

# 2-elementtinen lyhennetty yagi-antenni 80 m:lle

Jari Ojala, OH8LQ

Vuonna 2000 rakensin ensimmäisen 80 m:n yagini, tuolloin rakennettu oli ns. linear-loaded -malli. "Linear-loaded" tarkoittaa rakennetta, jossa antennin elementtiä on lyhennetty "laskostamalla" esimerkiksi vaijerilla. Tämä yagi oli käytössä vuoteen 2007, jolloin toinen 27 m pitkistä elementteistä katkesi.

Lineaarisesti kuormitetulla antennilla pääsi workkimaan 3,525 -3,65 -3,775 MHz:n taajuuksille +- 25 -40 kHz muuttamalla laskostuslenkin pituutta eli oikosulkemalla sen releellä.

Kesällä 2009 tuli ajankohtaiseksi korjata antenni ja laittaa se uudelleen ylös. Vaihtoehtoja olivat kunnostaa alkuperäinen antenni ennalleen tai rakentaa uudenlainen, vanhan antennin pohjalta saaduista kokeuksista viisastuneena. Vanhaa antennia tutkittuani ja simulaattoreita hetken käyttäytyäni päädyin muuttamaan radikaalisti antennin rakennetta ja periaatetta, mahdollisimman paljon vanhan osia hyödyntäen. En tarkoita tätä kirjoitusta rakennusohjeeksi, mutta se joka osaa tehdä antennin, muutenkin pystyy saamaan tästä vinkkejä ja ottamaan kokemuksista opiksi! Ainahan voi kysyä lisää!

## Antennin suunnittelu

Suunnittelun pohjana käytin 40 m:n keloilla lyhennettyä antennia, jonka aluksi skaa-

### Kaavat hairpin-induktanssin laskemiseksi

$Q = \sqrt{\frac{R_s}{R_L} - 1}$	$R_s =$ syöttöjohdon impedanssi Z
$ X_c  = Q * R_L$	$R_L =$ syöttöpisteen R
$X_L = \frac{R_s}{Q}$	$X_c =$ kapasitiivinen reaktanssi
$L = \frac{X_L}{2\pi * f}$	$X_L =$ hairpin-kelan reaktanssi
	L = kelan induktanssi
	f = taajuus



Elementin kiinnitys.



Antenni mastossa. Viimeisiä kytkentöjä tekee OH8KTN.

lasin suoraan 80 m:lle. Saaduilla mitoilla aloitin simuloinnin. Halusin puomin mahdollisimman lyhyeksi, ja skaalatuilla mitoilla puomi olisi ollut n. 11,5 m pitkä.

Kun olin löytänyt oikeat elementin pituudet, kokeilin puomin pituuden vaikutusta etu-takasuhteeseen, vahvistukseen ja impedanssiin. Impedanssihan yleensä laskee,

kun puomia lyhentää. En edes ollut ajatellut saada impedanssia suoraan 50-ohmiseksi, mikä tuntuu nykyisin olevan tärkein ominaisuus monissa antennimitoituksissa.

Kokeilin lyhentää puomia 1/2 m:n välein ja katsoin miten suuntakuvion käy. 11 m:n ja lopulta valitulla 8 m:n puomilla ero vahvistuksessa on n. -0,4 dB, etu-takasuhteessa



Elementin tuenta.



**Kapasitanssihattu.**



**Trappikela.**

parannusta vajaa 9 dB ja impedanssi n. 20 ohmia. Mielestäni vahvistuksen ero on marginaalinen, mutta huomattavasti paremmasta etu-takasuhteesta olisi enemmän hyötyä kuin 0,4 dB:stä vahvistuksessa!

Seuraavaksi piti miettiä kuinka vaihdetaan CW- ja SSB-bandien välillä, koska antenni on varsin kapeakaistainen, n. 25 kHz alle 2:1 SWR:illä. Olin aikaisemmin tutkinut netissä olevaa VE6WZ:n antennia, jossa taajuutta muutetaan elementin puolivälissä olevilla keloilla, ja päätin tehdä vastaavanlaisen systeemin.

Antennissa olevat kapasitanssihattut ovat poikkeus ennakkosuunnitelmiin. Ensimmäisissä elementin mittauksissa kävi ilmi mitoitusvirhe pidennyskelassa. Kelan induktanssi oli liian pieni, jolloin elementtiä olisi pitänyt jatkaa. Tämähän olisi ollut vaikeaa ja lisännyt elementin kärkien painoa. Mietin mitä tekisin ja hoksasin: miksi en koekelisi hattua? En ollut koskaan aikaisemmin käyttänyt yhdessäkään antennissani kapasitanssihattua, joten se oli aivan uusi tuttavuus.

