

Főszerkesztő: HORVÁTH IMRE

Szerkesztő: ANGYAL LÁSZLÓ

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

BHG

Laczkó Endre  
Bernhardt Richárd  
Eisler Péter  
Dr. Gosztony Géza  
Honti Ottó  
Klug Miklós  
Tölgyesi László

ORION

Jakubik Béla  
Baracs Sándor  
Csernoch János  
Froemel Károly  
Sass Károly  
Szabó Károly

TERTA

Bánsághi Pál  
Baján Tibor  
Benedek Elek  
Egerszegi Béla  
Hutter Mihály

BHG ORION TERTA

MŰSZAKI  
KÖZLEMÉNYEK

XXVII. évfolyam

1981

6. szám

## Mikrohullámú hírközlő rendszerek

MALCSINER FERENC  
BHG

A KGST-országok televíziós programmal való ellátása, továbbá a baráti országok közötti hírközlő vonalak — telefon, telex stb. — létesítése, nagymértékben mikrohullámú hírközlő rendszerekre alapozódik. Így a nyári olimpiai játékok közvetítése is túlnyomórészt ezeken a mikrohullámú vonalakon keresztül érkezett el hozzánk. A mikrohullámú berendezéseket a BUDA-VOX forgalmazza és gyártásuk részben az Orion gyárban, részben a Finommechnikai Vállalatnál történik. E cikk keretében most a Finommechnikai Vállalat (FMV) által gyártott berendezéseket tekintjük át.

### PEBSPEKTÍVÁK

Korunkban az átviteltechnikával kapcsolatos műszaki követelmények gyors ütemben növekednek. Évről évre újabb követelmények merülnek fel az átvivő berendezésekkel szemben és ez a tény irányt szab a fejlesztési feltételeknek és munkáknak.

A gyártás és különösen a gyártási technológia állandó továbbfejlesztése ugyancsak szükségszerű, mivel az egyre komplikáltabb és egyre szerteágazóbb berendezések gyártása — nemzetközi követelményeket is figyelembe véve és szem előtt tartva a rentabilitási tényezőket —, egyre nehezebben valósítható meg, mert egyre nagyobb felkészültséget kíván.

A szakkader képzés és utánpótlás a közép és felsőfokú oktatási intézményektől is nagy erőfeszítéseket igényel.

A piaci lehetőségek várhatóan megnövekednek, mert a szocialista országokon kívül a fejlődő országok is vevőként jelentkeznek — pl. India —, vagy a közeljövőben jelentkezni fognak. Éppen ezért a fejlesztésnek figyelembe kell venni nemcsak az OIBT és a Szovjet posta igényeit, hanem a CCIR és a CCITT követelményeit is, hogy az esetleg már üzemelő nyugati berendezésekhez a hazai rendszereket is csatlakoztatni lehessen.

### HOGYAN KEZDŐDÖTT?

A sokcsatornás mikrohullámú hírközlő rendszerek iránti igény az ötvenes évek elején merült fel komoly formában. Először a BHG kezdte meg egy 24 csatornás mikrohullámú berendezés kifejlesztését.

A várható igény azonban egyrészt nem illeszkedett a gyár profiljába, másrészt túlhaladta a rendelkezésre álló kapacitást, ezért kormányhatározattal az akkor létesített Távközlési Kutató Intézetet bízták meg a szerteágazó téma összefogásával és a mikrohullámú berendezések kifejlesztésével. A BHG először a szakembereinek egy részét engedte át a TKI-nak, majd később, a KGM rendeletére, átprofilozás folytán a gyártást is áthelyezte az Orion gyárba. A gyártást és részben a fejlesztést azóta is ott folytatják, természetesen átdolgozott és korszerűsített változatban. (Erről külön cikkben fogunk megemlékezni.)

A sok iparágat érintő, szerteágazó és nagyarányú fejlesztés munkáit a TKI dolgozta ki. Az Intézet a korszerűsítést és fejlesztést a legújabb követelményeknek megfelelően ma is folyamatosan végzi.

Napjainkban a hírhálózatok rendszerét részben a műholdas, részben a kábeles rendszerekkel együttműködve, gerinchálózati mikrohullámú rádió relé rendszerekkel lehet gazdaságosan megvalósítani.

