

## Moxon-antenn – en snäll riktantenn

Moxon Rectangle är en kompakt riktantenn, med ovanligt bra fram/back-förhållande och bred framåtlob. Det gör den enkel att använda. Den har en förstärkning som påminner om en 2-element yagi, men är mer bredbandig. Oftast är det inget problem att få den att täcka ett helt HF-band och är matcha lätt till 52 ohms coax.

Jag ska här berätta om Moxon Rectangle-antennens trevliga egenskaper och trimning, men också om en Moxon-antenn som inte fungerade, den i vinjettbilden intill. Det var ett "experiment som såg lovande ut", en förkortad coax-baserad antenn, men den fungerade inte bra. Läs *varför* den inte fungerade, vilket också kan vara lärorikt.

Exemplen i denna artikel är för 17m-bandet, ett intressant våglängdsband.



Text: Poul Kongstad SA7CND

En 2-elements yagi-antenn för 17 m bandet har ca 8 m långa element och bomlängd på 3-4 m. En Moxon Rectangle för 17 m bandet är 6 m bred och har 2.2 m bomlängd. I bild 1 visas en skiss på Moxon-antennen, som ofta används horisontell. Antennen är bredare än den ser ut i vinjettbilden. Jämför bild 5.

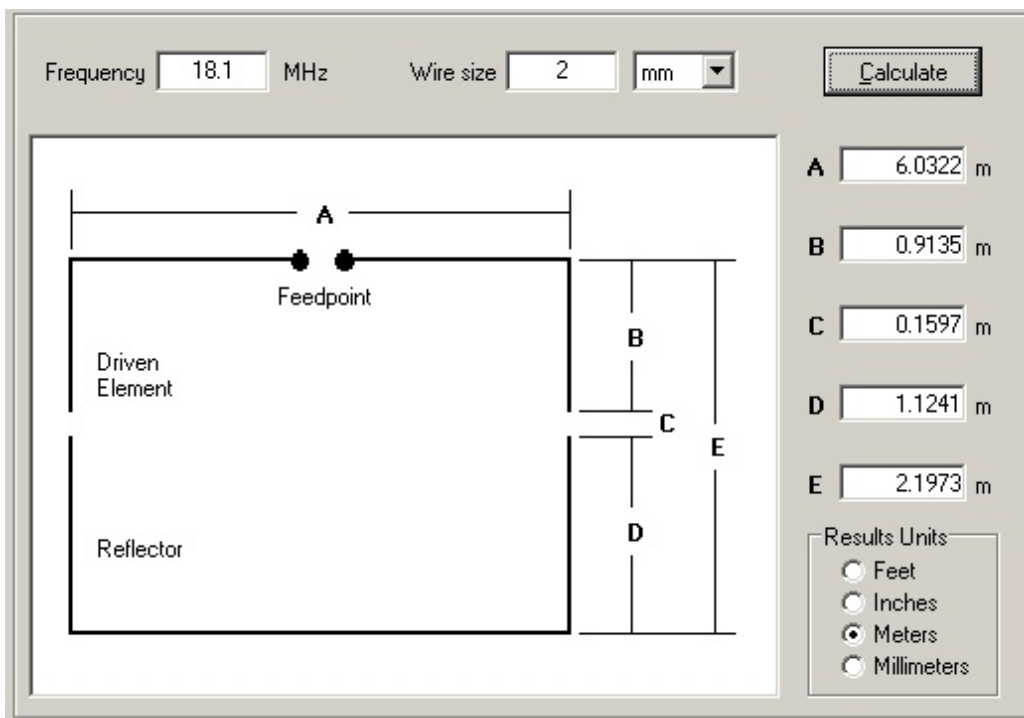


Bild 1 – Schematisk skiss av en Moxon Rectangle antenn sedd uppifrån. Bilden är från programmet MoxGen [1] som kan beräkna antennens mått för olika frekvenser och antennelement.

Som synes har Moxon-antennen elementdelar invikta mot mitten, och det minskar svänggraden för antennen med 25-30 % vilket är bra när man har begränsat utrymme. En Yagi på 17 m bandet har svänggraden nästan 4.5 m, mot Moxon 3.2 m. Moxon kan även byggas för hängande "fast läge", för t.ex 40 m bandet (15 x 5.6 m).

