

Pintér István ny. mk. alezredes – Kozma Zoltán ny. mk. alezredes:

## A MAGYAR HONVÉDSÉG DIGITÁLIS MIKROHULLÁMÚ HÁLÓZATÁNAK LÉTESÍTÉSE 1980-TÓL 1990-IG

*ÖSSZEFOGLALÓ: Az 1980–1990 közötti időszakban megépült a korábban MN (Magyar Néphadsereg, jelenleg Magyar Honvédség vagy MH) első önálló, minden más hálózattól független digitális mikrohullámú hálózata, mely jelentős esemény volt az MN (MH) hírközlésének történetében. A hálózat teljes egészében hazai fejlesztésű berendezésekből épült, állomási személyzet nélküli, távfelügyelt és szervizelt rendszerként létesült. A szerzők – akik a létesítés időszakában aktívan részt vettek a hálózat fejlesztési, tervezési, létesítési munkáinak irányításában és a fenntartási rendszer megszervezésében – tanulmányukban bemutatják az Orion RP 2/120T digitális mikrohullámú rendszer fejlesztésének folyamatát, az 1350 km nyomvonalhosszú hálózat kiépítését, a fenntartás és üzemvitel megszervezését, a hálózat infrastruktúrájának létrehozását.*

*KULCSSZAVAK: digitális mikrohullámú, mikrohullámú hálózat, RP 2/120T*

### A KEZDET

A Magyar Néphadsereg hírközlésének állapotára vonatkozó 1979–1980. évi elemzések azt mutatták, hogy a híradás biztonságának növeléséhez, a béke- és minősített időszak feladatok ellátásához, a honi légvédelmi rendszerek gyorsütemű fejlesztéséhez, a katonai rádiórelékkel kiépített, stabilitásukat tekintve nem eléggé megbízható stacioner vonalak kiváltásához szükséges egy minden más hálózattól független, országos kiterjedésű, korszerű digitális mikrohullámú híradóhálózat megépítése.

Az MN Híradófőnökség szintjén kidolgozták a rádiórelé-híradás fejlesztésére vonatkozó hadműveleti elgondolást. Az elgondolás tartalmazta az országos kiterjedésű digitális mikrohullámú hálózat nyomvonalára – tényleges térképi ábrázolással –, kapacitására, felhasználására, fenntartására, a hibaelhárítási elvárásokra (2 órán belüli), illetve a kiépítésére vonatkozó adatokat. Ennek feltételeit kellett megteremteni, majd létrehozni a hálózatot.

A Magyar Országgyűlés Honvédelmi Bizottsága (továbbiakban HB) HB 7/321/1981. számon határozatot hozott a hálózat létesítésére, melynek alapján megkezdődtek az előkészítési munkálatok. *A Vezérkar közvetlen alárendeltségébe tartozó MN Híradófőnökség elkészítette „A Magyar Néphadsereg mikrohullámú hírhálózatának fejlesztési terve (1981–1990)” című koncepciót, melyet az MN Vezérkar főnöke 1982. 08. 18-án hagyott jóvá.*

A hálózat létesítésével kapcsolatos fejlesztési, tervezési, beruházási feladatokat – az MN Híradófőnökség állományán belül – a Távközlési Osztály koordinálta és irányította. Elkészítette a tervezési irányelveket, kidolgozta a megvalósítás ütemtervét. A beruházás RP-program (I–II–III. ütem) megnevezéssel valósult meg. A beruházás lebonyolítási feladatait megbízási szerződés alapján a Posta Központi Beruházási Iroda (POSTABER) látta el. Az MN mikrohullámú hálózata teljes körű tervezését (vonaltervek, átviteltechnika, rendszertech-

nika, áramellátás, kivitelezés) az MN Híradófőnökség tervezési irányelvei és követelményei alapján mint generáltervező a Postai Tervező Intézet (POTI) végezte.

## A TECHNIKAI HÁTTÉR

### Mikrohullámú berendezések

A mikrohullámú hálózat az Orion Rádió és Villamossági Vállalat (Orion RVV) digitális RP 2/120T rendszer eszközeivel létesült.

*Az Orion RP 2/120T rendszer meghatározása:* PDH (Pleziokron Digitális Hierarchia) szervezésű mikrohullámú digitális rádiórelé-rendszer, melynek rádiófrekvenciás berendezése a 2 GHz-es frekvenciatartományban üzemel. A rendszer egy rádiócsatornán 120 db távbeszélő és 64 db közvetlen hozzáférésű távírócsatorna 8,448 Mbit/s sebességű digitális jelsorozattá összefogott spektrumának átvitelére szolgál.

Az RP 2/120T berendezéscsalád elemei:

- DRF 2/8 T 1,9–2,1 GHz-es sávban üzemelő (1+1 tartalékoltt) mikrohullámú berendezés;
- S 4 PV/S 4 PL PCM szekunder multiplex, vég-/leágazó állomási változat;
- P 303 V/P 143 L PCM primer multiplex, vég-/leágazó állomási változat;
- J 30 V/J 14 L 30/14 db távbeszélő-csatornát biztosító univerzális üzemmód beállítású jelzésillesztő berendezés, vég-/leágazó állomási változat;
- TMV 30/TML 16 30/16 db helyikör-csatlakozású, kettősáramú 50–300 baudos távírócsatornát biztosító távíró-multiplex, vég-/leágazó állomási változat;
- FTK 161/16 tip. körzetenként 8 db állomás (16 db DRF 2/8 T mikrohullámú berendezés) felügyeletére alkalmas távellenőrző rendszer, központtal és állomási egységekkel.

### Tartalékolási rendszer

Az 1,9–2,1 GHz-es sávban üzemelő DRF 2/8T típusú rádiórelé-berendezésekkel létesített mikrohullámú összeköttetések 1+1 szakasztartalékolásúak. Adásoldalon az összefogott 8,448 Mbit/s sebességű digitális jelsort mindkét adó kisugározza, a vételoldalon csak az üzemi vevő jele kerül továbbításra. Az átkapcsolás kritériuma a vételoldalon a bit hibaarány  $10^{-3}$  küszöbérték fölé kerülése, túllépése.

