

Myter og praksis i antennearbejdet

Af OZ6YM, Palle Anker Andersen

At arbejde med antenner, om du er selvbygger af antenner eller hvis du har købt en færdig antennen, er det altid en stor tilfredsstillelse, når den er sat op, og virker efter hensigten.

Dog er der en hel del myter omkring emnet, og disse vil jeg forsøge at afsløre.

At arbejde med antenner, om du er selvbygger af antenner eller hvis du har købt en færdig antennen, er det altid en stor tilfredsstillelse, når den er sat op, og virker efter hensigten. Dog er der en hel del myter omkring emnet, og disse vil jeg forsøge at afsløre.

SWR eller den reflekterede effekt

Som selvbygger af antenner, er der nogle forhold, man bør overveje, inden man påbegynder arbejdet.

- 1: Frekvens (selvfølgelig)
- 2: Skal hele båndet dækkes i én omgang?
- 3: Hvilket SWR-forhold vil jeg acceptere?
- 4: Dækkes hele båndet med dette VSWR, eller skal båndet opdeles i 2 områder?

Snakken om VSWR er særligt omgæret af myter. VSWR, eller forholdet med stående bølger (Standing Wave ratio) skyldes mistilpasning, og her er den mest almindelige årsag mistilpasning mellem antennen og senderens/antennekablets systemimpedans.

Ofte bruges 50 Ohm kabel, som belaster senderen som den skal og bør, men mistilpasningen mellem antennens impedans og 50 Ohm er årsag til stående bølger på kablet, og dermed også mulige forstyrrelser hos naboen. Forsøg på at afhjælpe disse forhold sker på flere måder, blandt andet med baluner eller transformatorer, som tilnærmet tilpasser antennenimpedansen til 50 Ohm. Disse komponenter vil til gengæld udvise tab af forskellig størrelse. Desuden er dit koaksialkabel ubalanceret, og skal i de fleste tilfælde tilpasses en balanceret antennen. Joh, der er nok at tage fat på.

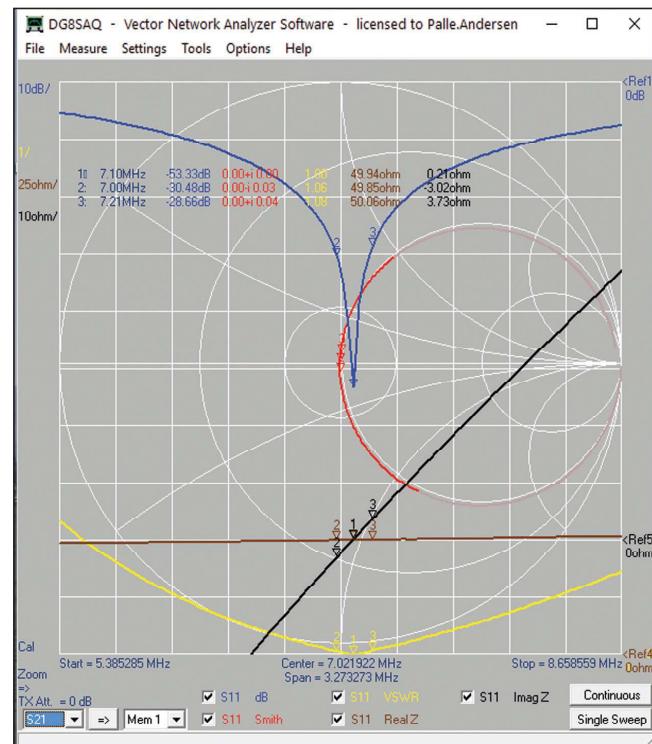
En anden løsning kunne være at lave en tilpasning f.eks. et LC-led, som kan udformes så det giver en perfekt tilpasning til antennen, med et godt VSWR, men her kommer så overvejelserne ind omkring båndbredden, og at tabene ikke må blive for store.

Denne tilpasning skal helst sidde lige ved antennen, selv om nogen placerer den i shacket, og det sidste tilpasser ikke antennen, men både kabel og antennen. Hvad med stående bølger på kablet? Kan naboenens radio tåle dette?

Båndbredden er også vigtig.

Hvis du skal arbejde på 80 meter båndet, kan man sjældent få en antennen til at dække alle 250 kHz, hvis man ikke har en tuner af en eller anden slags. Autotuneren er jo så her at foretrække, da den ikke nødvendigvis kræver yderligere indstilling, når først det hele er oppe at køre, og en manuel tuner kan da også godt gå an, da den opmærksomme radioamatør jo nok har opdaget, at hvis knappen LOAD er tilpasset midt i båndet, skal der kun drejes lidt på TUNE, for at dække resten af båndet, med et acceptabelt VSWR.

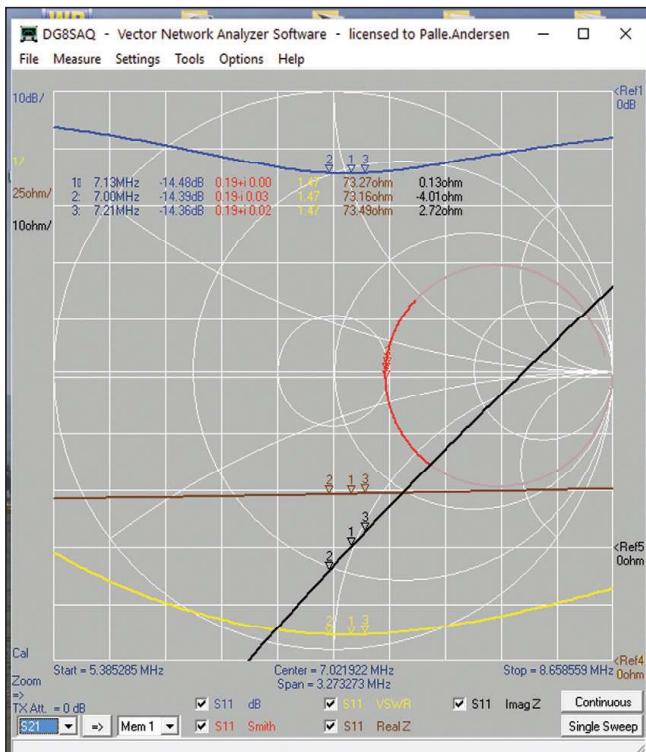
De fleste vil gerne have et helt perfekt SWR, og det er da også helt fint, men kan det betale sig? Ikke i alle tilfælde.



