

Verticale dipool voor 10 tot 40m (door Kurt, ON4BAI)

(15 januari 2004) Sinds kort zien we de zonneflux dalen en dan weten we dat er actie mag verwacht worden op de lagere HF-banden. Tijd dus om het antennepark uit te breiden. Een traditionele horizontale dipool kunnen we doorgaans vrij goed ophangen voor de banden tot 30 meter. Op 40 en 80 meter krijgen we gegarandeerd problemen om de dipool perfect horizontaal te hangen op voldoende hoogte. Bij deze lengte komen velen tot de pijnlijke constatactie dat de beschikbare ruimte om met antennes te spelen veel groter zou moeten zijn (voor HF-antennefreaks is eigenlijk alles altijd te klein). Natuurlijk kunnen we de dipool ophangen in inverted-V, of kunnen we de uiteinden plooiën om alles toch maar in de tuin te krijgen. Als je niets hebt is uiteindelijk alles goed om QRV te zijn. In dit project probeer ik een alternatief te vinden voor de horizontale dipool. Gemakkelijke constructie, eenvoud en prestaties staan centraal.

Referentie

We nemen een inverted-V voor 40 Meter als referentie, tenslotte zijn velen hiermee vertrouwd en weten we wat we er kunnen van verwachten. We zullen in dit artikel de dipool VERTICAAL gebruiken en hem inkorten met capacitieve HAT's tot 20 Meter en extra spoelen voor 30 en 40 Meter.



Overwegingen

Een veelbesproken item onder DX-ers is het opstralingspatroon van een antenne. Misschien nemen we te gemakkelijk aan dat we onze energie zo laag mogelijk moeten wegschieten om DX te werken. Zou het misschien kunnen dat we de energie eerder op de juiste elevatiehoek moet opstralen, en liefst op het juiste moment, om de begeerde DX te strikken ?

In **Fig.1** zien we verschillende opstralingspatronen van bekende antennes. De inverted-V heb ik gemodelleerd (in EZNEC 3.0) op een eerder lage hoogte van $\frac{1}{4}$ golflengte. We zien al onmiddellijk dat het leeuwendeel van de energie recht naar boven gaat. Deze antenne is ontegensprekelijk de kampioen voor verbindingen binnen de 800 km en kan uiteraard zeer handig zijn bij lokale contesten. Voor deze antenne heb je op 40 meter wel al een 10 meter hoge mast nodig en een tuin die minstens 20 meter lang is!

Het kleinste patroon toont de straling van een ingekorte verticale dipool met HAT's en extra spoelen aan het voedingspunt voor exacte tuning. Tot 24° kunnen we zien dat deze antenne gelijke tred houdt met, of zelfs veel beter is dan de inverted-V. Bij lagere hoeken is er wat meer energie en voor de hogere hoeken zit je onder de dipool. Het is zeer interessant om te zien dat de grondconductiviteit een grote rol speelt bij deze antenne. Ik gebruikte een grond met een geleidbaarheid van 15 mS/m voor het patroon met laagste GAIN alsook voor de inverted-V dipool.

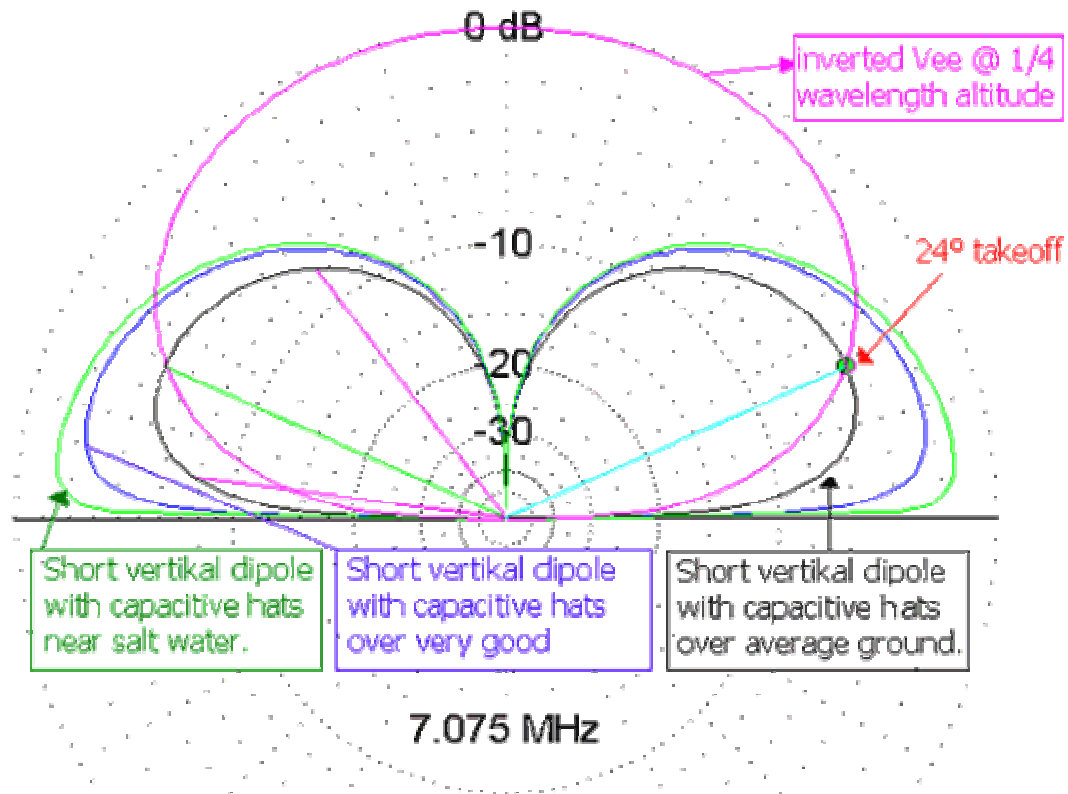
Als je de gelukkige eigenaar bent van een plaats waar de geleidbaarheid van de grond beter dan gemiddeld is dan krijg je gratis meer energie tussen 10° en 30° .

En...mocht je de antenne boven zout water kunnen opstellen (gewoon aan de kust of dicht bij de kust is niet hetzelfde, want daar is de geleiding -over zand- gewoonlijk zeer slecht!) bvb. tijdens een expeditie op een of ander exotisch eiland dan zou je wel eens de Yagi liefhebbers kunnen doen blozen, tenzij men de Yagi op een halve golf of hoger kan hangen.

