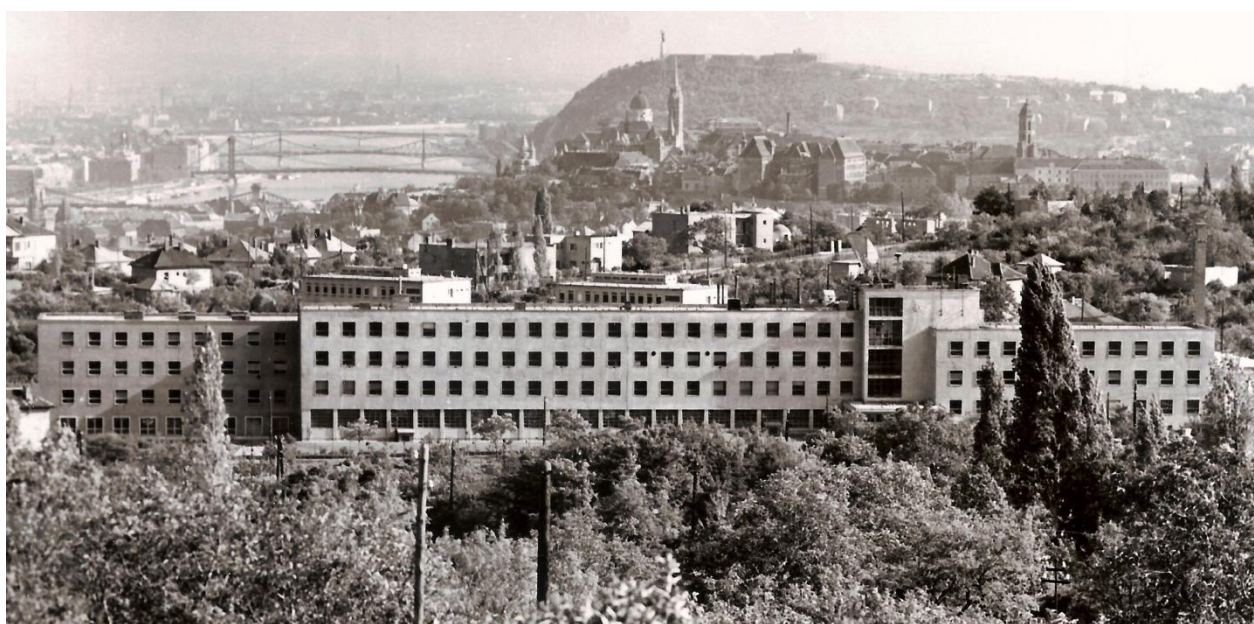


TÁVKÖZLÉSI KUTATÓ INTÉZET

a magyar mikrohullámú kutatás fellelőjére
(1950 – 1990)



Budapest
2020. március – 2021. január

Tartalomjegyzék

Bevezető

Az alapítás és a kezdeti évek

Mikrohullámú rendszerek és berendezések

Az első kísérleti berendezések

A 4 GHz-es berendezések – FMV gyártmányok

A 6 GHz-es Druzsba berendezések – FMV gyártmányok

A GTT–70 berendezéscsalád – FMV gyártmányok

A KTT–70 berendezéscsalád – ORION gyártmányok

A GTT-80/KTT-80 berendezéscsalád – TKI és ORION gyártmányok –

– A mikrohullámú rádiórelé rendszerek technológiai forradalma

A GTT-80/KTT–80 adó-vevőinek felépítése

A GTT-80/KTT–80 modemei és végberendezései

A GTT-80/KTT–80 szolgálati berendezései

A GTT-80/KTT–80 tartalékoló berendezései

A GTT-80/KTT–80 berendezéscsalád – Kiegészített hálózatok

Kis kapacitású rurál és magánhálózati berendezései

Az űrtávközlés berendezései

Haditechnikai eszközök és berendezések

A Mikrohullámú Összeköttetések Kollokviumai – a Microcoll konferenciák

A TKI megszűnése

Hivatkozások

Képek

TÁVKÖZLÉSI KUTATÓ INTÉZET

a magyar mikrohullámú kutatás fellegvára

1950-1990

Bevezető

A Távközlési Kutató Intézetet (TKI) 1949. december 30-án alapították annak érdekében, hogy a hazai távközlési ipar számára kutatási és gyártmányfejlesztési háttérrel biztosítsanak. Feladata az információközlő rendszerek és berendezések kutatása, valamint fejlesztési és kísérleti mintaberendezések kidolgozása volt. Az Intézet a magyar távközlési hálózatok súlyos hiánya okozta sürgető igényektől serkentve rövid időn belül a műszaki kutatás és fejlesztés egyik hazai alapintézményévé és az Ország egyik legnagyobb és legjelentősebb kutatóintézetévé vált. Bár az Intézet számos szakterületen járult hozzá a hazai technikai fejlődéshez, fő profilja mégis mindvégig a mikrohullámú rendszerek és berendezések kutatás-fejlesztése és a polgári valamint a katonai célú berendezések gyártásba vitelének támogatása volt. A rendszerváltás éveit az Intézet – mint annyi más állami tulajdonú intézmény – nem élte túl. Vagyontárgyait széthordták és az a hatalmas tudásvagyon, amit a sok kiváló elme közössége jelentett megsemmisült.

Az alapítás és a kezdeti évek

A Távközlési Kutató Intézet az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt. kutatólaboratóriuma bázisán jött létre. Ezt a laboratóriumot 1948-ban bekövetkezett kényszerű emigrálásáig az Rt. vezérigazgatója, Bay Zoltán, majd őt követően Szigeti György fizikus vezette. Mindketten a MTA rendes tagjai voltak és laboratóriumukban olyan kiváló mérnökök dolgoztak, mint Millner Tivadar, Simonyi Károly, Barta István, Istvánffy Edvin és Budintsevit Andor. Mindnyájan részt vettek az 1946-ban Bay Zoltán által vezetett sikeres Hold-radar-kísérletben. A Kormányzat bennük és a Posta Kísérleti Állomáson dolgozó, ekkor már Kossuth díjas Bognár Géza által vezetett, átviteltechnikai kutatásokkal foglalkozó csapatban látta azt az erőt, amely képes létrehozni a kutató fejlesztőbázisukat államosításuk miatt elvesztett többnyire külföldi tőkeérdekeltségű híradástechnikai vállalatokból (Magyar Philips Művek, Telefongyár Rt, Standard Villamossági Gyár, stb) létrejött katonai és polgári távközlési ipar kutató-fejlesztő háttérbázisát.

A Nehézipari Minisztérium 1949. december 30-án kelt okmányával¹, az Egyesült Izzó telephelyén alapította meg a Távközlési Kutató Intézetet. Igazgatónak a Minisztertanács 1950. október 6-án Sellő Dénes², nevezte ki, kinek helyét 1952. július 4-én az az Ács Ernő foglalta el³, aki 1950-től az Intézet Budapest II. kerületi Gábor Áron 65-67 alatt épülő új központjának beruházás-vezetője is volt. Az intézet igazgatóhelyettese, majd tudományos igazgatója Bognár Géza lett, aki az Intézet szellemi vezetőjeként a magyarországi mikrohullámú kutatás-fejlesztést nemzetközi szintre emelte. Az új épület birtokbavétele után az Egyesült Izzóban lévő eredeti laboratórium TKI II. név alatt működött tovább.

A kutatómunka a katonai célú radarberendezések és más elektronikus harcászati eszközök, valamint távbeszélő, televízió és adatjelek nagy távolságú átvitelét szolgáló mikrohullámú rendszerek, telefon berendezések, műszerek, rendszerelemek és alkatrészek kidolgozásával indult meg. A feladatok megoldásához egy jól felkészült, elegendően nagy létszámú mérnökgárdára volt szükség. Ezért ide helyezték át a Standard (a későbbi BHG) és a Telefongyár legjobb szakembereit is, majd megindult új munkatársak toborzása elsősorban a Budapesti Műszaki Egyetemen végzett fiatal mérnökök körében és egyetemi oktatók részmunkaidőben való alkalmazásával.

Ebben az időben, az ország elzártsága miatt mindent az Intézetben belül kellett megoldani. Így az alapkutatás és fejlesztés mellett ki kellett dolgozni a berendezésekhez szükséges rádiócsöveket⁴, ferrit eszközöket, műszereket és új technológiákat is. A tudományos feladatok megoldásához jelentős elméleti felkészültségre volt szükség, tehát tanulni kellett. A tanári feladatokat elsősorban a két világháború között

nyugati egyetemeken végzett és ottani vállalatoknál jelentős tapasztalatokat szerzett generáció nagy tudású képviselői, mint Budintsevits Andor, Hoffmann Tibor, Korodi Albert, Szigeti György látták el. Munkájukhoz jelentős segítséget nyújtott az Intézet gazdag könyvtára⁵. A tudás vonzotta a feladatokat és az évek során a kutató-fejlesztő munka egyre sokoldalúbbá és az Intézet az ország legjelentősebb távközlés-technikai szellemi bázisává vált⁶. A mikrohullámú technikán kívül a TKI feladata volt az analóg (FDM) és digitális (PCM) multiplex berendezések és elektronikus telefonközpontok kutatása és kidolgozása⁷. A TKI az első elérhető számítógépek megjelenése után a hazai info-kommunikáció egyik bölcsője és a számítástechnikai kutatás és az alkalmazásfejlesztés jelentős bázis lett⁸, amely pl. az első magyar, iparban is hasznosított számítógépes elektronikai tervezőrendszer megalkotójaként (AUTER) vált ismerté⁹.

E sokirányú tevékenység^{10,11} ellenére jelen tanulmány csak az Intézet főprofiljával a mikrohullámú kutatás és berendezés-fejlesztés 1950 és 1990 közötti korszakának bemutatásával foglalkozik.

Mikrohullámú rendszerek és berendezések

Bár az alapítást követő első évek egyik legfontosabb feladata a radarberendezések kutatás-fejlesztése volt, mégis az 1956-os forradalom utáni Kádár kormányzat, amely nem bízott meg Magyar Honvédség akkori állományában leállított minden katonai fejlesztést. Ez tette lehetővé, hogy a radarfejlesztések során iskolázott mérnökcsapat minden erejét a mikrohullámú rádiórelé vonalak berendezéseinek fejlesztésére fordíthassa. A Magyar Televízió első kísérleti adása már 1954 januárjában megindult és 1957. február 23-ától a Szabadsághegy 50-90 kilométeres körzetében már fogni lehetett az 1 kW-os TV-adó műsorát¹². Sürgősen szükség volt tehát olyan átviteli csatornákra, melyek képesek a műsorokat az ország távolabbi vidékeire is eljuttatni, illetve elérhetővé teszik külföldi stúdiók műsorait. E célra a hegytetőkre, látótávolságban épített ismétlő állomások sorából álló mikrohullámú láncok voltak a legalkalmasabbak. Ezek háromféle változatára volt szükség:

- Többcsatornás, szélessávú mikrohullámú láncokra, melyek alkalmasak TV kép és kísérőhang és/vagy nagyszámú távbeszélő csatorna nagy távolságú átvitelére. Erre szolgáltak a gerinchálózati berendezések¹³.
- Az országos lefedettség biztosításához szükséges körzeti láncokra, melyek kisebb kapacitású és hatótávolságú berendezésekből épülnek fel.
- Egyedi átviteli feladatok, mint rurál- és üzleti-, vagy magánhálózatok céljára többnyire kiskapacitású, esetenként mobil berendezések szolgálnak.

Az első kísérleti berendezések

Az első mikrohullámú rádiórelé berendezés terveit Bognár Géza hozta magával a Posta Kísérleti Állomásra, amikor áthelyezték az alakuló TKI-ba¹⁴. Ezek alapján egy 2 GHz-es 10 csatornás berendezés mintáját készítették el, melyből kiindulva a Beloiannisz Híradástechnikai Gyárban, (a BHG-ban) fejlesztették ki és gyártották az első, 24 FDM beszédcsatorna átvitelére szolgáló berendezést.

Ezt követően az Intézet, együttműködve a BHG-val megkezdte egy több televíziós műsor és sok száz telefonbeszélgetés egyidejű, nagytávolságú átvitelére szolgáló gerinchálózati rendszer kidolgozását. Erre elsősorban a TV adások műsorainak belföldi és külföldi továbbítása és a távolsági távbeszélő összeköttetések létrehozása miatt volt sürgősen szükség. Az első kísérleti berendezéssel, amely frekvenciamodulált, néhány mW teljesítményű mikrohullámú adót és 70 MHz-s középfrekvenciás erősítőket alkalmazott, az Intézet rózsadombi épülete és a Magyar Posta Kékestetőn lévő reléállomása között 1957-ben létesítettek kísérleti összeköttetést. Ezen végezték a rendszer átviteli tulajdonságait tisztázó méréseket¹⁵.

A berendezések felépítéséhez szükséges speciális alkatrészek (pl. ferrit- és félvezetőeszközök) kutatás-fejlesztési munkái a berendezés-fejlesztéssel párhuzamosan folytak az Intézetben¹⁶, míg a mikrohullámok előállítására és erősítésére alkalmas elektroncsöveket: klisztronokat és haladóhullámú csöveket¹⁷ az Intézet újpesti laboratóriumában fejlesztették. A gyártáshoz és az üzemeltetéshez szükséges mikrohullámú és egyéb speciális műszerek kidolgozása és gyártása az Almássy György¹⁸ által vezetett szervezet feladata volt.

A 4 GHz-es berendezések – FMV gyártmányok

A Budapest–Kékes vonal vizsgálati tapasztalatai alapján a TKI további, de még mindig csak ideiglenes, 1 W adóteljesítményű, klisztron adóval működő, 4 GHz-es KTT 4000¹⁹ típusjelű berendezéseket gyártott, melyek már jól megfeleltek fekete-fehér TV kép és egy kísérőhang átvitelére és alkalmasak voltak a legsürgősebb feladatot jelentő Gerecse-Budapest képátviteli út kiépítéséhez²⁰. A Posta Rádióműszaki Hivatal megrendelésére 1958 végére készültek el a vonal állomásépületei és befejezték a berendezések felszerelését.

Az üzemi próbákat 1959 elejére befejezték és így még az első negyedévben lehetővé váltak a rendszeres külföldi műsorközvetítések Pozsony, Prága, Lipcse és Berlin stúdióiból, amivel lehetővé vált az Eurovízió műsorainak elérése is. A közvetítés módja igencsak bonyolult volt, mert a Gerecse-csúcson TV készülékkel vett adás alapsávi jeleit továbbították a TKI, csak egy irányban működő (de irány-váltható) mikrohullámú berendezésével a Széchenyi hegyre²¹.

Ennek az első, tisztán elektroncsöves mikrohullámú rádiórelé berendezésnek tényleges postai üzemeltetése a tapasztalatszerzés nagy iskolája volt. Az itt tanultak tették lehetővé, hogy 1962 telén a Budapest–Gödöllő–Kékes–Emőd–Tokaj–Kisvárdai keleti láncon üzembe helyezhessék a még mindig ideiglenes, és csak fekete-fehér TV kép és egy hangcsatorna átvitelre alkalmas, de már a BHG-ből kivált új vállalat, az FMV²², által gyártott 4 GHz-es, GTT 4000/A típusjelű berendezéseket.

A következő évben a TKI dokumentációi alapján az FMV megkezdte a GTT 4000/600 típusjelű, új gerinchálózati berendezés gyártását is. Ez alapkiépítésében 2 üzemi és 1 tartalék, szélessávú duplex rádiócsatornát tartalmazott, de az üzemi csatornák számát 5-ig lehetett bővíteni. Bármelyik rádiócsatorna fekete-fehér TV kép és annak kísérőhangja, vagy 600 FDM telefoncsatorna átvitelére volt alkalmas. A GTT 4000/600 alkalmas volt végállomás és ún. főállomási üzemre, ahol a rendszerhez tartozó modulátorokkal lehetett az alapsávi jelet előbb a frekvenciamodulált 70 MHz-es középfrekvenciára majd az adókeverőkkel a mikrohullámú vivőkre transzponálni, valamint a mikrohullámú vivőkről előbb középfrekvenciára, majd a demodulátorokkal az alapsávra letranszponálni. Hosszabb vonalak esetén a közbenső, felügyelő személyzet nélküli ún. ismétlőállomásokon a csatornák jeleit a vevőktől középhullámon adták tovább az adott irányhoz tartozó adókhoz. A kezelő személyzettel rendelkező vég- és főállomások között több ismétlőállomás is működhetett, melyekkel együtt az állomások egy önállóan kezelhető szakaszt képeztek. E szakaszok saját csatornatartalékolással és távfelügyelettel rendelkeztek. Az adóvevő berendezések még elektroncsövekkel készültek, de a szolgálati csatornák alapsávjában a távfelügyelet és a tartalékolás berendezéseiben már tranzistoros-áramköröket alkalmaztak. A szélessávú adók magyar gyártmányú, 5 W adóteljesítményű haladóhullámú csövel működtek²³, a vevők zajtényezője 14 dB volt.

Bár ezzel a berendezéssel az akkori technikai lehetőségeknek megfelelő legkorszerűbb gerinchálózati rendszert született, az adáshoz és vételhez használt közös antenna okozta zajproblémák miatt az üzembe helyezés elhúzódott. A tápvonalrendszert a két jelút szétválasztása érdekében jelentősen át kellett alakítani²⁴. Az új berendezéseket végül is 1964-ben kezdték felszerelni a keleti láncon üzemelő GTT 4000/A berendezések mellé, ahonnan azok beüzemelése után a korábbi berendezéseket leszerelték és felhasználták az ideiglenes Budapest–Seregélyes–Úzd–Pécs lánchoz²⁵.

