

# Televízióadó-fejlesztés és -gyártás Magyarországon

FALUS LÁSZLÓ

*l.falus@chello.hu*

*Az 1950-es évek közepétől a társadalom fokozott érdeklődéssel várta a televízióadás megindulását. A Posta által készített kisteljesítményű, 100/50 W-os adóval 1954-ben kezdték meg a Széchenyi-hegyről az adást. A berendezést a Posta Kísérleti Intézet (PKI) és a Posta Rádióműszaki Vállalat készítette. A kis adóteljesítmény és az egyszerű antennák sürgetővé tették nagyobb teljesítményű berendezés felszerelését. A kísérleti adót 1956. május 1-jén a hazai Beloiannis Híradástechnikai Gyár (BHG) által szállított 1/0,4 kW-os berendezés váltotta fel. A Posta ezután megrendelte a Német Demokratikus Köztársaságban a budapesti és Franciaországban a szentesi nagyteljesítményű adóberendezéseket.*

## **1. Az első tv-adó az EMV-től: Kékes, 1960.**

A BHG eldöntötte, hogy a tv-adástechnika témáját nem folytatja, így az a budapesti Elektromechanikai Vállalathoz (EMV) került. Az 1952-ben alapított, híradástechnika kísérleti vállalat mögött ekkor már szép sikerek voltak. Döntés született egy III. sávi (170 - 230 MHz) 2/0,4 kW-os adó és antennarendszere fejlesztésére. A munkát a Budapesti Műszaki Egyetem, a Posta és a Magyar Televízió szakemberei segítették

A berendezés kisteljesítményű videó- és nagyfrekvenciás egységei 1959 végére, a teljes berendezés, a nagyteljesítményű nagyfrekvenciás fokozatok, az úgynevezett filterplexer és az antennarendszer elemei 1960 közepére készültek el. Meg kell említeni, hogy kísérleti példány nem készült, az áramköri tervek alapján a végleges mechanikai konstrukciót dolgozták ki, és ennek alapján történt az igényes minőségű kivitelezés. A munkát rendkívül sürgette, hogy az 1960. augusztus 25-én megnyitott római olimpiai játékokat a Kékestetőn telepített adóval kívánták közvetíteni.

Az EMV-nek sikerült állami, minisztériumi támogatással a német Rohde und Schwarz cégtől megvásárolnia egy televízióadó (képadó) mérőberendezést (Bildsender-Messgestell UMF). A berendezés 1959. december végén beérkezett. A szekrénybe beszerelt műszerekkel elvégezhető volt a képadó teljes mérése.

Az adóállomás létesítését 1960. február közepén döntötték el. Rendkívül rövid részhatáridőket határoztak meg a július 1-jéig terjedő négy és fél hónapra. Ezek azután némileg eltolódtak, de a sugárzás augusztus közepén megkezdődött. A munkában több postai részleg és ipari vállalat vett részt. Az antennarendszer számára egy korábban az ejtőernyősök kiképzését szolgáló, valószínűleg a budapesti Népligetben leszerelt tornyot építették fel Kékesen.

Az adóberendezést és az antennarendszert összekötő főkábel a budapesti adóhoz a német cég által tartalékként szállított volt, amit a Posta adott. Az adóberendezést a Budapest és Miskolc közötti mikrohullámú

összeköttetés állomásaként az ötvenes évek elején épített toronyépület egy emeletén kellett elhelyezni.

A képadó videó-frekvenciás láncában történt a nagyteljesítményű fokozatok nemlineáris torzításának, a végkészülékek fázismenetének és a moduláló kábeloszszeköttetés lineáris torzításainak a korrekciója. A lánc utolsó egysége a nagyteljesítményű videó végfokozat volt, amelynek kimenőjele szolgáltatta a képadó végfokozata számára a moduláló videó- és a munkaponti egyenfeszültséget. A képadó végfokozata szimmetrikus felépítésű, földelt katódú volt, az adócsövek Siemens gyártmányú RS 1012 L tetródák voltak. Ezt a csőtípust már a fejlesztés előkészítése során kiválasztották, és ekkor még egy csővel aszimmetrikus végfokozatot terveztek. A fejlesztés későbbi szakaszában döntöttek a szimmetrikus végfokozat mellett és így lett a képadó kimenőteljesítménye 2 kW helyett 4 kW, a hangadóé pedig az 5:1 teljesítményaránynak megfelelően 0,8 kW.

A képadó nagyfrekvenciás láncát kvarcoszcillátor vezérelte, amit frekvenciasokszorozó és erősítőlánc követett. Az erősítő utolsó fokozata két tetródából álló, a képadó végfokozatába beépített szimmetrikus meghajtó-erősítő volt. A hangadó bemenőjele az automatikus frekvenciaszabályozású (AFC) modulátort vezérelte, amit frekvenciasokszorozó és teljesítményerősítő, majd az ellenütemű triódás végfokozat követett. Az adóberendezéshez ellenőrző műszerek tartoztak, így többek között mérőjel-generátort, ellenőrző oszcilloszkópot, képmontort és frekvencialöket-mérőt építettek be.

A kép- és a hangadó kimenőteljesítménye a filterplexerre került. Ennek feladata egyrészt az oldalsávellnyomás, másrészt a kép- és a hangadó teljesítményének egyesítése a közös adóantenna felé. A nemzetközi szabványnak megfelelően az alsó oldalsávot a vivőfrekvenciához viszonyított, -1 MHz alatti tartományban jelentős csillapítással el kellett nyomni. Az egyes végfokozatoknak a saját frekvenciatartományukban az antenna felé kis csillapítással kellett csatlakozniuk, ugyanakkor a másik végfokozat felé nagy elválasztási csillapítás volt szükséges. A filterplexer két, szimmetrikus ágból állt, amelyeket a be- és a kimeneten illesztő és szim-

metrizáló transzformátorok tápláltak. A két ág négy-négy szűrőt tartalmazott.

A képadó a bemeneti szimmetrizálóhoz kapcsolódott, a szűrők az alsó oldalsávot visszaverték, így annak teljesítménye a bemeneti szimmetrizálóhoz kapcsolódó lezáróellenálláson elnyelődött. A -1 MHz és +6 MHz közötti sáv teljesítménye a kimeneti szimmetrizálón keresztül került az antennacsatlakozóra. A hangadó a kimeneti szimmetrizálóra csatlakozott, teljesítményét a szűrők visszaverték és az is az antennacsatlakozóra került. A szimmetrizálók, a szűrők és az őket összekötő tápvonalak koaxiális elemek voltak, melyek konstrukciója és kivitelezése jelentős feladat volt.