Figur 1. Impedansforløb ved VSWR 1:1

Se på figur 1 og 2, hvad det betyder for båndgrænserne, at have et ekstremt godt VSWR midt i båndet på 40 meter, i forhold til et SWR på 1:1,5.

Det skal siges, at et VSWR på 1:1,5 betyder, at du får 4 % af den tilførte effekt retur som stående bølger. Marker 1 er båndmidte, marker 2 og 3 er båndstart og båndslut.



Figur 2. Impedansforløb ved VSWR 1:1,5

Min erfaring siger mig, at 4 Watt return for hver 100 Watt fra senderen kan enhver sender tåle uden problemer, og de fleste naboer også, dog er et kompromis at foretrække omkring 1:1,2, eller ca. 20 dB return loss - de blå tal i figur 1 og 2.

Vi kan altså konkludere, at alt VSWR mindre end 1:1,5 til enhver tid er acceptabelt.

Måling og tilpasning af antenner med VNWA og programmet SMITH V3.10

Der er efterhånden en hel del radioamatører, der har anskaffet sig en VNWA, eller en Vector Network Analyzer, fremstillet af DG8SAQ, Tom Baier, og distribueret gennem SDR-kits via nettet.

Hvis du ikke er bekendt med DG8SAQ's VNWA, findes der et væld af information på nettet, som for det meste kan nås her: Se ref. 1, sidst i artiklen, men ellers søg på "DG8SAQ VNWA". Det er et amatormåleinstrument i den lidt dyre ende, men det er absolut pengene værd.

Som autodidakt radioamatør, og ellers edbmand i mit arbejdsliv, købte jeg dette fantastiske måleapparat for nogle år siden, faktisk uden egentlig at vide ret meget om, hvordan den skulle bruges.

Dog skal nævnes, at i samtaler med medamatører i EDR Frederikssund, efterhånden lærte mig efterhånden værdien af VNWA at kende, og eksperimenter med antenner er nu blevet til rutinearbejde.

OZ1CBW, Peter afholdt sidste vinter et foredrag over to aftener om et andet vigtigt emne i forbindelse med arbejdet med antenner, nemlig "SMITH-CHART for begyndere", se Ref. 2.

Peter introducerede klubmedlemmerne for et program af Fritz Dellsperger, Professor i RF og Mikrobølgeteknik ved Bern Universitet i Schweiz, som man ikke selv behøver at være universitetsprofessor for at kunne benytte, men man skal blot klikke et par gange med musen. Programmet er gratis i en begrænset version, men det dækker rigeligt vores behov. Det kan hentes her: i ref. 3

Samarbejdet mellem VNWA'en og Dellspergers SMITH V3.10-program, er godt og løser de fleste tilpasningsudfordringer til antenner, som en radioamatør kan have.

Det skal lige nævnes, at VNWA'en faktisk kan levere de LC-data, som SMITH V3.10 beregner for os i det efterfølgende eksempel, men vi mennesker er visuelle, og dermed mener jeg, at SMITH V3.10 er en bedre løsning for novicer og andet godtfolk, men måske en anden gang.

Jeg er ikke bekendt med andre måleinstrumenter af VNWA-typen, eller antenneanalysatorer, der kan købes på markedet, men hvis de kan præsentere de samme data, som VNWA'en kan, er de selvfølgelig lige så anvendelige som DG8SAQ's VNWA.

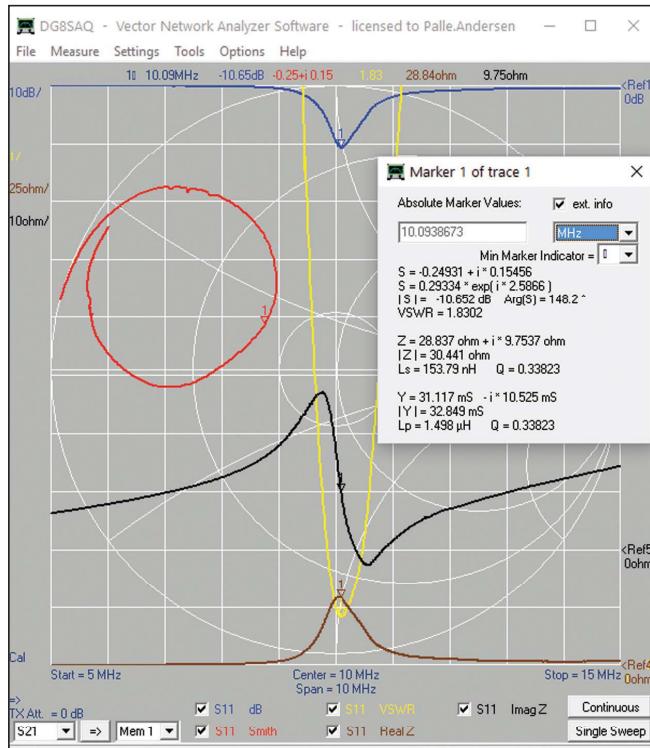
Måling med VNWA

Jeg skal her gennemgå et eksempel på måling af en antennen med en VNWA, og efterfølgende, hvorledes SMITH V3.10 laver den "perfekte" tilpasning.

