

Anténa G3JVL na 1296 MHz

Autor Mike Waltera G3JVL, modifikace W1JR

Překlad a zpracování OK1KT - OK1QI

Anténa typu "loop Yagi" G3JVL byla u nás poprvé zveřejněna ve sborníku semináře VKV techniky v r. 1979 F. Střihavkou ZMS OK1CA. V praxi potvrdily přednosti antén tohoto typu. Anténu G3JVL během uplynulé doby vylepšil W1JR Joe Reisert a popsal v Ham Radio. Domníváme se, že zájemci o stavbu antén pro UHF a SHF pásma přijmou překlad článku W1JR, který popisuje vývoj antény "loop Yagi" a její modifikaci.

Anténa typu "loop Yagi" (dále LY), jak ji známe, vznikla pro pásmo 1296 MHz v r. 1974 v dílně G3JVL. Autor zkoušel konstruovat dlouhou anténu Yagi, jejíž zisk by byl srovnatelný se ziskem parabolické antény. Mimo jiné vyzkoušel i mnoho kombinací drátových smyček na způsob prvků antény Quad. Nastavení všech těchto antén bylo vždy kritické a naměřený zisk zdaleka neodpovídal teoretickým předpokladům. Když nahradil drátové smyčky úzkými pásky hliníkového plechu tloušťky 0,7 mm šířky 4,8 mm (míry v palcích), které připevnil k nosnému ráhnu o průměru 12,7 mm, byl výsledek překvapující. Zisk okamžitě vzrostl, což autora inspirovalo k množství dalších experimentů jednak s mechnickými rozměry smyček, jednak se vzdálenostmi mezi prvky. Zároveň měřil sílu pole a po určité době dospěl k optimální variantě této antény pro 1296 MHz, která měla 24 prvků na ráhne 2060 mm dlouhém a s jedním aktivním prvkem (zářičem) a dvěma reflektory. Jeden reflektor tvoří kroužek umístěný hned za aktivním prvkem, druhý má tvar obdélníku o rozměrech 115 x 140 mm z perforovaného plechu. Zářič je napájen ve vrchní části smyčky koaxiálním kabelem o impedanci 50 ohm v originále o průměru 3 mm.

Pokusíme-li se porovnat anténu LY s klasickou Yagi, zjistíme, že hlavní rozdíly spočívají v mechanické konstrukci. Velmi dlouhé antény typu "klasické Yagi" délky více než 10λ s vysokým ziskem - více než 18 dB - jsou v našich podmínkách velmi obtížně realizovatelné. Hlavní příčinou jsou enormní nároky na přesnost, neboť nastavení těchto antén je velmi kritické a často i při velmi pečlivé práci nelze dosáhnout ani tabulkového zisku, ani

dobrého vyzařovacího diagramu bez postranních laloků. Z uvedených důvodů je využití těchto antén UHF, resp. SHF ještě složitější. Například v pásmu 23 cm je typická tolerance YAGY antén $\pm 0,003$, přičemž za optimální je považována hodnota 0,001! To reprezentuje dodržet v uvedeném pásmu veškeré rozměry s přesností 0,023 mm, resp. 0,7 mm.

Je na místě připomenout další nevýhody antén tohoto typu. Jsou to především nežádoucí kapacity nebo indukčnosti prvků vznikající montáží, nutnost symetrického napájení a v neposlední řadě i obtížné dodržení požadavků na mechanickou stabilitu montáže.

Většinu těchto nevýhod antén LY nemá. Konstrukce je velmi snadno reprodukovatelná, existuje možnost celkem snadno vytvořit "dvojče" nebo i "čtyřče". Smyčky jsou kruhovitého tvaru, k ráhnu připevněny pouze jediným šroubkem. Pomocí grafů na obr. 2, 3, 4 je možné v určitém rozmezí měnit mechanické rozměry kroužků i ráhna.

Jaké jsou nevýhody antén LY? První spočívá v tom, že dosud byly vyvinuty a ověřeny pouze tři varianty - 28, 38 a 45 prvků. Jejich společnou nevýhodou je poměrně malé potlačení prvního postranního laloku v rovině E. Další nevýhodou je relativně velká plocha antén, zejména druhého reflektoru, což působí značné problémy při používání v tvrdších klimatických podmínkách (vítr, námraza, sníh). Z těchto důvodů je použití antén LY na kmitočtu nižším než 900 MHz velmi problematické.

W1JR a K1LOG vyzkoušeli tuto anténu v pásmu 70 cm (28 prvků) Byli překvapeni velmi vysokým ziskem i dobrými směrovými účinky, avšak její použití při větru o rychlosti kolem 30 km/hod. bylo téměř nemožné bez rizika jejího poškození. Třetím problémem je postupné zhoršování kvality spojů vlivem nepříznivých povětrnostních vlivů. Tuto skutečnost nemusíme považovat za nevýhodu vůči statickým anténám YAGI, neboť tyto vlivy působí na obě antény stejně. Autor G3JVL tuto skutečnost do značné míry eliminoval tím, že anténu montuje na stožár ráhmem nahoru (tj. "vzhůru nohama"). Nutno zachovat vždy stejný smysl napájení.

