

## 10. Om vi har en sändare som ger 100 W uteffekt och ståendevågförhållandet (SVF) är 3:1 kommer det då ut 75 W i antennen?

**Författare Bertil Lindqvist, SM6ENG**

Ibland hör man uttalanden liknande rubriken på banden. Detta ämne är inte lätt och många radioamatörer har en viss tendens att försöka förenkla ståendevåg till något enklare än vad det i verkligheten är. Det finns många missuppfattningar om ståendevåg och vi rekommenderar den intresserade att läsa litteratur i ämnet. Mätning av SVF är också ett område som förtjänar ett kapitel för sig. Vi tar bara upp de väsentligaste aspekterna nedan och gör inte anspråk på att täcka allt.

Påståendet i rubriken är felaktigt och förutsättningarna är dessutom inte helt klarlagda vilket är nödvändigt för att det fortsatta resonemanget.

### Förutsättningar

- Sändarens utgång håller 50 ohms impedans.
- Koaxialkabeln mellan sändare och antenn håller 50 ohms impedans.
- Ingen antennenpassningsenhet används, inte heller något justerbart pi-filter som ju finns på en del äldre stationer med rör i slutsteget.
- Mätningarna av SVF är i detta fall gjord vid sändaren och är uppmätt till 3:1. Det betyder i praktiken att ståendevågen på själva antennen är något större. Är man intresserad av att mäta ståendevåg på själva antennen skall man göra det direkt vid anslutningen till antennen.

Att generellt påstå att vi får ut just 75 watt vid SVF 3:1 (25 % av effekten reflekteras) är inte riktigt. Vi kommer att förlora effekt p.g.a. av koaxialkabelns dämpning och p.g.a. dess additionsförluster som orsakas av ståendevåg. Sändaren kommer att känna en annan impedans är 50 ohm p.g.a. ståendevåg. Då får vi inte optimal anpassning mellan sändare och antenn vilket gör att uteffekten minskar. Som bekant skall generator och last ha samma impedans för maximal effektutveckling i lasten. (Observera att om vi har ett justerbart pi-filter på sändarens utgång så kan vi sannolikt få anpassning ändå – men vi förutsatte här att sändaren hade 50 ohm impedans)

Har vi en antennenpassningsenhet inkopplad kommer vi att få ut mer effekt i antennen. Då åstadkommer man en mer eller mindre total reflektion av den reflekterade effekten från antennen och den effekten vänder tillbaks mot antennen igen. Detta kallas för konjugatmatchning. Vid antennen reflekteras även en del av denna effekt åter tillbaks mot antennenpassningsenheten o.s.v. Nu ser sändaren 50 ohm varför förluster p.g.a. missanpassningen mot sändaren nu är borta. Men vi har kvar våra förluster i koaxialkabeln och observera att även våra additionsförluster finns kvar eftersom vi fortfarande har ståendevåg 3:1 på koaxialkabeln, även om vi lyckats få SVF 1:1 till sändaren via antennenpassningsenheten. Antennenpassningsenheten tar alltså inte bort ståendevågen på koaxialkabeln! Men även om vi nu ändå får ut mer effekt så är det inget som säger att vi får ut just 75 watt. Hade vi använt öppen feeder och matat via en riktig gjord balanserad antennenpassningsenhet hade vi fått ut i det närmaste 100 watt trots ståendevåg!

Ett tips är att göra en laboration på ett klubbmöte och undersöka vad som händer när man har en anpassningsenhet inkopplad mellan TX och koaxialkabeln till antennen. Anslut en 230 V 100 watts lampa via ett 10-tal meter koaxialkabel RG8 ansluten till en 100 watts HF-tranceiver via en antennenpassningsenhet och stäm av på t.ex. 28 MHz. Använd bra ståendevågmätare både före och efter anpassningsenheten. SVF på kabeln mellan anpassningsenheten och antennen mätte vi i ett experiment till 12:1 vilket innebär att ca 72 % av effekten reflekteras. (SVF mellan TX och anpassningsenheten är givetvis i stort sett 1:1 när vi stämt av). Ändå lyser lampan med i stort sett full styrka när avstämning skett – enligt vissa så skulle ju bara 28 % av effekten komma fram till lampan men så är det inte! Byt RG8 till RG58 och notera att lampan nu lyser svagare p.g.a. av de högre förlusterna i kabeln. Förlusterna orsakas av både en större dämpning och större additionsförluster p.g.a. av ett högt SVF. Prova med en öppen feeder och en riktigt byggd balanserad anpassningsenhet – då kommer lampan att lysa med i princip full styrkan även om man använder en feeder som är betydligt längre än 10 m.

### **Notering angående uppmätt SVF 12:1 i exemplet ovan.**

SVF varierar med hur starkt lampan lyser eftersom lampans resistans ändrar sig med temperaturen på glödtråden. Uppskattningsvis så bör vi få SVF 10,6:1 när vi matar en 100 watts 230 volts lampa med 50 ohms koaxialkabel när lampan lyser med full styrka. Lampan håller då 529 ohm men det finns både kapacitiva och induktiva komponenter. Dessutom är ståendevågmätarna inte så exakta m.m., men vårt uppmätta SVF värde 12:1 verkar rimligt.

