebonyolítása érdekében immár feltétlen szükség van”. Ez valóban így is volt, hiszen már nem csak az egyre bonyolul-

tabb stúdiómunkát kellett ellátni, hanem közelgett a második műsor elindulása is — a bővítés elodázhatatlanná vált.

A Stúdió bővítésére — hasonló indokok alapján — pár évvel később újra sor került. Ennek a többszörös bővítésnek 1944-es összefoglalását adja az alábbi ismertetés.

„A Sándor utcai legelső időkben, 1928-tól 1934-ig, a legnagyobb és legkorszerűbb stúdióhelyiség az akkori nagy stúdiónak nevezett, ma I. sz. stúdióterem volt. Az intézmény nagyarányú fejlődése szükségessé tette a stúdióhelyiségek átalakítását és szaporítását; ezek a munkálatok megszüntették a régi kis stúdiót és elbontották a volt nagy stúdió előszobáját, teljesen körülvéve az immár I-es nevet viselő stúdiót folyosókkal.

E folyosók mentén és az új szárnyon épültek az új stúdiók, így a zöld színű 11. stúdió a szólisták és kisebb zenéi együttesek számára sima, fényezett kőfallal, eternitpadlával és szőnyegfalak nélkül; a narancsszínű III. stúdió hangjáték-előadásoknak, vattázott falakkal és vastag padlászőnyeggel; a meggyszínű IV. és a dohány színű V. stúdió felolvasások és a hírszolgálat számára, ez utóbbiak is vattázott falakkal és vastag padlászőnyeggel. A legnagyobb helyiség a VI. számú terem lett, a zenekar amfiteátrális elhelyezésével, nagy zenekarok számára.”

Itt a VI-csnál álljunk meg egy pillanatra. A Rádió immár kereken negyven éve álló „nagyzenekari stúdiója” Münich Aladár építészeti tervai szerint készült, akusztikai tervezését Békésy György végezte. Az egykorú tudósításokból kiderül, hogy ez a tervezés nem csak tervezés volt, hanem a helyiség hangzásának igen gondos beállítása is. Heteken keresztül zenészek közreműködésével dolgozott Békésy, folyton javítva és tökéletesítve a terem akusztikáját. A munka utolsó fázisában Dohnányi Ernő, a Bádió akkori főzeneigazgatójának bevonásával vizsgálta, hogy a stúdió hangzása mindenben megfelelő-e? Az elkészült VI-os hangzása valóban általános elismeréssel találkozott.

Most pedig lássuk tovább, mi épült még akkor. „A VII. és VIII. stúdiók háromtárcsás forgóasztalaikkal a hanglezemzműsorok ellátására készültek, korábban ugyanis az első emeleten volt egy úgynevezett gramofonszoba erre a célra berendezve, mely az új szükségleteknek már sehogy sem felelt meg. A régi próbatere, kibővítve, az eperszínű IX. stúdió lett, kisebb prózai együttesek, valamint ének- és hangszerzólisták műsoraihoz. A hírszerkesztőség mellett rendezték be a X. stúdiót, tisztán csak a hírszolgálat céljaira.

Az építkezések alatt természetesen mindig folyt az egyre bővülő műsoradás, a helyiségkérdés nemegyszer súlyos átmeneti nehézségeket teremtett, ezeket azonban — a szcsművészetben található megfelelő terem, ebben az esetben a Budapesti Királyi Orvosegyesület Szentkirályi utcában levő székházának nagyterme bérbevételeivel — sikerült megoldani.”

A Stúdió kibővített épületének sajtóbemutatóját — ünnepélyes keretek közt — 1935. május 14-én tartották.

Az új műszaki létesítmények sorát ugyan az új „erősítő” nyitotta meg, melynek üzembe helyezését az újonnan épült stúdiók s egyéb — többé-kevésbé

műszaki munkahelyek belépése tette szükségessé — azonban az igazi újdonságot nem ez, hanem a hangrögzítés lehetőségét megteremtő viaszvágó üzembe állítása jelentette. Itt viszont ugorjunk vissza egy évet.