A TKI által kifejlesztett mikrohullámú gerinchálózati berendezések gyártását 1961-ben kezdte el az FMV. A gyártás — tekintve, hogy a gyártmány a gyár számára teljesen új profilt jelentett —, eleinte sok nehézséggel járt és csak vontatottan haladt.

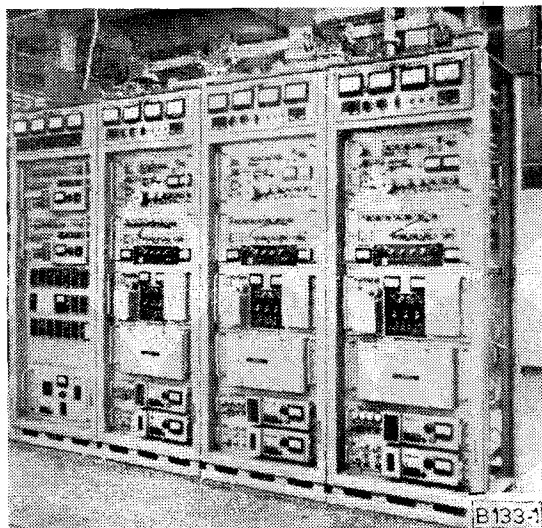
Az első berendezés típusjele GTT 4000/600 volt, ahol a 4000-es szám a frekvencisávot (4000 MHz-et, vagyis 4 GHz-et) jelentette, míg a 600-as szám a beszedcsatornák számát jelentette. Ezt a gyártmányjelölési módot a TKI azóta is megtartotta, és a legújabb berendezéseinél is alkalmazza.

A kezdetben gyártott 4 GHz-es berendezés még elektroncsöves megoldás volt (1. kép). E mikrohullámú berendezésnek egy RF csatornája vagy 600 beszedcsatorna, vagy egy fekete-fehér televíziós kép és egy zene csatorna átvitelére volt alkalmas.

Ebből a típusból 1961 és 1965 között hazánkban több mint 4300 csatornakilométer került telepítésre és alkalmazásra.

Az üzembiztosan működő berendezésekről szerzett információk hatására rövidesen a szocialista országok is vevőként jelentkeztek. Így Csehszlovákiában 1963-ban 1790, Lengyelországban 1966-ban 477 csatornakilométer került telepítésre és alkalmazásra.

A legnagyobb megrendelő azonban a Szovjetunió volt. A Szovjet posta szigorú, egyéni előírásainak kiélgítése igen magas technológiai szintet követelt. A



1. kép. Az első, még elektroncsövekkel kivitelezett GTT 4000/600 mikrohullámú berendezés 1961-ből

nehézségek tisztázása után 1963 és 1967 között több mint 30 000 csatornakilométer mikrohullámú gerinchálózatot telepítettek és helyeztek üzembe, számunkra szokatlanul nehéz terep és klimatikai viszonyok mellett.

## ÚJABB KÖVETELMÉNYEK

A színes televíziós adások megindulása újabb műszaki követelményeket támasztott a GTT berendezésekkel szemben.

A TKI igyekezett lépést tartani az újabb követelményekkel és a fejlesztési munkákat gyors ütemben folytatta tovább. 1968-ra kidolgozta új típusát, melyben csövek helyett már félvezetőket alkalmazott.

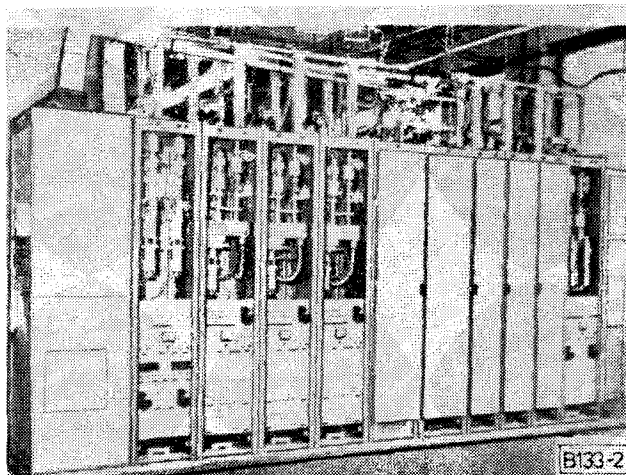
Az új igényeknek megfelelően olyan új típust dolgoztak ki, amely részben a 4 GHz-es részben a 6 GHz-es sávban volt üzemeltethető.