Vzápětí poté, co byla konstrukce antény publikována, objevila se různá zlepšení a ohlasy, V současné době je tato anténa velmi populární. Za největší nevýhodu byl obecně považován velký odpor proti větru. W1JR provedl druhý reflektor rovněž ve tvaru smyčky, kterou umístil na konec ráhna. Odpor vůči větru byl přijatelný a zisk poklesl jen o hodnotu 0,1 dB. Druhým zlepšením, které bylo publikováno, bylo vložení ještě jedné smyčky mezi 4. a 5. direktor v originální konstrukci G2JVL. Zisk vzrostl o 0,5 dB a zlepšila se i šíře pásma přenášeného anténou.

Několik poznámek ke konstrukci antény pro pásmo 1296 MHz, jak je vidět z obr. 1. v definitivní podobě 28 prvků (dva reflektory a jeden zářič). Je nutné zdůraznit, že vzdálenosti prvků uvedené na obr. 1. platí pouze pro nosné ráhno o průměru 12,7 mm a pro prvky tloušťky 0,71 mm a šířky 4,76 mm.

Práce s tak tenkými a úzkými pásky je značně komplikovaná (pásky se kroutí a lámou), proto W1JR vyzkoušel a doporučuje jiné rozměry (šířku 6,25 mm a tloušťku 0,81 mm). V našich zeměpisných šířkách, kde led a námraza nejsou zvláštností, je i průměr ráhna 12,7 mm nevyhovující. Lépe bude použít trubky nebo jeklu o větším průměru i za cenu případné instalace podpěr nosného ráhna. Veškeré výpočty, které jsou při této změně nutné, zvládneme snadno pomocí grafů na obr. 2. (korekce na různé průměry ráhna), 3. a 4. (korekce šířky a tloušťky materiálu smyčky).

Příklad: chceme použít ráhno o \varnothing 19 mm a smyčky z materiálu o tloušťce 0,81 mm a šířce 6,35 mm. Z uvedených grafů zjistíme tyto korekce:

obr. 2	+ 0,9
obr. 3	- 0,3
obr. 4	+ 0,04
<hr/>		
celkem	+ 0,64

To znamená, že délku prvků musíme prodloužit (znaménko +) o 0,64 % jejich délky, Odtud vypočteme délku direktorů (211 mm, resp. 205 mm) a reflektorů (247 mm) - viz tab. 1, 2.

Není bez zajímavosti, že 28prvková LY má stejný zisk jako parabolická anténa o \varnothing 90 cm. Podobně zisk antény s 38 (res.45) prvky odpovídá zisku paraboly o \varnothing 1 m (res. 1,1 m).

Mechanické rozměry antény G2JVL pro 1296 MHz

Prvky antény - reflektor R a direktory D1 - D42 jsou vyrobeny z hliníkového pásku \neq 0,7 - 1 mm, šířka 5 mm, k ráhnu jsou připevněny šroubky M3. Délky pásků pro prvky = vzdálenosti mezi osami otvorů pro uchycení - d:

$$\frac{\quad o \quad \quad \quad o \quad}{\quad \quad \quad d \quad \quad \quad}$$

Nosné ráhno - hliníkový jáckel 15 x 15 mm.

Zdůrazňovat požadavky maximální přesnosti při měření a realizaci antény by zřejmě bylo nošením dříví do lesa. Za nejdůležitější lze považovat co nejpřesnější dodržení vzdáleností mezi smyčkami. Otvory pro šroubky musí být vrtány přesně v podélné ose ráhna a bez zbytečné tolerance v průměru použitého vrtáku, aby nebyla snižována mechanická stabilita upevnění prvků. Nařezané či nastříhané pásy hliníkového plechu před vlastní montáží ohneme na trubce nebo jiném předmětu o průměru o něco málo větším, než je požadovaný průměr smyčky. Poněkud složitější je zhotovení zářiče, u kterého musíme nejprve přiletovat napájecí kabel a teprve poté namontovat smyčku na ráhno. Jak bylo uvedeno dříve, jednoduchá montáž prvků patří mezi výhody této antény. Je však třeba připomenout, že v místě styku smyčky s nosným ráhnem tečou značné proudy a jestliže dotyk není dostatečně kvalitní, může dojít ke zbytečným ztrátám. Existuje několik způsobů zpevnění tohoto bodu, nejjednodušší je zakápnout šroubek z obou stran epoxym, nebo alespoň rezistinem ML (což je výhodnější pro eventuální demontáž antény).