In de full-sized inverted-V zullen we zo goed als geen verliezen hebben wat niet zo is bij de ingekorte verticale dipool door de verliezen in de gebruikte spoelen. De reactantie van de spoelen is 210 Ohm. Als ik een Q-factor veronderstel van 200 is de loss ($210/200=1,05$). Met 2 spoelen verliezen we 2,10 Ohm wat resulteert in een stralingsefficiëntie van 87%. De loss in de HAT's is waarschijnlijk verwaarloosbaar. Het betreft hier uiteraard alleen verliezen van de antenne zelf, die geen rekening houden met de opstelling van de antenne en de invloed van de nabijge grond.

Mochten we overwegen om voor een "full size" 1/4 golflengte verticaal te kiezen, dan hebben we een 10-meter hoge antenne en zullen voor een aanvaardbaar grond-verlies voldoende radialen moeten worden gebruikt.

We kunnen die uiteraard (zoals meestal wordt gedaan) in de grond stoppen, en dan ziet niemand ze. Als ze in de grond zitten en als je er minstens een 20-tal hebt geplaatst speelt de exacte lengte geen enkele rol, de radialen hebben geen enkele resonante eigenschap en zijn slechts deel van een grondschermb.



Figuur 1

Soms worden de radialen boven de grond gespannen, en dan heb je natuurlijk voldoende ruimte nodig en wordt het een soort spinneweb. Meestal worden dan slechts enkele radialen gebruikt (per band!), wat meebrengt dat er een hele boel verliezen in de grond zullen zijn want de grond bevindt zich in het nabije veld van de radialen (op geringe hoogte).

Sommigen zien misschien het probleem niet maar het ziet er niet naar uit dat de bouwgronden in de toekomst goedkoper en groter zullen worden, bovendien is het handig meegenomen als de XYL nog wat ruimte overhoudt en niet op een dag verstremgeld geraakt in voor ons schijnbaar "onzichtbare antenneconstructies".

Door een verticale dipool te gebruiken in plaats van horizontale antenne krijgen we, net zoals bij 1/4 golf verticale, een gunstiger DX-antennepatroon waarin de opgaande energiecomponente wordt onderdrukt. De straling op lage hoeken is sterk afhankelijk van de grondgeleiding en niet alleen in de onmiddellijke buurt van de antenne. In de onmiddellijke nabijheid van de antenne zal de kwaliteit van de grond bepalen hoe goed de stralingsefficiëntie is. Een gouden regel: verbeter de geleidbaarheid van de grond door er radialen of een netwerk van kruisende draden die een scherm vormen, in te steken. Op grote afstand, waar de golven op de grond worden weerkaatst (in de Fresnel zone) zal opnieuw de kwaliteit van de grond bepalen hoeveel van die directe golven wordt weerkaatst en hoeveel er zal verloren gaan in de grond. Dit gebeurt voor lage opstraalhoeken tot op tientallen golflengtes van de antenne.

Hoe dan ook moeten we de verticale dipool inkorten om fysisch makkelijk handelbare afmetingen te behouden op 40 en eventueel 80 meter. Het komt erop aan om het inkorten zo te doen dat we zo weinig mogelijk RF-energie verliezen. De meest efficiënte manier om een antenne (dipool of verticale) in te korten is dit op de uiteinden te doen daar de stromen daar lager zijn. We kiezen voor toploading (capacitieve loading) door middel van capacitieve HATS die enkel de bandbreedte reduceren en in mindere mate antennewinst. Deze techniek wordt in dit project gebruikt voor 10 tot 20 meter. Het is belangrijk dat de HATs een symmetrische structuur hebben om goede onderdrukking te hebben van de horizontale energiecomponente, niet-symmetrie van de HAT's resulteert ook in grotere bandbreedte-reductie.

Wanneer we de antenne op 30 of 40 Meter willen gebruiken dan plaatsen we 2 extra spoelen van ongeveer $6\mu\text{H}$ in serie aan het voedingspunt. Met deze spoelen kan dan ook de frequentie exact worden ingesteld. Een dikke draaddiameter helpt om het verlies te beperken, zeker wetende dat hier grote stromen kunnen worden verwacht.



Bandbreedte.

Bandbreedte is in de meeste gevallen een belangrijke parameter bij de evaluatie van een antenne. Ik ga ervan uit dat de VSWR bandbreedte van een antenne de 1.5:1 bandbreedte is. Bij hogere waarden zullen we toch geneigd zijn om een tuner te gebruiken.

Op 10 en 15 meter is er slechts geringe inkorting t.o.v full size en is er dus geen probleem voor deze relatief brede banden.

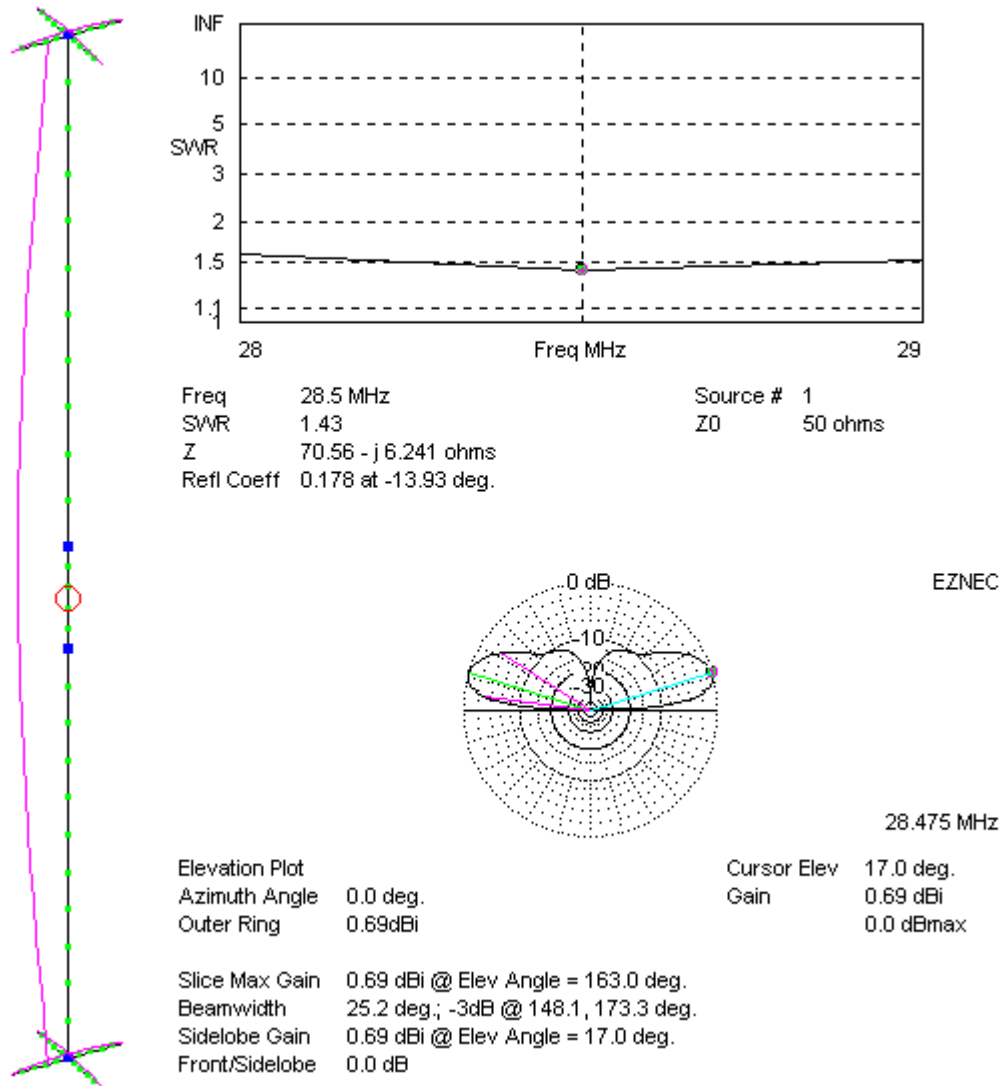
Op 20 meter kunnen we gemakkelijk de nodige 350 kHz bandbreedte halen met de capacitieve "HATS".

