

Ikea parabolen.



LA3EQ
Jan Henning Holmedal Lustrup
Stavanger 2007



Ver 2.0

Å komme i gang på mikrobølgen har tidligere vært en dyr fornøyelse. Ikke lengre. Det finnes mange rimelige transvertere å få kjøpt og satellitt antenner kastes på dunken etter hvert som folk går over til kabel TV. Men, disse antenner er som regel store. For at en skal kjøre /portabel trenger en som er lett å få inn i bilen og enkel å sette opp uten at den skal ha for stor vindfang og blåse over ende. En 20dB horn er bra, men det hadde vært enda bedre med 10 dB mer, så en liten parabol hadde vært tingen. Små paraboler selges i satellitt butikken for rundt kr 900-1200 men jeg synes det var for dyrt. Procom as hadde nye små 10GHz speil til over kr3000.-, noe som var langt utenfor mitt budsjett. Så jeg måtte lete andre steder. En dag jeg handlet på Ikea kom jeg over koke grytelokk, skåler og fruktfat. Den jeg likte best var et fruktfat med diameter på litt over 35cm (fig 1) som kanskje kunne brukes som antenne. Billig var den også, en pris på kr 49.- var ”midt i leiå” for min portable parabol antenne prosjekt. Da jeg hold den opp mot lyset og beveget den forsiktig frem og tilbake for å se om den fokuserte lys noen steder, og det gjorde den, så var jeg overbevist. Klarer den å fokusere lysbølger vil den klare mikrobølger også! Et par gryte lokk var enda bedre med større F/D forhold og et meget skarpt fokus, men en måtte kjøpe hele gryte settet, så det slo jeg ifra meg. De hadde også en enda større utgave av fruktfatet med diameter på hele 53cm, men det hadde ikke like fin parabolisk form og lys fokus fant jeg flere steder når jeg beveget den.



Fig 1 Ikea fruktfat med diameter på nesten 36cm.og en dybde på 5cm.

Jeg var litt i tvil da jeg så nærmere på den., Den hadde mange små blanke områder som så ut som små speil. Men de var senket ned i overflaten. Kunne dette påvirke fokus eller fasesenter på tallerkenen? Jeg målte med en mikrometer og fant ut at avstands for skjellen mellom de speilblanke områdene og den normale overflaten var ca. 1,5 til 2mm. I tillegg var det produksjonsmessig sektoriske avvik fra den rene parabolske form fra midten og utover til kanten på tallerkenen (det er nok hammerslag som har formet tallerkenen og gitt de speilblanke flatene og da disse er gjort for hånd MÅ det bli unøyaktig.). Disse faktorer vil virke inn på både fase senter og fokus avstand. Vil den likevel virke på 10GHz? For å finne svar på disse spørsmål må vi igjennom litt antenne teori, men dersom du har hastverk, så kan du hoppe direkte ned til kapitlet ”*Bygging av en Ikea parabol*”.

Litt parabol antenne teori:

En parabolantenne er som et speil som samler lys i en optisk kikkert. Elektromagnetiske bølger eller lysfotoner stråler i parallelle baner fra kilden, de blir så reflektert av et speil og samlet til et eneste punkt kalt for FOKUS. Det optimale er et sammenfallende fokus og fase punkt. Dersom speilet er en flat reflektor vil to parallelle stråler ha samme innfallsvinkelen og utfallsvinkel. Dersom reflektoren er kurvet vil de parallelle strålene ha forskjellige utfallsvinkel. Hvis reflektoren er en parabol ($Y = AX^2$) vil alle de reflekterte strålene møtes i ett eneste felles punkt.

f/D Forholdet.

Fokus/Diameter forholdet angir hvor antenne speilet befinner seg i den parabolske kurven, noe som igjen vil avgjøre hvor langt ut fokus vil befinne seg ifra det dypeste delen av parabolen. De fleste parabol antenner har en f/D fra 0,25 til 0,65. Etersom f/D minker må strålingsvinkelen (vinkelen der signalene minker med 3dB) til fødeantennen bredere.