1934-ben helyezték üzembe az első közvetítőkocsit. Ez eredetileg kettős célt szolgált: egyrészt az országos térerősség-méréseket végezte, másrészt a külső közvetítések eszköze volt. 1936-tól kezdve azonban jóformán csak mint hangrögzítő kocsit használták. A kocsiról így szól az egykori ismertetés:

„A térerősségmérő szállítására külön járművet kellett készíteni és célszerűnek látszott egyben azt is biztosítani, hogy e gépkocsit a rádióval kapcsolatos célokra (propaganda, helyszíni és mozgó közvetítések stb.) is lehessen használni. E sokféle alkalmazhatóság következtében a jármű méretei viszonylag nagyok. A teljesen felszerelt kocsit 1934-ben készült el, hazái gyártású és a szabványos Benz-Mercedes típusból csak abban különbözik, hogy sebességváltójából külön tengelycsont van kivezetve, amely tengelykapcsoló és láncátvitel közvetítésével a kocsit belsejében levő töltődinamót hajtja.

A gépkocsi belső mérete  $3,9 \times 2 \times 1,8$  m. Állandó fölszerelését az energiaközpont képezi. Az energiát útközben a gépkocsi hajtómotorja szolgáltatja, mely a töltődinamó közvetítésével a 120 V, 65 Aó kapacitású vasnikkel akkumulátortelepet tölti. E kb. 600 kg súlyú tárolótelep a kocsit jobb oldali asztala alatt van elhelyezve, s magához az akkumulátorhoz csak külső ajtókon át lehet hozzáférni.

A kocsit áramellátásáról egy-egy motordinamó, ill. motorgenerátor gondoskodik, egyen-, ill. 50 periódusú váltófeszültséggel. A térerősségméréshez a mérővevő a kocsit bal oldali munkaasztalán van elhelyezve, ez alatt vannak a forgógépek beépítve.

A jobb oldali asztalon propaganda- és hangosítási célokat szolgáló hangfrekvenciás berendezések nyertek elhelyezést: Reiss-mikrofon, mikrofonerősítő, vilámlós gramofon, 15 wattos hangfrekvenciás erősítő s egy dinamikus hangszóró, melyet használatkor — görgő segítségével — a kocsit egyik leereszthető ablakának nyílásába tolnak be.

Fontos a berendezési tárgyak olyan lerögzítése, amely mellett a kocsit rázkódásai a készülékekre a legkevésbé adódnak át. Ennek megoldása annál nehezebb, minthogy egyesek súlya igen jelentékeny: pl. a 15 wattos hangfrekvenciás erősítő több mint 50 kg. A megfelelő és bevált megoldás az, hogy a készülékek alatt laticelgumi-párnák vannak, melyekre az asztalba kapcsolt rugók rögzítik az egyes darabokat.

Minthogy a gépkocsit hosszabb utakra is alkalmazni kellett tenni, szükségesnek mutatkozott gondoskodni a tájékozódáshoz szükséges fölszerelésről, teljes szerszámkészletről és a műszerek számára tartalékalkatrészekről is. A szabadban való tartózkodás és éjjelzések alkalmával igen hasznosak voltak az utazószemélyzet kényelmét szolgáló fölszerelések: villamos forralók, sátor, fölfújható gumiágyak és párnák stb.”

A hangrögzítés megjelenése a stúdiótechnikában korszakváltást jelent, így most szinte leltárszerűen

tekintsük át, milyen technikai apparátus birtokában érte meg a Stúdió tizedik évét.

Az előzőekben ismertetett stúdióbővítéshez még egy számszerű adat: míg a Sándor utcai komplexum első (1928-as) kiépítésében 275 m<sup>2</sup> stúdió-alapterületet képviselt, ez a fejlesztés az összstúdió alapterületet 813 m<sup>2</sup>-re emelte.

