

Le syndrome HB9CV

Het HB9CV-syndroom

Door/par: Eddy ON5JK (UBA-WLD) – Traduit par: ON3ZL

Dans le sillage des petites “armes à renard” en 70cm que nous avons construit dans l’atelier WLD, il restait encore une conversation loin d’être close sur les petites antennes. Afin d’aller plus en profondeur, il a été rassemblé une documentation la plus large possible, depuis différents sites Internet jusqu’au livre de DL7VFS “L’antenne HB9CV”. La publication du “maître” lui-même, HB9CV a été lue attentivement. C’était devenu un peu une obsession, un syndrome “HB9CV”.

Comme il y a beaucoup d’équipements de mesure en 2m auprès de nos membres de WLD, mais moins en 70cm, il a été décidé tout d’abord de développer et mesurer un modèle en 2m. Plus tard, nous pourrions par extrapolation faire un modèle pour le 70cm. Basé sur huit descriptions et / ou des plans de construction trouvés il a été tenté de trouver un consensus. Il y avait effectivement beaucoup de différences à découvrir.

La construction suivant les modèles décrits

Dans la construction suivant le modèle décrit dans le livre de DL7VFS, une chose a été perdue de vue: la distance entre les deux émetteurs. Contrairement aux autres modèles qui tous notent 248mm, on donne une distance de 260mm entre les émetteurs. Ce modèle a été construit avec, par analogie à nos “petites armes”, la ligne de déphasage au-dessus des émetteurs. Erreur flagrante, car les 260mm étaient prévus pour placer la ligne de déphasage entre les émetteurs (driven elements). Tous les anciens parlent de 248mm. Une exécution théorique a été aussi réalisée par Dirk ON6DK, d’où il découle que la distance entre les émetteurs doit être de 248 mm, afin de monter tous les éléments d’alimentation au-dessus (ou en-dessous) des émetteurs.

Nous avons vu après cela les deux éléments ‘front driven’ et ‘rear driven’ – respectivement FDE et RDE – alimentés et rayonnants.

Pourquoi notre choix pour une ligne de déphasage de 248mm?

Pour les meilleures propriétés possibles de la HB9CV, les émetteurs doivent être alimentés avec une différence de phase de 225°.

Pour inverser un émetteur, on obtient déjà 180°, grâce à une alimentation gauche/droite. Les 45° restants proviennent d’une liaison d’un 1/8 de longueur d’onde.

Pour $F_0 = 144,927$ MHz, la longueur d’onde est de 207 cm. Ce chiffre rond (207) est couplé à la fréquence rare de 144,927. Ce 207 est plus facile d’utilisation dans les formules ci-après.

Pour une ligne de déphasage isolée, on doit compter sur le facteur de vitesse. Prenons pour cela 0,96.

Ce qui pour 207 cm nous amène à $0,96 \times 207 = 198,72$ cm. Donc 1/8 de cela donne 24,84 cm. Arrondissons donc à 248 cm (centre à centre). Toutes les données trouvées ont été mise en tableau pour comparaison. Notez qu’il y a des exécutions pour une alimentation 50 ohms et 75 ohms.

Le modèle 50 ohms

Il y a une tendance générale visible si on compare les modèles pour 50 ohms. On peut configurer l’antenne de trois manières:

- Pour un gain maximum: FDE = 0,47 – RDE = 0,49.
- Meilleure rapport avant/arrière: FDE = 0,455 – RDE = 0,505.
- Pour un bon compromis entre gain et rapport avant/arrière: FDE = 0,46 – RDE = 0,5.

Nous avons opté pour la configuration c.

Comme il s’agit de conducteurs nus, il n’y a pas lieu de tenir compte du facteur de vitesse. L’élément ‘rear driven’ est donc effectivement 207/2 donc 103,5 cm de long (top to top). Un côté est donc 1035mm / 2 = 517,5 mm de longueur.

Als nasleep van de 70cm-vossengewertjes die we maakten in de WLD-workshop, ontspinde zich 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, een HB9CV-syndroom.

Gezien er wel veel meetapparatuur bij onze WLD-leden bestaat voor 2m, 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 70cm. 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.

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 de andere modellen die allen 248 mm noteerden, gaf men een afstand van 260 mm aan tussen de stralers. Dit model werd nagebouwd met, analoog met onze gewertjes, het fazestuk bovenop. Flagrant verkeerd, want de 260 mm waren bedoeld om het fazestuk tussen de stralers (driven elements) te plaatsen. Overal elders sprak men van 248 mm. Door Dirk ON6DK werd ook een theoretische uitvoering gemodelleerd, waarbij 248 mm als afstand tussen de stralers werd weerhouden. Dit laat toe om alle feedelementen boven (of onder) de stralers te monteren.

Wij hebben het hierna over het ‘front driven’ en het ‘rear driven’ element – FDE respectievelijk RDE - gezien de beide elementen gevoed worden en actief stralen.

Waarom onze keuze voor een fasestuk 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° bekomt 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 frequentie van 144,927. Deze 207 is verder gemakkelijk te bewerken met formules.

Door het fasestuk te maken met geïsoleerde draad, moet men rekening houden met de velocityfactor. Neem daarvoor 0,96.

Dat brengt ons voor 207 cm naar $0,96 \times 207 = 198,72$ cm. Dus 1/8e 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 50Ω-voeding en voor 75 Ω.