Parabolens fokus punkt.

Fokuspunktet er det punkt der alle de parallelle stråler som treffer antennen reflekteres og samles i et så lite punkt som mulig. Et par med mer feil her og vi taper for noen dB gain. Kan man regne ut hvor langt dette punktet er? Ja, Hvis vi vet diameteren og dybden på speilet. Formelen er:

$$\underline{Fokus = D^2 / 16d}$$

D = Speilets diameter

d = Speilets dybde

Fase senter.

Fasens senter vi oppfattes av fødeantennen som om alle stråler kommer fra samme sted punkt kilde. Fase senterets avstand vil variere med frekvens, noe som vil vanskeliggjør beregninger for bredbånds antenner. Men vi amatører trenger kun å tenke på et smal del av mikrobølgebandet vi har valgt.

Betydningen av symmetri av H-planet og E-planet.

Vi må føde en parabol i tre dimensjonalt plan da den er 360° rund i mot stetting til en dipol antenne. For vanlig horisontal plan er det E-planet vi bruker og for vertikal planet er det H-planet. De fleste antenner har for skjellige avstand til fase senter for H og E-planet, så begge fase sentre kan ikke befinne seg i samme fokus punkt.

Spillover / -10dB regelen.

Vi sier at den delen av hovedloben som treffer yreste kanten på parabolen skal være -10dB. Så derfor lages fødehornet slik at -10dB eller mindre av signalet skal treffe inn forbi av kanten til parabolen ved alle vinkler. Naturligvis finnes ikke en slik perfekt fødeantenne i virkeligheten, så vi vil aldri få 100% virkningsgrad. De fleste paraboler har en virkningsgrad på kun 50% til 60%. Utenfor -10dB grensen "spilles" signalene over utsiden av antennekanten, går tapt under sending og dermed bidrar til å minke parabolen virkningsgrad. En annen ulempe er at vi får mer støy fra omgivelsene utenfor selve parabolen under mottak pga sidelover som plukker opp jordstråling (blackbody radiation). Skal en prøve å få en så bratt kurve utenfor -10dB grensen som mulig må vi benytte oss av SCALAR ring fødeantennen. Det vil si en eller flere ringer rundt utsiden av kobber røret. Denne må kunne justeres slik at en tilpasset den enkelte antenne. Vi hjelp av slike SCALAR ringer vil vi kunne tjene et par dB, men ikke mye mer. Det en vil merket mest er jordstøyen vi avta betraktelig pga forminskete sidelover.

Og her har du signalstyrke fordelingen på parabolspeilet:

10% = Langs ytrekanten (70% reflektor areal)

20% = Langs mellomstykket (20% reflektor areal)

70% = Rundt i midten (10% reflektor areal)

0% = 50mm Ø område midt i senter pga blokkering av fødeantennen.(5% reflektor areal)

Nøyaktighet i den paraboliske formen vs frekvensen.

I virkelighetens verden er det vanlig med avvik i antennens paraboliske kurve. Fasett regelen om avvik er at det ikke skal være større avvikt enn $\lambda / 10$ eller 10% av bølgelengden. For vår 10 GHz antenne prosjekt vil dette si ca. 3mm.

$$\begin{aligned} \text{Maks tillat avvik er } \lambda/10 &= (C/f)/10 \\ (C/f) / 10 &= (300000^{km/t} / 10368^{MHz}) / 10 \\ &= 0,028935m / 10 \\ &= \underline{\underline{0,002895meter \text{ eller } \approx 3millimeter}} \end{aligned}$$

λ er bølgelengden i meter

C er lysets hastighet km/t

f er frekvensen i MHz

Er du innenfor 3mm vil du slippe under med ca 1 dB tap, men prøv å holde nøyaktigheten innenfor 1 mm likevel. Du kan bruke mange slags reflektorer som har en tilnærmedesvis parabolisk form, som store kokegryte lokk, metall fat, lampeskjermer i metall, aluminiums akebrett, hjulkapsler osv. Bruk fantasien og test ut forskjellige typer.

