

LONG YAGI ANTENNER

LA6VM Erling Johan Wiig

Det ser ut til at vi nå skal få et oppsving i 2 meter-aktiviteten blant LA's, etter at de enkle converter- og sender-kitene er blitt lansert.

Imidlertid har det vist seg at det ikke er like lett å lage seg en skikkelig antenne. Hensikten med denne artikkelen er å vise litt av den teoretiske bakgrunn for Yagi-antennen, og å diskutere problemer med den mekaniske oppbygningen.

Det vi er ute etter, er mest mulig gain med minst mulig innsats. Ved hjelp av målinger har en kommet frem til at Yagi-antennens gain er avhengig av bomlengden, forutsatt at elementene har optimal spacing. Etter (1) er sammenhengen slik fig. 1 viser, og vi får en gainøkning på 3dB (dobling) for hver dobling av bomlengden.

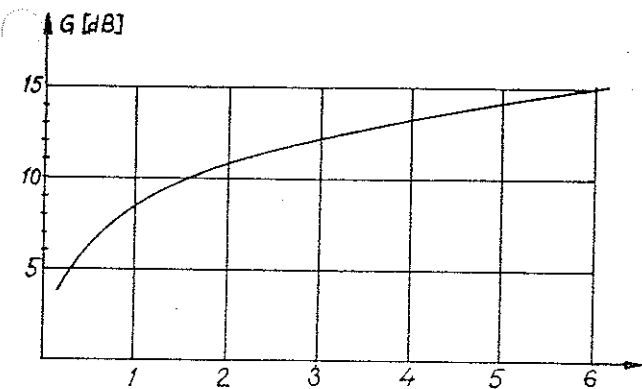


Fig. 1. Antennens gain over en dipol, som funksjon av forholdet mellom bomlengde, L, og bølgelengde, λ

Optimal avstand mellom reflektor og drevet element er $0,25 \lambda$ mellom drevet element og første direktor og første, andre og tredje direktor er ca. $0,1 \lambda$. Avstanden mellom de følgende direktorene bør være $0,1-0,3 \lambda$. De tre første direktorene er closed spaced for at direktorene skal få bedre kopling til

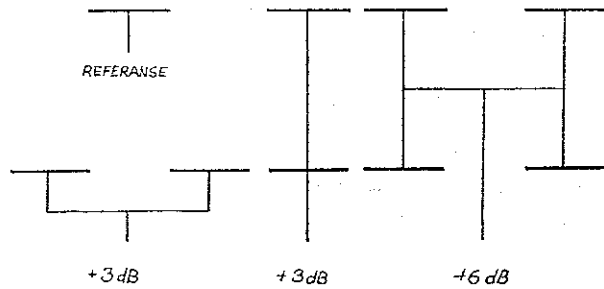


Fig. 2. Forskjellige måter å stacke antenner på.

det drevne elementet. Ved øking av elementtallet synker impedansen i fødepunktet, men med en hensiktsmessig matchmetode vil en kunne få en brukbar tilpasning.

Antennens gain kan finnes etter følgende formel

$$G = \frac{30000}{\Theta_H \Theta_V}$$

Her er G: gain over isotrop

Θ_H : vinkel mellom -3 dB punktene i horisontalplanet.

Θ_V : vinkel mellom -3db punktene i vertikalplanet.

Ved å sette flere antenner sammen, vil en få øket gainet på samme måte som en økning av bomlengden, ved dobling av total bomlengde vil en vinne 3 dB. Dette forutsetter imidlertid at en har korrekt impedanstilpassning, og at antennene står i en viss avstand fra hverandre. Vi har ikke foretatt noen måling av stackede antenner ennå, men litteraturen ((2) spesifiserer en avstand på $1-2 \lambda$ som brukbar.

Vi skulle lage en 2 meter-antenne til LA1K, og bladde gjennom en del amatørblad for å finne et utgangspunkt. I «QST» fant vi en artikkel av W2-NLY og W6QKI (3), der de beskrev en Long Yagi.