A két rádiófrekvenciás (RF) csatornát különböző frekvencián azonos polarizációban, vagy azonos frekvencián keresztpolarizációban sugározzák ki. Az azonos frekvenciás megoldást összesen két 10 km alatti szakasztávolságon alkalmazzák.

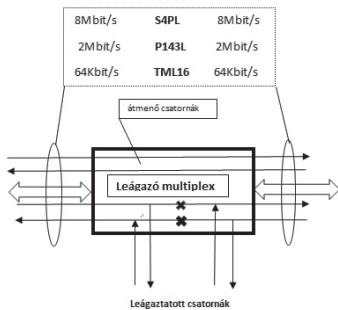
### Leágaztatási technika (csatornaleágaztatás)

A leágazó multiplexek a 8 Mbit/s-os (S 4 PL), a 2 Mbit/s-os (P 143 L), a 64 kbit/s-os (TML 16) digitális csatornába vannak beépülve, és a felhasználói igény szerint végzik a 2 Mbit/s-os primer digitális csatornák, a távbeszélő-csatornák, a távírócsatornák mindkét irányból történő leágaztatását és végződését, a leágaztatott csatorna helyére új csatorna beültetését.

Leágaztatási lehetőségek: S 4 PL – rádióirányonként max. 4-4 db 2 Mbit/s sebességű primer csatorna; P 143 L – irányonként max. 14 db 64 kbit/s sebességű távbeszélő-csatorna; TML 16/L – irányonként 16 db 50–300 baudos távírócsatorna.

A leágazó multiplex az átmenő csatornákat nem bontja le alacsonyabb szintre, azok minden szinten lebontás nélkül benne maradnak a jellemző sebességű jelsorban. A csomó-

ponti állomások között a rugalmas hozzáférési lehetőséget biztosító leágazó multiplexeket alkalmazták.



1. ábra RP leágazó multiplex (Készítette Pintér István ny. mk alezredes)

## A fejlesztéstől a gyártásig

A gyári fejlesztés már az 1981. évi HB-határozatot megelőzően megindult, a cél elsődlegesen különböző ipari hálózatokban, illetve önálló postai hálózatokban történő felhasználásra irányult. A rendszer berendezései azonban 1981-ben csak részben álltak rendelkezésre, a fejlesztés nem készült el, illetve még folyamatban volt. A mikrohullámú hálózat tervezéséhez (és a berendezések fejlesztéséhez is) szükség volt egy, a berendezések műszaki paramétereit, részletes műszaki feltételeit tartalmazó, az iparral (Orion RVV) egyeztetett és jóváhagyott feltétlfüzet elkészítésére. Egy ilyen feltétlfüzet elkészítését a Posta Vezérigazgatóság nem tudta felvállalni.

Az MN Híradófőnökség magára vállalta (a cél elérése érdekében vállalnia kellett) az ezzel kapcsolatos feladatokat és felelősséget. Az MN Híradófőnökség belépése a folyamatba, és az abban betöltött irányító és szervező tevékenysége döntően befolyásolta a fejlesztés sikerességét, illetve megteremtette a kifejlesztett eszközök – az MN mikrohullámú hálózatában történő – alkalmazásának feltételeit. Az RP 2/120T rendszert az Orion RVV az MN Híradófőnökségtől kapott követelmények,<sup>1</sup> az annak alapján elkészített, egyeztetett és jóváhagyott részletes műszaki feltételek (feltétlfüzet)<sup>2</sup> figyelembevételével, 21 hónap átfutási idővel fejlesztette ki.

A feltétlfüzet részletes kidolgozását az Orion RVV végezte. A feltétlfüzetbe beépültek a rendszerre, annak berendezéseire vonatkozó, érvényes CCITT<sup>3</sup>, valamint CCIR<sup>4</sup>-ajánlások, továbbá valamennyi műszaki és egyéb előírás.

A füzet kidolgozásában és egyeztetésében az MN Híradófőnökség 6 fő postai szakértő – Postai Tervező Intézet (POTI) 3 fő, Posta Kísérleti Intézet (PKI) 3 fő – bevonásával vett részt. A 166 oldal terjedelmű feltétlfüzet négy hónap alatt, 1981. december 7-ére készült el, amit az azt készítő Orion RVV és az MN Híradófőnökség december 11-én kölcsönösen jóváhagyott. A továbbiak során a feltétlfüzet szolgált a tervezésre, létesítésre vonatkozó alapvető műszaki

<sup>1</sup> Műszaki feltételek az RP I–II–III. programhoz alkalmazható RP 2/1520 és RP 2/120T gyártmánycsalád berendezéseire.

<sup>2</sup> RP 2/120T rendszer műszaki feltételei. (Első kiadás, 1981. december, Orion.)

<sup>3</sup> Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique – Nemzetközi Távíró és Távbeszélő Tanácsadó Bizottság.

<sup>4</sup> Comité Consultatif International des Radiocommunications – Nemzetközi Rádió Tanácsadó Bizottság.

előírásként. A jóváhagyott feltétfüzetet az érintett postaszervek, így a POTI is megkapták, folytatódhatott a hálózat tervezése.

Az RP 2/120T rendszer fejlesztési munkáival az Orion RVV 1983. szeptemberre készült el, és év végéig legyártotta az ellenőrző vizsgálatokhoz szükséges egy leágazó és két végállomásból álló mintarendszer berendezéseit. Egy végállomás 1 db DRF 2/8 T mikrohullámú berendezésből és végállomási multiplexekből, a leágazó állomás 2 db DRF 2/8 T mikrohullámú berendezésből és leágazó állomási multiplexekből állt. Az állomások RF-csatlakozói antenna helyett koaxiális kábelekkel és a kábelekben elhelyezett, állítható értékű csillapítótagokkal voltak összekötve a szakaszcsillapítás beállításához. Egy 2 Mbit/s-os csatorna állomásokon keresztüli többszörös áthurkolásával és a végeit egy-egy primer multiplexben végződötte körülbelül 4–500 km hosszú mikroláncon keresztüli összeköttetést lehetett szimulálni, illetve az átviteli paramétereket vizsgálni.

