

# »ANTÉNA« pro dálkový příjem TV

Jiří Rada, ing. Petr Rada

Přes trvalý pokrok v technice polovodičových prvků sehrávají v dálkovém televizním příjmu nezastupitelnou roli stále antény. Novou možnost pro dálkový příjem přináší použití válcové paraboly. Válcové paraboly ve srovnání s rotačními mají při stejné ploše reflektoru poněkud menší zisk. Jejich předností je však snadná zhotovitelnost a nastavení dostupnými prostředky. V článku je popsáno experimentální ověření válcové paraboly pro příjem TV signálů ve IV. a V. TV pásnu.

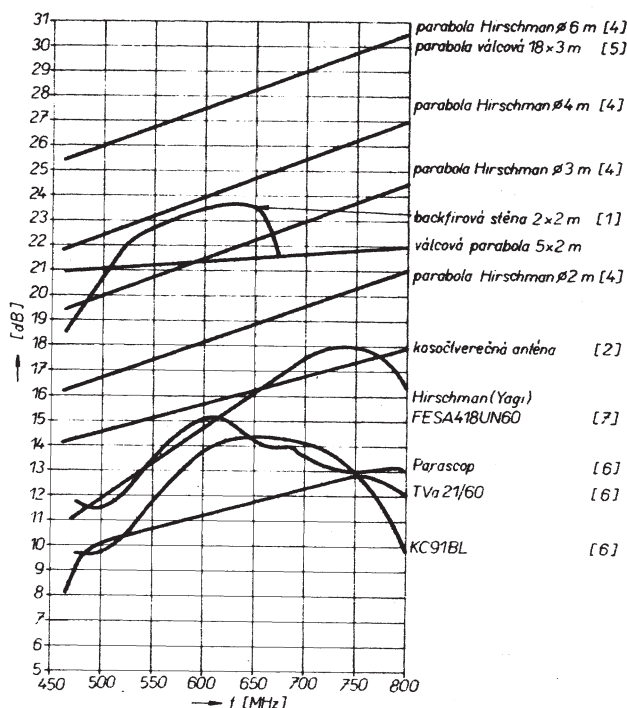
## Úvod

Technika antén pro dálkový příjem nabízí celou řadu řešení, umožňujících získat použitím vhodné anténní soustavy požadovaný zisk. Na obr. 1 je orientační srovnání některých v úvahu přicházejících širokopásmových antén. Pro praktickou realizaci je naše volba bohužel omezená, buď nedostupností žádoucích antén na domácím trhu, nebo konstrukčně technologickými problémy při amatérské stavbě rozměrných anténních soustav. Rotační paraboly největších průměrů jsou domácími prostředky zcela nezvládnutelné.

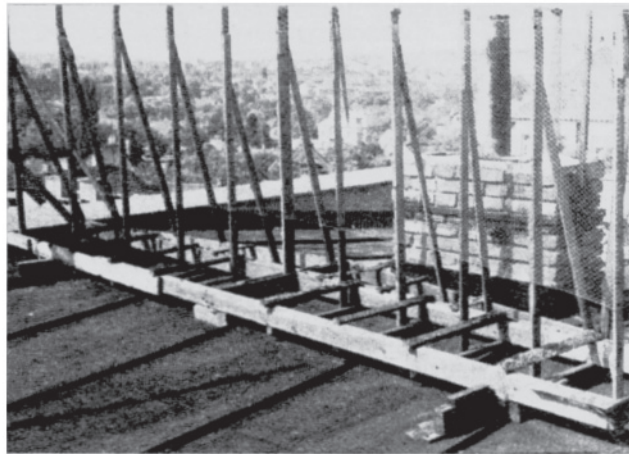
V těchto souvislostech upoutaly naši pozornost informace v [5] o použití válcové paraboly pro dálkový příjem TV signálů. Rozměr (apertura) této paraboly je 18 m s výškou reflektorové stěny 3 m. Reflektorová stěna je zhotovena ze svis-

lých, po obvodu propojených trubek. Za primární zářič byly použity dvě čtyřprvkové antény s rovinným reflektorem. Na horní části pásma je u této antény udáván zisk 30 dB. Anténa byla umístěna na střeše panelového domu (železobeton) a tedy zřejmě pracovala v nehomogenním elektromagnetickém poli.