Az adóantenna-rendszer alapegysége a rácsos reflektorfal előtt elhelyezett négy, horizontális egészhullámú dipólból álló antennapanel volt. Az antennarendszer sugárzási karakterisztikája kör alakú volt, így emeletenként négy panelt szereltek fel, a rendszer négy emeletből állt. Az egyes emeleteken az antennapanelt a szintelosztó táplálta, a rendszer a főelosztón keresztül csatlakozott az adóberendezéstől jövő főkábelhez. Mind a szintelosztónál, mind a főelosztónál a kimenetet le-

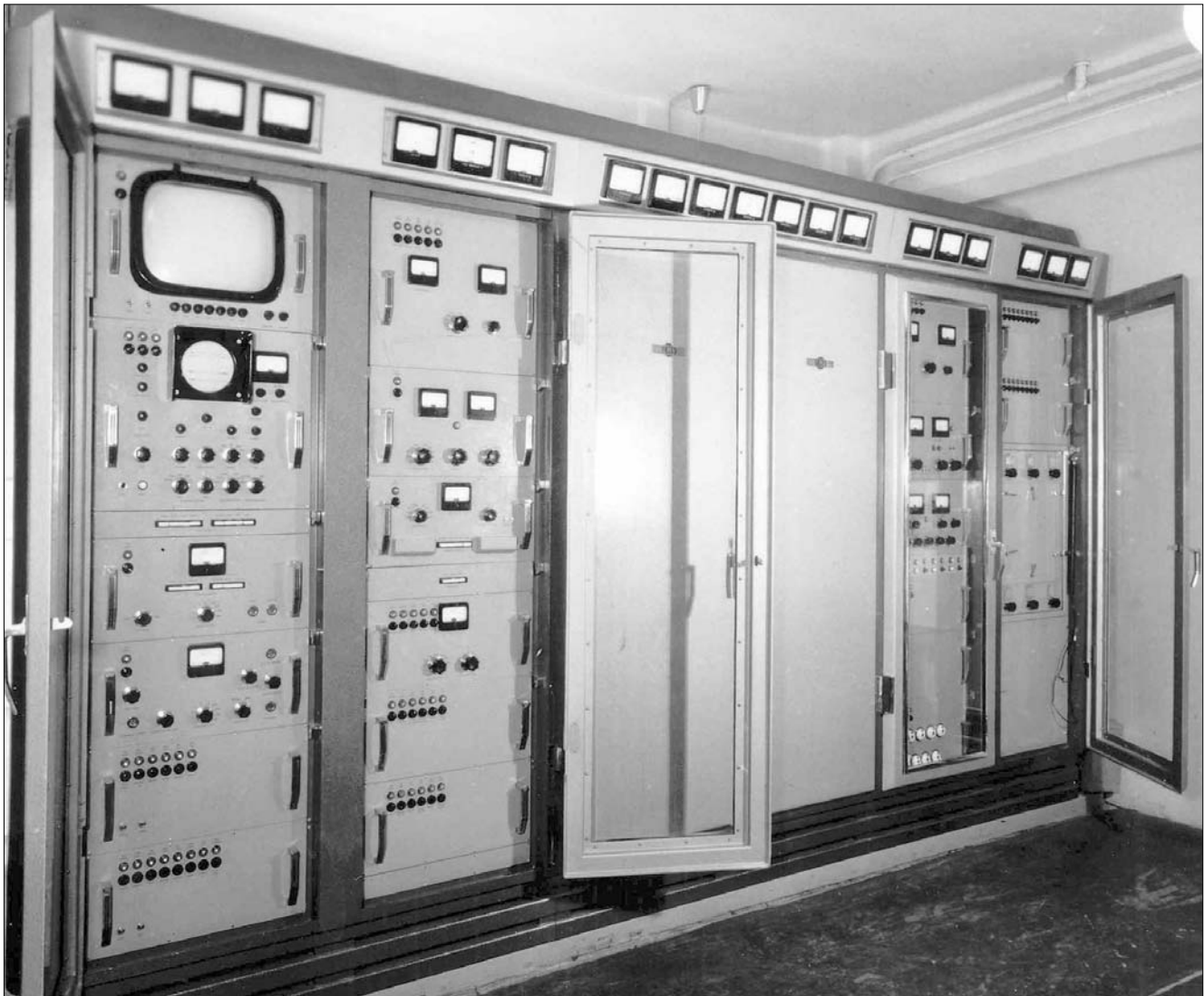
záró impedanciát széles sávban 1:4 arányban kellett illeszteni a bemenetre. Ezt az üzemi antennarendszert később tartalékkal egészítették ki.

A berendezés mechanikai konstrukciója új és igényesen megoldott feladat volt. Az akkor természetesen kizárólag elektroncsöves egységeket fiókokba szerelték, az egyes fokozatok áramát és feszültségét átkapcsolható műszerrel mérték. A kép- és a hangadó egységeit 6 részből álló vázba építették. A filterplexert külön szekrénybe helyezték el. A berendezés fejlesztése és kivitelezése jelentős eredménye volt az EMV-nek.

A fejlesztést kezdetben *Halmágyi Tibor*, majd korai halála, 1960 februárja után *dr. Tófalvi Gyula* irányította. Korábban Szende Bélával és Hofgard Károllyal együtt mindketten az IRX-típusú ionoszférakutató berendezés fejlesztői voltak. Ezt a berendezést 1958-ban a brüsszeli Világkiállításon Nagydíjjal (Grand-Prix) ismerték el.

A négy fejlesztő 1959-ben – megosztva – a Kossuth-díj II. fokozatát kapta. Dr. Tófalvi Gyula 1965-ig az EMV TV adófejlesztési főosztályát vezette, ekkor a vállalat főmérnökének nevezték ki. Ezt a beosztást 10 évig töltötte be, ezalatt készült a vállalatnál a tv-adókon kívül

*Kékesi 4 kW-os adó*



a lakihegyi 300 kW-os középhullámú és a jászberényi két, 250 kW-os adóberendezés és antennarendszer is. 1975-ben saját kérésére, nehéz szívvvel megvált az EMV-től. Munkájáról naplót vezetett, aminek folyóiratban megjelent részlete alapján készült a tv-adófejlesztéssel foglalkozó „Érik a fény” című játékfilm. Életéről írt részletes önvallomása 1989-ben jelent meg a „Mérnök vagyok” című kötetben. Az EMV-től történt távozása után több, fontos munkakört töltött be a Magyar Híradástechnikai Egyesülés műszaki elnökhelyetteseként, a Távközlési Kutató Intézet tudományos igazgatójaként és a Magyar Űrkutatási Iroda ügyvezető igazgatójaként.

