

## Új szélessávú antennarendszerek a IV.—V. TV sávra

MALCSINER FERENC  
BHG

A TESLA elektronikus és telekommunikációs konzern évtizedek óta szállít külföldre, elsősorban a Szovjetunióba, hírszóró és TV-adóállomásokat a hozzátartozó antennarendszerekkel.

Az új rendszerű színes TV-adócsalád, mely 1—5—20—40 kW-os egységekből áll, szükségessé tette egy újszerű antennarendszer kifejlesztését. Az adócsalád egyik tagja, az 5 kW-os, klyztronnal megoldott színes TV-állomás, az 1. képünkön látható.

A TESLA gyár Prága—Hloubetin kísérleti telepén foglalkoznak az antennarendszerek kifejlesztésével. A most kifejlesztett egyik antennarendszert — melyet a 2. képünk mutat be — ismertetjük e cikkben.

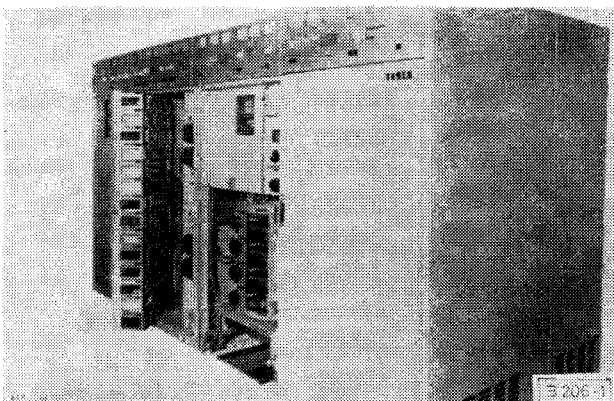
Az antennakutató-csoport legújabb eredménye az AHP 450 típusjelű antennacsalád, melyet sorozatban gyártanak.

A szélessávú antennarendszer a IV. és V. TV sávban, a 470—790 MHz-es frekvenciatartományban üzemeltethető, vagyis a TV 21—60 csatornákon.

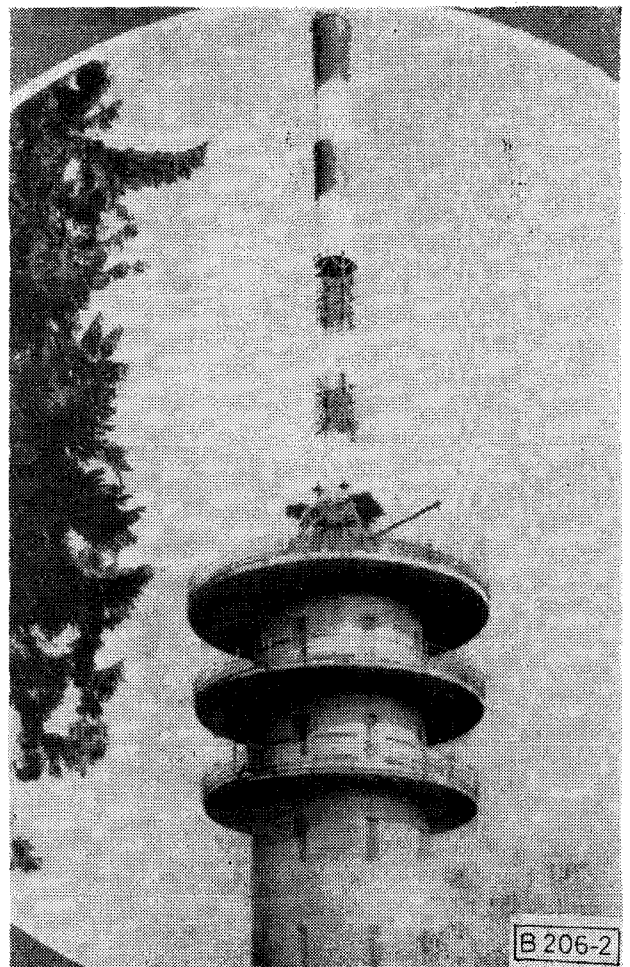
A kutatócsoport jelenleg az AHP-rendszer továbbfejlesztésén dolgozik. A cél, hogy két vagy több adó külön csatornán legyen egyidejűleg üzemeltethető, akár vízszintes, akár függőleges polarizációval.