A tervezésnél új követelményként a színes televíziós adásokat is figyelembe kellett venni. Így jött létre az 1920 beszédcatorna átvitelére alkalmas típus, mely a GTT 6000/1920 típusjellet, vagy az általános használatban a „Druzsbá” nevet kapta. Ez a berendezés a színes tv képcatorna mellett egyidejűleg négy zenecatorna átvitelét is biztosítani tudta (2. kép).

Az újabb típus sorozatgyártását ugyancsak a Finnmechanikai Vállalat kezdte el.

A mikrohullámú berendezések csőtápvonalainak és parabola antennáinak gyártása azonban nemcsak nagy műszaki felkészültséget igényel, hanem a berendezések terjedelmes volta miatt nagy helyszükségletet is kíván. Az FMV ezért először egy, majd további két újabb vidéki telephelyet létesített, ahol a nagyméretű antennák gyártását meg tudta valósítani. A szakkáder kérdést, — főként vezetői szinten — ugyancsak a törzsgyárnak kellett biztosítani, ami gyakran alig áthidalható nehézségekkel járt.

Az átszervezés viszont megegyezett a hatvanas évek kormányprogramjával, mely az iparilag vissza-



2. kép. Színes tv-program közvetítésére alkalmas GTT 6000/1920

maradt kisebb vidéki városok gyors iparosodását kívánta megvalósítani. Mivel az FMV ezzel az átszervezésével sok vidéki munkahelyet létesített, a beruházásokra az Államtól jelentős támogatást kapott.

A GTT 6000/1920 típusú berendezésekből először a Szovjetunió igényeit kellett kielégíteni, ahová 1968—1973 közötti években közel 20 000 csatornakilométer gerinchálózatot, majd 1974—75 között további 13 000 csatornakilométer ellátását biztosító berendezést kellett leszállítani és nagyrészt üzembe helyezni.

A GTT berendezések — természetüknél fogva — igen szélsőséges klimatikai viszonyok között, felügyelet nélküli üzemmódban üzemelnek. A berendezések gyártása ezért igen magas technikai szintet és nagy technológiai fegyelmet kíván. A gyártó vállalatnak ezért már a gyártás megkezdése idején jófelszerelt klíma-laborokat kellett létesítenie ahol a berendezések biztonságos működését nemcsak szélsőséges hőmérsékleti viszonyok között, (0—+50 °C) kellett ellenőrizni, hanem a tartószerkezetek mechanikai szilárdságát is vizsgálni kellett. A parabola antennák ugyanis rendkívül éles sugárzási iránykarakterisztikával rendelkeznek, tehát a hőfokváltozásból eredő dilatációs változások, valamint a szélnyomásból és az eljegesedésből származó kis elmozdulások erősen befolyásolhatják a két egymásra néző antenna eredő nagyfrekvenciás térerősségét.

A többnyire a hegytetőkön, vagy mesterséges építmények tetejére telepített antennarendszerek igen stabil, gyakorlatilag elmozdulásmentes tartószerkezetet igényeltek, melyek megvalósítása az egyik legnehezebb technológiai, szerkesztési és szerelési feladatnak bizonyult (3. kép).

A felügyelet nélküli üzem egyik fontos követelménye, hogy a berendezések szünetmentes üzemeltetése áramkimaradás esetén is biztosított legyen. Szükséges volt tehát olyan szükségáramforrások kidolgozására, melyek hálózati feszültség kimaradása esetén legalább korlátozott időre biztosítani tudják az üzem fenntartását.

A gyártás megkezdése idején a BHG-ban kidolgozott forgógépes, nagy lendtömeeggel ellátott benzin-



3. kép. Mikrohullámú antennák a hegytetőn álló épület tetején

motoros agregátorokat kezdték alkalmazni. Később azonban egyéb megoldásokra kellett áttérni. Háromféle típus került kidolgozásra. Ezek mindegyike puffer üzemben tölti az áramellátást biztosító akkumulátor rendszert.