Den antennen jeg vil beskrive i eksemplet, er en modificeret 27 MHz, 5/8 GP, således at den kan arbejde på 30 meter WARC-båndet som ¼ bølge antennen, fra 10,1 til 10,15 MHz, efter fjernelse af det tilpasningsled i bundstykket, som den var født med til 27 MHz. Det småle bånd betyder, at vi kan lave et godt SWR på denne antennen over hele båndet.

Hvis du har anskaffet dig en VNWA, er du sikkert også bekendt med, at der skal ske en kalibrering af VNWA'en, inden du kan bruge den til at måle med, og for at måle på en antennen, er det nødvendigt, at kompensere for effekten af kablet der er tilsluttet antennen, så det ikke får indflydelse på vores måling, idet kablet efter kalibreringen indgår som en del af VNWA instrumentet. Dette gøres ved, at kalibrere VNWA'en med kablet tilsluttet VNWA'ens TX-port i den ene ende, og så lave en såkaldt S-O-L = SHORT-OPEN-LOAD kalibrering i den ende af kablet, der skal tilsluttes antennen.

På den måde får kablet ingen indflydelse på det vi ønsker at måle, nemlig antennen.



Figur 3. Impedansen set i shacket. VSWR ses som 1:1,83 og det er ikke acceptabelt

Antennen er placeret i rygningen på mit ståltag, og har dermed et rimeligt godt jordplan, og efter kalibrering af VNWA'en og lidt justering af længden, ser det målte udgangspunkt ud som i figur 3, set fra enden af kablet i radiorummet. Vi skal bruge tallene i Trace1 i toppen af billedet, yderst til højre, Impedansen har en to komponanter på hhv. 28,84 Ohm, og på 9,75 Ohm. Detal skal indtastes i SMITH V3.10-programmet

Ved at højreklikke på Marker1 kan man vælge Extended Marker Info, og her kan man også finde de samme data omtrent midt i billede. Alle data er S11-data, og af den røde cirkel ses Marker1 i den induktive halvdel (øverste).

Den hvide cirkel i midten af Smithkortet, indikerer VSWR 1:1,5. Det fremgår således, at antennen har en imaginær del (reaktiv) på 9,75 Ohm, og en realdel (ohmsk) på 28,84 Ohm, og det må vi se at få gjort noget ved.

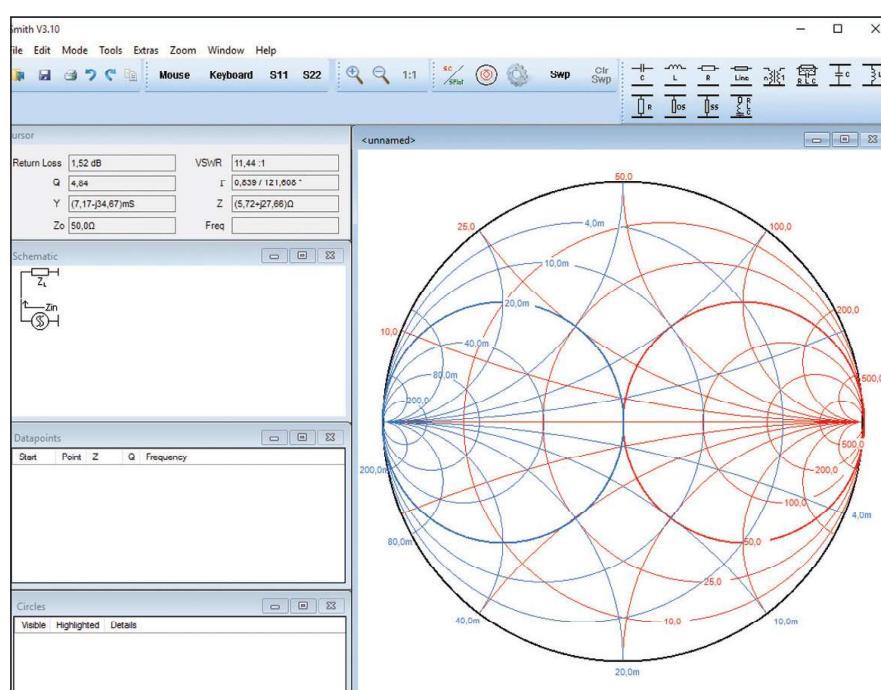
Hvis du har en antennen analysator, som kan præstere real- og imaginær del for din målte antennen, kan disse data også benyttes i SMITH V3.10.