A berendezést és az antennarendszert 1960 augusztusában szerelték fel az adóállomáson. A beállítások és a Posta által végzett ellenőrző mérések megtörténte után a Római Nyári Olimpiai játékok megnyitóját és a versenyeket az állomás már közvetítette. Az adást a kedvező földrajzi helyzetnek, az ország legmagasabb pontjának köszönhetően igen nagy területen vették. Ezt elősegítette az, hogy a vétel érdekében nagy antennák készítésére és felszerelésére is készek voltak az emberek. A feszített ütemben végzett fejlesztési és helyszíni szerelési munkát követően került sor 1960 őszén és 1961 tavaszán a berendezés végleges beállítására, majd részletes átadás-átvételi vizsgálatára.

Vonalfogadó és mérőállvány



Már a kékesi adóba is több ellenőrző műszert építettek be. Az ellenőrző és mérőműszerek fejlesztését ezután folytatták és számos jelentős készüléket fejlesztettek ki. Ezek a következők voltak:

1. A képadó méréseihez:  
vizsgálójel-generátor, videó-vobbulátor, szélessávú generátor, oldalsávvizsgáló, tv-mérődemodulátor, képmonitor és mérőoszillószkóp.
2. A hangadó méréseihez:  
hangfrekvenciás generátor, FM mérődemodulátor (löketmérő), torzításmérő.
3. Üzemviteli készülékek:  
vizsgálójel-generátor, videófrekvenciás szinttartó, kapcsolósáv.

A készülékeket az egyes adóállomásokra állványba építették, ami összekapcsolásukkal megkönnyítette a mérést. A műszereket természetesen külön is forgalmazták.

## 2. A Kab-hegyi adó – 1962

A következő állomás helyszínéül a Bakonyban a Kab-hegyet jelölték ki. Az EMV-ben a kékesi befejező munkálatokkal párhuzamosan elkezdték a berendezés fejlesztését. Ez, a kékesihez viszonyítva több vonatkozásban is új feladatot jelentett. Az adó frekvenciája a III. sáv legfelső csatornája lett, teljesítményeként 20/4 kW-ot írtak elő. A fejlesztők célul tűzték, hogy az első adón szerzett tapasztalatok alapján továbbfejlesztik a már meglévő egységeket.

A képadó a korábbi végfokozatig, ami most a meghajtófokozat lett, azonos volt. Az új, 20 kW-os végfokozatban RS1011L típusú, Siemens gyártmányú, koaxiális felépítésű triódát alkalmaztak. A fokozat szimmetrikus felépítésű volt. A hangadó kisteljesítményű része a korábbinak felelt meg, de a nagyteljesítményű fokozatokat a képadó meghajtó fokozatához hasonlóan alakították ki. Az adó vezérlését és a fokozatok védelmét megvalósító automatika teljesen új konstrukció volt. A be- és a kikapcsolásra szolgáló kezelőfelületen kijelzőt helyeztek el, ami tájékoztatott a hiba helyéről.

Jelentős feladat volt a filterplexer is. A jellemzők, az oldalsávevényomás frekvenciakarakterisztikája, a bemeneti impedanciák állóhullámaránya és a beiktatási csillapítás nagy jóságú koaxiális szűrők és pontos hullámmellenállású tápvonalak megvalósí-



*Kab-hegyi antennarendszer a mérőtelepen*

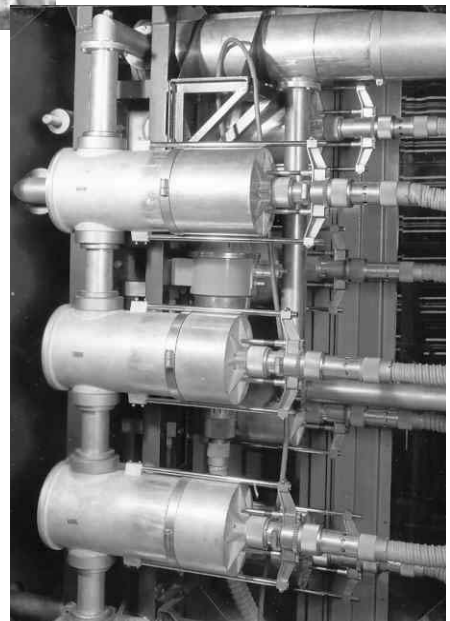
tását tették szükségessé. A nagy jóságú szűrőkben nagy köráramok és feszültségek alakultak ki. E követelmények új konstrukciós megoldásokat és nagy pontosságú finommechanikai kivitelezést igényeltek. Egy-egy hiba a szűrőt hangozó rövidzár leégéshez, más helyen átíveléshez vezethetett. A teflon (PTFE) szigetelők mellett bekövetkezett átívelés során a felszabaduló fluorgáz is jelentős kárt okozhatott a fém felületén.

Jelentős volt az antennarendszer módosítása a kékesihez képest. Az új rendszer a fázistáplálással, a zúzmara elleni védelemmel és egyéb részleteivel korszerűbb volt. Az antennarendszer, a kékesihez hasonlóan az antennapanelokból, az elosztókból, a rendszer belső kábeleiből és az adótól a toronyba felvezető főkábelből állt.

A rendszer építőelemét képező panel négy, egészshullámú, reflektorrács előtt elhelyezett, úgynevezett vastag dipólból állt. A dipól mérete így lehetővé tette, hogy a két féldipólt közepükön fémesen összekössék a reflektorral, megoldva így mechanikus rögzítésüket. Az egyes dipólok szim-

*Kab-hegyi filterplexer*

*Kab-hegyi 20kW-os adó*



metrikus tápvonalakkal csatlakoztak az aszimmetrikus bemenethez illesztő balun transzformátorhoz. A panel nagyfrekvenciás szempontból kényes részeit az időjárás, a zúzvara hatása ellen védő, üvegszövet betétű, poliészter gyantából készült csövekkel burkolták.

A rendszer bemenőteljesítményét szint- és emeletelosztók osztották szét. A lehető legkisebb bemeneti állóhullámarány érdekében a rendszer fázistáplálását alkalmazták. Ez azon alapul, hogy az azonos elemekből, a panelekből felépülő rendszer lehetőséget ad arra, hogy az azokról reflektált azonos nagyságú jeleket alkalmas kapcsolással egymás kioltására használják. Ezt azzal érik el, hogy a torony egyes oldalaira a teljesítményt a kábelek hosszának alkalmas megválasztásával 90 fokos fáziseltolással juttatják el. A Kab-hegyi rendszer bemeneti állóhullámaránya a 220 m-es főkábel alsó, adóoldali végén így kisebb volt, mint 1,1. A panelek elhelyezése a tornyon a fázistáplálást figyelembe véve történt.