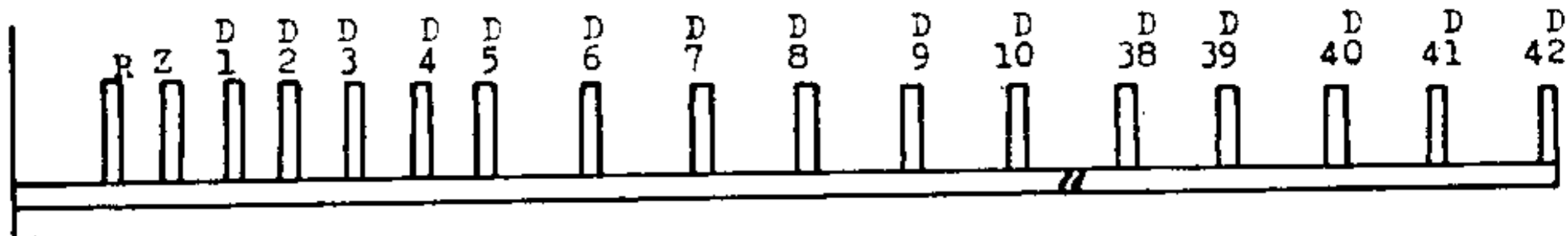
Uchycení antény ke stožáru (obr. 5) je nejčastěji doporučováno tak, že nosné ráhno, pokud je z trubky, upevní se do úhelníku 20 x 20 mm (pro jekl vodorovná ploška), ke kterému je přivařena nebo přilepena pásovina kovu o rozměrech 130 x 60 mm odpovídající tloušťky podle použitého materiálu, se čtyřmi děrami pro třmeny, kterými držák uchytíme na stožár. Upevnění antény přímo ke stožáru nevádí, pokud možno přesně v polovině vzdálenosti dvou direktorů. Zisk ovšem poněkud klesne. Autor G2JVL použil stožár o průměru 51 mm a pro anténu v pásmu 23 cm poklesl zisk o 0,25 dB.

Původní verze antény je navržena pro impedanci 50 ohm. Zářič antény je napájen semi-rigid koaxiálním kabelem, který má pevný plášť a který, protože je tenký, je přiveden středem zářiče. Pod ráhnem je zakončený konektorem.

Protože v ČSSR nejsou v současné době dostupné koaxiální kabely o impedanci 50 ohm vhodné pro kmitočet 1296 MHz, používají se kabely koaxiální o impedanci 75 ohm, nebo 50 ohm, Kablo Bratislava. Připojíme-li k anténě takový kabel koaxiální o impedanci 75 ohm, bude naměřeno PSV 2. Je nutno transformovat impedanci antény 50 ohm na 75 ohm. U jedné antény je to možno transformačním úsekem $\lambda/4$ o impedanci 60 ohm, nebo lichými násobky $\lambda/4$.

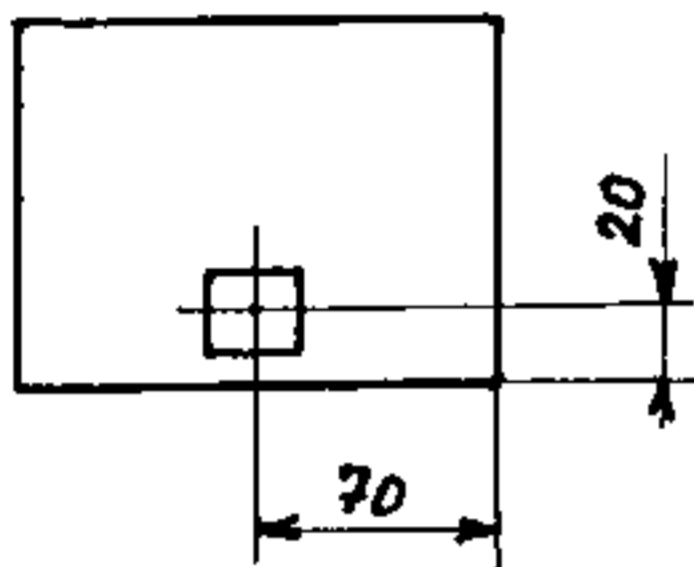
Na základě publikované antény G3JVL F. Střihavkou OK1CA v r. 1979 jsme ověřili transformaci dle OK1CA úsekem $3/4$, vyrobeného z části koaxiálního kabelu VCCZE50-6,4 (původní impedance 50 ohm) takto: vezmeme část koaxu o délce 140,5 mm ($3/4 \times k$), vyjmeme střední vodič a nahradíme jej měděným drátem o průměru 2 mm. Jeden konec koaxu připojíme na zářič a druhý na konektor, nebo přímo již pokračujeme koaxem 75 ohm. Transformační úsek nám zároveň mechanicky zpevňuje zářič. U takto napájené jedné antény bylo naměřeno PSV 1,2. K napájení antény lze použít i jiných koaxiálních napáječů, ale je třeba vzít v úvahu útlumy na kmitočtu 1296 MHz, které jsou u běžných koaxů značné. Použitelné jsou např. koaxiály s dielektrikem z pěnového polyetylénu VCCOY75-7,25 nebo VCCOY75-5,6 (VCCOD75-5,6) nebo koaxiál s dielektrikem s polystyrénovými kalíšky VCKOM75-11,8.

Vraťme se ještě k zajímavému článku WIJR, který říká, že po definitivním dokončení mechanických prací můžeme přistoupit k měření poměru stojatých vln - PSV. Pokud je menší než 1:1,5 je vše v pořádku, v opačném případě je nutné provést korekci, např. změnit rozměry prvního reflektoru nebo prvního direktoru. Někdy pomůže i změna rozměrů druhého direktoru nebo zvětšení vzdálenosti prvního direktoru (i reflektoru) od zářiče. Není třeba připomínat, že je třeba postupovat po velmi malých krocích. Pokud žádná z těchto změn nevede ke kýženému cíli, můžeme zkusit nepatrně změnit rozměry zářiče. teprve po dosažení odpovídajícího PSV přistoupíme k montáži antény na definitivním místě.



