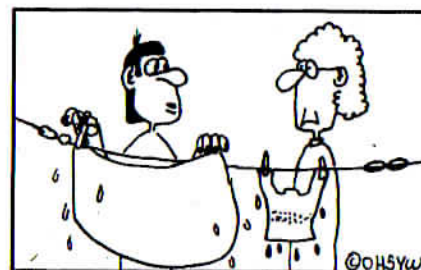
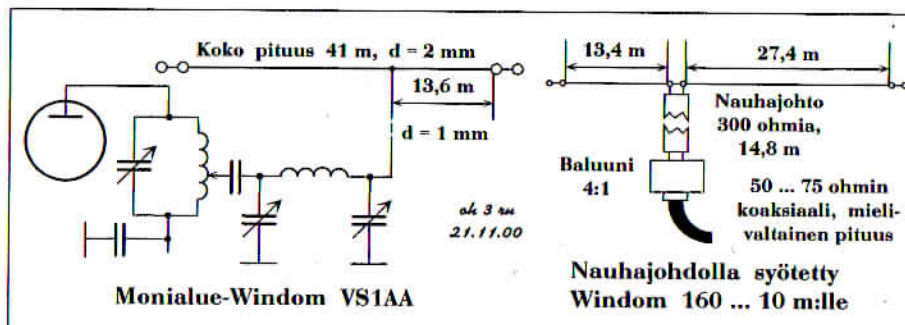


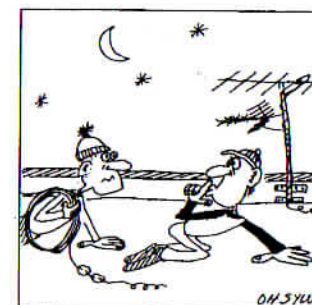
Luku 5. Lähettimet

55001 S. 5-31	TH luku 10	55035 S. 5-20, 5-21	
55002 S. 5-26	TH s. 128	55036 S. 5-13, 5-17	
55003 S. 5-25		55037 S. 5-23	
55004 S. 5-25		55038 S. 5-22, kuva S. 5-19	
55005 S. 5-25		55039 S. 5-21	
55006 S. 5-25		55040 S. 5-18	
55007 S. 5-6		55041 S. 5-32	TH luku 10
55008 S. 5-4	TH s. 124	55042 S. 5-30	TH s. 58-67
55009 S. 5-26, 5-28		55043 S. 5-4	TH s. 125
55010 S. 5-26	TH s. 128	55044 S. 5-24	
55011 S. 5-32	TH luku 10	55045 S. 5-18, 5-19	
55012 S. 5-24, 5-28		55046 S. 5-26, 5-27	TH s. 128
55013 S. 5-28		55047 S. 5-7	
55014 S. 5-20		55048 S. 5-23	
55015 S. 5-28		55049 S. 5-2, 5-3	TH s. 124-125
55016 S. 5-22		55050 S. 5-30	TH s. 133
55017 S. 5-26		55051 S. 5-19	
55018 S. 5-18, 5-19		55052 S. 5-4	
55019 S. 5-24		55053 S. 5-26	TH s. 128
55020 S. 5-24, 5-28		55054 S. 5-24	
55021 S. 5-18, 5-4, 5-7		55055 S. 5-21	
55022 S. 5-32	TH luku 10	55056 S. 5-31	
55023 S. 5-23		55057 S. 5-5	TH s. 125 kuvat
55024 S. 5-21		55058 S. 5-18	
55025 S. 5-28	TH s. 128	55059 S. 5-32	TH luku 10
55026 S. 5-18, 5-19		55060 S. 5-22	
55027 S. 5-32, 5-33	TH luku 10	55061 S. 5-21	
55028 S. 5-4	TH s. 125	55062 S. 5-21	
55029 S. 5-26, 5-27	TH s. 128	55063 S. 5-28	TH s. 128
55030 S. 5-5, S. 5-4 kuvat		55064 S. 5-26	TH s. 128
55031 S. 5-23		55065 S. 5-26	TH s. 128
55032 S. 5-13, 5-17		55066 S. 5-6	
55033 S. 5-13, 5-17		55067 S. 5-28	
55034 S. 5-22, 5-23, kuva 5-12 S. 5-19			