Valamennyi kifejlesztett berendezés, és az azokból az Orion RVV-nél összeállított három készlet (2 vég- és 1 leágazó) RP 2/120T rendszerű mikrohullámú állomásból álló mintarendszer ellenőrző vizsgálatait,<sup>5</sup> valamint a műszaki paraméterek méréseit<sup>6</sup> a Posta Kísérleti Intézet (PKI) végezte, az MN Híradófőnökség által előírt elvárások<sup>7</sup> figyelembevételével. A vizsgálatok 1984. első negyedévében, február 1-jén kezdődtek és április 15-én fejeződtek be.

Ugyanezen időszakban történt meg a Telefongyár (Terta típusú) és az Orion gyártmányú multiplexek és vonalszakaszok együttműködésének vizsgálata is, a lehetséges változatokban, a mintarendszer, valamint az Orion RVV és a Ferenc központ között létesített 2 Mbit/s-os digitális összeköttetés és a Telefongyár (Terta) multiplex felhasználásával. (Lásd később: Vezetékes lecsatlakozások...)

A teljes körű vizsgálatot követő PKI-értékelés szerint az RP 2/120T rendszer, annak valamennyi berendezése *a feltétfüzet előírásait teljesíti, telepítésre alkalmas.*

A berendezések technikai színvonala kiemelkedő volt, elérte a világszínvonalat. A vizsgálatok 1984. április 15-én eredményesen lezárultak. Megkezdődött az RP 2/120T rendszerű berendezések sorozatgyártása és a mikrohullámú állomásokon történő telepítése. A legyártott berendezéseket az Orion RVV-nél először a szállítandó szakasznak megfelelő állomási konfigurációban telepítették, az állomások RF-csatlakozóit koaxiális kábelekkel és a kábelekben elhelyezett, állítható értékű csillapítótagokkal összekötötték, és az így kialakított rendszerben végezték el valamennyi berendezés funkcionális vizsgálatait és előírt méréseit. Kifogástalan vizsgálati eredmények esetén kb. 2-3 hét folyamatos működés következett, amennyiben volt hiba, azt elhárították. Az állomásokat ezután szállították a telepítési helyszínekre.

A sorozatgyártás gyártásközi ellenőrzés mellett történt, mely kiejtett a beépítésre kerülő alkatrészek ellenőrzésére, a nyomtatott áramköri lapok minőségére is. A gyártásközi ellenőrzést és a berendezésvizsgálatokat, -méréseket az Orion RVV-nél akkor néhány fős alosztállyal működő KÜM (katonai üzemi megbízotti rendszer) ténylegesen, a gyári minőség-ellenőrzéssel (közismerten MEO) közösen, vagy a MEO-tól függetlenül, önállóan is elvégezte, tényleges felügyeletet gyakorolt a gyári minőséggellenőrzés felett.

<sup>5</sup> Orion RP 2/120T típusú berendezések funkcionális vizsgálatainak összefoglalója (PKI).

<sup>6</sup> RP 2/120T berendezés gyári ellenőrző mérése (PKI).

<sup>7</sup> RP 2/120 típusú berendezések funkcionális vizsgálata.

A gyári átvétel és a telepítési helyszínekre történő kiszállítás kizárólag a KÜM-ellenőrzés végrehajtásával és a műszaki feltétfüzetben előírt követelmények teljesítését igazoló okmány – KÜM-záradék – kiállításával valósulhatott meg. Az elvégzett vizsgálatok és mérések alapján minden egyes berendezésről az Orion RVV minőségi műbizonylatot állított ki, de ezek is csak a KÜM-záradékkal együtt voltak érvényesek.

A kiszállítási, telepítési és kivitelezési munkákat az antennák és tápvonalak szerelésével együtt az Orion RVV végezte.

## Vezetékes lecsatlakozások (vezetékes PCM digitális vonalszakaszok)

Azoknál az objektumoknál, ahol műszaki, gazdasági vagy egyéb okokból nem lehetett antennatornyot építeni, az objektum és egy mikrohullámú állomás között meglévő vagy új építésű kábelekre Telefonyár (Terta)<sup>8</sup> gyártmányú, igény szerinti  $n \times 2$  Mbit/s-os digitális vonalszakasz berendezéseket telepítettek, melyek a CCITT G.703 ajánlás szerinti felülettel, 2 Mbit/s-os digitális csatornával kapcsolódtak a mikrohullámú hálózathoz. A vezetékes vonalszakaszon a 2 Mbit/s-os digitális jelfolyamat 1500–2500 méterenként regenerálni kell (regenerátortartályban).<sup>9</sup>

Az objektumokban a 2 Mbit/s-os csatornák a rendszerterv előírásai szerint Telefonyár (Terta) gyártmányú PCM primer multiplexeken (BD–30 típusú rendszer, CMB–30 primer multiplex és EMB–30/60 jelzésmultiplex) vagy Orion PCM primer és jelzésillesztő multiplexeken (P 303 V + J 30 V), a mikrohullámú állomásokon pedig minden esetben Orion multiplexeken végződtek.

A fejlesztés során meg kellett valósítani az Orion RVV és TERTA gyártmányú primer PCM multiplexek teljes körű kompatibilitását, a 2 Mbit/s-os mikrohullámú és vezetékes vonalszakaszok összekapcsolását. A teljes körű kompatibilitást, a vonalszakaszok összekapcsolását és a PCM-rendszerek együttműködését az Ipari Minisztérium 1982 márciusában kiadott intézkedésére az Orion RVV és a Telefonyár szakemberei műszakilag részletesen megvizsgálták, egyeztettek és néhány kisebb módosítást követően, együttműködve, együttesen garantálták.