Nosné ráhno - hliníkový jekl 15 x 15 mm

RS - reflektorová stěna - hliníkový plech tl. 0,5 - 1 mm 140 x 115 mm



Vzdálenost mezi prvky:

$R_s - R = 78,7$ mm

$R - Z = 24,1$

$Z - D_1 = 28,5$

$D_1 - D_2 = 21$

$D_2 - D_3 = 45$

$D_3 - D_4 = 45$

$D_4 - D_5 = 31,8$

$D_5 - D_6 = 58,7$

mezi ostatními direktory

90,4 mm (osová rozteč)

Tab. 3.

Při použití ráhna 20 x 20 mm platí dle WJR pro oba reflektory u všech variant:

R_1 a $R_2 = 247$ mm

zářič = 236 mm

Tab.4.

Tab.1.

d - délky pásek pro direktory			
ráhno 15 x 15	varianta		
D	28	38	45 prvků
1 - 11	209	209	209
12 - 18	203	203	203
19 - 23	203	196	197
24 - 25	203	196	194
26 - 35	-	196	194
36 - 42	-	-	191

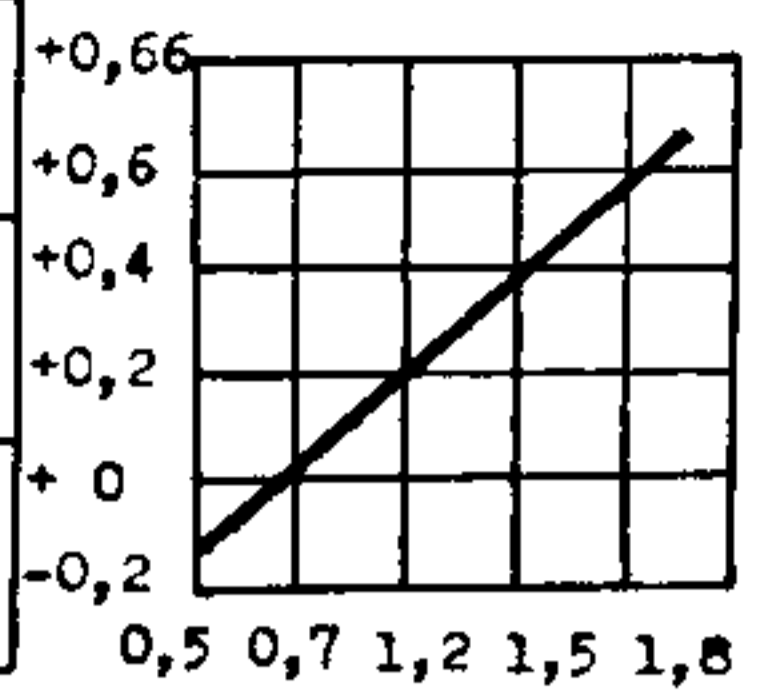
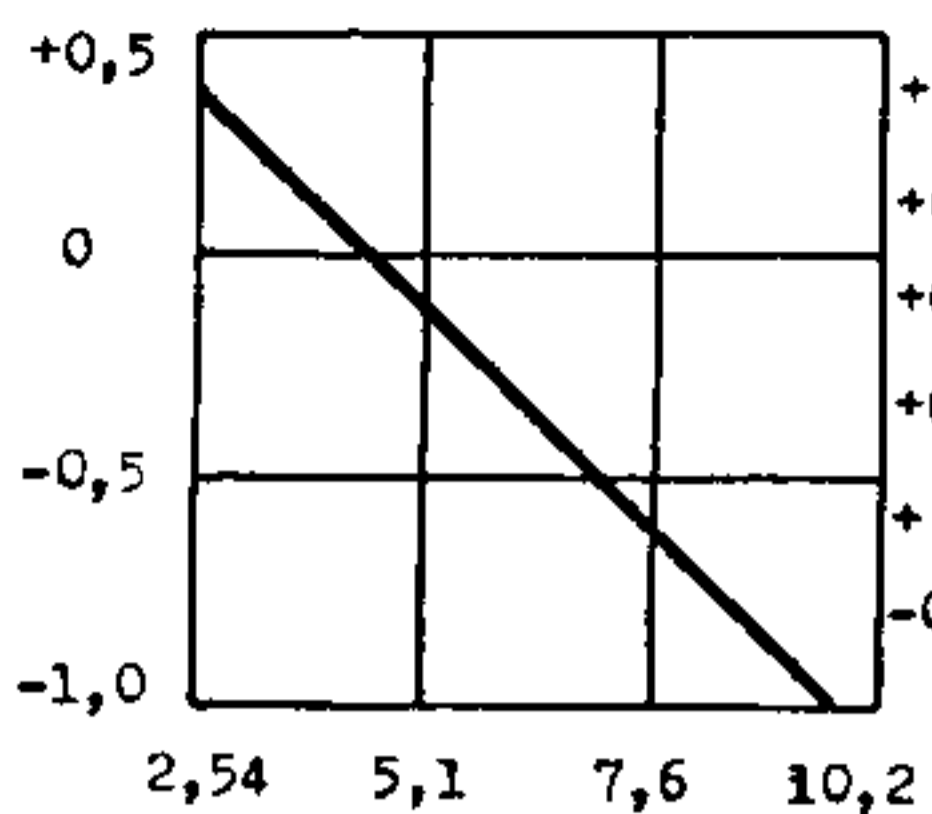
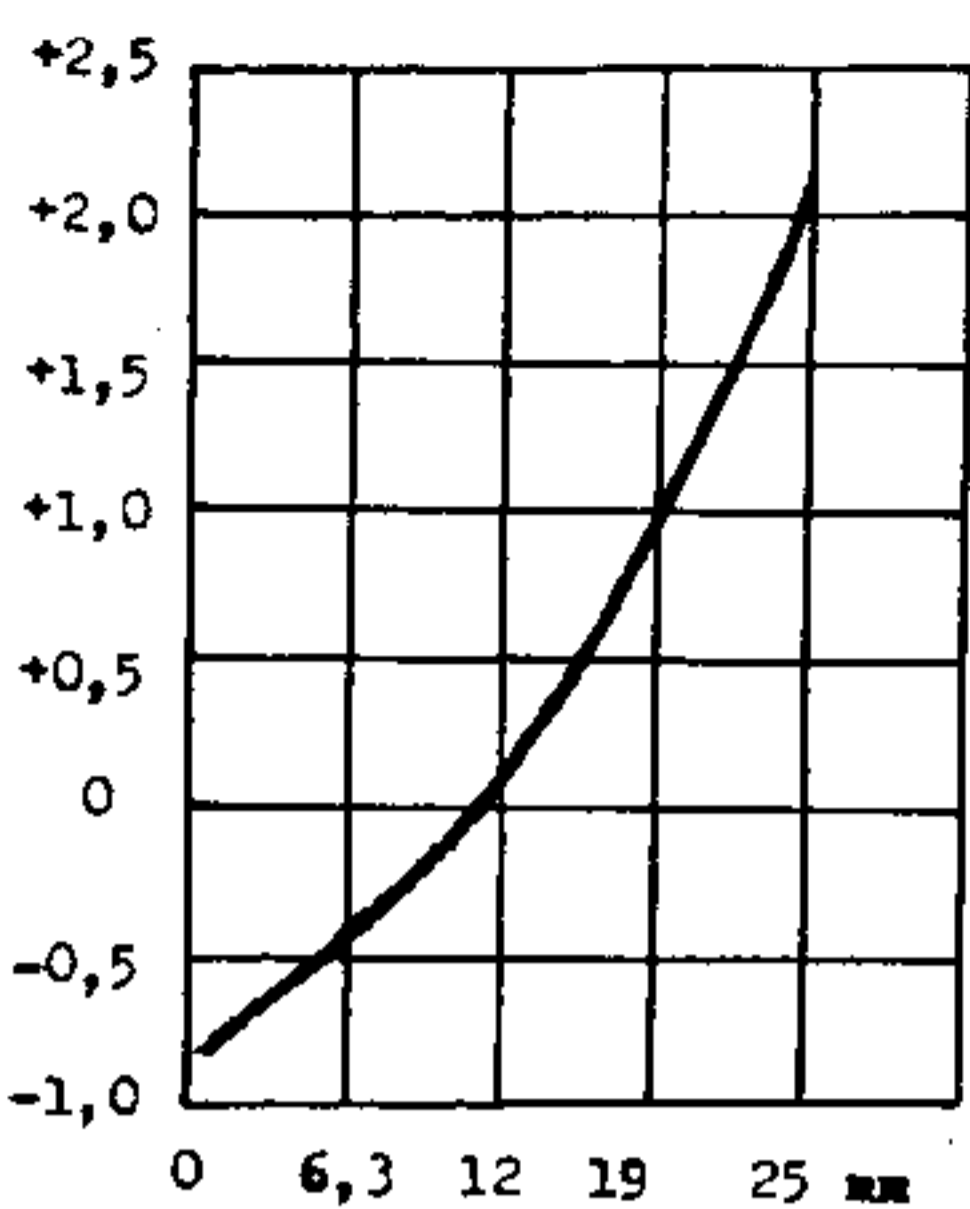
$R = 245,6$ mm pro všechny varianty antén.

Konce pásek dobře očistit, aby byl zajištěn spolehlivý elektrický kontakt s ráh-
nem. Pro vyvrtání otvorů pásek stačí na
daném průměru, lépe vyhoví polotvrdý hli-
nik.