Det totale verkningsgrad av parabol antennen.

Det er flere faktorer som kan ødelegge vår parabol.

- 1) ujevn stråling
- 2) Spillover tap
- 3) Usymetri mellom H-plan og E-plan
- 4) Fokus punkt feil
- 5) Fødehorn sidelober
- 6) Blokkering pga fødehorn
- 7) Blokkering av støttestag
- 8) Kabeltap

Summen av litt av hver av disse punkter blir ganske mye tilslutt. Derfor må vi alltid ha i tankene at hver brøkdeler av en dB teller. Regn med ca 45 til 50% virkningsgrad for en liten (under 80cm) parabol og hjemmelaget fødehorn. Hold tilkoblingskabelen så kort som overhode mulig. Bruk gjerne UT141 eller bedre fødekabel. Glem RG58/u og RG8/u på disse frekvenser da de flettete skjermene deres lekker for mye på 10GHz..

Bygging av en Ikea fruktfat parabol for 10GHz.

Når du har fått tak i en passende reflektor som en Ikea fruktfat starter du med å måle diameter og dybde. Da finner du hvor fokus skal være. Så bestemmer du deg for hva slag fødeantenne du vil ha. For å komme raskt i gang kan du bruke en printkort Log Periodisk, og da er du QRV på 4 bånd med samme antenne! Ellers så kan du lage en passende fødehorn av 22mm kobber rør (utvendig mål med 1mm tykke vegger), men da må du ha separate fødehorn for hvert bånd. Min målinger tilsa at kobber rør var mye bedre enn printkort antennen (sannsynligvis fordi en får store forskjeller i H-planet og E-planet med LP antennen. Har du ett stykke WR-90 bølgeleder (1 tommer x 0,5 tommer) kan du bruke den også.

For å lage kobberrør fødehorn antenne vil du trenge følgende:

- 1) 10cm 22mm Ø rør av kobber eller messing. (innvendig mål er 20mm diameter)
- 2) Messing skrue og to mutter (ca 3mm Ø. og 30mm lang)
- 3) 1,5mm kobber/messing plate 100mm x 100mm
- 4) SMA hudkontakt med forgylling (ikke stål) helst "pig-tail" typen.
- 5) Et stykke 50mm Ø hvit plastrør til kjøkken avløp, ca 20cm
- 6) Små monterings vinkler (tre stykker til plastrøret + en til sikterøret + en stor til baksiden av parabolen til fotostativ/transverter monterings plate)
- 7) 40cm UT141 eller bedre simi stiv koaksialkabel med han SMA støpsler påmontert.
- 8) Et stykke 8 mm Ø rør til sikte kikkert.
- 9) Et Ikea fruktfat.
- 10) Et fotostativ eller lig.
- 11) Stor loddebolt (min 125Watt)

Sjekk plastrøret du skal bruke ved å sett den inn i mikrobølge oven på full varme i ett minutt. Den skal ikke være nevneverdig varm. Når du har sanket delene kan du starte med å lodde samme fødehornet. Jeg har bruk 22mm kobber skjøte rør kjøpt på Claus Ohlsson. Ikke stol på inskripsjonen, men mål selv den innvendige diameteren for å være sikker. Jeg brukte 2 stykker 22mm skjøte som jeg loddet sammen. Tett den ene enden igjen med et stykke kobberplate som du klipper til en sirkel. Føderøret **må** være mellom 18 og 22mm (helst 20mm). Hullet til SMA og justerings skruen skal være like ovenfor hverandre med en avstand på ca 14mm fra bakre vegg. Lag hullet en millimeter større en diameteren til skruen. Lodd den ene mutteren fast. Lodd deretter fast SMA kontakten. Dersom den er for kort kan du lodde på et stykke slik at du ender opp med nesten 6 mm. Dersom den er teflon belagt kan du gjøre den 20% kortere. Selve total lengden av føderøret ditt er ikke kritisk, bare den er mer

enn en bølgelengde lang (3cm) fra SMA kontakten. På fremre delen av røret kan du lage en liten trakt på 3-4mm.