Samarbejdet med SMITH V3.10

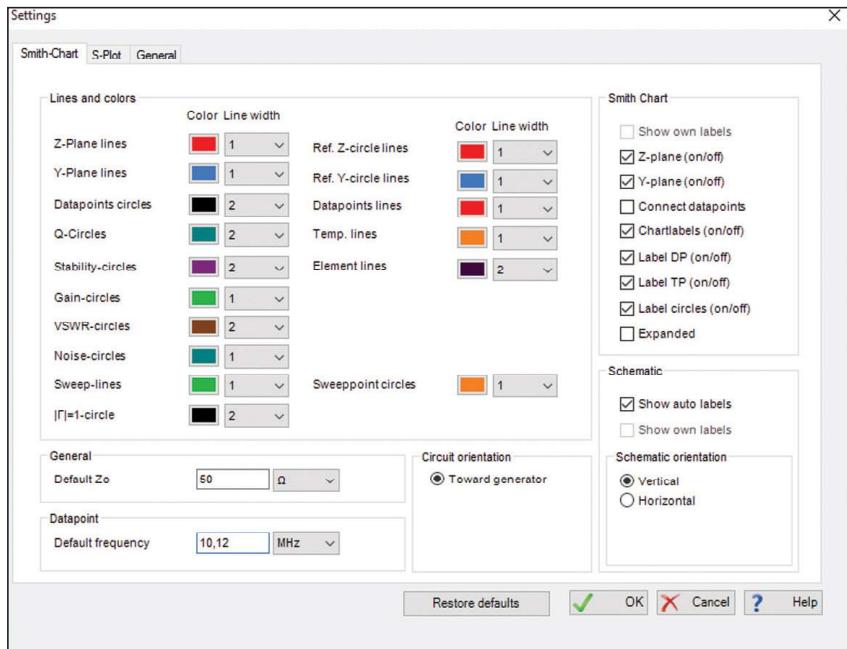
Nu starter vi SMITH V3.10 programmet, se figur 4. I selve billede af Smithkortet cirklen ses nogle mindre cirkler, som alle refererer til forskellige markeringer i kortet. Især er der 2 cirkler vi skal være opmærksomme på, og det er de 2 cirkler, der går gennem centrum.

Centrum indikerer vores systemimpedans, her 50 Ohm, og det er her antennens impedans gerne skulle ende på et eller andet tidspunkt i vores eksperiment.

I venstre side af kortet (blå) på midterlinien, vil impedansen være rent reel (ohmsk) og lig 0 (nul) Ohm. Tilsvarende i højre side af kortet (rød) er impedansen ligeledes rent ohmsk, og uendelig høj. Dette er de 2 yderpunkter impedansmæsigt. Hvis vores målepunkt ligger i den øverste halvdel af kortet siges det, at impedansen er induktiv, og hvis målepunktet ligger i den nederste halvdel, er impedansen kapacitiv.



Figur 4. Åbningsbilledet



Figur 5. Set-up

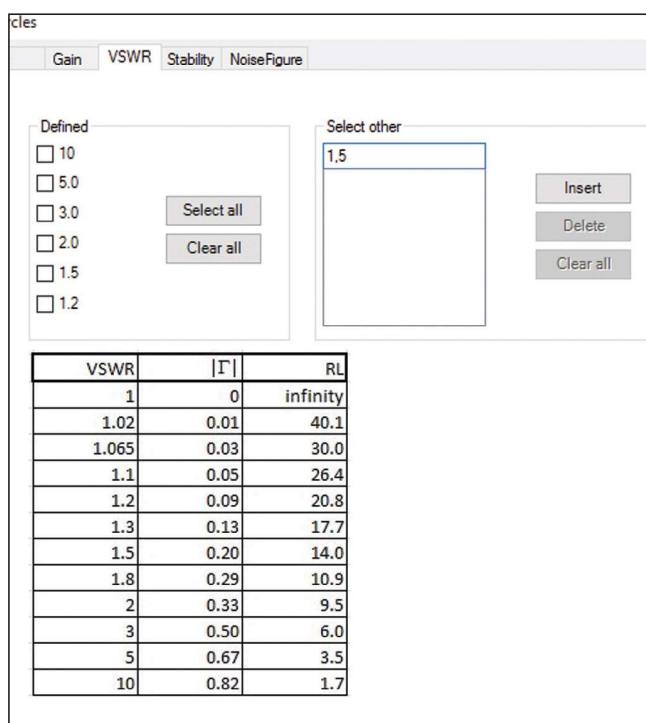
Kun på den vandrette midterlinie er antennen rent ohmsk. Mere om netop dette i Ref. 2.

Opsætning af SMITH V3.10

Vi skal lige have sat nogle referencer i programmet som udgangspunkt.

Under MENU-punkt "Extras" vælges "Settings" og figur 5 fremkommer.

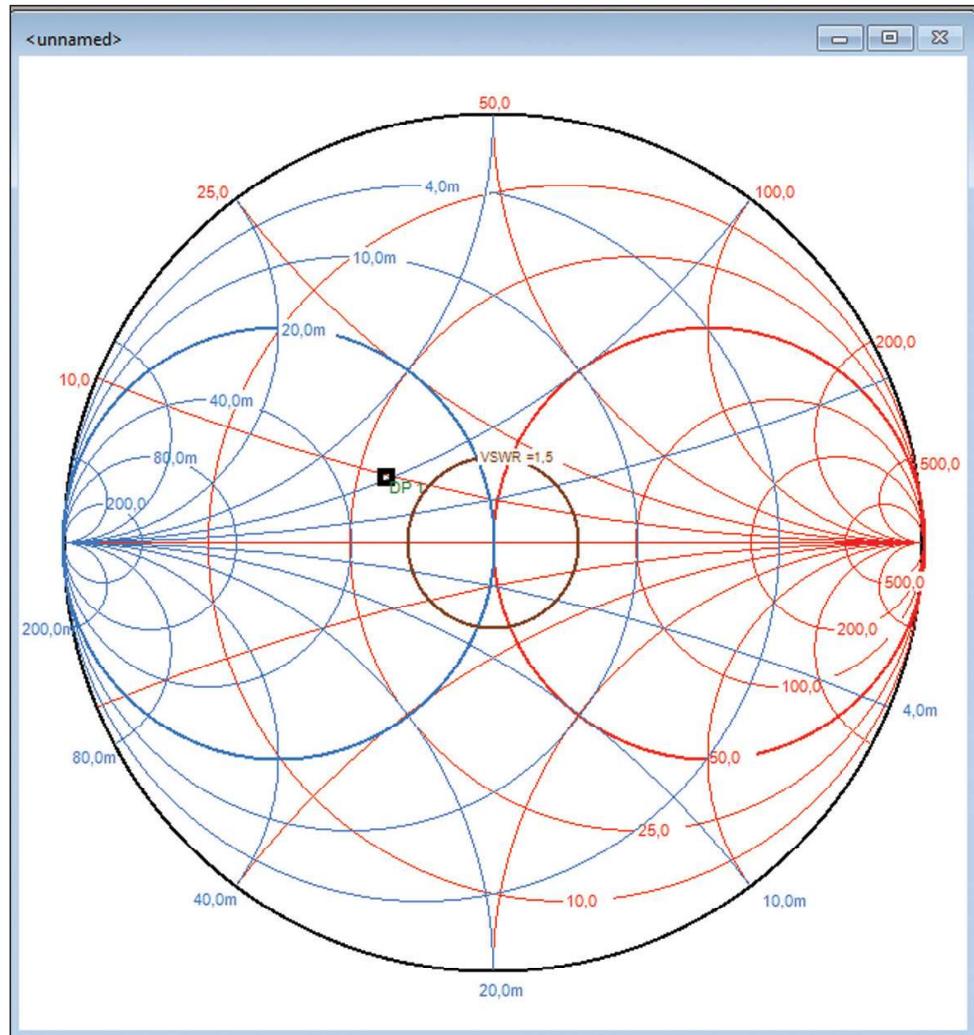
Her kan med fordel sættes den frekvens, der er den ønskede resonansfrekvens for antennen, her 10,12 MHz. Afslut ved tryk på "OK". Denne frekvens vil blive stående, og vil også stå der næste gang programmet bliver åbnet.