A várható szükségleteknek megfelelően, kidolgozták a 48 V-os, a 48 V-os és a 60 V-os szünetmentes áramellátás egységeit. A kiépítések várható darabszámától függően 1,3 kVA, továbbá 2,4 kVA és 4,8 kVA teljesítményű változatok kerültek kivitelezésre, melyekből a kiépítéstől függő darabszám használható.

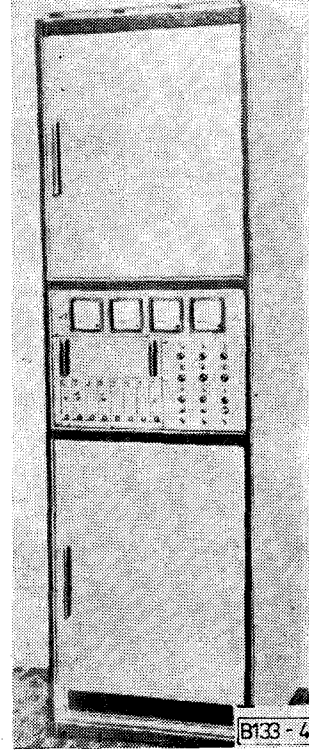
Az energiaellátás egységei egységesen 600 mm-es keretbe vannak szerelve.

A szünetmentes energiaellátás keretét 4. képünk mutatja be.

#### GTT-70

A fejlődés azonban nem állt meg. Az eddigi üzemi tapasztalatokat és az újabban felmerülő követelményeket figyelembe véve a TKI és az FMV továbbfejlesztette a gerinchálózat berendezéseit. Így jött létre a GTT 4000/1800 és a GTT 6000/1800 típusjelű gyártmánycsalád, melyek gyártása — kisebb-nagyobb módosításokkal — jelenleg is folyik. A rövidség kedvéért ezt a gyártmánycsaládot közös néven GTT-70 típusjellel látták el.

A GTT-70 a mai korszerű követelményeket is kielégíti. A teljes rendszer integrált áramkörökből és szilícium félvezetőkből épült fel.



4. kép. Energiaellátó egység

E berendezések tervezésénél messzemenően figyelembe vették nemcsak a KGST-országok előírásait, hanem a nyugati és a fejlődő országok várható piaci lehetőségeit is. Ezért a CCIR előírásokon kívül a CCITT és az OIRT előírásait is figyelembe vették a berendezések tervezésénél. A GTT-70 berendezés ezeket a követelményeket messzemenően kielégíti, ezáltal lehetőséget nyújt a már üzemben levő nyugati berendezésekhez való csatlakoztatásra, amire a nyári olimpiai játékokon több ízben sor is került. Ilyen komplett állomást mutat be a 6. kép.

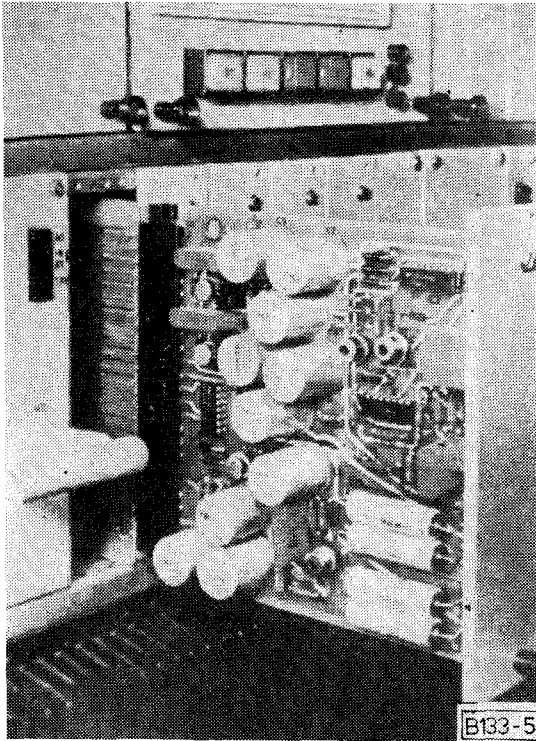
A GTT-70 gyártmánycsalád az alapvető feladatokon kívül az alábbi szolgáltatásokat nyújtja:

1. Automatikus csatorna szakaszkapcsolás.
2. Modulátor és demodulátor tartalékolás.
3. Diversity lehetőség.
4. Variábilis távkezelés és távjelzés.
5. Szolgálati és kiegészítő csatornák a szélessávú TF csatornáknak.
6. TV-műsorok leágaztatási lehetősége közbenső állomásokra.
7. Szünetmentes energiaellátás.

