

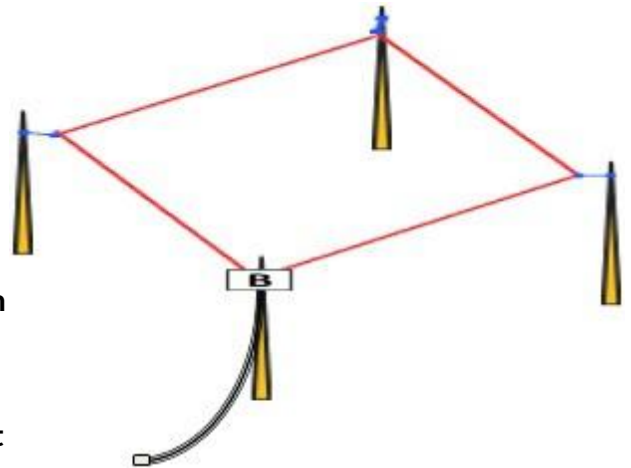
Loopantenner för HF

Denna artikel slår ett slag för långa antenner till vårens och sommarens antennbyggen. Här kommer praktiska tips från artiklar och erfarenheter.

Med loopantenn menar man oftast en mer eller mindre cirkulär trådantenn som är minst en våglängd lång. Den har rykte om sig att vara ganska brusfri och användbar på många band. Den kan fungera bra som en allround flerbandsantenn på kortvåg. Trådantenner är billiga att bygga.

Illustrationen visar den vanligaste loopantennen, "quad", den horisontella (från DJ0IP.de).

En del laborerar med mycket små loopantenner (i förhållande till våglängden), typiskt 1-2 meter i diameter. Visserligen är de små och behändiga, men mycket smalbandiga och med låg verkningsgrad om loopen är mindre än ca 10% av våglängden. De har riktverkan och kräver högledande uppbyggnad samt finreglerad högspänningskondensator för avstämning. Dessa berörs inte här.



Text: Poul Kongstad SA7CND

Vad är speciellt med en Loop-antenn, minst en våglängd lång?

- Många anser att loopantennen vid mottagning är tystare för störningar, brus under regn och statistiskt knaster eftersom den ser ut som "kortsloten" i matningspunkten för mycket låga frekvenser (och DC). Som alla antenner i resonans, dämpas signaler utanför banden, vilket bör eftersträvas
- Loopantennen har rimlig impedans på de flesta band från grundfrekvensen och uppåt. Den anses ha färre "problem-band" än andra trådantenner
- Impedans beror också på monteringshöjd och är typiskt 40-300 ohm (högre impedans vid högre frekvensband och där en del reaktans också)
- Formen på loopen inte kritisk men antennen blir känsligare ju större yta den omsluter
- Polarisation och utbredningsdiagram skiljer starkt mellan horisontell montering och sidmatad vertikal montering.
- En horisontell loopantenn för 80 m har på högre band (10-15m) breda lobar och kan ses som rundstrålände. Där har den även högre förstärkning och lägre takeoff-vinkel (bra för DX), se bild 5
- Längre är bättre - två våglängder lång på lägsta avsedda frekvensband är bättre än en och bör eftersträvas om man vill gå "all-in" med en horisontell loop [3].

Upprinnelsen till loopantennen lär ha en intressant historia: "Cubical Quad" som 1942 löste ett problem med överslag i en yagiantenn på radiostationen HCJB [1].

Vi kan jämföra loopantennen med den vanliga dipolantennen:

- Loopantennen är i resonans på varje multipel av grundfrekvensen alltså 1+2+3+... gånger t.ex 7, 14, 21 MHz – till skillnad från dipolen som bara är i resonans för 1+3+5+... gånger grundfrekvensen med rimlig impedans
- Loopantennen har i snitt lite högre förstärkning än dipolen. Loopantennen har dessutom ofta lägre utstrålningsvinkel (bättre DX)
- Sitter en horisontell antenn lågt, mindre än en kvarts våglängd, strålar den mest uppåt på grundfrekvensen. Typiskt för 80m-bandet.