Az erősítő kibővült, 6 főerősítő, 10 szétosztó erősítő, s 5 megfigyelő vevő látta el az üzemet. A rekonstrukció során az addigi forgógépes tápfeszültség-ellátást megszüntették, áttértek a száraz egyenirányítók használatára. Ugyanekkor megújult a mikrofonpark is: használatba kerülnek az első Western dinamikus mikrofonok, melyek közül néhány darab még húsz év múlva is szolgálatban állt.

S az igazán újdonság: 1934 elején érkezett meg az a két Neumann gyártmányú viaszvágó, mely egyszerre lehetővé tette az élőadás — gramafonzene-választék bővítését, a „hangfelvétel” műsorba illesztését.

„A viaszlemez 30 mm magas, korong alakú viasz-tömb — összetétele a gyártó cégek féltve őrzött titka — melynek felületét tükörsimára csiszolják. Ha egy felvételt már lejátszottak — s ez legfeljebb kétszer ismételhető meg a felvétel nagymérvű minőségromlása nélkül — az új felvétel céljára a felületet a csiszológépen újra lecsiszolják. Felvétel előtt a viaszkorongokat egy speciális kályhában megfelelő hőmérsékletre kell melegíteni, mert igazán jó felvétel csak a megfelelő hőfokon kellő puhaságot nyert viaszlemezre készíthető.”

Nem éppen könnyű technika (még a szó szoros értelmében sem: egy ilyen viaszkorongnak bizony elég tisztes súlya volt) — akkor azonban frontáttörést jelentett. Ennek büszke tudata sugárik az 1934. december 31-i egyik műsorzámból is: „Hangkép-összeállítás az 1934. év folyamán felvett viaszlemezkekből.” (Az egykorú statisztika szerint különben ez évben kerekén 800 viaszfelvétel készült.)

A Rádió második évtizede olyan műsorstruktúrával indult, mely — a háborús idők különféle kisebb-nagyobb változásait leszámítva — gyakorlatilag mindvégig változatlan.

Budapest I. és Budapest II. havi átlagos összüzemideje 450—480 óra, ehhez csatlakozik a rövidhullámú adások kezdetben havi 10—15, később fokozatosan növekvő, de a havi 100 órás átlagot el nem érő üzeme.

Az adóhálózat kiépült, lényegesen nem változik. A Stúdió az egyetlen, ahol bizonyos fejlődés néhány évig még látható, azonban az első tíz év lendülete már lefékeződik, később pedig a háborús körülmények diktálta nehezebb viszonyok ellensúlyozására irányuló, kényszer szülte szinttartási törekvések regisztrálhatók.

A soron következő jelentős újdonság a nagy méretű, stabilan beépített viaszvágók kisebb, hordozható testvéreinek, a rádiós zsargonban zselatinvágónak nevezett Telefunken szállítható lemezvágóknak a beérkezése és üzembe helyezése volt.

Ezek a viaszvágónál ugyan valamivel gyengébb minőségű felvételt készítettek — egyrészt mechanikai felépítésük, másrészt a lemezanyag miatt —, azonban épp a lemezek óriási előnye volt a súlyos viasz-

koronggal szemben, hogy könnyű, valóban „lemez” mely ráadásul több lejátszást bírt el, mint a viaszfelvétel.

Így a viaszvágók főként a benti, stúdió produciók rögzítését látták el, míg a szállítható, kocsiba építhető zselatinvágók a helyszíni rögzítésekkel tudták a műsorkészítőket helytől-időtől függetleníteni.

E szállítható vágóberendezések a rendszeres üzemet 1936-ban kezdték, s ettől kezdve havonta átlag 100 felvétel készült velük.

Ugyanennek az évnek érdekes eseménye volt a „Televíziós Bizottság” (a Posta és a Rádió hozta létre) égisze alatt rendezett tanulmányút, melyen a Posta, a Telefonhírmondó és Rádió Rt három mérnöke vett részt.