Op 30 en 40 Meter hebben extra spoelen nodig aan het voedingspunt. Hierdoor wordt de bandbreedte verder beperkt tot ongeveer 100 kHz. Dit is niet echt een probleem op deze smalle banden.

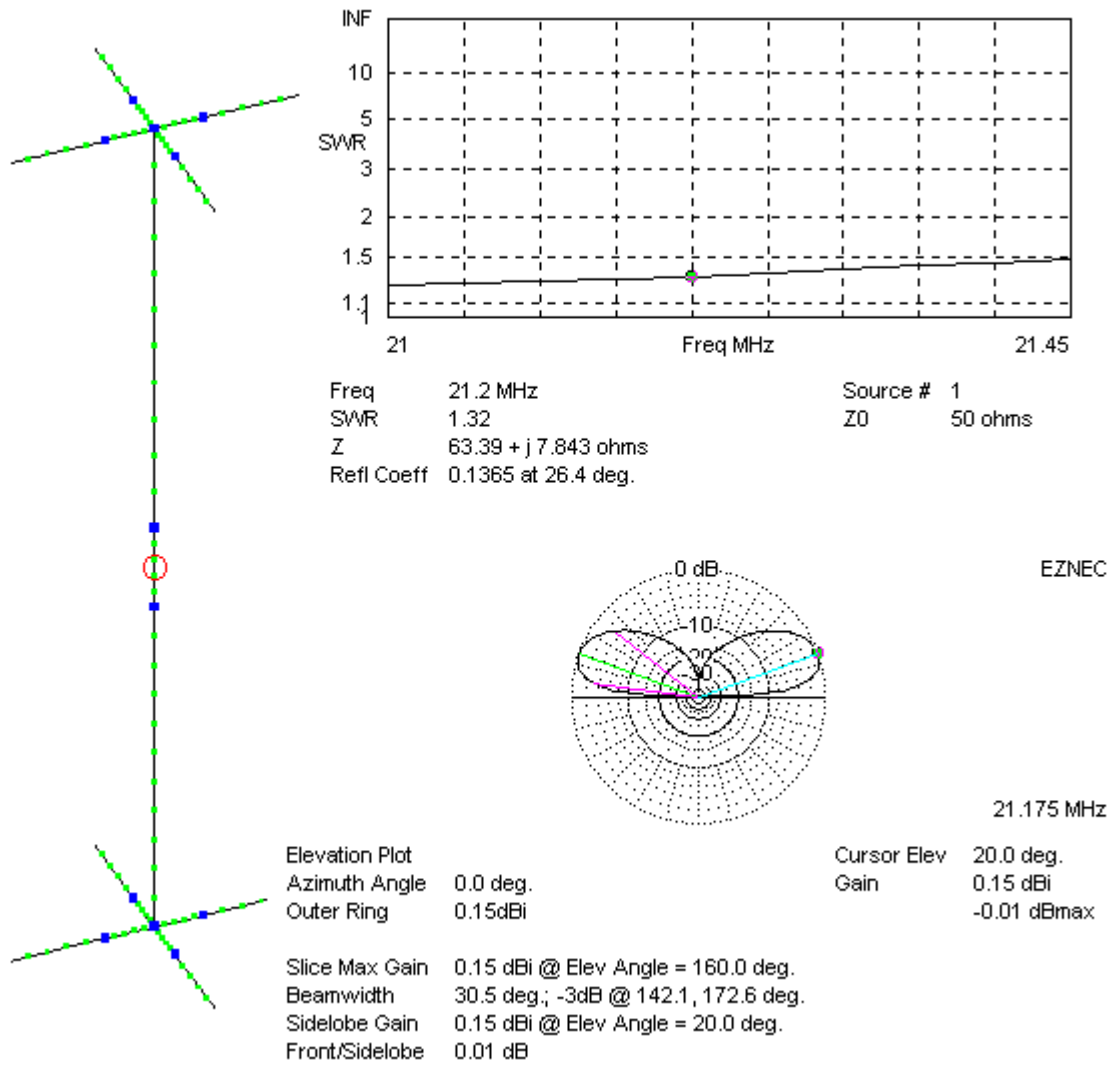
Bruikbaar van 10 tot 40m.

Vooraleer we beginnen met constructiedetails kunnen we eens kijken naar de berekende patronen en VSWR curves.

