

COMMENTS to a 70 cm long YAGI ARRAY

by Karl, SP 1 DSU

E. : This 432 MHz EME antenna, which is believed to be the first one in Poland, was finally assembled on July 1982 after about one and a half year of preparations and it is a teamwork of SP1IYZ, Andrzej, SP1HKC, Mirek and myself. I wish, at once, to express my sincerest thanks to my two young colleagues, who have made a tremendous job especially on the mechanical side. My thanks are also extended to individual members of our radio club in Szczecin and to SP 6 LB.

16x12 el. yagies (SP6LB design) mounted in a conventional quadrature configuration. Stacking distance hor. and vert. 117cm. 50 ohm distribution harness with five 50 ohm power dividers (SM6CKU produktion), 3KW at 432. Az-El mount manually controlled ("armstrong" system). Coax relay 1: Transco 50 ohm, 10KW peak at 1GHz, isolation between tx- and rx-ports at 432 MHz 60db. Coax relay 11: Magnecraft 50 ohm, 100W at 1GHz, isolation 35db, used as extra protection for the preamplifier. Preamp. 1 GASFET, Preamp. 11 NEC 645. Coaxial cable H 100. The short coax cables within the harness is RG-213, all connectors are N-type.

The mast is a former pole for street lights cut to 7.5m length. The mast is mounted adjacent to our sun terrace, 5m asl., so all antenna movements can be controlled from that place.

A small xtal beacon on 432.050 MHz was placed app. 900m from the antenna. The miniature receiver taken from IC 402 was used as a field strength meter in connection with a 100 Mohm FET voltmeter. No preamp. was used. A precision step attenuator for coaxial lines, useful up to 1 GHz, was inserted in the feed line. First, the instrument reading for one yagi was noted. Then, with all 16 yagies engaged, the step attenuator was adjusted to get the same reading. We hoped that it would be 10-11db, but we got exactly 12db. Needless to say, all three of us felt very happy.

Results: headlobe at -3db, hor. 9° vert. 9° . This measurement is to be repeated when we have more accurate scales for the Az and El axis. The sun noise, measured at 30° El. indicated around 11db. We estimate the gain of this EME array to be around 24dbd.

At the present time I must have visible moon for listening. Nevertheless within the period 23.7 to 22.8 the first station to be heard over the moon was YULAW. He was rather strong, RST 419. Next was K2UYH (also 419) JA ? (maybe JA9BOH) and a lot of single letters and figures. 2.4 kHz bandwidth has been used. I have a 4-pole active AF-filter with selectable bandwidth. It is good for weak tropo signals but not good enough for extremely weak EME signals so I prefer not to use it.

One negative thing must be mentioned, a high gain array with a big capture area picks up a lot of man-made noise in the vicinity. The worst noise sources are small cars with two-stroke engines (Syrena, Wartburg Tranbant). A Syrena within a few hundred meters from the antenna can produce a kind of rapid woodpecker noise up to $S9+20\text{db}$! Even the best noiseblanker is of no value in such a case. On the other hand, at late evenings and night hours when the Syrenas have gone sleep and the antenna is elevated towards the moon, it is a wonderful relief to hear, how low the noise level is.

After installing a precision Az scale permitting readings down to 0.25 degree we spent almost a whole Sunday making measurements for the polar diagram. The main lobe at -3db is 9° , not 12 as we first thought. The two secondary lobes at $\pm 41^{\circ}$ are usual "outgrowth" from the main lobe. From my experience, these two secondary lobes are always present in a stacked longyagi array. They are only, in this case, 11db down, but being close to the main lobe, they will do no harm.