Az üzembe helyezés késlekedése lehetővé tette az új gerinchálózati berendezést folyamatos továbbfejlesztését, így abból az FMV sikeres gyártmánya lett, amit számos magyarországi vonalon alkalmaztak. Például 1968-ban GTT 4000/600 típusú berendezésekkel szerelték fel a keleti lánchról leágazó Emőd–Újszentmargitta–Debrecen–Nagyvárad, valamint a Budapest–Cegléd–Martfű–Szentés–Békéscsaba–Komádi láncokat. Emellett Jelentős mennyiségű berendezést szállítottak a környező országokba (2267 RF csatornakilométert) és a Szovjetunióba (30399 RF csatornakilométert)²⁶.

A 6 GHz-es Druzsba berendezések – FMV gyártmányok

A Szovjetunió, Postaügyi Minisztériumának Rádiókutató Intézete (NIIR) és a TKI között, még 1958 végén tudományos együttműködési megállapodás jött létre. Ennek az együttműködésnek első feladata a NIIR fejlesztésű R-600 és a TKI fejlesztésű GTT 4000/600 berendezések adatainak egyeztetése volt. A NIIR és a

TKI 1964-ben állapodott meg arról, hogy közös munkával létrehoznak egy speciális, 6 GHz-es rádiórelé rendszert, amely 12500 km hosszú lánc esetében is képes 8 mikrohullámú, szélessávú duplex rádiócsatornán színes televízió kép és négy zenecsatorna, avagy 1920 távbeszélő csatorna kiváló minőségű átvitelére. A mikrohullámú és modem berendezéseket a TKI, a szolgálati távbeszélő, távjelző, távkezelő és csatornatartalékoló berendezéseket a NIIR fejlesztette. Ez a GTT 6000/1920 típusjelű ún. Druzsba berendezés²⁷, a haladóhullámú csőtől eltekintve csak félvezetőket tartalmazott, tehát már ún. második generációs berendezés volt²⁸. Bár a TKI fejlesztésű adó-vevők és modemek gyártására az FMV már 1968-ra felkészült, a NIIR által fejlesztett berendezésrészek honosítása elhúzódott, amiért az első kísérleti vonalat csak 1973-ben lehetett a kaukázusi Groznij és Mahacskala közötti vonalon üzembe helyezni. A kísérleti vonal sikeres átadását követően a Szovjet Posta rendelkezésre az FMV szakemberei nagyszámú, összesen 19 830 RF csatornakilométer hosszú GTT 6000/1920 típusú láncokat telepítettek az Szovjetunió különböző területein²⁹.

A GTT–70 berendezéscsalád – FMV gyártmányok

Már a speciális szovjet előírásoknak megfelelő Druzsba berendezés fejlesztése során felmerült annak igénye, hogy a TKI, az FMV-vel együttműködve dolgozzon ki egy olyan 4 és 6 GHz-es sávban működő berendezéscsaládot, melynek tagjai mind a KGST mind CCITT szabványoknak megfelelően teljesítik a 2500 km-es referencia hálózatra vonatkozó nemzetközi előírásokat. E munka során 1972 és 1976 között, egymás után, sorra készültek el, a GTT 4000/960, GTT 6000/960, GTT 4000/1800, GTT 6000/1800, típusjelű berendezések³⁰. Ezek az egységesített mechanikai konstrukciójú, második generációs, berendezések a mikrohullámú haladóhullámú csövek kivételével csak félvezető eszközöket alkalmaztak. Az új berendezéscsalád a GTT-70 nevet kapta. A 4 GHz-es szélessávú berendezéseket 15 W teljesítményű adóval, a 6 GHz-eseket pedig 10 W-os adóval szerelték. A rendszert szakasztartalékolásra tervezték és felügyelő személyzet nélküli üzemet is lehetővé tevő távfelügyelő és szolgálati távbeszélő rendszerrel látták el. A segédberendezések jeleit az FDM multiplex jeleit átvivő RF csatorna alapsávjában továbbították.

A GTT-70 berendezéscsalád első 4 GHz-es 1800 FDM távbeszélő csatorna vagy színes TV kép és négy kísérőhang, átvitelére alkalmas berendezéseivel a Budapest–Cegléd–Martfű–Szentés vonalon 1975-ben építettek ki egy referencialáncot. Ezt követően a keleti lánc Budapest–Emőd irányát 4 üzemi plusz 1 tartalék csatornára, valamint annak Emőd–Budapest irányát 3 üzemi plusz 1 tartalék csatornára bővítették³¹.

Az 1978 és 1979-es években a GTT-70 család 6 GHz-es berendezéseivel építették fel az 1980-as moszkvai Olimpiai láncot is, amely Moszkva-Tokarnia-Kassa-Ungvár-Kisvárd-Budapest vonalon juttatta el a magyar műsorszórás számára továbbított képet. Az Eurovízió programjait a Taliándörögdi Úrtávközlési állomás fogadta, majd földi mikrohullámú vonalon továbbították Nyugat Európa felé³².

A GTT-70-es család berendezéseit a TKI és az FMV folyamatosan tökéletesítette. Ennek köszönhető, hogy a Magyar Posta sok éven keresztül ezzel a típussal bővítette a meglévő és építette az új mikrohullámú vonalait. De az is figyelemre méltó, hogy az Indiai Posta 1976-tól kezdve közel 50 állomásnyi (17667 RF csatornakilométer) berendezést vásárolt és telepített a szigorú klímakövetelményeket is teljesítő GTT-70 berendezésekből, melyek gyártási jogát is megvásárolta a bangalorei Indian Telephone Industries vállalat³³.

A KTT–70 berendezéscsalád – ORION gyártmányok

A szélessávú gerinchálózatok kiépítése után szükségessé váltak a leágazó szárnyvonalakra telepíthető körzeti mikrohullámú berendezések. Ezek fejlesztését TKI az Orion gyárral együttműködve 1970-ben kezdte meg. Céljuk egy a 8 GHz-es frekvenciasávban működő olyan berendezéscsalád kidolgozása volt, melynek tagjai számos szolgáltatási igény kielégítésére alkalmasak. Ekkorára már a TKI rendelkezésére állt az egységesített mechanikai konstrukció és a második generációs technológia teljes eszköztára. Az így megszülető új berendezések már csak félvezetőket alkalmaztak. Maga az adó is félvezetőkkel állította elő a kisugárzott 200 mW teljesítményt. A KTT-70 néven megszületett berendezéscsaládot többféle konfigurációban gyártották³⁴:

- A KTF 8000/300 jelű, 8 GHz-es sávban működő analóg berendezés, amely a hozzákapcsolt frekvenciaosztású multiplex berendezéstől függően 60, 120 vagy 300 távbeszélő csatorna jeleit tudta – szabványos számú ismétlőállomások esetében, akár a referencia hálózat 2500 km-es távolságára – továbbítani. A jelátvitelhez frekvencia diverzitit alkalmaztak. Ez azt jelentette, hogy az egyes ismétlőállomások között a jelet két párhuzamos, de eltérő adófrekvenciájú mikrohullámú csatornán továbbították és mindig a kisebb zajú csatorna jelét sugározták tovább a következő állomás felé. Ez a megoldás egyben megoldotta a csatornatartalékolást is, hiszen az üzemiént működő csatorna meghibásodása esetén a másik, tartalékként is átvehette annak feladatát. Az Orion fejlesztésű szolgálati telefoncsatornák, valamint a távellenőrző és távkezelő berendezések jeleit a sokcsatornás alapsáv 12 kHz-es alsó határfrekvenciája alatt vitték át³⁵.
- A KTV 8000 jelű, 8GHz-es berendezés színes televízió kép és maximum 4 kísérő zenecsatorna átvitelére volt alkalmas, maximálisan 800 km távolságra. Ugyanúgy 1 + 1 felépítésű volt, mint az előző rendszer. Minthogy a TV spektrum alatt nem lehet a szolgálati jeleket továbbítani, e rendszerhez külön, kiskapacitású szolgálati rádiócsatornát kellett alkalmazni. E célra az Orion a DM 8000/6 típusjelű, keskenysávú, deltamodulált digitális rádiórelé berendezését használta.
- A KTT 8000/300 jelű berendezésnek azt a kiépítést nevezték, amikor az előző két kiépítésű rendszert együtt, 2 + 2 elrendezésben, de közös antennarendszerrel alkalmazták. Ez esetben a 300 távbeszélő csatornát átvivő 1 + 1 felépítésű rendszer alapsávjában futottak a szolgálati berendezések jelei.
- GTT 8000/300 típusjellel került forgalomba a berendezéscsalád egy olyan változata, amely négy mikrohullámú csatornát tartalmazott, azok 3 üzemi és 1 tartalékcsatorna kiépítésében. Az egyes csatornák KTF, vagy KTV csatornaként működhettek. A tartalékcsatornához, a szakasz mindkét végén egy-egy 70 MHz-es középfrekvencián átkapcsoló tartalékoló automatika csatlakozott, amely lehetővé tette, hogy a tartalékcsatorna, bármelyik üzemi csatorna feladatát átvegye. A tartalékoló szakasz két végállomásán lévő tartalékoló berendezések szinkron működéséhez szükséges vezérlő jelek és a szolgálati berendezések jeleinek továbbításához ez esetben is külön kiskapacitású rádiócsatornára volt szükség.
- A berendezéscsalád sorozatgyártását az Orion 1973-ben kezdte meg, és a keleti láncrea telepítette az első szériát. Továbbiakban a Magyar Posta, valamint a Csehszlovák és a Szovjet Posta voltak a fő vásárlók.
- A Taliándörögdi Interszputnyik földi állomás kiszolgálásához az Orion továbbfejlesztette a berendezéscsaládot, mely így 960 FDM csatorna, vagy színes televízió kép és 4 kísérő zenecsatorna átvitelére vált alkalmassá, miközben teljesítette a CCITT, 2500km-es referencia hálózatára vonatkozó előírásokat.
- A TKI fejlesztésű berendezések, egységes konstrukciós rendszerének és egyes áramköreinek felhasználásával, a TKI egy teljesen új koncepciójú kiskapacitású, 12, vagy 24 FDM csatorna átvitelére alkalmas berendezést is kidolgozott³⁶. E berendezés, amelyik 1974-ben LD 8000/24-IC típusjellel jelent meg az Orion gyártmányválasztékában az volt a különlegessége, hogy maga a berendezés egybeépült antennájával, ami igen egyszerű és gyors telepítést tett lehetővé³⁷. Segítségével távol eső, kis településeket lehetett bekapcsolni a telefonhálózatba, de legfontosabb alkalmazási területe mégis az olaj- gáz- és energiahálózatok, vagy katasztrófa-helyszínek hírközlésének biztosítása volt.

A GTT-80/KTT–80 berendezéscsalád – TKI és ORION gyártmányok

A mikrohullámú rádiórelé rendszerek technológiai forradalma

A hetvenes évek elejére nyilvánvalóvá vált, hogy a csőtápvonalakból kialakított, nehézkes mikrohullámú áramkörök és haladóhullámú csövekkel felépített mikrohullámú erősítők korszaka lejárt és elkerülhetetlen a szalagtápvonalas (microstrip) technológia és a mikrohullámú frekvenciatartományban működő félvezető eszközök, valamint a digitális és analóg integrált áramkörök általános alkalmazása³⁸. Az iparvezetés

nem bízva a hazai kutatók és fejlesztők képességeiben nyugati licenz megvásárlása mellett döntött. A Budavox Külkereskedelmi Vállalat vezérigazgatója, Nyiredy László, vezetésével a három érdekelt intézmény, a TKI, az FMV és az Orion vezetői (Váradi Imre, Jancsó István, Köteles Zoltán) és azok néhány szakembere (Herpy Miklós, Schmideg Iván és Somogyi András) 1975 nyarán végiglátogatták az ajánlattevő vállalatokat: SEL – Stuttgart, AEG Telefunken – Ulm, Siemens – München; GTE – Milánó, Bell Telephone – Antwerpen, Thomson CSF – Párizs. Az egyes cégek jelenösen eltérő műszaki megoldásokkal tervezték megvalósítani a technológiaváltást, melyek megismerése rendkívül sok tanulsággal szolgált. A TKI és a két gyártó döntése alapján a Budavox az antwerpeni Bell Telephone cég licencére kötött szerződést. Mire azonban, közel 3 évvel később, 1978-ban megérkezett az amerikai hatóságok szerződést elutasító határozata a TKI kutatói – a licenz átvételére készülve – kidolgozták és meghonosították az Intézetben a szükséges modern technológiákat^{39, 40}. A kerámia- és duroid-alapú szalagtápvonalas áramkörök tervezéséhez szükséges CAD programok kidolgozása és az azokkal tervezett áramkörök nagy pontosságú gyártása tette lehetővé, hogy a TKI laboratóriumában eddigre már működjön egy saját konstrukciójú harmadik generációs, 7 GHz-es, 960 TF csatorna átvitelére alkalmas harmadik generációs rádiórelé berendezés fejlesztési mintája. Ebben a megbukott licenz-vásárlási kísérletnek csak annyi szerepe volt, hogy a megismert Bell berendezések felhívták a TKI fejlesztőinek figyelmét a PLL (Fáziszárt hurok) technológia előnyeire. Ez a technológia tette lehetővé a digitálisan programozható, kiszajú lokálgenerátorok és az információt hordozó középfrekvenciás jellel modulált félvezetős mikrohullámú oszcillátort tartalmazó adók kifejlesztését. Ezek az áramköri megoldások kedvezően támogatták az egységes konstrukciójú, KTT-80 és GTT-80 jelű berendezéscsaládok megszületését. Az egységesítés kiterjedt a mechanikai (slim-rack) konstrukcióra, a moduláris felépítésre és az áramkörök jelentős részére⁴¹.

A GTT-80/KTT-80 adó-vevőinek felépítése

A tervezők a GTT-80 és KTT-80 adó-vevőinek áramköreit egységes felépítésű blokkokra bontották. Egy adó-vevő három blokkból állt, ezek a vevő, az adómeghajtó- és az adó-végerősítő blokk. Az antennától ékező jelekből a szűrőváltó tápvonalszűrője választotta ki a csatornához tartozó jelet, amiből a vevőblokk kerámia hordozón megvalósított mikrosztrip vevőkeverőjével állították elő a 70 MHz-es középfrekvenciás jelet. Ezt egy automatikus erősítésszabályozású KF erősítő emelte a megfelelő szintre. A KF jelútba nagyszámú korrektoforokozatot építettek, melyek szisztematikus beállításával a 70 ± 10 MHz-es sávban az amplitúdó- és futási idő-ingadozást, stabilan optimalizálni lehetett.

A 4, 6, 7 és 8 GHz-es vevők lokáljelét, egy PLL hurokba épített, programozható, feszültségvezérelt 2 GHz-es oszcillátor jelének két-, három-, vagy négyszerezése útján állították elő. A 2 GHz-es oszcillátor frekvenciáját egy 6.25 MHz-es, nagy pontosságú kvarcoszcillátor határozta meg oly módon, hogy a 2 GHz jelet egy négy számjegy pontossággal beállítható, programozható osztóval 4 kHz körüli frekvenciára osztották le és ugyanide osztották le a 6,25 MHz-es kvarcoszcillátor jelét is. A 2 GHz-es oszcillátort a két leosztott jelet összehasonlító 4 kHz-es fázisdetektor kimenő feszültsége vezérelte. Ez a megoldás tette lehetővé, hogy bármelyik csatornához a programozható osztóval be lehessen állítani a vevő lokáljelét.

Az ismétlődőállomásokon a vevő KF jele táplálta az adókeverőt is tartalmazó adómeghajtó blokkot, amely előállította a KF jellel modulált 4, 6, 7, vagy 8 GHz frekvenciájú mikrohullámú adójelet. A 4, 6, 7, vagy 8 GHz-es adók lokáljel generátora a nagyobb lokáljel szinttől eltekintve csak a másodlagos modulálhatóságban tért el a vevő lokálgenerátorától. Itt a járulékos modulálhatóság azt jelentette, hogy a feszültségvezérelt 2 GHz-es oszcillátor frekvenciáját meghatározó, gyakorlatilag egyenfeszültséghez hozzáadták a 0,3 – 252 kHz sávban továbbítandó különféle szolgálati, távkezelő, tartalékolást-vezérlő és járulékos TF csatornák jeleit.

Minthogy a fejlesztés időpontjában még nem álltak rendelkezésre a 2 GHz feletti sávban alkalmazható, elfogadható árú tranzisztorok, ezért az adó-végerősítő blokkban az adóteljesítmény emeléséhez a frekvencia osztást-szorzás módszerét alkalmazták oly módon, hogy az adókeverőből érkező, csupán 1,5 mW szintű 4, 6, 7 vagy 8 GHz-es jelet leosztották 2 GHz-re, majd azt egy PLL erősítővel 350 mW erősítették. Ez a teljesítmény már elegendő volt a 2 GHz-es, kétfokozatú tranzisztoros végerősítő meghajtásához, melynek 10 Wattos kimeneti jelét sokszorozva állíthatták elő a 4, 6, 7 és 8 GHz-es berendezések (4-, 3,4-, 2- és 2- W-os) adójeleit.