Figur 6. Indtastning af værdi for VSWR cirkler

Hvis man ønsker det, kan der indsættes en cirkel i smithkortet, som svarer til VSWR 1:1,5, eller hvad man nu ønsker, ved at vælge "Tools" og derefter "Circles", og tryk på flappen "VSWR". Så fremkommer billedet i figur 6. For at indtaste, skrives i feltet "Select other" den VSWR-værdi man ønsker, her 1,5, og tryk på "Insert", og tryk på "OK". Cirklen med VSWR 1,5 kan være rar at have som reference i det videre arbejde.

Figur 7. Indtastning af impedansen



Figur 8. Plot af impedansen

Indtastning af data til smithkortet kan foretages på 2 måder. Enten ved at bruge musen eller ved at bruge keyboard. Selv fortrækker jeg keyboard, da dette giver den mest præcise markering. Tryk på "Keyboard", og billedet figur 7 fremkommer.

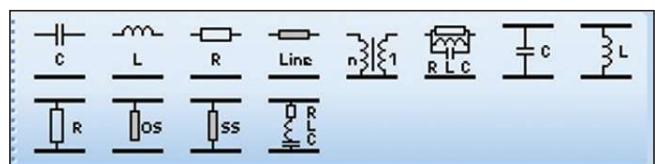
Her indsættes de 2 tal fra målingen med VNWA, i toppen af billedet øverst, realdelen 28,84 Ohm og den imaginære del 9,75 Ohm, som vist, og der afsluttes med tryk på "OK".

Her er antennen induktiv, og dermed er den imaginære værdi positiv, men hvis antennen er kapacitiv sættes et minus foran tallet i feltet im. Nu ser billedet ud som figur 8. Vi har fået indsat datapunktet DP1, som er det målepunkt, VNWA'en har givet os. Dette punkt skal vi have flyttet ind så tæt på centrum af smithkortet, som muligt.

Vi kan nu gå 2 veje på kortet for at nå linien, der går gennem centrum. Fra vores udgangspunkt, kan vi tegne en cirkelbue, som følger den RØDE cirkelbue op og videre gennem MAX Ohm, induktiv, eller vi kan følge den tilsvarende blå

cirkelbue nedad, og altså kapacitiv. Fælles er, at vi skal ramme én af cirkelbuerne, som går gennem centrum. Her vælger vi den blå cirkelbue. Dertil skal vi bruge nogle værktøjer.

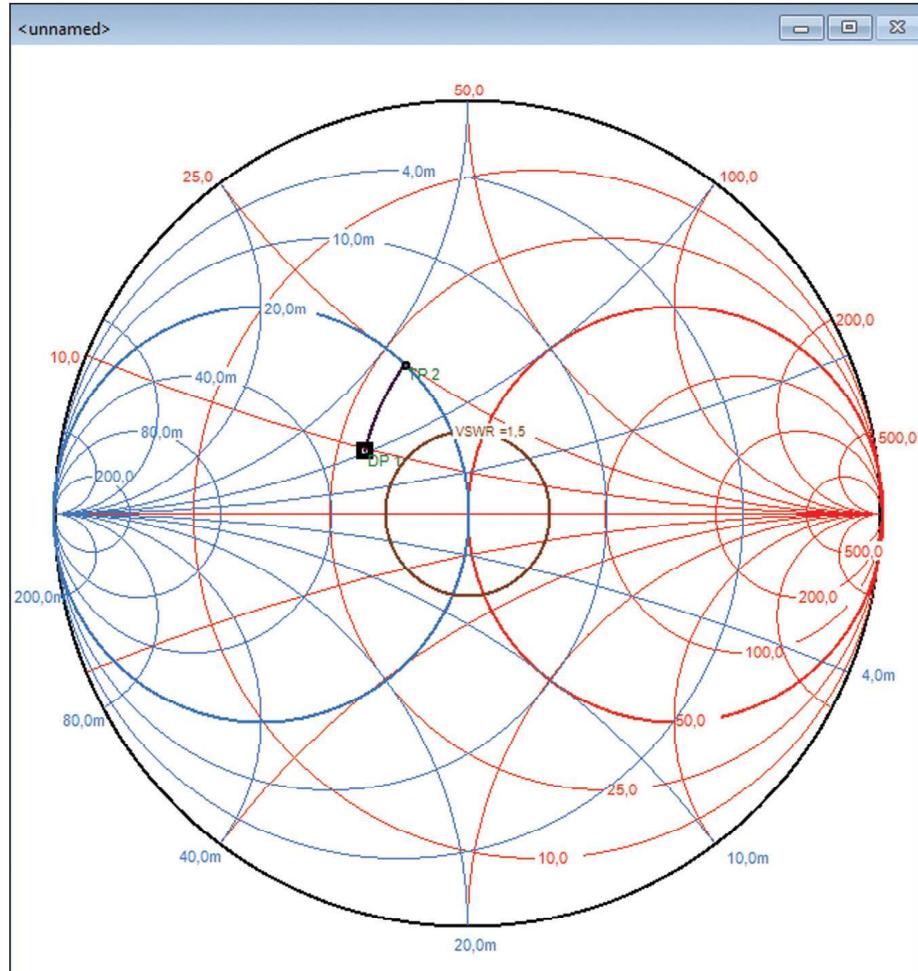
Øverst i højre hjørne af SMITH V3.10 ses en række ikoner, som vist i figur 9. Det er disse, der giver adgang til at fremstille den perfekte tilpassning til antennen. Læg også mærke til, at der er en "Line", der kan tillæge kabel-længder i stedet for LC-kredse.