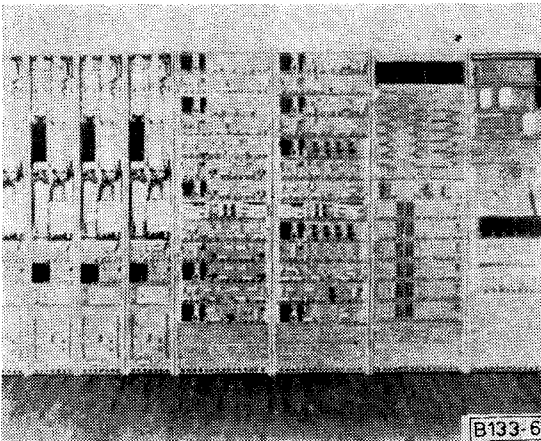
#### SZERKEZETI KONSTRUKCIÓ

A GTT-70 berendezés külső kiviteli formája az előző berendezésekhez képest lényegesen módosult.

Az önálló funkciókat ellátó egységeket 600 mm széles, 2064 mm magas és 225 mm mélységű keretekben helyezték el.



5. kép. Szolgálati berendezés rekesze kihúzott helyzetben



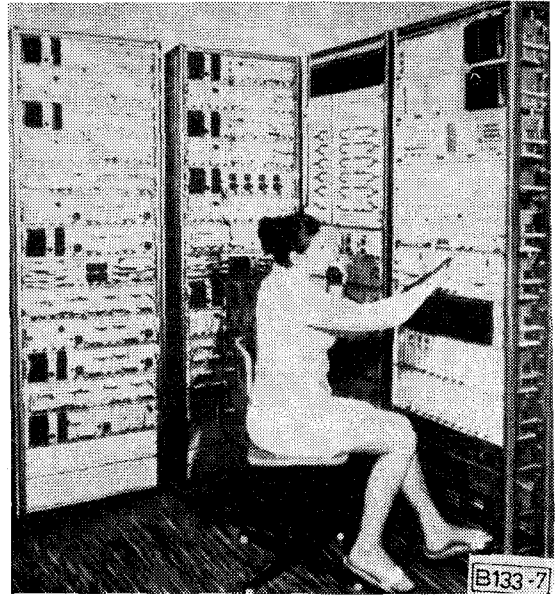
6. kép. GTT—70 mikrohullámú hírközlő rendszer szekrényei

Ahol ilyen méretű keretre nem volt szükség, vagy a szerkezeti elemek másféle elrendezést tettek indokolttá, ott fél szélességű,  $300 \times 2064 \times 225$  mm-es kereteket alkalmaztak.

Az aleggységek fiók rendszerűek, ezáltal a javítás és karbantartás munkálatai meggyorsulnak és leegyszerűsödnek. Ilyen kereteket mutatnak be az 5. és 7. képeink. A rádiófrekvenciás adó és vevő egységek fél szélességű keretben nyertek elhelyezést.

Az adó-egység kétféle kivitelben került legyártásra:

1. 4 GHz-es adó. Típusjele: SRF 4/15.  
Kimenő (hasznos) teljesítménye 15 watt.



7. kép. Az önálló funkciójú áramköri egységek egységes méretű keretben nyertek elhelyezést

2. 6 GHz-es adó. Típusjele: SRF 6/10.  
Kimenő teljesítménye: 10 watt.

Az adóhoz tartozó modulátor és demodulátor áramkörök, aszerint hogy TF vagy TV csatornák átvitelére alkalmazzák a berendezést, TF—1800, vagy TV—4 típusjelet viselik. Az igényektől függően a modulátor és a demodulátor áramkörök 1800/1920 vagy 960 telefoncsatorna átvitelére, továbbá az alapsáv alatti jelspektrum átvitelére alkalmasak.