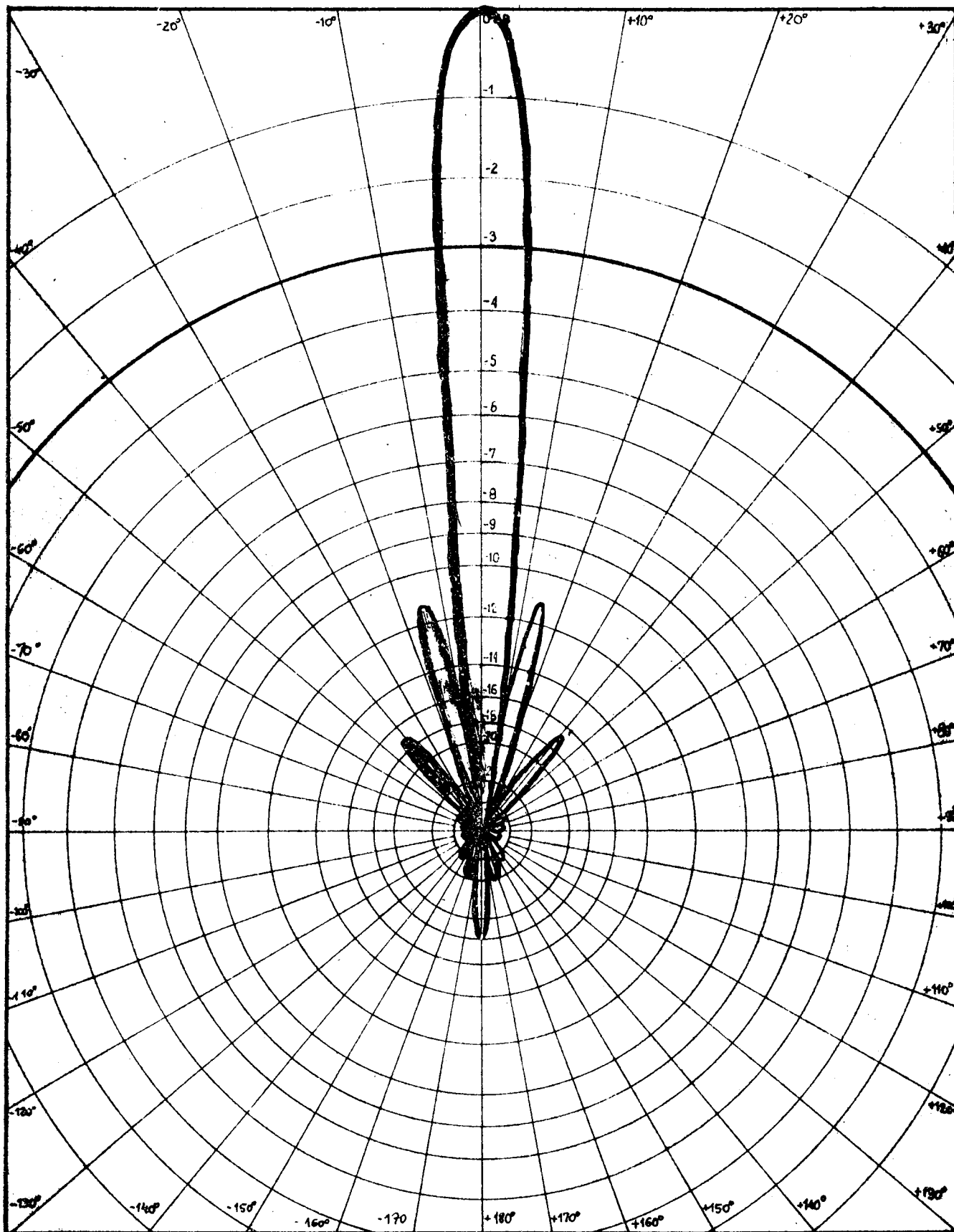
Both sidelobes at $\pm 41^{\circ}$ are very narrow and 17db down which is more than satisfactory. The backlobe is also very narrow and 18db down compared with the main lobe.

The conventional procedure by stacking two longyagis is to keep them apart at a distance where their apertures just touch each other which usually occurs at a distance of two lambda. This would give, theoretically, an additional forward gain of 3db. In practice, however, an amateur can usually not achieve more than 2.2-2.5db. In case very short yagis, the additional gain can be substantially higher (e.g. two 3-element yagis could give increased gain of 4.2db at a stacking distance somewhere between a half and one lambda). In his comments to the Swedish antenna measuring convention at Annaboda June 1979, Leif, SM5BSZ, pointed out that several types of longyagis have an optimal stacking distance around 1.7 lambda where they may give over 3db stacking gain.

The explanation is believed to be the following: when the apertures of two such yagis (preferably of medium size) are allowed to intersect slightly in other words, the two yagis are more tightly coupled, one can usually find a critical point where the sidelobes tend to cancel out, resulting in increased gain in the combined headlobe.

The 12 el. -61b longyagi is of moderate size (2.9 lambda boom length) so we decided to try the tip from SM5BSZ. It worked out. A square group of four SP6LB yagis stacked 1.7 lambda in both axes gave solid 6db over a single yagi. Thus the whole array could be built rather compact, yet it gives a little more gain than normally expected.

SP 1 DSU 6 16 x 12 El.
horizontal polar diagram 432.050



D. : Diese 432 MHz EME-Antenne, ich glaube die Erste in Polen, wurde im Juli 1982 fertig, nach 1 1/2 Jahren Planung und Bauzeit. Vielen Dank für die Hilfe von SPLIYC Andrzej und SPLHKC Mirek und auch an die Mitglieder unseres Radioclubs in Stettin und SP 6 LB.