Het 50Ω-model

Er is een algemene tendens zichtbaar als men de modellen voor 50 Ω vergelijkt.

Men kan de antenne op drie manieren configureren:

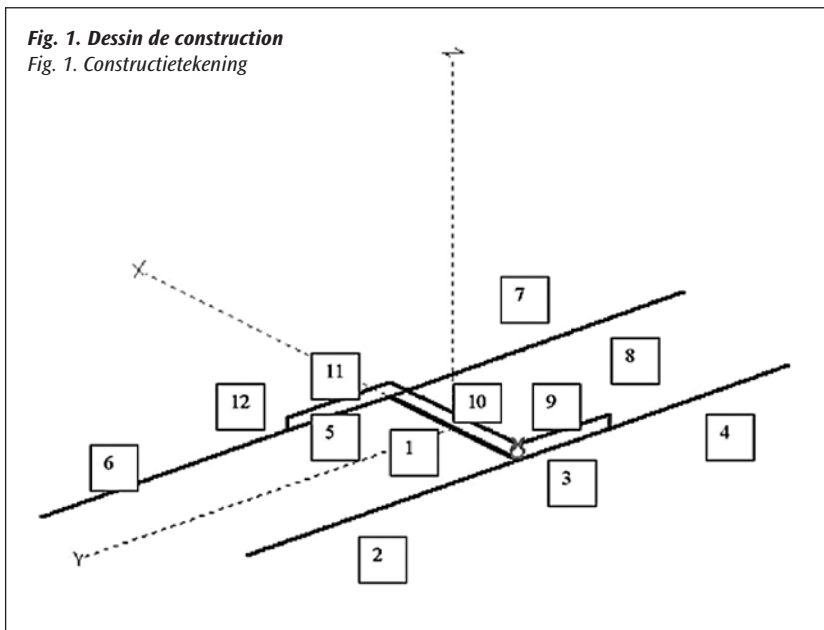
- voor maximum winst: FDE = 0,47 λ, RDE = 0,49 λ
- beste voorachterverhouding: FDE = 0,455 λ, RDE = 0,505 λ
- voor een goed compromis tussen winst en voorachterverhouding: FDE = 0,46 λ, RDE = 0,5 λ

Wij opteerden voor de configuratie c.

Doordat het om naakte geleiders gaat, komt hier geen velocityfactor bij te pas. Het rear driven element is dus effectief 207/2 of 103,5 cm lang (top to top). Een zijde is dus 1035 mm / 2 = 517,5 mm lang.

Modèle / Model	Ligne de déphasage / Fasestuk	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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	
Construction maison / zelfbouw	B	260	481	125	356	135	382	516	11	125	260	135	11
Modèle / Model ON6DK	B	248.2	475	116	359	125.2	371.8	497	15	116	248.2	125.2	15

Fig. 1. Dessin de construction
Fig. 1. Constructietekening



Het fasestuk kan tussen (T) of boven (B) de boom en stralers liggen. Het eerste zelfbouwmodel valt buiten beschouwing wegens 'verkeerd'. De 260 mm (stuk 1) waren voor tussenmontage bedoeld.

Enkele berekeningen

Model 3-9 voor 144,92753 MHz.

Neem V-elec = 300.000 km/sec, fase: T = tussen stralers, B = bovenop stralers.

Bij $F_0 = 144,927$ MHz:

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

La ligne de déphasage peut être entre (T) ou au-dessus (B) des émetteurs. La première construction maison tombe hors considération, car "erronée". Les 260 mm (fig.1-1) devaient être compris pour un montage entre les émetteurs.

Quelques calculs

Modèle 3-9 pour 144,92753 MHz.

Prenons V-elec = 300.000 Km/s; déphasage: T = entre émetteurs, B = au-dessus émetteurs.

Avec $F_0 = 144,927$ MHz:

Longueur d'onde (gl) = 2,07 m of 207 cm, donc $0,96(Vf) \times gl = 198,72$ cm (avec isolation)

$\frac{1}{2} gl = 103,50$ cm, pour ligne de déphasage: $\frac{1}{8} gl = 24,84$ cm

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

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

$0,117 \times \frac{1}{2} gl = 12,109$ 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 (fig1.- 7)

$0,135 \times \frac{1}{2} gl = 13,972$ cm

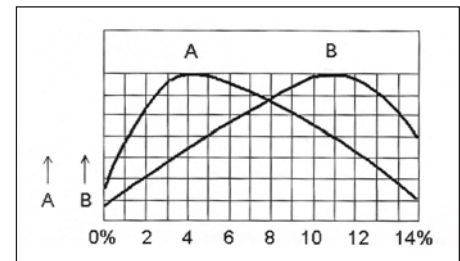
$952 / 2 = 476$ mm (fig.1- 2)

Dans le livre de DL7VFS, nous trouvons qu'un coefficient de raccourcissement joue pour les longueurs d'antenne, afin qu'elles entrent en résonance. Non seulement les facteurs d'environnement jouent un rôle, mais aussi le rapport de formes, c.à.d. le rapport entre le diamètre des émetteurs et la longueur d'onde est très importante. Pour

In het handboek van DL7VFS vinden we dat er een 'verkortingsfactor' speelt voor antennelengtes, om ze in resonantie te krijgen. Niet enkel de omgevingsfactoren spelen een rol. Ook de vormverhouding, t.t.z. de verhouding golflengte versus stralerdiameter is zeer belangrijk. 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 uit bij: $103,5 \text{ cm} \times 0,96 = 99,36 \text{ cm}$.