Az AHP 450 antennarendszer alapvető eleme az

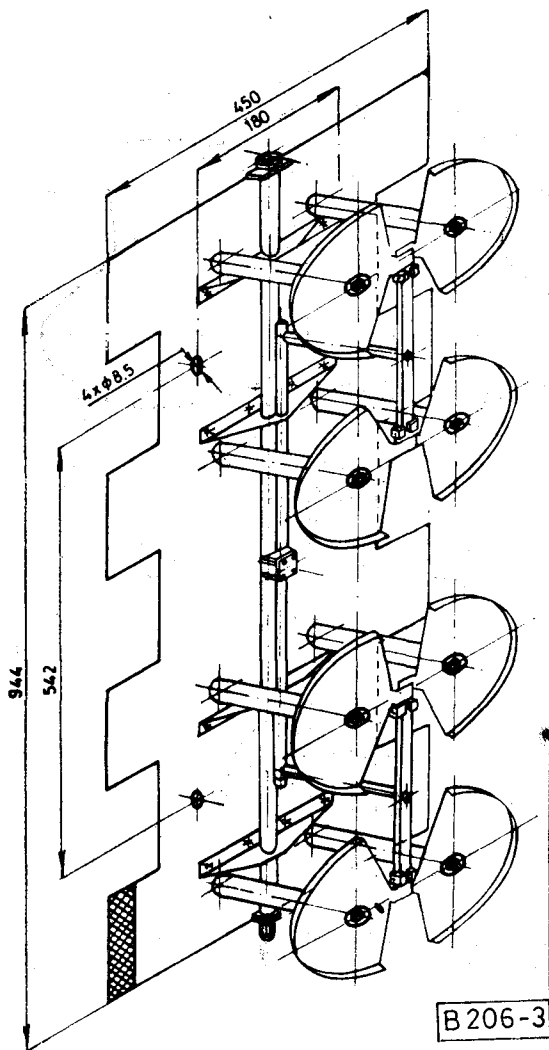
antennapanel (3. ábra). A panel négy pár szélessávú lemez dipolt tartalmaz, melyek egy sík felületű reflektor előtt helyezkednek el. A táplálás a panel középvonalában elhelyezett 75 ohmos aszimmetrikus koaxiális kábelen keresztül történik. Ezután követ-



1. ábra. 5 kW-os Tesla TV adó a IV—V. sávra



2. ábra. AHP 450 TV antennarendszer a IV—V. TV sávra



3. ábra. Egy antennapanel szerkezeti rajza

kezik a balun, melyhez a szélessávú dipólok csatlakoznak.

Az antennapanel méretét a reflektor lemeze határozza meg. Mérete:  $450 \times 944$  m. A panel súlya: 15 kg.

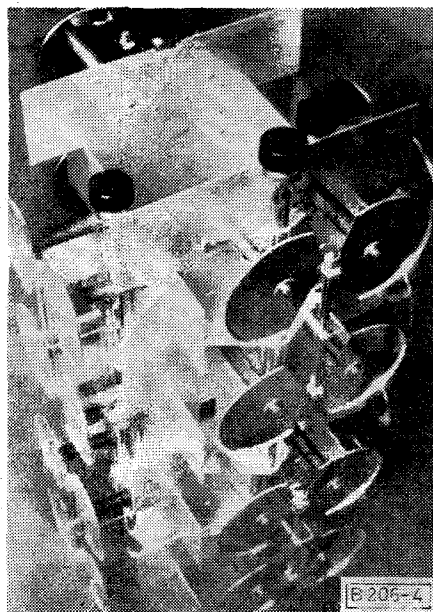
A panelek elektromos terhelhetősége a frekvenciától függ:

470 MHz-en 1,7 kW.

790 MHz-en 1,3 kW.

A reflektorlemez kiképzési formája lehetőséget nyújt több irányba sugárzó antennapanelok elhelyezésére egy kis méretű –  $300 \times 300$  mm-es – keresztmetszettel rendelkező tartószerkezeten (4. kép).

Egy panelen belül a dipólok párhuzamosan vannak kapcsolva és szimmetrikusan táplálódnak. A közös tápvonal merev csőből kialakított tápvonalát a HF-15–16D típusú koaxiális kábel köti össze az adóval. Ugyanilyen kábel köti össze a panelcsoportokat egymással. Az alkalmazott koaxiális csatlakozók típuszáma: ACT 9015.



