



70 LET MEZI ANTĚNAMI

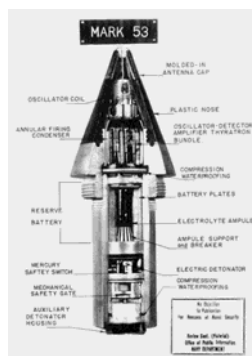
Ing.Miroslav Procházka, CSc.
odborný poradce

1. ÚVOD

Následující vzpomínání má posloužit k oživení vzpomínek pamětníků a připomenout mladším členům radiotechnické komunity naše začátky po roce 1945 a to pouze na jednom úseku problematiky tj. "anténařiny", tak jak jsem ji zažil z vlastní zkušenosti.

Moje „kariéra“ začala ještě za Protektorátu, kdy jsem sice nebyl totálně nasazen ale jako ročník 22 jsem nastoupil jako technik do Ostmarkwerke (byv. Voj. Telegrafní dílny) v Praze ve Kbelích. Dělal jsem tam zprvu jako konstruktér nástrojů a později ve zkušebně. V roce 1943 mě poslali jako doprovod zásilky tankových radiostanic někam do blízkosti města Erfurt, do opravářských dílen, kde jsem se náhodně též seznámil s parabolickou anténou Wuerzburg (obr.36 foto-album) a plošnou anténou Freya (obr.37 foto-album). Na obrázcích jsou obě antény v upravené mírové podobě a to na pracovišti astronomického ústavu na Ondřejově. Anténa Wuerzburg má průměr 7.5m a původně byla ozařována rotujícím půlvlnným dipolem v ohnisku. Pracovní kmitočet byl někde kolem 600MHz. Anténa Freya byla dipolová plošná řada pracující na kmitočtu 125-166MHz a byla určena pro přehledový radiolokátor.

Po skončení války jsem mohl dostudovat na ČVUT a nastoupil jsem do tehdejšího vojenského ústavu VU 060 v Praze Dejvicích na Jenerálce. Tam jsem pobyl krátce, ale za to jsem tam byl zase u antén. Spolupracoval jsem na řešení tzv. „proximity“ což byl protiletický granát na své špičce opatřený senzorem (obr.1a) Malý superreční vysílač přijímač (obr.1b) reagoval na blízkost letadla doplerovským zánějem, zapálením roznětky a výbuchem granátu. Důležitou vlastností granátu byly jeho délka a zejména naladění anténky v jeho špičce. Tím se řídila do určité míry citlivost a zejména tvar diagramu záření soustavy granát- anténa. A právě měření diagramu záření jsem měl tehdy na starosti. V roce 1949 jsem se stěhoval do Tesla Elektronik nouzově umístěné v Tesla Strašnice a později, od r. 1958 jsem již definitivně zakotvil ve Výzkumném ústavu pro sdělovací techniku A.S. Popova (VUST) a tam jsem se již antén nezbavil.