Klipp til riktig plastrør lengde i forhold til din fokus lengde, slik at fokus kommer et par cm inn i plastrøret.. plastrøret festes med tre små vinkler 120 grader ifra en annen. Vinklene skrues først på plast røret, så skal plastrøret skrues fast på parabolens fremside etterpå (i midten).

Husk: minst mulig metall på fremsiden av parabolen for å unngår spredning av signalene.

Fest med 3mm korte skruer som settes inn fra fremsiden av parabolen og mutterne skal da skues fast på baksiden av antennen. Ved den enkle versjon av fødehorn må du lodde fast tre monterings kobber strimler som du fester i siden på røret og bøyer endene 90 grader og skrur de fast i plastrøret. Dersom du lager en **VE3MA** fødeantenne, med **SCALAR** ringer lager du plastrøret akkurat så langt at du kan tre tuppen inn i **SCALAR** ringen og lime den fast der. Husk at SMA kontakt skal peke sidelengst og ikke ned eller oppover(vi ønsker kun **horisontal** polarisasjon)! Det spiller ingen rolle om den stikker ut fra venstre eller høyre side. Monter en vinkel lags øvre kant av parabolen og fest et stykke 8 mm rør og bruke dette til å sikte med. Den må først kalibreres med å mota et signal fra minst 50meters avstand og så bøy vinkelen / sikterøret til du ser direkte på den. Lim den gjerne fast med plastikk lim slik at den ikke flytter på seg. Skru så en stor vinke på bak på parabolen og fest det til fotostativet. Du kan samtidig montere en treplate der for transverteren din. Fest en UT141kabel mellom transverteren - fødehornet og så er du klar!