Parametry této antény a zřejmá realizační dostupnost vedly k rozhodnutí ověřit tento typ antény v našich podmínkách. Dalším motivem byla skutečnost, že dříve ověřované anténní soustavy nedávaly v místě předpokládaného užití vzhledem k malé intenzitě ( $6 \mu\text{V}$ ) a tvaru rozložení pole žádoucí výsledky. Postupně byly ověřovány různé antény typu Yagi, kosčtverečná anténa, Parascop a antény s rovinnými reflektory. Poslední z uvedených (TVa 21/60), použité jako čtyřče, se osvědčily nejlépe. Je možno uvést, že plošné anténní soustavy vykazovaly v daných



Obr. 1. Srovnání širokopásmových anténních soustav



Obr. 2. Celkový pohled na anténu a na konstrukci reflektoru paraboly z nosných tyčí a příček

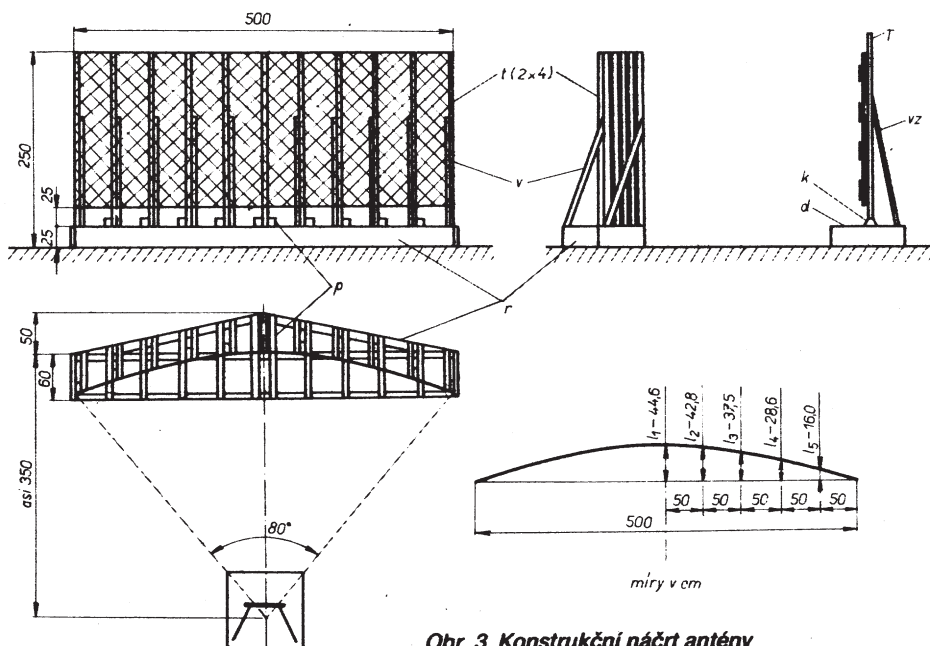
podmínkách lepší výsledky, než např. antény Yagi se stejným ziskem. Z prací na ověřování antén a ze současného sledování kvality obrazu jsme došli k závěru, že v naší situaci je žádoucí zisk anténní soustavy větší než 20 dB.

Vycházejíce z těchto závěrů a parametrů zmíněné předlohy [5] jsme navrhli experimentální řešení: délka reflektorové stěny byla zvolena 5 m a její výška 2 m (při ohnisku 3,5 m). Jde tedy o parabolu s menší hloubkou a delším ohniskem, což odpovídá doporučením pro větší paraboly [6]. Primární zářič je tvořen dvěma anténami TVa 21/60, umístěnými nad sebou a zapojenými jako dvojice. Umístění nad sebou bylo zvoleno proto, že ohnisko u válcových parabol není bodové jako u parabol rotačních, ale vytváří v souladu s tvarem reflektorové stěny vertikálně orientovanou přímku. Spojení dvou antén TVa 21/60 vytvoří soustavu s výstupní impedancí 150 Ω. Symetrizace bylo dosaženo symetrizačním členem 300 Ω/75 Ω, s vědomím nepřizpůsobení 1:2 a tedy se ztrátou asi 0,5 dB. Celkový pohled na popisovanou válcovou parabolu je na obr. 2, z obrázku je zřejmá i konstrukce z příček a nosných tyčí.

### Konstrukční provedení

Konstrukční provedení je na obr. 3. Vzhledem k tomu, že ke stavbě popisované antény bylo přistupováno jako k experimentu, uplatnila se snaha po technologicke jednoduchosti, minimalizaci nákladů i nároků na čas. Kostra reflektorové stěny je zhotovena ze dřeva, reflektor je zhotoven z propájeného pleťva („králičina“). Antény primárního zářiče jsou uspořádány na samostatném dřevěném rámu. Veškerá spojení jsou realizována vruty a hřeby. O nenáročnosti provedení svědčí skutečnost, že popisovaná parabola byla zhotovena během jednoho dne.