A műszaki módosítások (megoldások) sikerességét a Posta Kísérleti Intézet (PKI) 1984 áprilisában befejeződött vizsgálata teljes egészében igazolta.

## Katonai berendezések csatlakoztatása

Az arra kijelölt mikrohullámú állomásokon telepített katonai URH, RH rádió és rádiórelé-eszközök a mikrohullámú berendezésektől (E/M jelzés) eltérő jelzésrendszerük (hangfrekvenciás sávon belüli jelzés) és csatlakozási szintek miatt a Terta által kifejlesztett katonai szint- és jelzésillesztő berendezésekkel (SJI) kapcsolódtak az országos mikrohullámú hálózathoz. Ezekben az esetekben a mikrohullámú hálózat rádiórelé-tengelypótló, -kiváltó funkciót látott el, illetve biztosította mobil rádiórelé-eszközök felcsatlakozását az országos hálózatra.

<sup>8</sup> A köznyelvben és a szakmai körökben is a Telefonyár által gyártott berendezéseket az azokon hagyományosan elhelyezett egyedi logó miatt Terta megnevezéssel illették.

<sup>9</sup> Az anyagban megadott digitális vonalszakaszok hosszát a vonalszakaszra telepített regenerátorok számának ismeretében és 2 km regenerátortávolság figyelembevételével számítottuk ki.

## A KIÉPÍTÉS

A beruházás megvalósítása az MN Híradófőnökség által kidolgozott ütemterv alapján, 1985–1989 között három ütemben (RP-program I–II–III. ütem), ezen belül a második ütem két szakaszra bontva (RP-program II/1. és II/2.) történt.

A megvalósítás magában foglalta a tervezést, az építészeti előkészítéseket, antennatornyok építését, konténerek, áramellátó rendszerek telepítését, a mikrohullámú és a vezetékes berendezések beépítését és csatlakoztatását a már működő hálózathoz.

A hálózat megvalósításnál, az egyes ütemek tartalmának kidolgozásakor figyelembe vett főbb szempontok:

- a honi légvédelmi rendszer fejlesztése;
- más beruházási programokhoz való kapcsolódás (egyes mikrohullámú állomások, vezetékes lecsatlakozások más programokban létesültek);
- a Területi Hírközpontok (TEHK) építési ütemterve.

Az egyes ütemek műszaki terveinek elkészítéséhez szükséges irányelveket és követelményeket az MN Híradófőnökség dolgozta ki. Tervezési irányelvei alapján elkészült a teljes hálózat rendszertechnikai terve. Minden ütem során a hálózat országos rendszertervének megfelelő, a már üzembe helyezettekkel RF-szinten, esetenként több csatlakozóállomáson összekapcsolt, azonnal használatba vehető hálózatrész jött létre, mely létesítések célja a hálózat végső kiépítése volt.

### Az ütemezés főbb adatai (1985–1989)

#### *I. 1985 (04. 26-ig)*

Az első hálózatrész üzembe helyezése, ezen belül 9 mikrohullámú állomással a honi légvédelem részére állandó kezelőszeméllyel üzemeltetett PM–28 típusú mikrohullámú rendszer kiváltása. A hálózatrészhez tartozó objektumok bekapcsolásához szükséges 3 vezetékes digitális lecsatlakozás megépítése.

#### *II. 1985–1986. 11. 30. (két szakaszban)*

II./1 1985–1986. 06. 30. További 10 mikrohullámú állomás és 3 vezetékes digitális lecsatlakozás megépítése. A hálózatban – többszörösen hurkolt hálózati struktúrával – 19 mikrohullámú állomás és – 70 km nyomvonalhosszal – 6 vezetékes digitális vonalszakaszi lecsatlakozás üzemelt. A hálózaton 1200 távbeszélő- és 600 távírócsatorna létesíthető (kapacitás<sup>10</sup>).

II./2 1986. 06. 30. – 1986. 11. 30. További 9 mikrohullámú állomás és 2 vezetékes digitális lecsatlakozás megépítése, egy meglévő lecsatlakozás nyomvonalának 14 km-es meghosszabbítása, és ezzel a II. beruházási ütem lezárása.

#### *III. 1988–1989. 05. 05.*

A rendszertervnek megfelelő hálózati struktúra teljes kiépüléséhez még szükséges 7 mikrohullámú állomás megépítése.

<sup>10</sup> Egyszakaszos összeköttetések számát jelenti. Több szakasz összekapcsolásával (tranzitálás) a létesíthető összeköttetések száma arányosan csökken.

Az 1989. 03. 24-én lebonyolított utolsó átadás-átvételi eljárást és néhány adminisztratív intézkedést (hiánypótlási munkák ellenőrzése) követően, 1989. 04. 05-én sor került a záró próbaüzem indítására. Az egy hónapos időtartamban lefolytatott próbaüzemet követően megtörtént a III. ütem lezárása, és 1989. 05. 05-én a teljes beruházási folyamat sikeresen befejeződött.

Megjegyzések:

1. A III. beruházási szakasz létesítése Cegléd TEHK 1988. évi építéséhez lett igazítva, mert a TEHK-be települt az egyik mikrohullámú állomás. Így 1987–1988. évben nem került sor új állomás(ok) létesítésére, de ebben az időszakban – 1987. 09. 25-től 1989. 02. 19-ig – a III. szakasz nyomvonalán megépült öt antennatorony, telepítették a konténeres állomások konténereinek egy részét, folyamatban volt az infrastruktúra kiépítése.

2. Szolnok TEHK épülete később, 1989. év végére épült meg, és csak 1990-ben került szereléskész állapotba. A mikrohullámú állomást itt 1991 júliusában helyezték üzembe. (Az RP-hálózatvázlaton a III. ütemhez lett rendelve.)

