

# Bølgeleder fra blikkenslageren

Af OZ7TA Jørgen Kragh, Forelvej 25, 3450 Allerød

I forbindelse med et 10 GHz projekt meldte der sig naturligvis et problem med at skaffe noget bølgeleder. Rektangulær bølgeleder kan skaffes fra nedlagte radaranlæg, men det er jo ikke sikkert, at den nærmeste skrothandler netop har noget på lager som passer.

Her kommer den lokale blikkenslager til hjælp. Der findes et 22 mm kobberrør beregnet til varmeinstallationer. Røret fås både som almindeligt og som hårdttrukket rør og er ret pænt rundt. Samtidig fås forskellige fittings til at lodde på rørene; der findes både lige samlestykker samt 45° og 90° bøjninger. Endvidere kan et sådant rør let skæres pænt over (vinkelret!) med en simpel rørskærer, som kan fås for små penge i et byggemarked. Man behøver altså ikke en geringssav for at skære det pænt over.

Røret har en vægtykkelse på 1 mm, således at den indre diameter er 20 mm, og det regner vi så lidt på:

I en cirkulær bølgeleder med diameter  $d$  er cut-off bølglængden  $\lambda_c$  givet ved

$$\lambda_c = 1,71 \cdot D \quad (1)$$

Den laveste ordens bølgetype i cirkulære bølgeleder er  $TE_{11}$  typen, og vi har følgende udtryk for bølglængden inde i bølgelederen ved denne bølgetype:

$$\lambda_{g, TE_{11}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}} \quad (2)$$

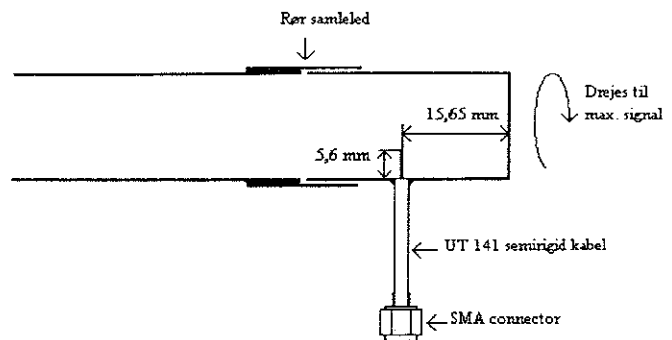
$\lambda$  er her fritrumsbølglængden (28,94 mm ved 10.368 MHz).

Indsætter vi nu en diameter på 20 mm i (1), får vi en nedre cut-off frekvens for  $TE_{11}$  bølgen på 8,79 GHz og en cut-off frekvens for  $TM_{01}$  bølgen på 11,45 GHz. Med andre ord, så vil et sådant rør sagtens kunne anvendes som bølgeleder ved 10 GHz.

Ved 10.368 GHz kan  $\lambda_g$  beregnes til 54,27 mm.

Sådan et rør er naturligvis ikke forsølvet indvendig, hvorfor det har lidt større tab end sædvanlig bølgeleder, men da en almindelig god bølgeleder har et tab omkring 0,1 - 0,2 dB pr. meter og kobberrørets tab ligger omkring 0,2 - 0,3 dB pr. meter afhængigt af hvor rent det er indvendigt, er et ekstra tab stadig acceptabelt, eftersom vi jo normalt ikke anvender meget lange længder. Samtidig er der jo fordelene ved at have nem adgang til de nævnte fittings.

Der er to ulemper forbundet ved at anvende cirkulær bølgeleder: Den ene er, at det er meget svært at lave bølgeledertilfælde i en cirkulær bølgeleder. Dette vil jeg dog ikke i dag anse for et problem, eftersom det meste 10 GHz grej i dag er lavet med resonator-



Figur 1

filtre i både sender og modtager, således at der ikke er behov for ekstra filtrering i selve bølgelederen.

Det andet problem er, at det i en cirkulær bølgeleder er svært at bibeholde polarisationen, idet denne vil begynde at dreje ved enhver diskontinuitet. Dette kan imidlertid let løses ved at anvende en speciel indkobling.

I fig. 1 har vi vist hvorledes signal fra et coaxialkabel kobles ind i bølgelederen ved hjælp af en hjemmelavet adaptor. Adaptoren består af en kort monopolantenne, som er forlængelsen af coaxialkablets inderleder, anbragt en kvart bølglængde fra den lukkede ende af bølgelederen. I dette tilfælde er anvendt et semirigid coaxialkabel med en diameter på 0,141 tomme. Højden af monopolantennen er bestemt af dens diameter, hvilket betyder, at hvis der anvendes en anden type kabel, skal der nok eksperimenteres lidt med denne længde. Mellem bølgelederen og coaxialadptoren anbringes et samleled, som er loddet fast til bølgelederen. Ved at dreje adaptoren i forhold til bølgelederen kan vi kompensere for feltdrejningen. Feltdrejningen kan jo maksimalt være 90°, så det er ikke nødvendigt, at adaptoren kan dreje hele vejen rundt. Mens der lyttes efter et signal med kendt polarisation drejes adaptoren indtil maksimalt signal, og så er der kompenseret; det kan næsten ikke være nemmere. Ved senere ændringer i bølgelederen bør der jo nok foretages en efterindstilling af kompenseringen.

Når man nu er nede at besøge blikkenslageren, bør man sikre sig at få et stykke rør, der dels er lige, men samtidig rimeligt rent indeni, idet den indvendige overflade er meget afgørende for bølgelederens tab. Hvis røret er meget snavset eller anløbet indeni er det blot at gå i gang med Brasso og ståluld. Samtidig kan man jo så købe sig et passende antal fittings af forskellig type. Selv købte jeg 1,5 meter rør, 3 lige samleled og en 45° bøjning for i alt kr. 40,-, og det rækker rigeligt.

**OZ**