4. ábra. Négy antennapanelből kiképzett körsugárzó

Az itt ismertetett sugárzó rendszer polarizációs síkja horizontális. Egy panel nyeresége kb. 11 dB.

#### Az AHP 450 antennarendszerek típusai és jellemző adatai

A szükséges iránykarakterisztika kialakításához a tartószerkezeten egymás mellett és egymás felett több antennapanel helyezhető el.

A panelek emeletenkénti száma határozza meg az antennarendszer típusát. Így megkülönböztethetjük az alábbi típusokat:

R típus, mely 4 panelt tartalmaz a tartószerkezet négy oldalán;

F típus, mely 3 panelt tartalmaz a tartószerkezet három oldalán;

C típus, mely 2 panelt tartalmaz a tartó két szomszédos oldalán;

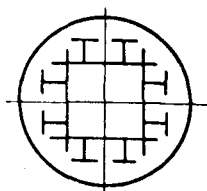
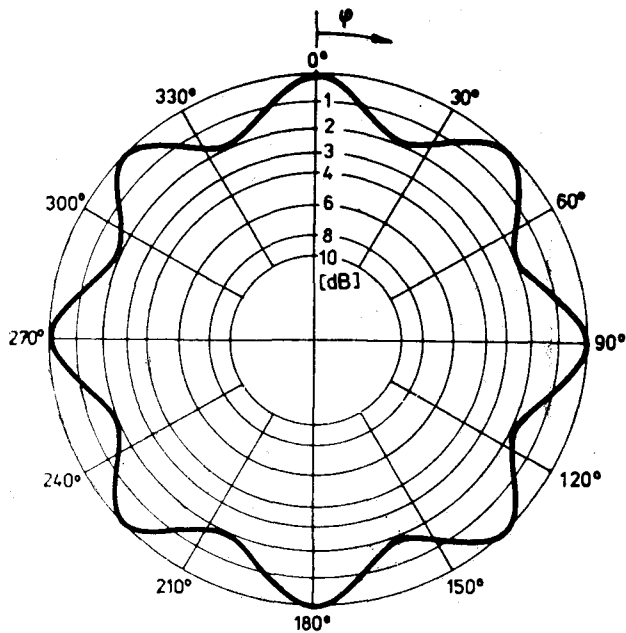
E típus, mely 2 panelt tartalmaz a tartó két átellenes oldalán.

#### A sugárzó rendszer horizontális iránykarakterisztikái

A fenti antennarendszerek elrendezését és iránykarakterisztikáit az 5, 6, 7, 8 polárdiagramok tüntetik fel.

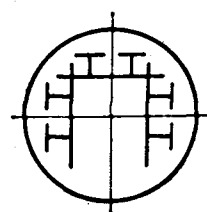
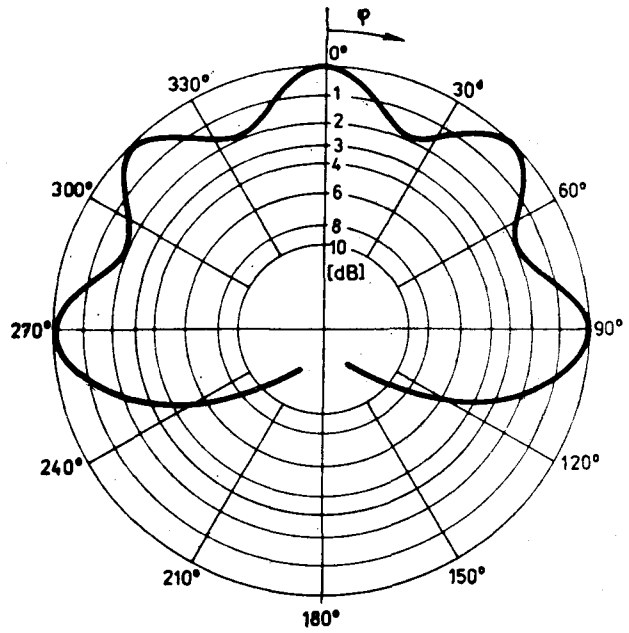
Az R típusú antenna körsugárzó (5. ábra). Egyenlőtlensége a maximális sugárzási irányhoz képest  $-2$  dB.

Az F típusú antennarendszer a tartószerkezet három oldalán helyezkedik el. Sugárzási diagramja  $180^\circ$ -on belül kb.  $-2$  dB,  $240^\circ$ -on belül pedig  $-5$  dB egyenlőtlenséget mutat (6. ábra).