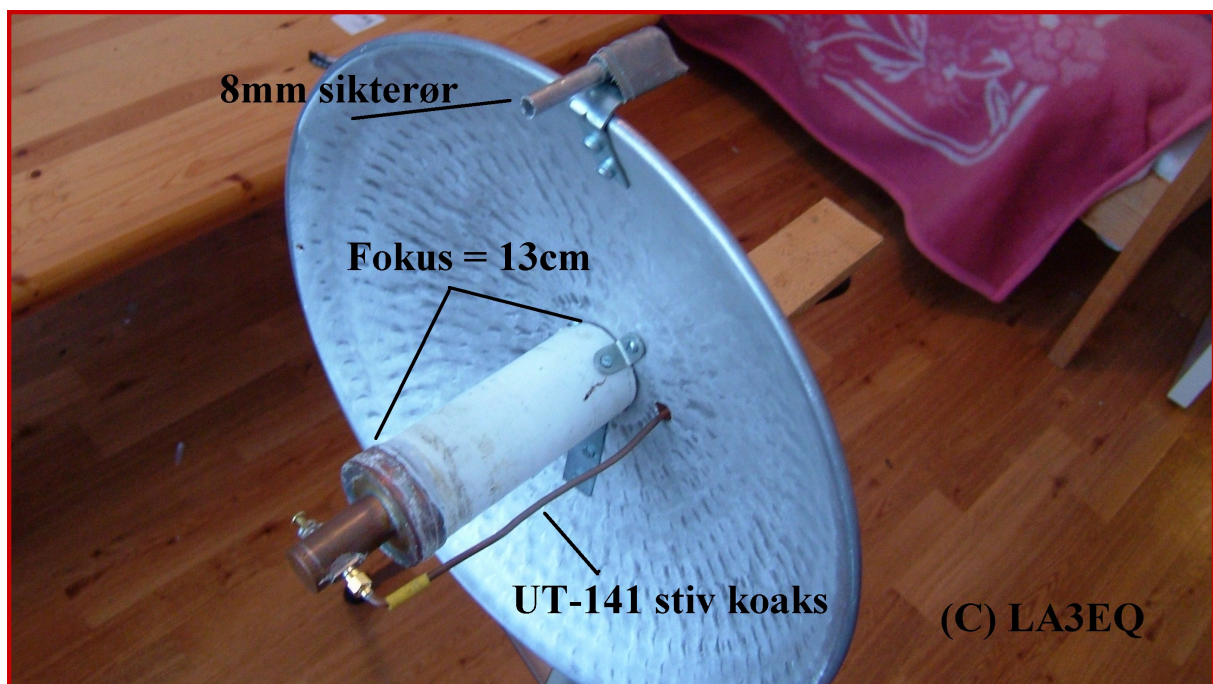


Fig 2. 50mm Ø Plastrør so avstandsstykke for fødehorn (Skalar ring fødehorn VE3MA type).

Sjekk av fokus.

Bruk et signal kilde som er svak og minst 10 -20meter vekk (du må ut av nærfeltet, ellers blir antennen din nærsynt!). Flytt fødehornet frem og til bake til du finner maks signal på S-meteret, eller i FM posisjon til minimum støy fra høytaleren.. På Ikea parabolen er dette ikke kritisk grunnet unøyaktig parabolisk form, du vil kanskje oppleve å finne flere maksimum. Det skjer pga "ringene" laget av hammeren rundt på tallerkenen da den ble formet.. Vel i så fall den toppen som gir deg en symmetrisk følelse (og minimum sidelover) når du panerer frem og tilbake /opp og ned med fotostativet. Så sjekker du følsomheten med å peket antennen på himmelen og så ned på jorden eller mot en husvegg. Da skal bakgrunns støyen stige et par dB. Ikke forvent å høre solstøy med denne antennen, da bør du heller bruke en gammel satellitt parabol på minst 80cm. Min gamle 120cm "off senter" parabol gir meg 8dB støy fra Solen i forhold til stille bakgrunnstråling fra verdensrommet.

Tips: Når du kjører portabel kan du feste et 12Volts batteri i en krok under nederst feste i fotostativet slik at den står stødig under vindfulle forhold. Når du søker etter en stasjon, må du være fin på hånden....Denne antenne har en meget skarp utstrålingslobe selv om den er liten. Gainet ligger på ca 29dB målt mot en 20dB standard horn antenne. Jeg har pusset overflaten med stålull for å gjevne ut høyde forskjeller på overflaten. Det hadde ingen målbar forbedring.