Hatuksi otin kaksi kahden metrin mitaista 15 mm:n alumiiniputken pätkää, jotka kiinnitin X:n muotoon heti kelan jälkeen elementtiin, ja niinpä vain pääsin jo lähelle oikeaa resonanssitaajuutta yhdelläkin hatulla, joten ei kuin hattu myös toiseen päähän elementtiä ja putkien pätkiminen oikeisiin mittoihin.

Käytännön kokeilun jälkeen laitoin hatut myös simulointimalliin ja tutkiskelin niiden vaikutusta.

### Mekaaninen rakenne

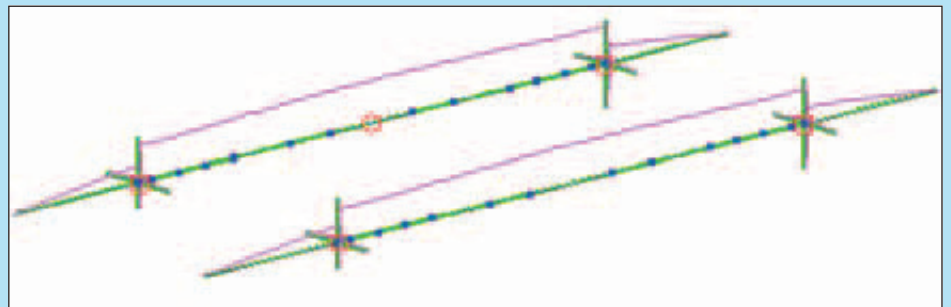
Antennin elementit ovat lyhennettyinäkin kohtuullisen pitkät, n. 26–27 m, joten mekaaninen rakenne on haastava. Tavoite olisi saada antennista mahdollisimman kevytrakenteinen lujuudesta tinkimättä. Keveystvaoitteiden takia elementtien kärjissä on 7 m lasikuitua, jonka sisään on pujotettu 2,5 mm:n alumiinilanka. Lasikuituputkena on käytetty 9 m:n teleskooppi-ongenvapoja, joista on jätetty kaksi ohuinta jatkoa pois.

Elementit ovat keskeltä katkaistuja,

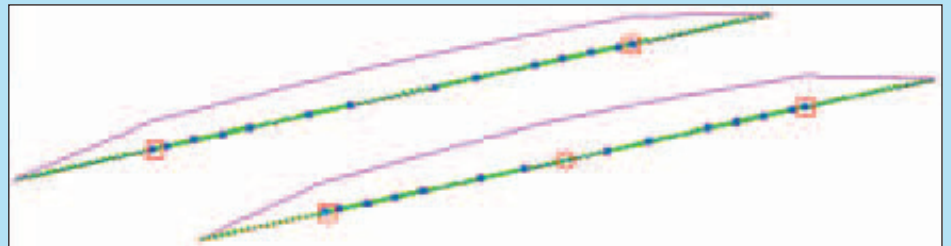
keskieristeenä on käytetty lasikuituputkeä. Ongenvavat on liitetty kelojen runkona käytettyyn lasikuituputkeen epoksilla ja lasikuitukankaalla sovitamalla. Lisäksi lasikuitujen läpi menee kapasitanssihattujen kiinnitysruuvi, jolla estetään hatun pyörrähtäminen. Kapasitanssihattut on kasattu

kuvinäkyvällä tavalla kulmapalaan, joka on kiinnitetty klemmarilla elementtiin. Hatun kytkentä on varmistettu lyhyellä johdolla kelan ja alumiinilangan liitokseen.

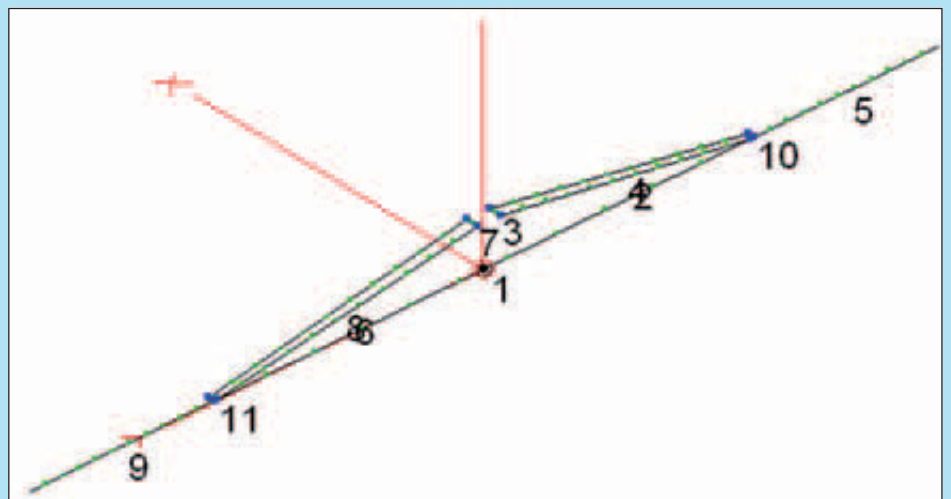
Elementin tuentaan käytetään Dynema-narua, (lienee vastaavaa kuin kevlar?), joka ei juurikaan veny ja lisäksi naru on