Fig. 2.
A: Gain maximum,
B: Rapport avant/
arrière maximum

Fig. 2.
A: Maximum Gain,
B: Maximum
Front to Back



De resonantiefrequentie van het systeem zal niet veranderen als we het ene element procentueel evenveel verkorten als we het andere element verlengen. Met bijvoorbeeld $FDE = 0,95 \lambda$ en $RDE = 0,97 \lambda$ blijft het gemiddelde $0,96 \lambda$. In de grafiek van **figuur 2** 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 circa 8 %. RDE maken we dus

144,927 MHz ou 207 cm de longueur d'onde, nous parvenons donc à : 103,5 cm x 0,96 = 99,36 cm.

La fréquence de résonance du système ne changera pas si on réduit la longueur d'un élément en allongeant la longueur de l'autre d'un même pourcentage. Avec, par exemple, FED = 0,95 λ et RDE = 0,97 λ, la moyenne reste 0,96 λ. Dans le graphique de la **figure 2**, nous voyons que la courbe du GAIN (A) et du rapport avant/arrière (B) suit la différence de pourcentage entre les deux émetteurs. On voit que le gain maximal est atteint avec une différence de 4%. Le rapport Avant / Arrière est maximal avec une différence de 11%. L'exemple que nous poursuivons est le meilleur compromis entre les deux. Nous retiendrons donc une différence de 8%. Nous allongeons donc RDE de 4%, c.à.d. Une longueur d'onde réelle de 103 cm. FDE est raccourci de 4%, soit 0,92 de longueur d'onde, donc 95,22 cm.

La moyenne entre FDE (0,46 λ) et RDE (0,5 λ) est donc 0,48 λ. Tant FDE que RDE rayonne et ont également un couplage mutuel réciproque. Il ressort que dans ce cas, si FDE est éventuellement plus court que RDE, la fréquence de résonance sur la longueur "moyenne" reste inchangée, seule la largeur de bande augmente.

Le dessin de l'antenne a été transformé par Dirk ON6DK en "wires" afin de pouvoir modéliser celle-ci, comme ils sont utilisés dans le programme de modélisation EZNEC (ces "wires" ont été à leur tour divisé en "segments"). N.B. dans le tableau ci-dessus les dimensions ont été mentionnées, non les numéros des "wires". Les numéros des colonnes 1-12 ne se réfèrent pas au modèle EZNEC, mais au dessin de la **Fig.1**.

Nous construisons les antennes numéro 4 et 6 du tableau (50 Ω). Donc ont a :

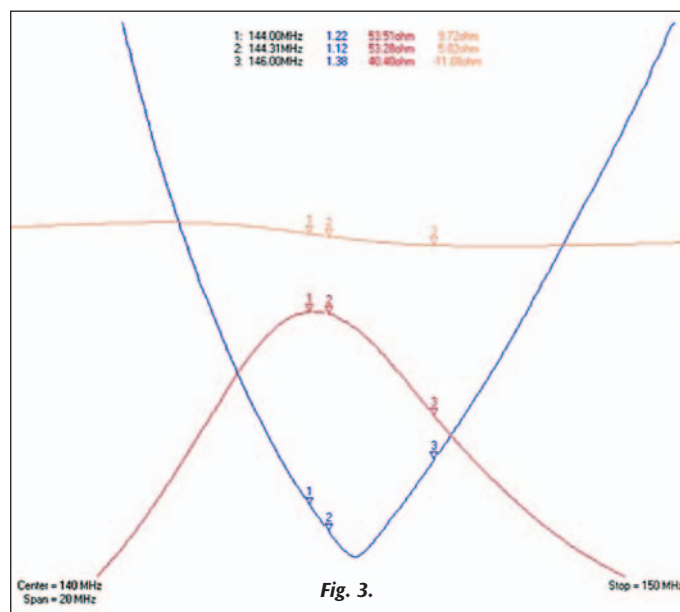
- 1 et 10 = 248 mm
- 2 = 476,1 mm (0,92 λ) ou 476,0 mm
- 3 en 9 = 121,1 mm ou 121,0 mm
- 5 en 11 gelijk aan 130,4 mm ou 130,5 mm
- 7 = 517,5 mm(1/2 λ) ou 517,5 mm

Nous construisons d'abord les éléments trop longs, pour pouvoir alors les réduire par 2mm après mesures. Ce ne sont pas des mesures absolues, vu qu'elles proviennent d'un analyseur MFJ via un câble de mesure de 2m. Le boom en alu utilisé est de 15/15 mm. Les émetteurs sont en tubes d'alu de 8 mm. Les lignes d'alimentation sont en VOB de 2,5 mm². Après la réduction pour trouver la fréquence de résonance (Fo), nous avons coupé un peu plus les émetteurs qui étaient clairement trop court. Fo était devenu trop haute. Après cela, des vis M6 sans tête ont été insérées dans les tubes, permettant de régler exactement la longueur éléments. Beaucoup de vissage et de mesures ont été la suite. Le trimmer dans le boîtier d'alimentation doit aussi être réglé. Certaines mesures étaient insignifiantes et ne sont pas mentionnées ici. Finalement, les émetteurs ont été réglés respectivement sur 939 mm et 1021 mm pour un meilleur résultat.