En annan sak som är värd att ta upp är att det inte är särskilt kritiskt att ha lite ståendevåg på kortvågen. Ju bättre och ju kortare koaxialkabel man har, desto mindre blir givetvis både dämpning och additionsförluster vid ståendevåg, men i de flesta kortvågsinstallationer är de förlusterna försumbara. Om man skall ge någon tumregel så kan det vara praktiskt att försöka hålla SVF under den nivå där tranceivern börjar dra ner effekten p.g.a. ståendevåg. Detta skydd, som är inbyggt i de flesta riggar idag, minskar uteffekten vid missanpassning. Nivån för skyddet ligger oftast någonstans ovanför SVF 2:1. Har man en antennenpassningsenhet eller ett slutsteg kan man acceptera ännu högre ståendevåg.

Det är en helt annan sak på högre frekvenser eftersom vi då oftast har betydligt högre dämpning och additionsförluster i koaxialkabeln och dessutom så har koaxialkabeln avsevärt större elektrisk längd. På högre frekvenser, VHF och upp, resulterar förlusterna i koaxialkabeln även i sämre signal/brusförhållande (om man inte har förförstärkare vid antennen). På kortvåg förlorar man knappast signal/brusförhållande p.g.a. additionsförlusterna som ju orsakas av högt SVF. Detta beror på att det högre bakgrundsbruset som finns på kortvågen dämpas lika mycket som nyttsignalen av koaxialkabelförlusten, varvid signal/brus- förhållandet behålls. En viss påverkan kan man få på de högre kortvågsbanden eftersom bakgrundsbruset minskar med frekvensen, med denna är försumbar i de flesta installationer.

Värt att nämna är att man inte kan ta för givet att alla mottagare har 50 ohms ingångsimpedans vilket i sin tur innebär att vi kan ha olika ståendevågförhållande mellan sändare och antenn och mellan antenn och mottagare om impedanserna avviker från 50 ohm.

### **Vad är additionsförluster?**

Stående våg orsakas av att vi har missanpassning. Missanpassning får vi när lastens impedans inte överensstämmer med kabelns karakteristiska impedans. Vid missanpassning reflekteras en del av effekten, men det innebär inte att den reflekterade effekten försvinner spårlost. Det är förlusterna i koaxialkabeln som medför att den reflekterade effekten går förlorad eller rättare sagt den omsätts till värme. Den reflekterade effekten når så småningom sändaren varvid den åter reflekteras mot lasten där en del återigen reflekteras mot sändaren osv. Man kan betrakta detta som att den reflekterade effekten får gå en längre sträcka, den studsar fram och tillbaka mellan sändare och last/antenn. De extra förluster som uppstår p.g.a. av den "längre sträckan" benämns additionsförluster. Har man ingen stående våg har man heller inga additionsförluster. Hur stora additionsförlusterna blir beror på vilken dämpning man har i kabeln och hur stort SVF man har. Har vi en bra koaxialkabel med låg dämpning blir också additionsförlusterna lägre. Ju längre koaxialkabel vi har desto större dämpning och desto större additionsförluster. Har vi en stege istället för koaxialkabel kan vi i stor sett bortse både från dämpning och från additionsförluster. Det finns kurvor på detta i ARRL Handbook.

**OBSERVERA** att det inte är stående vågen i sig som ger additionsförluster, utan det är stående vågen i kombination med koaxialkabelns förluster som ger förlusterna! Har vi en förlustfri koaxialkabel så får vi inga additionsförluster trots att vi har stående våg.

Om vi har högt SVF och vi antar att vi har en förlustfri transmissionsledning så kommer all effekt att stråla ut i rymden, under förutsättning att sändaren klarar av att arbeta med hög stående våg och inte automatiskt drar ner effekten e.d. Sändaren ser ju inte ju längre 50 ohm, men sändare med inbyggd tuner eller PA-steg med pi-filter på utgången kan anpassa sin utgångsimpedans om inte missanpassningen är allt för hög. Det samma gäller om man använder en extern anpassningsenhet/tuner mellan sändaren och koaxialkabeln som är ansluten till antennen. Glöm inte, att även om anpassningsenheten gör att sändaren ser 50 ohm, så finns stående vågen fortfarande kvar på koaxialkabeln!

Kanske har ni någon gång sett att ståendvågsmätaren visar högre uteffekt än vad sändaren kan ge när man har högt SVF? Detta beror på att den reflekterade effekten som kommer från lasten reflekteras tillbaks vid sändarutgången och adderas till effekten från sändaren.

För de som inte är bekanta med begreppet additionsförluster så rekommenderar vi införskaffande och läsning av ARRL handbok. Walter Maxwell, W2DU har också skrivit om detta ämne i QST under 1973 och 1974 samt i sin bok "Reflections" som först publicerades 1990.

## Kort summering

- Man kan inte få reda på hur mycket effekt som går ut i en antenn genom att mäta effekten framåt och dra ifrån den reflekterade effekten.
- Det är inte stående vågen i sig själv som ger upphov till förluster utan det är stående vågen i kombination med koaxialkabelns förluster som ger upphov till ytterligare förluster vilka benämns additionsförluster.
- Om du har en tranceiver (utan PA) som har skydd för missanpassning bör man eftersträva att ha stående våg under den gräns där riggen drar ner effekten.
- Använder du dig av en anpassningsenhet kan du få ut mer effekt i antennen vid stående våg eftersom du "lurar" sändaren men du har fortfarande kvar dina additionsförluster som orsakas av stående våg på koaxialkabeln till antennen.

- Använder du öppen feeder och en riktigt byggd balanserad antennenpassningsenhet kan du i princip borste från förlusterna i transmissionsledningen även vid långa längder och mycket högt SVF.
- Överdriv inte problemantiken med ståendevåg i din kortvågsinstallation.
- På högre frekvenser är det däremot betydligt viktigare att minimera ståendevåg.