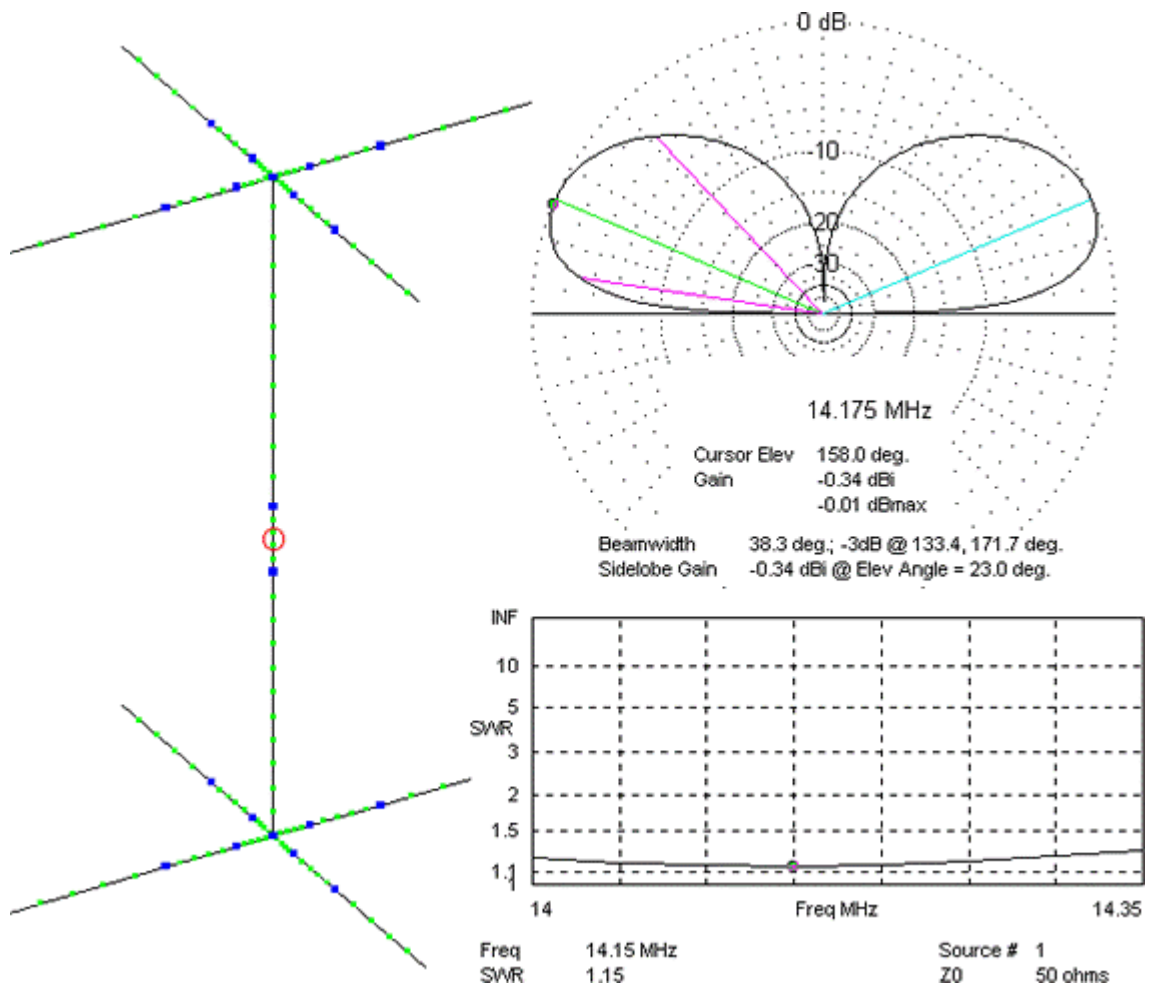
Twee $6\mu\text{H}$ coils, 11 windingen op 50mm met 4mm^2 Cu draad. Uittrekken van de spoel zal de resonantiefrequentie hoger brengen voor bvb. 30 meter. Volledig ingedrukt resoneert de antenne net onder de 40 meterband. Het middelste spoeltje dient als B-matching circuit. De spoelen kunnen gemakkelijk experimenteel vastgelegd worden of gemaakt via het programma HAMCALC van VE3ERP.



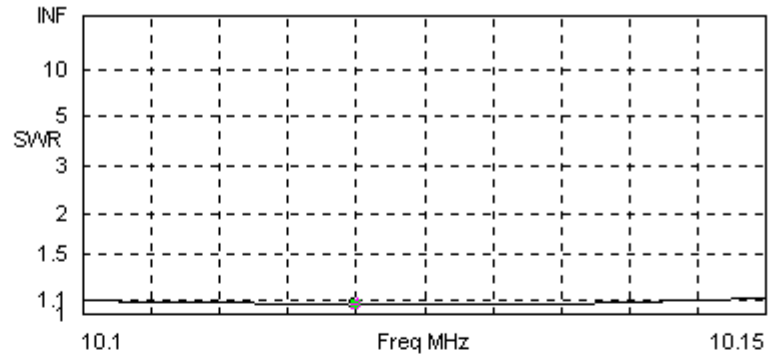
Op 10 meter is de vertical zo goed als full size en geeft een zeer aantrekkelijke 17° opstralingshoek. Merk ook het stroomverloop op in het EZNEC3.0 model. De impedantie is iets hoger dan 50 Ohm maar dit geeft praktisch weinig problemen.



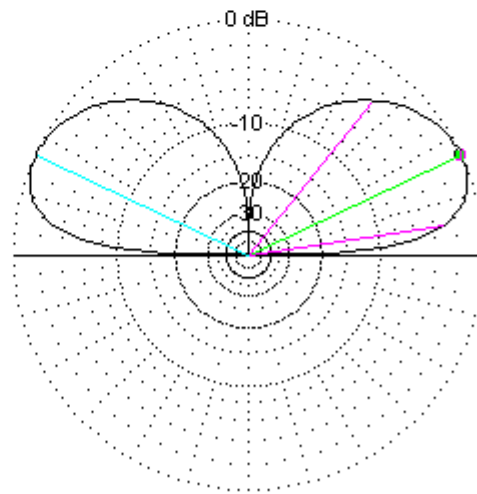
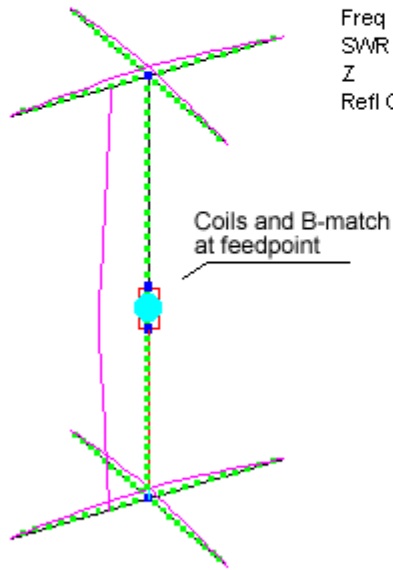
15 meter is vrij gelijklopend met 10 meter, het enige verschil is dat de Hats 1 sectie meer hebben, de secties zijn telescopisch te regelen voor optimale afregeling op het CW of SSB bandsegment.



Wanneer we nog een sectie toevoegen zijn de HAT's voldoende groot om de antenne op 20 meter te gebruiken. Deze configuratie geeft ons een compacte zeer efficiënte antenne. Wanneer je deze configuratie gebruikt in een omgeving waar de grondgeleiding goed tot zeer goed is zullen de verwachtingen zeker worden ingelost.