A bemeneti reflexió az állóhullámarány mellett a másik lényeges jellemző a horizontális sugárzási karakterisztika. Ennek egyenletessége, a kör alakútól való minimális eltérés az ellátottság szempontjából fontos jellemző, amire a fejlesztésnél nagy gondot fordítottak. A teljes rendszert az EMV által Bugyi község határában létesített mérőtelepen vizsgálták.

### 3. További adók a 60-as évekből

A Budapesten, a Széchenyi-hegyi adóállomáson 1958-ban üzembe helyezett adó nagyszámú előfizetőt látott el. A tartalék nélküli berendezés néhány, de esetenként többórás üzemzavara nyomán döntés született tartalékadó beszerzésére. Ennek, az I. sávi 4/0,8 kW-os adónak a fejlesztése a kékesinél kisebb frekvenciával, és így a mintegy négyszeres hullámhosszal összefüggő problémák megoldását kívánta. Ezek a problémák elsősorban a filterplexer mintegy negyed-hullámhosszú szűrőinél jelentkeztek, mivel ezek mintegy másfél méteres hosszúsága megnehezítette azok pontos gyártását. A berendezés felépítése egyébként követte a kékesi adóét. Az adó gyári átadása 1963-ban megtörtént.

Az EMV-nek ebben az időben jó kapcsolata alakult ki a bécsi Siemens céggel és rajta keresztül az osztrák műsorszórási intézménnyel, az ORF-fel. Ausztriában az I. sávban két állomás működött és ekkoriban már gondoltak a még az ötvenes években üzembe helyezett adók kicserélésére. Elsőként a jauerlingi adóberendezésre írták ki a versenytárgyalást. Az EMV a rövid szállítási határidő vállalhatósága érdekében, a Posta hozzájárulásával a Budapestre elkészült adót ajánlotta meg. Az ORF 1965. március végén az EMV-től rendelte meg a berendezést, amelynek gyári átadására már június végén sor került.

Az ausztriai megrendelés az ipari sikeren és a jelentős devizabevételen túl további előnyökkel is járt. Az EMV szakemberei így hozzájutottak a nyugat-európai előírásokhoz és a kialakult mérési és vizsgálati mód-

szerekhez, amelyeket ezután a hazai szállításoknál is alkalmaztak. Még abban az évben, 1965-ben az ORF kiírta a versenytárgyalást a tiroli, patscherkofeli, ugyancsak I. sávi adó szállítására, amelyre a megrendelést az EMV decemberben megkapta. 1969-ben aztán újra találkoztak az EMV munkatársai ezzel a két, Ausztriába szállított adóval, amikor is alkalmassá kellett tenni a berendezéseket a PAL rendszerű színestelevízió-adásra, amihez kifejlesztették a szükséges korrektorokat. A munka során ismételtelen megismerték a vonatkozó előírásokat és mérési módszereket, amiket később ugyanúgy hasznosítottak.

A tokaji Kopasz-hegyen 1960 óta működő adó 1 kW-os teljesítménye és kis nyereségű antennája nem biztosította elég nagy területen a vételt, ezért a Posta az

*I. sávi filterplexer*





Tokaji 20 kW-os adó

Antennamérő torony

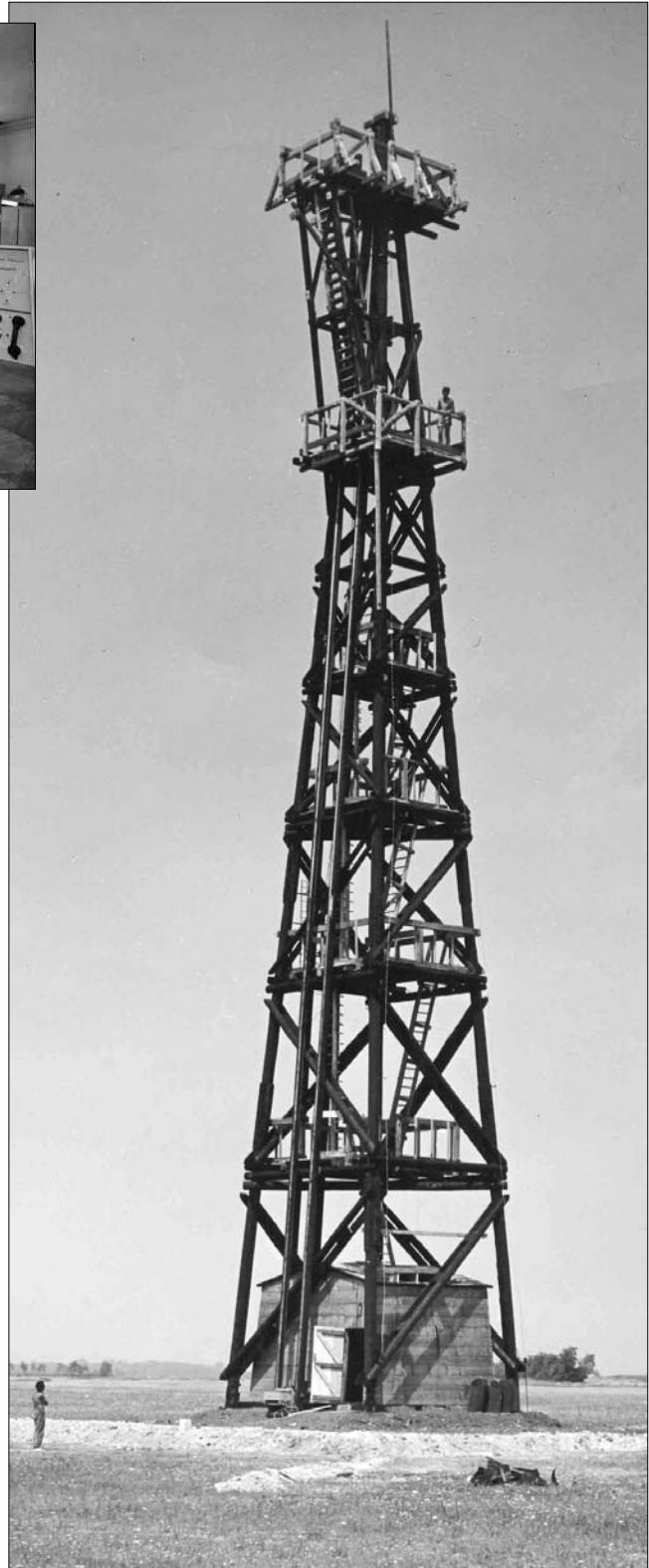
EMV-től nagyobb teljesítményű adóberendezést és nagy nyereségű antennarendszert rendelt. A II. sávban, a 84-92 MHz között kijelölt csatorna újabb megoldások kidolgozását tette szükségessé.