Vlastnosti antény 28 prvků: zisk 17,1 dB,
vyzařovací úhel 20° , impedance 50 ohm,
váha 1.1 kg. Typický předozadní poměr 20 dB.

d - délky pásek pro direktory

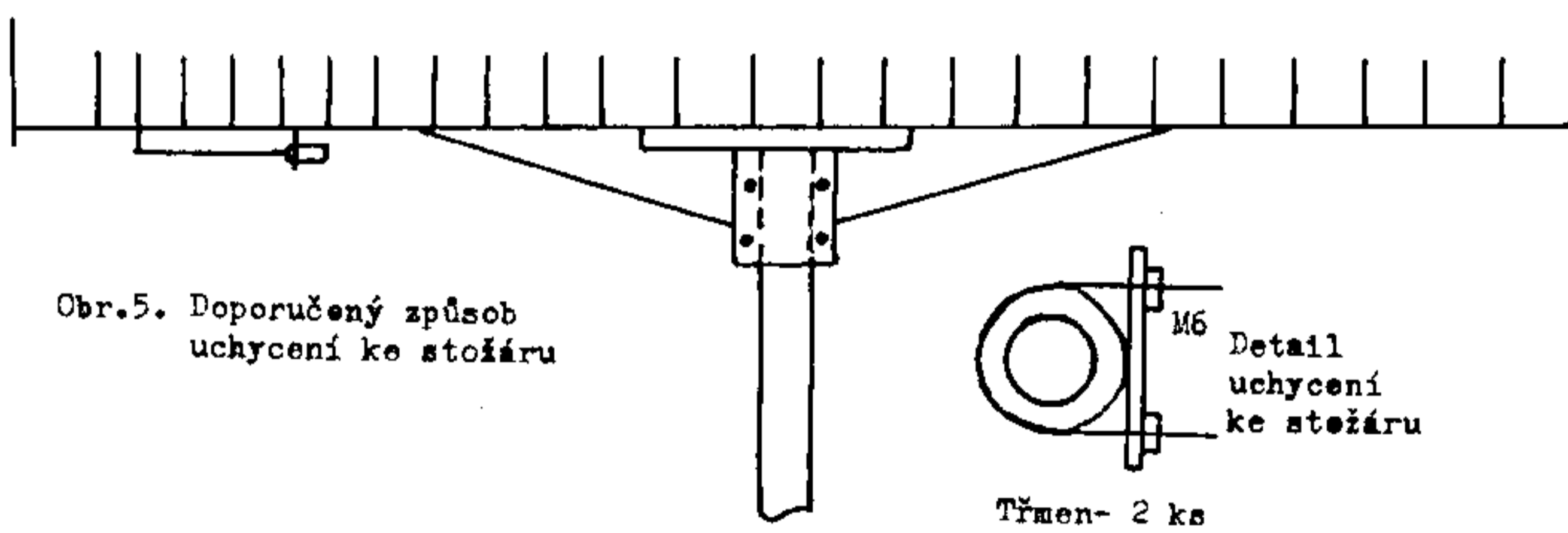
ráhno 20 x 20	varianta			Tab.2.
D	28	38	45 prvků	
1 - 11	211	211	211 mm	
12 - 18	205	205	205	
19 - 23	205	197	198	
24 - 25	205	197	196	
26 - 35	-	197	196	
36 - 42	-	-	192	



Obr.2. Korekce na různé průměry ráhna

Obr.3. Korekce na šířky smyčky

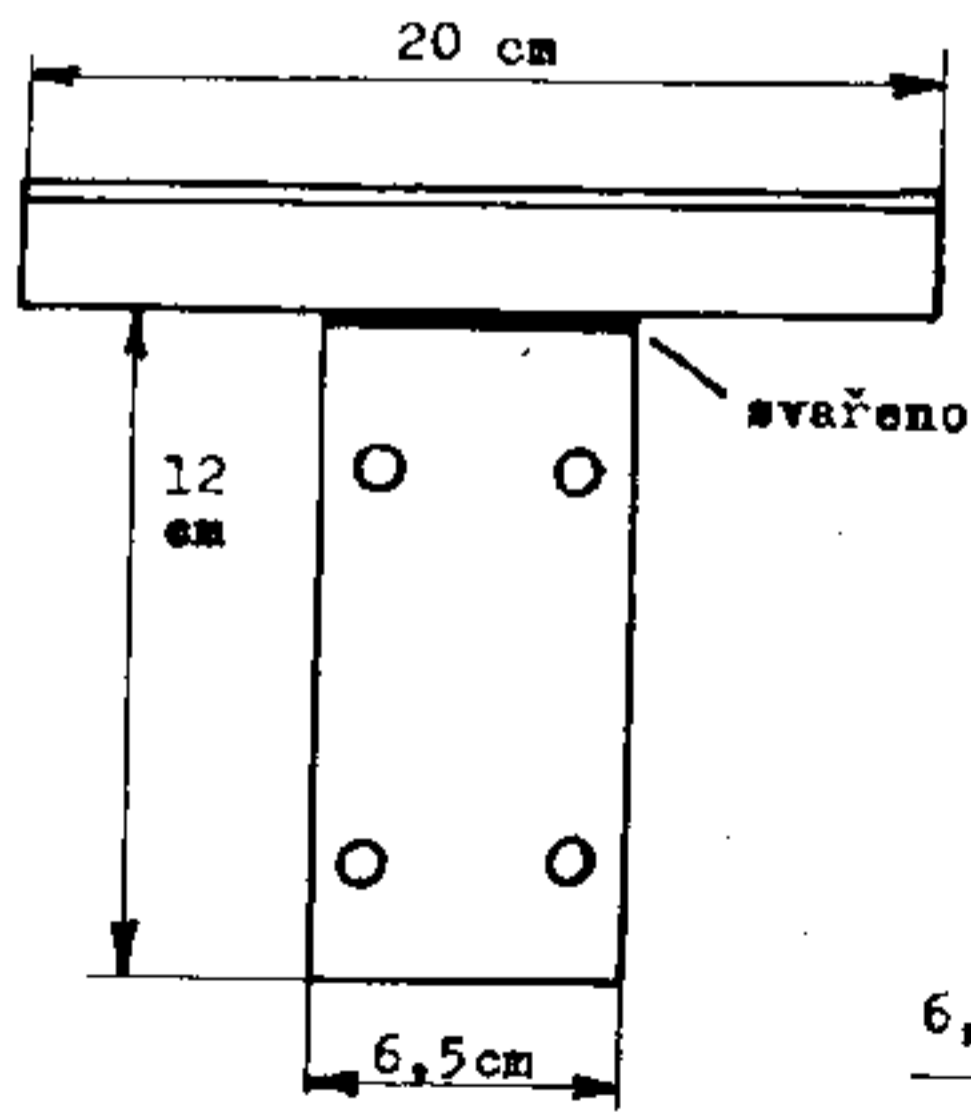
Obr.4. Korekce na tloušťku materiálu smyčky