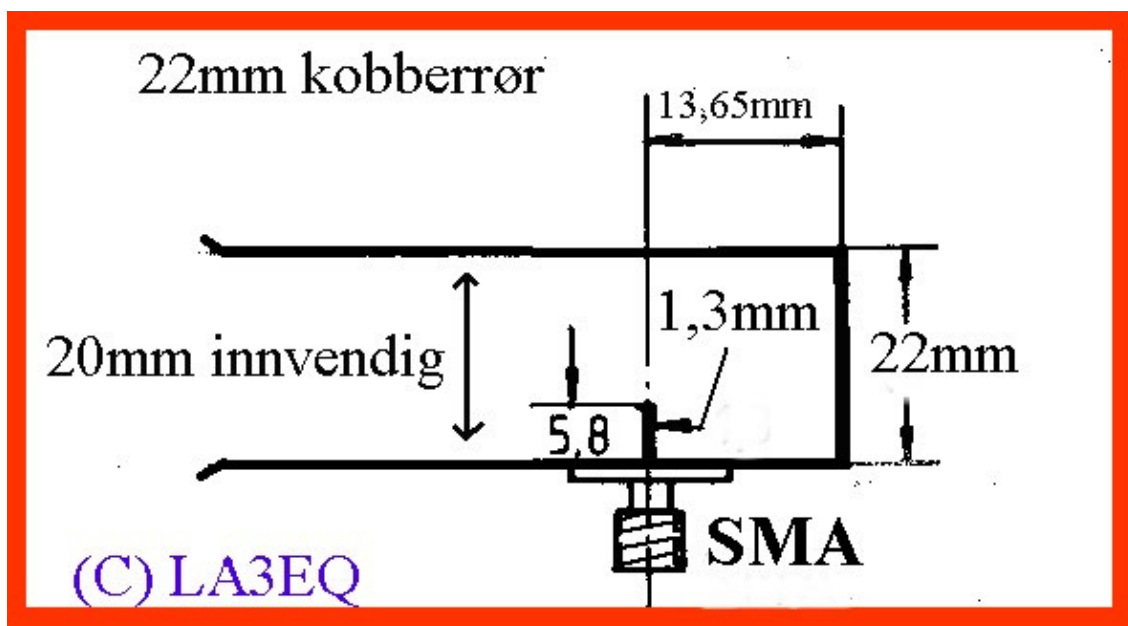


Fig 3 Mål på fødehornet.

Justering av SWR:

Sett inn justerings skrue og skru den slik ar enden stikker ca 2-5 med mer inn i røret. Har du et Retningskobler kan du justere SWR'et til minimum(minimum return loss), men du kan grov justere uten å sende også. Lytt på bakgrunnstøyen i mottakeren. Men du skrur innover vil det komme et punkt der støyen avtar. Da er den en halv bølgelengde inn og kutter nå for signalene, skru den ut ca halv veis tilbake. Bruk en mutter nummer to som låse mutter. Husk all justering må bare skje når fødehornet er på sitt endelige plass. Antennen har jeg brukt i to år nå, og kjørt mye DX på den (>1000km). Den passer perfekt til Rainscatter mode.

Lykke til!



Fig 4. En enkel fødehorn med trakt i i fremkant.

$$\lambda H = \frac{\lambda_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{1,706 \cdot D}\right)^2}} = 54,6 \text{ mm} \quad \frac{\lambda H}{4} = 13,65 \text{ mm}$$

Fig5. Formelen for å finne avstand fra bakre vegg og frem til SMA pinnen.