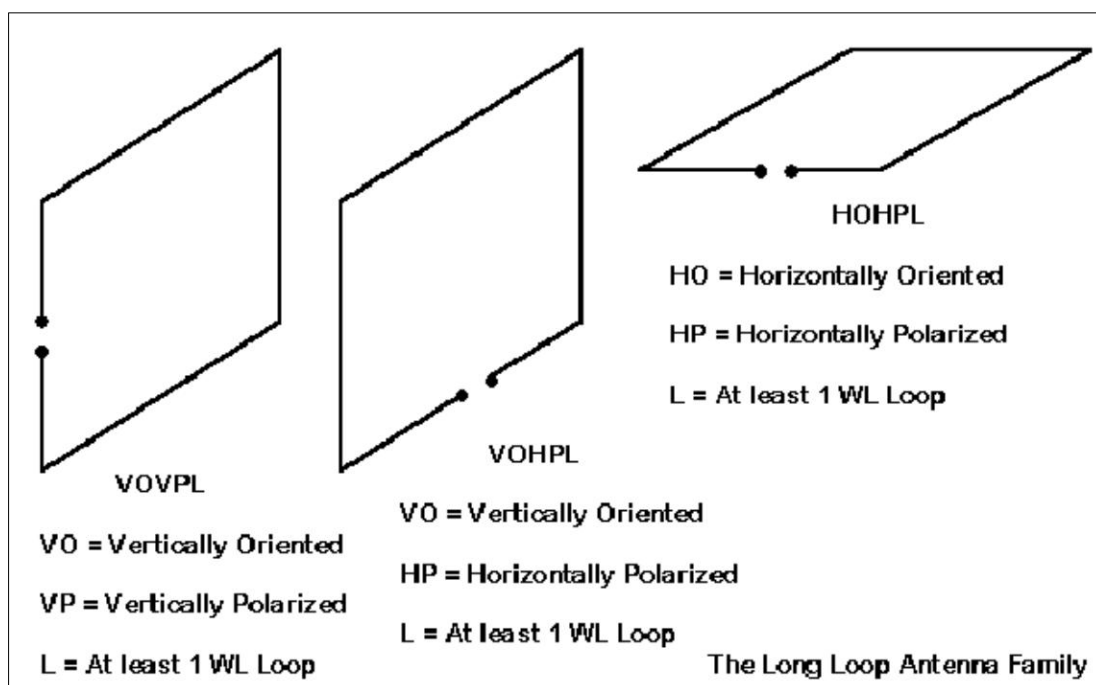


Bild 1. Vertikala och horisontella loopantenner (rektangelform) [2]

En vanlig loopantenn för 80 eller 40 m bandet blir sammanlagt 84 eller 42 meter lång i rektangelform (quad) eller triangel (deltaloop), och hänger i stolpar eller träd. En sida på en sådan antenn blir alltså typ 10-25 meter. Ett exempel på en färdig loopantenn som kan användas på dessa sätt är Sigma Delta Loop HP-80.

Hur strålar en loopantenn?

Loopantennen går bra på grundfrekvensen, men vill man köra DX ska man köra på dess högre band. En loopantenn här är alltså minst en våglängd lång, helst två.

För en **horisontell** loopantenn finns intressanta aspekter såsom:

- Den ryms på en tomt som inte är stor och kräver 3-5 fästpunkter, inte för nära marken

- Antennen strålar mest uppåt på grundfrekvensen, en "cloud warmer", och det är bra för NVIS-förbindelser*
- För högre band blir strålningsdiagrammet gynnsammare för DX. Därför kan antenner med dubbla längden för grundfrekvensen vara intressanta.

Horisonell loopantenn

Den vanliga horisontella loopantennen strålar uppåt på grundfrekvensen, dvs ingen DX-antenn. Men på högre frekvenser blir den helt annorlunda! Se här ett antal simuleringsbilder från vår antennguru L.Cebiks artikel [2]. Se bild 2-4.