A televízió már évekkorábban felkeltette az illetékesek érdeklődését. 1936-ban Angliában, Németországban, Hollandiában (a Philips műveknél) már jelentős eredményeket tudtak felmutatni. (Németország — a II. Birodalom — nyilván presztízsokokból is, az 1936-os berlini olimpiáról már rendszeres tv-közvetítést adott.)

Nyilván ez indokolta a tanulmányút létrejöttét, melyről fennmaradt a közel 40 oldalas, mintaszerű útijelentés. Ez részletesen ismerteti a látottakat, értékelést ad s egyben konkrét javaslatokat is tesz, melynek lényege: „Nem késtünk... mert a kisebb technikai-anyagi s szellemi tőkével és felszereléssel rendelkező államok mind azon az állásponton vannak: tanulni, előkísérleteket tenni, de berendezkedni csak a nagy országokban szerzett tapasztalatok és az ott kialakult végleges megoldások után és alapján.”

A Televíziós Bizottság úgy döntött, hogy a probléma további műszaki tanulmányozását a Postára bízva, a hazai bevezetés komolyabb megtárgyalásáról még jó néhány évig nem lehet szó. A nagyközönséggel lakonikusan annyit közöltek, hogy „E találmány magyarországi bevezetése idejében meg fog történni”.

A tanulmányútnak azonban volt olyan „mellékterméke” is, ami a Stúdió részére hozott igen hasznos ismereteket a későbbiek során részben alkalmazásra is került hangrögzítés-technikai újításokról.

Érdemes erre vonatkozóan — rövidítve — idézni a jelentésből:

„A rádiótechnika fejlődése mindinkább előtérbe juttatta a tökéletes hangrögzítő rendszer problémáját. Olyan berendezést konstruálni, mely egyesíti magában a magas hangminőséget, könnyű kezelhetőséget, olcsó és megbízható üzemet, a felvett anyag állóképességét, gyakori reprodukálhatóságát és egyszerű raktározhatóságát, a felvételek hézagnélküliségét, mind olyan követelmények, melyek egy rendszerben nehezen egyesíthetők.

Tanulmányutunk folyamán e kérdést behatóbban vizsgáltuk, ennek során alkalmunk volt Eindhovenben a Miller-rendszert, Angliában pedig a Stille-rendszert tanulmányozni.

A Miller-rendszer egészen új alapokon nyugvó hangrögzítő eljárás. Lényege, hogy a modulációt egy egyenletes sebességgel (32 cm/sec) mozgó filmszalagra vésik fel tompaszögű (174°) zafirkés segítségével. A filmszalag, mely 7 mm széles és 300 m hosszú tekercsekben kerül forgalomba, közönséges, átlátszó

film, erre egy átlátszó, de jóval puhább réteg van felhordva (ebben dolgozik a kés) és ezt befedi egy egészen vékony, átlátszatlan fekete réteg, mely a kivésett moduláció kontúrját adja.

A kés a szalag mélységi irányába mozdul el, a tompa szög miatt 0,05 mm mozgásának a kivésett hangcsík kontúrján már 2 mm-es változás felel meg.

A fedő fekete réteg szemcsenagysága igen kicsiny, így aránylag magas frekvenciák is rögzíthetők, gyári adat szerint frekvenciatartománya 30—8000 Hz, ami kedvezőbb, mint a viaszlemeznél.

A lejátszás fotocellával történik, mely közvetlenül a vágó kés után van elhelyezve úgy, hogy a felvett műsoranyag 1/3 másodperces időkésséssel rögtön lehallgatható.

A rendszer előnyei igen nagyok. Egyszerű és rögtön üzem, a folytatólagosság könnyű teljesítése, műsorösszeállítás különböző felvételekből egyszerű vágás és ragasztás útján, üzembiztonság, gyakori lejátszás és a felvételek egyszerű raktározásának lehetősége minden eddigi hangrögzítő eljárás fölé emeli.