B206-5

5. ábra. Körsugárzó polárdiagramja és a panelek elhelyezése



B 206-6

6. ábra. Három oldalon telepített panelek és az eredő karakterisztika

A C típusú, a tartószerkezet egymás melletti két oldalán elhelyezett antennapanelt tartalmaz. E rendszer iránykarakteristikája 90°-on belül -2 dB-es, 150 fokra vonatkoztatva pedig -5 dB-es egyenlőtleniséget mutat (7. ábra).

Az E típusú rendszer két egymással átellenes oldalon elhelyezett antennapanel csoportot tartalmaz. Ezek sugárzási iránykarakteristikáját tünteti fel a 8. ábra. A -5 dB-es szintesés mindkét irányban kb. 60°-nál adódik.

**Antennanyereség**

Több egymás felett elhelyezett antennapanel-csoporttal a sugárzó rendszer nyeresége megnövelhető az 1. táblázat szerint.

A panelek egymásközi tápkábel elosztása és a panelek csatlakoztatása látható a 9. ábrán, ahol a maximális 64 panel nyert alkalmazást.

A TESLA gyár jelölési rendszerében a típusbetű után alkalmazott szám az antennarendszer emeleteinek számát jelenti.

Jelenleg az alábbi típusok kerültek kivitelezésre:

- R2 R3 R4
- F2 F3 F4

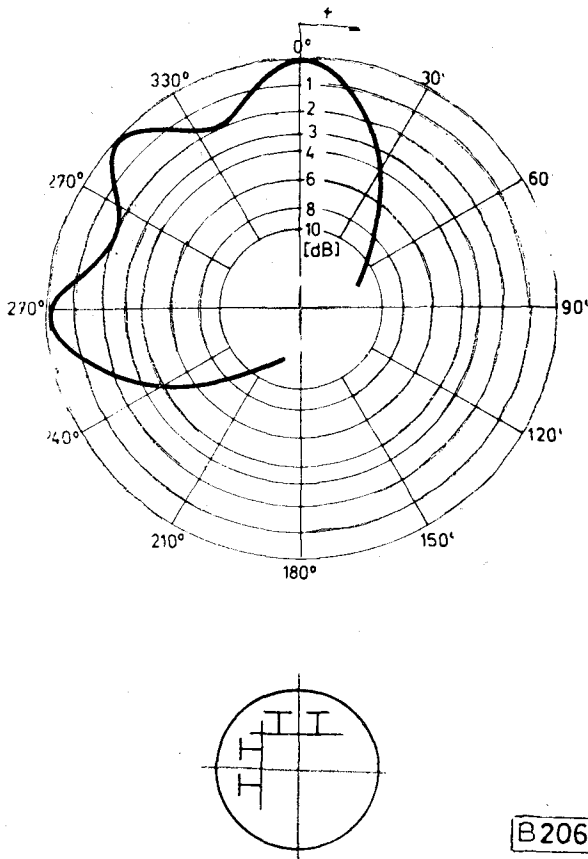
1. táblázat

Antenna-rendszer típusa	Emeletek száma	Panelek száma	Erőstítési tényező dB-ben az alábbi frekvenciákon, MHz-ben		
			470	630	790
R	4	16	9,03	9,8	10,7
	8	32	12,3	12,8	13,7
	12	48	14,1	14,6	15,5
	16	64	15,3	15,8	16,7
F	4	12	10,6	10,7	11,8
	8	24	13,6	13,7	14,8
	12	36	15,3	15,8	16,6
	16	48	16,6	16,7	17,8
C és E	4	8	12,3	12,8	13,7
	8	16	15,3	15,8	16,7
	12	24	17,1	17,6	18,5
	16	32	18,3	18,8	19,7