**"Hatullisen" elementin virrat.**



**"Hatuttoman" elementin virrat.**



**"Linear loaded" -elementti.**



lujaa ja kevyttä. Dyneemalle on olemassa omat silmukkalukkonsa, koska naruun tehdyt solmut eivät pysy kiinni. Tuenta on tehty kahteen suuntaan yläviistoon. Seuraavassa versiossa tulen tekemään tuennan kolmeen suuntaan ja ehkä kahdesta kohdin elementtiä.

Puomi on 80x3 mm:n alumiiniputkea, joka on tuettu yhdellä vajerilla. Elementit on kiinnitetty puomiin alumiinilatoilla U-pultein. Elementit pitää eristää puomista. Eristeet on tehty paksuseinäisistä vesijohdotputken pätkistä, jotka on pujotettu alumiiniputken päälle klemmarien kohdille.

### Sähköinen rakenne

Pidennyskelat olen tehnyt suoraan sen 45 mm:n lasikuituputken päälle, jolla elementti katkaistaan. Kela on käämitty 2,5 mm:n kuparilangalla. Kela on kompromissi keveyden ja Q-arvon välillä. Kelan häviöt saataisiin huomattavasti pienemmiksi, jos se tehtäisiin suuremmalla halkaisijalla ja materiaali olisi pinta-alaltaan suurempaa muotokuparia (skin effect).

Elementtien viritykseen CW/SSB-bandeille käytetään kela, joka on jaettu kahdeksi erilliseksi kelaksi. Karkean säädön kelassa on neljä tapitusta joka neljännes-

sä kierroksessa ja hienosäädön kelassa on neljä tapitusta joka kierrokselle. Kolmessa tapituksessa on releet, joilla valitaan montako kierrosta kelasta käytetään. Näin antennin resonanssitaajuutta saadaan säädettyä n. 20 -25 kHz:n portain. Keloissa olevat ylimääräiset kierrokset voisi jättää pois, koska nythän tiedetään, montako kierrosta tarvitaan siirryttäessä 3,8 MHz:stä 3,5 MHz:iin. Kummassakin elementissä on samanlaiset viritysboksit, paitsi syöttöelementin boksiin on lisätty "hairpin"-sovituskela. Releiden ohjausjohdot on liitetty yhteen ja tuotu alas yhdellä kaapelilla.