Telefoncsatornák helyett színes TV jel és 1—4 kísérőzene átvitelére alkalmas, ún. subrack változatok is megvalósításra kerültek. Ezen egységek 600 mm-es keretben nyertek elhelyezést. Mindegyik változat tartalék áramkörökkel rendelkezik. Ezt a lehetőséget a „Csatornatartalékoló keret” valósítja meg, mely 6—8 szélessávú RF csatornából egy vagy két tartalékcsatornát biztosít, szakasztartalékolással (8. kép).

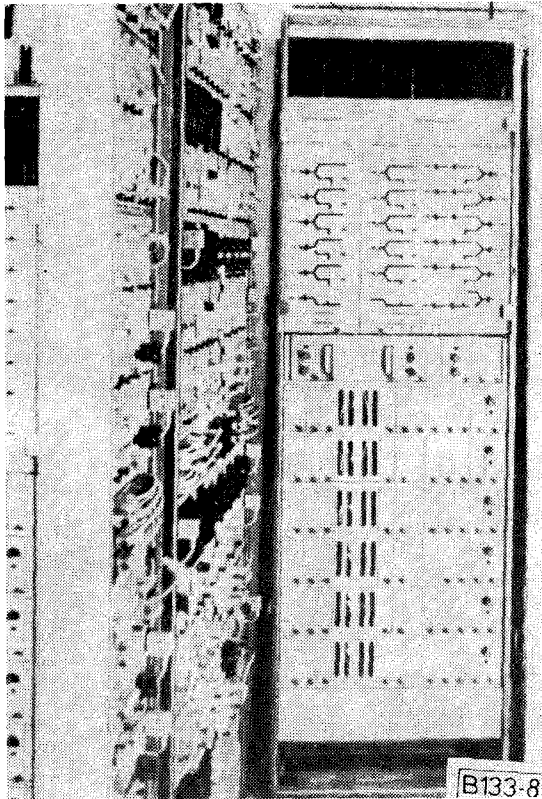
Mivel a GTT berendezések felügyelet nélküli üzemre készültek, ezért szükséges a folyamatos üzem ellenőrzésére távfelügyelő egységeket közbeiktatni. Egy-egy távfelügyelő állomás alkalmas legfeljebb nyolc állomás ellenőrzésére egy központból.

A parancsjelek és távjelzések adása és fogadása TTL logikai szinten történik. Interface áramkörök alkalmazásával lehetőség nyílik a fentiekől eltérő jelek csatlakoztatására is.

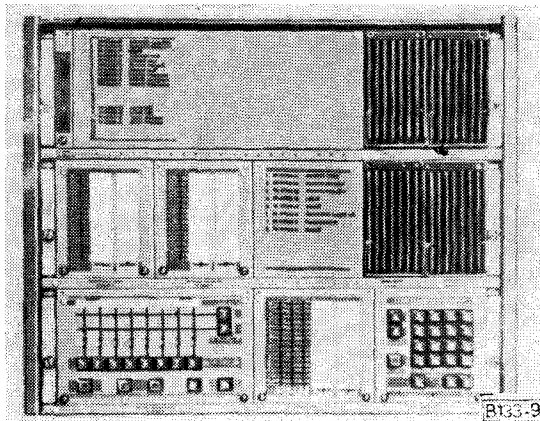
A távfelügyelő aleggység a 9. képen látható.

A távellenőrző állomás kiépíthető a távfelügyelő egységen kívül.

- szakasz telefon kapcsolat (omnibusz) egységgel az egyes állomások között a TF MODEM szakaszon belül,
- a végállomások és a főállomások között távolsági (expressz) távbeszélő csatorna multiplex egységgel,
- táviró csatorna egységgel, a kapcsolási és távellenőrző jelek átvitelére,



8. kép. Csatorna tartálozó keret



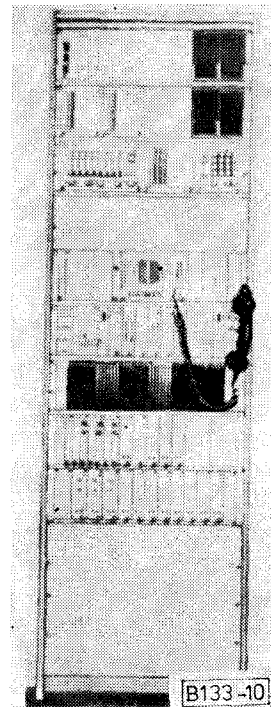
9. kép. Távfelügyelő központ és alegysége

- kiegészítő telefoncsatorna egységgel,
- közös tápegységgel (10. kép).