A 2 GHz-es PLL erősítő feszültségvezérelt oszcillátorának megfelelően sokszorozott (2x, 3x, 4x) jelét és az adókeverőből érkező frekvenciamodulált jelet összehasonlító fázisdetektor az üzemi adófrekvencián működött⁴².

A GTT-80/KTT-80 modemei és végberendezései

Egy rádiórelé lánc CCIT szerinti referencia hossza 2500 km. Mind az elméleti, mind a tényleges, 40-60 km-es rádiószakaszokat alkalmazó hálózatok ismétlőállomásokból, főállomásokból és végállomásokból épülnek fel. Az ismétlőállomások feladata a jel erősítése és az esetleges leágaztatás biztosítása. Itt az információt hordozó jel demoduláció nélkül, 70 MHz-es középfrekvencián halad át. A végállomásokon modulátorok transzponálják az alapsávi jelet 70 MHz-es KF jellé és a szakasz végén demodulátorok konvertálják a KF jelet ismét összetett alapsávi jellé. A főállomásokon a sokcsatornás TF jelek demodulációval, majd ismételt modulációval, a TV jelek pedig anélkül haladnak át. A vég- és főállomásokon történik a rádiórelé vonal elágaztatása vagy a keresztező vonalakkal történő összekapcsolása.

A GTT-80 és KTT-80 rádiórelé berendezések csatornáit néhány Hz és 10 MHz közötti analóg jeleket voltak képesek továbbítani. Telefoncsatornák esetében ez az összetett analóg jel, a maximálisan 1800/1920 csatornás FDM multiplex jelen kívül tartalmazta a rádiórelé lánc üzemeltetéséhez szükséges segédjeleket, mint a szolgálati telefon, a távkezelés, az automatikus tartalékolás, és esetenként további FDM multiplex berendezések jeleit. TV csatornák esetében az összetett analóg jel a fekete-fehér, vagy színes TV kép és maximálisan 4 zenecsatorna mellett esetenként tartalmazott egy sávfeletti csatornát a segédjelek átviteléhez. Mindegyik rádiócsatorna működésének folytonosságát sávfeletti pilotjel felügyelte, melynek frekvenciája a 300 és 960 telefoncsatornát átvivő berendezések kivételével 9023 kHz volt. A harmadik generációs modemek specialitása, hogy olyan alapsávi korrektorokkal rendelkeztek, melyekkel az amplitúdó- és futási idő-ingadozást az alapsávban is csökkenteni lehetett.

A modulátorokhoz és demodulátorokhoz csatlakoztak a végberendezések, melyek feladata az összetett alapsávi jel előállítás, illetve vételi oldalon annak lebontása volt. A TV csatornák végberendezése egyszerű volt, mert az egységes színes képátvitel mellett, többnyire csak a hangcsatornák vivőfrekvenciái miatt kellett változatokkal számolni. A távbeszélő csatornák végberendezései esetében sokkal többféle változat is előfordult. Csak a távbeszélő csatornák számát figyelembe véve is 7 változat (CCITT, OIRT, SzU Posta szabványok) adódik: 300, 960/1020, 1260/1320 és 1800/1920, ami a különféle segédcsatornák alkalmazásától függően többszöröződhet⁴³.

A GTT-80/KTT-80 szolgálati berendezései

A GTT-80 és KTT-80 berendezések működtetéséhez különféle szolgálati berendezésekre volt szükség. A vég és főállomásokat egy, a 6-54 kHz-es sávba konvertált 12 csatornás FDM multiplex néhány csatornája kötötte össze, melyeken keresztül az országos hálózathoz is csatlakozni lehetett. A 12 csatornából egy-egy csatorna továbbította a távfelügyelet⁴⁴ és a tartalékolás digitális jeleit. Az állomások közötti szolgálati beszédkapcsolatot egy fizikai, 0,3-4 kHz-es telefoncsatorna biztosította.

A GTT-80/KTT-80 tartalékoló berendezései

A tartalékoló berendezések alapvető feladata a jelátvitel megbízhatóságának növelése. Ezt szolgálják a GTT-80/KTT-80 családhoz kifejlesztett 7+1 csatornás, 1+1 csatornás, diverziti és leágazás tartalékoló berendezések. A legegyszerűbb változat az 1 + 1 csatornás alapsávi vagy KF rendszer. A két csatornát, különösen gyakori fading esetén célszerű volt diverziti üzemben használni, amikor az adó végállomáson a két – különböző adófrekvenciájú – csatorna bemenetét párhuzamosították és a tartalékoló automatika a jobb jel/zaj viszonyú csatorna alapsávi jelét adta tovább. A két csatorna működhetett 1 üzemi és 1 tartalék konfigurációban is. Ez esetben végállomásokon alapsávi-, ismétlőállomásokon KF-tartalékolást alkalmaztak. Több üzemi csatorna esetén a 7+1 csatornás KF tartalékoló berendezés a maximálisan hét duplex üzemi csatornából egyet

tudott a KF be- és kimenetek átkapcsolásával, a tartalék csatornával helyettesíteni. A helyettesítendő csatornák fontossági sorrendje előre meghatározható volt. A KF leágazó berendezés biztosította, hogy a leágazási pontnál a leágaztatott üzemi csatorna is a tartalékra kapcsolódjon, ha a 7+1-es csatornatartalékoló berendezés valamilyen oknál fogva tartalékra kapcsol.

A GTT-80/KTT-80 berendezéscsalád – Kiépített hálózatok

A licenzvásárlás elmaradása és az elkészült mintaberendezés sikere arra készítette a berendezésgyártókat, hogy a TKI kutatóira bízzák a teljes harmadik generációs, tehát a 4, 6, 7 és 8 GHz-es rádiórelé család berendezéseinek kidolgozását. TKI-ban úgy látták célszerűnek, hogy a sokévi fejlesztő munkát a már mintaszinten működő 7 GHz-es berendezés gyártási dokumentációjának elkészítésével kezdjék meg, majd annak 8 GHz-es változatával folytassák. E berendezésekhez viszont hozzá tartoztak a modemek, az alapsávi berendezések és a segédberendezések (Alapsávi- és KF-tartalékoló, Távjelző/Távkezelő és Szolgálati MPX berendezések). Így az adóvevők fejlesztésével párhuzamosan ezek kidolgozását és dokumentálását is el kellett végezni. Ezért a 4 és 6 GHz-es GTT-80 berendezések gyártási mintái és dokumentációi csak az 1980-as évek közepére készültek el⁴⁵. Eddigre azonban a gazdasági társaságok átalakulásával kapcsolatos törvények oly mértékben átalakították a két berendezésgyártó vállalat, az Orion és az FMV üzletpolitikáját, hogy azok a kidolgozott harmadik generációs berendezéscsaládok gyártásba vételétől elálltak.

A Posta Rádió és TV Műszaki Igazgatósága vezetői viszont komolyan vették feladatukat, és mindent elkövettek, hogy az új, korszerű berendezésekkel a lehető leggyorsabban bővítsék az ország gerinchálózatait és körzeti vonalait. Így kerülhetett, sor az 1986-90-es években a Dél-Balaton, a Kaposvári, a Dunántúli kerülő, a Győr-Taliándörögdi, és a Tiszántúli analóg TF és TV csatornákat továbbító mikrohullámú rádiórelé hálózatok kiépítésére, ill. bővítésére. E hálózatok minden fő- és végállomásán a folyamatos működést a GTT-80/KTT-80 családdhoz fejlesztett, TKI gyártású KF tartalékoló (MA-80), vagy alapsávi tartalékoló (AST 1+1) berendezésekkel biztosították. Emellett az összes állomásra a GTT-80/KTT-80 családdhoz fejlesztett, TKI gyártotta, távjelző/távkezelő (TK-80) és szolgálati távbeszélő multiplex (SzMPX) berendezéseket telepítettek. Az új vonalak telepítésének és a meglévők bővítésének fővállalkozója a TKI volt. A munkákat Sipőcz István, a TKI Rendszertechnikai Osztályvezetője irányította. A telepített új vagy bővített hálózatok a következők voltak⁴⁶:

Dél-Balaton hálózat. (Telepítés: 1986/87)

- 1. A hálózat első szakaszának állomásai: Veszprém – Kabhegy 1 – Boglárlelle 1 – Fonyód – Marcali.
- 2. A hálózat második szakaszának állomásai: Siófok – Kabhegy 2 – Boglárlelle 2.

Az új telepítésű szakaszok 1+1 csatornás, KTT-80 típusú, 960 TF csatorna átvitelére szolgáló, 7 GHz-es RF adó-vevő és modem berendezéseit a TKI gyártotta.

Kaposvári hálózat. (Telepítés: 1987/88)

- 1. A hálózat első szakaszának állomásai: Kaposvár 1 – Nagybajom 1 – Kadarkút – Pécs.

Az új telepítésű szakasz 1+1 csatornás, GTT-70 típusú, 1800 TF csatorna átvitelére szolgáló, 6 GHz-es RF adó-vevő és modem berendezéseit az FMV gyártotta.

- 2. A hálózat második szakaszának állomásai: Kaposvár 2 – Nagybajom 2 – Nagyatád.
- 3. hálózat harmadik szakaszának állomásai: Kaposvár 2 – Nagybajom 2 – Marcali.

Az új telepítésű 2. és 3. szakasz 1+1 csatornás, KTT-80 típusú, 960 TF csatorna átvitelére szolgáló, 7 GHz-es RF adó-vevő és modem berendezéseit a TKI gyártotta.

Dunántúli kerülő hálózat (Telepítés: 1988/90)

-1. A hálózat első szakaszának állomásai: Budapest József Központ – Országos Mikrohullámú Központ (OMK). A részben bővített szakasz 7+1 csatornás, GTT-70 típusú, 1800 TF csatorna és TV+4 hangcsatorna átvitelére szolgáló, 6 GHz-es RF adó-vevő és modem berendezéseit az FMV gyártotta.

-2. A hálózat második szakaszának állomásai: OMK – Tatabánya – Győr.

A részben bővített szakasz, melyek 4+1 csatornás, GTT-70 típusú, 1800 TF csatorna és TV+4 hangcsatorna átvitelére szolgáló, 6 GHz-es RF és modem berendezéseit az FMV gyártotta.

-3. A hálózat harmadik szakaszának állomásai: Győr – Répcelak – Ondód.

A részben bővített szakasz 3+1 csatornás, GTT-70 típusú, 1800 TF csatorna és TV+4 hangcsatorna átvitelére szolgáló, 6 és 4 GHz-es RF adó-vevő és modem berendezéseit az FMV gyártotta.

-4. A hálózat harmadik szakaszának állomásai: Ondód – Szombathely.

Az új szakasz 2+1 csatornás, GTT-70 típusú, 1800 TF csatorna és TV+4 hangcsatorna átvitelére szolgáló, 6 GHz-es RF adó-vevő és modem berendezéseit az FMV gyártotta.

-5. A hálózat ötödik szakaszának állomásai: Ondód – Hegyhátsál – Bazita.

Az új szakasz 2+1 csatornás, GTT-70 típusú, 1800 TF csatorna és TV+4 hangcsatorna átvitelére szolgáló, 4 GHz-es RF adó-vevő és modem berendezéseit az FMV gyártotta.

-6. A hálózat hatodik szakaszának állomásai: Bazita – Újudvar – Kadarkút – Pécs Torony.

Az új szakasz 2+1 csatornás, GTT-70 típusú, 1800 TF csatorna és TV+4 hangcsatorna átvitelére szolgáló, 4 **GHz-es RF adó-vevő és modem berendezéseit az FMV gyártotta.**

-7. A hálózat hetedik szakaszának állomásai: Pécs Torony – Pécs Stúdió.

Az 1+1 csatornás diverziti üzemű szakaszon, a 8 GHz-es KTV-8000 típusú adó-vevő berendezéseket az Orion, a GTT-70 típusú modem és TV végberendezéseket az FMV gyártotta.

Győr – Taliándörögd hálózat (Telepítés: 1989)

-1. A hálózat egyik szakaszának állomásai: Győr 1 – Rábaszentandrás – Kabhegy – Taliándörögd.

A bővített szakasz 5+1 csatornás 960 TF csatorna és TV+4 hangcsatorna átvitelére szolgáló, 8 GHz-es KTF-8000/960 és KTV-8000 típusú RF adó-vevő és modem berendezéseit az Orion gyártotta és telepítette 1977-ben.

-2. A hálózat másik szakaszának állomásai: Győr 2 – Rábaszentandrás – Pápa.

A szakasz 2+0 csatornás, 960 TF csatorna átvitelére szolgáló, 8 GHz-es KTF-8000/960 típusú RF adó-vevő és modem berendezéseit az Orion gyártotta.

Tiszántúli hálózat (Telepítés: 1989/90)

-1. A hálózat első szakaszának állomásai: Országos Mikrohullámú Központ – Cegléd – Martfű.

-2. A hálózat második szakaszának állomásai: Martfű – Szentés – Szeged HTI.

-3. A hálózat harmadik szakaszának állomásai: Szentés – Békéscsaba.

E három bővített szakasz 5+1 csatornás, GTT-70 típusú, 1800 TF és TV+4 hangcsatorna átvitelre szolgáló, 4 GHz-es RF adó-vevő és modem berendezéseit az FMV gyártotta.

-4. A hálózat negyedik szakaszának állomásai: Szeged-HTI – Szeged-TV Stúdió.

-5. A hálózat ötödik szakaszának állomásai: Martfű – Szolnok.

A negyedik szakaszra az Orion „kísérleti” gyártású, 1+1 csatornás, diverziti üzemű, KTT-80 típusú, 8 GHz-es, TV kép + 4 kísérőhang átvitelére szolgáló, míg az ötödik szakaszra ugyanezen típus, 7 GHz-es, 960 TF csatorna átvitelére szolgáló berendezéseit telepítették.

GTT-80/KTT-80 típusú TKI berendezések a Magyar Posta (Magyar Műszorszóró Vállalat) mikrohullámú rádiórelé vonalain



Az 1986 és 1990 között telepített új vagy bővített hálózatok.

Kiskapacitású rurál és magánhálózatok berendezései

A harmadik generációs mikrohullámú berendezésekkel megszületett technológia és áramkörkészlet lehetővé tette olcsó és kisméretű, esetenként az antennával egybeépíthető, mikrohullámú digitális rádió berendezések létrehozását. Ezek rendkívül alkalmasak voltak szétszórtan elhelyezkedő postai előfizetők telefon- és adatforgalmának időosztásos, rurál hálózatokban való alkalmazásra. E mellett fontos szerepük lett az 1980-as években, amikor a gazdasági átalakulások során született új intézmények, főként bankok és privatizált nagyvállalatok nem bírván elviselni a telefon és adatkapcsolatok hiányát, magán-hálózatokat kezdtek kiépíteni intézményük és az elérhető országos hálózatok között.

Az egyik első, IER 64/1500 típusjelű, időosztásos, 0,7 Mbit/s sebességű, 10 PCM csatornás rurál berendezést, amely max. 10 állomásra szétszórt 64 előfizetőt szolgált ki szabad csatornahozzáférés alapján a TKI fejlesztette ki. Ezt a berendezést 1984-ben helyezték kísérleti üzembe, majd azt az Orion gyártotta⁴⁷.

A nyolcvanas évek első felében, a piaci igények kielégítése érdekében a TKI és az Orion fejlesztői olyan, KSR-8 típusjelű, osztott kivitelű berendezéscsaládot dolgoztak ki, melynek, egységes áramkörkészlettel felépített, 8 GHz-es adó-vevőjét az antennához tartozó kis konténerbe építették, míg az illesztő-berendezéseket az épületben vagy konténerben, külön földi keretben helyezték el. A család első tagjait még analóg jelek átvitelére tervezték és azok az adó, 60 és 200 mW közötti teljesítményétől függően max. 20-40 km szakasztávolság áthidalására és 6 – 24 FDM csatorna átvitelére voltak alkalmasak. A KSR típusjel a Kiskapacitású Szintetizátoros Rádiórelé megnevezésre utal. A vivőfrekvenciát ugyanis egy vezérelhető szintetizátor állította elő, melynek frekvenciáját a felhasználó a földi keretből állíthatta be⁴⁸.

1985-re elkészültek a berendezéscsalád KSR-8D típusjelű, 704 kbit/s és 2048 kbit/s jelsebességű, 10 és 30 PCM csatornás kiskapacitású digitális változatai⁴⁹. E berendezéseket az Orion nagy mennyiségben gyártotta és azok a következő években a gyár legjobb exportcikkévé váltak⁵⁰.

A következő években megszülettek a 8,448 Mbit/s jelsebességű, 120 csatornás 8 GHz-es berendezések, majd azok 11, 15, 20 GHz-es sávokban működő változatai is. Az első 15 GHz-es berendezések 1990-ben kerültek felhasználásra a Westel Rádiótelefon Kft. hálózatában⁵¹.