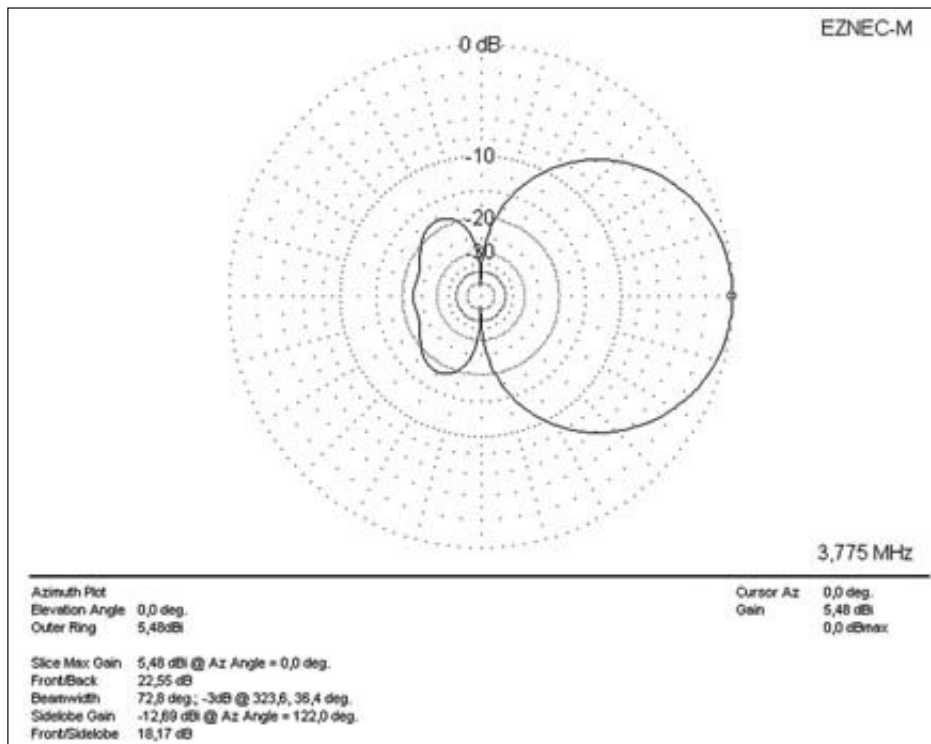
### Viritys

Antennin elementit viritetään kokoamisen jälkeen oikeille resonanssitaajuuksilleen. Taulukossa on laskettu tälle mitoitukselle resonanssit. Elementit viritetään ensin ilman viritysbokseja korkeimmalle halutulle taajuudelle. Tämän virityksen tein muuttamalla kapasitanssihatun mittaa, eli pätkimällä kapasitanssihatun putket sopivan mittaisiksi sekä nostamalla elementin mittauksen ajaksi n. 8 m:n korkeuteen maasta. Resonanssi muuttuu hiukan, kun antenni nostetaan paikoilleen mastoon. Tämän takia kannattaa elementit virittää menemään hiukan yli bandirajojen kummastakin päästä.

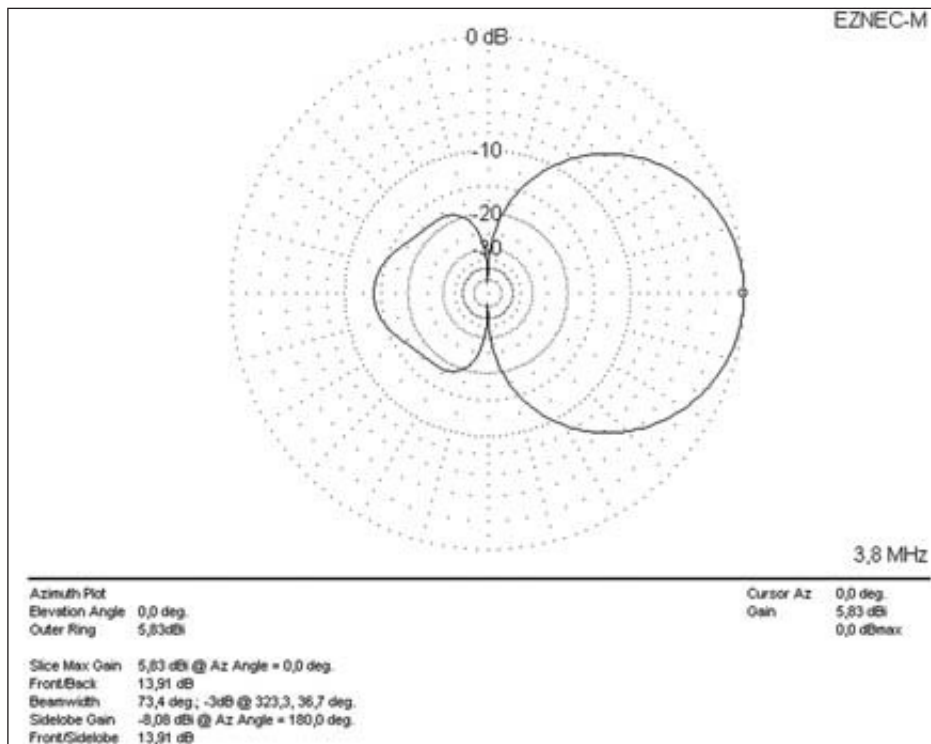
### Elementtien resonanssitaajuudet antennin resonanssitaajuuksilla

koko antennin resonanssitaajuus MHz	Syöttöelementti MHz	Heijastelementti MHz	Karkea viritys	Hieno viritys
4,475	4,523	4,396	OFF	OFF
3,500	3,537	3,438	OFF	K4
3,525	3,562	3,462	OFF	K5
3,550	3,588	3,487	OFF	K6
3,575	3,613	3,512	K1	OFF
3,600	3,638	3,536	K1	K4
3,625	3,664	3,561	K1	K5
3,650	3,689	3,585	K1	K6
3,675	3,714	3,610	K2	OFF
3,700	3,739	3,634	K2	K4
3,725	3,765	3,659	K2	K5
3,750	3,790	3,684	K2	K6
3,775	3,815	3,708	K3	OFF
3,800	3,840	3,733	K3	K4
3,825	3,866	3,757	K3	K5
3,850	3,891	3,782	K3	K6