Mesures

Mesure du VSWR, Z réel et Z imaginaire

- L'antenne a été installée 4m au-dessus du sol
- La mesure a été faite entre 130 MHz et 150 MHz
- Appareil de mesure: GD8SAQ VNWA, hardware et software
- Courbe bleue: donne le VSWR. Les mesures VSWR balancent entre 1,22 et 1,38
- Courbe rouge: donne le Z vrai. Les mesures balancent entre 53,51 Ω et 40,40 Ω
- Courbe orange: donne le Z imaginaire qui varie entre 9,72 Ω et -11,08 Ω



4 % langer, t.t.z. een echte halve golflengte of 103 cm. FDE maken we 4% korter of 0,92 golflengte, of 95,22 cm.

Het gemiddelde tussen FDE (0,46 λ) en RDE (0,5 λ) is dus 0,48 λ. Zowel FDE als RDE stralen en hebben ook een onderlinge wederzijdse koppeling. Het blijkt dat in dit geval, als FDE evenveel korter is als RDE, de resonantiefrequentie op de 'gemiddelde' lengte blijft, alleen wordt de antenne breedbandiger.

De tekening van de antenne is door Dirk ON6DK verdeeld in 'wires' om de antenne te kunnen modelleren, zoals dat in het modelleringsprogramma EZNEC gebruikelijk is (deze wires worden op hun beurt ingedeeld in 'segmenten').

N.B. in de bovenstaande tabel worden de afmetingen vermeld, niet de wirenummers. De kolomnummers 1-12 verwijzen evenmin naar het EZNEC-model, maar naar de constructietekening in de **figuur 1**.

We maakten de antennes nummer 4 en 6 uit de tabel (50 Ω). Dan zijn:

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

Constructief maakten 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 via een meetkabel voor 2m. De gebruikte alu-boom is 15/15 mm. De stralers zijn alubuisjes van 8 mm. Voedingsstukken zijn naakte VOB van 2,5 mm². Na het inkorten om de gewenste resonantiefrequentie (Fo) te vinden, knipten we nog wat verder tot de stralers duidelijk te kort werden. Fo werd dus te hoog. Nadien werden 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 afgeregeld.

Sommige metingen waren onbeduidend en worden hier niet vermeld. Uiteindelijk werden de stralers geregeld op 939 respectievelijk 1021 mm voor het beste resultaat.

Metingen

Meting van VSWR, reële 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 en Imag Z van de antenne, maar ook de stralingskarakteristiek in het horizontale vlak met een verticale opstralingshoek van 0°.

Meting op onze antenne (figuur 3)

- de antenne werd 4 m boven maaiveld opgesteld
- er werd gemeten tussen 130 MHz en 150 MHz
- meettoestel: DG8SAQ VNWA, hardware en software
- 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 Ω en 40,40 Ω
- oranje curve: geeft de Imag Z aan en varieert tussen 9,72 Ω en -11,08 Ω

Très bons résultats, mais les vraies valeurs diffèrent encore de l'hypothèse. Peut-être l'effet de proximité et d'environnement jouent-ils un rôle. Également le diamètre des éléments, etc.

Mesure du diagramme de rayonnement horizontal (figure 4).

Le hardware et software VNWA ont été ici utilisés comme base.

Ce software permet via une mesure S21 de quantifier la perte (en dB) entre les ports Tx et Rx.

La fonction RADAR-plot montre sur un cercle de 360° la différence entre le port TX et le port RX. Pour cela le software et le rotor sont démarrés simultanément.



Fig. 5. L'antenne Détecteur

Fig. 5. De detectorantenne

- Espacement des antennes dans le plan horizontal: 20 mètres (10λ)
- VNWA hardware et software
- 2 morceaux de câble coaxial avec connecteurs pour la liaison entre les deux antennes et le VNWA hardware. Chaque câble a environ 10 m de longueur.

Attention: pour ne pas influencer les mesures on doit placer le matériel de mesure en dehors du champ rayonnant direct des antennes.

Dans le diagramme des caractéristiques de rayonnement horizontal (Figure 7) est donnée la courbe mauve des valeurs mesurées. Il y a 3 marqueurs placés sur la circonférence de la courbe.

- Point 1: sur cercle 0°, Back sur -54,86 dB
- Point 2: sur 108°, Lobe latéral sur -64,44 dB
- Point 3: sur 180°, Front sur -42,52 dB

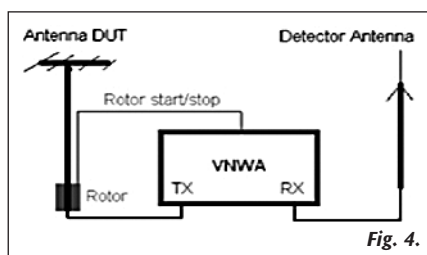
La différence entre Front et Back se monte à environ 12 dB. Le lobe latéral est à 22 dB du Front.

Mesure d'une antenne commerciale

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	

Vrij goede resultaten, maar de echte waarden wijken toch af van de vooropgestelde. Waarschijnlijk spelen hier het eindeffect en het omgevingseffect een rol. Ook de doormeter van de elementen enz.

Meting van het horizontale stralingsdiagram (figuur 4)



De VNWA hardware en software werden hiervoor als basis gebruikt.

Deze software laat toe om via een S21-meting het verlies (in dB) te meten tussen de Tx- en de Rx-poort.