C2 C3 C4

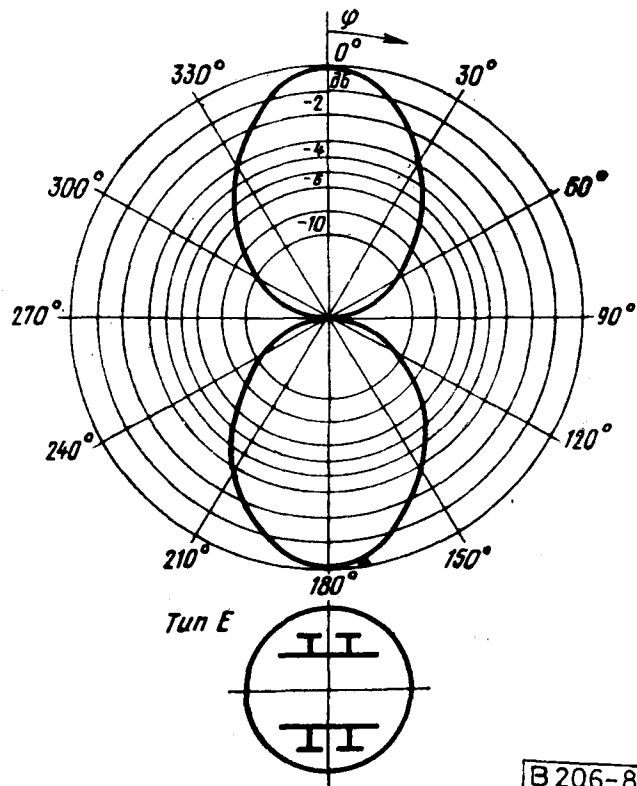
E (külön kívánságra).

Az antennarendszer optimális megoldása az, amikor két azonos rendszerű és panelszámú antennacsoportot helyeznek el egymás felett a tartószerkezeten. Így az adó műsorvitele alatt a két csoport párhuzamosítható, de szükség esetén — pl. javítás,



B 206-7

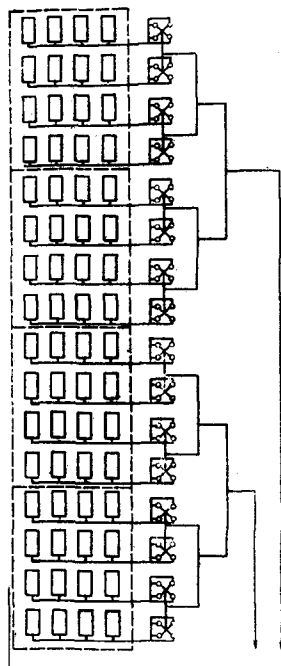
7. ábra. C típusú panel; elrendezés és iránykarakterisztika



B 206-8

8. ábra. E típusú panel; elrendezés és iránykarakterisztika

megelőző karbantartás alkalmával — az egyik rendszer üzemben kívül helyezhető. Ilyen megoldást mutat a 9. ábra.



B 206-9

9. ábra. Két, egymás felett telepített, összesen 16 emeletes kórsugárzó rendszer paneljeinek táplálása

### Függőleges iránykarakterisztika

A különböző változatban kivitelezett antennarendszerek függőleges iránykarakteristikája az egymás felett elhelyezett emeletek számától függ. A 10. ábrán egy nyolc emeletes, a 11. ábrán egy tizenhat emeletes antennarendszer függőleges iránykarakteristikája látható. (A diagram függőleges tengelyén a maximumhoz viszonyított relatív térerősségváltozás, a vízszintes tengelyen a fő sugárzási iránytól eltérő helyzetben mért térerősség-ingadozás van feltüntetve. A folyamatos vonal 470 MHz-re, a szaggatott vonal 790 MHz-re vonatkozik.)

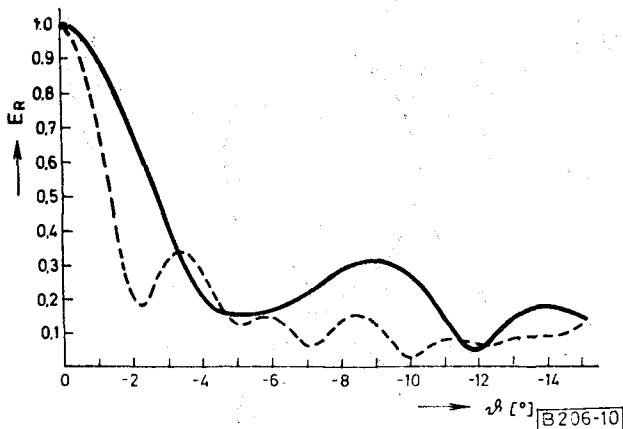
Mint az ábrákból látható, a  $-6$  dB-es térerősségcsökkenés a függőleges síkban — az üzemi frekvenciától függően — a nyolc emeletes antennarendszer-nél kb.  $1-3^\circ$ -nál, a tizenhat emeletes antennarendszer-nél kb.  $0,5-1,5^\circ$ -nál következik be. Ez a nemzetközileg elfogadott értékeket teljesen kielégíti (10., 11. ábra).