Tekniken med invikta element minskar inte bara omfånget, utan förbättrar fram/back-förhållandet jämfört med yagi-antennen. Att det fungerar beror på att strömmarna är så låga i de invikta benen att det inte påverkar effektiviteten, men däremot strålningsdiagrammet.

Moxon-antennen har sitt ursprung i en horisontell Quad, där Les Moxon (G6XN, SK) införde gapet C mellan elementen och minskade bomlängden. Denna symmetriska antenn gav högre förstärkning än Quaden men var svårtrimmad (gapet kritiskt).

Den som förfinat Moxon-antennen till *Moxon Rectangle* är L.B.Cebik (ex-W4RNL, SK) [2]. Hans "Moxon" är mindre och bättre än Les Moxons antenn, och inte kritisk att bygga.

Cebik förädlade Moxon-modellens form och mått i EZNEC antenmodellingsprogram [4]. Exempel på prestanda över "real ground" på 20m bandet [2] i bild 2.

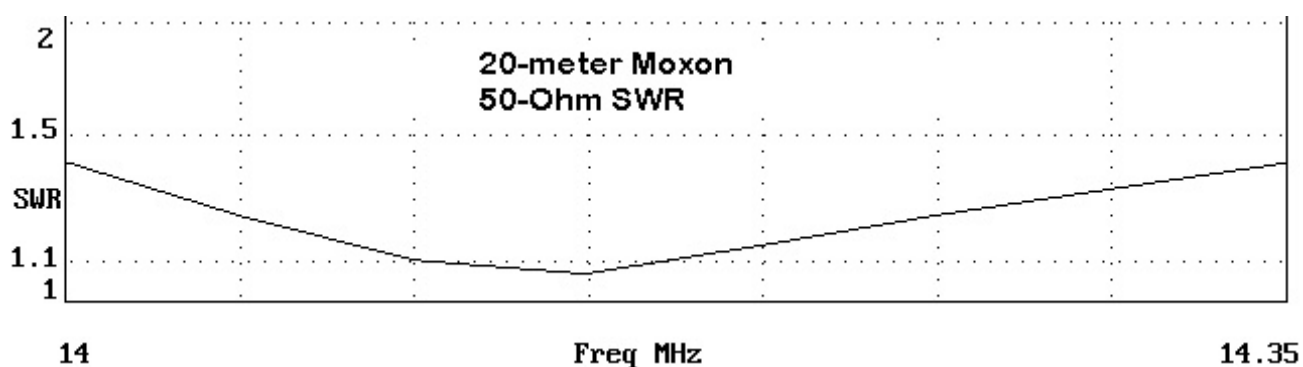


Bild 2 Moxon-antennens utmärkta bandbredd och goda anpassning till 50 ohm (simulering)