obr.1a proximity US



obr. 1b pozůstatek proximity ČSA



obr.1c elektronky s ladicím obvodem

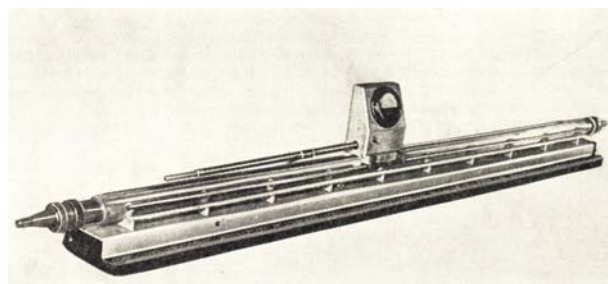
1,1 Anténářem na plný úvazek

Hlavním parametrem antény, jak jistě víte, byly a jsou její impedance a diagram záření, s nimiž jsou spojeny další parametry účinnost a zisk. První měření impedance se v oněch letech prováděla na VKV a UKV pomocí měřicího vedení (obr. 2) jehož stavba počátkem roku 1950 nebyla vůbec jednoduchá. Realizovat skoro 2m dlouhé koaxiální vedení s vnějším průměrem 50mm podélně rozříznuté 10mm šterbinou určenou pro ponoření měřicí sondy nebylo v oněch průkopnických dobách jednoduché. Při výrobě existovaly zejména problémy s udržení přesnosti při vrtání vnitřního průměru a potom i souososti s vnitřním vodičem. Podrobnosti o použití tohoto vedení a dalších historických vedeních, včetně nezbytného Smithova diagramu lze nalézt v různé odb. literatuře např. [1] Pro měření diagramů se v oněch historických dobách používala obvykle ručně ovládaná točna na které byla upevněna měřená anténa. Měřicí soupravy se postupně zdokonalovaly. Od měření někde na plochem bez odrazovém terénu (obr.3), nebo na ploché střeše, až k nynějším bez odrazovým komorám (obr.4.) s automatickým záznamem polohy antény a intenzity pole.

Obzvláště obtížné bylo měření zisku antény na nižších kmitočtech. Homogenost elmag. pole nebyla vynikající a tak se hledaly různé krkolomné metody jak na to (obr.5). V zásadě jde vždy o to aby se měřená a referenční anténa nalézaly vždy ve stejném rozložení pole.

Současná měřicí zařízení jsou podobná, je zde však možnost naklápět antény různými směry podle polarizace vlnění, např. podle obr. 6, kde se měřily diagramy záření letadlových antén. Měřit diagramy na skutečném letadle je těžko proveditelné a proto je nutné vyrobit modely v určitém měřítku kterým se zvýší i měřicí kmitočet. Výroba modelu není příliš náročná, mimofádně záleží na přesném modelování antény a zamezení případných parazitních vyzařování resp. příjmů na přírodních kabelech.

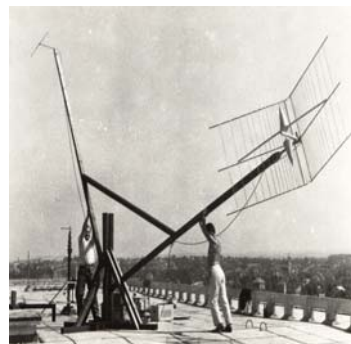
Obr.2 Měřicí vedení 100- 500 MHz



Obr.4 Komora TESTKOM



Obr.3 Terení pracoviště Lahovice



Obr.5 Sklápěčka

1,2 Výzkum a vývoj v letech 1950 – 1990

byl soustředěn především:

- do Výzkumného ústavu radiokomunikací resp. Spojů
 - antény pro rozhlasová kmitočtová pásma, případně pásma KV.
- do Výzkumného ústavu pro sdělovací techniku VUST
 - antény pro mobilní radiovou komunikaci, pasivní zaměřovače pásmech vkv a ukv a antény pro zaměřovače.
- do TESLA HLOUBĚTÍN.
 - vysílací antény pro TV a FM rozhlas
- do Výzkumného ústavu VU 060
 - antény pro speciál
- do Ústavu pro výzkum radiotechniky (Opočinek), pracoviště Ořechovka a Škoda Plzeň.
 - antény radiolokační.

Podrobnosti o sortimentu uvedených pracovišť lze nalézt v lit [2]



Obr.6 měření letadlové antény

1,3 Historie 1950- 2007.

V dalším budou uvedeny některé zajímavé typy antén připomínajících některé události resp. jejichž fotografie mám k dispozici, nebo mám k nim určitý osobní vztah. Začátky televize připomíná mikrovlnný spoj DT11 s parabolickou anténou 1m (obr. 7) Stěhování paraboly 3m pro dálkový mikrovlnný spoj na střeše VUST u (obr.8). V této souvislosti vzpomínám na velký boj „anténářů“ s architekty, kteří prosazovali „ověžičkování“ budov ve stylu „ Čepičkova „ paláce v Dejvicích. Věžičky a měření antén na střeše ústavu to zřejmě nejde do hromady, ale vykládejte to tehdejší architektům. A na zřízení mimopražského polygonu na to nebyly peníze. Na obr. 9 a 10 jsou historické (1955-56) zaměřovače s ručním ovládáním Hlídka a Šárka Z. Srovnáme-li tuto monstra se současnou technologií integrovaných obvodů a mikrovlnných páskových antén, je šedesátiletý odstup více než zřetelný.



