

2011

UBA Sectie WLD

ON5JK, Eddy

ON4BB, Luk

ON6DK, Dirk

HET HB9CV -SYNDROOM

Eddy, ON5JK zorgde voor het opzoekwerk, de constructie en de samenstelling van dit document.
Dirk, ON6DK voegde er zijn EZNEC expertise er aan toe en Luk, ON4BB zorgde voor de meetopstelling en de vormgeving van het document.

1 DE AANZET

Als nasleep van de 70 cm vossengeweeftjes die we maakten in de WLD-workshop, ontstond een nog lang niet beëindigde conversatie aangaande de "antennetjes".

Teneinde dat eens wat dieper uit te spitten, werd zoveel mogelijk documentatie verzameld, gaande van verschillende internetsites tot het boekje van DL7VFS: <Die HB9CV-Antenne>.

Ook de publicatie van de "Master Himself-HB9CV" werd grondig gelezen.

Het werd een beetje een obsessie, het werd een **HB9-syndroom**.

Gezien er wel veel meetapparatuur bij onze WLD-leden bestaat voor 2 meter, maar minder voor 70cm, werd besloten eerst een model uit te werken en te meten voor 2m.

Later kan men door extrapolatie een model maken voor 70 cm.

Aan de hand van een achttal gevonden beschrijvingen en/of constructietekeningen werd getracht tot een consensus te komen. Er waren immers zoveel verschillen te ontdekken.

2 DE NABOUW VOLGENS BESCHREVEN MODELLEN

Bij nabouw van het model beschreven in "het boekje van DL7VFS" werd één zaak uit het oog verloren, de afstand tussen de twee stralers.

Anders dan bij alle andere modellen die van 248 mm spreken, gaf men een afstand aan tussen de twee stralers van 260 mm. Dit model werd nagebouwd, maar naar analogie met onze geweertjes, kwam het phasingstuk bovenop te liggen. Flagrant verkeerd dus, want de 260 mm waren bedoeld om dat phase-stuk "tussen" de stralers (driven elements) te plaatsen.

Overal elders sprak men van 248 mm.

Door Dirk, ON6DK werd ook een theoretische uitvoering gemodelleerd, besluitend dat de afstand tussen de stralers 248 mm moet zijn, teneinde alle feed-elementen bovenop (of onder) de stralers te monteren.

Wij verder spreken over het Front Driven Element en het Rear Driven Element gezien ze beide gevoed worden en dus beide actief stralen.

3 WAAROM ONZE KEUZE VAN 248 MM?

Voor de best mogelijke eigenschappen van de HB9CV moeten de stralers gevoed worden met een faseverschil van 225°.

Door één straler om te keren, krijgt men reeds 180°. Vandaar de links/rechts-voeding.

De resterende 45° haalt men door een tussenstukje van 1/8 golflengte.

Voor $F_0 = 144,927$ MHz is de golflengte 207 cm. Dit rond cijfer (207) is aanleiding voor de rare freq. van 144,927. Deze 207 is verder gemakkelijk te bewerken met formules.

Door het phasestuk te maken van geïsoleerd draad, moet men rekening houden met de velocity-factor. Neem daarvoor 0,96.

Dat brengt ons voor 207 cm naar $0,96 \times 207 = 198,72$ cm. Dus $1/8^e$ daarvan is: 24,84 cm Afronden dus naar 248 mm. (center to center)

Alle gevonden data werden in tabel gezet ter vergelijking.

Noteer dat er uitvoeringen zijn voor 50 Ohm voeding en ook voor 75 Ohm.

4 HET 50 OHM MODEL

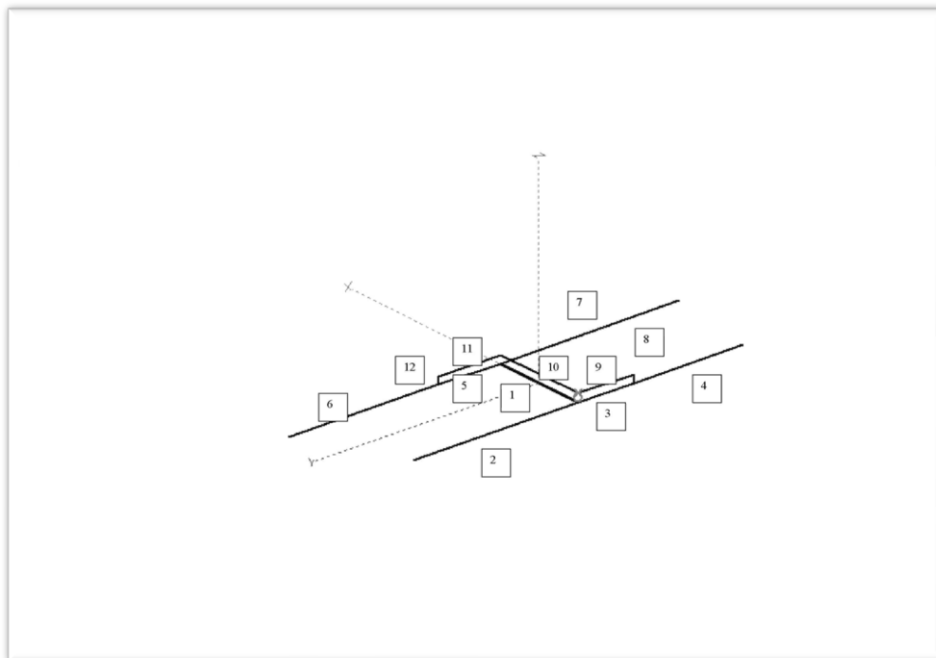
Er is wel een algemene tendens zichtbaar, als men de modellen voor 50 Ohm vergelijkt. Men kan de antenne op drie wijzen configureren.