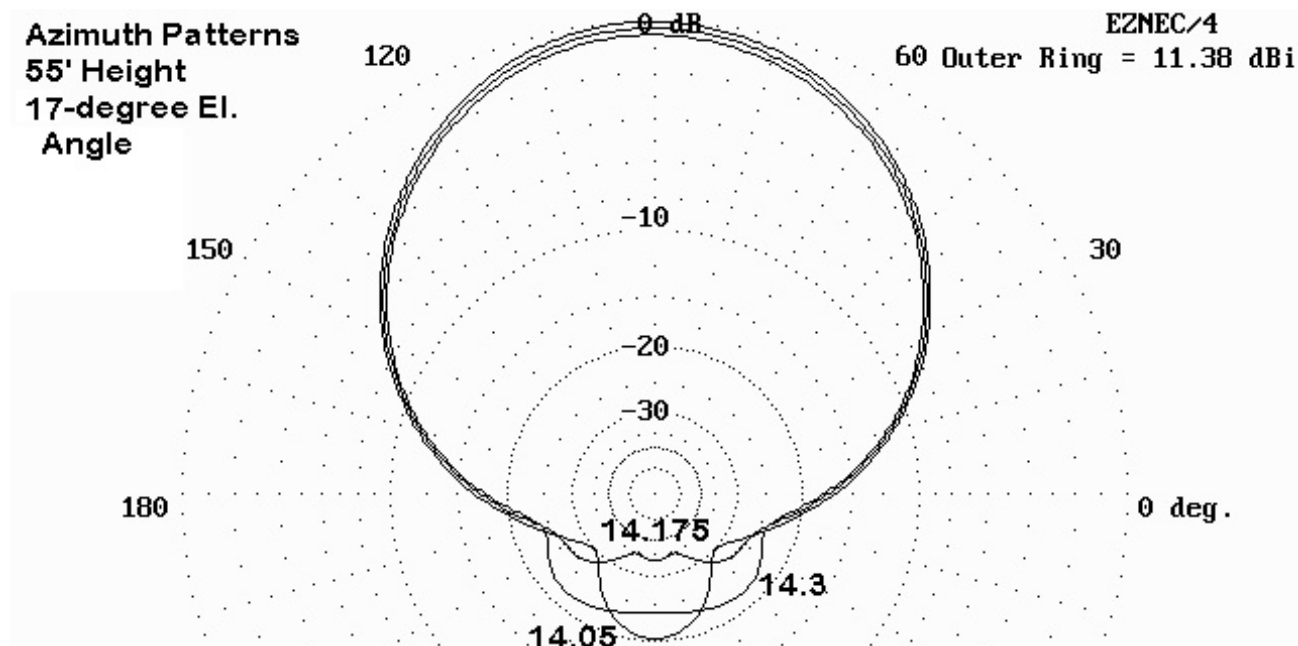


Bild 3 Moxon-antennens strålningsdiagram ca  $\frac{3}{4}$  våglängd över "real ground" (optimalt) enligt Cebik

Det utmärkta strålningsdiagrammet och förstärkningen 4-5 dB över en dipol syns i bild 3. 2-elements yagin har endast 10-12 dB backdämpning medan Moxon har 20-25 dB. Med roterbar antenn är det en smaksak om hög eller låg backdämpning är bra (störsignaler bakifrån, alt. slipper svänga antennen i de fall yagins backmottagning räcker).

Strålningsdiagrammen för 2-elements yagi och Moxon skiljer sig mest bakåt och lite runtom. Vertikal strålningslob ("take-off angle") är samma, och varierar med olika höjd över mark (real ground) enligt simuleringar:

Take-off angle för olika antennhöjder i våglängd:

$0.375\lambda$  33 grader;  $0.5\lambda$  26 grader;  $0.75\lambda$  18 grader;  $1\lambda$  14 grader.

Lägre take-off-vinkel är bättre för DX.

## Prova själv

Moxon Rectangle antennen lämpar sig för hemmabygge, och är inte svår att trimma. Behändigast att hantera är Moxon-antennerna för 10-, 6- och 2 m-banderna (3.8, 2.2 och 0.75 m bom).

Programmet MoxGen [1], bild 1, är för Windows men går även på Linux med *wine*. Det beräknar mått för elementen. Vad som inte syns i bild 1 är att programmen även kan skapa en designfil för några antenmodelleringprogram [4].

Antennen kan byggas på många olika sätt med aluminiumrör eller tråd på fiskespön eller PP-rör (PVC), med eller utan stödlinor. På internet finns många exempel, bl.a Moxon Antenna Project [3]. Aluminiumrör av tunnare dimension går med försiktighet att böja i hörnen över en utsågad bräda (kvartscirkel i änden) eller ett rörböckningsverktyg. En böj fjäder eller sand inuti är bra. Att skarva med vinkelstycken tror jag är svårt att få vädertåligt. Använd *rostfri* skruv och mutter med låsbricka. Antennelement med isolerad tråd är 3-4% kortare än med blanktråd. Om man gör antennen i aluminiumrör, har Swedol lämpliga isolatorer (såsom Rörklammer 221810 för 25 mm).