Freq 10.12 MHz Source # 1
 SWR 1.065 Z0 50 ohms
 Z 49.62 + j 3.116 ohms
 Refl Coeff 0.03149 at 95.11 deg.



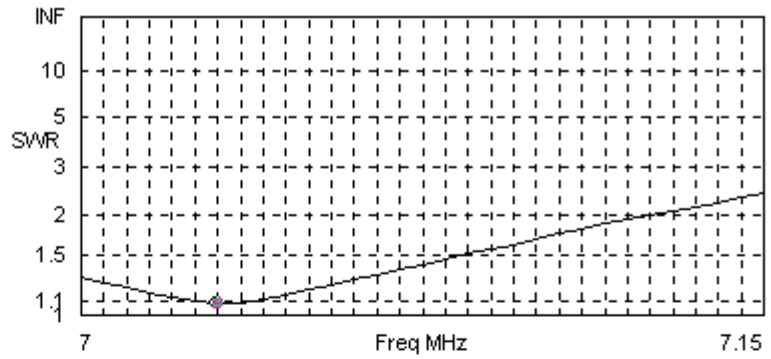
EZNEC

10.125 MHz

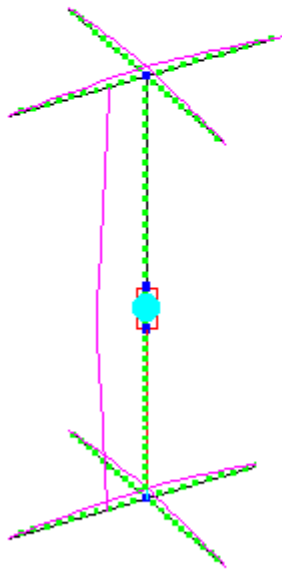
ation Plot

Cursor Elev 25.0 deg.

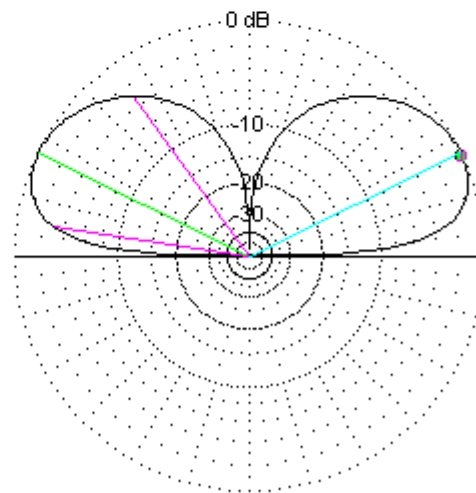
Vanaf 30 meter en lager moeten we bijkomende "loading" voorzien. Dit gebeurt d.m.v. 2 extra spoelen aan het feedpunt. We zullen ook impedantiematching moeten voorzien voor aanpassing naar 50 Ohm.



Freq 7.03 MHz Source # 1
 SWR 1.086 Z0 50 ohms
 Z 48.43 + j 3.762 ohms
 Refl Coeff 0.0414 at 110.53 deg.



EZNEC



7.075 MHz

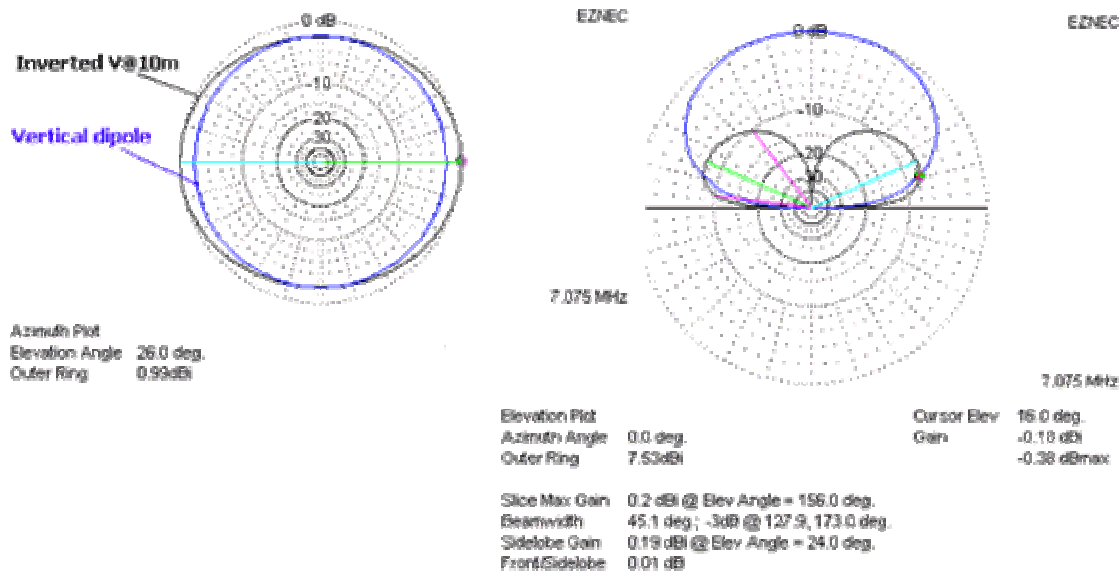
Elevation Plot

Cursor Elev 25.0 deg.