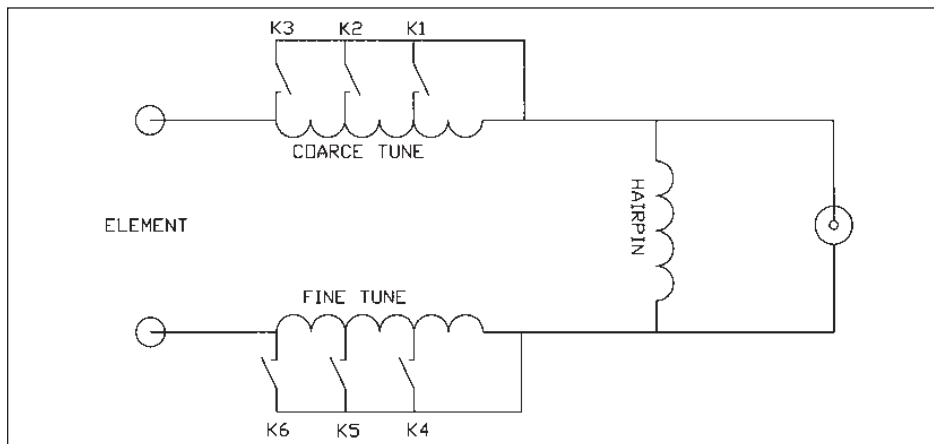
Antennin impedanssiksi tulee n. 20 ohmia, joten se täytyy sovittaa 50 ohmiin. Sovituksen tein lisäämällä kelan syötön rinnalle ns. hairpin:in. Kela on mitoitettu keskelle bandia (3,675 MHz), mistä johtuen kummassa-



Suuntakuvio 8,5 m:n puomilla.



Suuntakuvio 11,5 m:n puomilla.



### **Elementin virityskelojen kytkentä.**

kin päässä bandia on hiukan epäsovitusta. Tässä antennissa SWR on n. 1,3:1 bandin reunoilla. Taulukossa esitetyillä kaavoilla pääsee riittävän lähelle oikeaa kelan inductanssia. Kelan käyttö vähentää myös staattisia rutinoita kuuntelussa, koska se oikosulkee syöttökaapelin tasasähkömielessä. Lisäksi tarvitaan pätkä koaksiaalikaapelia virtabaluniksi käärittynä.

### **Kokemuksia**

Antennia varten on oma 42 m:n mastonsa,

jossa antenni on heti haruslaakerin yläpuolella n. 37 m:ssä. Jos masto ei olisi ollut valmiina ennen antennia, olisin nostanut haruslaakerin 41 m:iin, jolloin antennin olisi saanut korkeammalle. Maston yläharukset on pätkitty 160 m:n antenniksi, joka odottaa vielä syöttökaapelin asennusta.

Antenni on pysynyt ylhäällä nyt reippaat puoli vuotta ja toivottavasti pysyy jatkosakin. Ahkeran workkimisen tuloksena lokikirja (paperi) on täytynyt DX-QSO:ista, W, JA, VK, afrikkalaisia jne. Juuri eilen

VP8 piti pile-uppia CW:llä, kaksi kutsua ja QSO oli valmis! Vertailuantennina on ollut 4SQ, joka on melkein aina hävinnyt yagille, jolla on jopa jonkinlainen suunta-kuviokin; jos workkii USA:han niin joutuu pyöryttämään, jotta kuulisi kunnolla japanilaista! Myös kotimaan QSO:issa antenni on toiminut!

### **Jatkokehitystä**

Mekaanista rakennetta pitää parantaa, jos joutuu käyttämään antennia alhaalla syystä tai toisesta. Olen miettinyt rakennetta uusiksi, ja puomiksi voisi laittaa kevyttä teräsristikkoa ja elementtien tuentaa lisätä/muuttaa paremmin tukevaksi.

Ehkäpä elementtien pidennyskelat sopivalla tavalla kytkemällä voisi saada nopean 180 asteen suunnanvaihdonkin muuttamalla heijastimen lennossa suuntaajaksi. Tällöin pitäisi kummankin elementin releiden kaapelit tuoda erikseen alas.

Simulointien mukaan voisi ehkä laittaa kerrostetutkin antennit, vaikka alimmainen tulisikin melko matalalle, vain 17 m:n korkeuteen. Voi vain kuvitella kuinka isolta antenni näyttäisi noin matalalla! Tulen pistämään simulointimallit, lisää mittoja ja infoa nettisivuilleni [www.oh8lq.com](http://www.oh8lq.com).