Heikki E. Heinosen kirjoitus Transistorivahvistimista - ja putkivahvistimistakin on RA:sta 5/97 ja kirjoitus Putkivahvistimet RA:sta 6/97, Kari Syrjäsen, OH5YW piirroksat sivulla 5-32 ovat RA:sta 4/74 ja 3/79, Raino Jäykän, OH1NS pakina Salamavaara on RA:sta 5/74 ja pakinaan liittyvä Kari Syrjäsen piirros RA:sta 9/75.



- On näistä ukon antenneista sentään jotain hyötyä...



- Hyss, talkkari voi herätä...

6. Antennit ja siirtojohdot

Sisällys

Et tarvitse erikoisantennia...		Vaimennukset ja antennitehot	
Ken Hoover, N3YER	6-2	Heikki E. Heinonen, OH3RU	6-36
Siirtojohdojen ominaisuudet	6-4	Antennin sovittaminen - taas	
Lanka-antennit	6-6	Heikki E. Heinonen	6-40
80 metrin antennit, G5RV	6-8	Vaivalloista antennin virittämisen olla pitää, Heikki E. Heinonen	6-42
Seisovan aallon suhde SAS	6-10	Lanka-antenniasiaa	
HF-antennien ominaisuuksia	6-14	Pertti Tolvanen, OH4WP	6-46
Kaldeksankymppin dipolien asioita	6-18	Trappidipoli	
HF-antennien virittimet	6-20	A. Hyppänen, OH4RQ	6-48
Suunta-antennien ominaisuudet	6-22	Trappidipoli 40 ja 80 metrille	
Kvadiantenni ja deltalouppi	6-26	Pertti Tolvanen	6-49
144 MHz:n antennit	6-28	Automaattinen antenninviritys- laite monen bandin lanka-antennin vi- rityksessä, Rolf Moberg, OH6KXL	6-52
432 MHz:n antennit	6-30	Antenniluvun hakemisto	6-54
1296 MHz:n antennit	6-32		
VLF-antenni	6-33		
Erityistä tietoa vaativat tehtävät	6-34		

Et tarvitse erikoisantennia...

... eli jenkkiamatöörin kertomus aloittelijan vaikeuksista ja niiden voittamisesta. Ei antennien rakentaminen ainakaan alussa helppoa ole, mutta onnistumisen tuoma tyydytys on sitten sitäkin autuaallisempaa. Olkoon tämä tarina johdatusta suomalaistenkin radioamatöörien antennipuuhiin.

You don't need a fancy antenna

on Ken Hooverin, Connecticutin Middletownissa asuvan N3YER:n jutun otsikko. Ja näin hän hehkuttaa:

"Sain ensimmäisen lupani (*Technician*) loppuvuodesta 1996 ja ylenin *Technician Plus* -luokkaan vuotta myöhemmin. Ostin kahden bandin autokoneen ja kahden metrin käsikapulan; pärjäsin näin varustautuneena oikein hyvin. Halusin kuitenkin workkia myös HF:llä, mutta minulla ei ollut sinne laitteita, ja seeveen harjoittelu tietokoneella kävi tuskastuttavaksi. Pidän parempana sähkötystaidon parantamista bandilla.

Selasin QST:n ilmoituksia ja muita esitteitä uusista rigeistä, mutta ne olivat niin kalliita, etten voinut kuvitellakaan ostamista. Minulla on kaksi pientä lasta, joten aikaa ei ole juotokolvin käyttöön oman rigin rakentamiseksi.