Ett trick att skarva ihop rör som inte passar i varandra precis är att först borra ett hål för skruven genom båda rören, och därefter förstora hålet i yttre röret på ena sidan till lite större än skruvskallen. Då kan den rostfria insexskruven spänna ihop det inre röret mot andra insidan av det yttre röret. Skruvskallen sitter lite inuti det yttre röret, och mutter och bricka på dess andra utsida. Enklare än det låter här, se bild 4! Om rören passar tajt kan rostfria plåtskruvar användas. Aluminiumpasta bör användas mellan rören.



Bild 4 – Nersänkt skruv för skarvning av rör som inte passar tajt.

Gapet C i bild 1 ska hållas, med t.ex tunna VP-rör. Om du inte hittar svarta VP-rör, täck med svart eltejp (UV-säkring). En 1:1 balun används normalt.

Cebik ger följande tips för att trimma Moxon-antennen. Se bild 1.

- Längden A bestämmer impedansen i stort
- Justering av radiatorns invikta delar B har störst inflytande på reaktansen ( $jX$ ) i matningspunkten



- Justering av reflektorns invikta delar D påverkar resistansen i matningspunkten
- Gapet C har störst påverkan var i bandet som max backdämning hamnar.

I början kollar eller trimmar man antennen på låg höjd, med reflektorn neråt. Använd t.ex en NanoVNA, kalibrerad för mätkabeln mellan balunen och NanoVNA. Se bild 5-7. Därefter bör man ta upp antennen några meter och verifiera eller justera.

En antenn byggd med tråd på en stomme är lättare att ändra mått på än en byggd med rör (som min är). Dock stämde beräkningsprogrammets [1] mått väl. Förbered för att antennen behöver öppnas vid en skarv C för att kunna sättas på en mast eller ett rör.

Placera bomfästet så att antennen är i balans. Du behöver skaffa bra med svart eltejp för UV-skydd och kabelfäste, och en del vulktejp för vädersäkring av bl.a kontakter. Vulktejp måste UV-skyddas direkt med svart eltejp utanpå.



*Bild 5 – Moxon Rectangle för 17m-bandet i 20/25 mm alu-rör, klar för mätning innan uppsättning. Reflektor neråt. (Samma träd som i bild 6!)*

### **Ett experiment som *inte* fungerade**

Bilderna 6-7 är från ett tidigare experiment med en "förkortad Moxon Rectangle" för 17 m. Den fungerade inte, men det kan vara intressant att förstå varför. Antennen på arbetshöjd ca 14 m hade antennen en lob åt vart håll, väldigt "oMoxonskt" och verkade inte så effektiv, men såg i



övrigt mycket välanpassad ut på NanoVNA (bild 7). Båda elementen var förkortade men elementavstånd var original (justerbar vid trimning med små skruvtingar).



*Bild 6 - Exempel på trimning av experiment-Moxon-antenn modell "fiskspön" med NanoVNA. Radiator uppåt.*