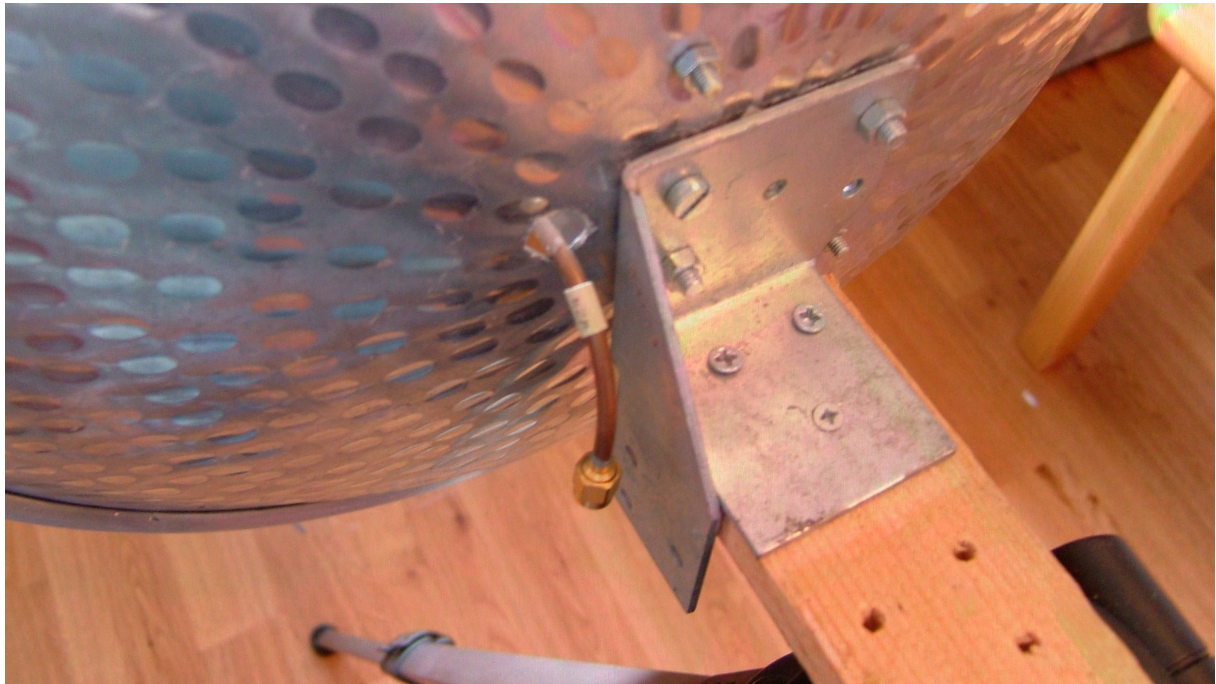


Fig 6. Her ser du hvordan baksiden tar seg ut.

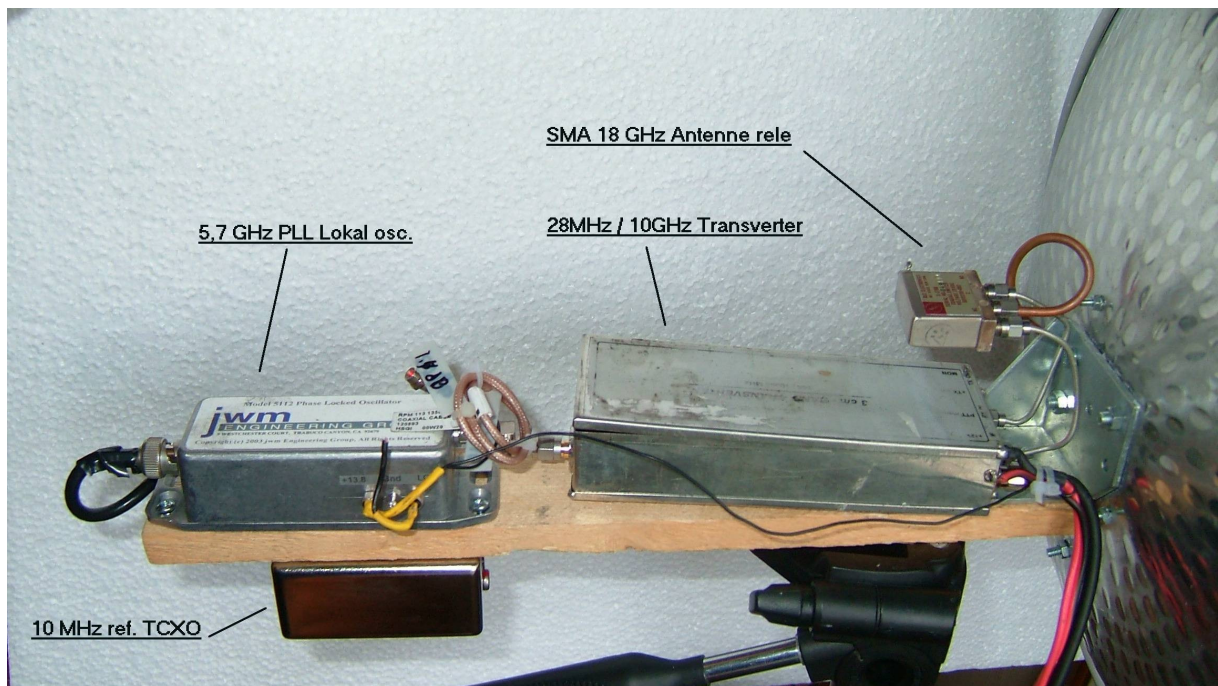


Fig 7 Radio utstyret.