3. Az egyes beruházási ütemek létesítési költségeit és határidejét a HB 7/321/1981., 6/331/1982. és 6/348/1983. sz. határozatai is tartalmazzák.

## Műszaki átadás-átvételek, az elkészült hálózatrészek fenntartásba adása

Az egyes ütemekben elkészült hálózatrészeket üzemeltetésre-fenntartásra az állomásonként megtartott műszaki átadás-átvételi eljárások során a Posta Rádió és Televízió Műszaki Igazgatóság (PRTMI) a feladatra felkészített, területileg illetékes szervezeti vették át.

A fenntartásba vételt megelőzően az érvényben lévő jogszabályok, szabványok és utasítások szerint, valamint a CCITT-ajánlások figyelembevételével elvégezték az állomáson telepített berendezések, eszközök műszaki (átvételi) ellenőrzését. A mikrohullámú (RF) vonalszakaszok átvételi meréseit a PRTMI szakállományából kijelölt mérőcsoport végezte, és az eredményeket mérési jegyzőkönyvekben rögzítette, bizonylatolta. Mérték a szakaszcsillapítást, a fadingtartalékot, a bithibaarányt és a tápvonalon az állóhullámarányt.

Szigorú előírásként a vonalszakaszokon a tervező által kiszámított és a mért szakaszcsillapítás közötti eltérés nem haladhatta meg a 3 dB értékhatárt. Ennek bekövetkezése esetén a mérési eredmény műszaki átvételt akadályozó hibának számított, a vonalszakaszt a kivi-telező és a tervező hibaelhárításra visszakapta, az üzembe helyezésre nem kerülhetett sor.

A műszaki átadás-átvételeket megelőző mérések döntő többségében megfelelő eredményeket mutattak. Súlyos tervezési hiba – egy hibásan felvett terepmetszet miatt –, mely antennák nagyobb magasságra történő áthelyezését vonta maga után, mindössze egy esetben fordult elő a beruházás során.

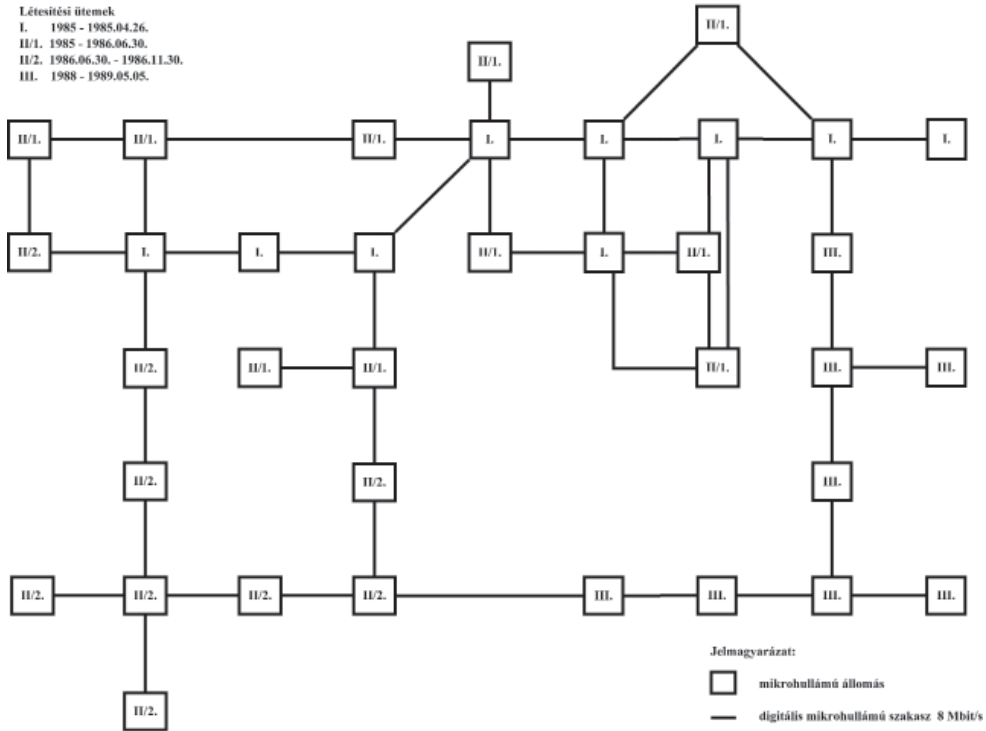
## Összegezve

Az 1985–1989 között eltelt időszakban, három ütemben – többszörösen hurkolt hálózati struktúrával – 35 mikrohullámú állomás és összesen 8 kábeles PCM digitális vonalszakasz-lecsatlakozás épült meg, 1320 km mikrohullámú és 108 km lecsatlakozó digitális vonalszakasz nyomvonalhosszal. Ezzel a Magyar Néphadsereg digitális mikrohullámú hálózatának kiépítése a tervezett határidőn belül, 1989. május 5-ére befejeződött, az elkészült hálózat szolgálatba



állt.<sup>11</sup> Szolnok TEHK mikrohullámú állomás átadásával 1991. július 18-tól a hálózatban összesen 36 mikrohullámú állomás üzemelt, 1350 km mikrohullámú nyomvonalhosszal.

Magyarországon a megvalósult hálózat volt az első országos kiterjedésű PCM-alapú digitális mikrohullámú hálózat.



2. ábra Az RP-hálózat vonalas vázlatja (1989) (Készítette Pintér István ny. mk. alezredes és Kozma Zoltán ny. mk. alezredes)

## ÜZEMELTETÉS (TÁVFELÜGYELET ÉS SZERVIZELÉS)

### Távfelügyelet

A megépült hálózat működőképességének ellenőrzése a rendszerrel szállított három szerviz-állomáson és a Műszaki Üzemviteli Központban telepített FTK 161/16 típusú távellenőrző központtal történt. A távellenőrzés a mikrohullámú és multiplex berendezéseken kívül kiterjedt az egyes állomásokon telepített híradástechnikai áramellátó rendszerek működőképességének és az országos villamosenergia-hálózat meglétének ellenőrzésére is.