Obr.8 Stěhování na VUST



obr.7 Anténa MT11



obr. 9 Zaměřovač Hlídka



obr.10 Zaměřovač Šárka Z

Na obr. 11 je odkrytá plochá anténa pro satelitní příjem. Pod distanční dielektrickou vložkou je tištěný motiv páskových dipólů.



Obr.11 Plochá anténa pro sat. příjem tv
vých dipólů.



Obr.12 směrová anténa helix



Obr.13 rozhlasová anténa Mělník

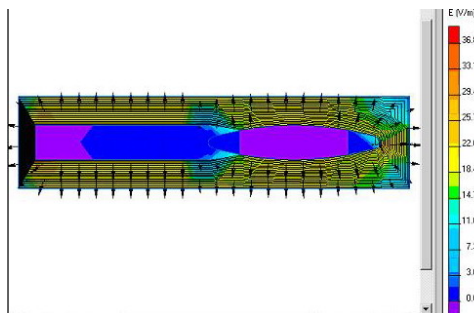
Radiotechnika jde již v současné době tak daleko , že pro kvalitní příjem tv ,dik digitálnímu přenosu, postačí zapojit set-top box a místo Yagi- antény postačí často krátká bičová anténa. Některé starší typy antén úspěšně přežívají do dnešní doby. Na Obr. 12 je 16-ti prvková směrová anténa pro kmitočet 450 MHz umístěná na pracovišti ČAV v Panské vsi. Na druhé straně některé úspěšné konstrukce např. rozhlasová anténa ARPO II Mělník je v současné době již rozkrádána zájemci o staré železo (obr.13)

Anténní laboratoř VUST spolupracovala v posledních letech intenzivně s UVR Opočinek a to tak , že jsme vyvíjeli pro letecký radiolokátor anténu s elektronickým rozmítáním paprsku. Reflektor tvořila část hyperboloidu , která byla ozařována čočkovou anténou tvořenou 250 anténními prvky (obr. 14) fázovanými pomocí feritových fázovačů řízených počítačem. Prototypová měření byly celkem uspokojivá takže se dalo uvažovat o výrobě. Výroba vlastních fázovačů měla problémy s dodržением stejných vlastností tyč od tyče , takže se na konec muselo od výroby upustit. Moje spolupráce s kolektivem UVR pokračovala i po rozpadu ústavu v nově utvořeném podniku ERA Pardubice. Pracovalo se na modernizaci slavného pasivního radiolokátoru TAMARA a později VERA , kde jsem měl za úkol vyřešit polarizační problémy.

Výzkum antén se samozřejmě neobešel bez výpočtů. Vzpomínám na prvé mechanické kalkulačky které dělaly nesmírný hluk (říkali jsme jim řach-řach) ,na pozdější počítače Elliot 503 , Minsk, a Tesla. Obrovský vývoj počítačů umožnil zajistit samostatné programování na PC v každé laboratoři .K tomu sloužily různé programovací jazyky, počínaje strojním kódem, později Fortranem, Pascallem, Turbo Pascallem ,Delphi atd. až např. Mat- Labem .V současnosti se již používají hotové ,velmi sofistikované programy ,které umožní komplexní návrh i velmi komplikovaných antén.



Obr.14 část čočkové ant.