Az űrtávközlés berendezései

A XX. század hatvanas éveiben úgy tűnt, hogy a geostacionárius pályákra állított távközlési műholdak, melyeket elsősorban az interkontinentális televízió-közvetítések továbbításra szántak, kiváló eszközei lehetnek a transzatlanti távbeszélő- és adatkapcsolatoknak is. Az Egyesült Államokbeli Intelsat nevű globális szervezet 1965-ben állította pályára első távközlési műholdját, melyet a következő évtizedben több tucatnyi követett és a nyolcvanas évek elejére a földi állomások száma már meghaladta a kétszázat. A Szovjetunió és 14 szocialista, ill. szovjet érdekeltségű ország, követni akarván a világtrendet 1971-ben megalapította az Interszputnyik szervezetet, amely az Atlanti- és az Indiai-óceán zónáit lefedő geostacionárius szovjet műholdakon keresztül kívánt hasonló szolgáltatásokat biztosítani. Az Atlanti-óceáni zóna központi földi állomása Dubnában volt. Többek között innen érték el Magyarország, NDK, Iraki, Szíria, Kuba és Nicaragua földi állomásait. Az Indiai-óceáni zóna központi földi állomása Vladimir-ben volt, ahova Kína és Észak-Korea földi állomása is csatlakozott. A rendszer magyarországi földi állomását Taliándörögdön építették fel, majd annak átadása után, 1977-ben kezdték meg a működtető berendezések, köztük a 6 GHz-es mikrohullámú adó és a 4 GHz-es mikrohullámú vevő beszerelését.

Az Interszputnyik műholdas földi állomásokon szovjet gyártmányú csatornaképző berendezéseket alkalmaztak, melyek nem voltak kompatibilisek az ekkor már szabványosított és általánosan használt Intelsat csatornaképző berendezésekkel. A két rendszer közötti különbséget elsősorban az jelentette, hogy a szovjet rendszer analóg telefon csatornaképzőt alkalmazott, míg az Intersat digitális SCPC (Single Carrier per Channel) csatornaképző rendszert. A másik akadály abból adódott, hogy szovjet műholdak geostacionárius helyzete nem volt elegendően stabil, minek következtében a downkonverter kimenő jelének frekvenciája, nagyobb mértékben ingadozott, mint amit az Intelsat berendezései kezelni tudtak.

E problémák miatt az Interszputnyik rendszert modernizálni kellett, amit a szervezet magyar tagja és azon belül a TKI vállalt el. A TKI fejlesztésű INTERCSAT digitális csatornaképző berendezések alkalmazása nagyobb telefon csatorna kapacitást és jobb hangminőséget eredményezett.

A TKI berendezése is SCPC rendszert használt, és alapkiépítésben 12+2 darab 64 kbps PCM telefoncsatornát vitt át négyállapotú fázis modulációval. A frekvencia-instabilitás problémáját úgy oldották meg, hogy a vivő-visszaállító befogási tartományát háromszorosára növelték, ami alkalmassá tette a TKI fejlesztésű berendezést arra, hogy az Intelsat és az Interszputnyik műholdakkal egyaránt együtt tudjon működni⁵². Ennek elsősorban az 1990-es évek után lett jelentősége, amikor a felhasználók egy része a szovjet műholdak mellett Intelsat műholdakon keresztül is kívánt forgalmazni.

A két első elkészült INTERCSAT berendezést Dubnában és Taliándörögdön⁵³ helyezték üzembe. A sikeres műholdon keresztüli tesztek után a TKI megkezdte a berendezések gyártását, majd rendszerbe állítását az Interszputnyik földi állomásain. A Taliándörögdői állomásra, illetve az állomásról a jeleket az Orion gyártású GTT 8000/960 típusú berendezésekkel felépített rádiórelé lánc továbbította a Kabhegy-Rábaszentandrás útvonalon a Győri főállomásig.

E berendezések megalkotása hatalmas műszaki-tudományos eredmény volt és arra a megrendelő félnek, elsősorban politikai és katonai okokból sürgősen szüksége volt. Amint azonban sorra épültek a sok Terabit/s átviteli kapacitású interkontinentális optikai szálvezetős kábelek, a mindennapi, polgári telefon és adatforgalom számára az így létrehozott kommunikációs lehetőség gazdaságtalanná vált.

Haditechnikai eszközök és berendezések

A kezdeti évek haditechnikai munkái 1951 - 1956

Az 1950. június 25-én kirobbant Koreai háború miatt a magyar vezetés fokozott ütemű katonai felkészülést látott szükségesnek. A folyamatokat egy *Üzemgazdasági Tanács (ÜT)* fedőnevű bizottság (elnök Gerő Ernő, tagok Farkas Mihály, Vas Zoltán, továbbá még néhány miniszter és Bata István vezérőrnagy,

vezérkari főnök) irányította. Az ÜT 1950. december 13-án kelt határozata szerint a TKI kutatási tervének a következő fejlesztéseket és kutatási témákat kell tartalmaznia: tüzéségi lokátor, távol- és közel-felderítő lokátor, korszerű közelségi gyűjtő, elektronikus löelemképző és sokcsatornás mikrohullámú „hirtengely” mintapéldányának elkészítése.

Utasították a TKI-t, hogy 10–15 fordítóval, 15–20 rajzolóval és gépírókkal készüljön fel a honosítandó szovjet radartípusok gyártási dokumentációinak feldolgozására. Az Üzemgazdasági Tanács 1952. március 17-i határozata intézkedett arról, hogy a TKI feladatkörébe tartozzon a kutatás eredmények gyártásbevezetésével kapcsolatos kísérleti munka is. A szabadtéri kísérletek helyigénye és a titkosság biztosítása érdekében elrendelték a lokátor fejlesztés és gyártás egy a Bugyi–Ócsa műút melletti területen építendő épületbe való költöztetését⁵⁴

A honosítandó szovjet radarok közül elsőként a SZON-4 jelűt kívánták gyártásba vinni. Ezt a lokátort az amerikai hadseregtől kapott SCR-584 típusjelű berendezés dokumentációja alapján gyártotta a szovjet hadiipar. A szovjet berendezés honosításával párhuzamosan az 1948 nyarán újjászervezett Haditechnikai Intézet (HTI) koordinálásával a TKI és több magyar vállalat összefogásával megkezdtek egy magyar konstrukciójú később LRB-T1 típusjelű lokátor fejlesztését is. Az elkészült minta alapján, a GAMMA telephelyén 1951 májusában megalapított Finommechanikai Vállalat (FMV) már 1953-ban 10 darabot le is gyártott. Bár a terepvizsgálatok azt mutatták, hogy a magyar lokátor több tekintetben jobb, mint a honosított szovjet típus, mégis annak rendszeresítését fogadták el és a magyar konstrukció dokumentációját megsemmisítették. De végül a honosított szovjet típus gyártására se került sor, mert az 1956-os forradalom után a Bugyi mellett megkezdett építkezéssel együtt minden magyarországi lokátor-gyártást leállítottak⁵⁵. Hasonló sorsra jutott a TKI-ban fejlesztett közelségi gyűjtő is, melyet légelhárító lövedékekkel összeépítve terveztek alkalmazni.

Bár a történelem a kutatási feladatokat évekre felfüggesztette, a belefektetett munkának mégis volt olyan hozadéka, amely a főtéma, a mikrohullámú rádiórelé fejlesztési munkák során hasznosult. Nyilvánvaló, hogy a leállított munkákkal kapcsolatos alkatrész, technológia, mérés-technika és sok egyéb tapasztalat jó iskola volt a mikrohullámú hírközlő berendezések fejlesztéséhez.

Haditechnikai eszközök és berendezések 1965-1994

A haditechnikai eszközök és berendezések TKI-ban folyó fejlesztésének 1956-os forradalmat követő teljes leállítását után csak a hatvanas évek második felében indultak újra katonai programok. A világ elektronikus haditechnikai eszközeinek gyors fejlődése a szocialista tábor országait is kényszerhelyzetbe hozta. Ezért a szovjet hadiipar tehermentesítése érdekében is a KGST Hadiipari Együttműködési Állandó Bizottság (HEÁB) szakosítást hajtott végre, melynek során a mikrohullámú tartományok lehallgatására szolgáló rádiófelderítő és zavaró állomások fejlesztésének és gyártásának feladatát Magyarországra osztották⁵⁶. Ahogy a radar- és légelhárító rendszerek alkalmasak a légtér megfigyelésre és védelmére, úgy egy haderőnek szüksége van olyan berendezésekre, melyek lehetővé teszik a rádiótér megfigyelését és védelmét. Ezért a hatvanas évek második felétől a Magyar Néphadsereg katonai hírszerzésének feladatává vált a NATO-országok, valamint Ausztria katonai hírközlésének figyelése, lehallgatása, megfejtése, rögzítése és feldolgozása, továbbá a Földközi-tengeren zajló hírforgalom (az USA flottájának) követése⁵⁷.

Ez a feladat a rádiótér teljes spektrumának folyamatos megfigyelését és a fellelt adók azonosítását, iránymeghatározását, valamint jeleinek lebontását, és/vagy zavarását igényelte. Ehhez olyan szélessávú elektronikus hangolható mikrohullámú vevőkre volt szükség, melyekhez az eddig ismert klasszikus félvezetős megoldások nem voltak alkalmazhatók. A széles frekvenciasávban való hangolást az itrium-vasgránát (YIG) egykristály felhasználásával készített új eszközök, oszcillátorok, szűrők és egyéb áramkörök alkalmazása tették lehetővé. A 0,5-1 mm átmérőjű egykristály YIG gömböket tartalmazó mikrohullámú szalagtápvonalas áramkörök működési frekvenciája a külső mágneses tér mértékével volt állítható⁵⁸. Minthogy a YIG kristályokat csak nagyon nehezen és igen költségesen lehetett beszerezni, a TKI fejlesztői jelentős kutatómunkával kidolgozták a szükséges YIG egykristály gömbök Intézetben belüli gyártását és ezek

felhasználásával széles tartományban működő YIG-hangolású oszcillátorokat tudtak berendezéseikbe beépíteni⁵⁹.

Abban az időben katonai hírközlésre többnyire a 0,5 – 2,4 GHz-es sávot használták, de az évek múlásával a frekvenciasáv 40 GHz fölé is kiterjedt. A spektrum-analizátorként működő vevők által fellelt idegen adók komplex jeléből analóg (FDM) és digitális (PCM, vagy PC-jelegű) lebontó berendezések állították elő a vizsgált csatorna beszéd- vagy adatjeleit. A TKI az amerikai és európai polgári szabványok, ill. az EUROCOM NATO szabvány szerinti frekvencia- és időosztásos multiplex jelek forgalom-figyeléséhez és egyes beszédcsatornák lebontásához megfelelő berendezéseket dolgozott ki. A kezelhető multiplex jelek készletét az operátorok bővíthették a használat során felismert rendszerekkel. A kezelő a fellelt adók spektrumát, paramétereit és forgalmát képernyőn követhette, ami segítséget nyújtott azok modulációs rendszerének felismeréséhez.

A Hadvezetés elvárta a TKI-tól, mint a program vezetőjétől, hogy a vevő- és demultiplexer berendezésekre alapozva olyan mobil állomásokat fejlesszen ki és gyártson le, amelyek gépkocsiba vagy konténerbe építve minden kiegészítő egységet is tartalmaznak: hangfrekvenciás rögzítő berendezéseket, gyorsan telepíthető antennákat, rádiózavaró berendezéseket, áramfejlesztő aggregátort, és még a kezelők számára szükséges bútorokat is. A teljes állomás számos részét partner vállalatok gyártották. Például a gépkocsikat a katonaság adta, a gépkocsi beépítését és az antenna-rendszert a Híradótechnikai Vállalat, az alacsonyabb frekvencián működő vevőkészülékeket, valamint a magnetofonokat a Mechanikai Laboratórium, stb⁶⁰.

A mobil állomások és a parancsnokság, valamint az egymás közötti kapcsolatokat az antennával egybeépített, lehallgatás ellen védett, kiterjesztett spektrumú, mikrohullámú rádió-berendezések biztosították⁶¹. E berendezéseket a TKI munkatársai, a Budapesti Műszaki Egyetem Mikrohullámú Híradástechnika Tanszék oktatói és az FMV fejlesztői közösen dolgozták ki.

A folyamatosan fejlesztett és egyre jobb minőségben és nagyobb mennyiségben gyártott rádiófelderítő berendezések⁶² az évek során a magyar hadiipar fontos termékeivé váltak, melyek jelentős⁶³ bevételt biztosítottak a TKI-nak is. E munkák, a maguk idejében természetesen nem voltak publikusak, de néhány TKI gyártmányú termékről, mint például az S-V2/18 lokátor-felderítő- és zavaró rendszerről, vagy a TKI egyik mikrohullámú vevő-jelanalizátor készülékéről már akkor is hírt adott a hazai szaksajtó is⁶⁴.

A Mikrohullámú Összeköttetések Kollokviumai

– a Microcoll konferenciák

A TKI tudományos kutató munkájának igazi színvonalát és eredményességét a Mikrohullámú Összeköttetések Kollokvium, a későbbi Microcoll, nemzetközi konferenciák mutatták meg. Az elsőt, dr. Bognár Géza, a TKI tudományos igazgatója szervezésével a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya és a Híradástechnikai Tudományos Egyesület 1959. november 10-13. között rendezte meg az MTA székházában. A kollokviumon 7 országból, 18 külföldi vendég vett részt, 10 külföldi és 21 magyar előadás hangzott el. A Popov Egyesületet V. I. Sziforov elnök, az amerikai Institute of Radio Engineers szervezetet Donald B.Sinclair alelnök (a későbbi IEEE elnök) képviselte⁶⁵.

A kedvező hazai és nemzetközi visszhangnak köszönhetően 1962. június 12-15. között került sor a II. Mikrohullámú Összeköttetések Kollokviumra. Ekkor már az előadások – igaz csak utólag – de megjelentek angol nyelven⁶⁶

Az igazi nemzetközi konferenciává válást az 1966. április 19-22. között megtartott III. Mikrohullámú Összeköttetések Kollokvium jelentette. Ekkor az előadások meghirdetése a nemzetközi gyakorlatnak megfelelően történt és a jelentkezők nagy száma miatt már párhuzamos szekciók indítására volt szükség:– hírközlő rendszerek elmélete – hálózatelmélet – elektromágneses térelmélet – mikrohullámú áramkörök – mikrohullámú eszközök – mérések és műszerek. Ezt az elméleti igényességet és a gyakorlati orientációt tükröző beosztást későbbi konferenciák is megőrizték. Ekkor vezették be a konferenciasorozat Microcoll elnevezését. A konferencia előadásait egy reprezentatív kötet tartalmazta⁶⁷. A IV. Mikrohullámú

Összeköttetések Kollokviumot 1970. április 21-24. között rendezték meg. Ez volt az első alkalom, hogy a rendezvényt a Nemzetközi Rádiótudományi Szövetség (URSI) is támogatta. A konferencia angol nyelvű volt, tolmács nélkül. Az előadások immáron öt kötetben kiadott szövegét a résztvevők regisztráláskor kézhez kapták⁶⁸.

Az V. Mikrohullámú Összeköttetések Kollokviumot 1974. június 24-30. között az URSI és az MTA támogatásával – 26 nemzetközi és 18 hazai szervezőből álló – nemzetközi rendezőbizottság hozta létre. Az eddigi tematika kibővült a mikrohullámú hírközlés fejlődési irányai és a félvezető és mágneses anyagok mikrohullámú alkalmazásai témakörökkel. A nemzetközi rendezőbizottság az előadások véleményezésével és a Kollokvium értékelésével nagy segítséget nyújtott a nemzetközi konferencia színvonalának emeléséhez. Az előadások, öt kötetben most is előzetesen jelentek meg⁶⁹.

A VI. és VII. Mikrohullámú Összeköttetések Kollokvium (1978. augusztus 29 - szeptember 1., illetve 1982. szeptember 6-10.) a kialakult szervezési elveknek, a nemzetközi gyakorlatnak és a hazai hagyományoknak megfelelően zajlott le. A konferencia kiadványai előzetesen kerültek kiadásra^{70,71}. Mindkettőre jellemző volt a résztvevők magas száma (kb. 400), ami bizonyította, hogy a Microcoll elismert nemzetközi fórummá vált, és jelezte a magyar kutatók kiterjedt nemzetközi tudományos kapcsolatait. Ezzel a Microcoll alkalmassá vált arra, hogy bekerüljön a nemzetközi szervezetek rendszeresen ismétlődő rendezvényeinek sorába. Ezt elsőként a Nemzetközi Rádiótudományi Szövetség (URSI) tette lehetővé, amikor 1986. augusztus 25-29. között egy időben és egy helyen tartották a VIII. Microcollt és az URSI Elektromágneses Térelmélet Nemzetközi Szimpóziumát (URSI ISEMT). Mivel az elektromágneses térelmélet az URSI ISEMT-hez került, a kollokvium témakörei módosultak: – a hírközlés fejlődési irányai – informatika és jelfeldolgozás – hálózatelmélet és számítógépes tervezés – mikrohullámú áramkörök és eszközök. Az előadásokat két külön kiadvány tartalmazta^{72,73}. A kettős konferencia sikerét mutatta, hogy 41 országból 470 szakember vett részt rajta és 29 olyan többszerzős előadás is elhangzott, melynek szerzői együttműködésük eredményéről számoltak be.

E konferencia rendezőbizottsága megállapodásának megfelelően a következő, immár kilencedik Microcollt, 1990. szeptember 9-13. között, ez alkalommal a 20. Európai Mikrohullámú Konferenciával, az EuMC-vel együtt, ismét Budapesten tartották.