Felállították a *Műszaki Üzemviteli Központot*, amely 24 órás ügyeleti rendben ellátta:

- a területéhez tartozó állomások távfelügyeletét;

<sup>11</sup> A fejlesztési terv ennél több állomás létesítését irányozta elő, azonban az egyre csökkenő éves költségvetési előirányzatok miatt a további hálózatrészek megépítését későbbre kellett halasztani.



- utasítási joggal a szervizek hibaelhárítási és karbantartási tevékenységének irányítását;
- az elrendelt távbeszélő- és távíróáramkörök létesítésének szervezését és felügyeletét;
- az MN Híradófőnökség (mint hálózatgazda) az MN Posta Katonai Szolgálat (mint hálózatüzemeltető) témafelelősével és a katonai üzemeltető szervek kijelölt híradó-ügyeleteivel történő kapcsolat tartását;
- azonnali információszolgáltatást a hálózat állapotáról az arra jogosultak részére.

## Szerviztevékenység

A hálózatfenntartási rendszer tervezése – az MN Híradófőnökség követelményei és irányelvei<sup>12</sup> alapján – már 1982-ben megkezdődött. A hálózat generálüzemeltetési és fenntartási feladatainak végzésére a Posta Rádió és Televízió Műszaki Igazgatóság (PRTMI) kapott megbízást. Az elkészült tervek alapján a teljes hálózat fenntartását öt, a területileg illetékes PRTMI-üzemigazgatóság bázisán létrehozott szervizcsoport végezte. A szervizek szakállományának berendezéscentrikus (digitális rádiórelé-, multiplexer- és távellenőrző rendszer) felkészítése az Orion RVV-ben az Ipari Szakmai Továbbképző Intézet oktatási felügyelete mellett, 212 órás időtartamú, vizsgakötelezettséggel megtartott tanfolyamon történt. (A tanfolyam megszervezését az MN Híradófőnökség kérte a gyártótól. Az MN Posta Katonai Szolgálat részéről 2 fő vett részt a tanfolyamon.)

A szervizcsoportok telephelyét úgy határozták meg, hogy a követelmények szerinti 2 órán belül (max. 100 km távolság) elérjék a körzetükbe tartozó mikrohullámú állomásokat.

Az úgynevezett koncentrált fenntartási rendszer kialakításának elvi alapját az 1978-ban megjelent *PCM a távközlésben* című kötet Üzemeltetés szervezése fejezete adta.

A szervizcsoportok hibaelhárítási (hibajavítási) és időszakos preventív karbantartási tevékenysége kiterjedt az RP 2/120T rendszer valamennyi berendezésére, az antennákra és tápvonalakra, az állomási áramellátó rendszerekre. A szervizcsoportok feladata volt továbbá a hálózaton az áramkörök manipulációja (létesítés, nyomvonal- vagy üzemmódváltás, -megszüntetés), valamint a hálózaton üzemelő távbeszélő- és távíróáramkörök hibáinak javítása.

## Áramkörtervezés, nyilvántartás

A PDH jellegű hálózatokban az egyes távbeszélő- vagy távíróáramkörök végponttól végpontig történő létesítéséhez a csomóponti állomásokon a digitális jelfolyamból a csatornákat analóg jellé át kell alakítani (le kell bontani), és a kívánt irányba hangfrekvenciás rendezőn át kell kötni (ún. tranzit).

Az áramkörtervezés egy adott áramkör kialakításához szükséges valamennyi adat és információ létrehozása manuális módszerrel vagy számítógépes program segítségével. Az áramkör teljes nyomvonalán állomási bontásban ki kell jelölni az átviteli csatornákat, meg kell határozni a különböző rendezőkön végzendő kábelrendezési teendőket és a berendezéseken beállítandó üzemmódokra vonatkozó paramétereket. Egyszerűen fogalmazva: meg kell tervezni, hogyan kell egy áramkört a hálózaton végponttól végpontig „összerakni”.

A létesített áramkört minden adatával önálló lajstromszámmal (áramkörü számmal) ellátva nyilvántartásba kell venni.

<sup>12</sup> Követelmények és irányelvek az MN egységes mikrohullámú hálózat fenntartására és üzemeltetésére.

A kezdeti időszakban alkalmazott áramköri nyilvántartás hagyományos lajstromkönyvben, a szekunder és primer csoportok adatainak nyilvántartó lapokon történő vezetése, valamint a manuális nyomvonaltervezés igen hosszadalmas és bonyolult folyamat volt.

A mikrohullámú hálózat rendszertechnikai nyilvántartását és az addig manuálisan végzett nyilvántartási és tervezési tevékenységeket az MN Híradófőnökség 1986-ban *számítógépes alapokra helyezte át*. Létrehozta a DOS operációs rendszer alatt alkalmazott, az MN mikrohullámú hálózat rendszertechnikáját, szekunder és primer csoportjainak beültetését, az áramkörök nyomvonalát és egyéb vonalrendi adatait nyilvántartó és tervező programot. Kidolgozta és kiadta a hálózatüzemeltető MN Posta Katonai Szolgálat részére a program felhasználói dokumentációját. Ennek jelentőségét nem lehet eléggé hangsúlyozni. A program alkalmazása kiemelt jelentőséggel bírt, e nélkül a hálózat hatékony használatát nem lehetett volna biztosítani.

A számítógépes nyilvántartó és tervező rendszer megalkotója az MN Híradófőnökség Távközlési Osztály osztályvezető-helyettese, kiemelt tervező főtisztje, Ketler István mk. alezredes volt.