- voor max gain: Front Driven Element van 0,47 lambda en Rear Driven Element van 0,49 lambda.
- voor beste front to back, Front Driven Element 0,455 lambda en Rear Driven Element 0,505 lambda.
- voor een goed compromis Gain/Front to Back moet het Front Driven Element 0,46 lambda en Rear Driven Element op 0,5 lambda zijn.

Wij opteren voor versie c.

Doordat het hier om naakte geleiders gaat, komt er geen Velocity factor bij te pas. Dus het Rear Driven Element is effectief $207 / 2 = 103,5$ cm lang.(top to top)

Een zijde ervan is dus $1035 \text{ mm} / 2 = 517,5$ mm.



Constructietekening

	fasestuk	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Model													
1	T	251	475	120	355	130	385	515	5	120	251	130	5
2 nvt													
3 75 ohm	B	248	476	129,37	346,6	139,7	377,8	517,5	?	129,3	248	139,7	?
4 50 ohm	B	248	476	121,09	354,9	130,4	387,0	517,5	?	121,1	248	130,4	?
5 75 ohm	B	248	476	129,37	346,6	139,7	377,8	517,5	?	129,3	248	139,7	?
6 50 ohm	B	248	476	121,09	354,9	130,4	387,0	517,5	?	121,1	248	130,4	?
7 =5													
8 75 ohm	B	248	476	129,30	346,6	129,30	377,8	517,5		129,30	248	129,3	
zelfbouw	B	260	481	125	356	135	382	516	11	125	260	135	11
Model ON6DK	B	248.2	475	116	359	125.2	371.8	497	15	116	248.2	125.2	15
		x	x	x	x	x							

Het fasestuk kan tussen (T) of boven (B) de boom en stralers liggen.

Het eerste "zelfbouw"-model, valt buiten beschouwing wegens "verkeerd".
 De 260 mm (stuk 1) waren voor tussenmontage bedoeld.

5 ENKELE BEREKENINGEN

Model 3...9 voor 144,92753 MHz Neem V-elec = 300.000KM/sec
"fase": T = tussen stralers, B = bovenop stralers.

Bij $F_0 = 144,927$ MHz, dan is:

Golflengte (gl) = 2,07 m of 207 cm dus $0,96(V_f) \times gl = 198,72$ cm (met isolatie)

$\frac{1}{2}$ gl = 103,50 cm voor faselijn: $\frac{1}{8}$ gl = 24,84 cm

$\frac{1}{8}$ gl = 25,875 cm

$0,92 \times \frac{1}{2}$ gl = 95,220 cm (gemiddelde = $0,96 \times \frac{1}{2}$ gl)

$0,117 \times \frac{1}{2}$ gl = 12,109 cm

$0,126 \times \frac{1}{2}$ gl = 13,041 cm

$0,125 \times \frac{1}{2}$ gl = 12,937 cm $1035 / 2 = 517,5$ mm (stuk 7)

$0,135 \times \frac{1}{2}$ gl = 13,972 cm $952 / 2 = 476$ mm (stuk 2)

In het handboek van DL7VFS vinden we dat er een "verkortingsfactor" speelt voor antennelengtes, om ze in resonantie te krijgen.

Niet alleen de omgevingsfactoren spelen een rol.

Ook de vormverhouding, t.t.z. de verhouding golflengte versus stralerdiameter is zeer voornaam.

Praktisch zullen we naar een verkortingsfactor van 0,96 evolueren, als men voor de stralers aluminiumbuisjes neemt van 8 mm.

Daarom nemen we als basislengte: 0,96 maal de halve golflengte.

Voor 144,927 MHz of 207 cm golflengte, komen we dus bij:

$103,5$ cm maal $0,96 = 99,36$ cm.

Zoals eerder aangehaald, zal ons systeem niet veranderen van resonantiefrequentie, als we het ene element procentueel evenveel verkorten als we het andere element verlengen.