Itt említjük meg, hogy a két világrendszer közötti szembenállás a műsorszórás terén is jelen volt. Ennek egyik megnyilvánulása volt a sávok kijelölése. Nyugaton a 87,5 és 100 MHz között az FM műsorszóró sáv volt. Az OIRT-be tömörült kelet-európai országokban a televízió II. sávja 84 és 100 MHz között volt. Mondhatjuk, hogy ők ott rádióztak, ahol mi tévéztünk. Ez a vevőkészülékeknél és a műszereknél bonyolult helyzetet teremtett.

A tokaji adó gyári átadására 1965 júniusában, helyszíni üzembe helyezésére decemberében került sor. Az antennarendszer 4 emeleten 16 dipólpanelből állt, amelyet később kiegészítettek egy egyemeletes tartalékrendszerrel.

A budapesti 30 kW-os adóberendezés üzembe helyezése után az addig 1956-tól ott működő – a budapesti BHG által szállított – 1 kW-os adót Pécsre helyezték. Az adó teljesítménye később itt is szükségessé tette új berendezés felszerelését. Ennek az I. sávi 4 kW-os adónak az üzembe helyezésére 1966 szeptemberében került sor. Az adótelepítések az 1968 augusztusában a kelet-magyarországi Komádiban átadott állomással folytatódtak. Itt két tartalékolt, 4 kW-os, III. sávi adót, négyemeletes, 16 paneles, vertikális polarizációjú, tartalékolt antennarendszert és komplett mérőberendezést helyeztek üzembe. Ez volt az első generációs tv-adók sorának utolsó berendezése. A berendezés közel 46 ezer üzemóra teljesítése után ma a diósi Rádió- és Televíziómúzeum kiállításán látható.

Meg kell emlékezni arról, hogy milyen nehézségeket kellett az adók gyártása során leküzdenie az EMV-nek. A berendezések szekrényeit saját üzemében kellett gyártania, amikor nyugaton több cég széles választékban, raktárról szállította a legkülönbözőbb vázakat és fiókokat. A koaxiális szűrők nagy átmérőjű vörösréz csövei is házon belül készültek lemezből történő hajlítással, majd



csörlős húzópadon méretre alakítással. Bizonyos gyártási folyamatok más vállalatoknál készültek. Nehéz volt elérni, hogy ezeket a munkákat saját tevékenységük mellett elvégezzék. Ilyenek voltak például az antennaelemek tűzihorganyzása és időjárásvédelmük műanyag elemei.

Az antennarendszerek horizontális sugárzási karakterisztikája az állomások egy részénél nem kör, hanem irányított volt, amit a nemzetközi egyeztetések eredmé-

nyeként írtak így elő. Ez a rendszerek egyedi tervezését és gyári, mérőtelepi vizsgálatát tette szükségessé. Az antennapaneleknek a tornyon történő megfelelő elhelyezése és a speciális teljesítményelosztó rendszer volt a megoldás. A tervezés helyességét az antennamérő telepen végzett vizsgálattal igazolták és itt történt a gyári átadás is. Az adóantennákat körbe forgatható acéltoronyra szerelték. A teljes sávban mérték a bemenőimpedancia állóhullámarányát. Egy másik, fából készült toronyra elhelyezett vevőberendezéssel vizsgálták a horizontális és a vertikális sugárzási karakterisztikát.

#### 4. IV. sávi színes-televízió-adók

A Posta Kísérleti Intézet (PKI) 1965-ben méréseket végzett a IV. sávi adóhálózat telephelyeinek kijelölésére, a várható ellátottsági terület meghatározására. Ehhez az EMV hordozható, 100 W-os adót szállított.

A televízió adóhálózat kiépítésével szinte párhuzamosan, az árnyékoló területek ellátására megkezdtek

átjátszóállomások létesítését. Az első berendezéseket Ózdra és Salgótarjánba külföldről vásárolták, de az antennákat az EMV szállította. A felügyeletnélküli üzemeltetésre szánt berendezések fejlesztését az EMV is programjába vette a hatvanas évek második felében. Az egyik az I. és a III. sávokra készített berendezéscsalád volt, ami két változatban, 1 W-os és 20 W-os kimenőteljesítménnyel készült. Az 1 W-os, ami a nagyobb teljesítményű meghajtófokozataként is működött, teljesen tranzistoros volt. A 20 W-os erősítőhöz megfelelő teljesítménytranzistorok nem léteztek még, így abban elektroncső működött.

A másik berendezés fejlesztését német kezdeményezésre kezdték meg. A müncheni Siemens cég kifejlesztette az YH 1020 típusú haladóhullámú csövet. Műszaki és anyagi támogatásával kezdeményezte a cső alkalmazásával az akkoriban bevezetés alatt álló IV/V. sávra átjátszó berendezés fejlesztését az EMV-nél.

A haladóhullámú csöveknek a hagyományos adócsövekénél nagyobb megbízhatósága és kedvezőbb jellemzői voltak. Az YH 1020 típusú csőnek a teljes 470...

*Budapesti IV. sávi (színes-tv) adó*



960 MHz-es tartományban több mint ezerszeres erősítése volt, így a meghajtófokozatnak igen kis, 100 mW alatti teljesítményt kellett szolgáltatnia. A berendezés, mint az átjátszók általában, a kép- és a hangjeleket együtt erősítette. Ez a kis szintű intermodulációs termékek érdekében az erősítők fokozatok nagy linearitását igényelte, amit előtorzító áramkörökkel valósítottak meg, többek között a haladóhullámú cső amplitúdó-függő fázis-karakterisztikájának kiegyenlítésére, a fejlesztők által kidolgozott AM/PM korrekcióval.

A színes televízió bevezetésének előkészítésével 1967 óta foglalkozott a Posta. Az eredeti elképzelések szerint a 2/0,4 kW-os adóberendezést külföldről, nyugati országból hozták volna be. Az ajánlatok értékelése idején nehézség merült fel, mivel az adó és a műszerek beszerzésére biztosított devizakeret a szükségesnél kisebb volt. Ekkor tett ajánlatot az EMV és vállalta, hogy egyéves határidővel felszereli az adót és az antennát.

Ennek fejlesztésével és gyártásával párhuzamosan a Budapesti Nemzetközi Vásárok idején színes kísérleti adásokra került sor. 1967-ben a Széchenyi-hegyi adóállomásról, 1968-ban a városligeti vásárterület mellett lévő irodaház tetejéről történt az adás. Az 1968-as bemutató során a stúdióban, előadás-ként készített műsort a Magyar Televízió szolgáltatva a székház egyik garázsába beállt francia közvetítőkocsival. Az adást a hazai vevőkészülékgyárak és az EMV kiállítási standjain láthatták a látogatók. Az adó a haladóhullámú csöves, 100 Wattos berendezés középfrekvenciás modulátorral kiegészített változata volt. Antennaként a már kifejlesztett UHF sávi panelantenna szolgált.