Viime vuoden elokuussa minua onnisti: sain käytetyn Kenwood TS-520S:n halvalla. Sitten pohdin, mitä muuta tarvitsisin: antenninviritimen, keinokuorman, antennin ja syöttöjohdon. Sain raavittua kokoon hintaa ja ostin uuden viritimen, 100 jalkaa tikapuujohtoa (*ladder line*), muutaman maaohjotorassin ja pätjän

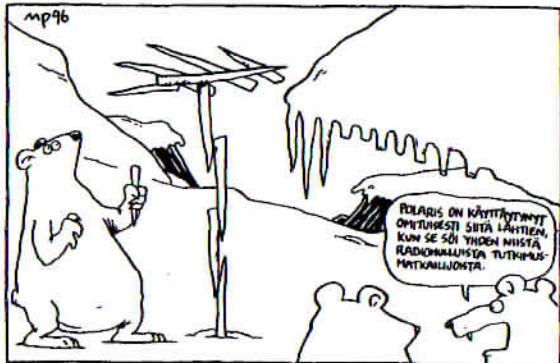
RG-8X koaksiaalia - se tarvitaan rigin ja tunerin väliin. Kaikki näytti siis olevan OK. Kävin myös Radio Shackistä hakemassa lyhytaaltoantennin, josta sain kovaksivedettyä kuparilankaa ja muovisia eristimiä antennin rakentamiseen.

Epäroin lanka-antennin tyyppi valinnassa (on liian monta tapaa saada langanpätkä säteilemään, eikä tällainen tulokas löydä niistä helpolla sitä oikeaa). Panin antennin osat laatikkoon ja menin paikallisen kerhon kokoukseen vaivaamaan muutaman *Amateur Extran* aivoja. Ukkelit hirnuivat päin naamaa antennilangan valintaani, sättivät ajatustani syöttää antennia tikapuulinjalla ja neuvoivat väisusti minua tekemään tyylikkäämmän (*sophisticated*, 'viisasteleva') antennin, jos aikoi sin pärjätä bandeilla. Olin tyrmistynyt!

Sitten tuli marraskuun 1998 QST. Lehteillessäni sen sivuja törmäsin Kirk Kleinschmidtin, NTOZ:n artikkeliin 'Amplifiers vs Antennas - One Ham's Opinion' (Valvostimet ja antennit puntarissa, erään hamssin mielipide). Jutussaan Kirk esitteli mm. yksinkertaisen, 450 ohmin avolinjalla syötetyn lankadipolin. No mitäs tämä sitten on? Toimiva dipoli avolinjasta, kuparilangasta ja eristimistä tehtynä ja viritimen kautta perusrigillä (*barefoot*) syötettynä? Eikä pituudella olisi väliä? Siitä vaan ylös ja nautiskelemaan?

- Herjausta! Eihän antenni voi workkia, ellei se ole hienostelevan niminen *bümi*, jossa on kolminumeroinen hintalappu...

No, jos amatöörilisenssi ei anna minulle oikeutta törppöillä sellaisen antennien kanssa, joille Extrat nauravat, se ei ole minkään väärää. Menin ulos ja vedin talon ja lähimmän puun väliin muovinarun (matkaa on 50 jalkaa, 15 m). Otin Ra-



dio Shackistä ostamani antennilangan ja kiinnitin sen toisen pään naruun. Mittasin silmämäärin langan keskikohdan, katkaisin sen siitä ja kiersin langanpäät syöttöjohdon päihin. Tekeleen keskikohta oli nelisen jalkaa (toista metriä) maasta, lankaa oli syöttökohdan molemmin puolin 20 - 25 jalkaa (seitsemisen metriä).

Menin sisään, panin syöttöjohdon kiinni virittimeen, käynnistin Kenwoodin ja huomasi, ettei viritin suostunut pudottamaan sastia alle viiden (5:1). Voihan räkäl! Tarkistin kaiken ja huomasi, että olin ymmärtänyt tunerin käyttöohjeesta symmetrisen syöttöjohdon kytkemisen väärin. *Herukka!* Se viritetty! Kuuntelin haltioituneena kun Sergio, joku CO2 (kuului S3 - S5 voimakkuudella), hoiteli kymppillä kusoja japsien kanssa joita en kuullut.

Seuraavana päivänä nostin antennin paljon korkeammalle vetämällä toisen pään puuhun; näin se nousi lasten ulottumattomiin ja samalla sen toiminta tehostui. Viritin äsveeärrän ykköseen 28.400 kilohertsin paikkeilla, ja sisään työntyi S7:n voimalla koko Eurooppa: Ranska, Espanja, Italia, Saksa (kello oli noin 1645 UTC).