Neem bvb: Front Driven Element = 0,95 halve golf en Rear Driven Element = 0,97 halvegolf.

Het gemiddelde blijft 0,96 halvegolf.

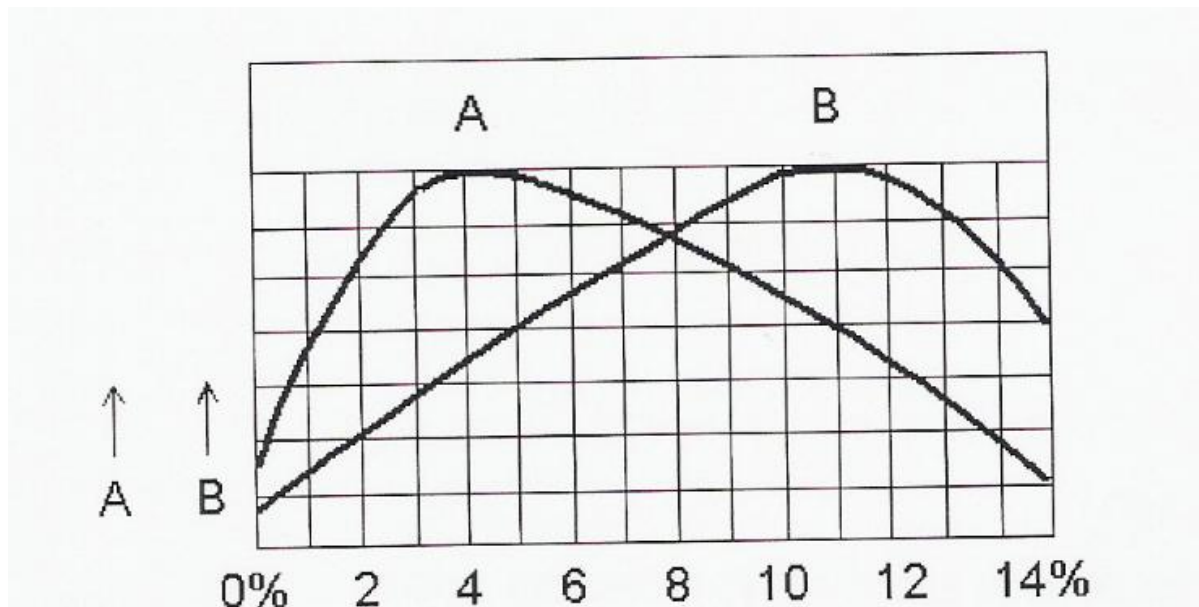
In de grafiek <<GAIN/Front To Back>> zien we het verloop van de "GAIN" (A) en de "Front-to Back" (B) volgens het procentueel verschil tussen de beide stralers.

Men ziet dat winst (gain) maximaal is bij een verschil van 4%.

De Front/Back is maximaal bij een verschil van 11 %.

Het voorbeeld dat we nastreefden is het beste compromis tussen die beide.

We hanteren dus een verschil van (+/-) 8 %.



Grafiek A: Maximum Gain

Grafiek B: Maximum Front to Back

Het Rear Driven Element maken we dus 4 % langer .t.t.z. een echte halve golflengte. Of **103 cm**.

Het Front Driven Element maken we 4% korter of 0,92 golflengte: Of **95,22 cm**.

Het gemiddelde tussen Front Driven Element (0,46) en Rear Driven Element(0,5) is aldus 0,48 lambda.

Beide, Front Driven Element en Rear Driven Element stralen en hebben ook een onderling "mutuele" koppeling.

Het blijkt dat in dit geval, als het Front Driven Element evenveel korter is als het Rear Driven Element langer is, dat de resonantiefrequentie blijft op de "gemiddelde" lengte. Alleen wordt onze antenne breedbandiger.

De tekening van de antenne werd om te modelleren door Dirk, ON6DK verdeeld in wires. "Wires" zoals in het modelleringsprogramma EZNEC gebruikelijk is, deze worden op hun beurt ingedeeld in "Segmenten".

Het zijn niet de wire nummers (zie hoofdstuk 7) ,die je terugvindt in de tabel, dat zijn de afmetingen. De Nrs 1-12 in onze tabel verwijzen naar de <<Constructietekening>> en niet naar het EZNEC-model.

We maakten een antenne als nummer Nr. 4 en Nr.6 uit de tabel.(50 Ohm)

Dan is 1(=10) gelijk aan 248 mm	
2	gelijk aan 476,1 mm (0,92 lambda) of 476,0 mm
3(=9)	gelijk aan 121,1 mm of 121,0 mm
5(=11)	gelijk aan 130,4 mm of 130,5 mm
7	gelijk aan 517,5 mm(1/2 lambda) of 517,5 mm

Constructief maakte wij de elementen eerst te lang, om dan per 2 mm te gaan inkorten na metingen. Dit zijn geen absolute metingen, daar ze gebeurden met de MFJ analyser wel via een meetkabel voor 2m.