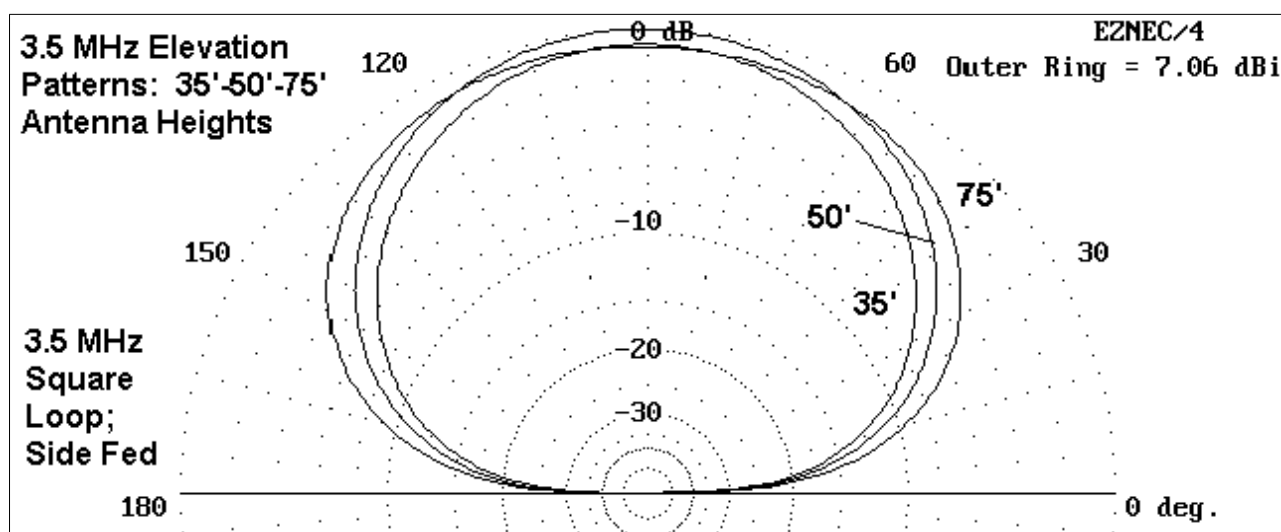


Bild 2. Simulerat strålningsdiagram över marken från en horisontell loopantenn på grundfrekvensen 3.5 MHz för olika höjder över mark, här 11 m ($1/8$ våglängd λ), 16 m ($\lambda/5$) och 23 m ($\lambda/4$) upp.

För de högre frekvensbanden har loopantennen inte maximum rakt upp, utan minimum! Nu hamnar mer energi utåt, lite mer DX. Högre är bättre: ger lägre strålningslobber och bättre DX. Jämför bild 3. Betänk även att för en viss monteringshöjd så blir höjden större i våglängder för högre frekvensband.

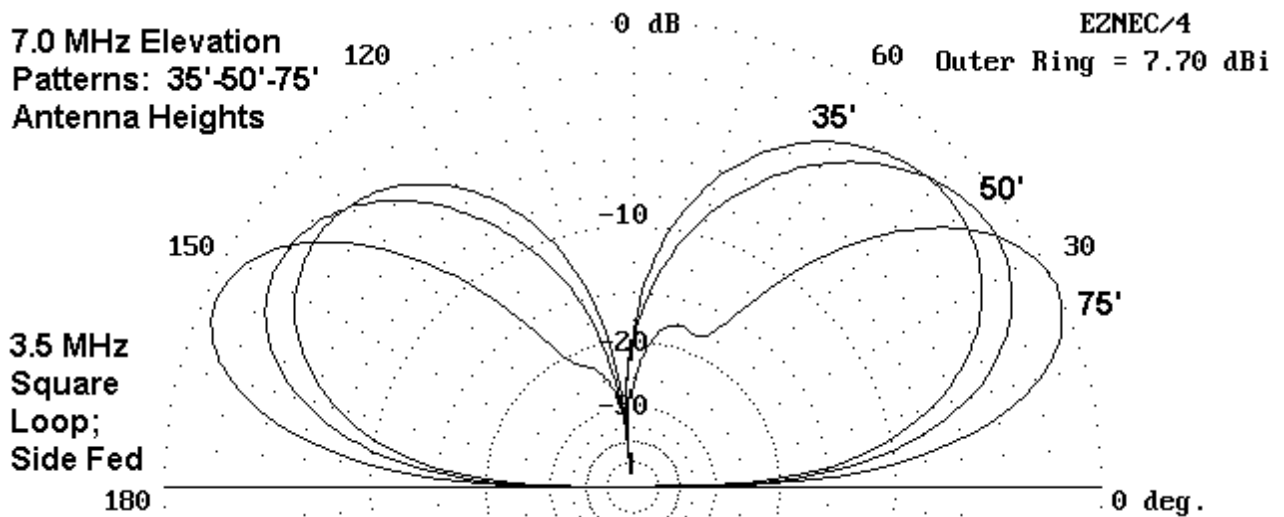


Bild 3. Simulerat strålningsdiagram från samma horisontella loopantenn på dubbla grundfrekvensen, 7 MHz.

Vid högre frekvensband blir loberna lägre och mer flikiga. Förstärkningen ökar i många riktningar och DX-egenskaperna förbättras. Se bild 4 och 5.