Figur 9. Værktøjsikoner

Hvis vi vælger seriespolen, nr. 2 fra venstre, dannes en cirkelbue fra vores DP1, som går op gennem den del af kortet, som er induktiv og gennem impedanspunktet "uendeligt".

Vi kan nu med musen hæfte denne cirkelbue til den blå cirkel, der løber gennem centrum af kor-



Figur 10. Effekten af en spole i serie

tet, altså 50 Ohm, og trykke på venstre knap på musen der, og DP2 dannes. Du kan selv eksperimentere med, om du vil gå op- eller nedad, ved at skifte lidt mellem parallel og serie-komponenterne, indtil du har fundet nogle passende praktiske værdier til dine tilpasnings komponenter.

Nu får vi et billede der ser ud som vist i figur 10. Nu er DP2 sat som er udtryk for den selvinduktions vi skal tilføre vores tilpasning, og der er indtegnet en buet linje mellem DP1 og DP2. Den sorte cirkel omkring centrum i billedet, indikerer VSWR 1:1,5.

Nu skal vi have ud lignet den induktive reaktans, således at vi kan nå centrum af kortet, og det kan ske ved at vælge en parallel kapacitet. I værktøjslinjen vælges nu den næst sidste ikon i øverste række, parallel kondensatoren, og der dannes en cirkelbue, som går nedad gennem centrum, fra DP2.

Hvis du har trykket forkert, fjernes indtastningen ved at trykke på musens højre-knap. Ved at trykke på musens venstreknap præcis i centrum, sættes DP3, og nu ser billedet ud som vist i figur 11. Jo mere præcist man kan sætte datapunkterne, jo nøjagtigere bliver de beregnede komponenter, som skal danne vores tilpasning. "Schematic"

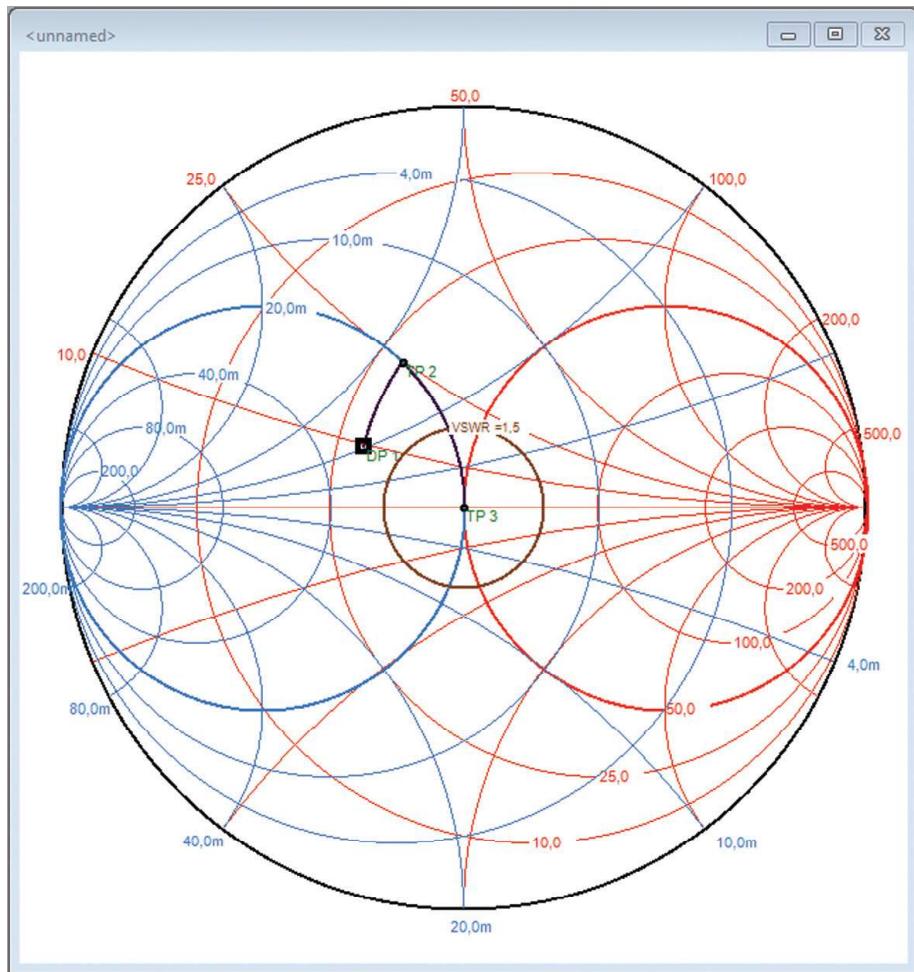
i figur 12 har nu fået tilføjet en parallelkondensator på 269,5 pF

Hvis ikke værdierne passer helt med, hvad du har liggende i skuffen, dobbeltklikker du på komponentværdien, som giver adgang til at redigere tallene. Efter en ændring, ses på kortet, hvad ændringen resulterer i. Nu kender vi de komponenter, der skal til, for at danne et tilpasningsled til antennen.