A Stille-rendszernél a hang rögzítésére acélszalag szolgál. Ez 90 cm/sec sebességgel elfut két mágneses lemez élei közt, a lemezeket tekercsek veszik körül, melyekben a modulációs áram folyik, ennek megfelelően a lemezek élei közt a mágneses fluxus változik, s a továbbhaladó szalag így a modulációt remanens mágnesség alakjában magával viszi.

A szalag előmágnesező, felvevő és pick-up fejek előtt halad el.

Egy tekercs lejátszási ideje 35 perc, 70 cm tekercs-átmérő mellett úgy, hogy terjedelme és súlya igen tekintélyes.”

Utólag visszatekintve érdekes összehasonlítani a Philips—Miller rögzítő és az itt Stille-rendszer néven ismertetett „ösmagnetofon” további pályafutását.

A Philips—Miller készülék nagyon jó, hasznos és használható — zsákutca volt. Kivitele, kezelése, szolgáltatása szinte olyan, mint egy mai magnetofoné, mindenesetre sokkal jobb volt, mint a korabeli mágneses rögzítők — de nem rendelkezvén azok leglényegesebb tulajdonságával, a törlés lehetőségével, a tökéletesített magnó könyörtelenül kiszorította.

A Stille-gép messze volt még ettől — tulajdonképpen csak „profi” mechanikai kivitelében különbözött a Poulsen által a századfordulón bemutatott mágneses hangrögzítőtől. Az acélszalag, az egyenáramú előmágnesezés, még a „gyerekcipő” kora, annak összes hibáival. Ném volt ettől mentes a néhány évvel később feltűnt AEG-magnetofon sem, mely ugyan már a maihoz hasonló, film alapanyagú szalagot használt, de még mindig egyenáramú előmágnesezéssel. A minőségi ugrást jelentő váltóáramú előmágnesezés még váratott magára, megjelenése után azonban a magnó diadalútját nem lehetett megállítani.

Visszatérve a Rádióhoz, nyilván e tanulmányút egyik eredményeként — igaz, hogy jóval később, 1939—40-ben — a Stúdió felszerelése egy Philips—Miller hangrögzítővel gazdagodott. Rengeteg felvétel készült vele, azonban mind a gép, mind a felvételek 1944—45 telén, Budapest ostroma során elpusztultak.

Ezt megelőzően azonban a „Selenophon” rögzítők beszerzése történt. Ezeket 1938—39-ben helyezték üzembe; szintén filmszalagra dolgoztak, azonban a

szokásos „hangosfilmes” módszerrel, vagyis a hang lefényképezésével, ami egyben azt is jelentette, hogy a felvételt elő kellett hívni, tehát legalább 3—4 óra telt el, amíg a felvétel hallgathatóvá vált. Minőségi jellemzőik sem voltak olyan jók, mint a Philips—Miller-rendszeré, viszont aránylag olcsó üzemet tettek lehetővé.

Az utolsó hangrögzítéstechnikai eseményt pedig a háború első éveiben beérkezett AEG-magnetofonok jelentették. Mint az előzőekben említettük, ezek is egyenáramú előmágnesezésű gépek voltak, így nem lehetett kiváló minőségű felvételeket készíteni velük. Leginkább az idegen nyelvű hírek rögzítésére és műsorba játszására használták.

Jóllehet, a fennmaradt forrásokból következtethetően, a harmincas évek második felében a továbbfejlődésre vonatkozó átfogó műszaki koncepciók születtek, ezek már nem valósulhattak meg. Az előzőekben ismertetett hangrögzítéstechnikai rendszer kiépülése nem is ennek része volt, csak a „szokásos” fejlődést jelzi.