1990-ben a hálózaton hozzávetőlegesen 600 db távbeszélő- és 120 db távíró-összekötés üzemelt. A hálózaton létesített, beállítható üzemmódú távbeszélő- és távírócsatornák csatlakoztathatók az MN (MH) valamennyi állandó telepítésű távközlési berendezéséhez, így távbeszélő-alközpontokhoz, a távhívóhálózat ARF-, ARM-központjaihoz, távíróközpontokhoz, egyedi végberendezésekhez, pl. CB távbeszélő-készülékhez, telefaxhoz, modemhez stb., jelzésillesztőkön (SJI) keresztül katonai (haditechnikai) rádió- és rádiórelé-berendezésekhez, megfelelő üzemmódban pedig a postai hálózathoz.

## TOVÁBBI RÉSZINFORMÁCIÓK

### A hálózati építési infrastruktúra

Az állomások döntő többségben az MN meglévő létesítményeiben – laktanyák, átjátszópontok, rádióadóházak – kisebb építészeti átalakítással, 11 helyszínen pedig, MN-területen, Orion OKV típusú konténerekbe lettek telepítve. A honi légvédelem fejlesztésének keretében létesült új létesítményekbe települt 4 mikrohullámú állomás.

A fejlesztés időszakában a TEHK-program keretében épített új területi hírközpontba – a részükre már kialakított és 48 V-os szünetmentes áramellátással ellátott technológiai helyiségekbe – települt 4 mikrohullámú állomás (Kaposvár, Székesfehérvár, Cegléd, Szolnok). Egyes állomások nem az MN hadrendjében vagy kezelésében lévő külső, előerővel is őrzött objektumban lettek telepítve.

### Antennák

A hálózatban az RP 2/120T rendszer alábbi típusú, a Finommechanikai Vállalat által gyártott parabolaantennáit telepítették.

Antennatípus	FPA 3S-19 (egypolarizációs típus)	FPA 3D-19 (kétpolarizációs típus)
Antennanyereség	min. 32,0 dB $\pm$ 0,5 dB	
Írányszélesség (3 dB-es pont)	kb. $\pm$ 2 fok	
Külső átmérő	3 m	
Maximális (túlélési) szélesség	200 km/h	
Teljes szerelési állapothoz tartozó súlyadatok	370 kg	380 kg

## Antennatornyok

Új építésű vezeték nélküli hálózatok infrastruktúrájának kialakításában jelentős részt képez a megfelelő antennatornyok és antennatartó szerkezetek építése. Az MN mikrohullámú hálózat FPA 3D-19, FPA 3S-19, 3 m átmérőjű, 370–380 kg tömegű, nagy szélterhelést jelentő parabolaantennáinak elhelyezésére szolgáló antennatornyokat különös gondossággal kellett megtervezni és megépíteni.

*A mikrohullámú hálózat létesítéséhez 22 db új rácsszerkezetű antennatorny épült.*

Az Út-, Vasúttervező Vállalat (UVATERV) által tervezett antennatornyok egységes szerkezetű, háromszög „terpesztésű” (háromötvű), 20–100 méter magasságig építhető, öntartó, rácsszerkezetű építmények. Közös jellemzőjük, hogy „alkatrészenként” szállíthatók a helyszínre, nem szükséges útvonalengedély és esetleges fakivágás a szállításhoz. Az akkor különleges „önépítő” technológia – árbóc kúszódaru – alkalmazásával az építés területigénye minimális.

A tornyokra épített antennaerkélyek, -pódiumok alkalmasak a katonai rádióeszközök antennáinak elhelyezésére, a katonai rádiórelé-eszközök forgatható antennáinak felszerelésére, az antennák akadálytalan forgatására is. A tornyokat és az antennatartó szerkezeteket úgy tervezték, hogy képesek legyenek igen erős, orkánerősségű (100 km/h fölötti szélesség) szélterhelést elviselni, a torony alakváltozása pedig nem okozhatja az átviteli paraméterek jelentős minőségromlását a mikrohullámú összeköttetésben.

Egy állomáson 110 méter magas vasbeton torony (a csúcson egy plusz 50 méteres ún. acélsutkával) létesült erkélyekkel, belső hírtechnológiai helységekkel a Belügyminisztérium, a Honvédelmi Minisztérium és a Magyar Posta közös beruházásában. Tervező az UVATERV, kivitelező a Közúti Gépellátó Vállalat (KÖZGÉP) volt.

Tizenhárom mikrohullámú állomáson a parabolaantennák a már meglévő antennatornyokra lettek felszerelve.

## Szünetmentes áramellátás

Valamennyi mikrohullámú állomás áramellátása 48 V egyenfeszültségű, akkumulátoros, szünetmentes áramellátó berendezésekkel történt. Azokon az állomásokon, ahol nem volt kiépítve (nem állt rendelkezésre) a híradástechnikai áramellátó rendszer (22 helyszínen), a mikrohullámú digitális rádiók, multiplexerek és egyéb gyengeáramú berendezések áramellátása új 48 V-os egyenfeszültségű, akkumulátoros, szünetmentes rendszerek telepítésével valósult meg.

A töltő- és egyenirányító berendezések magyar gyártmányú részegységek felhasználásával, redundáns (tartalékolt) változatban lettek telepítve. Az üzembe helyezett akkumulátorcsoportok az abban az időszakban beszerezhető legjobb minőségű VARTA típusú akkumulátorcellákból álltak.

Az akkumulátorcsoportok kapacitása egyedileg, az állomás végkiépítésére számított fogyasztói terhelőáramok figyelembevételével úgy lett tervezve és méretezve, hogy azok az erősáramú hálózat kimaradása során minimálisan 6 óra akkumulátoros áthidalási üzemet biztosítsanak az állomáson.

Az erősáramú hálózati betáplálás ennél hosszabb kiesése esetére – egy helyszín kivételével – valamennyi állomás rendelkezett aggregátoros háttértámogatással.