Obr.15 elstat .pole v okolí rakety



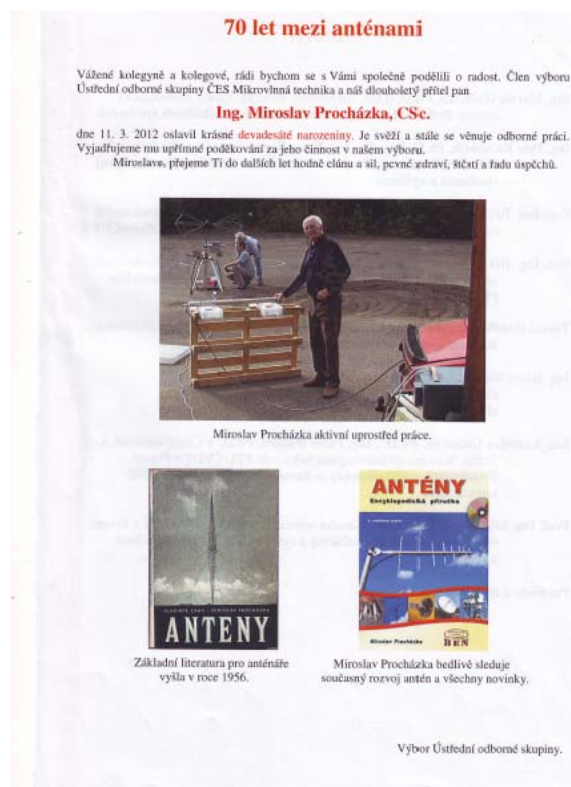
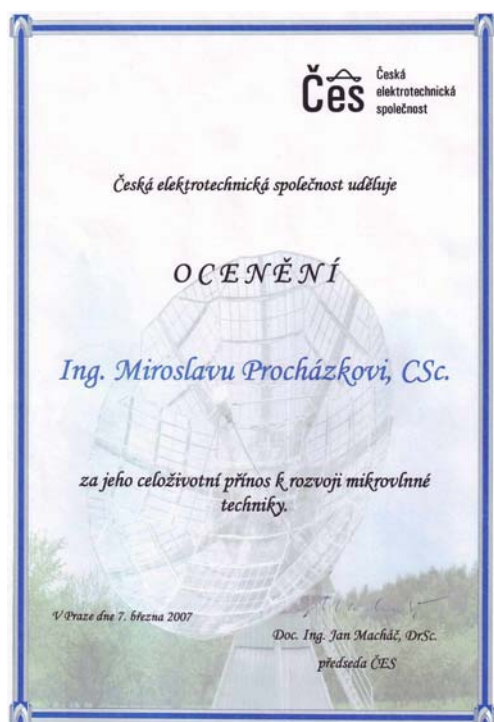
Obr.16 raketa odpálena

O posledním stavu vývoje teorie antén a jejich výpočtů se lze informovat v rozsáhlé odb. lit např. v [3]. Končím tento stručný náhled do minulosti i současnosti obrázkem č.15 ,který ukazuje můj pokus o znázornění elstat pole v blízkosti zapálené rakety. Na začátku jsem uvedl že jsem začínal „anténářskou kariéru“ u řešení leteckého granátu a končím zase u zbraní.takový je bohužel běh světa za posledních 60 až 65 let.

Literatura (přehled odborných publikací)