Ved hjælp af et PC-meter, som har været byggeprojekt i EDR Frederikssund, eller bruge RCL meter funktionen i VNWA'en, hvor der måles på frekvensfordelingen 10,12 MHz, var det en smal sag at fremstille en passende spole, der blev viklet omkring en plastikholder, som havde været brugt til at holde tin-tråd, og indbygge den i en ligeledes passende kasse med et par PL-stik, hentet i afdelingens skrot-bunke. Filtret ses på foto 1.

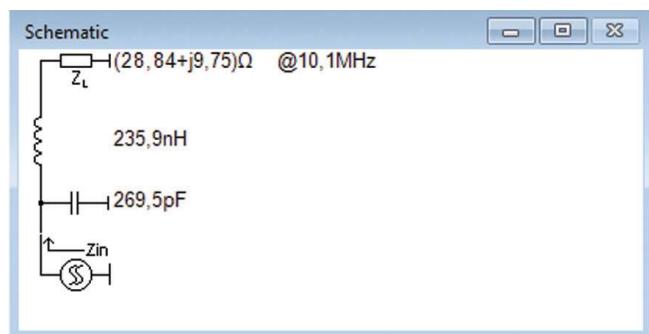
Jeg er den lykkelige ejer af et PA-trin, så derfor er dette tilpasningsled designet til, at kunne håndtere 1 kW, så der er brugt tyk elektrikerledning og silvermica kondensatorer.

Jeg havde ikke en kondensator på 270 pF, men i



Figur 11. Nu med parallelkondensator

stedet blev en 220 og en 47 pF parallelforbundet (billedet er ikke helt rigtigt), og ved at justere lidt på spolen med træk og tryk, lykkedes det at ramme nogenlunde præcis med tilpasningen. Det lykkedes at nå et VSWR på 1:1,02 hvor det er bedst og helt uden besvær, og det er vel ikke så ringe endda.



Figur 12. Diagram af tilpsningsleddet

Det afsluttende billede af måleresultatet med boksen placeret lige under antennen, kom til at se således ud, og det ses, at den sidder lige i øjet, figur 13. Som det fremgår af billedet, er den nederste spids i retur los 42 dB nede, og det må vel siges at være perfekt til amatørforhold, med et VSWR på 1: 1.02, eller hvad?

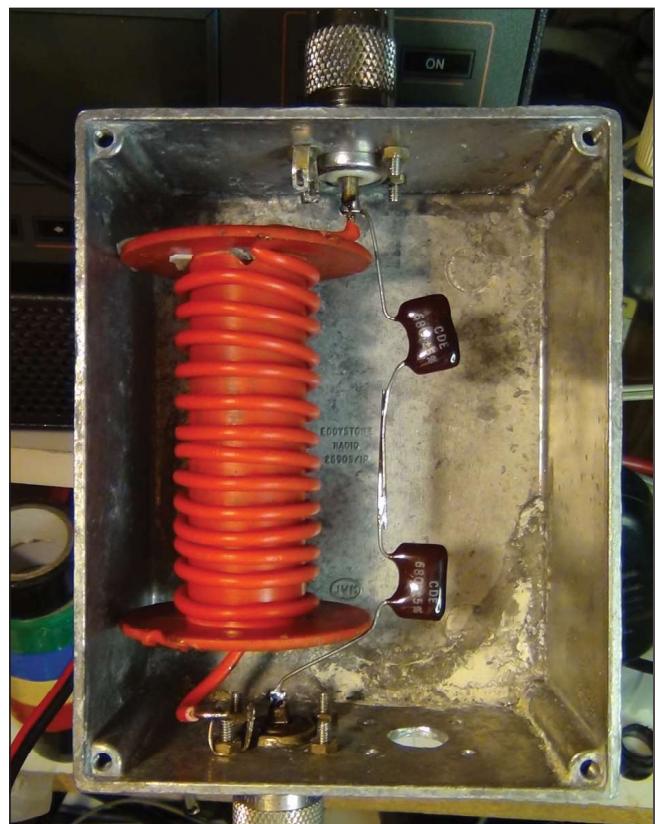
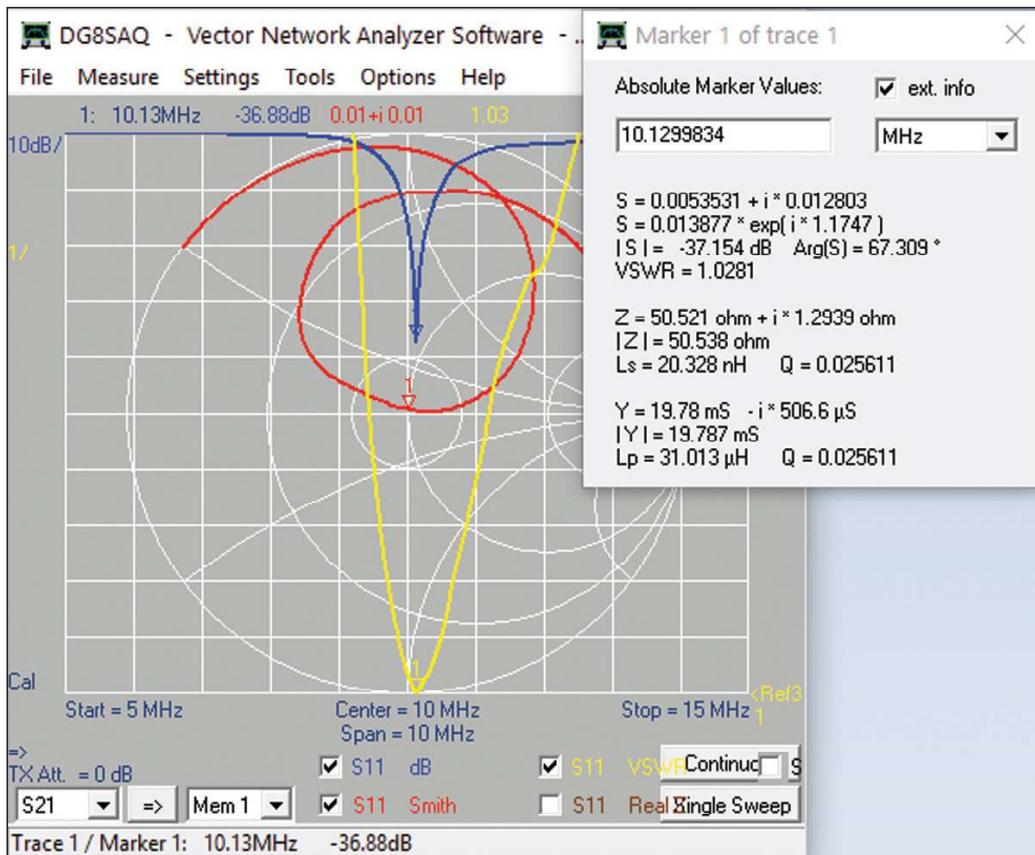