Základem reflektorové stěny je dřevěný rám (r), na němž jsou z horní a spodní strany, ve vzdálenostech po 50 cm, připevněny příčky (p) pro upevnění nosných tyčí reflektorové stěny (t) o průřezu 20 × 40 mm, které v půdorysu sledují tvar paraboly. Jednotlivé nosné tyče jsou vzpěry vzpěrami (v). Krajní nosné tyče je nutné ještě vzepřít směrem ke středu reflektorové stěny, aby se čelilo deformaci v krajích tahem pleťva. Na takto zhotovenou kostru reflektoru, která již definuje



Obr. 3. Konstrukční náčrt antény

jeho parabolický tvar, připevníme pleťvo. Pleťvo zavěsíme horním krajem na hřeby a postupně vypínáme a přivazujeme drátem k nosným tyčím. Aby reflektorová stěna splňovala svoji funkci, je nutné zabezpečit odchylku tvaru parabolického reflektoru od vypočtené křivky paraboly v rozmezí 0,1λ, což je v našem případě ±2 cm. K této skutečnosti je třeba přihlídnout při rozměrování příček, při rozmisťování nosných tyčí i při napínání pleťva. Svislou polohu jednotlivých nosných tyčí zajistíme tak, že dobře upevníme střední nosnou tyč (včetně vzpěry), kterou dále používáme vizuální kontrolou jako referenční pro stanovení a zajištění sklonu ostatních nosných tyčí, i k vyrovnání rámu při jeho usazování. Ukázalo se, že i při zvoleném materiálu a značných rozměrech je možné bez obtíží zmíněnou toleranci křivky paraboly dodržet. Primární zářič je nesen trubkou (T), která je k základové desce (d) připevněna kloubem (k) a vzpěrami (vz) pro zajištění žádoucího sklonu.

### Nastavení a měření

Zkušenost ukazuje, že signál při dálko-

vém příjmu televize nevykřívá rovnoměrně prostor a to zejména v členitém terénu a v domovní zástavbě. Základním předpokladem pro úspěšnost dálkového příjmu je tedy zjistit, „zmapovat“ rozložení pole signálu v místě, nebo v místech přicházejících v úvahu pro umístění antény. I v našem případě bylo na střeše o rozměrech 10 × 10 m jediné místo, kde byl zpracovatelný signál. Ke zjištění rozložení pole je nejvýhodnější měřič síly pole (nebo přenosný televizor, Šilelis např. zobrazí signály v úrovni okolo 10 μV). Měření upřesní i předpokládaný směr šíření přijímaného signálu. Po těchto výchozích zjištěních zvolíme optimální místo pro instalaci antény podle dalšího textu.

Reflektorovou stěnu otočíme osou reflektoru do směru přijímaného signálu. Přesně lze reflektorovou stěnu paraboly směrem na žádaný zdroj signálu nastavit změnou polohy primárního zářiče při nastavování ohniska a to vlevo, nebo vpravo od geometrické osy reflektorové stěny v rozmezí ±λ. To v našem případě dává možný maximální stranový posuv primárního zářiče o ±40 cm, což je vyhovující pro kompenzaci možných nepřesností polohy, vzniklých při nastavování směru i při „usazování“ reflektorové stěny.