A megrendelt adó fejlesztésének indításakor eldöntötték, hogy a 2/0,4 kW teljesítményre a közös kép-hang erősítést választják és a végfokozatban klisztront alkalmaznak. Abban az időben a tévéadók végfokozatában tetródát vagy klisztront alkalmaztak. A klisztron főbb előnyös tulajdonságai a hosszú élettartam és a nagy erősítés volt. Az alkalmazásra kerülő típus az angliai English Electric Valve (EEV) gyár K370 típusa lett.

A csőben az elektronsugarat elektromágnesek tartották összefüggő nyalábban, fókuszolták. A kollektor elgőzölögtetési hűtésű volt. A végfokozat meghajtóteljesítményét KF modulált fokozat szolgáltatva. A kimeneten a hasznos jelek mellett mellék hullámú összetevők is megjelentek, amelyeket a kimeneti szűrő csillapított. A K370 típusra, közös kép-hang erősítés esetén 2/0,4 kW-ot garantáltak. A fejlesztés során kidolgozott középfrekvenciás korrektor alkalmazásával sikerült az előírt intermodulációs torzítás teljesítése mellett 4/0,8 kW kimenőteljesítményt megvalósítani.

Az eredményt bemutatták a klisztront gyártó EEV gyár Budapestre utazott mérnökének, aki elismeréssel nyilatkozott az eredményről. Az adóantennákat az adóállomás toronyépületének tetején helyezték el. Az első magyarországi IV. sávi és egyben színes televízió-adást ezzel a berendezéssel 1969. március végén kezdték meg.

A berendezést 1975 után, amikor az új, 40 kW-os adót üzembe helyezték, Győrbe telepítették át. Innen „ment nyugdíjba” és most a diósi Rádió és Televízió-múzeumban őrzik.

## 5. KF-modulált adók az 1970-es években

A televízióadók első korszakában a végfrekvenciás modulációt alkalmazták, ezt követően az 1960-as években kezdett elterjedni a középfrekvenciás (KF) moduláció. Az új rendszerrel a modulált videó- és hangjel előállítás a 30 MHz és 40 MHz közötti középfrekvenciás csatornában történt. A kép-középfrekvencia általában 38,9 MHz volt. A képcsatorna kétoldalsávú modulátorát passzív elemekből álló oldalsávelemnyomó szűrő követte.

A korrekciók is KF-en történtek, ami jobb eredményt tett lehetővé. A hangcsatorna frekvenciámodulált jelének előállítás is a KF-csatornában történt. A KF-csatorna a kimenő, RF-csatornához viszonyítva fordított fekvésű, azaz a hangvivő a képvivőhöz képest -6,5 MHz frekvenciátávolságra, 32,4 MHz-en helyezkedett el. A közös kép-hang erősítésű adóknál a két csatorna egyesítése és a végfokozatban keletkező intermodulációs termékek előtorzítása is KF-en történt. A KF csatorna felkeverése során, a képvivőnél a KF-fel nagyobb oszcillátorrel eredményeként a csatorna fekvése a szabványosnak megfelelően alakult ki.

A kép és a hangadó végfokozatok teljesítményét a rendszerrel diplexer egyesíti, amelynek nincs feladata az oldalsáv elnyomására. Közös kép-hang végfokozatú adóknál a kimenőjel mellék hullám-tartalmát szűrő nyomja el. A KF-modulációt az EMV az első átjátszó-berendezéseket követően, a kísérleti színes televízió-adásoknál alkalmazta először. Az első KF-modulált adó a 4/0,8 kW-os, IV. sávi berendezés volt.

1970-ben ismét nagy feladatot kapott az EMV. Sikerült megnyernie az osztrák ORF pályázatát egy I. sávi 10/2 kW-os adóberendezésnek a Jauerling állomásra történő szállítására. A berendezés külön kép-hang erősítésű, KF-modulált volt. A KF-modulációt I. sávi berendezésnél nemzetközi szinten először az EMV-ben alkalmazták, ami több nehézség megoldását tette szükségessé, tekintettel a 40 MHz alatti KF-csatorna és az 50 MHz feletti kimenő RF-csatorna közelségére. A fokozatok tranzistorosak voltak, csak a teljesítményfokozatokban alkalmaztak adócsöveket, tetródákat. A végfokozatok teljesítményét egyesítő diplexerben a szűrőágakat nagy teljesítményű, 3 dB-es szalagvonalas csatoló, úgynevezett kvadratura-hibrid kapcsolta össze. A berendezést 1971-ben szerelték fel és adták át. Ez a fejlesztés alapozta meg a KF-modulált nagy teljesítményű adók sorozatát.

Az 1970-es évtized első felében az EMV kifejlesztette az I. és a III. sávi 4/0,8 kW-os és 20/4 kW-os, valamint a III. és IV/V. sávi 1/0,2 kW-os adókat. Ezeket a következő adóállomásokon helyezték üzembe:



- Budapesten I. sávi 20/4 kW-os berendezést a régi 30/10 kW-os, NDK gyártmányú adó helyett;
- Győrött III. sávi 4/0,8 kW-os berendezést az új adóállomáson;
- Kab-hegyen III. sávi 20/4 kW-os berendezést a régi EMV adó helyett;
- Kékesen III. sávi 4/0,8 kW-os berendezést az új adóépületben;
- Nagykanizsán I. sávi 4/0,8 kW-os berendezést és nyolcemeletes, irányított antennarendszert az új adóállomáson;
- Pécsen I. sávi 4/0,8 kW-os berendezést és négyemeletes, irányított antennarendszert az új adóállomáson;
- Szentesen III. sávi 20/4 kW-os berendezést a régi francia gyártmányú adó helyett;
- továbbá 1/0,2 kW-os adókat Sopronban, Szegeden és Csávoilyban.

Az adóállomások többnyire azonos teljesítményű tartalékadókat is kaptak.