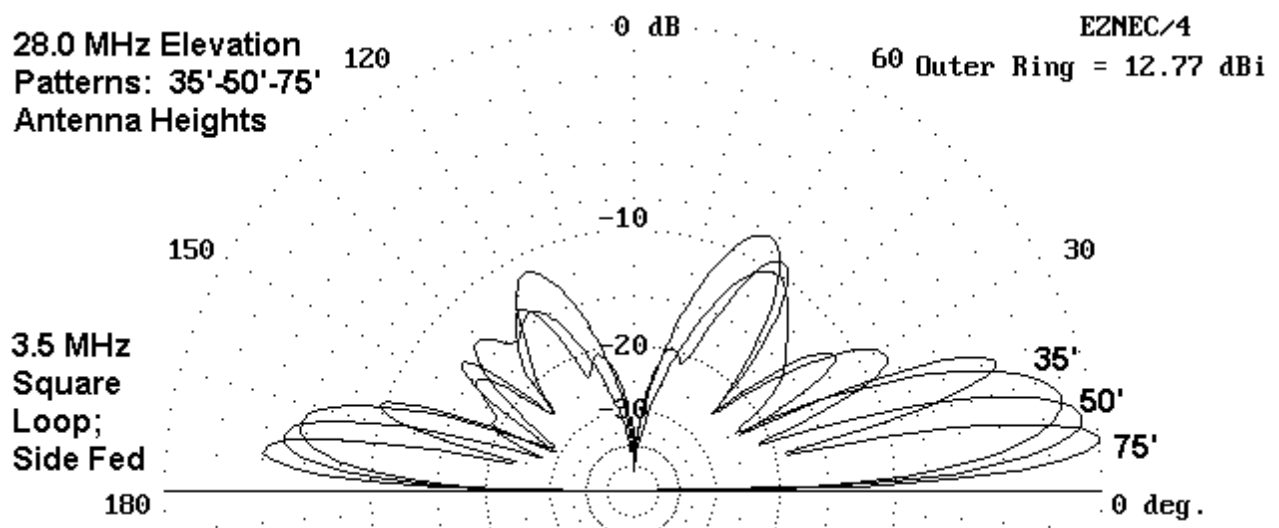


Bild 4. Simulerat strålningsdiagram från samma horisontella loopantenn på åttadubbla grundfrekvensen, 28 MHz och tre olika höjder. Högre monteringen ger lite bättre DX.

På 28 MHz är 80 meters loopantennen nog en bra DX-antenn. Min egen erfarenhet är dock att loopantennens effektivitet är lite lägre än bild 4 på högre frekvensband. På 28 MHz är höjden för antennen i bild 4 ca 1, 1.5 och 2 våglängder upp.

Om man då vill köra på 80m-bandet och inte bara stråla rakt upp, behövs en längre loopantenn, minst två våglängder lång. Då kommer loberna neråt mot horisonten.

En sammanfattning av detta är att en *längre* - och *högre* - horisontell loopantenn är bättre.

Ska man göra en horisontell deltalloop (triangel) blir den mest rundstrålande om vinkeln i hörnet med matningspunkten minskas från 60 till 40 grader [3].

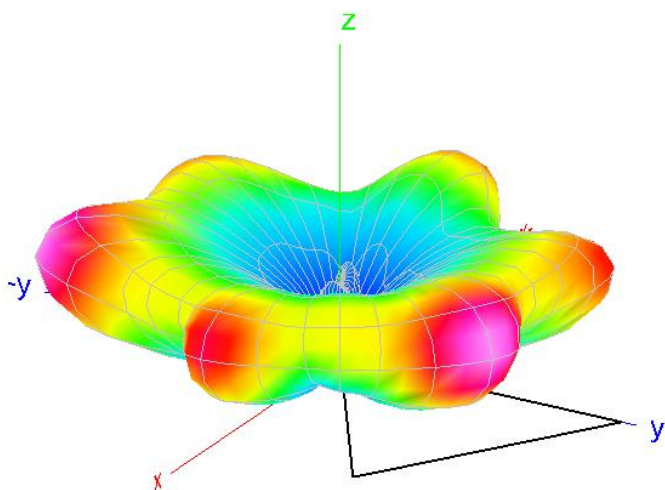


Bild 5. Det kan bli riktigt lustigt på höga band med 80m-loopen på t.ex 21 MHz, här en horisontell deltalooop 8 m upp. Antennen syns i botten.

Vertikal loopantenn

En vertikal loopantenn har en fästpunkt (delta) eller två fästpunkter (quad) högt över mark och står alltså uppåt från marken. Strålningen blir störst tvärs antennens plan. Några nackdelar är att fästen behöver vara väldigt höga och att en vertikal loop egentligen bara fungerar riktigt bra på grundfrekvensen. I ett fall kan den dock bli en mycket bra DX-antenn.

En vertikal loopantenn kräver mark som leder väl, liksom alla vertikalantennerna, och då fås god förstärkning nära horisonten för DX jämfört med en horisontell loopantenn. Avstå vid torra markförhållanden.

Populärare, inte minst av praktiska skäl, är matning mitt på bottensegmentet – en 2-3-bandsantenn.