## ANTENNÁK

A GTT berendezésekhez — a helyi adottságoknak és a megrendelő kívánásainak megfelelően — többféle sugárzórendszer került kivitelezésre. Legáltalánosabb típus a forgásparaboloid antenna, mely kétféle méretben — 3 és 4 méteres átmérővel — készül. Ezek a „high performance” típusok.

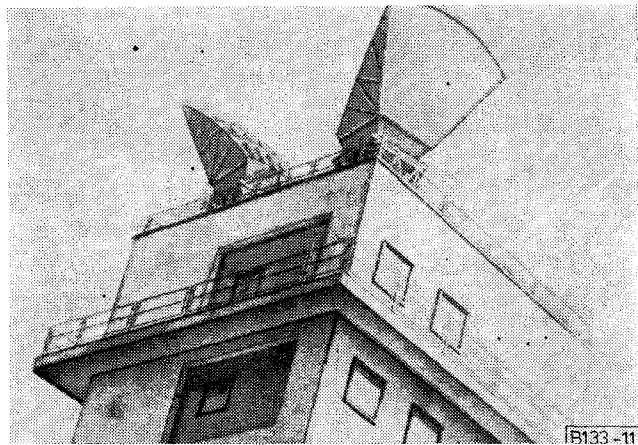
Akár egy, akár két polarizációs tápfejjel rendel-



10. kép. Komplettszolgálati keret végállomása

hetők, akár aerodinamikus radommal, vagy sík radommal. Hátrasugárzási csillapítást növelő shroudal is rendelhető. Ezen antennák gyártása olasz licenc alapján történik.

Ugyancsak használatosak a szélessávú, nagy oldal- és hátrasugárzási csillapítást biztosító tölcseparabola antennák is. Ezen antennatípus, egy külön kifejlesztett váltórendszer segítségével a 4 és a 6 GHz-es sáv együttes átvitelét is lehetővé teszi (11. kép).



11. kép. Tölcseparabola antennák 4 és 6 GHz sugárzására

## REFERENCIÁK

A mikrohullámú berendezéseket a kor követelményeinek megfelelően az FMV állandóan továbbfejleszti. Tevékenysége arra irányul, hogy a gyárt-



mánycsalád rendszertechnikai és technológiai továbbfejlesztésével állandóan bővítsse a szolgáltatások körét, és nagy megbízhatóságú, kis energiaszükségletű berendezéseket állítson elő, melyet a BUDAVOX Híradástechnikai Külkereskedelmi Rt. kedvezően tud a világpiacon értékesíteni.

Eddig az alábbi jelentősebb szállítások történtek a GTT berendezésekből:

Országok	RF csatorna kilométer hossz	Típus	Üzembehelyezés
Magyarország	4 305 km	GTT 4000/600	1961 – 66
	848 km	GTT 4000/1800	1974 – 75
Csehszlovákia	1 790 km	GTT 4000/600	1963
Lengyelország	477 km	GTT 4000/600	1966

Országok	RF csatorna kilométer hossz	Típus	Üzembehelyezés
Szovjetunió	30 300 km	GTT 4000/600	1963 – 67
	19 830 km	GTT 6000/1920	1968 – 73
	12 720 km	GTT 6000/1920	1974 – 75
India	11 160 km	GTT 4000/1800	1975 – 76
	6 507 km	GTT 6000/1800	1975-től folyamatos.

A legjelentősebb szállítás az ún. Olimpiai vonal, mely Moszkvát Nyikolajevon, Ungváron és Kassán keresztül Budapesttel köti össze. 1978 és 1980 között épült. Kapacitása: nyolc színes tv-csatorna. Az olimpiai közvetítés ezen a közvetítőláncon keresztül történt.