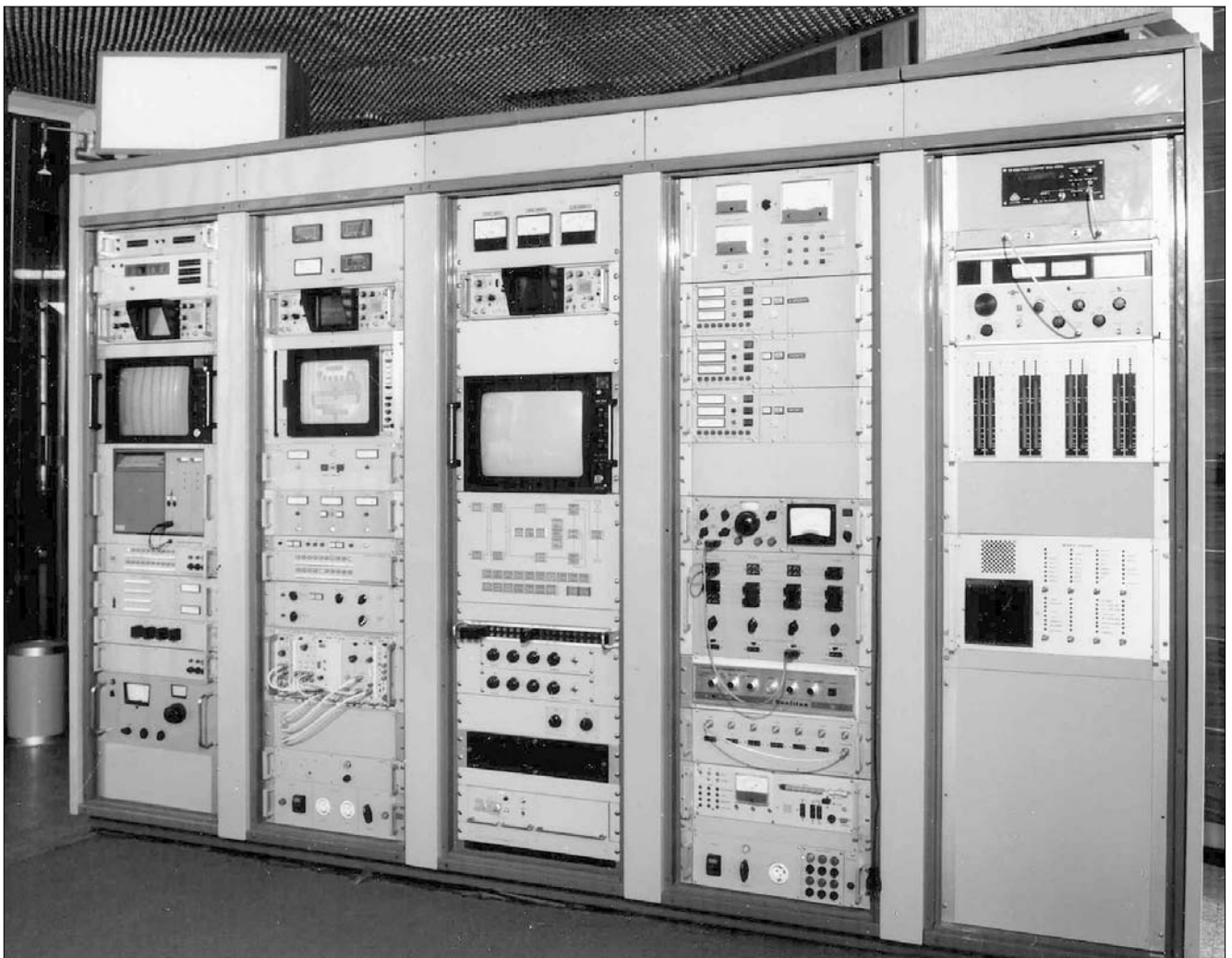
A nagykanizsai adóberendezés 1974. december 20-i üzembe helyezése és 1996. március 1-i leszerelése között, több mint 21 év alatt 100 605 órát üzemelt.

A kezdeti időszakban, amikor egy adóállomásra csak egy tv-adó került, a berendezés ellenőrzésére az EMV kezelőasztalt szállított. Ebben helyezték el a kép és a hang ellenőrzésére a monitorokat, oszcilloszkópokat, a működtetés vezérlésére, valamint az üzem ellenőrzésre szolgáló kezelő és ellenőrző szerveket. 1970 körül már egyértelmű volt, hogy az állomásokon két tv-műsor, továbbá URH-sávi rádióműsorok adói is működni fognak. Ekkortól már kezelőállványokban helyezték el az üzemi ellenőrző és kezelő szerveket. Az állványok a bővítést és a készülékek cseréjét is lehetővé tették.

A budapesti IV. sávi adó elindulása után a Posta megkezdte a televízió második műsora számára adók létesítését. Ennek sorában elsőként a pécsi adóberendezés szállítására írtak ki nemzetközi versenytárgyalást. Ezt a japán NEC cég nyerte meg.

A következő állomás Tokaj lett. Itt már az EMV is részt vett a szállításban, a berendezés meghajtófokozatára és az adóantenna-rendszerre kapott megrendelést. A meghajtófokozat KF-modulált rendszerű, az automatikus tartalékolású rendszernek megfelelő volt. Két, azonos felépítésű – üzemi és tartalék – részből állt, amelyek a kép- és a hangvégefok számára szolgáltatták a

*Kezelőállvány*



meghajtóteljesítményt. Az üzemi meghajtó fokozat hibája esetén automatikus átkapcsolás történt a tartalékra. Valamelyik nagyteljesítményű, klisztronos végfokozat hibája esetén a berendezés úgynevezett multiplex tartalékolásra állt át. Ilyenkor a hibátlan végfok kisebb teljesítménnyel együtt erősítette a kép- és a hangcsatorna jelét. Ebben az esetben a meghajtófokozat is ennek megfelelően együttes kép- és hangjelet szolgáltatott. Az adóantenna-rendszer dipólpanelekből állt.

Meg kell említeni, hogy az EMV nemcsak televízióadókat, hanem műsorszóró és kommunikációs rádióadókat, azok antennáit, távközlési készülékeket, valamint műszereket is gyártott. Ezek közül kiemelkedik a lakihegyi 2x150 kW-os középhullámú adóberendezés, valamint a jászberényi 250 kW-os adók és antennarendszerük.

## 6. Adástechnikai tevékenység az 1980-as években

Az EMV 1976-ban megszűnt, beolvasztották a BHG Híradástechnikai Vállalatba. Az adástechnikai fejlesztés

és gyártás kezdetben a BHG Egyedi és Kísérleti Gyárában folyt. A vállalat vezetésének ekkori álláspontja szerint az adástechnikai tevékenység addig folytatódik, amíg arra a Postának erre szüksége van és a berendezések nem szerezhetők be a KGST keretében a szocialista országokból.