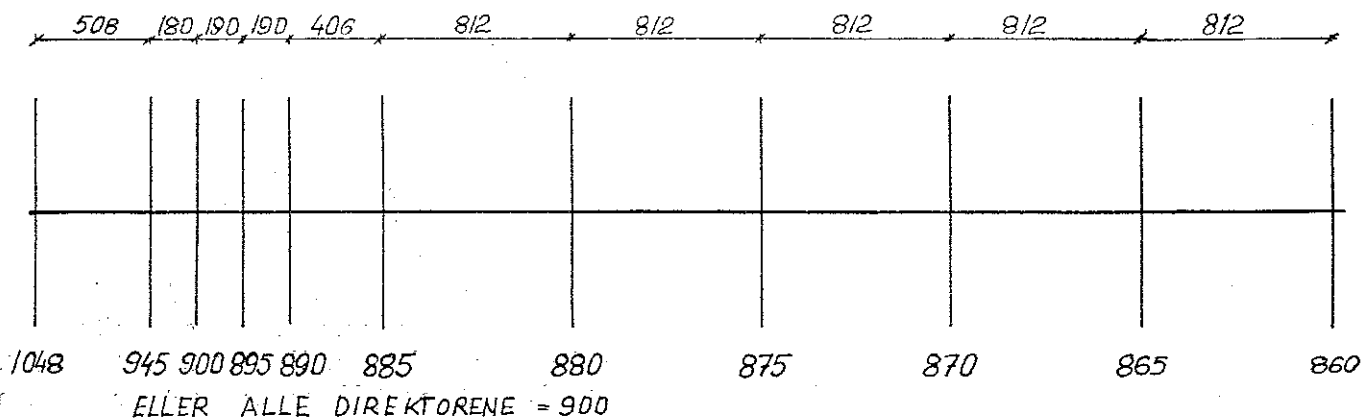


Fig. 3. 11 elements Long Yagi for 2-m. Alle mål i mm. De to forskjellige settene med direktorer er kommentert i teksten. Se fig. 6 for detaljer til det drevne elementet.

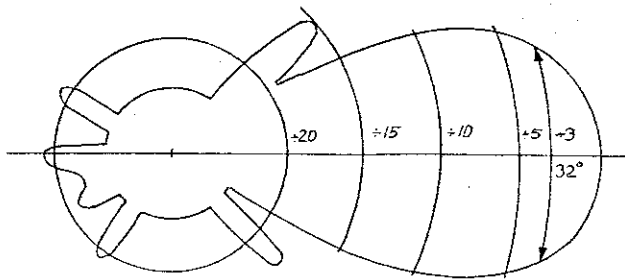


Fig. 4. Strålingsdiagram for 11 elements Long Yagi. Tallene angir nivå i db i forhold til maksimum ved 144,05 mHz.

Ut i fra denne bygget vi en antenne med ca. 6 meter bom. Forfatterne hadde brukt $\varnothing 5/4''$ bom og $\varnothing 3/32''$ ståltråd-elementer. Vi fikk tak i 20 x 20 mm aluminium til bom og 4,5 mm aluminiumtråd til elementer. Dette materialvalget skulle vise seg å ha en del å si for resultatet i første omgang. Vi brukte T-match og en 200-50 ohm coax-balun for å få impedanstilpasning. Men da vi skulle justere T-matchen for å få et brukbart SWR, ble det ingen fornuftige resultater.

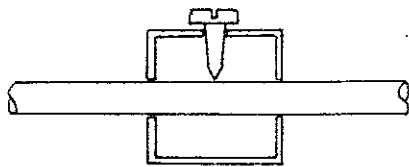


Fig. 5. Festing av elementene.

Vår nære tilknytning til NTH gjorde at vi fikk adgang til Antennelaboratoriet, og vi bestemte oss for å måle og justere antennen skikkelig. Det viste seg at antennen hadde resonans ved ca. 140 mHz, men med et godt strålingsdiagram. Åpningsvinklen var 35° mellom -3 dB punktene. Etter en del cut and try, der vi justerte elementlengdene mens spasingen ble holdt konstant, ble resultatet meget bra.

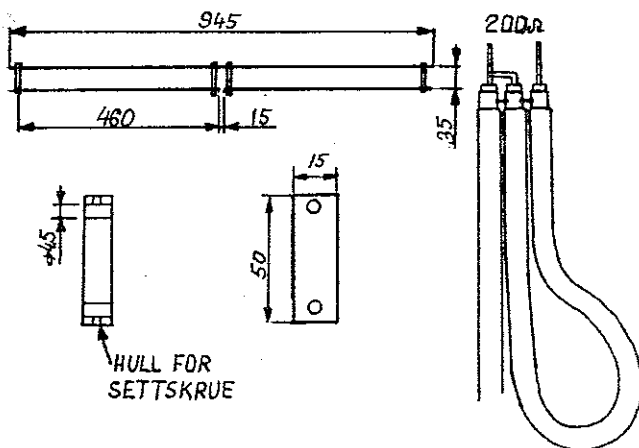


Fig. 6 (t.v.): Det drevne elementet, kortslutning og avstandsstykke.

Fig. 7 (t.h.): 1 : 4 coaxbalun, L er lengden av sløyfen.

Åpningsvinklen ble 32° mellom -3 dB punktene, og front to back forhold vel 20 dB og alle sidelobes ned mer enn 15 dB på 144,05 mHz. Denne antennen hadde alle direktorene like lange, og det medførte at båndbredden var liten. Vi gjorde også forsøk med å korte inn direktorene med 5 mm pr. element framover. Dette medførte større båndbredde, d.v.s. at strålingsdiagram og impedans varierte mindre over båndet og strålingsvinklen ble noe større.