De functie RADAR-plot laat toe om in een 360° vlak het verschil tussen TX-poort en Rx-poort weer te geven. Daarvoor worden de rotor en de software gelijktijdig gestart.

Ce qui est nécessaire pour ce setup:

- Une antenne détecteur, de type dipôle demi-onde. Celle-ci est couplée au port RX du VNWA
- Une antenne DUT, à savoir notre antenne HB9CV. Cette antenne est, grâce à un rotor léger, tournée dans un plan horizontal à vitesse constante. Cette antenne est couplée au port TX du VNWA.
- Le temps de rotation du moteur est de 73 secondes. Le temps de mesure dans le VNWA est pour cela adapté. Au total il y a 8291 points de mesure (total maximal des points de mesure)
- Hauteur des deux antennes: 4m (2λ)

Wat is voor de setup nodig:

- Een detectorantenne, type halve-golfdipool. Deze is gekoppeld aan de RX-poort van de VNWA.
- Een DUT-antenne, namelijk onze HB9CV-antenne. Deze antenne wordt d.m.v. van een lichte antenemotor in het horizontale vlak tegen constante snelheid rondgedraaid. De antenne is gekoppeld aan de TX-poort van de VNWA.
- De omlooptijd tijd van de motor is 73 seconden. De meettijd in de VNWA werd hiervoor aangepast. In totaal zijn er 8291 meetpunten (maximaal aantal meetpunten).
- Antennehoogte van beide antennes: 4 m (2 λ)
- Scheiding van de antennes in het horizontale vlak: 20 meter (10 λ)
- VNWA hardware en software
- 2 stukken coaxkabel met connectoren voor de verbinding tussen de beide antennes en de VNWA hardware. Elke kabel is ongeveer 20 m lang.



Fig.6. DUT antenne mesurée

Fig.6. DUT meetantenne

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

In de plot van de horizontale stralingskarakteristiek (figuur 7) geeft de paarse curve de gemeten waarde weer. Er werden 3 markeerpunten geplaatst op de omloop van de curve.

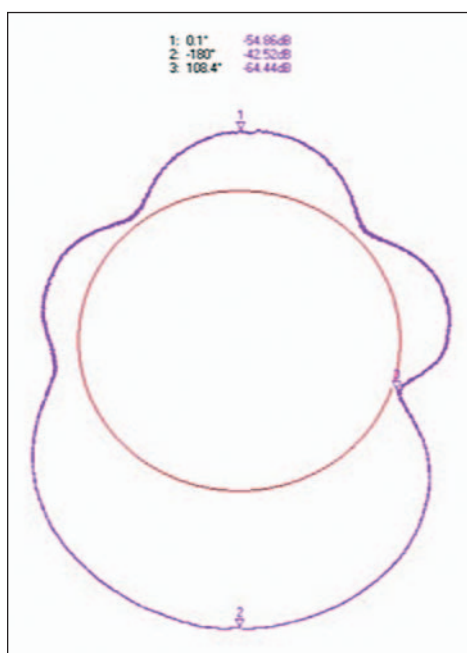


Fig.7. Plot caractéristiques de rayonnement horizontal

Fig.7. Plot horizontale stralingskarakteristiek

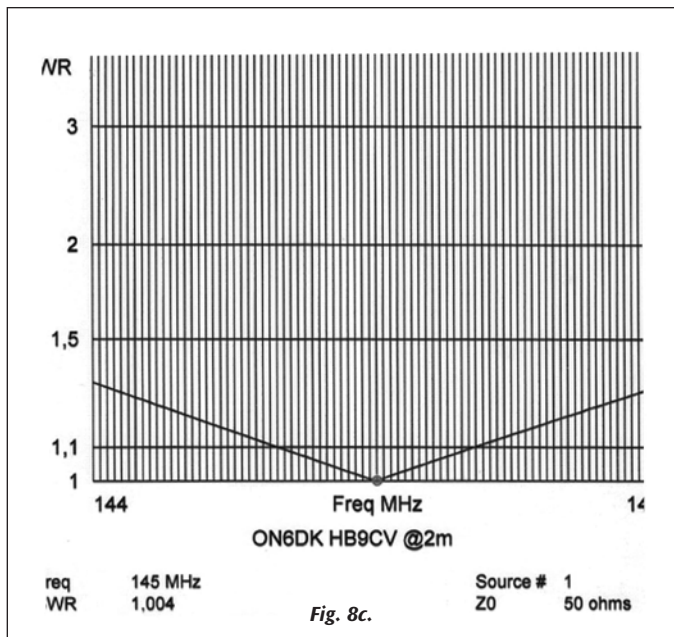
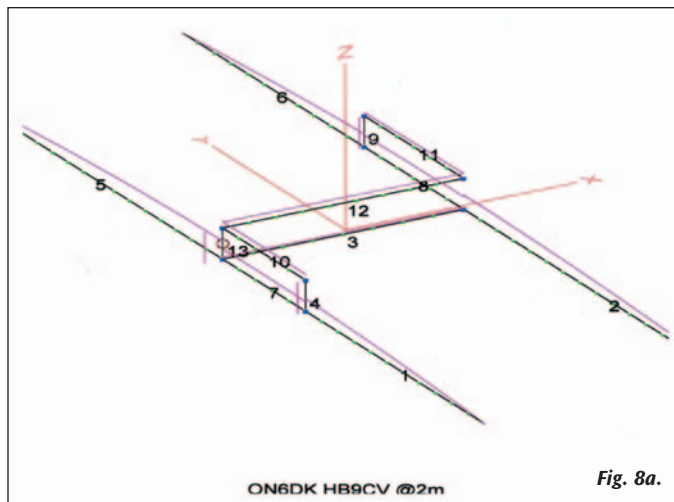
- Punt 1: op circa 0°, Back op -54,86 dB
- Punt 2: op 108°, Zijlobe op -64,44 dB
- Punt 3: op 180°, Front op -42,52 dB

Het verschil tussen Front en Back bedraagt circa 12 dB. De zijlob zit op 22 dB t.o.z. van de frontlob.