Om loopen matas på en vertikal del, blir polarisationen vertikal, men på högre band är den inte så effektiv – tänk 1-2-bandsantenn. Med matning mitt på bottendelen blir polarisationen horisontell. Dessa två matningar ger mycket olika egenskaper [4]:

Vertikal loopantenn med **vertikal** polarisation:

- Matas på vertikal del, mitt på för rektangel (quad), 25% nerifrån för deltalooop
- *Kräver god* ledningsförmåga i marken runtom för att bli effektiv – bäst är havsstrand (eller ledande marknät flera våglängder i alla riktningar) – särskilt om antennen sitter lågt (<0.3 våglängd upp).
- Strålningsdiagram på grundfrekvensen blir då mycket gynnsam för DX, låg utstrålningsvinkel (bild 6 med perfekt ledande mark). Riktning tvärs antennen favoriseras något
- Normal mark ger 6 dB lägre signal men fortfarande fina lober

- Högre frekvensband än grundfrekvens ger inte bra lober
- Kan även utformas som en rektangel (spar höjd) och matas mitt på den kortare vertikala sidan
- Känsligheten för störningar uppifrån är mindre med antennen i bild 6, dvs för närmare stationer än DX.

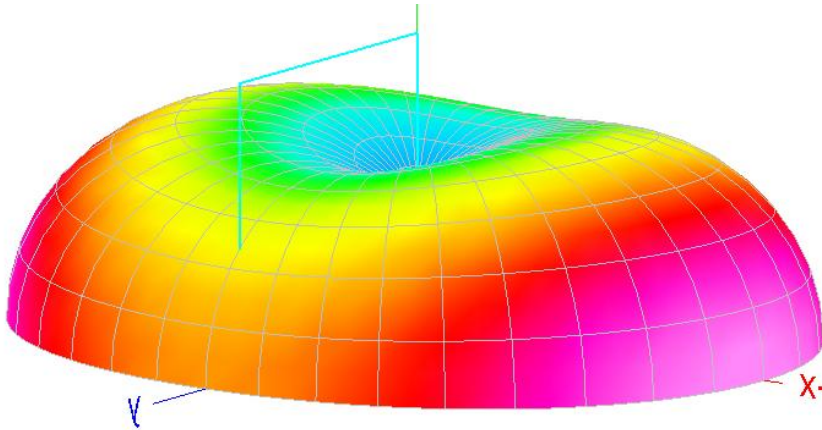


Bild 6. Strålning från en vertikal loopantenn med vertikal polarisation på grundfrekvens 3.5 MHz, 3 m över perfekt ledande mark. Violett är starkast. Antennen skymtas upptill.

En vertikal loopantenn med **horisontell** polarisation:

- Matas på horisontell del på mitten
- Har inte så höga krav på markens ledningsförmåga som vertikal polarisation
- Strålar mest uppåt och utåt tvärs antennen på grundfrekvensen få meter över mark. Jag trodde inte detta och fick köra modelleringsprogram MMANA-GAL – jodå, strålningsdiagrammet ser ut som en avlång bulle tvärs antennis plan (bild 7).

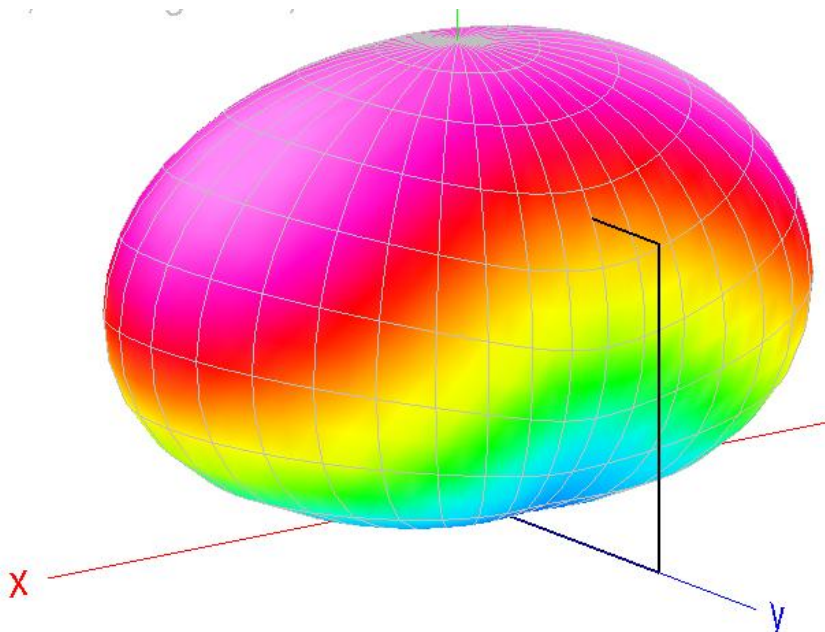


Bild 7. Strålning från en vertikal loopantenn med horisontell polarisation på grundfrekvens 3.5 MHz, 3 m över normalmark – uppåt och utåt. Antennen skymtas nertill.

Egenskaperna för en vertikal **deltaloop** med spetsen uppåt är likartad i dessa fall (polarisation). En *deltaloop* med spetsen neråt är bättre (högre) än en med spetsen uppåt, men sämre än vertikal *quad* med vertikal polarisation Och den kan vara lite bättre även på dubbla grundfrekvensen och inte lika kritisk med markledningsförmågan.