- [1] V. CAHA, M. PROCHÁZKA .Antény, SNTL Praha, 1956
- [2] SBORNÍK NTM č.32, Studie o technice v Českých zemích 1945-1992, oddíl 11. Slaboproudá elektrotechnika, ENCYKLOPEDICKÝ DŮM Praha 2, 2003
- [3] Proceedings of Czech and Slovak Technical Universities and URSI Commities, *Radioengineering, Speciel Issue: Microwave and Antenna Techniques The Latest Development*, č.4 sv. 14 2005
- [4] www.anteny-info.cz (Fotoalbum)
- [5] M.PROCHÁZKA, *Antény - encyklopedická příručka* ,BEN-technická literatura Praha 2005, 3. rozšířené vydání
- [6] Skládání dipól (jeho vlastnosti a vstupní impedance), *Krátké vlny* č.2.1950,str.42-26
- [7] Měření obecných odporů v oboru ultrakrátkých vln , *ELEKTRONIK* č.4. 1950,str.B0-B2
- [8] Zisk antén a jeho grafické určení pro směrové antény, *Krátké vlny* č.4,1951, str.77-78
- [9] Grafický výpočet vedení, *Slaboproudý Obz. sv.12.č .B.1951 str.T27-T30*
- [10] Širokopásmová anténa moskevské televizní ústředny (referát) 'Slaboproudý Obz. sv.13.č.5, 1952, str.117-119
- [11] Televizní antény, *Slaboproudý Obzor, sy.14.č.2,1953 str.52-60*
- [12] Koaxiální a skládaný dipól , *Sdělovací technika,č .4,1953 str.107*
- [13] Směrová anténa se zvětšenou vlnovou délkou na vodiči (referát), *Slaboproudý Obzor,sv.15,č.2,1954,str.95-96*
- [14] Širokopásmová anténa pro ukv spoje směrovými svazky (referát), *Slaboproudý Obzor,sv.14.č.10 1953,str.454-456*
- [15] Parametry směrových antén, *Slaboproudý Obzor, sv.15,č.5 1954.str.P51-P52*
- [16] Měření konstant vysokofrekvenčních kabelů, *Sdělovací technika* č.9 1955, str.271-272
- [17] Miniaturisace směrových kv antén, *Sdělovací technika* č .1 1956, str.5-6
- [18] Experimentální vyšetření antén tvaru dielektrického trychtýře, *Slaboproudý Obzor sv.17,č.7 1956,str.5-13*
- [19] CAHA - PROCHÁZKA ANTĚNY, Státní nakladatelství technické literatury Praha 1956.str.461, *vysokoškolská učebnice*
- [20] Graphische Berechnung des Antennenrichtwirkungsfaktor , *Nachrichtentechnik* 7.Jag,Heft 6, Juni 1957, str.266
- [21] Co by měl znát konstruktér přijímače o přijímací anténě, *Sdělovací technika* č. 3 1957,str.93-94
- [22] Skutečnost o krychlové anténě, *Sdělovací technika* č .4 1959, str.127-128
- [23] Die dielektrische Hornantenne, *Hochfrequenztechnik and Elektroakustik*, Band 63,September 1959, str.93-104
- [24] Problém antény pro mobilní komunikaci na krátké vzdálenosti, *Slaboproudý Obzor sv.16, č.2, 1955, str.73-75*
- [25] Miniaturizace antén, *Slaboproudý Obz. sv.22,č.11 1961, str.675-682*
- [26] Podmínky příjmu televize na pokojovou anténu, *Sdělovací technika* č .8 1962
- [27] Periodic receiving Broad Band Antenna Arrays (communication), *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, March 1969,page.221-223
- [28] Miniaturizace směrových přijímacích antén integrací elektronických obvodů, *Slaboproudý Obz.sv. 30,č.7 1969,str.297-302*
- [29] Laděná smyčková a nténa pro kvk, *Sdělovací technika* č.7 1973, str.246-247
- [30] Miniaturizing Directional Receiving Antennas by Circuit integration, *Tesla electronics,č.2 1970,str.35-40*
- [31] Zajímavé chování všesměrové antény leteckého radiokompasu, *Tesla Elektronik* č.2,1972,str.72-73
- [32] Aktivní integrované antény, *Sdělovací technika* č.3 1973,str.97-98
- [33] Integrovaná soustava anténa-vysílač, *Slaboproudý Obzor sv.35, č.10 1974,str.470-473*