A háború előszel, a békés elű beruházások megnehezítése, majd maga a háború időszaka már csak az igények és a lehetőségek közti lavírozást tette lehetővé. Ebből a szempontból — s itt most nem a szokásos történeti időszámítást követve — 1937 tekinthető az utolsó békeévnak. Érdekes a fennmaradt statisztikák alapján rövid képet adni arról, milyen — műszaki — munkát végzett akkor a Rádió.

A Stúdióban készült Budapest I., Budapest II. és a rövidhullámú adások műsora. Ez összesen havi átlag 460 óra adásidőt jelentett. Ehhez kell még számítani mint műszaki terhelést, az ún. mikrofonpróba-időt. (Mivel az élő adások domináltak, a megelőző mikrofonpróbát a műszak is hallgatta, hogy megismerkedjen a produkcióval.) Ez 1937-ben havi átlag 150 óra volt.

Ugyanebben az évben átlag havi 370 viasz- és zselatinlemez-felvétel készült, s a külső közvetítések számának havi átlaga 110 volt.

A statisztika egy rovata az ún. munkaegységek alakulását is mutatja. Ez az alábbi kulcs szerint alakult:

1 üzemóra	2	egység
1 mikr. próba óra	0,1	egység
1 külső közv. állandó kiép. helyszínről	1,5	egység
1 külső közv. alkalmi helyszínről	3,5	egység
1 külső közv. vidékről	20	egység
1 külföldre menő műsor	2,25	egység
1 külföldről vett műsor	1,5	egység
1 viaszlemez oldal felv.	0,5	egység
1 zselatinlemez oldal felv.	0,2	egység

Karbantartás: fentiek összegének 25%-a.

Az ezek szerint összegezett munkaegység-terhelés átlaga 1937-ben havi 1600. S mindehhez a létszám ugyanakkor: 14 fő postaműszerész és 3 postamérnök.

E megdöbbentő adatok láttán két dolgot azonban figyelembe kell venni: a technika azóta leköltözött a stúdiókba, ahol gyakran egyidejűleg 8—10 helyen is folyik műsorkészítés — tehát objektíve indokolható bizonyos létszámnövekedés. Másrészt, a külső közvetítéseknel, a szerelvények szállításánál s a helyszíni kiépítésénél a Bádió saját műszaki részlege, az

akkori „külsősök” adtak segítséget a postai állományú személyzetnek, mint ezt a korabeli munkamegosztás előírta. Ez azonban nem változtat a kép egészén: igen jól szervezett s nagyon hatékony műszaki szervezet látta el a rá háruló, nem kis feladatot.

1938—1939 a Stúdió műszaki életében nem járt jelentősebb eseményekkel. A további bővítések tervei ebben az időszakban kezdtek megszületni, ebből azonban csak annyi valósult már meg, amire a háborús időkben egyáltalán mód és lehetőség adódott. Ennek legjelentősebb — s részben megvalósult — része a Stúdióépület másodszeri bővítése volt. Ennek során eredetileg a földszinti stúdiórendszert akarták megismételni a IV. emeleten, azonban építőipari nehézségek miatt ez nem sikerült. Végül is 80 új helyiséget alakítottak ki, ez a hozzá- és ráépítési periódus, mely 1944-re fejeződött csak be. Az építkezések idején a műszaknak többek közt az jelentett járulékos terhelést, hogy kiegészítő stúdióként a szomszédos Nemzeti Lovarda földszinti szalonját kellett használni.

Ugyancsak a háborúval függött össze az is, hogy mind az adóhálózatnál, mind a Stúdióban különböző biztonsági, „légó” rendszerek kiépítésére került sor.

A fokozódó anyaghiány a Stúdió műszaki munkájára is rányomta bélyegét — ez pl. a viasz- és zselatinlemez hiányában mutatkozott meg. 1939-től kezdve lényegében a Stúdióban is csak műszaki „szinttartás” folyt, jóllehet a rohamosan változó idők s maga a háború a műszakiaktól sok esetben technikai lebonyolítási csúcsteljesítményeket követelt.