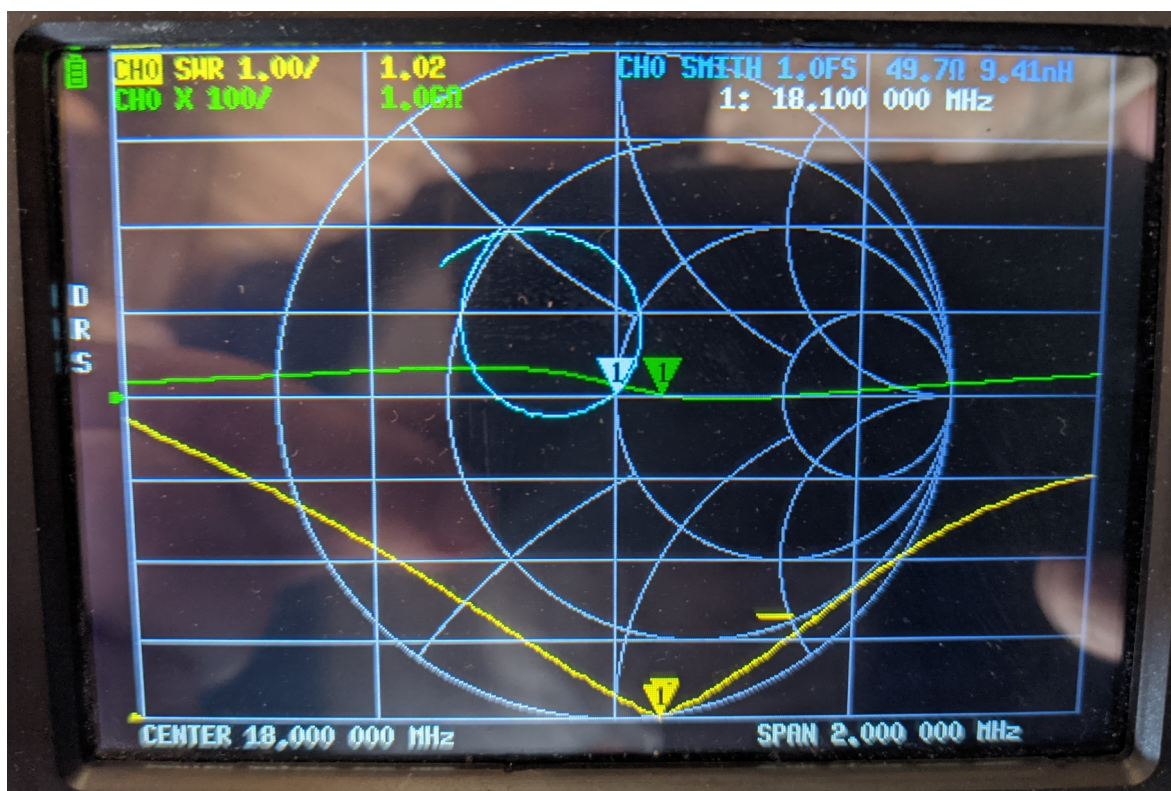


Bild 7 - NanoVNA skärm vid trimning av experiment-Moxon-antenn vid 18.1 MHz (efter kalibrering av mätkabel). Svep 17-19 MHz: gul = SWR, grön = reaktans  $jX$ , blå = Smith-diagram, kurvan ska gå genom mittpunkten (1) vid bästa SWR. Bandbredd vid SWR=2 är större än 17 m bandet, 0.5 MHz. Till synes prima värden, men ingen vidare funktion uppe i masten.

Det finns artiklar [t.ex 5] på internet om förkortade antenner där man vill utnyttja koaxers lägre hastighetsfaktor  $V_f$  typ 0.66. Kan man få kortare antenner med koax? - Nja, oftast inte.

En dipol som görs av koax med matning av *innerledarna* och där skärm *inte* ansluts i matningspunkten, kan göras kortare än normal dipol, dock med nackdelar. Se bild 8A. Men element som reflektor och direktor kan *inte* förkortas mha koaxialkabel. Steve Hunt (G3TXQ, SK) har rätt ut egenskaperna för "koaxantenner" i en artikel på hans mycket intressanta webbplats [6]. Där finns också mycket information om HexBeams.

Förklaringen enligt Steve är att energi lagras i koaxens dielektrikum om det finns en spänningsskillnad mellan skärm (insida) och innerledare pga motriktade strömmar där inne, som inte strålar. Växelströmmen på *skärmens insida* balanseras av en motriktad ström på skärmens *utsida* i samma takt. Det är strömmen på koaxens utsida som strålar, och beter sig bara som en tjock ledare (skärmens ytterdiameter). Bild 8.

Men det är inte koaxens hastighetsfaktor 0.66 som möjliggör en kortare dipol som man kan tro. Eftersom varje dipolhalva är fysiskt kortare än en kvarts våglängd, är den starkt kapacitiv i matningspunkten. Steve skriver att den förkortade dipolen kan komma till resonans som en kombination av strömmen på koaxens utsida (kapacitiv reaktans) och den induktiva reaktans som insidans strömmar motsvarar. Alltså egentligen inget samband med koaxens hastighetsfaktor. Artikeln [6] innehåller ett utförligare resonemang hur det fungerar, den rekommenderas.