A Microcoll résztvevői között a világ legjobb szakembereit találhatjuk, így annak világméretű elfogadottsága jól bizonyítja, hogy a TKI kutatói, a Budapesti Műszaki Egyetem tanárai és a mikrohullámú berendezésgyártók fejlesztőinek felkészültsége, tudása és kutatási eredményei összemérhetőek voltak a szakma legkiválóbb külföldi művelőinek képességeivel. Bár a Budapesten megrendezett Microcollok sora, egy hosszabb szünet után folytatódott (1999.03.21-24., 2003.09.10-11. és 2007.05.14-16.), de azokon a TKI kutatói már nem vehettek részt.

A TKI megszűnése

A rendszerváltást előkészítendő az 1988/1989 évi parlamenti ciklusban az Országgyűlés megszavazta a gazdasági társaságok átalakulásáról szóló. 1988. évi VI. törvényt, majd a gazdálkodó szervezetek és a gazdasági társaságokról szóló 1989. évi XIII. törvényt. E két törvény indította el az állami tulajdon lebontását, melynek kiváló eszközei voltak a nyugati nagyvállalatoknak való átjátszás, a trükkök százaival megoldott magánosítás, vagy ha másképpen nem ment, akkor a felszámolás. E folyamatok elől a mikrohullámú berendezések kutatás-fejlesztési munkáit finanszírozó polgári vállalatok (FMV, Orion) sem menekülhettek el, így azok kénytelenek voltak kihátrálni a még folyó fejlesztési munkák további finanszírozásából. Számos más szakterületen hasonló volt a helyzet, amivel az Intézet elvesztette megrendelői jelentékeny részét. Bár a haditechnikai rendelések még ekkor is számottevő árbevételt biztosítottak, az nem volt elegendő a teljes kutató-fejlesztő bázis működtetéséhez. Ezért aztán megkezdődött az Intézet leépülése. Ennek első jele a legjobb erők menekülése volt. Egyes munkacsoportok kiléptek az Intézetből és tudásukra alapozva önálló vállalatokat alapítottak (pl. TOTALTEL, MAXPERT). Sokan állást változtattak. Egyesek a Magyar Távközlési Vállalatnál, mások a Budapesti Műszaki Egyetemen, de legtöbben a frissen alakuló magyar és külföldi vállalatoknál,

például mobil cégeknél helyezkedtek el. Akiknek még volt munkájuk és a TKI munkatársai maradtak azok is bármit elvállaltak a szükséges árbevétel biztosítása érdekében. A mikrohullámú rádiórelé berendezések fejlesztői vállalták a Magyar Távközlési Vállalat által megrendelt FMV és Orion gyártású vonalak telepítését és üzembe helyezését. A telepítéshez szükséges azon berendezéseket, melyeket a gyártók már nem vittek gyártásba, maguk gyártották le. Mások pedig a rohamos sebességgel kiépülő mobilhálózatok telepítésében vettek részt. Közben a TKI épületét megszerezte a Nemzetbiztonsági Hivatal és az egyre csökkenő létszámú Intézetet átköltöztették egy a XIV. kerületben lévő, Ungvár utca 64-66 alatti irodaházba. Itt már csak az életképes tevékenységeket folytatták, melyek közé elsősorban a Hadiipari berendezések kutatás-fejlesztési és gyártási munkái tartoztak.

A privatizálhatóság előkészítése érdekében 1994.05.18-án az addig költségvetési intézményként működő Intézetet *Távközlési Innovációs Rt* (rövid neve *TKI*) néven gazdasági társasággá alakították. A privatizáció lehetőségét korlátozta az a körülmény, hogy az Intézetben folyó haditermelés meghaladta az össztermelés 45 százalékát⁷⁴. Ugyanakkor éppen ez indokolhatta volna, hogy a Kormány a Távközlési Innovációs Részvénytársaság félmilliárd forintot meghaladó adósságának elengedésével segítséget nyújtson ország egyetlen olyan állami tulajdonú kutató-intézetének, amely még képes volt a hadsereg számára speciális informatikai és híradástechnikai berendezéseket fejleszteni⁷⁵. Erre azonban nem került sor és végül is az Intézet jól működő részlegeit néhány Kft.-be kiszervezve a Távközlési Innovációs Részvénytársaságot 2001-ben felszámolták és törölték a cégjegyzékből⁷⁶.

Herpy Miklós és Sipőcz István

Források

Megjegyzés: Az Arcanum Digitális Tudománytár (<https://adtplus.arcanum.hu>) oldalain szereplő publikációk olvasásához regisztráció (előfizetés) szükséges:

<https://adtplus.arcanum.hu/hu/accounts/signup/?next=/hu/subscribe/>

¹ Az alapítási irat. http://www.paap.hu/apex/f?p=2013:4:1720970239265::4::P4_CORP_ID:2931

² Minisztertanácsi jegyzőkönyv 1950. október 6.

³ Minisztertanácsi jegyzőkönyv 1952. július 4.

⁴ Budintsevits Andor, Magyarországi lokátor kutatás az 1945-1958-as időszakban, Haditechnika, 1984. 1. szám, p.26-29.

[https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/Haditechnika_1984/?query=SZO%3D\(Magyarorsz%C3%A1gi%20W%20lok%C3%A1tor%20W%20kutat%C3%A1s\)%20AND%20DATE%3D\(1984--\)&pg=31&layout=s](https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/Haditechnika_1984/?query=SZO%3D(Magyarorsz%C3%A1gi%20W%20lok%C3%A1tor%20W%20kutat%C3%A1s)%20AND%20DATE%3D(1984--)&pg=31&layout=s)

⁵ Csurgay Árpád a TKI-ról az Óbudai Egyetemen, 2015.10.01., <https://www.youtube.com/watch?v=xB0AJRG5d9s&feature=youtu.be>

⁶ Sárkány Tamás, Tudományos Nap a Távközlési Kutató Intézetben, Híradástechnika, 1984.03.09., p. 121-123.

https://hiradastechnika.hu/data/upload/file/1984/03/1984_03_09.PDF

⁷ Veszprémi Napló, 1972.10.28, p. 206, Bemutatjuk a TÁKI-t.

[https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/VeszpremiNaplo_1972_10/?query=SZO%3D\(SZO%3D\(Bemutatjuk%20AND%20T%C3%81KI-t\)\)&pg=205&layout=s](https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/VeszpremiNaplo_1972_10/?query=SZO%3D(SZO%3D(Bemutatjuk%20AND%20T%C3%81KI-t))&pg=205&layout=s)

⁸ Előadások a TKI-ról az Óbudai Egyetemen, 2015.10.01.

https://itf.njszt.hu/itf_rendezyenyek/a-tki-a-hazai-info-kommunikacio-es-alkalmazasfejleszt-es-egyik-bolcsoje

⁹ Abos Imre, Az AUTER rendszer létrehozása és hatása, előadás az Óbudai Egyetemen, 2015.10.01.

<https://www.youtube.com/watch?v=dKdkpjvqybA&feature=youtu.be>

¹⁰ Asztalos Lajos, A Távközlő Kutató Intézet tevékenysége a magyar híradástechnikai ipar tükrében, Távközlési Kutató Intézet Jubileumi évkönyve 1950-1970, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1971, p. 7-12.

¹¹ Sárkány Tamás, Tudományos nap a Távközlési Kutató Intézetben, Híradástechnika, 1984.03.09., p. 121-122.

https://www.hiradastechnika.hu/data/upload/file/1984/03/1984_03_09.PDF

¹² https://hu.wikipedia.org/wiki/Magyar_Televizio

¹³ Bognár Géza, Szélessávú Mikrohullámú Rádióösszeköttetések, MTA Műszaki Osztályának Közleményei, 26. kötet, p. 9-23, 1960.

[https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/MUSZTUD_26/?query=SZO%3D\(Bogn%C3%A1r%20AND%20Sz%C3%A9less%C3%A1v%C3%BA\)&pg=14&layout=s](https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/MUSZTUD_26/?query=SZO%3D(Bogn%C3%A1r%20AND%20Sz%C3%A9less%C3%A1v%C3%BA)&pg=14&layout=s)

¹⁴ Magyar Híradástechnika, 1948.09.01. p. 89-92.

[https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/BME_MagyarHiradastechnika_1948/?query=SZO%3D\(Bogn%C3%A1r%20W%20G%C3%A9za%20AND%20Sokcsatorn%C3%A1s\)&pg=88&layout=s](https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/BME_MagyarHiradastechnika_1948/?query=SZO%3D(Bogn%C3%A1r%20W%20G%C3%A9za%20AND%20Sokcsatorn%C3%A1s)&pg=88&layout=s)

¹⁵ Népszabadság, 1958.08.19, p. 9, Hogy a televízió minden faluba eljuthasson.

[https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/Nepszabadsag_1958_08/?query=SZO%3D\(televiz%C3%AD%C3%B3\)%20AND%20DATE%3D\(1958-08-19--1958-08-19\)&pg=196&layout=s](https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/Nepszabadsag_1958_08/?query=SZO%3D(televiz%C3%AD%C3%B3)%20AND%20DATE%3D(1958-08-19--1958-08-19)&pg=196&layout=s)

¹⁶ Bognár Géza, Mikrohullámú rádióösszeköttetések, Magyar Nemzet, 1957.12.22. p. 7.

[https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/MagyarNemzet_1957_12/?query=SZO%3D\(Bogn%C3%A1r\)%20AND%20DATE%3D\(1957-12-22--1957-12-22\)&pg=160&layout=s](https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/MagyarNemzet_1957_12/?query=SZO%3D(Bogn%C3%A1r)%20AND%20DATE%3D(1957-12-22--1957-12-22)&pg=160&layout=s)

¹⁷ Dallos András, Hazai vákuumtechnikai termékek mikrohullámú berendezésekhez, MTA Műszaki Osztályának Közleményei, 26. kötet, p. 57-64, 1960.

[https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/MUSZTUD_26/?query=SZO%3D\(Dallos%20AND%20v%C3%A1kuumtechnika\)&pg=62&layout=s](https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/MUSZTUD_26/?query=SZO%3D(Dallos%20AND%20v%C3%A1kuumtechnika)&pg=62&layout=s)

¹⁸ Kása István, Almássy György szakmai tevékenysége, Híradástechnika, 1986.06.03, p. 242-246.

https://hiradastechnika.hu/data/upload/file/1986/06/1986_06_03.PDF

¹⁹ A KKT jelölés első betűje ekkor még a Kísérleti TV és Távbeszélő átvitelre utalt és csak később jelölte a Körzeti berendezéseket, megkülönböztetve azokat a GTT jelölésű gerinchálózati berendezésektől.

²⁰ Magyar Nemzet, 1958.12.14. p. 3, A jövő év elején megkezdődik a rendszeres külföldi műsorközvetítés.

[https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/MagyarNemzet_1958_12/?query=SZO%3D\(k%C3%BCl%C3%B6ldi\)%20AND%20DATE%3D\(1958-12-14--1958-12-14\)&pg=94&layout=s](https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/MagyarNemzet_1958_12/?query=SZO%3D(k%C3%BCl%C3%B6ldi)%20AND%20DATE%3D(1958-12-14--1958-12-14)&pg=94&layout=s)

²¹ Lajtha György (szerkesztő), A postamérnöki szolgálat második 50 éve, p. 240, Magyar Távközlési Vállalat, Budapest, 1991.

https://lazarbibi.blog.hu/2016/06/01/a_finommechanikai_vallalat_tortenete

²² Berceli Tibor, Haladóhullámú erősítők, Magyar Híradástechnika, 1960-06-01, p. 108-114.

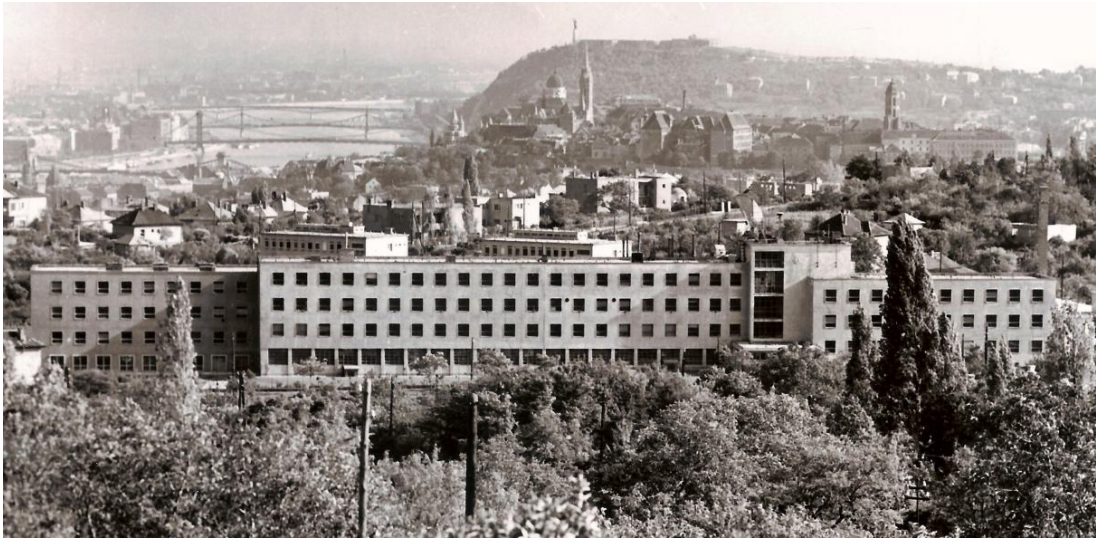
[https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/BME_MagyarHiradastechnika_1960/?query=SZO%3D\(Berceli%20AND%201960\)&pg=115&layout=s](https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/BME_MagyarHiradastechnika_1960/?query=SZO%3D(Berceli%20AND%201960)&pg=115&layout=s)

²³ Csurgay Árpád, videó-portré, 13. perc után. https://www.youtube.com/watch?v=Ea2hy_HVjMs&feature=youtu.be