De gebruikte alu-boom is 15/15 mm.

De stralers zijn alu-buisjes van 8mm.

Voedingsstukken zijn naakt VOB van 2,5 "carré".

Na het inkorten om de gewenste resonantiefrequentie (F_0) te vinden knipte wij nog wat verder, tot de stralers duidelijk te kort werden. F_0 werd dus te hoog.

Nadien werden er in de buisjes M-6 vijzen zonder kop gedraaid, zodat de lengte van de elementen exact kon geregeld worden.

Veel draaien en meten was het gevolg. Ook de trimmer in het voedingsdoosje diende geregeld

Niet alle metingen zijn relevant en werden dus niet vernoemd.

Uiteindelijk werden de stralers geregeld op 939 resp.1021 mm voor het beste resultaat.

6 METINGEN

Dit is de eerste reeks van metingen op verschillende homebrew antennes of antennes van verschillende fabrikanten.

De volgende metingen zullen gepubliceerd worden op de WLD workshopblog onder de label HB9CV.

De hieronder beschreven meetopstelling wordt als een testopstelling beschouwd om de verdere metingen uit te voeren.

6.1 METINGEN VAN DE VSWR, REAL Z & IMAGINAIRE Z

Hiervoor wordt een VNWA gebruikt. Deze Vector Network Analyzer ontworpen door DG8SAQ, bezit los van de meethardware met TX-poort en RX- poort krachtige software.

Hier meten we alle parameters van de antenne, zoals VSWR, Real Z & Imag Z van de antenne, maar verder ook de stralingskarakteristiek, in het horizontale vlak met een verticale opstralingshoek van 0° .

6.2 METING OP ONZE ANTENNE

- Als hoogte werd de antenne opgesteld op 4 meter boven maaiveld
- Er werd gemeten tussen 130 Mhz en 150 Mhz
- Als meettoestel VNWA hardware en software DG8SAQ
- Blauwe curve: geeft de VSWR aan, de gemeten VSWR schommelt tussen de 1.22 en 1.38
- Rode curve: geeft de Real Z aan, de gemeten waarden schommelen tussen 53,51 Ohm en 40,40 Ohm
- Oranje curve: geeft de Imag Z aan en varieert tussen 9.72 Ohm en -11,08 Ohm

Met volgend resultaat:



Al bij al niet slecht.

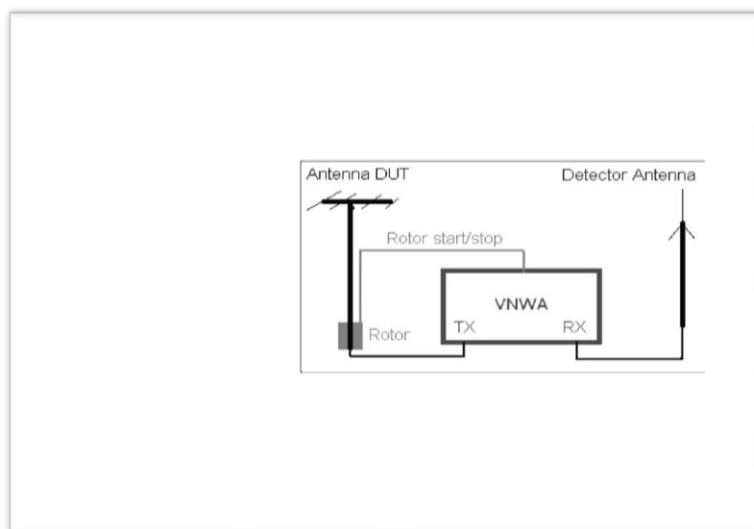
Men ziet dat de echte waarden toch afwijken van de vooropgestelde waarden.

Waarschijnlijk speelt hier het eind-effect en het omgevings-effect een rol. Ook de doormeter van de elementen enz.

6.3 METING VAN HET HORIZONTALE STRALINGSDIAGRAM

Hiervoor werd de volgende set-up opgezet.

De VNWA hardware en software werd hiervoor als basis gebruikt. Deze software laat toe via een S21 metingen het verlies (in dB) te meten tussen de TX poort en de RX poort. Daarvoor werd het volgende voorop gezet als meet set-up. Deze functie RADAR plot laat toe in een 360° vlak het verschil tussen TX-poort en Rx-poort weer te geven. Daarvoor wordt de rotor en de software gelijktijdig gestart. Zie set-up .