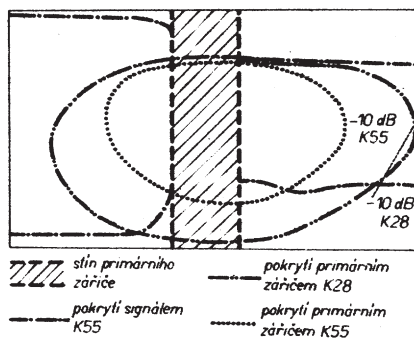


S použitím jedné antény TVa 21/60, umístěné do geometrického ohniska paraboly, najdeme ruční manipulací (za současného sledování měřiče nebo vhodného indikátoru [3]) přibližně polohu s maximální úrovní signálu a tím tedy „ohnisko“. Toto „ohnisko“ se nebude z celé řady důvodů kryt s ohniskem určeným geometrií paraboly, ale bude v jeho blízkosti. Při nastavování zjistíme indikovatelných poloh několik. Volíme polohu s maximální úrovní přijímaného signálu, popř. jiné „ohnisko“ s přihlédnutím ke zmenšení úrovně rušivých signálů. Do takto zjištěného místa umístíme základní desku s primárním zářičem. Pro přesné nastavení primárního zářiče do „ohniska“ je nutná další manipulace kolem orientačně zjištěné polohy. V horizontální rovině měníme polohu primárního zářiče posunováním základní desky a ve svislé rovině změnou sklonu nosné tyče zářiče. V definitivní poloze zajistíme základní desku a zafixujeme sklon nosné tyče. Primární zářič i reflektorovou stěnu je nutné kotvit a pochopitelně zemnit.

Jak jsme se již dříve zmínili, byla úroveň TV signálů na K28 a K55 v místě příjmu malá. Pole je díky plechové střeše a okolní zástavbě rozloženo nerovnoměrně. Pokrytá je jen část prostoru nad střechou do výšky 2,5 m, navíc se k jedné straně zmenšuje. Z těchto důvodů nevykázala vyhovující výsledky kosočtverečná anténa [2], jejíž druhé patro ve výšce 3 m nebylo pokryto dostatečně polem. Maximální pole je koncentrováno v obdélníku o rozměrech  $3 \times 2,5$  m, a je tedy obtížné do něho umístit více než jedno anténní čtyřče. Přes nepříznivé rozložení pole ukázalo již první měření na válcové parabole zisk 21 dB na K28 a 22 dB na K55. Vizualní kontrola na TV přijímači potvrdila naměřeným údajům odpovídající přínos v kvalitě obrazu. Údaje o zisku je třeba pokládat za orientační. To z těchto důvodů, že byly zjišťovány srovnávací metodou s použitím přijímaných signálů K28 a K55, které se, až na malé výjimky, co do úrovně silně mění. Zisk byl měřen tak, že byl primární zářič otočen směrem k vysílači a byla zjištěna úroveň signálu odpovídající zisku dvojčete TVa 21/60 na jednotlivých kanálech (K28 – 12,5 dB, K55 – 14,5 dB). Poté byl primární zářič otočen proti parabole do své původní polohy a byl zjištěn údaj o úrovni signálů, získaných parabolou. Vzhledem ke změnám úrovně signálů bylo však nutné pracovat se středními hodnotami, zjišťovanými subjektivně. Měření byla několikrát opakována a byly naměřeny i větší zisky, a to při zvětšení úrovně signálů, které zřejmě mělo za následek rovnoměrnější pokrytí reflektoru. Naměřené údaje jsou blízké údajům, které můžeme získat výpočtem. Plocha ústí paraboly (šířka, apertura  $\times$  výška) je  $10 \text{ m}^2$ . Tuto plochu ústí vytvoří rotační parabola o průměru 3,6 m. V pramenu [6] je uveden graf zisku rotačních parabol v závislosti na poměru jejich průměru k vlnové délce (obr. 100). V našem případě je  $D/\lambda = 5,4$  až  $8,8$ , což odpovídá zisku asi 21 až 24,4 dB. Relativně malé zvětšení zisku na horní části pásma u válcové paraboly vedlo k hledání příčiny. Mimo jiné jsme měřili, jak primární zářič „vidí“, popř. ozařuje reflektorovou stěnu. Za tím účelem byl k primárnímu zářiči připojen signální generátor a před reflektorovou stěnou zjišťovány širokopásmovým dipólem a měřičem signálové úrovně pro zmenšení síly pole o 10 dB. Výsledky měření jsou na obr. 4.

Ukázalo se, že pokrytí reflektoru primárním zářičem je vyhovující na K28, ale na K55 je značně menší. Tato skutečnost

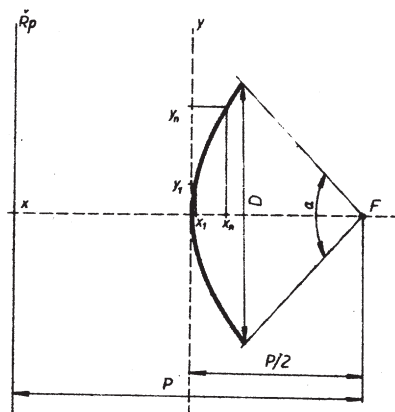
je důsledkem parametrů použitých antén TVa 21/60, které jako primární zářiče nejsou optimální. Jejich větší zisk v horní části pásma se projeví zúžením vyzařovacího diagramu a tím i menším pokrytím reflektorové stěny. Z obr. 4 je zřejmý i stínící vliv poměrně rozměrného reflektoru primárního zářiče, který zakrývá i značnou část reflektorové stěny, dobře ozářenou přijímaným signálem. Ukazuje se, že v oblasti optimalizace primárního zářiče pro daný případ (větší širokopásmovost, menší stínící efekt reflektoru) existují u navržené válcové paraboly rezervy zisku, které se mohou stát předmětem dalšího experimentování.