Az adók fejlesztése és gyártása a Posta megrendelése és a téma iránt elkötelezett, volt EMV dolgozók tevékenységének eredményeként tovább élt. A BHG Fejlesztési Intézetének 1978-ban történt megalakítását követően a fejlesztés az Adástechnikai fejlesztési főosztály feladata lett, a gyártást áthelyezték a vállalat 1. számú, budapesti, Fehérvári úti gyárába. A Posta ebben az időben azt az álláspontját közölte a BHG-val, hogy a IV. sávi adókat importálja. Ezt a BHG vezetése úgy értelmezte, hogy nincs szükség semmilyen, ebben a sávban működő berendezésre, még átjátszóra sem. Ennek eredményeként ezek a gyár választékában nem jelentek meg, így a következő években, a létesülő IV. sávi átjátszóhálózat berendezéseit a Posta egy kisipari vállalatától szerezte be.

A Híradótechnikai Vállalat beolvasztása után az adástechnikai és a HTV termékek gyártására egy új, 7. számú gyárat szerveztek a BHG-ban.



Tranzistoros tv- átjátszó

Az 1980-as években a BHG-ban export célra egy teljesen félvezetős adó és átjátszó berendezéscsaládot fejlesztettek ki. A KF-modulált rendszerű, moduláris felépítésű berendezések 1 W, 10 W és 100 W teljesítményűek voltak. A frekvenciasávok lefedték a teljes I-V, azaz az 50-től 790 MHz-ig terjedő tartományt. A vevő- és az adóantennák elemeiből különböző nyereségű és sugárzási jellegű rendszerek voltak megvalósíthatók. A berendezéscsaládból közel 150 készletet szállítottak a 80-as években.

Az 1980-as években a Széchenyi-hegyi adóállomásról az V. sávban, az 58. csatornán megkezdték a Szovjet Televízió műholdas műsorának sugárzását. Ehhez a japán gyártmányú adóhoz a BHG szállította az antennarendszert, amelynek különlegessége az volt, hogy a sugárzási jellegűt nem a frekvenciának megfelelő átmérőjű tornyon, hanem annál lényegesen nagyobb felszerelt rendszerrel kellett megvalósítani.

## 7. A fejlesztés és gyártás megszűnése

Az 1990-es években a BHG már nem szállított tv-adókat, azokat importálták. A BHG adástechnikával is foglalkozó

fejlesztő és gyártórészlegeiből alakult meg 1994-ben az Antenna-BHG Adástechnikai (ABA) Kft. Ennek tulajdonosai az Antenna Hungária Rt. és a BHG Híradástechnikai Vállalat voltak. A cég később teljesen az Antenna Hungária Rt. tulajdonába került, és ekkor felvette az Antecom Rt. nevet.

Az Antenna Hungária Rt. 2003 decemberében teljesen eladta az Antecomot, így a cég tulajdonjoga teljes egészében átszállt a Pannon Rendszerház Informatikai Rt.-re, azaz magántulajdonba került. Az Antecom Rt. tevékenységi köre a kiadott sajtóközlemény szerint adóberendezések és antennák fejlesztése, gyártása, telepítése, illetve javítása. A valóságban ez a tevékenység telepítésre és javításra korlátozódik. Az adástechnikai fejlesztési és gyártási tevékenység közel fél évszázad után ezzel véget ért.

## 8. Munkatársak

Az első kékesi adóberendezés fejlesztését a következő szakértők segítették:

Barát Zoltán, Ferenczy Pál és Komarik József a Budapesti Műszaki Egyetem oktatói, Gubányi Mihály, Nemcsics Elek és Villányi Ottó a Posta mérnökei, valamint Horváth Pál a Magyar Televízió mérnöke.

A fejlesztés belső munkatársai a kékesi adó készítésének idején: Bernhardt Richárd, Csepregi-Horváth Kázmér, Ecseri Antal, Falus László, Gärtner Péter, Konczér Oszkár, Regenye Győző, Steffler Sándor, Szalai Pál és Varga László voltak.

A mechanikai konstrukciót Hofgard Károly és Szabó Gergely, a mechanikai kivitelezést Török István és Antonighel Károly, a szerelést Kucsera István vezette. Az EMV-ben kiváló szakmunkások dolgoztak, akik példamutató színvonalon, alkotó módon oldották meg a nagyfrekvenciás, nagyteljesítményű berendezés által támasztott minőségi követelményeket. Az adók, az antennák és a műszerek fejlesztése 1962-ben szétvált, az adófejlesztők egy része ezután Kincses Béla vezetésével a műszerek fejlesztésén dolgozott tovább.

A TV adóberendezések fejlesztésének munkatársai a kékesi adó utáni és a későbbi időben a már említettek:

Ecseri Antal, Falus László, Gärtner Péter, Szalai Pál és Varga László, valamint a továbbiakban, többségükben még évtizedekig: Bereczky József, Bihari György, Bordács Iván, Füredi Róbert, Hercz Endre, Hetényi László, Kékes László, Koren István, Mandják Géza, Pákai László, Solymosi Pál, Somodi József, Somodiné Bender Cecilia, Szalay István, Szépvölgyi Gábor, Szombati János és Turányi Gábor.

A koaxiális berendezések és antennarendszerek fejlesztői Fürst Lajos, Gáspár Csaba, Jósa László, Ladányi-Túróczy Béla, Mosoni István, Soós Tibor, Süle János, Szabó Pál, Szabó Zoltán és Szalai Pál voltak.

Az adóberendezések fejlesztésének fontos résztvevői a kísérleti műszerészek, akik közül meg kell említeni Andócsi Imrét és Dreiszker Józsefet.

A berendezések gyártása és helyszíni szerelése során sok műszaki problémát oldottak meg a terület irányítói: Boldizsár László, Hradeczky Béla, Ruzsinszky Zsolt, Szabóné Szende Zsuzsa, Szeltner György és Zimmermann Tibor.

Az egyedi gyártású adók végmérése és helyszíni szerelése alkotó munkát igényelt az ezen a területen dolgozó következő munkatársaktól:

Cifer Péter, Förster Miklós, Fuchs Péter, Havas-Horváth András, Kékesi Etelka, Máday Péter, Pálóssy János, Petzl Tibor, Polgár Sándor, Seffer Dániel, Tímár István, Tichy László és Ughy Elek.

E cikk szerzője sajnálja, hogy terjedelmi okokból nem részletezheti a munkatársak szerepét, érdemeit és nem bővítheti a felsorolást azokkal, akik a fentiekén kívül, kisebb mértékben, de eredményes és fáradságot nem kímélő módon részt vettek a berendezések létrehozásában. Egyben nagy örömmel állapítja meg, hogy az életveszélyes feszültséggel működő berendezések mérése és az antennarendszerek nagy magasságban végzett szerelése során nem történt baleset.