- ²⁵ Lajtha György (szerkesztő), A postamérnöki szolgálat második 50 éve, p. 178, Magyar Távközlési Vállalat, Budapest, 1991.
- ²⁶ Faragó Tamás, A TKI mikrohullámú berendezései, Távközlési Kutató Intézet Jubileumi évkönyve 1950-1970, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1971, p. 65-71.
- ²⁷ Népszabadság, Megvalósul a mikrohullámú nagyberendezések gyártása, 1968.10.05., p. 7.
[https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/Nepszabadsag_1968_10/?query=SZO%3D\(Mikrohull%C3%A1m%C3%BA%20AND%20Druzsa\)&pg=54&layout=s](https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/Nepszabadsag_1968_10/?query=SZO%3D(Mikrohull%C3%A1m%C3%BA%20AND%20Druzsa)&pg=54&layout=s)
- ²⁸ A Druzsa a Budapesti Nemzetközi Vásáron, In Élet és Tudomány, 1969.05.23., p. 1000-1001.pdf
https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/EletEsTudomany_1969_1/?query=Druzsa&pg=993&layout=s
- ²⁹ Malcsiner Ferenc, Mikrohullámú hírközlő rendszerek, Híradástechnika, 1981.06.06, p. 221-226.
https://www.hiradastechnika.hu/data/upload/file/1981/06/1981_06_06.PDF
- ³⁰ A Finommechanikai Vállalat új típusú mikrohullámú berendezései, Műszaki Élet, 1973.05.25. p. 368.
[https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/BME_MuszakiElet_1973_1/?query=SZO%3D\(M%C5%B1szaki%20W%20%C3%89let%20AND%20sky%20AND%20T%C3%A1vk%C3%B6zl%C3%A9si\)%20&pg=367&layout=s](https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/BME_MuszakiElet_1973_1/?query=SZO%3D(M%C5%B1szaki%20W%20%C3%89let%20AND%20sky%20AND%20T%C3%A1vk%C3%B6zl%C3%A9si)%20&pg=367&layout=s)
- ³¹ Lajtha György (szerkesztő), p. 244.
- ³² Magyar Távközlési Vállalat, Postamérnöki Szolgálat Második 50 éve – 1938-1988, Távközlési Könyvkiadó Budapest, 1991, p. 244.
- ³³ Kooperáció a magyar és az indiai híradástechnikai ipar között, Népszabadság, 1973.01.21, p. 3.
[https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/Nepszabadsag_1973_01/?query=SZO%3D\(N%C3%A9pszabads%C3%A1g%20AND%20Kooper%C3%A1ci%C3%B3%20AND%20indiai\)%20AND%201973&pg=218&layout=s](https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/Nepszabadsag_1973_01/?query=SZO%3D(N%C3%A9pszabads%C3%A1g%20AND%20Kooper%C3%A1ci%C3%B3%20AND%20indiai)%20AND%201973&pg=218&layout=s)
- ³⁴ Jakubik Béla, Az Orion Gyár mikrohullámú szélessávú rádiórelé berendezései, Híradástechnika, 1974.02.10, p. 54-56.
https://www.hiradastechnika.hu/data/upload/file/1974/02/1974_02_10.PDF
- ³⁵ Vadászi Ferenc, Rádiórelé láncok távellenőrző rendszere, Híradástechnika, 1986.12.07, p. 551-557.
https://www.hiradastechnika.hu/data/upload/file/1986/12/1986_12_07.PDF
- ³⁶ Mikrohullámon utazik a hang..., Népszava, 1974.05.19. p. 6.
[https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/Nepszava_1974_05/?query=SZO%3D\(N%C3%A9pszava%20AND%20Mikrohull%C3%A1mon%20W%20utazik\)%20&pg=193&layout=s](https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/Nepszava_1974_05/?query=SZO%3D(N%C3%A9pszava%20AND%20Mikrohull%C3%A1mon%20W%20utazik)%20&pg=193&layout=s)
- ³⁷ BNV '72, A Távközlési Kutató Intézet kiállítása, In Élet és Tudomány, 1972.05.19. p. 942.
[https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/EletEsTudomany_1972_1/?query=SZO%3D\(T%C3%A1vk%C3%B6zl%C3%A9si%20W%20Kutat%C3%B3%20AND%201972\)&pg=940&layout=s](https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/EletEsTudomany_1972_1/?query=SZO%3D(T%C3%A1vk%C3%B6zl%C3%A9si%20W%20Kutat%C3%B3%20AND%201972)&pg=940&layout=s)
- ³⁸ Harmadik generációs mikrohullámú rendszerek, BME Műszaki Élet, Budapest, 1981.03.20. p. 18.
[https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/BME_MuszakiElet_1981_1/?query=SZO%3D\(M%C5%B1szaki%20W%20%C3%89let%20AND%20Harmadik%20W%20gener%C3%A1ci%C3%B3s\)%20AND%20DATE%3D\(1981-03-20--1981-03-20\)&pg=169&layout=s](https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/BME_MuszakiElet_1981_1/?query=SZO%3D(M%C5%B1szaki%20W%20%C3%89let%20AND%20Harmadik%20W%20gener%C3%A1ci%C3%B3s)%20AND%20DATE%3D(1981-03-20--1981-03-20)&pg=169&layout=s)
- ³⁹ Dauner Henrik et al., Harmadik generációs mikrohullámú rádiórelé berendezések anyag-, alkatrész-, szereléstechnikai problémái, Híradástechnika, 1979.08.04, p. 238-245.
https://www.hiradastechnika.hu/data/upload/file/1979/08/1979_08_04.PDF
- ⁴⁰ Vértesy Miklós, Mikrohullámú integrált áramköri technológiák a TKI-ban, in 35 éves a TKI, p. 409, HTE kiadása, Budapest, 1985.
- ⁴¹ Rákosi et al., Family of third Generation Radio Relay Equipment Operating in the 4-6-7-8 GHz Frequency Ranges, Budavox Review 1983/1, p. 2-10.
- ⁴² Várady et al. Thier-Generation Microwave Transceiver Equipment GTT-80/KTT-80 for the 4,6,7 and 8 GHz Frequency Bands, Budavox Review 1983/1, p. 11-18.
- ⁴³ Zakariás et al. A Third-Generation All-Purpose Modem and Terminal Equipment Family for GTT-80/KTT-80, Budavox Review 1983/1, p. 19-23.
- ⁴⁴ Kerecsen et al., Univerzális távkezelő rendszer hírközlő hálózatokhoz, Híradástechnika, 1984.03.03, p. 105-111.
https://www.hiradastechnika.hu/data/upload/file/1984/03/1984_03_03.PDF
- ⁴⁵ Rákosi et al. A hazai mikrohullámú átviteltechnika fejlődése az egységes távközlés irányában, Híradástechnika, Budapest, 1982.03.02. p. 97-104.
https://www.hiradastechnika.hu/data/upload/file/1982/03/1982_03_02.PDF
- ⁴⁶ Az adatok Sipócz István projektvezető által megőrzött dokumentumokból ismertek.
- ⁴⁷ Ambrusán György et al., Időosztású előfizetői rádióberendezés, Híradástechnika, Budapest, 1989.02.03. p. 34-43.
https://www.hiradastechnika.hu/data/upload/file/1989/02/1989_02_03.PDF
- ⁴⁸ Orion termékkatalógus.
- ⁴⁹ Ványai et al., Digitális kiskapacitású 8 GHz-es rádiórendszerek, Híradástechnika, Budapest, 1988.08.05. p. 356-361.
https://www.hiradastechnika.hu/data/upload/file/1988/08/1988_08_05.PDF
- ⁵⁰ Kovács László, Múltunk, jövőnk, munkánk, életünk: az ORION, 1988.05.02., p. 193-196
https://www.hiradastechnika.hu/data/upload/file/1988/05/1988_05_02.PDF
- ⁵¹ Ványai et al.

- ⁵² Baranyi et al., INTERCSAT-csatornaképző berendezés műholdas hírközléshez, Híradástechnika, 1985.11.02, p. 481-488.
https://www.hiradastechnika.hu/data/upload/file/1985/11/1985_11_02.PDF
- ⁵³ Hegyi Gábor, Taliándörögd, Élet és Tudomány, 1977.11.01., p. 1379-1383.
[https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/EletEsTudomany_1977_2/?query=SZO%3D\(Tali%C3%A1nd%C3%B6r%C3%B6gd\)%20AND%20DATE%3D\(1977--\)&pg=578&layout=s](https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/EletEsTudomany_1977_2/?query=SZO%3D(Tali%C3%A1nd%C3%B6r%C3%B6gd)%20AND%20DATE%3D(1977--)&pg=578&layout=s)
- ⁵⁴ Germuska Pál, A magyar középipar, Hadiipar és haditechnikai termelés Magyarországon 1945 és 1980 között, Argumentum Kiadó, Budapest, 2014.
http://real.mtak.hu/22286/1/Argumentum_GermuskaPal_Magyar_kozepgepipar_REAL_J_be_u_104151.40803.pdf
- ⁵⁵ Hazai radarfejlesztések 1945 után. A magyar hadmérnökök fellegvára a Haditechnikai Intézet, HM Technológiai Hivatal, 2005., p. 109-110.
http://mek.oszk.hu/12900/12993/pdf/12993_3.pdf
- ⁵⁶ Germuska Pál, Vörös arzenál - Magyarország részvétele a nemzetközi hadiipari együttműködésben a KGST keretei között, Argumentum Kiadó, 2010.
- ⁵⁷ Dékány István-Szőnyi István, A magyar katonai rádiófelderítés története, Zrínyi Kiadó, 2009.
- ⁵⁸ Kása István, YIG-hangolású mikrohullámú oszcillátorok tervezési problémái, Híradástechnika, 1985.12.07, p. 554-560.
https://www.hiradastechnika.hu/data/upload/file/1985/12/1985_12_07.PDF
- ⁵⁹ Markó Szilárd, Mikrohullámú ferritek és ferrites eszközök kutatása, fejlesztése, Híradástechnika, 1986.06.08., p. 262-267.
https://www.hiradastechnika.hu/data/upload/file/1986/06/1986_06_08.PDF
- ⁶⁰ Dékány-Szőnyi, A magyar katonai rádiófelderítés története, Zrínyi Kiadó, 2009.
- ⁶¹ Frigyes István, Kiterjesztett spektrumú hírközlő rendszerek, Híradástechnika, 1985.04.02., p. 145-253.
https://www.hiradastechnika.hu/data/upload/file/1985/04/1985_04_02.PDF
- ⁶² Erdő (Irak), Szahara (Libia), Pálma (Szíria) Liget (India) projektek
- ⁶³ Germuska Pál, Kadhafi „fülei”, Rádiófelderítő-berendezések gyártása Magyarországon, 1965-1985. Történelmi Szemle, 2008. 1. szám. p. 95-108.
http://real-j.mtak.hu/5749/1/TortenelmiSzemle_2008.pdf
- ⁶⁴ Hazai Tükör, Haditechnika, 1994., (4. szám), p. 280-281.
http://real-j.mtak.hu/11716/1/Haditechnika_1994.pdf
- ⁶⁵ Battistig Gy.: Beszámoló a Mikrohullámú Összeköttetések kollokvium eladásairól, Magyar Híradástechnika, 1960, 1. Szám, p. 35-36.
https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/BME_MagyarHiradastechnika_1960/?query=kollokvium&pg=38&layout=s
- ⁶⁶ Proceedings of the Second Colloquium on Microwave Communication, Budapest, 12-15 June, 1962, Akadémiai Kiadó, Budapest 1963, p. 290.
- ⁶⁷ Proceedings of the Third Colloquium on Microwave Communication, Budapest, 19-22 April, 1966. Akadémiai Kiadó, Budapest 1966. p. 982
- ⁶⁸ Proceedings of the Fourth Colloquium on Microwave Communication, Budapest, 21-24 April, 1970, Vol. 1-5. Akadémiai Kiadó, Budapest 1970.
- ⁶⁹ Proceedings of the Fifth Colloquium on Microwave Communication, Budapest, 24-30 June, 1974. Vol I-V. Akadémiai Kiadó, Budapest 1974.
- ⁷⁰ Proceedings of the Sixth Colloquium on Microwave Communication, Budapest, 29 August - 1 September, 1978. Vol. I-II. OMKDK-TECHNOINFORM, Budapest, 1978.
- ⁷¹ Proceedings of the Seventh Colloquium on Microwave Communication, Budapest, 6-10 September, 1982. Vol. I-II. OMIKK-TECHNOINFORM, Budapest 1982.
- ⁷² International Symposium on Electromagnetic Theory, August 25-29, 1986, Budapest, Hungary. Part A, B. Akadémiai Kiadó, Budapest 1986.
- ⁷³ Proceedings of the Eighth Colloquium on Microwave Communication, August 25-29, 1986, Budapest, Hungary. Akadémiai Kiadó, Budapest 1986, p. 508.
- ⁷⁴ Statisztikai Táblázatok, in Biztonságpolitika és a hadsereg Magyarországon, INFO-Társadalomtudomány, 24. szám, 1993. 03., p. 88.
http://real-j.mtak.hu/5357/1/InfoTarsadalomtudomany_024.pdf
- ⁷⁵ Új lehetőségek a hadiipar előtt, Magyar Nemzet, 1997.05.06, p. 4.
[https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/MagyarNemzet_1997_05/?query=SZO%3D\(hadiipar%200W%20e1%C5%91tt\)%20AND%20DATE%3D\(1997--\)&pg=91&layout=s](https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/MagyarNemzet_1997_05/?query=SZO%3D(hadiipar%200W%20e1%C5%91tt)%20AND%20DATE%3D(1997--)&pg=91&layout=s)
- ⁷⁶ Kiszervezik a megmenthető divíziókat a Távközlési Innovációs Rt.-ből. Napi.hu, 2001. február 14.
https://www.napi.hu/napi_hirvero/kiszervezik_a_megmentheto_diviziokat_a_tavkozles_i_innovacios_rt-bol_.62282.html

Képek I.



A TKI épületei a hatvanas években, a hegyoldal felöli telek rendezése előtt. Előtérben a főépület, mögötte az udvaron felépített két épület.

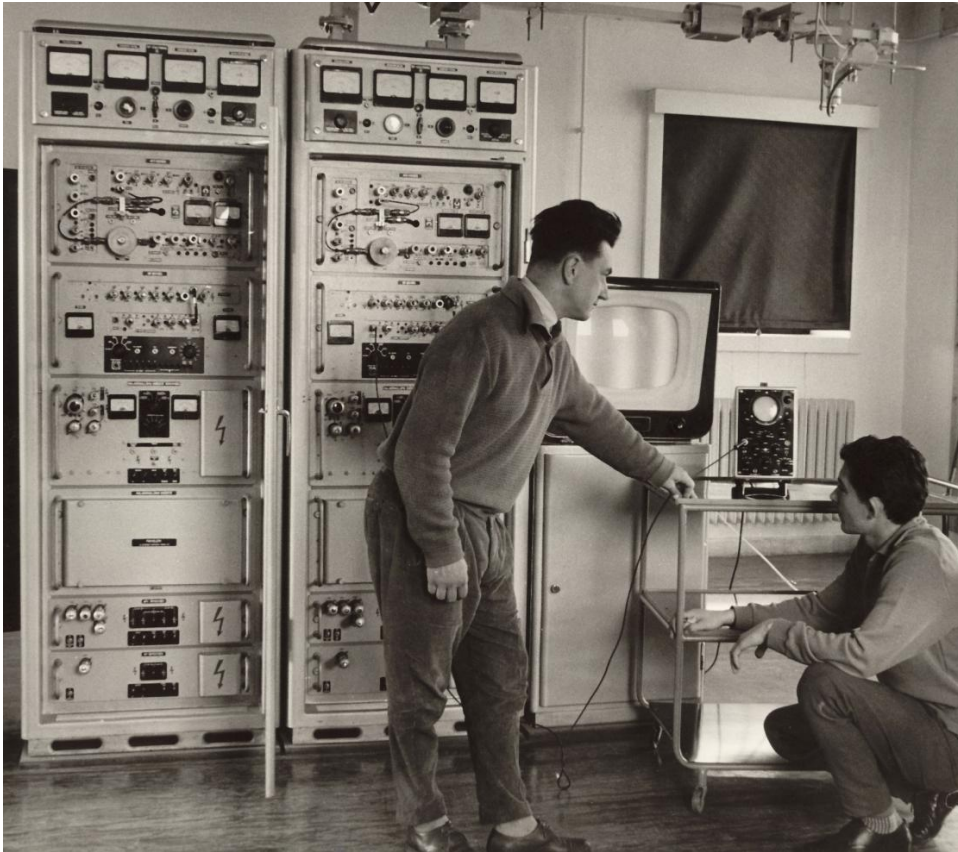


A kékestetői torony 1953-ban. Ennek alsó teraszára szerelték fel a TKI és a torony közötti első, huroküzemben működő mikrohullámú összeköttetés antennáját, míg az adóvevő berendezést a mögötte lévő helységben helyezték el. A TKI egy antennát használt vételre és adásra.
(Fotó: a Postamúzeum gyűjteményéből)



Az utólag felépített gödöllői átjátszó állomás a keleti láncon, melynek megépítése azért vált szükségessé, mert a túl nagy Széchenyi hegy–Kékestető távolság okán, a változó terjedési viszonyok (fading) miatt az összeköttetés gyakran megszakadhatott volna.
(Fotó: a Postamúzeum gyűjteményéből)

Képek II.



A TKI-ban gyártott első 4 GHz-es, GTT-4000/A típusjelű, fekete-fehér TV kép és egy kísérőhang vagy 240 telefoncsatorna átvitelére szolgáló, elektroncsövekkel és HH végerősítővel felépített berendezések a gödöllői ismétlőállomáson.



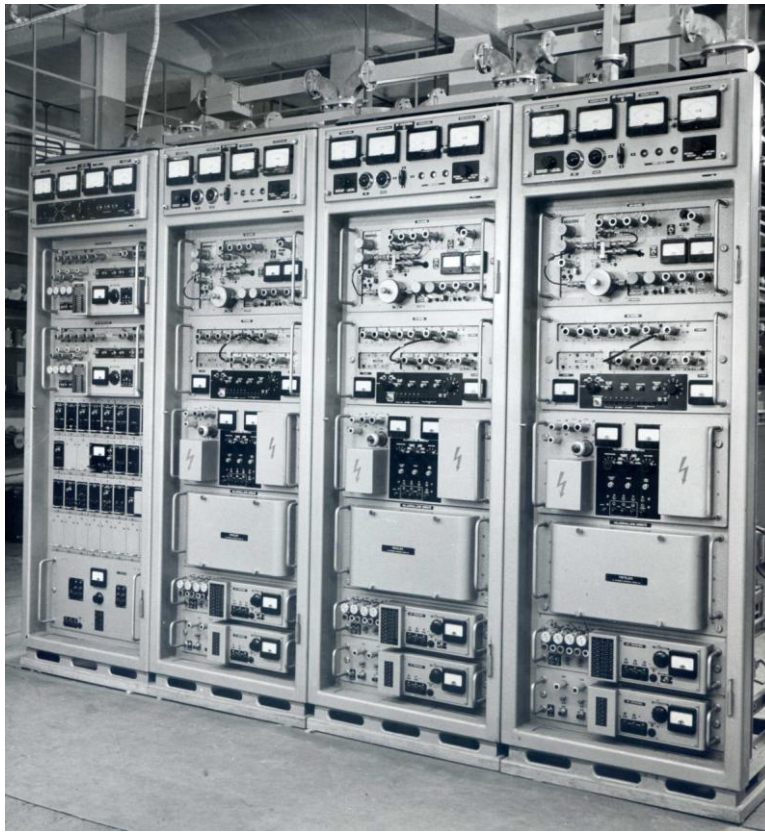
Az 1958-ban felépített Széchenyi hegyi TV adótorony. Ennek legfelső emeletén helyezték el a keleti lánc, GTT 4000/A típusú végállomását.



A keleti lánc emődi főállomása már a későbbi években.

(Fotók: s Postamúzeum gyűjteményéből)

Képek III.