De meet set-up met VNWA

Was is daarvoor nodig:

- Een detector antenne, type $\frac{1}{2}$ golf dipool. Deze is gekoppeld aan de Rx poort van de VNWA
- Een DUT - antenne, onze HB9 CV antenne. Deze antenne wordt d.m.v. van een lichte antenne motor in het horizontale vlak tegen constante snelheid rondgedraaid. Deze is gekoppeld aan de TX poort van de VNWA
- De omlooptijd tijd van de motor is vooropgesteld als 73 seconden. De meettijd in de VNWA werd hiervoor aangepast. In totaal 8291 meetpunten (maximaal aantal meetpunten)
- Antenne hoogte van beide antennes : 4 meter ofwel 2 lambda.
- Scheiding van de antennes in het horizontale vlak 20 meter, 10 lambda.
- VNWA hardware en software
- 2 stukken coax kabel met connectoren, voor de verbinding tussen de beide antennes en de VNWA hardware. Elke kabel ongeveer 20 meter.

Opgelet: om de metingen NIET te beïnvloeden dient men uit het directe stralingsveld van de antennes de meetopstelling te plaatsen.



Meetantenne DUT

De detectorantenne

De plot van het horizontale stralingskarakteristiek. De paarse curve geeft de gemeten waarde weer. Er werden 3 markeerpunten geplaatst op de omloop van de curve.

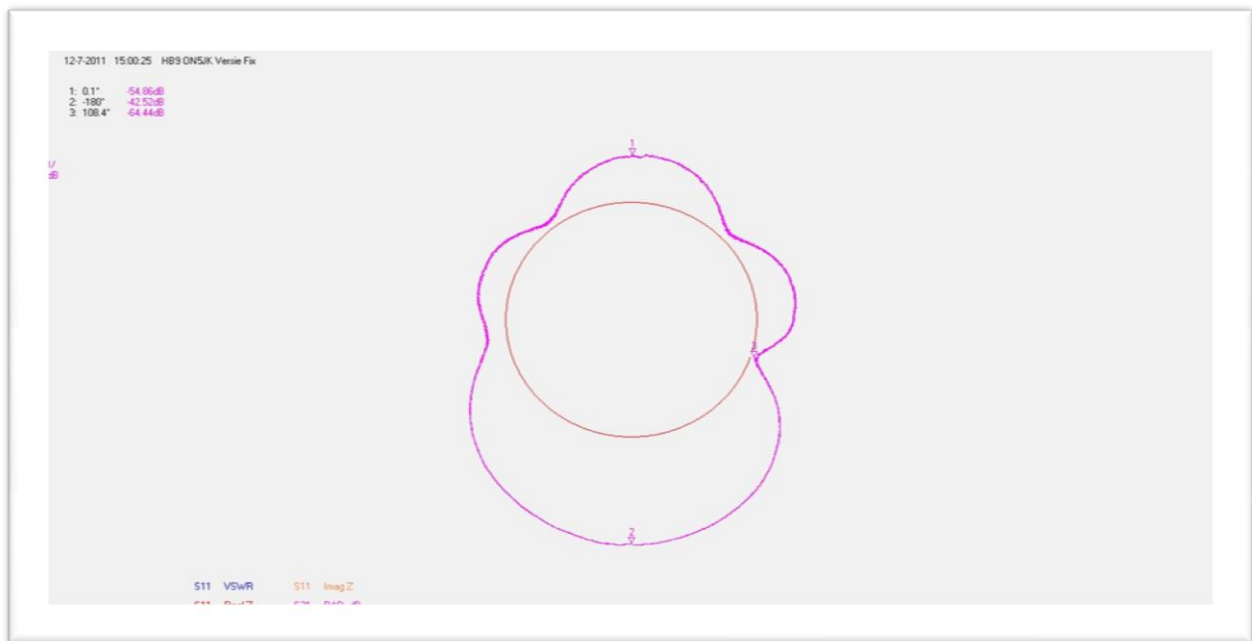
Punt 1: op circa 0 °, Back op -54,86 dB

Punt 2: op 108 °, Zijlobe op -64.44 dB

Punt 3: op 180 °, Front op -42.52 dB

Het verschil tussen de Front en de Back bedraagt circa 12 dB.

De zijlobe zit op 22 dB t.o.z. van de front.