Meting op een commerciële antenne

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	

EZNEC-modèle (figure 8)



Construction de l'antenne

Pendant le développement du modèle d'essai pour le 144 MHz toutes les variables ont été créées. C'était le but de pouvoir changer chaque élément pour pouvoir observer les suites des modifications (ensuite il semble que l'une ou l'autre ont été expérimentées correctement et qu'il n'y avait pas besoin de beaucoup de variation).

Le modèle d'essai a été créé pratiquement entièrement en aluminium. A contrario, le modèle 432 MHz ultérieur a été fabriqué en cuivre ou laiton.

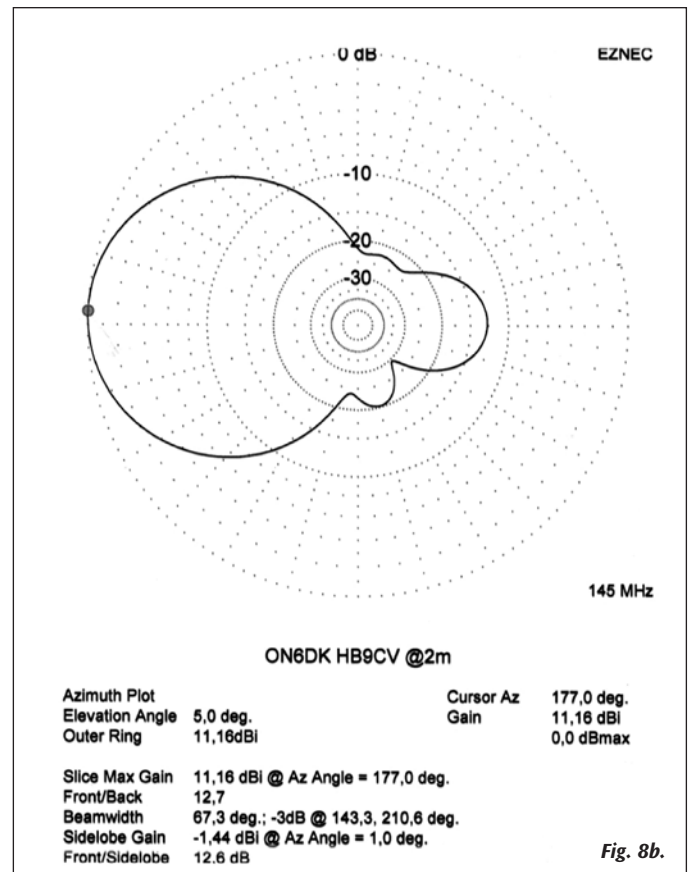
Le modèle 2m

Comme support, un carré de 15/15 mm en aluminium a été utilisé. Un morceau de 42 cm a servi de base.

Les émetteurs sont des buses d'aluminium de 8 mm, de récupération. Les mesures sont comme auparavant prise pour la "version C", un compromis entre gain maximum et le meilleur ratio avant / arrière. L'élément "Rear driven" est alors 1023 mm, l'élément "Front Driven" 938 mm. Les terminaisons sont étanchéifiées avec les produits habituels.

D'un profilé en U de 20/20 mm a été coupé deux morceaux de 20 mm. Ainsi si on met les émetteurs et ces morceaux (forés ensemble) sur le boom, on peut avec un ou deux boulons enserrer les éléments avec les morceaux de U.

EZNEC-model (figuur 8)



Antenneconstructie

Tijdens het ontwerpen van het proefmodel voor 144 MHz werd alles variabel gemaakt. Het was de bedoeling was om elk element te kunnen veranderen om de gevolgen van de wijziging te kunnen observeren (achteraf zou blijken dat een en ander als juist werd ervaren, en er dus weinig variatie nodig was).

Het proefmodel is praktisch volledig uit aluminium gemaakt. Het eropvolgende 432MHz-model werd daarentegen in koper of messing gemaakt.

Het 2m-model

Als drager werd een vierkant aluprofiel van 15/15 mm gebruikt. Een stuk van 42 cm werd de basis.

De stralers zijn alubuisjes van 8 mm, uit recuperatie. De afmetingen zijn zoals eerder aangehaald voor de 'versie C', een compromis tussen maximum winst en maximum voorachterverhouding. De eindstukjes (inbusvijsjes) werden hier afgeregeld, maar bij nabouw is dat niet meer nodig. Men kan gewoon de opgegeven maten volgen. Het Rear Driven Element is dan 1023 mm, en het Front Driven Element 938 mm. Stop de eindjes waterdicht af met om het even wat.

Van een 20/20 mm U-profiel 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 **figuur 9**.