### Terhelhetőség

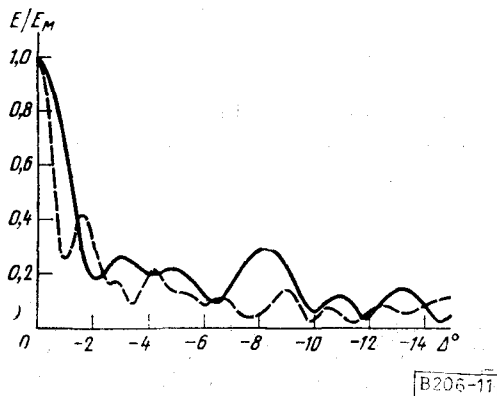
A panelekbe betáplálható nagyfrekvenciás energia nagysága függ a frekvenciától, de átlagosan panele-

ként 1,5 kW terhelhetőséggel lehet számolni. Az antennarendszerek terhelhetőségét így az alkalmazott panelek száma határozza meg.

A 12. ábrán látható, hogy a maximálisan betáplálható energia a 16 emeletes, körsugárzó rendszer-nél 470 MHz-en: 48 kW. Legkisebb a terhelhetősége a C és E rendszereknek 790 MHz-en (kb. 11 kW). E teljesítményadatokba a tápkábeleken és elosztókon fellépő teljesítményveszteségek nincsenek beleszámítva.



10. ábra. Függőleges sugárzási diagram 8 emelet esetén



11. ábra. Függőleges sugárzási diagram 16 emeletes antennánál

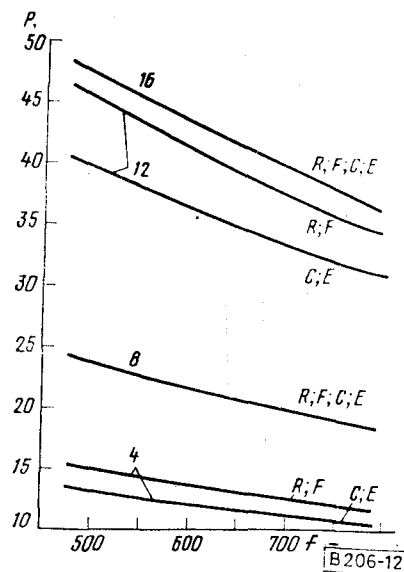
### Állóhullámarány

Az antennarendszer tápvezetékének bemenetén mért állóhullámarány értékét — a jó képminőség érdekében —  $VSWR \leq 1,05$  érték alatt kell tartani. Ilyen érték biztosítása széles frekvenciatartományban igen nehéz feladat, főként abban az esetben, ha kettő vagy ennél több üzemi csatornára van szükség. Az adott problémát egyedi, kétszeres vagy többszörös fáziskompenzálással lehet megoldani.

A fáziskompenzáció elve, hogy két vagy több antennapanelt párhuzamosan kapcsolnak, egymáshoz képest 90°-os fáziseltolással. A dipólusok bemenő impedanciájának azonos értékűnek kell lenniük. Négy

antennapanel esetén 0—90—180—270 fokos fáziseltolással táplálják a paneleket.

A szükséges fáziseltolást a kábelhossz megválasztásával valósítják meg. A 90°-os fáziseltolást negyedhullám hosszúságú tápvezetékdarabbal lehet elérni. Tekintve, hogy széles sávú antennarendszerről van szó, ezt a követelményt nem lehet maradéktalanul kielégíteni. Mivel  $\lambda = 0,64 - 0,38$  m, a fázistoló negyedhullámú tápvonal hossza 16—9,5 cm között kellene változzon, ami gyakorlatilag keresztülvihetetlen. Ezért — feltehetően — egy közepes értékre, kb. 13 cm-re méretezték a fázistoló vezeték hosszát, ami a szerkezeti konstrukcióból adódott. Így az önálló paneleken a frekvenciától függő állóhullámarány jön létre.