Obr. 4. Pokrytí reflektoru signálem

Uvedený popis nemá být jen návodem pro určitý případ, ale spíše ověřením zatím málo užívaného typu paraboly, kterou je možné podle dovednosti a možnosti realizovat v menších nebo větších rozměrech podle potřeb zisku a místních podmínek. Rozměrovým limitem zůstává jen výška reflektorové stěny 3 m. Při překročení této výšky dojde k odrazům signálů s posunutou fází, čímž se parametry antény zhorší. Zájemci o experimentování v oblasti parabol najdou základy problematiky v [6].

Pro úplnost uvádíme ještě postup návrhu paraboly pro konstrukci reflektoru. Při návrhu budeme vycházet z obr. 5. Při návrhu je třeba nejdříve získat vstupní údaje, vymezující navrhovaný reflektor.



Obr. 5. Schéma pro návrh paraboly.  $\hat{r}_p$  – řídicí přímka,  $F$  – ohnisko,  $P$  – vzdálenost ohniska od řídicí přímky,  $D$  – šířka ústí (apertura) paraboly,  $P/2$  – ohnisková vzdálenost,  $\alpha$  – vyzařovací úhel primárního zářiče,  $y_1$  až  $y_{12}$ ,  $x_1$  až  $x_{12}$  – souřadnice bodů paraboly

Jsou to:

- velikost reflektoru paraboly a zejména jeho šířka  $D$  (aperturu) (maximální rozměr ústí parabolického reflektoru),
  - vyzařovací úhel  $\alpha$  primárního zářiče pro zmenšení zisku o 10 dB,
  - ohniskovou vzdálenost  $P/2$ .
- Apertura  $D$  vychází z velikosti zvolené paraboly. Úhel  $\alpha$  je parametrem primárního zářiče a lze ho zjistit z vyzařovacího diagramu. Pokud není diagram k dispozici, je ho nutné získat měřením. Ohniskovou vzdálenost  $P/2$  vypočteme ze vztahu

$$P = \frac{D}{2} \frac{1 + \cos \frac{\alpha}{2}}{1 - \cos \frac{\alpha}{2}}$$

Zbývá vypočítat vlastní tvar paraboly, určený rozměry  $y_1 - y_n$  na ose  $y$  a odpovídajícími rozměry  $x_1 - x_n$  na ose  $x$ . Rozměry  $y$  a  $x$  vypočteme ze vzorce pro parabolu

$$y^2 = 2Px.$$

Rozměry  $y$  volíme s ohledem na žádanou přesnost reflektoru. U popisované válcové paraboly byly rozměry  $y$  voleny v krocích po 50 cm.

## Celkové zhodnocení

Válcová parabola se ukazuje jako vhodná anténní soustava pro dálkový příjem TV signálů ve IV. a V. pásmu. Po desetileticím ověřovacím provozu je možné uvést, že má i ve zhoršených klimatických podmínkách a při nenáročném konstrukci stále parametry. Její použití přineslo žádoucí zvětšení úrovně přijímaných signálů a zabezpečilo jejich relativní stálost.

## Literatura

- [1] Backs, D.: Short Backfire Matrixantenne. Radio Fernsehen Elektronik 1981, č. 5.
- [2] Bubeníček, P.: Kosočtverečná anténa pro IV. a V. pásmo. Amatérské radio, řada B, 1981, č. 6.
- [3] Český, M.: Antény pro příjem rozhlasu a televize. SNTL: Praha 1976.
- [4] Hirschman electric – UHF hochleistung Paraboll-Antennen. Katalogový list 1981.
- [5] Kohler, A.: Empfangsantennen für CGA. Funkschau 1976, č. 7.
- [6] Krupka, Z.: Televizní antény. Amatérské radio, řada B, 1981, č. 6.
- [7] Macoun, J.: Yagiho směrové antény pro VKV a UKV. Amatérské radio, řada B, 1982, č. 1.