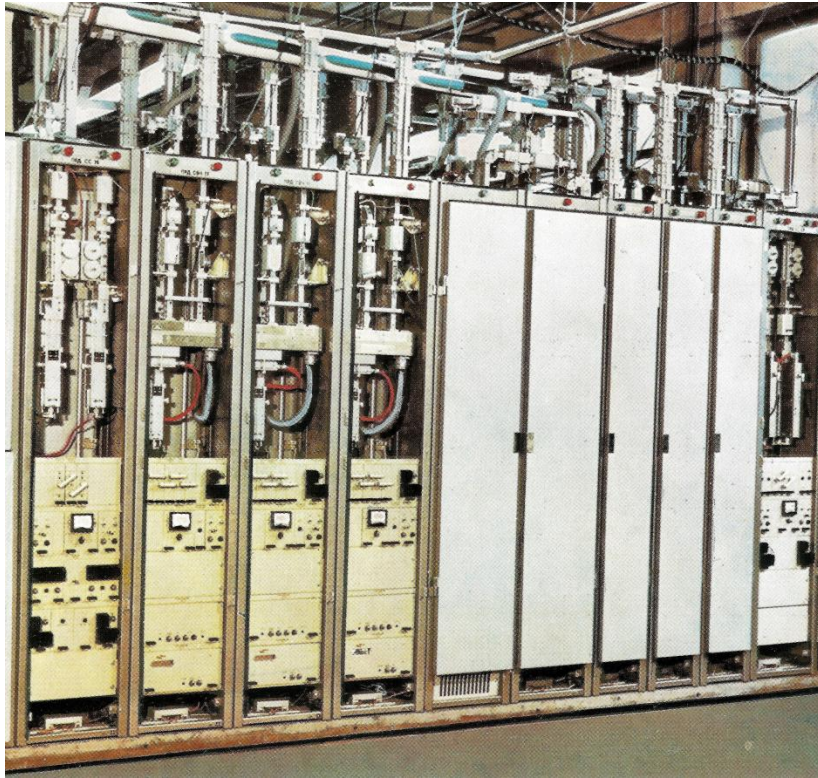


A kép a TKI fejlesztésű és később az FMV által gyártott GTT 4000/600 típusú, két üzemi és egy tartalék szélessávú RF csatorna (ún. 2+1-es) kiépítésű, 600 távbeszélő-csatorna, vagy fekete-fehér TV kép és egy kísérőhang átvitelére szolgáló, egy irányhoz tartozó duplex berendezés mintáját mutatja. A baloldali keretben lévő keskenysávú adóvevő a szolgálati berendezések jeleit továbbította. Az áramkörök a kismegajtott szolgálati áramkörök kivételével még elektroncsövekkel működtek. A szélessávú adók végerősítőjét HH csővel, a keskenysávú adóját klisztronnal szerelték fel. A hatvanas évek közepén e berendezésekkel cserélték le a Budapest és Kisvárdra közötti keleti lánc GTT 4000/A berendezéseit, melyeket, a pécsi adó TV műsorral való ellátása érdekében a Budapest–Pécs vonalra telepítettek át.



Az FMV gyártású GTT 4000/A típusú berendezés távfelügyeleti kezelőasztala
(A Postamúzeum gyűjteményéből)

Képek IV.

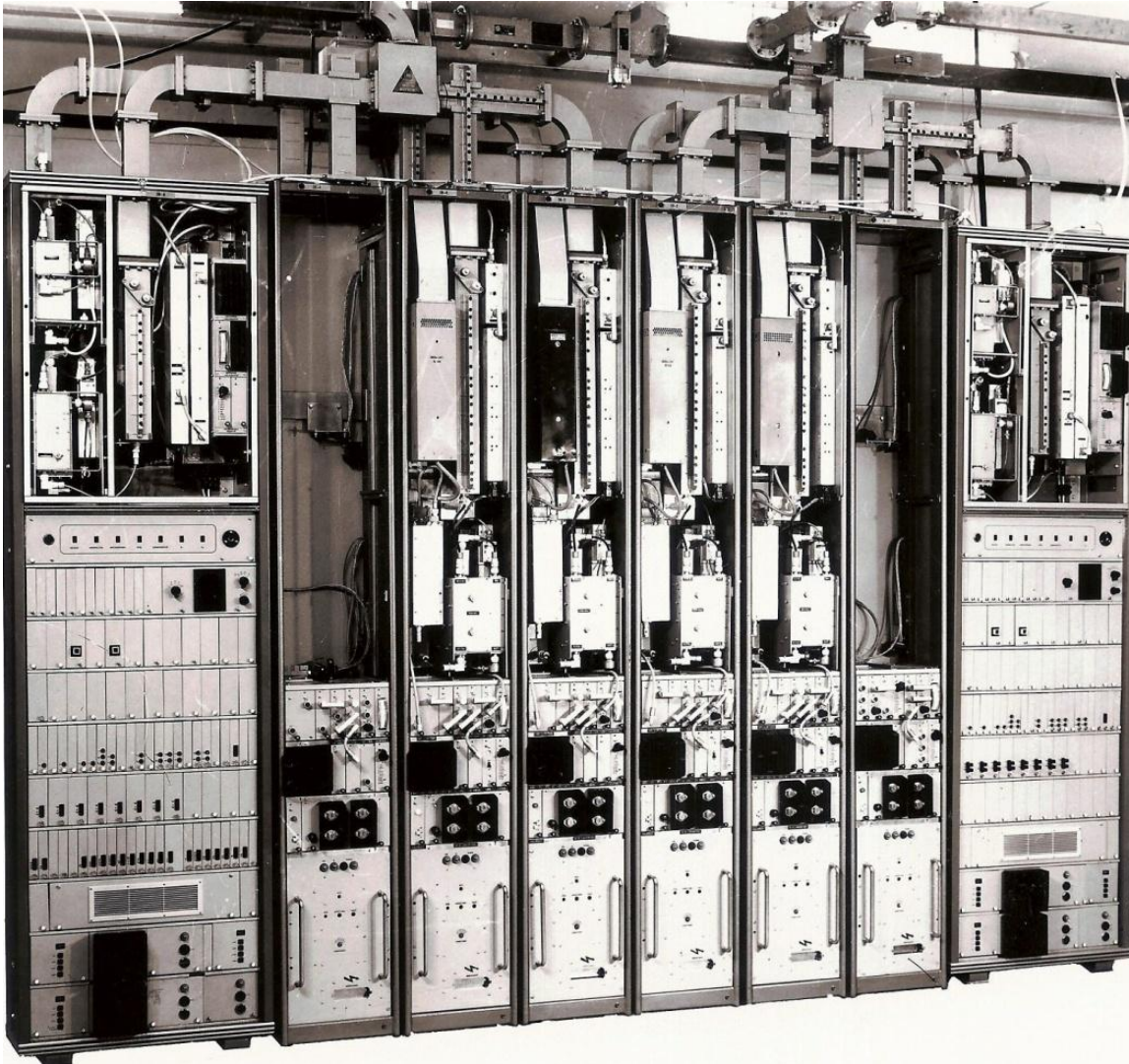


A képen egy FMV gyártású 6 GHz-es, GTT 6000/1920 típusjelű, „Druzsba” berendezés 2+1 csatornás ismétlőállomásának részlete látható, amely RF csatornánként 1920 beszédcsatorna vagy egy színes TV kép és 4 kísérőhang átvitelére szolgált. A baloldali keret a szolgálati rendszer keskenysávú üzemi és tartalék adója, mellette a három szélessávú adó. A középső két széles ajtó a központi vivőellátókat takarja. A keskeny ajtók a három szélessávú vevőt fedik. A jobbszélső keretben a szolgálati rendszer keskenysávú üzemi és tartalék vevője található.



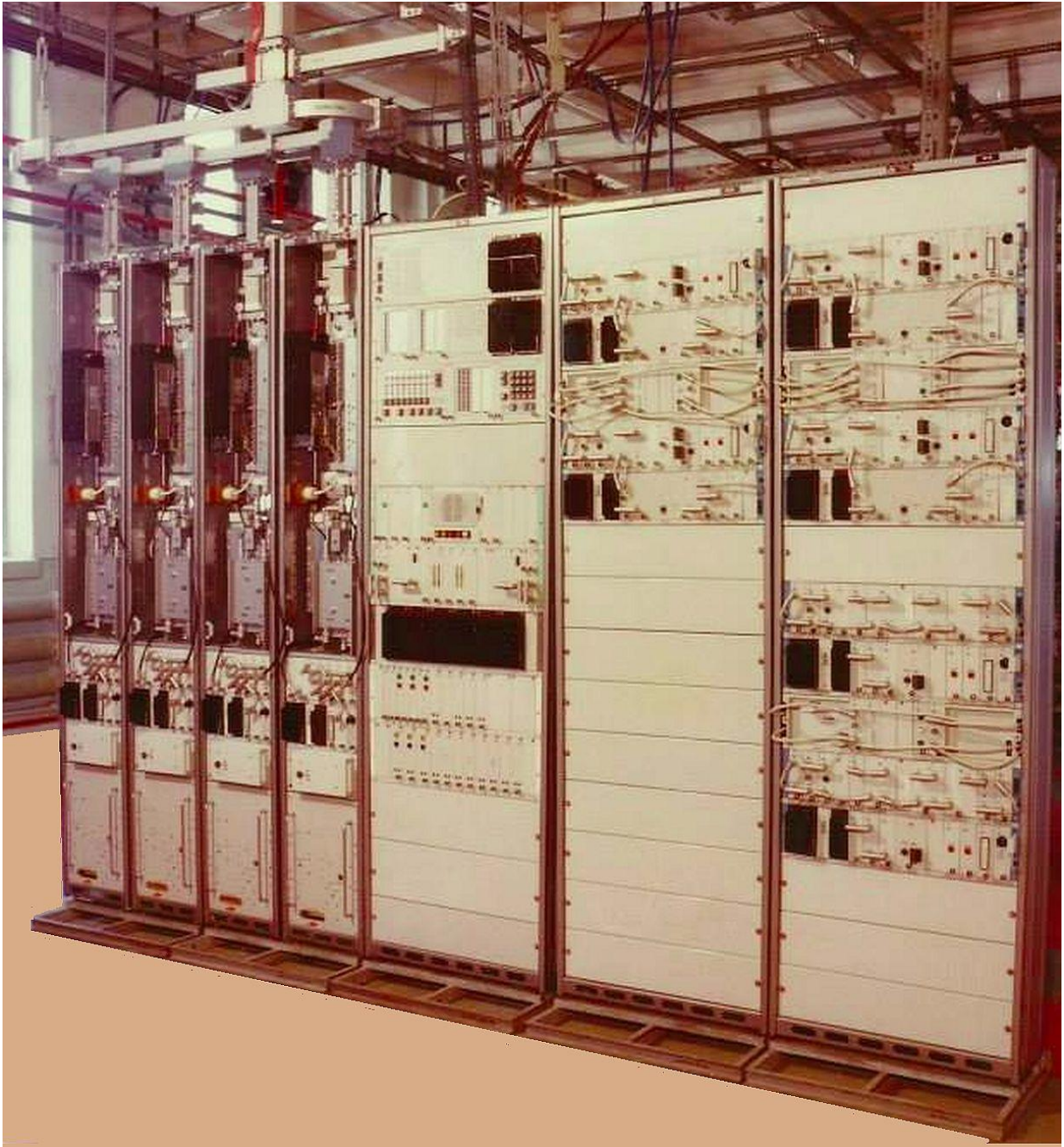
Ez a kép négy „Druzsba” típusú, szélessávú vevőt tartalmazó blokkot mutat. A vevők működéséhez szükséges vivőfrekvenciákat a külön vivőellátó berendezés állítja elő.

Képek V.



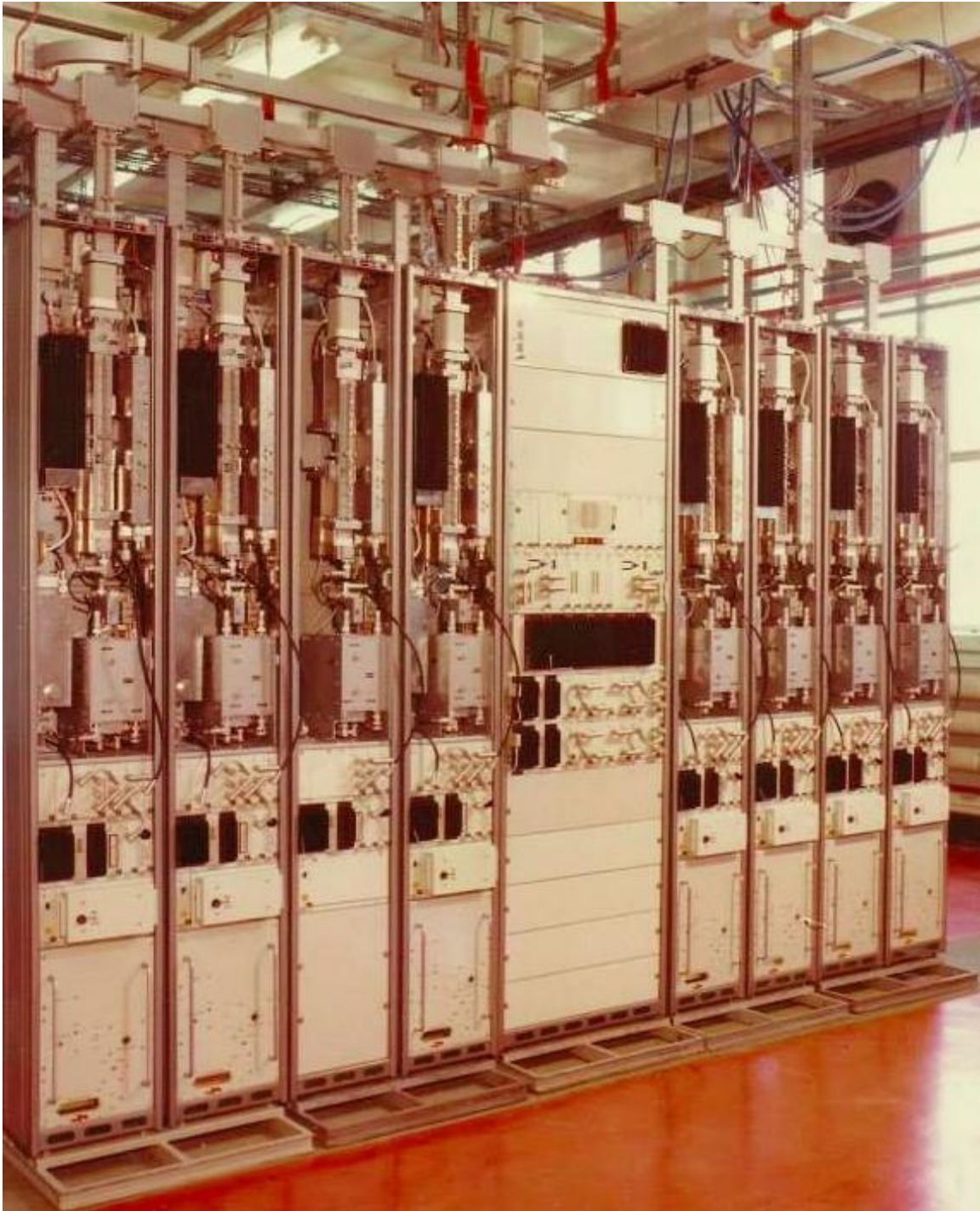
Ez a kép a GTT-70 berendezéscsalád 4 GHz-es, 2+1 csatornás kiépítésű, 1800, ill. 1920 telefontelefoncsatorna vagy színes TV kép és négy kísérőhang átvitelére szolgáló, ismétlőállomásának egy a TKI-ban kifejlesztett, majd legyártott és összeállított mintapéldányát mutatja, amely hat szélessávú adóvevőt (melyek közül 2 még nincs beszerelve) és két szolgálati jelek átvitelére szolgáló keskenysávú adóvevőt tartalmaz. E második generációs berendezés összes áramköre – a haladóhullámú végerősítő kivételével – félvezetőkkal épült. Minthogy ekkor az egyik RF csatornát már mindig távbeszélő átvitelre használták, a TKI fejlesztői elhagyták a szolgálati jeleket továbbító keskenysávú adó-vevőket és a szolgálati jeleket a távbeszélő átvitelre használt szélessávú RF csatorna alapsávjában vitték át. GTT-70 berendezéscsalád az FMV kiváló terméke lett, melyet nagy mennyiségben értékesített belföldön és külföldön.

Képek VI.



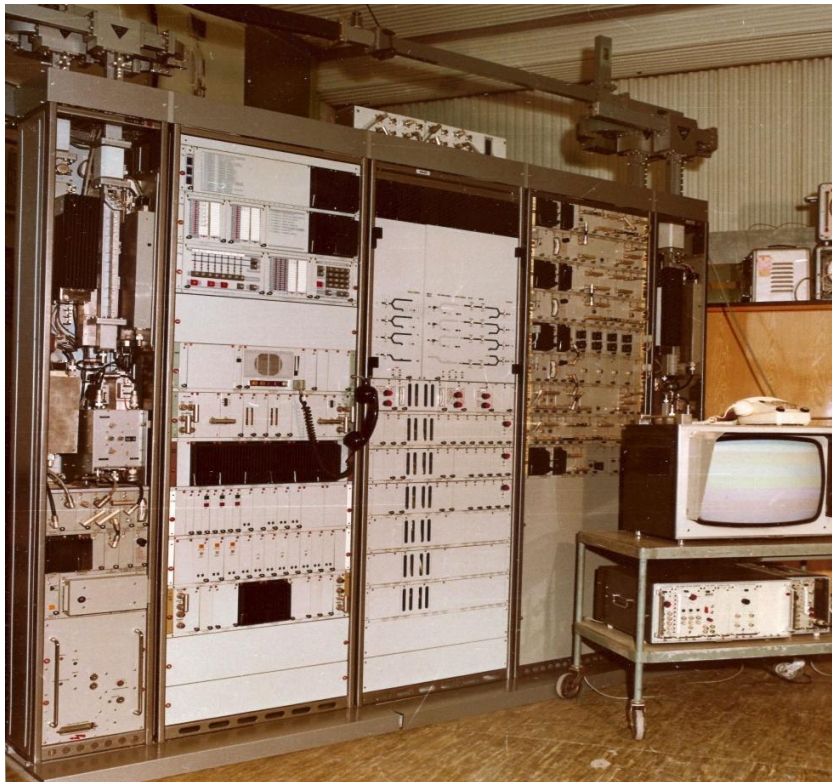
Ez a kép a GTT-70 berendezéscsalád egy az FMV sorozatgyártásában készülő 1800 távbeszélő-csatorna, vagy színes TV kép és négy kísérőhang átvitelére alkalmas, 6 GHz-es, 1+1 kiépítésű főállomását mutatja. Mindkét irányhoz egy-egy, 1+1 üzemi RF csatorna tartozik. Az ezeket alkotó négy szélessávú adó-vevő keretet, melyek adósűrítőváltói még hiányoznak a baloldalon helyezték el. A jobboldalon két, a GTT-70 családdhoz fejlesztett keret áll, melyek négy modulátort, két modulátor kapcsolót, két demodulátort és egy demodulátor kapcsolót tartalmaznak. Két további demodulátor és az ahhoz tartozó demodulátor kapcsoló még hiányzik a keretből. Az összeállítás közepén látható a GTT-70 család univerzálisan alkalmazható szolgálati kerete, amely a távjelző, távkezelő, szolgálati multiplex és expressz telefoncsatorna berendezéseit tartalmazza.