Vertikal eller horisontell polarisation i sig spelar ingen roll på HF, det är *antennens* strålningsegenskaper som påverkas.

Matning av loopantennen

Den *horisontella* loopantennen kan egentligen matas var som helst längs antenntåden, oftast närmast radioschacket.

Matning kan ske med parallellkabel (lägre förlust) och balanserad antennenpassningsenhet eller balun och koax.

1. Matning med parallellkabel har lägst förluster
2. Koax-matning till en extern avstämningseenhet *vid antennen* är näst bäst (låg SWR* på koaxen)
3. På tredje plats, men nog vanligast, är en balun vid antennen, koax-matning hela vägen och avstämningseenhet i transceivern.

En variant är att gå från antennen med parallellkabel fram till huset (låg förlust i matarkabel), och där sätta balun och gå in sista biten i huset med koax. Koaxen mindre känslig för störande konstruktioner i huset.

Det rekommenderas även att sätta ett överspänningsskydd med jordspett på koaxdelen nära mark just innan koaxen går in i huset (mot bl.a åska i närheten).

Man får lite högre förstärkning för en lång loopantenn om den är lite smalare och längre sett från matningspunkten. Dessutom sjunker matningsresistansen neråt mot 50 ohm och en 1:1 balun kan användas. Så formen i bild 9 är inte fel. Är loopantennen kvadratisk eller ”bred och kort” sett från matningspunkten bör en 1:4 balun användas.

Vid *mätning* på loopantennen rekommenderas en liten NanoVNA som, rätt använd, ger en uppfattning om SWR och impedans på olika frekvensband. Det viktigaste att komma ihåg är att kalibrera mätkabeln upp till antennens matningspunkt. Se [6].

När antennens form inte är en cirkel, får matningspunkten viss betydelse för bästa strålningsriktningar. Om du känner för det kan du i ett program för *antennmodellering* [7] göra en ungefärlig modell av tänkt antennenbygge och få en hint om hur loopen kommer att bete sig på olika band, t.ex strålningslobar (far field) och impedanser. Det är klart att verkligheten runtom antennen, t.ex träd, hus och metallföremål, påverkar men en idé om egenskaperna kan man få.

Uppbyggnadsalternativ

Helvågs loopantennens trådlängd är ca $306 / f$ (MHz grundfrekvens).

Med *parallellkabel* från antenn till antennenpassningsenhet kan alla frekvenser över grundfrekvensen stämmas av med små förluster. Med balun+koax bör man hålla sig till resonanser och låg SWR för att minska förluster.

Loopantennens fästpunkter vill man ha så högt upp som möjligt. Höga träd som bärare kan nå med "potato gun", fiskespö eller drönare [8]. Träd som svajar i motfas i stormen är starkare än antennen. Använd då gärna avlastning så att belastningen på antennen inte blir för stor, t.ex med trissa och hängande vikt. Glöm heller inte tunn nerhållningslina så du alltid kan få ner antenntråden om det behövs.

Vid hörnpunkter bärs antenntråden upp av flagglina eller polyestersilkelina 4 mm (t.ex Biltema). Där vill man mildra böjen på antenntlinan. Jag använder stora 10 cm linhjul av nylon så antenntlinan även kan röra sig mellan fästena vid behov. Ex: Mecmove E100-1. Större är bättre. Viktigt att spåret är tillräckligt djupt så att antenntlinan inte faller ur. Man kan göra en fästbygel av smalt metallhållband som passar styvt runt linhjulet och som hindrar att antenntråden från hjulet men utan att skava på antenntlinan. Se bild 8.

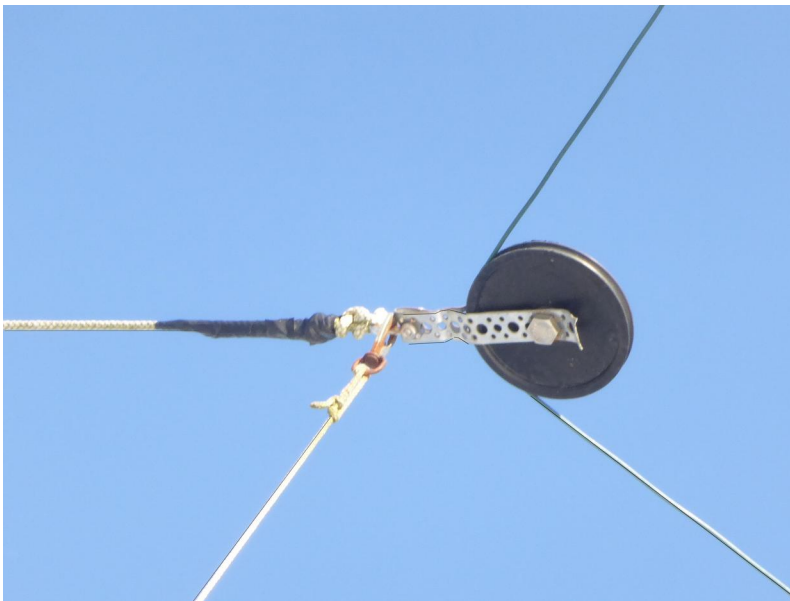


Bild 8 – Linhjul för antenntråden till höger och draglina till vänster, samt nerhållningslina