Es sind 16 x 12 El. Yagies (SP6LB) in normaler Quadratform gestockt. Der Stockungsabstand beträgt 117 cm (hor. und vert.). Es kommen 5 50Ω Koppler von SM6CKU (3KW auf 432) zum Einsatz. Die Steuerung geschieht per Handkraft. Koax Relais 1 ist ein Transco (50Ω 10KW auf 1 GHz, Sperrdämpfung 60db), Relais 11 ein Magnecraft (50Ω 100W auf 1 GHz, Sperrdämpfung 35db) als zusätzlicher Vorverstärkersicherung. Der erste Vorverstärker ist ein GASFET, der zweite ein NEC 645. Das Kabel ist H 100, die Rotorschleife aus RG-213, alle Stecker sind in N-Norm.

Der Mast ist eine alte Straßenlaterne, bei 7,5m abgeschnitten, der auf der Sonnenterrasse steht, sodaß alle Funktionen auch von dort aus bedient werden können.

Eine kleine Hilfsbake wurde 900m von der Antenne entfernt installiert, sie sendete auf 432,050. Der Empfänger vom IC 402 wurde zum messen benutzt, in Verbindung mit einem FET Voltmeter (100 M Ω). Es wurde kein Vorverstärker benutzt. Ein Präzisionsdämpfungsglied bis 1GHz wurde in die Antennenzuleitung geschaltet. Zuerst wurde der Wert für eine Yagi gemessen und notiert. Nun, mit allen 16 Antennen wurde dann mit dem Dämpfungsglied der selbe Wert am IC 402 eingestellt. Wir hofften auf 10-11db, aber es waren exakt 12db. Nicht zu beschreiben, wie froh wir waren. Der horizontale und vertikale Öffnungswinkel liegt (-3db) bei 9°. Das Sonnenrauschen, bei 30° Elevation, wurde mit 11db gemessen. Der Gesamtgewinn der Antenne dürfte bei 24dbd liegen.

Zur Zeit muß die Antenne noch nach Sicht zum Mond gedreht werden. In der Zeit vom 23.7.82 bis zum 22.8.82 wurden YULAW 419, K2UYH 419, JA9BOH ? und viele einzelne Zeichen gehört. Es wurde ein 2,4 kHz Filter benutzt, ein NF-Filter brachte keine Verbesserung bei EME Signalen. Eine negative Eigenschaft wurde bei der Antenne festgestellt, sie ist sehr Empfindlich gegenüber Zündfunkenstörungen (SYRENA, Warthburg, Trabant etc.) So ein Auto kann auch über 100m noch ein qrm von S9+20db verursachen, da hilft auch der beste Noice Blanker nichts. Wenn diese Autos aber dann "schlafen gegangen sind", ist das Rauschen aber sehr schön leise, bei auf den Mond gedrehter Antenne.

Die normale Art zwei Yagis zu stocken ist, sie in dem Abstand zu montieren, daß sich die Aperturen der Antennen gerade berühren, meistens bei ca. 2λ . Das ergibt theoretisch einen Gewinnzuwachs von 3db. Praktisch kann man aber nur ca. 2,2-2,5 db erwarten. Bei sehr kurzen Yagis kann man mit höherem Stockungsgewinn rechnen (zB. 2 x 3El. haben 4,2db mehr gegenüber einer, bei einem Stockungsabstand zwischen $1/2 \lambda$ - 1λ). Bei seinen Ausführungen auf einer Antennentagung in Annaboda (Schweden Juni 1979) erklärte Leif, SM5BSZ, daß verschiedene Antennen bei Stockung mehr als 3db Zusatzgewinn erzielen können. Das begründete er damit, daß wenn sich die Aperturen zweier Antennen (möglichst kurze) sanft berühren, daß heißt eine enge Kopplung besteht, sich die Nebenzipfel in einer optimalen Stellung fast Auslöschen, und daraus der Zusatzgewinn entsteht. Die 12 El. SP6LB Antenne hat eine Länge von nur $2,9 \lambda$, so probierten wir diesen Hinweis aus. Es funktionierte! Eine vierer Gruppe aus 4 SP6LB Antennen im Abstand von $1,7 \lambda$ in beiden Richtungen gab exakt 6db mehr Gewinn gegenüber einer einzelnen Antenne. Nun konnte die Gruppe kompakter gebaut werden und ein höherer Stockungsgewinn erreicht werden, als bei üblicher Stockung.

Nachdem eine genaue Az-Skala installiert wurde, ergaben sich folgende Messwerte. Die Hauptkeule (-3db) ist 9° , nicht 12 wie zuerst gemessen. Die beiden Nebenzipfel bei $\pm 14^\circ$ sind 11db unterdrückt und sehr symmetrisch, was auf einen guten Aufbau schließen läßt. Die nächsten Nebenzipfel sind bei $\pm 41^\circ$ und schon 17db unterdrückt, was sehr gut ist. Die Rück- und Seitendämpfung liegt bei 18db.