- [34] Algoritmus výpočtu soustavy mikrovlnných zrcadel geometrickou optikou, Slaboproudý Obz, sv. 36, č.9 1975, str.413-417
- [35] Předpověď pokrytí území signálem vkv a ukv pomocí počítače, Slaboproudý Obzor sv.40.č.11 1979
- [36] Zvažte zisk své antény, Sdělovací technika č.12,1979,str.454-455
- [37] Elektronicky rozmítané a nténní soustavy, Sdělovací technika č .11 1981
- [38] Tepelný šum pozemských družicových antén, Sdělovací technika č.9 1982, st r.341-342
- [39] Vypočet anténní soustavy Cassegain s tvarovou korekcí zrcadle, Slaboproudý Obz, sv.44,č.12,1983,str.576-580
- [40] Parabolické antény, Sdělovací technika č.5,1989,str.163-167
- [41] Primární zářiče pro malé parabolické reflektory, Sdělovací technika č.6,1989,str.211-213
- [42] Plošné antény, Amatérské Radio, A/9,1990,str.347-350
- [43] Ploché antény pro příjem z družic, Sdělovací technika č.1,1991,str.5-9
- [44] Anténa Vivaldi nové konstrukce (*referát*), Sdělovací technika č .11, 1998,str.12-14
- [45] VKV,UKV a cm vlny v nomogramech a grafech, Amatérské Radio pro konstruktéry,B4,1995,str.123-157,(celé číslo)
- [46] UKV a cm vlny v programech pro PC, A-Radio Praktická elektronika,č.1/1998,2/98,3/98,4/98,5/98,6/98
- [47] Doutníková anténa, A-Radio Praktická elektronika č.8/1998
- [48] Měření elektrických parametrů antén, A-Radio Praktická elektronika č.2,1999
- [49] "Sibičkáři a antény, A-Radio Praktická elektronika č.1-3, 2001
- [50] Antény pro mobilní komunikaci I-XII, A-Radio Praktická elektronika,11/2001,12/2001/1-10/2002
- [51] Anténa Yagi-Janus, A-Radio Praktická elektronika č.12 2006
- [52] Mikrovlnné díly a antény pro přenos vf. energie, Amatérské Radio pro konstruktéry sv.4,1999,str.3-40 (celé číslo)
- [53] Antény *encyklopedická příručka*, vydání 1,2 a 3 rozšířené BEN technická literatura, Praha 2000-2005
- [54] 60 let mezi anténami, Česká elektrotechnická společnost, UOS Mikrovlnná technika Sborník 27-semináře, Moderní technologie v mikrovlnných aplikacích, Praha 21,11.2007



Pokračování životopisu z titulní str. webu :

V roce 1945 jsem nastoupil studium na ČVUT v Praze na fakultě elektrotechnické, kterou jsem ukončil II st. zkouškou v roce 1948. Téhož roku jsem nastoupil jako vědecký pracovník do Vojenského technického ústavu (VU060) ve specializaci antény. V roce 1949 jsem přešel do podniku Tesla – Elektronik, kde jsem zahájil činnost

v oboru VKV a UKV zaměřovače. Od r. 1952, v nově založeném Výzkumném ústavu pro sdělovací techniku A.S. Popova (VUST) jsem se zaměřil na obory VKV, UKV komunikační antény a teorie elmag. pole. Na základě odborné a publikační činnosti byl jsem vedením ústavu vyzván k napsání učebního textu „antény“ Text byl později, ve spolupráci s ing. Vladimírem Cahou (Oblastní správa radiokomunikací) přepracován a v roce 1956 vydán SNTL jako vysokoškolská učebnice „Antény“

V roce 1959 jsem byl jmenován vedoucím výzkumného sektoru „antény“ VUST.

V roce 1961 jsem obhájil kandidátskou disertační práci na téma „Dielektrické trychtýřové antény“, výzkumný sektor řídil do roku 1972. Od té doby až do r. 1984, jsem nastoupil do důchodu pracoval jako samostatný věd. pracovník. Ve VUST jsem pokračoval dále jako pracující důchodce při řešení problematiky antén pro satelitní komunikaci, radiolokační antény s elektronickým rozmítáním paprsku, současně se věnoval vývoji výpočetních programů pro anténní úlohy.

Po zrušení VUST v roce 1993, jsem přešel na podnikání a pracuji jako odb. poradce pro různé specializované firmy

Během odborné činnosti jsem publikoval řadu prací v tuzemských a i zahraničních časopisech. Jsem autorem několika patentů s oboru zaměřovačů a radiolokačních antén a také autorem publikace „Antény encyklopedická příručka“ I,II a III vyd. (nakl. BEN technická lit., [http //www.ben.cz](http://www.ben.cz)).