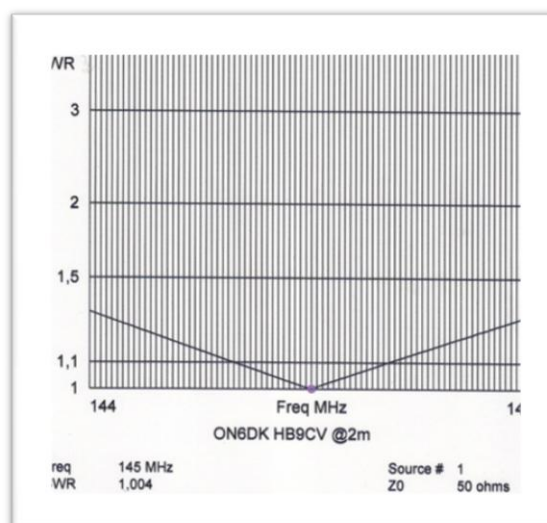
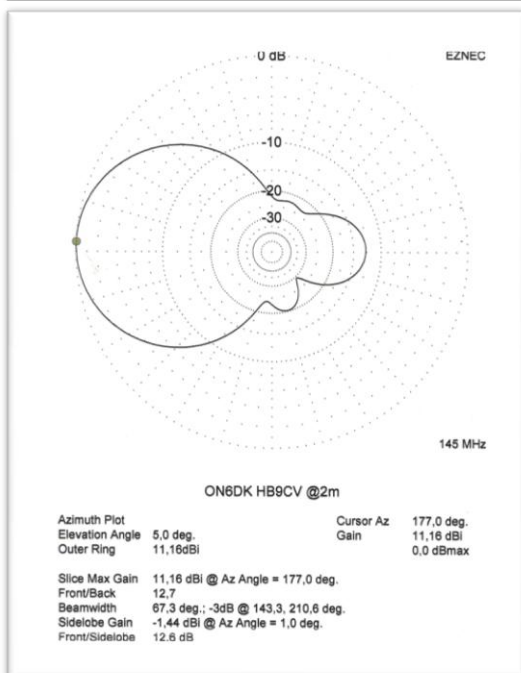
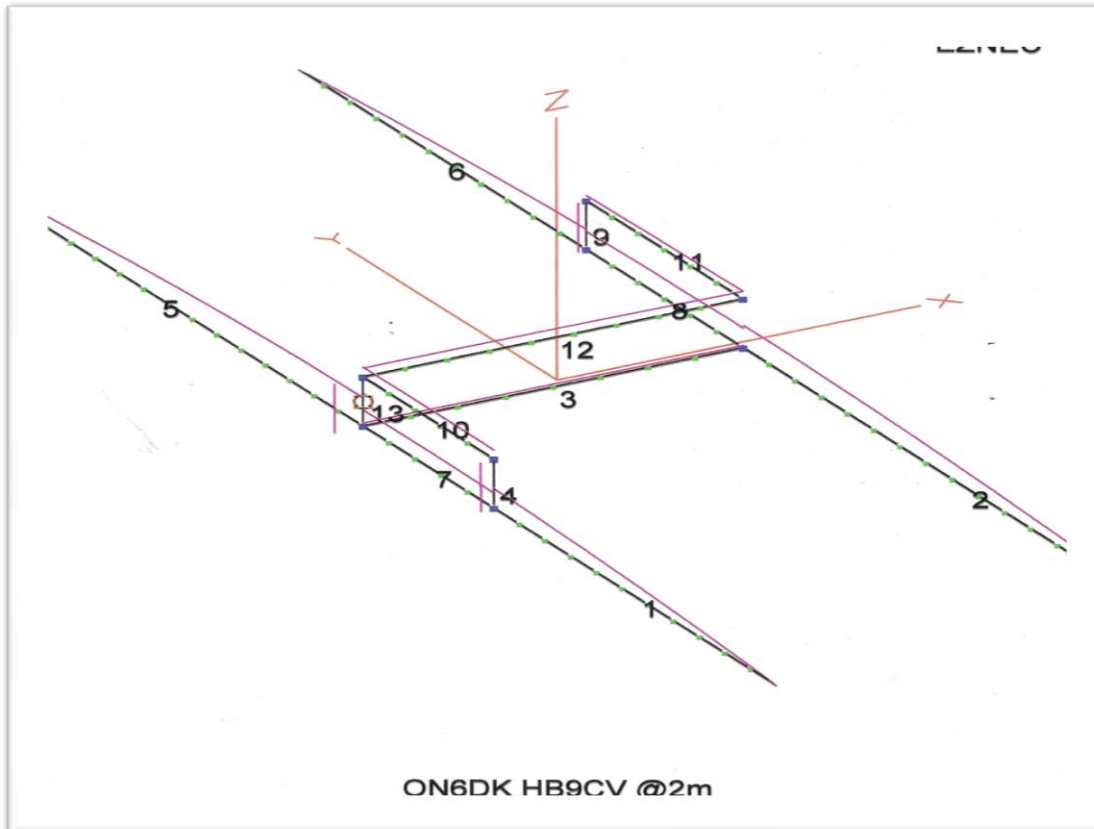


6.4 METING OP DE COMMERCIËLE ANTENNE

Ter vergelijking: resultaten van de door ON6HE gekochte commerciële uitvoering:

FREQ.	SWR	R=	X=	Remarks
144,000	1,5/1	53	0	
144,250	1,2/1	60	0	
144,300	1,1/1	59	0	
144,400	1,1/1	59	0	
144,500	1,2/1	61	0	
146,00	1,3/1	69	0	
146,500	1,5/1	77	4	

7 GEMODELLEERD IN EZNEC



8 HB9CV:CONSTRUCTIE.

Bij het maken van het "proefmodel" voor 144 MHz werd alles variabel gemaakt. Bedoeling was om elk element te kunnen veranderen en de gevolgen daarvan vast te stellen. Achteraf zou blijken dat een en ander als juist werd ervaren, en variatie dus niet nodig was. Toch de beschrijving van de constructie van dit model. Het is praktisch volledig uit aluminium gemaakt. Het daaropvolgende 432 MHz-model werd daarentegen in koper of messing gemaakt.