Maksimalt SWR var 1,4 : 1 mellom 144,0 og 145,0.

Etter den tidligere oppgitte formelen er antennens gain ca. 24 ganger, eller 13,8 dB over isotrop. Dette er ca. 12 dB over en dipol, noe som er svært bra. (Jeg har her forutsatt at strålingsdiagrammet i vertikalplanet er omtrent det samme som i horisontalplanet.)

Det viste seg altså at det er meget viktig for det endelige resultat at en bruker nøyaktig samme materialer som er oppgitt i byggebeskrivelsen. De materialene vi brukte, er lagervare hos de fleste større stål- og metall-leverandørene. Aluminiumstråden kan

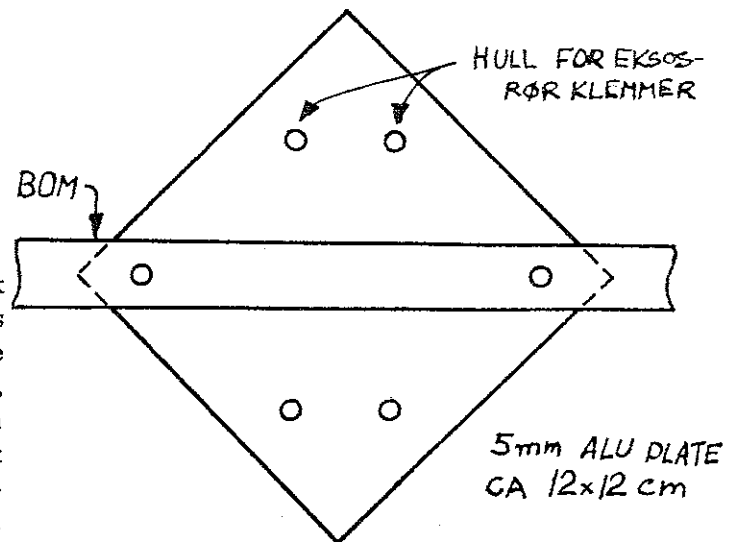


Fig. 8. Bom til mast-feste.

fåes i rette stenger a ca. 3 meter, eller kilometervis i bunter. I sistnevnte tilfelle må tråden rettes, noe vi fikk gjort i en strekkprøvemaskin. Tråden ble strukket over flytegrensen, med en kraft på ca. 500 kp. Det vil vel derfor være det enkleste for de fleste å få tak i ferdige rette stenger. Elementene er tredd gjennom bommen og festet med en kadmiert, selv-gjengende plateskrue, ca. 10 mm lang, se fig. 5. Det viste seg å ikke bli så mye igjen av T-matchen, det drevne elementet ser mer ut som en vanlig foldet dipol. Fig. 6 viser hvordan dette elementet er laget. De to kortslutningsstykkene er laget av 10 mm aluminiumsbolt, og avstandsstykkene av 7 mm pleksiglass. Balunen er vist i fig. 7. Lengden L er gitt ved $L = \lambda/2 \cdot v$. v er koaksialkabelens hastighets-

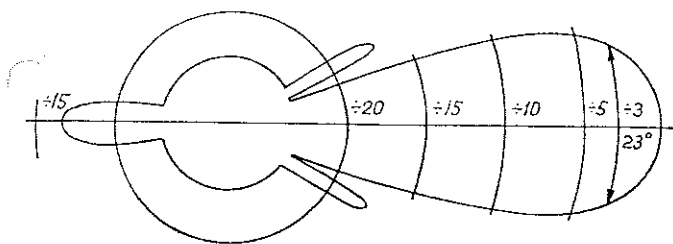


Fig. 9. Strålingsdiagram til TV-2 Long Yagi.

faktor. For RG 8U og RG 58U er den lik 0,66. For 2 m blir $l = 690$ mm. Balunen og feederen festes til bommen med tape, slik at det ikke blir noen belastning på det drevne elementet. Bommen er festet til masten ved hjelp av en liten 5 mm aluminiumsplate og et par eksosørklemmer, se fig. 8. Da bommen er meget slank, bør den barduneres, slik at den ikke henger så mye i endene. Med all den sure luften som etter sigende svever rundt oss for tiden, er antennen meget utsatt for korrosjon. Derfor: Unngå å blande forskjellige materialer, bruk bare aluminium og kadmierte skruer. Aluminium og kopper bør ikke stå sammen. Men dette er det vel ikke mulig å unngå i feedertilkoplingen, så denne bør lakkas eller støpes inn i araldit.