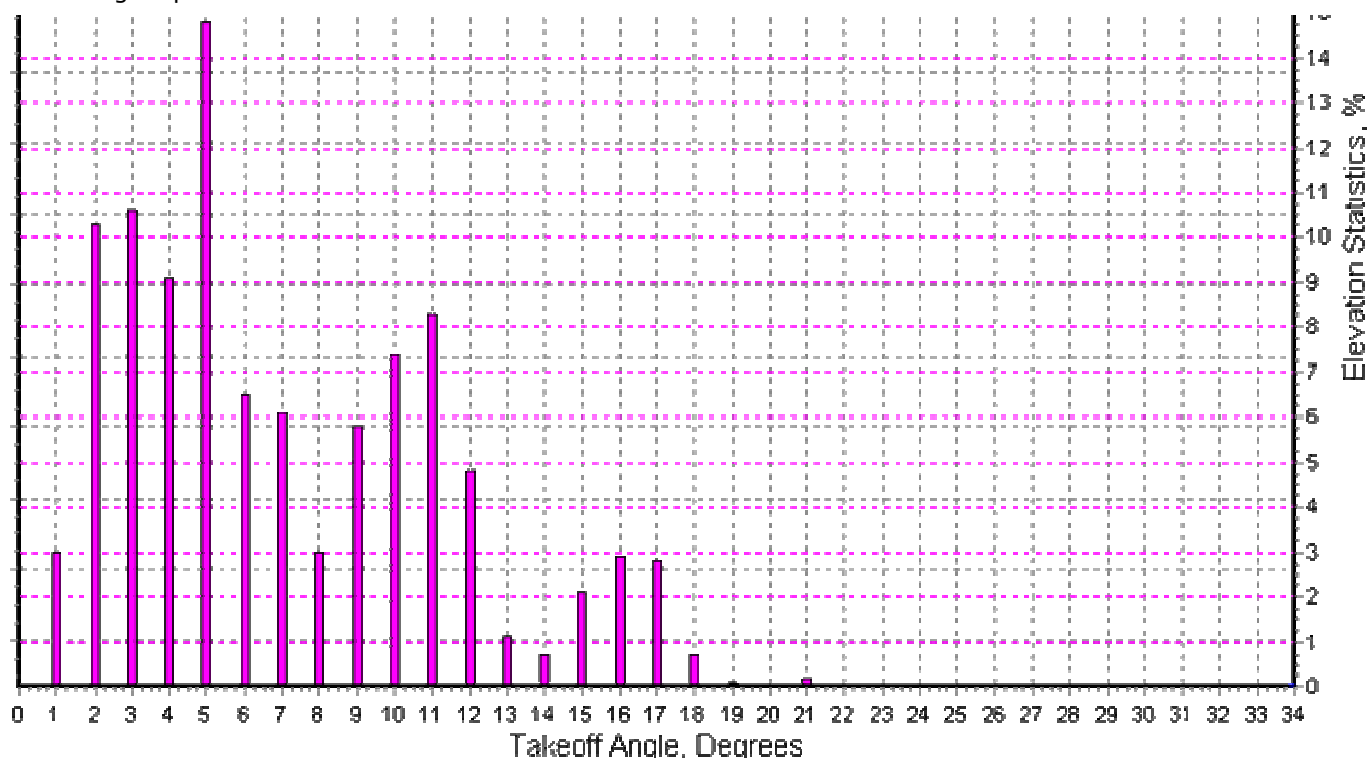
Bovenstaand de 40 Meter versie ingekort tot een handige antenne die je gemakkelijk zelf kan bouwen en bovendien ook zou kunnen meenemen naar je favoriete vakantie-QTH. De antenne is manueel in te stellen voor de gewenste band. Voor 10 tot en met 20 meter verander je de Hat's. Op 30 en 40 meter worden de spoelen geplaatst en ingesteld voor de gewenste frequentie.

Gain.

Als we de azimuthale patronen bij een opstralingshoek van 26° vergelijken met een horizontale dipool zien we dat we iets minder gain hebben, echter is ons patroon wel omnidirectioneel en de energie is optimaal waar we ze nodig hebben voor DX (zie elevatiepatronen). Dit is van belang voor ontvangst, daar we alle lokale stations die met een stijle stralingshoek binnenkomen veel zwakker zullen horen.

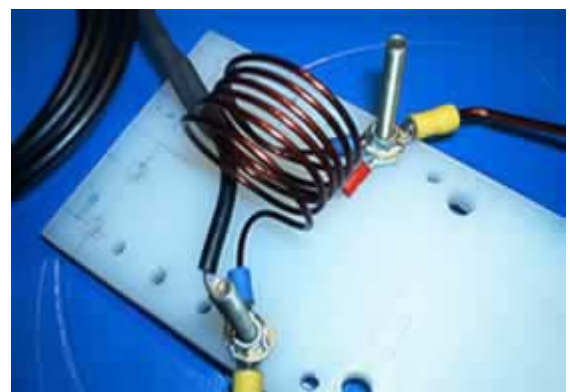
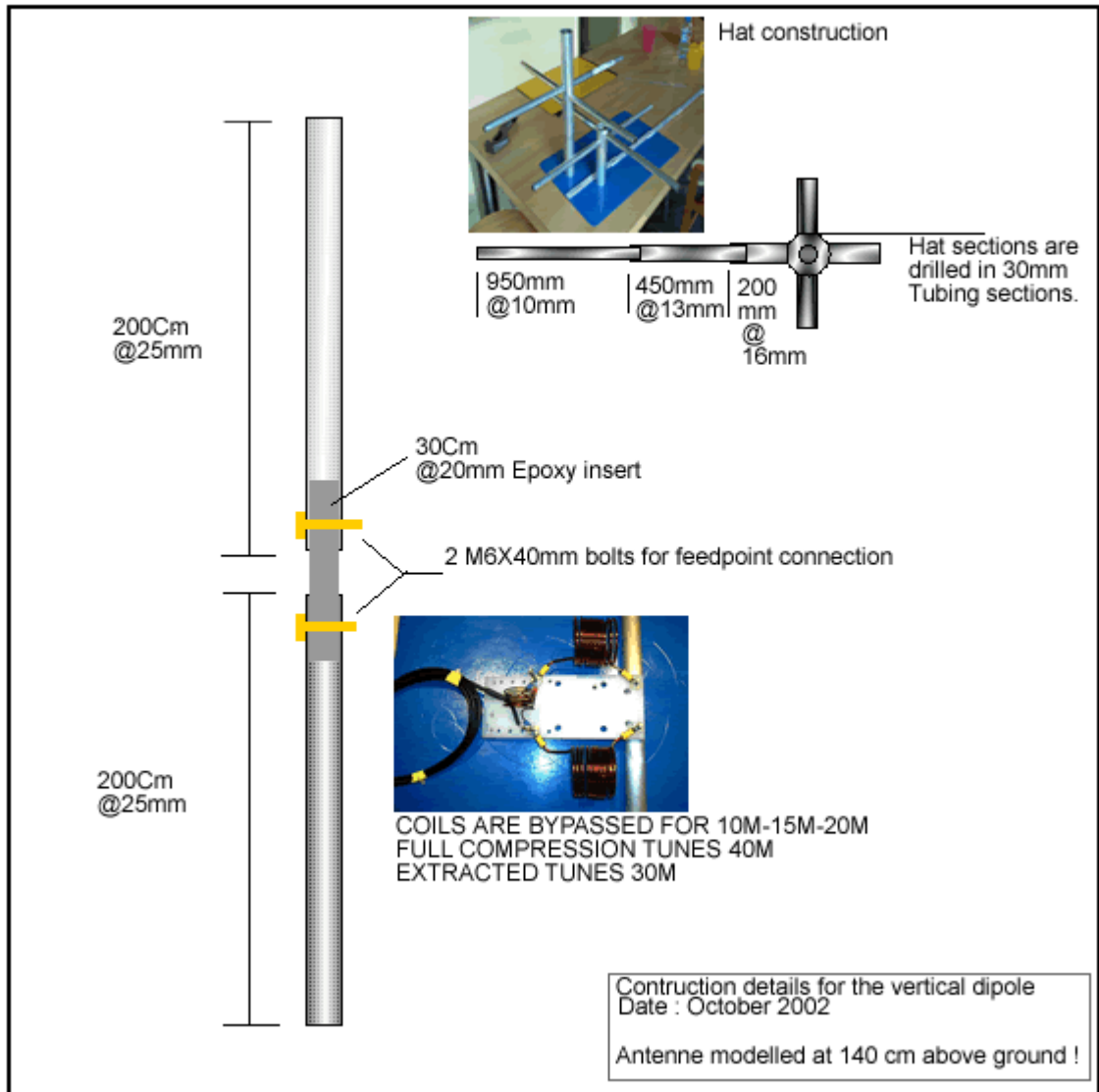