A háttértámogatás megvalósulásának módjai:

- a befogadó objektumba (épületbe) beépített állandó készenlétű, áramkimaradás esetén automatikusan induló, vagy manuálisan rövid idő alatt indítható stabil aggregátorral;
- egyes állomásokon – lehetett konténeres is – házgyári betonelemekből megépített zárt aggregátorépületben állandó jelleggel tárolt mobil áramforrással (általában katonai HAD–8 típusú dízelaggregátor), melyet a helyszínen a katonai üzemeltető személyzete indított;
- a konténeres állomásokon a konténer külső falára szerelt mobil aggregátorcsatlakozási pont (külső betáplálás-átkapcsoló szekrény) kiépítésével. Ebben az esetben a kijelölt katonai üzemeltető vontatta az állomásra a mobil aggregátort (rendszeresített HAD–8 vagy HAD–16 típusú dízeláramforrást).

## ÖSSZEFOGLALÁS

A Magyar Néphadsereg híradásának fejlesztése érdekében a HB 1981-ben határozatot hozott egy minden más hálózattól független, országos kiterjedésű, zártcélú digitális mikrohullámú hálózat létrehozására.

A határozat alapján 1981-ben elindult egy majd 10 éven át tartó tervezési, fejlesztési és beruházási folyamat. Az 1981–1984 között eltelt évek középpontjában a fejlesztési követelmények, a műszaki feltétfüzet kidolgozása, a tervek elkészítése és a berendezésfejlesztés állt.

Az RP 2/120T rendszert az Orion RVV az MN Híradófényképesség által meghatározott követelmények, illetve az azokkal összhangban elkészített, egyeztetett és jóváhagyott részletes műszaki feltételek (feltétfüzet), alapján fejlesztette ki. Az RP 2/120T berendezéscsalád fejlesztése az 1983-ban legyártott berendezésekből összeállított mintahálózat sikeres tesztelésével 1984. 04. 15-én lezárult, és még abban az évben megkezdődött a berendezések gyártása, 1985-től pedig állomási telepítése. A fejlesztés során megvalósult az Orion RVV és a Terta gyártmányú primer PCM multiplexek teljes körű kompatibilitása, a 2 Mbit/s-os mikrohullámú és a vezetékes vonalszakaszok összekapcsolása.

*Az 1985–1989 közötti időintervallumban három ütemben megépítettek és üzembe helyeztek 35 távfelügyelt mikrohullámú állomást és 8 digitális vezetékes lecsatlakozó vonalszakaszt, összesen 1320 km mikrohullámú és 108 km lecsatlakozó vezetékes nyomvonalhosszal.*

Az MN digitális mikrohullámú hálózatának kiépítése a tervezett 1989. évi határidőre befejeződött. A kiépített hálózat kiváltotta a katonai rádiórelé-berendezésekkel létesített stacioner hálózatot. Szolnok mikrohullámú állomás üzembe helyezésével 1991 júliusától a mikrohullámú nyomvonalhossz 1350 km-re növekedett. A beruházás folyamán felállították a hálózat működőképességének folyamatos ellenőrzését végző Műszaki Üzemviteli Központot (MÜK), továbbá a karbantartást és a hibajavítást végző országos szervizhálózatot.

Elkészült a hálózati áramkörtervező és -nyilvántartó rendszer. Az áramkörtervező és -nyilvántartó rendszer, valamint az áramkörök tervezésére, létesítésére kidolgozott eljárási rend biztosította az áramkörök gyors tervezését, a MŰK irányításával rövid határidőre történő létesítését és a katonai felhasználók részére a kijelölt létesítményhatáron (állomási hangfrekvenciás, illetve távírórendezőn) történő átadását. 1990-ben a hálózaton hozzávetőlegesen 600 db távbeszélő- és 120 db távíró-összeköttetés üzemelt.

A Magyar Néphadsereg 1989 májusáig megépített mikrohullámú hálózata volt az első országos kiterjedésű, PCM-alapú, digitális mikrohullámú hálózat.

*A Magyar Néphadsereg (1990. március 15-től Magyar Honvédség) a kor követelményeinek és a megnövekedett igényeknek megfelelő, megbízhatóan működő országos kiterjedésű, más hálózatoktól független, többszörösen hurkolt (rácsrendszerű) felépítésű digitális mikrohullámú hálózat felhasználója lett.*

\*

A hálózathoz kijelölt és engedélyezett 1900–2100 MHz-es frekvenciasávot a nemzetközi megállapodások miatt fel kellett szabadítani, ezért 2000-ben a teljes 2 GHz-es technikát, az Orion DRF 2/8 T mikrohullámú berendezéseket új, más frekvencián üzemelő, modernebb eszközökkel cserélték le.

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

Bors László: *2 GHz-es sávban működő új digitális rádiórelé berendezés*. Híradástechnika, 1985. 11. szám, 503–508.

Követelmények és irányelvek az MN egységes mikrohullámú hálózat fenntartására és üzemeltetésére.

Lajkó Sándor – Dr. Lajtha György: *PCM a távközlésben*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978, 522–528. (A 3.2.5 Üzemeltetés szervezése fejezet dr. Földes András okl. villamosmérnök írása.)

Műszaki feltételek az RP I–II–III. programhoz alkalmazható RP 2/1520 és RP 2/120T gyártmány-család berendezéseihez.

Oktatási jegyzet az RP 2/120 T Digitális Rádiórelé Berendezést ismertető tanfolyamhoz. Orion Rádió és Villamossági Vállalat, 1984.

Orion RP 2/120T típusú berendezések funkcionális vizsgálatának összefoglalója (PKI).

RP 2/120T berendezés gyári ellenőrző mérése (PKI).

RP 2/120T 2 GHz-es, 120 csatornás tartalékolt digitális berendezés antenna és tápvonalrendszere. Orion Rádió és Villamossági Vállalat, 1984.

RP 2/120T rendszer műszaki feltételei. (Első kiadás, 1981. december, Orion.)

RP 2/120 típusú berendezések funkcionális vizsgálata.