Til slutt vil jeg nevne at 2 m-antennen har vært brukt til modell for flere UHF-antenner. Siste skudd på stammen er en 22 elements utgave for SM-TV2, Sunne kanal 50;703-709 MHz. Bomlengden er 3m, og målene er gitt i fig. 9. Det er brukt samme type drevet element, med T-match. Med kortslutningsstykkene plassert slik fig. 10 viser, ble det oppnådd et SWR på maks. 2 : 1*. Just, LA9DL, som er opphavsmannen for denne beamen, har tatt et par strålingsdiagrammer, og funnet åpningsvinkelen mellom -3 dB punktene til å være 23°. Under de samme forutsetningene som jeg tok ovenfor, er det åpenbart at den oppgitte formel for antennens gain altfor snill. Vi vil imidlertid anslå gainet til å ligge over 20 dB over en dipol. Erfaringene vi har

gjort hittil, viser at det bare er å skalere målene til 2 m-beamen, d.v.s. elementlengder og spacing, i samme forhold som forholdet mellom bølgelengdene, om man vil lage en Long Yagi for en annen frekvens.

★

Referanser:

- (1): Ehrenspeck and Poehler, «A New Method for Obtaining Maximum Gain from Yagi Antennas» IRE transactions on antennas and propagation.
- (2): ARRL antenna handbook.
- (3): Long Long Yagis. J. A.Komosko & H. G. Johnson «QST» Jan. 56.

Les også «Hvordan man ødelegger en god Yagi»

Av OZ9OR, H. O. Rasmussen, «OZ» nr. 6, 71.

274 ◀

Imidlertid tror jeg man ikke skal vente å finne ut noe fornuftig om en transistors f_t ved å måle dens BE-diodes zenerspenning. Det er sjelden å finne at transistorfabrikantene sier noe i det hele tatt om basisemitterdiodens zenerspenning, men i en bok fra Ferranti har jeg funnet noen data for transistorene ZTX300 og ZTX310. Den første har en minimum f_t på 100 MHz, og zenerspenningen ligger på typisk 8 volt. ZTX310 har den samme minimums f_t , men her ligger en typisk zenerspenning på noe under 7 volt. Det er imidlertid stor variasjon i zenerspenningen innen én transistortype.

b) En transistors strømforsterking (h_{FE}) er definert ved et bestemt arbeidspunkt. Følgelig vil h_{FE} forandres om man forandrer transistorens arbeidspunkt. f_t («Gain-bandwidth-product») er den frekvensen hvor strømforsterkingen er falt til én. Siden f_t er avhengig av h_{FE} , er denne parameteren også avhengig av transistorens arbeidspunkt, og for et annet arbeidspunkt enn det spesifiserte, vil f_t anta en annen verdi. Strømforsterkingen er konstant (for et definert arbeidspunkt) opp til en viss frekvens, hvoretter den begynner å falle med ca. 6 dB pr. oktav, inntil den er én ved f_t . Derfor kan du ikke generelt sett bruke den regnemethoden du har skissert, men siden man som regel bare er interessert i den delen av strømforsterkingskurven hvor h_{FE} har begynt å synke, er måten brukbar i praksis.

281 ◀

å lage sin egen nøkkel med egne mål. Materialene til denne nøkkelen kjøpte jeg hos Astrup & Sønn Dronningens gt. 8 Oslo 1, men jeg tror ikke de selger så lite som til én nøkkel. Jeg tror nok at disse materialene kan fåes i et mekanisk verksted e.l. Til sammen skulle ikke prisen på disse materialene overstige 10 kr. d.v.s. armen + profilene.

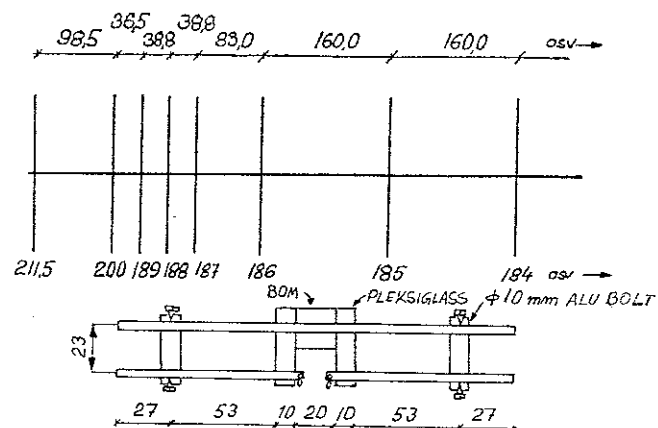


Fig. 10. Mål for 22 elements Long Yagi for SM-TV II. Direktorene er forkortet 1 mm pr. element. Alle mål i mm.

* Fødet med 1 : 4 coax balun.