Obr.5. Doporučený způsob uchycení ke stožáru



Třmen- 2 ks
Mat.: kulatina ϕ 6mm



úhelník 20x20

6,4mm

Vlastnosti antény podle W1JR			
prvků	délka ráhna	zisk dB	ekvivalent paraboly
28	9	19	0,9m
38	13,2	20	1,0m
45	15,7	20,7	1,1m

Obr.7. Detail držáku uchycení antény ke stožáru

Tab.5. Vlastnosti antény

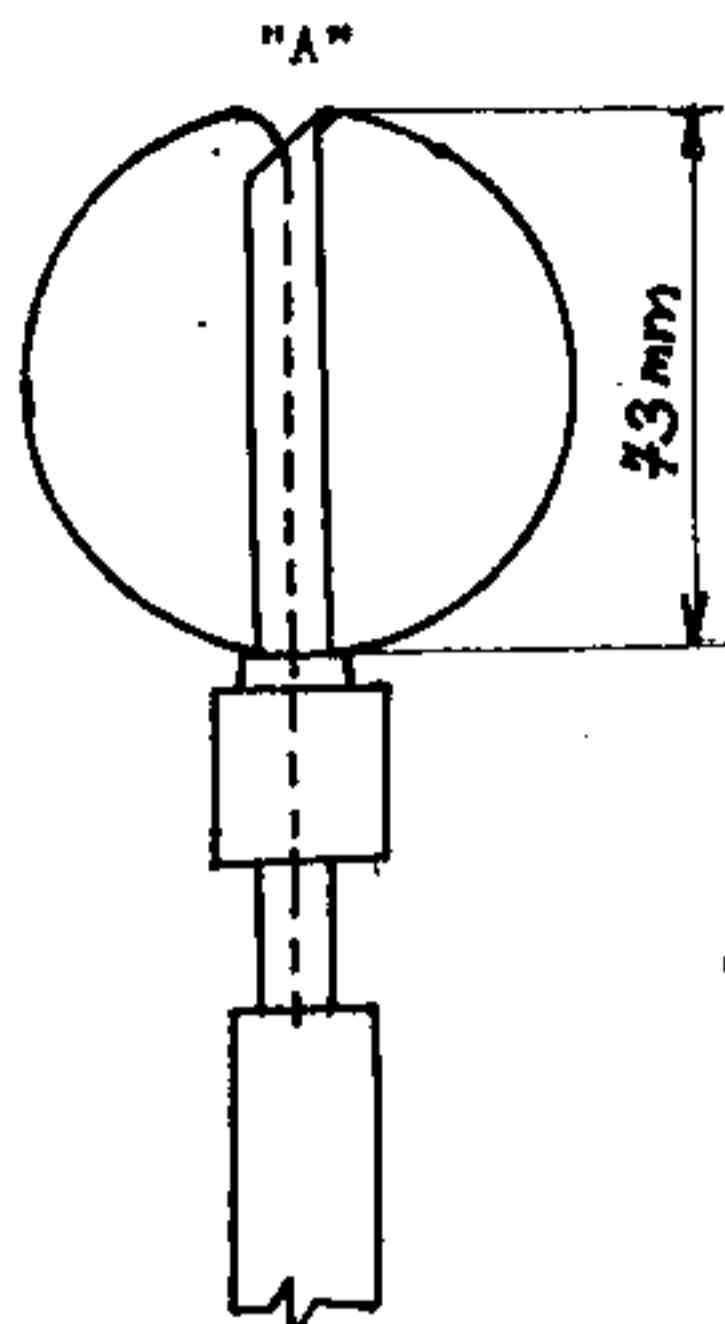
Konstrukce zářiče antény a připojení napájecího koaxiálního kabelu:

střední vodič koaxu
přiletovat k druhé
straně pásku

zářič
vyroben z měděného
pásku šířky 5 mm
délka 230 mm

ráhno 15 x 15 mm

koaxiální napáječ
k TCVR 75 ohm



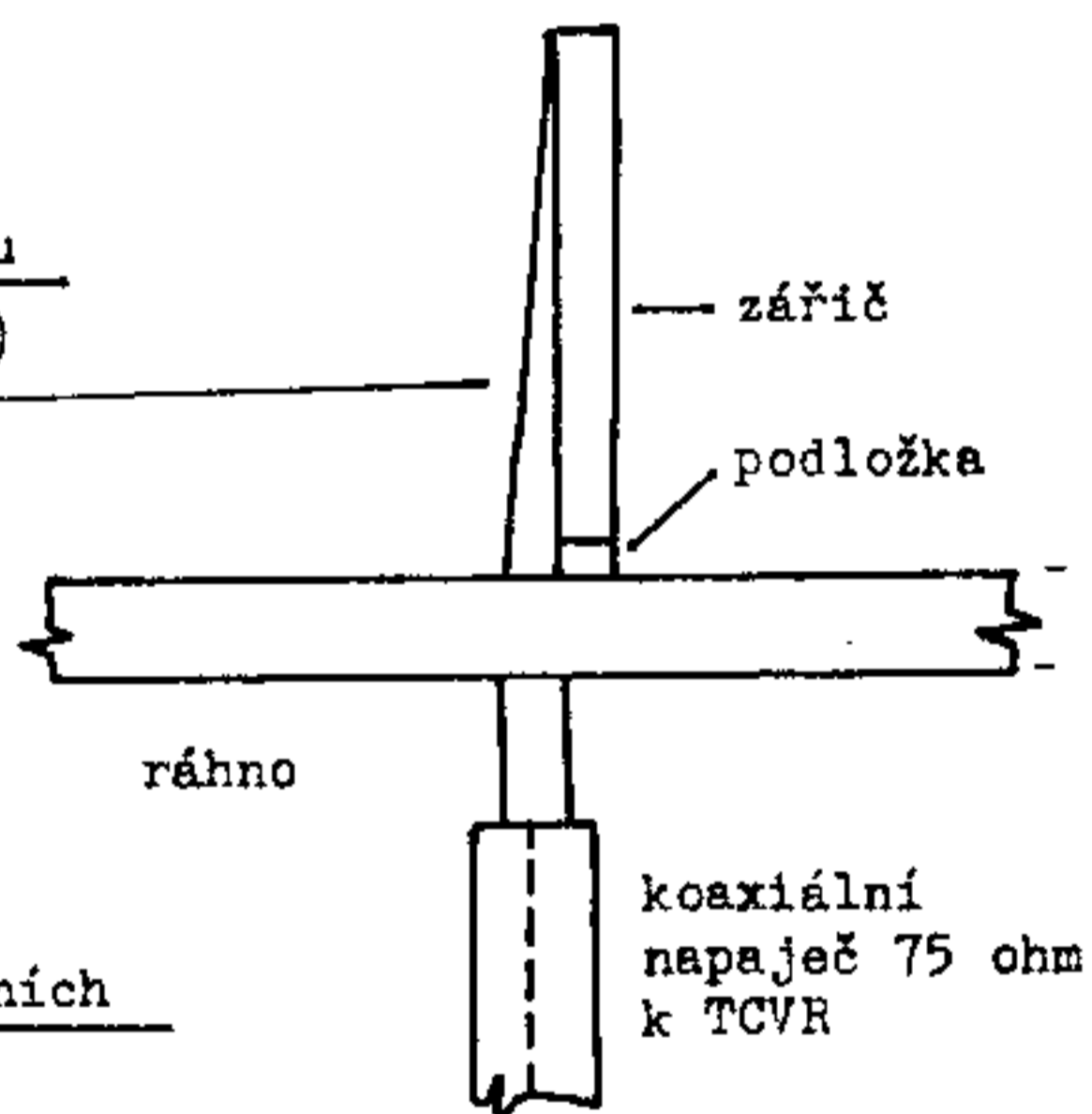
stínění koaxu přiletovat
k jedné straně pásku

napájecí koax
(transformační úsek)
podložka $v = 3$ mm
lze použít mosaz, např.
matku M4 - přiletovat
k zářiči, který je z mědi

Obr.8. Konstrukce zářiče

Obr.9. Upevnění zářiče - pohled z boku

Transformační úsek koaxu (upraveného)
VCCZE 50 - 6,4 $d = 140,5$ mm



Útlumy některých používaných koaxiálních

napáječů v pásmu 1296 MHz - dB / 1 m

VCCOY 75 - 5,6	0,44 dB
VCCOY 75 - 7,25	0,4 dB
VCKOM 75 - 11,8	0,18 dB
H 100	0,15 dB

Obr.10. Detail "A" Doporučené
připojení vodiče a stí-
nění koaxu k zářiči