We zien echter ook dat voor heel lage hoeken (kleiner dan 15°) de verticale het echt beter doet dan de kwart golf hoge dipool. Op hoeken van 5 tot 10° die heel regelmatig voorkomen bij DX, is de relatieve winst van de verticale antenne al gauw 10 dB! Onderstaande grafiek (gegenereerd met HFTA, een programma van N6BV dat alleen te verkrijgen is op de CD die met uitgave # 20 van het ARRL Antenne book komt) geeft de distributie weer van de verticale stralingshoek die we nodig hebben op het pad W6-Europa. We zien dat we alleen hoeken beneden 20° gebruiken, en meestal zelfs kleiner dan 10°. Vandaar dat de verticale antenne zoveel beter is voor DX dan de relatief lage dipool.



Constructiegegevens.

Onderstaand enkele gegevens voor de bouw van de antenne, er is uiteraard ruimte voor individuele ideeën of mechanische aanpassingen. De beschrijving is de antenne zoals ze effectief gebouwd is en als testmodel is ze sinds de lente van 2003 opgesteld op het QTH van ON5ZO, Franki, die instond voor het echte testwerk in een aantal contesten en DX-hunting, (zie verder).



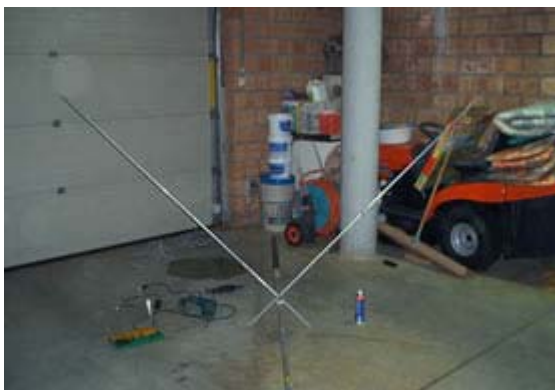
Eén van de spoelen om de tuning op 30 en 40 Meter te verzorgen. 11 toeren op 4mm² Cu draad zal bij volledige compressie dicht bij 7 MHz uitkomen, als je de spoel opentrekt komen we op de 30 Meterband terecht.

Door het toevoegen van de spoelen valt de impedantie van de antenne terug tot ongeveer 15 Ohm. We gebruikten een B-matching circuit met bovenstaande spoel. Vergeten we ook de BALUN niet die tussen de feedline en antenne komt.



De geassembleerde verticale dipool hier te zien in zijn 10 meter versie.





Beta-matching voor de ingekorte 30- en 40-m versie.

Wanneer we een antenne inkorten, zal de versterking lager zijn, de bandbreedte kleiner en de voedingsimpedantie lager. De onaangepaste impedantie is 14,91-j26,3 Ohm. De reactantie van (-j26,3) doet dienst als capaciteit in ons Beta-matching netwerk.

De formules voor het aanpassingsnetwerkje:

$$X_C = -j26,3.$$

$$R_{coax} = 50 \text{ Ohm.}$$

$$R_{Yagi} = 14,91$$

$$X_L = 32,59 \text{ wat overeenkomt met een inductantie van } 0,73 \text{ uH COIL op } 7,025 \text{ MHz. (te zien bij de constructie-afbeeldingen).}$$

$$Q = \sqrt{\left(\frac{R_{coax}}{R_{Yagi}}\right) - 1} \quad \text{B-match Q-factor}$$

$$X_L = R_{coax} / Q \quad \text{needed inductance}$$

$$X_C = Q \cdot R_{Yagi} \quad \text{needed capacitance}$$

$$Q = \sqrt{\left(\frac{R_{coax}}{R_{Yagi}}\right) - 1} = 1,53$$

$$X_L = R_{coax} / Q = 32,59 \text{ Ohm}$$

$$X_C = Q \cdot R_{Yagi} = -j22,87 \text{ Ohm}$$

On the air.

Na plaatsing van de antenne op mijn eigen QTH voor enkele testjes en afregeling vroeg ik mijn goede vriend ON5ZO, Franki, om het "projectje" te testen. Franki gebruikte de antenne vooral op 40 meter in verschillende contesten vanop zijn gloednieuwe QTH te HERNE in Vlaams-Brabant.

Een uittreksel uit zijn 40 Meter log na enkele maanden toonde me verbindingen met: **TO5 (3)- D44- 3V8- TA-A61(3)- SU- 9K9- JY9(3)- UN7(5)- HP3- W1(10)- W2(10)- K3(13)- N4(5)- K5(3)- K7- W8(3)- W9(5)- PR(2)- VU- 4J6(4)- E21(3)- EX- TK- YB- 9H3- LU(2)- VE(10)- JA(2)- 4Z5- HG2- TI3- ZL6- A45- EX2- 4L8**

ON5ZO bevindingen :

Ik gebruik de antenne nu reeds ongeveer 8 maanden, gedurende dewelke ik ongeveer 1200 CW QSOs enkel op 40m maakte wat mij een totaal van 99 DXCCs op 40m opleverde. Allemaal vanuit mijn QTH in Herne met 100 Watt.

Werkt de antenne? Ik ben zeer opgetogen met de performantie. Voorheen (vroeger QTH) gebruikte ik een delta loop en een ¼ Lambda vertical met 50 radialen op 40m. Beiden hadden ze voor- en nadelen. The vertical had vrij veel ontvangstruis, en huiseigenaars zijn niet altijd blij met de radialen in de tuin. Al bij al was dit een prima DX-antenne. De delta loop was ook zeer goed, vooral voor DX. Veel rustiger dan de kwartgolf en radialen waren niet nodig. Er is wel een mastje nodig dat hoog genoeg is om de deltalooop te hangen. Ik had ook de indruk dat de loop lichtjes directief was, eerder dan omnidirectioneel, wat ook zou moeten.