Om det blir långa delsträckor på antenntlinan så blir belastningen stor. Vind, trädgrenar och is kan tynga extra. För långa trådanter använder jag den militära "DL1000"-ledningen i stället för vanlig koppartråd. DL1000 (= "Telefonkabel DL") är besvärlig att hantera och har inte så mycket koppar i sig pga de bärande ståltrådarna, men håller fint. Sök på "Dela DL-1000" på nätet!

Sommartid kan åska bli ett problem med långa trådanter. Den horisontella loopantennen har rätt låg profil för åsknerslag, så träff av åska är inte så sannolik, men nerslag i närheten kommer att ge "signal" från antennen! Rekommendationen är att ha ett rejält transientskydd (överspänningsskydd) på antenntledningen innan den går in i huset, och ett ordentligt jordspett där.

Jag vet inte om det hjälper så mycket, men efter en mycket kraftig balun på matningspunkten har min loop i bild 9 även en antenn-frånkopplingsswitch, typ Paradan, som kortsluter hela antennen till jord (med tjock kopparlina och jordspett) när den inte används. Inget som hjälper vid direkträff, men vid åska inom hörhåll känns det bra att ha...

Två exempel

1. "Big horizontal HF Loop"

I mitt eget fall på landet ville jag tillämpa det ovan sagda med en horisontell loopantenn som inte strålar mest uppåt ens vid längsta arbetsvåglängd, 160 m. Den behöver där alltså vara 2 våglängder lång, ca 333 meter, vilket jag har plats för med hjälp av träd runt en hage. Formeln för en 2 våglängders loopantenn för lägsta arbetsfrekvens f är $612 \text{ m} / f$ (MHz). Grundfrekvensen blir här ca 920 kHz och antennen är i resonans för alla multipler därav, dvs alla band. Hur mycket träd i närheten stör vet jag inte, men jag ville slippa "molnvärmning"! Loopantennen är tydligen tystare för statiskt och brus än andra trådantennar.

Antennmatning sker med en yttre LPG avstämningseenhet som sitter vid antennmatningspunkten i vårgårdamasten och startas från schacket. I hörnen bärs antennlinan upp av linhjul (bild 8) i polyestersilkelinor över träden. Längs antennlinan finns tunna nerhållningslinor som också är bra när antennen ska dras runt grenar vid uppsättning (eller lagning).



Bild 9. SA7CND "Big HF Loop" för alla HF-band, 333 m lång, i rött. Bärlinorna är markerade med gult och slutar i linhjul för antenntråden.

2. Vertikal loopantenn

N3FJP

Scott Davis (han med loggprogrammet AClog) har byggt en kompakt vertical loopantenn för 5 band 10-20 m [5]. Varje loop arbetar på sin grundfrekvens. Bild 10.

Den hänger i ett träd i hans fall, troligen en rätt skyddad plats. Den bygger på att man kopplar in en av looparna åt gången med reläer. Han säger att den är bättre än hans lågt sittande trebands yagi. När du ska välja huvudriktningar: strålningsmaximum är tvärs antennen för grundfrekvensen.