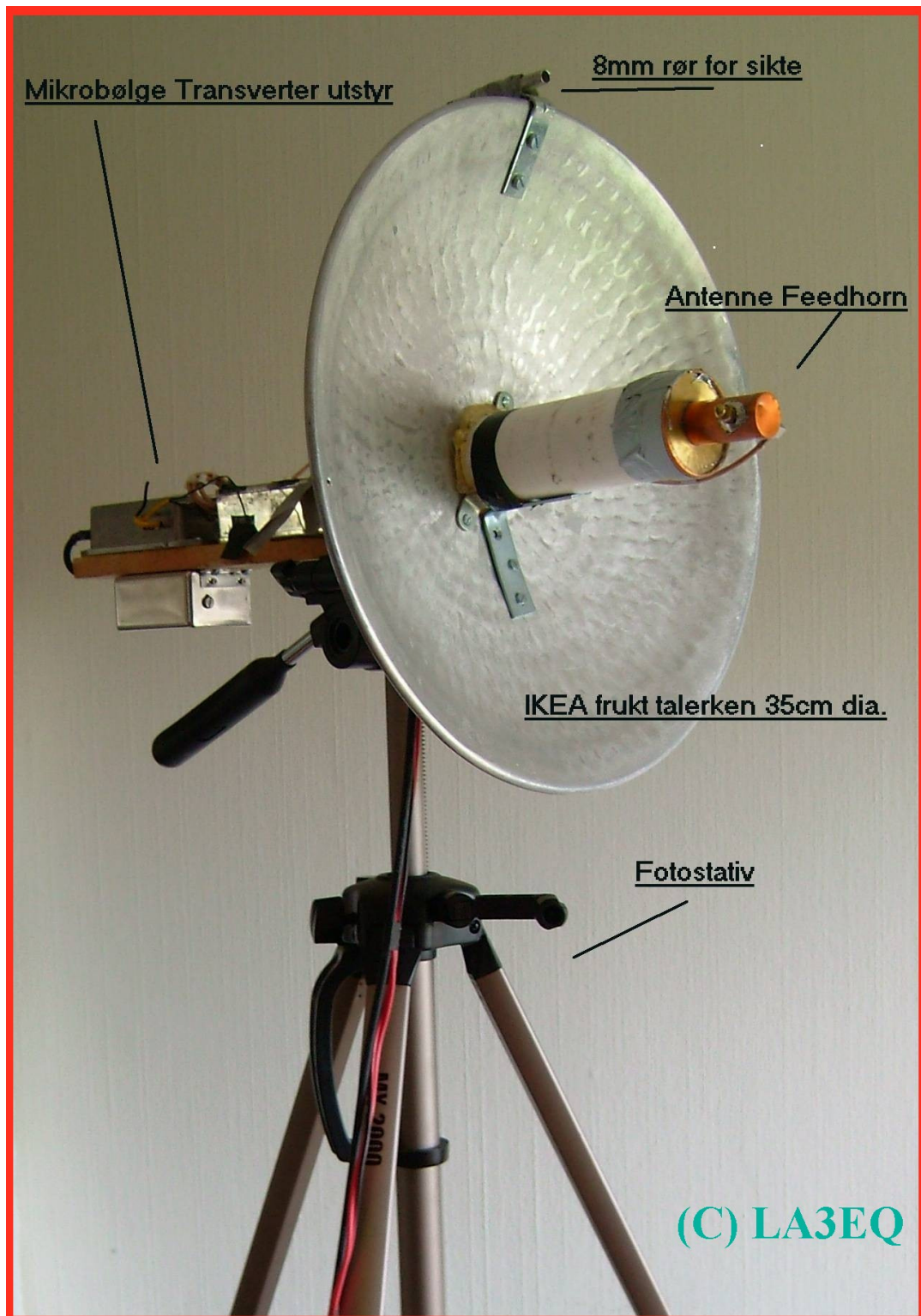


Fig 8. Den ferdige "Ikea" parabol.

Kilder:

- 1) J.D.Kraus, (W8JK), Antennas, MCGraw-Hill, 1950, pp376
- 2) <http://www.w1ghz.org/antbook/chap6-1b.pdf>
- 3) D.Tuirrin, W2IMU, "Antenna Performance Measurements", QST Nov, 1974, pp35-41

Spørsmål kan stilles til meg på "LUSTRUP@START.NO"