Foto 1. Tilpsningsleddet, som det kom til at se ud.



Figur 13. Den endelige VSWR kurve



Foto 2. Boksen med tilpasningsleddet

Realistisk set, vil resultatet skifte lidt mellem hvert sweep, når vi er så tæt på det perfekte resultat som her, men som det ses her efterfølgende, er der rimelig god overensstemmelse med min hjemmebyggede VSWR-måler.

Herefter gik jeg så over til at slutte antennen til min HF radio med PA-trin, og her må jeg sige, at det går "formidable".

For det meste må jeg nu indkoble 6 - 12 dB dæmpning for ikke at overstyre modtageren på de kraftigste signaler, og alligevel hører jeg fint de signaler der ligger langt under een S-grad, og støjen på båndet er stort set væk.

PA-trinnet kan give over 1000 Watt, uden at retur-effekten kommer over 25 Watt på noget tidspunkt, så alt i alt er jeg meget tilfreds med resultatet.

Selv om return loss har et meget skarpt dyk, dækker antennen alligevel det relative smalle bånd på 30 meter med et SWR omkring 1:1.05 ved båndgrænserne, som så kan yderligere forbedres med PA-trinnets indbyggede tuner, men nu skal jeg så i gang med mine andre antenner.

Foto 2 og 3 viser den færdige og tilpassede antennen, og i figur 4 ser vi VSWR målt med min hjemmebyggede VSWR-måler



Foto 3. Den færdige antennen



Foto 4. Fint VSWR også med den hjemmebyggede analysator.

Slutbemærkninger

SMITH V3.10 kan meget mere end her er beskrevet, men hvis dette har været en appetitvækker, så kig i referencen med OZ1CBW, Peters slideshow, og der vil du finde flere fine forklaringer.

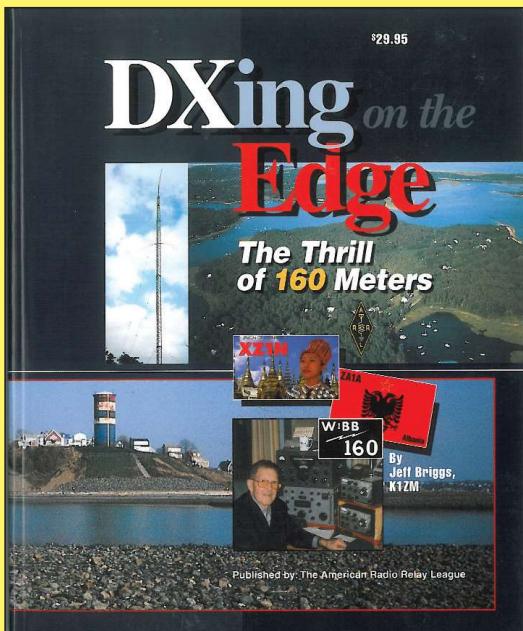
Referencer:

Ref. 1. DG8SAQ, Tom's VNWA, hjemmeside:
http://sdr-kits.net/VNWA3_Description.html

Ref. 2. OZ1CBW, Peter's slideshow med uddybende forklaringer:
<http://www.oz6frs.dk/attachments/article/494/Smith%20chart%20foredrag%20for%20begyndere.pdf>

Ref. 3. Fritz Dellsperger's SMITH V3,10 kan hentes her:
<http://www.fritz.dellsperger.net/smith.html>

OZ



DX på kanten

En beretning om 160 m båndet.

Der er:

- fortællinger om historien fra 1930'erne og til i dag krydret med mange fotos.
- nyttige oplysninger om hvordan man opererer på dette spændende bånd.
- Beskrivelser af antenner

samt meget mere.

Tilbud, så længe lager haves
275,- kr.

Radioamatørernes Forlag - Klokkestøbervej 11 - 5230 Odense M
tlf. 66 15 65 11 - fax 66 15 65 98 - E-mail: kontor@edr.dk - webshop: www.edr-forlag.dk