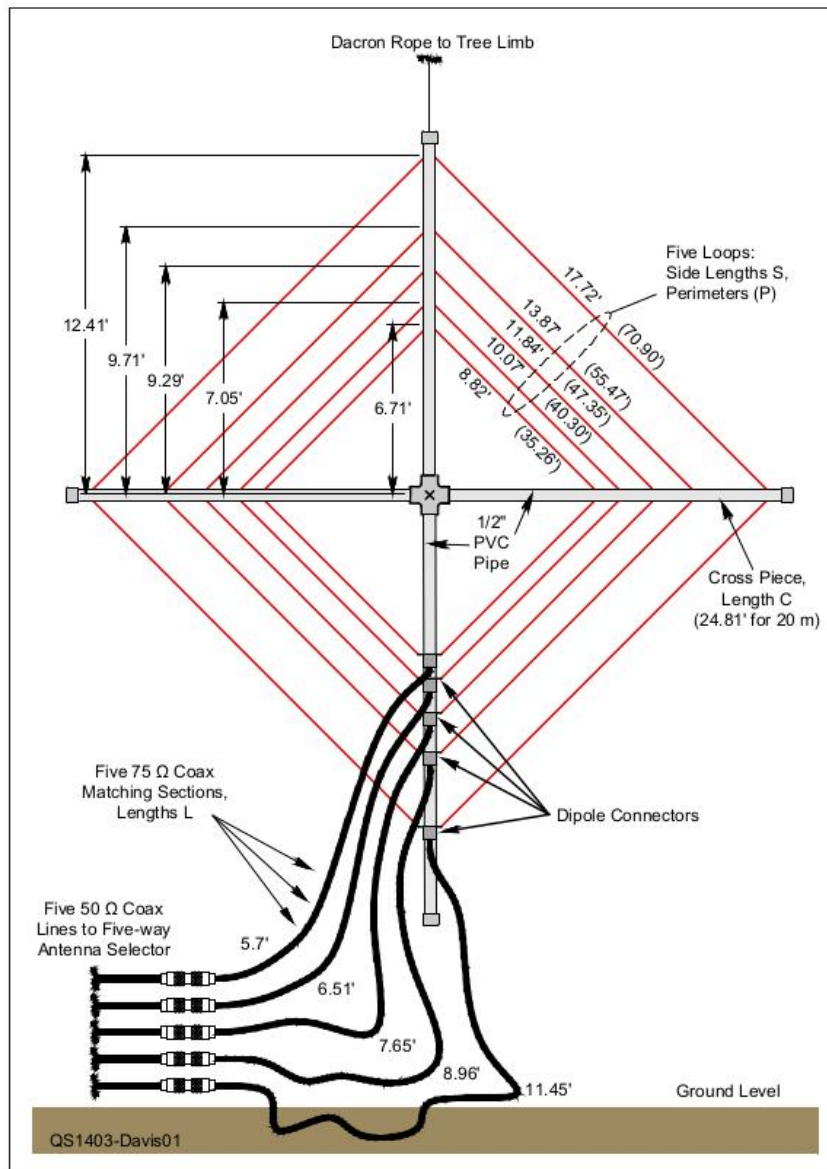


Bild 10. N3FJP vertikala loopantenn med mått och mekanisk uppbyggnad med PVC-rör och skarvar, typ PP-rör, men har senare bytt till en 3-bands deltaloo upphängd med enbart staglinor.

Antennen har ca 100 ohms impedans, så därför sitter kvartsvågstransformatörer i form av 75-ohm koaxer till varje loop. Vid både Field day och contests har antennen hävdats sig mycket väl enligt Scott. Mer info och mått i fot: [5]. Man måste ju inte heller göra så många loopar, kanske bara en?

För att täcka upp loopantennens minima har Scott dessutom satt några dipoler vinkelrätt mot loopantennen. Med sin antennswitch för loopar och dipoler kan han alltid blixtnsnabbt nå rätt riktning - där hänger rotor med yagi inte med :-)

Avslutning

Vi har sett att loopantennerna är enkla och ofta ganska rundstrålande, och effektivare än dipoler. Horisontell montering är vanligast, och för DX ska man då inte köra på grundfrekvensen utan på högre band. T.ex blir en 2 våglängder lång loopantenn för 80 m 166 m lång och fungerar på alla band uppåt. Den strålar då inte rakt uppåt utan mer utåt mot DX.

Men det finns även "små" bra loopantennerna. En "lång" loopantenn för 10m-bandet (2 våglängder) blir bara 21.5 m lång med en sida på 7.2 m vid triangelform. Det blir ju rätt hanterligt, och 10m-bandet är ju mycket aktivt nu närmare solfläcksmaximum. Mmm, ännu bättre är förstås en yagi-antenn...

Visst ska du också testa en loopantenn på HF!

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

Referenser

1. Om loopantennens historik:
http://lists.contesting.com/_towertalk/2002-11/msg00393.html
2. L.Cebik, antenntekniksidor om loopantennerna:
<http://www.antentop.org/w4rnl.001/at11.html>
3. Steve Cerwin, WA5FSF: Radio Propagation and Antennas, kap 6, ISBN: 978-1728320342
4. ON4UN: Low band DXing, kapitel 10, ISBN: 978-0872599147
5. N3FPJ Scott Davis: <https://www.n3fjp.com/antennas/loops.html>
6. Experiment med NanoVNA antennanalysator: QTC 10/2020, sid 15-19
7. Antennmodelleringsprogram: QTC 6/2021, sid 10-16
8. Att hänga upp en longwire... QTC 4/2020, sid 28-30

* Ordlista

- NVIS
Near vertical incidence skywave. Radioförbindelse under 10 MHz genom reflexion i jonosfären – rätt upp, rätt ner i närområdet upp till ca 60 mil.
- SWR
Förhållande mellan impedans för en transmissionsledning och den matade antennen. Hög SWR på koaxkabel ger högre förluster.