Munkájukat ugyanakkor nehezítette az is, hogy egyes berendezéseit — pl. a Philips—Miller rögzítőt — a Stúdióon kívül biztonsági óvóhelyen kellett üzemeltetni stb.

Ilyen viszonyok és körülmények közt érkezett el 1944, mikor is a háború elérte Magyarországot, s egyben az esztelen pusztulást hozta a műsorszórási rádiózásra is.

A március 19-i német megszállást követően megindult szövetséges légitámadások sem az adóknál, sem a Stúdióban nem okoztak lényeges károkat.

A Stúdió pusztulása 1944 őszén vette kezdetét, mikor is a nyilasok elrendelték a Stúdió kitélepítését Magyaróvárra. Ami mozgatható volt, elszállításra került — nem csak a műszaki berendezések, hanem pl. a lemeztár anyagának zöme is —, Budapest ostroma már csak műszakilag „kibelezett” és lecsupaszított Stúdiót talált. A harcok, a néhány napos gazdátlanág még ezen túl elvégezte a magáét.

Amikor 1945-ben hozzáfogtak a megmaradt berendezések felméréséhez, kipróbálásához, kiderült, hogy jóformán minden üzemképtelen: a por, piszok, lezuhalt vakolat érintkezési hibák garmadáját okozta, belövések, repeszek, sőt patkányrágások szinte mindent tönkretettek. A beépített erősítőkon kívül csupán egyetlen lemezvágó maradt meg.

A Magyaróvárra kitelepített Bádió műszaki berendezéseinek egy része a rómafői kastélyba, illetve ennek környékére került. Amikor az esztelen ellenállás 1945 március végén a fejvesztett menekülésbe csapott át, a műszaki berendezések sorsa teljesen esetlegessé vált. Így pl. a nagy Mercedes-Benz térmérő-

közvetítőkocsiból kidobálták a csak helyet foglaló berendezéseket, s személyszállító buszként vette útját Bécsnek. Voltak olyan vasúti kocsik, melyekből ki sem csomagolták a bennük „menekített” anyagokat, így gördültek tovább nyugatra.

A magyaróvári adó antennatornyát a visszavonuló katonaság március 20-án felrobbantotta — s ezzel véget ért a Magyar Rádió 1925. december 1-el kezdődött első korszakának műszaki története is.

## IRODALOM

- [1] A Magyar Telefonhírmondó és Rádió évi jelentései 1926—43. Orsz. Levéltár
- [2] A Posta évi jelentései működéséről 1913—41. Postavezérigazg. kiad.
- [3] *Baczynski I.*: Az első stúdió. Magyar Posta 1935. 10.
- [4] *Baczynski I.*: A rádió műsorszóró üzem általános helyzete, 1943. (hivatali ügyirat)
- [5] *Glázer J.*: A telefonhírmondó és a szórakoztató rádió. Magyar Posta 1931. 5.
- [6] *Hennyey V.*: A Magyar Posta története. Bp. 1926.
- [7] *Hencz L.*: A Posta és Távirda története. Bp. 1931.
- [8] *Kovács Ó.*: A m. kir. Posta rádió-mérőgépkocsijá s az azzal végzett télerősségmérések. Elektrotechnika 1939. 3.
- [9] Posta—Távirda Évkönyvek 1925—39.
- [10] Rádióélet 1927—44 évfolyamok
- [11] (Magyar) Rádióújság 1924—44. évfolyamok
- [12] *Tolnay H.*: Magyarország 25 éves rádiómúltja. Magyar Rádió Évkönyv 1929.
- [13] *Tomcsányi I.*: A rádió Stúdiója és elektromos berendezései. Magyar Posta 1929. 6.
- [14] 50 év Posta Mérnöki Szolgálat. A KKM kiadása Bp. 1937.
- [15] A Magyar Rádió öt esztendeje. Rádióélet kiad. Bp. 1930.
- [16] Rádióhallgatók Lexikona. Bp. 1944.