8.1 HET 2METER-MODEL

Als "boom" werd een vierkant alu-profiel van 15/15 mm gebruikt. Een stuk van 42 cm werd de basis.

De stralers zijn alu-buisjes van 8 mm, uit recuperatie. De afmetingen zijn zoals aangehaald voor "versie C", een compromis tussen max. Gain en max. Front to Back.

De eindstukjes (inbusvijsjes) werden hier afgeregeld, maar bij nabouw is dat niet meer nodig.

Men mag de juiste maten navolgen.

Rear Driven Element is dan 1023 mm, en het Front Driven Element 938 mm. Stop de eindjes waterdicht af met om het even wat.

Uit een "U"-profiel 20/20 mm werden twee stukjes van 20 mm afgezaagd.

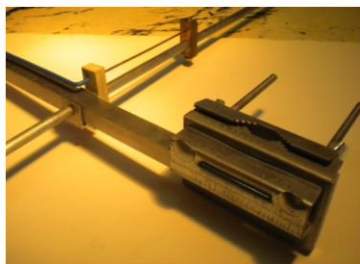
Als men de stralers door de boom en deze stukjes steekt (samen doorboren) kan men met een of twee boutjes door het U-stukje de elementen vastklemmen. Zie foto.

Als aansluitdoosje werd een PVC-boxje 50/50 mm met neopreendichting gebruikt en werd de director op 25 mm van het einde gezet. Het doosje komt dan gelijk met het einde van de boom.

In het doosje komt de aansluiting van de antenne aan de BNC-plug, via de regeltrimmer.

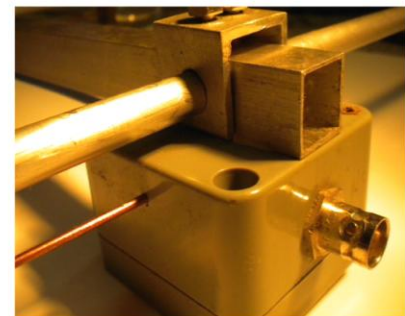
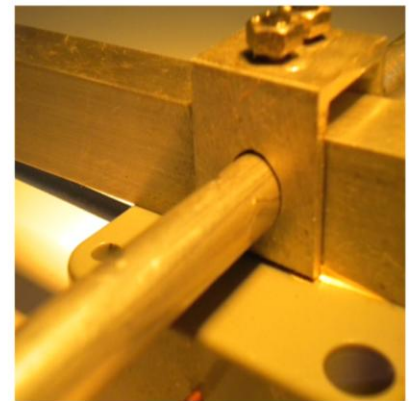
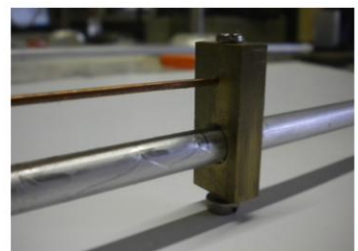
Rear Driven Element komt dan exact 248 mm verder op de boom. Het einde van de boom komt in een recuperatieklem van vroegere TV-antennes. Zodoende

komt de draagmast niet tussen de elementen maar erachter. Zie foto.



Op het variabel testmodel werden de faselijnstukken aan de stralers gezet met messing-klemstukken. Dat laat toe deze te verschuiven. Zie foto.

Voor een definitieve constructie is dat niet nodig. Het is zelfs beter dat men géén twee verschillende materialen samenvoegt, om geen electrolyse en corrosie te krijgen. Men mag de



lijnstukjes gewoon naar beneden plooiën en via een vijsje of poprivet vastmaken. Men kan ook aan de koperdraad een soldeerlip of kabelschoentje solderen en haaks omplooiën. Dan zijn ze dus 10 mm langer, om naar de straler te plooiën.

In elk geval, waar de beide materialen samenkomen dient men het geheel waterdicht af te dekken met een coating, plasticspray of epoxy, of tweecomponentenlijm (UHU-plus).

De fasestukken dan: één is haaks geplooid, 248 x 130 mm (plus 10 mm naar de straler toe ter verbinding via soldeerlip). Het andere is een recht stukje van 121 mm (plus 10 mm).