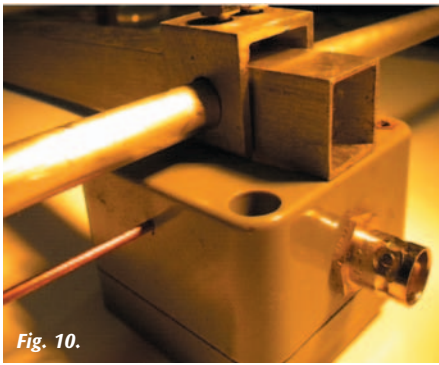


Fig. 10.

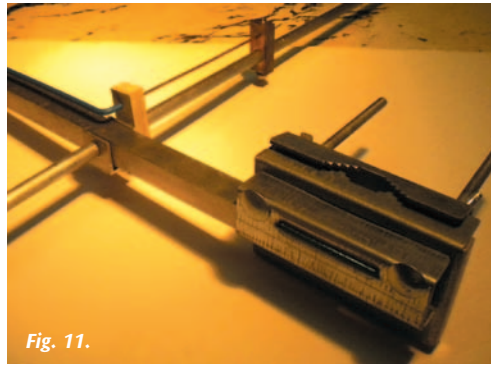


Fig. 11.

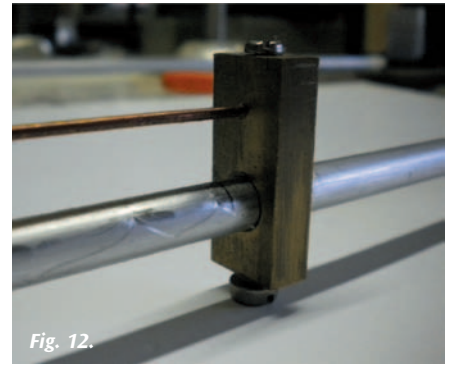


Fig. 12.

Comme boîtier de connexion, une boîte en PVC 50/50 mm avec une fermeture en néoprène a été utilisée (**Figure 10**) et le directeur a été mis à 25 mm de la fin. Le boîtier vient alors se fixer au bout du boom. Dans le boîtier vient la connexion de l'antenne à un plug BNC, via le trimmer réglable.

L'élément "Rear Driven" vient exactement 248 mm plus loin sur le boom. La fin du boom est insérée dans une fixation d'ancienne antenne TV de récupération (**Figure 11**). Comme cela le mât support ne vient pas entre les éléments, mais derrière.

Sur le modèle de test variable, les lignes de déphasage ont été fixées aux émetteurs avec des fixations en laiton (**Figure 12**). Ce qui permet les modifications. Pour une construction définitive, cela n'est plus nécessaire. Il est bien mieux de ne pas assembler deux matériaux différents, pour prévenir l'électrolyse et la corrosion. On peut juste courber les lignes vers le bas et les fixer via une vis ou un rivet. On peut aussi souder à la ligne en cuivre un bourrelet de soudure ou une cosse de câble et plier perpendiculairement. Les longueurs sont alors augmentées de 10 mm, pour plier vers l'émetteur. Là où les deux matériaux se rencontrent on doit dans tous les cas imperméabiliser l'ensemble avec un coating, spray plastic ou époxy, ou une colle à 2 composants (UHU-plus).

Les lignes de déphasage elles-mêmes ensuite: une est pliée perpendiculairement, 248 x 130 mm (plus 10 mm vers l'émetteur pour une liaison via un bourrelet de soudure). L'autre est un morceau droit de 121 mm (plus 10 mm). J'ai utilisé un fil de VOB de 2,5 mm². Au morceau de 248 mm l'isolation a été conservée. Pour maintenir au milieu de sa place le grand morceau (Forme en L) un morceau de plastic ou de matériel d'impression blanc est utilisé (**Figure 13**). Les lignes de déphasage sont placées 10 mm au-dessus du boom.

Dans le boîtier d'alimentation sont amenés les deux lignes de déphasage, et via un trimmer de 20 pF (éventuellement 10 pF en parallèle avec une 10 pF fixe) sont raccordées au centre du plug BNC (**Figure 14**). On peut également connecter directement au coax, sans BNC.

Ce modèle a été conçu pour une utilisation portable. On règle le trimmer pour le meilleur SWR. Le réglage peut se faire avec simple analyseur d'antenne MFJ ou un SWR-mètre et un émetteur. Nous ne rencontrons pas le modèle théorique, avec deux vrais "nuls" sur les côtés du diagramme d'émission, mais nous ne pouvons pas effectuer de mesures

Als aansluitdoosje werd een 50 x 50 PVC-box met neopreendichting gebruikt (**figuur 10**) en werd de directeur 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.

Het 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 (**figuur 11**). Zodoende komt de draagmast niet tussen de elementen maar erachter.

Op het variabel testmodel werden de faselijnstukken aan de stralers gezet met messing-klemstukken (**figuur 12**). Dat laat toe deze te verschuiven. Voor een definitieve constructie is dit niet nodig. Het is zelfs beter om geen twee verschillende materialen samen te voegen, om electrolyse en corrosie te voorkomen. Men mag de lijnstukjes gewoon naar beneden plooiën en via een vijze 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. Waar de beide materialen samenkomen moet men het geheel in ieder geval waterdicht afdekken met een coating, plasticspray of epoxy, of tweecomponentenlijm (UHU-plus).