Képek VII.



Képünk a GTT-70 berendezéscsalád egy az FMV sorozatgyártásában készülő 1800 telefoncsatorna, vagy színes TV és négy kísérőhang átvitelére szolgáló, 6 GHz-es, 3+1 kiépítésű ismétlőállomását mutatja. A két oldalon látható a két irányhoz tartozó négy-négy szélessávú adó-vevő keret. Középre helyezték a GTT-70 családkhoz fejlesztett szolgálati keretet, amely jelen esetben mindkét irány távjelző és a szolgálati multiplex jeleit kezeli és a két irányhoz tartozó, 1800 FDM multiplex jeleit átvivő RF csatornák alapsávjában továbbítja. A szolgálati jelek feltöltését az RF adók tolómodulátorai végzik. A két irányból érkező szolgálati jeleket letöltése pedig a szolgálati demodulátorok feladata.

Képek VIII.



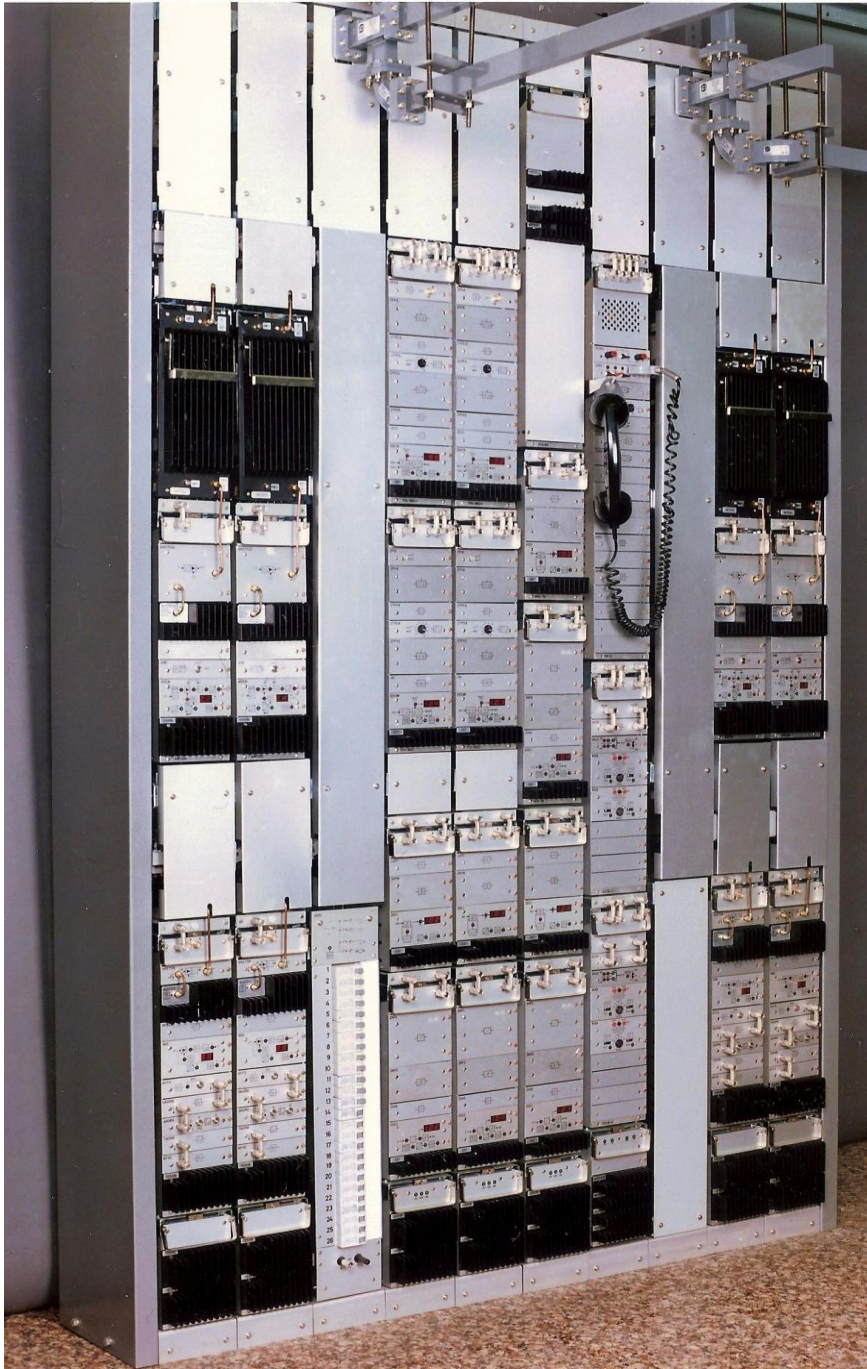
A képen a TKI fejlesztésű és FMV gyártású GTT-70 berendezéscsalád, 6 GHz-es, 1+1 kiépítésű végállomása látható, melyet a moszkvai Szvjáz '75 Világkiállításon való bemutatásra állítottak össze. Az üzem közben is bemutatható rendszer két szélessávú adóvevő keretet, egy modemeket tartalmazó keretet, továbbá egy KF csatornatartalékoló és egy szolgálati keretet tartalmazott. Az üzemi RF csatorna TF, míg a tartalék RF csatorna TV átvitelre szolgált.

Ennek megfelelően a modem keretbe egy TF és egy színes TV átvitelt kezelő modemet építettek. A szolgálati keretbe került a távjelző, távkezelő, szolgálati multiplex, továbbá az expressz telefon és a 48 csatornás multiplex berendezés. A középső keret tartalmazta a 2+1 kiépítésű KF csatornatartalékoló berendezést.



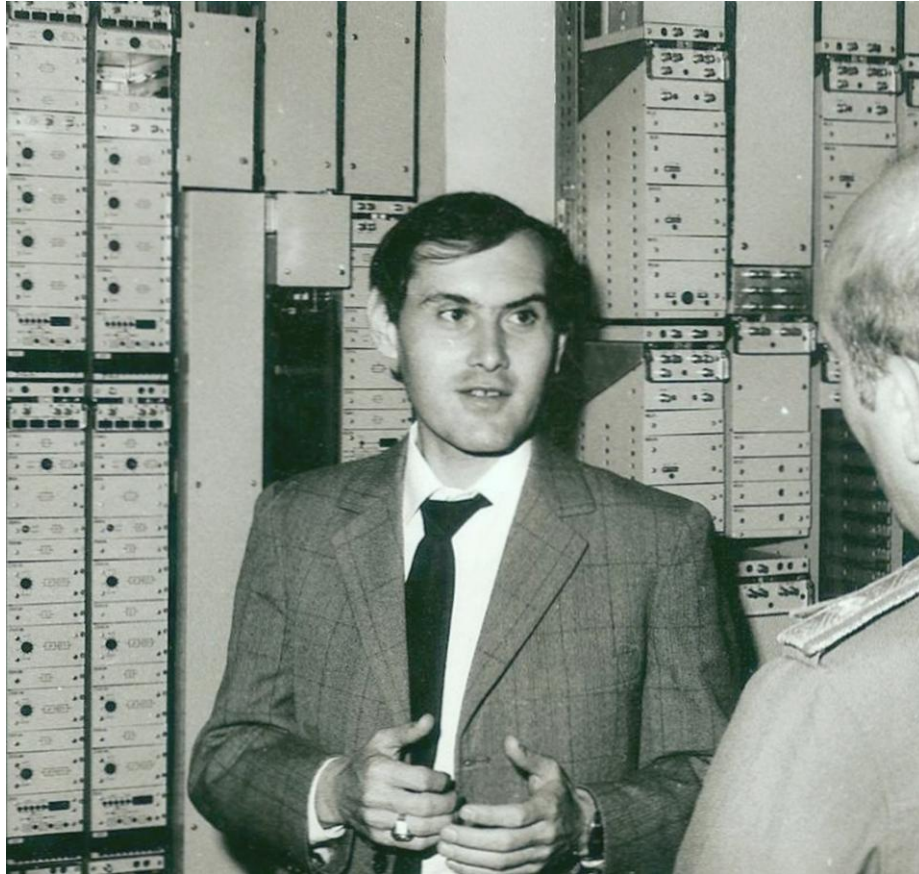
A moszkvai Szvjáz '75 Világkiállításra készített 6 GHz-es GTT-70 típusú berendezések bemutatása a TKI Rendszertechnikai osztályán.

Képek IX.

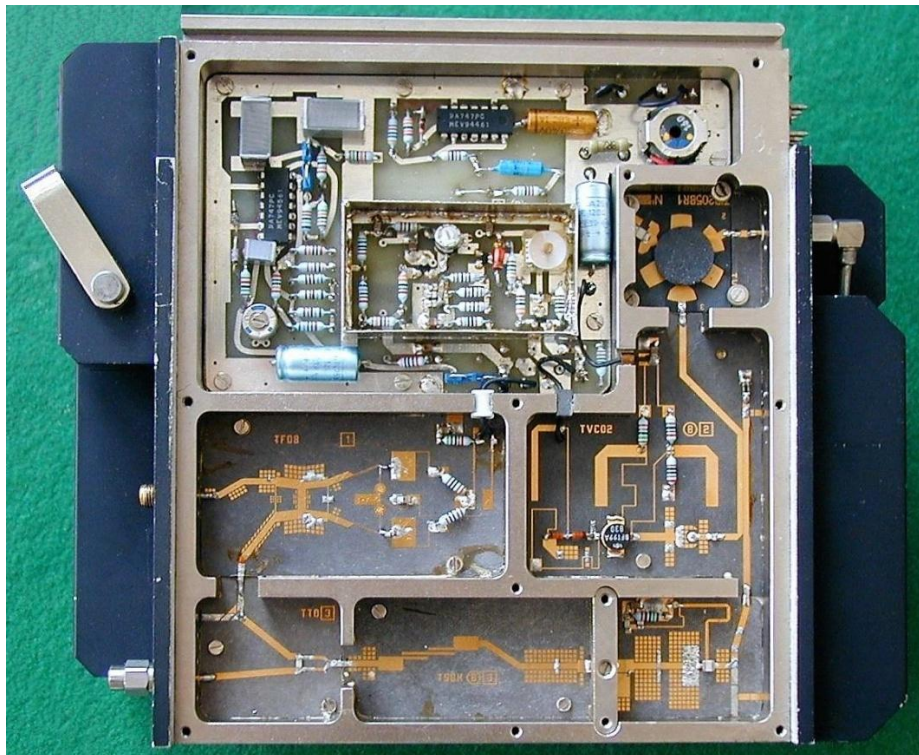


Ez a kép a TKI fejlesztésű és gyártású, a Dél-Balaton Hálózat Fonyód állomására telepített KTT-80 berendezéscsalád, 7 GHz-es, 1+1 kiépítésű, 960 távbeszélő csatorna átvitelére szolgáló főállomást mutatja. Az összeállítás két szélén vannak a két irányhoz tartozó és párhuzamosan üzemelő adóvevők és azok tápegységei. Balról a harmadik és nyolcadik oszlopban található a szűrőváltók, míg a negyedik és ötödik oszlop fentről lefelé tartalmazza a négy adóvevőhöz tartozó négy TF adó- és vevő-végberendezést, valamint a négy modulátort és demodulátort. A szolgálati berendezés a 960 csatornás multiplex alapsávjában továbbítja a tartalékolás, a távjelzés és a szolgálati telefoncsatorna jeleit. Ezek fel- és letöltését a hatodik oszlopban elhelyezett modulátorok és demodulátorok végzik. Az így kiépített 1+1 rendszerű átviteli utak megbízhatóságát az hetedik oszlopban elhelyezett két alapsávi tartalékoló berendezés biztosítja.

Képek X.

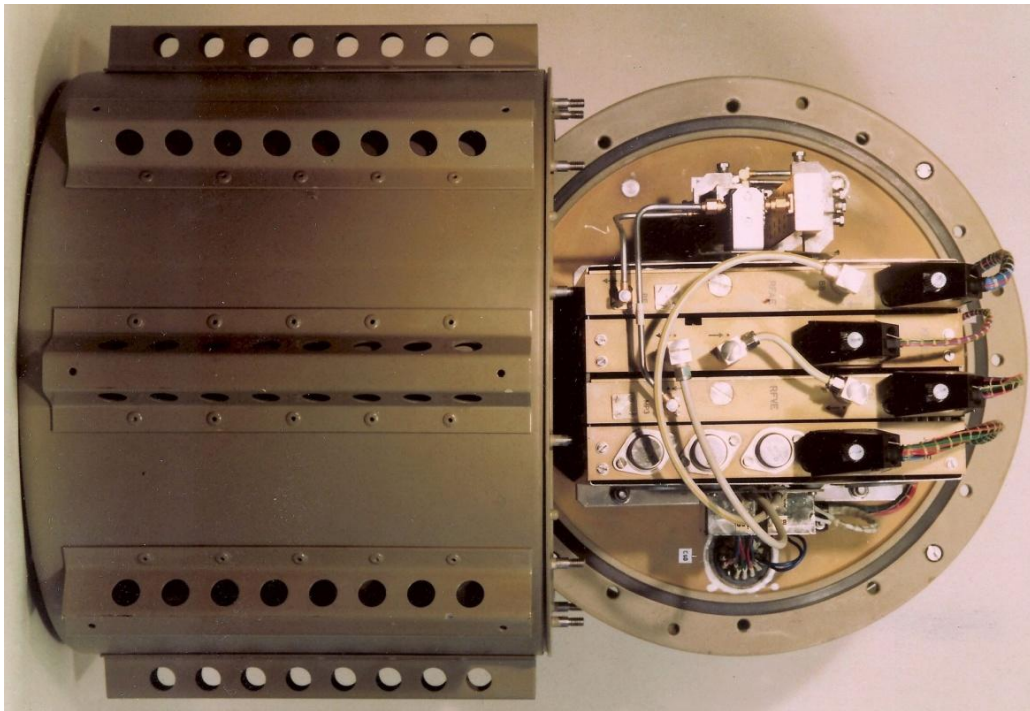


Sipőcz István, a TKI Rendszertechnikai Osztályának vezetője bemutatja a TKI harmadik generációs, GTT-80 / KTT-80 rádiórelé berendezéscsalád egységesített és univerzálisan alkalmazható blokkjait a Magyar Honvédség szakértőinek. (1987)



A TKI fejlesztésű és gyártású, harmadik generációs GTT-80 / KTT-80 berendezéscsalád 7 GHz-es adóerősítőjének egy részlete a duroid hordozón megvalósított szalagvonalas áramkörökkel és gránát hordozón létrehozott - itt izolátorként alkalmazott - cirkulátorral.

Képek XI.



Az antennával egybeépíthető 8 GHz-es, KSR-8 típusjelű kiskapacitású analóg mikrohullámú adóvevő konténerének és belső felépítésének.



Pont-pont összeköttetést biztosító, antennával egybeépített kis (2.048 Mbit/s) és közepes (8.448 Mbit/s) kapacitású digitális mikrohullámú adóvevők az 1990-es évek elején.

Képek XII.



Az Országos Mikrohullámú Központ vezérlőterme a Széchenyi hegyi TV-adó épületének VIII. emeletén. Háttérben a magyarországi rádiórelé-hálózat térképe.



Taliándörögdi űrtávközlési földi állomás, ahol a műholdra továbbított, illetve onnan érkező távbeszélő csatornák jeleinek feltöltését és lebontását a TKI fejlesztésű és gyártású INTERCSAT berendezés biztosította. A beszédcsatornák jeleit és esetenként TV képet a TKI és Orion közös fejlesztésű, GTT 8000 típusjelű, 8 GHz-es, 960 távbeszélő csatorna, vagy színes TV kép és négy kísérőhang átvitelére szolgáló berendezések továbbították a Dunántúli Hálózat Győr-i főállomására. Innen a nyugati lánc berendezései biztosították az összeköttetést a taliándörögdi állomás és a Széchenyi-hegyi TV adó épületében lévő Országos Mikrohullámú Központ vagy Taliándörögdi és Bécs között.