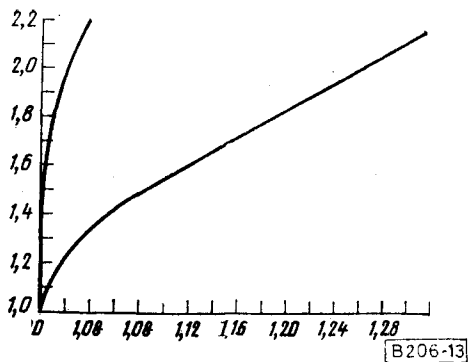
12. ábra. Az antennarendszer terhelhetősége

A 13. ábra a fáziskompenzáció hatását tünteti fel. A jobb oldali görbe az egyszeres, a bal oldali a négyszeres kompenzálás eredményét mutatja. (A diagramon mind a függőleges, mind a vízszintes tengely az állóhullámarányt tünteti fel.)

Abban az esetben, ha a fáziskompenzálás eltér a 90°-tól, az állóhullámarány kedvezőtlenebb lesz. Ugyanez következik be páratlan számú antennapanel alkalmazása esetén is, függetlenül attól, hogy a fáziskülönbség éppen 90°-ra van-e beállítva. Az illesztés további javítása a fáziskompenzálás ismétlésével érhető el a tápvezeték legközelebbi leágazásánál.

### A táprendszer

Az antennarendszer táplálása széles sávú koaxiális elosztókból és csövekből kialakított merev koaxiális tápvonalszakaszokból épül fel. A táprendszer a kisegítő hordozókonstrukción belül helyezkedik el. Az elektromos rendszer felépítését és az antennapanel táplálási megoldását a példaként ismertetett tizenhat emeletes körsugárzó esetében a 9. ábra mutat-



13. ábra. A fáziskompenzálás hatása az állóhullám-arányra

ja he. A táprendszer feltételezi, hogy az antennarendszerben egymás felett elhelyezkedő két azonos antennapanel-csoport van telepítve, melyek egymástól függetlenek és mindkettő azonos – 75 ohmos – aszimmetrikus bemeneti impedanciával rendelkezik. E módszerrel valósítható meg a 100%-os tartalék üzemmód, melyre javítás vagy karbantartási munkák során van szükség. Normál üzemben a két rendszer mindegyike részt vesz a műsor sugárzásában.

#### Konstrukció

Az antennarendszer alapelemei az antennapanel és a táprendszer. Ezek egy  $300 \times 300$  mm-es négyzetes keresztmetszetű tartóvázon helyezkednek el. Az egész antennarendszert kívülről körülveszi egy szabadon álló henger, mely mechanikai tartóelemként szolgál. Anyaga üvegszövet és poliészter gyantából áll. Ezt az anyagot nagyfokú mechanikai szilárdság és kiváló elektromos tulajdonság jellemzi. A henger

ideális védelmet nyújt az időjárási viszontagságokkal szemben.

A henger egyes részei azonos, 1900 mm-es belső átmérővel rendelkeznek. Egy henger magassága 4550 mm. A 2. képen látható telepített antennarendszer négy elemből áll. Teljes hossza a szerkezeti részekkel együtt 22 m.

A henger falának vastagsága telepítésének magasságával változik. Az egyes szakaszok peremezéssel csatlakoznak egymáshoz. A henger alsó és felső része búvónyílással rendelkező tetővel van ellátva. A kis méretű belső hordozókonstrukció miatt az antenna panelek és a henger belső fala között elegendő hely van a szükséges ellenőrzés és karbantartás elvégzésére. A különlegesen kiképzett létra hozzáférhetőséget biztosít a teljes antennarendszerhez a hengeren belül.

#### Villámvédelem

Az AHP 450 sorozatú antennarendszerek megfelelő villámvédelmi szerelvényekkel vannak ellátva. A villámvédő rendszert a henger felső felén elhelyezkedő kollektorok, valamint a henger körül szimmetrikusan elhelyezkedő négy vezeték alkotja. A teljes villámvédő rendszer le van földelve. A fentiekben kívül mind az antennapanelek, mind pedig a táprendszerek a szimmetrizáló elemen keresztül le van földelve.

A fenti adatokból kiténik, hogy az AHP 450 sorozatú antennarendszerek a legtöbb adóhoz optimálisan alkalmazhatók. Bármilyen helyen és bármilyen klimatikai körülmények között telepíthetők. A megfelelő antennatípus alkalmazása azonban előzetesen gondos megfontolást igényel.

#### IRODALOM

ELEKTROSZVJÁZ 1980. No. 5. Tesla Elektronics 4/80.