De fasestukken zelf 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 gelaten. Om het grootste (L-vormig) stuk middenin op zijn plaats te houden, kwam er nog een stukje plastic of blank printmateriaal bij (**figuur 13**). De fasestukken worden op 10 mm boven de boom geplaatst.

In het aansluitdoosje komen de twee fasestukken samen, en gaan via een trimmer van 20 pF (eventueel 10 pF variabel in parallel met vaste 10 pF) naar het center van de BNC-plug (**figuur 14**). 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 zender. 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 ane-

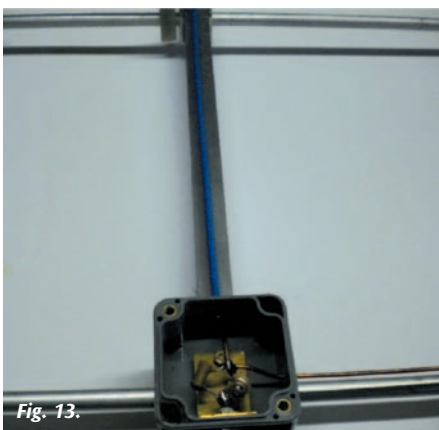


Fig. 13.

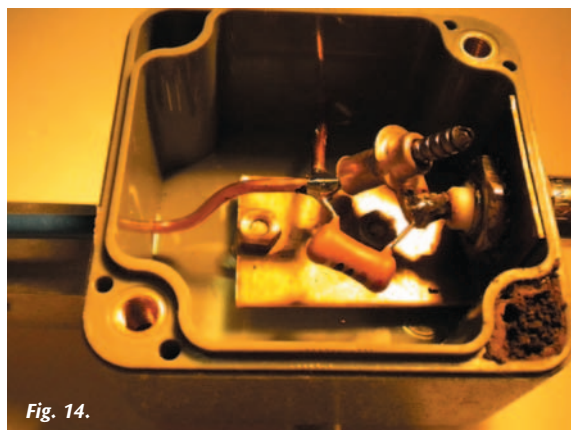


Fig. 14.



Fig. 15.

dans un espace 'anéchoïque libre'. Avec un rapport Av/Ar de 16 à 18 dB, nous sommes quand même satisfaits. Peut-être que les prochains constructeurs pourront encore apporter des améliorations?

Le modèle 70 cm (figure 15)

Le modèle 70 cm a été réalisé entièrement en laiton. Le montage directement au-dessus du connecteur BNC permet d'installer cette antenne directement sur un petit portable. Avec un boulon en laiton fixé en dessous du boom, on peut visser cette antenne sur un mât support en PVC en la connecter au portable avec un coax. Incroyable comment on peut par exemple travailler le relais ON0VRT avec un portable (0,5W) à partir de Hamme en Flandre Orientale!

Transition vers 70 cm

Si nous extrapolons les valeurs trouvées vers 435 MHz, nous arrivons aux valeurs suivantes:

- Demi-onde = 344,82 mm, la moitié est 172,41 mm
- 0,92 demi-onde = 317,23 mm, la moitié de cela est 158,6 mm
- 1/8 longueur d'onde = 86,2 mm
- 0,126 demi-onde = 43,448 mm
- 0,117 demi-onde = 40,34 mm

Nous mettons ces valeurs sous forme de tableau et comparons avec les mesures des antennes réalisées pour les "petites armes aux renards". Prenons 50 Ω. Les mesures 8 et 12 ne sont pas importantes, comme elles sont plus petites. L'antenne entière est réalisée en matériel blanc (cuivre ou laiton). Les mesures sont en mm.

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

Les morceaux 3 et 5 sont les deltamatches. On note entre les deux antennes un assez grand écart de taille.

WLD workshopblog

WLD dispose d'un blog sur ses ateliers. Vous y trouverez d'éventuelles modifications à cet article. Allez vers wldworkshop.blogspot.com, label HB9CV. Pour plus d'information ou des questions: wld.workshop@gmail.com.

P.S.

Eddy ON5JK a effectué le travail de recherche, la construction et la composition de ce document. Dirk, ON6DK apporta son expertise EZNEC et Luk ON4BB a effectué la mise en place des mesures et la mise en page de ce document.

choische' ruimte. Met een V/A-verhouding van 16 à 18 dB waren we wel tevreden. Misschien kunnen de eventuele nabouwers dit nog verfijnen?

Het 70cm-model (figuur 15)

Het model voor 70 cm werd volledig in messing gemaakt. De directe montage bovenop de BNC-connector laat toe om deze antenne direct op een portabeltje te zetten. Met een messing M6 bout onder de boom kan men de antenne op een draagmast in PVC-buis schroeven en met coax naar de portabel gaan. Ongelofelijk hoe men met een portabel (0,5 W) bvb. het relais van ON0VRT kan werken vanuit Hamme in Oost-Vlaanderen!

Overgang naar 70 cm

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

- 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 tabelvorm en vergelijken met de maten van de gemaakte antennes voor de vossengewertjes. We gaan voor 50 Ω. 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.

Stukken 3 en 5 zijn de deltamatchers.

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

WLD workshopblog

WLD beschikt over een workshopblog. Hierop zijn eventuele aanpassingen van dit artikel te vinden. Ga naar wldworkshop.blogspot.com, label HB9CV. Voor meer informatie of vragen: wld.workshop@gmail.com.

P.S.

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