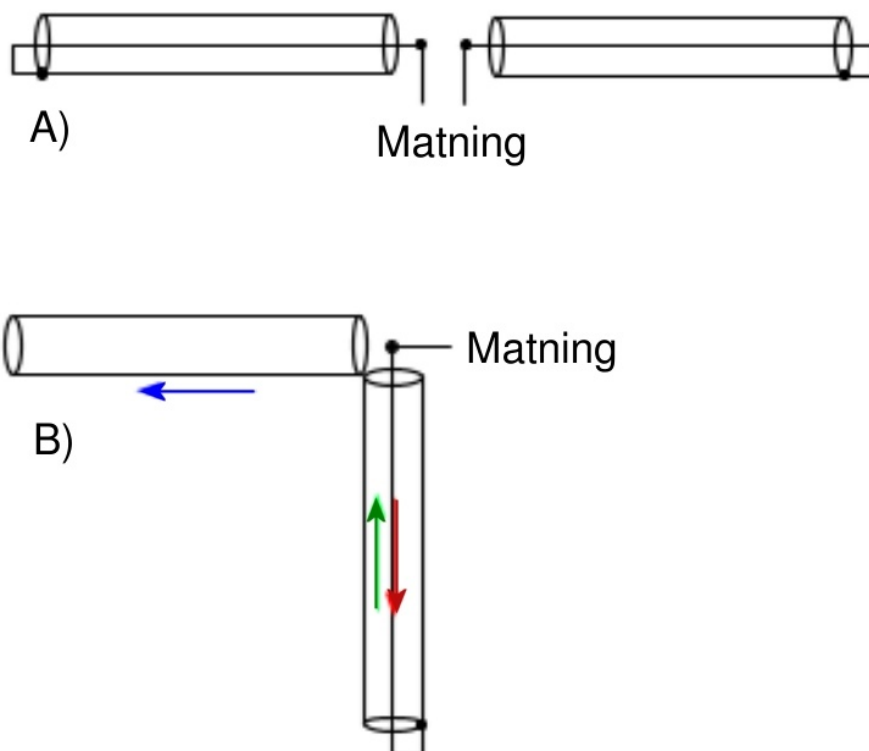


Bild 8A) Dipol av koax, skärm ansluts inte vid matningen, men kortsluts mot innerledare i änden.  
 8B) Uppdelning av impedanser för vänster dipolelement i två delar (koax utsida som strålar, och insida som inte strålar). Från [6].

Den förkortade koaxdipolen har ett antal påtagliga nackdelar enligt G3TXQ:

- Effektförluster på över 50%, ibland mycket mer.  
 Väl designade förlängningsspolar och förkortad vanlig radiator hade varit bättre än koaxen
- Begränsad bandbredd jmf med vanlig dipol pga att balansen bryts mellan koaxens kapacitiva och induktiva reaktansdelar enligt bild 8B utanför resonansfrekvensen
- Övriga element i en riktantenn kan inte förkortas med koax (reflektor, direktorer), ej heller avstånd mellan dem.

Min experiment-antenn i vinjettbilden är nu nertagen och isärplockad, och jag har därefter byggt en "riktig" Moxon Rectangle enligt Cebik för 18 MHz, bild 5. Bandbredden (SWR <2) blev 0.4 MHz.

## Avslutning

En Moxon Rectangle med 2 element är kompakt riktantenn med god bandbredd, och förstärkning i stil med en 2-element yagi. Den går att bygga själv, och fungerar även bra som portabel antenn i trådutförande med fiskespön i kryss.

Visst ska du också testa en Moxon Rectangle på något band!

Som vanligt, lycka till och 73 de Poul, sa7cnd@ssa.se .-.-.

## Referenser

1. Moxon antenndesign: <https://www.ac6la.com/moxgen1.html>
2. L.Cebik antenntekniksidor om Moxon Rectangles:  
<http://www.antentop.org/w4rnl.001/moxpage.html>
3. Moxon Antenna Project:  
<https://web.archive.org/web/20181124080519/http://www.moxonantennaproject.com/>
4. Antennenmodelleringsprogram: QTC 6/2021, sid 10-16
5. Förkortad Moxon-antenn som inte fungerade så bra för mig:  
<https://hamuniverse.com/17mcoaxmox.html>
6. Artikel om problem med koaxialkabelantennar:  
[http://karinya.net/g3txq/coax\\_antennas/](http://karinya.net/g3txq/coax_antennas/)