Ik gebruikte VOB-draad van 2,5 mm². Aan het stuk van 248 mm werd de isolatie aangelaten.

Om het grootste (L-vormig) stuk middenin op zijn plaats te houden, kwam er nog een stukje plastic of blank printmateriaal bij. De foto zegt meer.

Men plaatst de fasestukken op 10 mm boven de boom.

In het aansluitdoosje komen de twee fasestukken samen, en gaan via een trimmer van 20 pF. (eventueel 10 pF in parallel met vaste 10 pF) naar het center van de

BNC-plug.

Men mag

ook direct

naar coax

gaan, zonder connector.

Dit model was gemaakt voor draagbaar gebruik.

Men regelt de trimmer voor de beste SWR.

Afregelen kan met een eenvoudige (MFJ-) antenne-analyser of SWR-meter en zendertje.

We bereikten misschien niet het theoretische model, met twee echte "nullen" op de zijanten van het stralingspatroon, maar we konden ook niet meten in een "vrije anechoïsche" ruimte.

Met een V/A-verhouding van 16 à 18 dB was ik

wel tevreden.

Misschien kunnen de eventuele nabouwers dit nog verfijnen?

8.2 HET 70 CM-MODEL

Het model voor 70 cm werd volledig in messing gemaakt, naar analogie met het vorige.

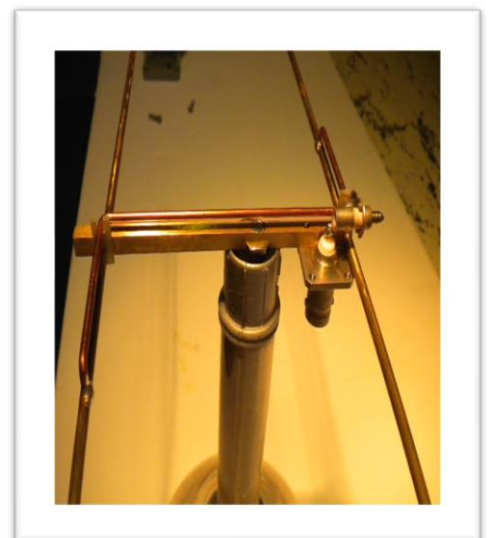
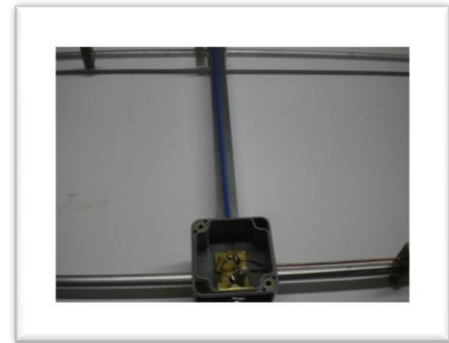
De fotos spreken voor zich.

De directe montage bovenop de BNC-connector laat toe om deze antenne direct op een portabeltje te zetten.

Ik soldeerde ook nog een bout M6 (messing) onder de boom.

Dan kan men het antennetje op een draagmastje in PVC-buis schroeven, en met een coax naar de portabel gaan.

Ongelooflijk hoe men met een portabel (0,5W) bv. het relais van ON0VRT kan werken vanuit Hamme in O.VI.



9 OVERGANG NAAR 70 CM

Als men de gevonden waarden extrapoleert naar 435 MHz, komt men tot het volgende:

Voor 435 MHz is:

halve golf = 344,82 mm

De helft daarvan is 172,41 mm

0,92 halve golf = 317,23 mm

De helft daarvan is 158,6 mm

1/8 golf = 86,2 mm

0,126 halve golf = 43,448 mm

0,117 halve golf = 40,34 mm

We zetten deze waarden in tabel en vergelijken met de maten van de gemaakte antennes voor de vossengewiertjes. We gaan voor 50 Ohm.

Maten 8 en 12 zijn niet belangrijk, als ze maar klein zijn.

De ganse antenne wordt uitgevoerd in blank materiaal. (Messing of Cu)

De maten zijn in mm.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Theorie 50 Ohm	86,2	158,6	40,34	118,26	43,448	128,95	172,4		40,34	86,2	43,448	
Theorie 75 Ohm	86,2	158,6	43,1	115,5	46,55	125,85	172,4		43,1	86,2	46,55	
Vosjes	86,2	152	51	101	56	110	166		51	86,2	56	

Stukken 3 en 5 zijn de delta-matchers.

Men stelt een vrij grote afwijking vast in afmetingen, tussen beide antennes.

10 WLD WORKSHOPBLOG

WLD beschikt over een workshopblog. Hierop zijn eventuele aanpassingen van dit artikel te vinden.

Ga naar: <http://wldworkshop.blogspot.com/> Label HB9CV

Informatie aanvraag en communicatie kan via het volgende email adres:

Wld.workshop@gmail.com