De verticale dipool combineert 2 voordelen van vorige in één antenne. Ze is vrij rustig om naar te luisteren en er zijn geen radialen, ik lijk alle CW DX die ik kan horen te kunnen werken op 40m. EU lukt ook aardig wat meegenomen is voor contesten. Tot nu toe werkte ik op regelmatige basis NA, SA, AF, OC, JA's. In SSB werkte ik regelmatig EU tijdens lokale contesten. Verschillende goede commentaren op mijn signaal gehad! Ik werk zelfs

K4JA in SSB en hoor ook VK/ZL stations.

Mechanisch is er ruimte voor verbetering, Het prototype gaf slechts 25mm ALU-BUIS wat me weinig lijkt. De basis is opgespannen in 4 richtingen. Het geheel op zich is zeer flexibel. We hadden hier vrij stevige wind en de antenne danst de samba maar viel of plooid nooit, toch zou ik voor een definitieve versie een dikkere middensectie nemen.

Los van de elektrische kwaliteiten denk ik dat de antenne enkele leuke voordelen biedt. Gemakkelijk te bouwen en monteren, geen hoge masten nodig voor montage, eenvoudige installatie, bescheiden opstelling.

Stel dat je er een 4 square array zou mee maken.

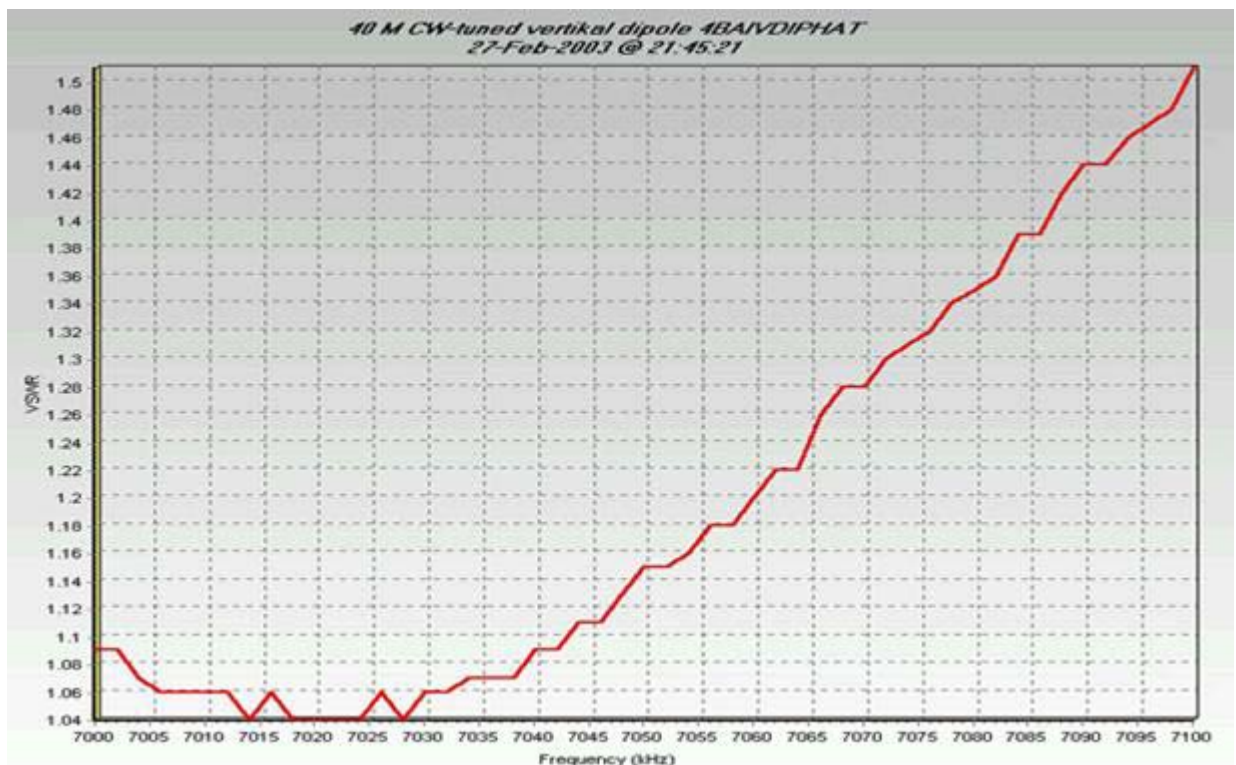
Franki ON5ZO

SWR-metingen.

Ik regelde de antenne op ON4BAI-QTH voor 40 Meter CW.

EZNEC 3.0 is vrij precies maar met de bouw van de spoelen kan je wat tolerantie verwachten. D.m.v. een meettoestel zoals de AEA-CIA HF ANALYZER heb ik de antenne afgeregeld. Ik kon gemakkelijk een optimale spoelinstelling vinden voor 7.020 MHz. Bij de opstelling op het QTH van Franki was de antenne niet meer correct getuned. Om eerlijk te zijn hebben we ook niet veel inspanningen meer gedaan om dit op te lossen. ON5ZO heeft bij mijn weten de antenne steeds gebruikt met een antennetuner.

De juiste resonantiefrequentie is uiteraard zeer afhankelijk van de hoogte en van de kwaliteit van de grond, omdat er een significante capaciteit is tussen de onderste "HAT" en de grond! Vandaar dat de resonantiefrequenties anders zal zijn in elk QTH.





Force 12, Sygma 5 vertical
top-loaded dipole

Conclusies.

- Je kan met de bouw van deze antenne je antennepark uitbreiden met een goede DX- antenne voor 40 Meter en hoger, je hebt geen speciale gereedschappen nodig en de nodige materialen zijn budgetvriendelijk.
- Als minpuntje vonden we een kleine frequentieshift in functie van het weer, iets wat dus nog voor verbetering vatbaar is. Dit is dus gebonden aan veranderende capaciteit tussen de onderste "HAT" en de grond, capaciteit die veranderd als de geleidbaarheid van de grond veranderd in regen of droogte.
- De antenne oogt mooi en neemt slechts een beperkte plaats in. Als dit niet door burens (of XYL) getolereerd wordt dan ben je klaar voor een andere hobby, vrees ik.
- Deze antenne is te scalen naar 80 Meter, en momenteel "under construction".

Dergelijke verticale dipolen met capacity-hat zijn commercieel verkrijgbaar bij de firma Force 12 (type: Sygma 5) <http://force12inc.com/>.

WORDT VERVOLGD.en voor vragen, opmerkingen en suggesties:
<mailto:galens.deveen@wanadoo.be>