Ensimmäisen HF-kusoni sain eilen iltapäivällä Kroatiaan, josta Vlado, 9A1HCD antoi raporttia S9 ja sanoi, että tulen todella kovaa. *Fines pusines indiid!* Kiitos Vlado, että autoit minua uskomaan, ettei tarvita ylihienoa antennia kusojen saamiseen ja HF:n iloista nauttimiseen."

Slangisanojen selityksiä

- *Bümi* - suunta-antennin yleisnimitys
- *Dipoli* - keskeltä syötetty, tavallisesti puolen aallonpituuden mittainen antenni
- *Fines pusines indiid*, oikeasti *FB* (*fine business*) *indeed* - oikein hieno juttu
- *Hamssi*, *Ham* - radioamatööri
- *HF*, *High Frequency* - HF-alueet ovat välillä 1,7 - 30 MHz olevia radioamatöörialueita
- *Joku CO2* - eräs kuubalainen asema
- *Kahden bandin autokone* - autoradiopuhelin 144 ja 432 MHz:n alueille
- *Kenwood TS-520S* - japanilainen 1970-luvun lopun lähetin-vastaanotin HF-alueille
- *Kolminumeroinen hintalappu* - maksaa sato-

ja dollareita eli satoja euroja = muutamia tuhansia mummon markkoja

- *Kuso*, väännös lyhenteestä *QSO* = yhteys; HF-kuso: yhteys lyhytaaltoalueella
- *Käsi kapula* - kännykkää vastaava amatöörin radiopuhelin; käytössä ennen kännyköitä
- *Kymppi* - 28 MHz:n amatöörialueen tavallinen nimitys; aallonpituus n. 10 m
- *N3YER*, *NTOZ* - radioamatööriaseman tunnuksia USA:ssa
- *QST* - *ARRL*:n eli USA:n radioamatööriiliiton äänenkannattaja
- *Radio Shack* - amerikkalainen radiotarvikemyymälä
- *Rigi*, oik. *Rig* - radioamatöörin laitteet
- *Sassi*, katso *Äsveeärrä*
- *Seevee*, väännös lyhenteestä *CW* - tavallinen sähkötyslähetä
- *Syksiköt* - kuuluvuus ilmoitetaan S-yksikköinä: S1 = ei kuulu mitään, S7 on kohtalaisen voimakas ja S9 erittäin voimakas signaali. Vastaanottimessa on vakiovarusteena *S-mittari*.
- *Technician Class*, *Technician plus* ja *Extra Class* - teknillinen, ylempi teknillinen ja erikoisluokka: yhdysvaltalaisia lähetysohjeita; muilla luokilla on eräitä teho- ja taajuusalue rajoituksia ympäriin luokkaan eli Extraan nähden; Extra vastaa suomalaista yleisluokkaa
- *Tikapuulinja* - avosyöttöjohto, jossa on kaksi johdinlankaa 10-20 cm etäisyydellä toisistaan; käytetään monialueantennin ja lähetin-vastaanottimen välisenä syöttöjohtona
- *Tuner* (*Tuner*) - antenninviritin
- *UTC* - kansainvälinen keskiaika, kaksi tuntia jäljessä Suomen normaaliajasta samoin kuin *GMT*, *Greenwich Mean Time*
- *Viritin* - laite, jolla antenni ja syöttöjohto kytketään lähettimeen
- *Workkia* (*to work*) - pitää yhteyksiä
- *Äsveeärrä*, *SWR* (*Standing Wave Ratio*) - seisovan aallon suhde, *SAS* eli *sassi*, käytetään antennin sovituksen mittana. Kun *SAS* = 1, lähetin on viritetty syöttöjohdon ja antennin muodostamaan järjestelmään. □

Alkuperäinen tarina on ilmestynyt *QST*:ssä 1/99 ja tässä esitetty Heikki E. Heinosen vapaa käännös *Radioamatöörissä* 4/99.

Siirtojohtojen ominaisuudet

Antennit ja siirtojohtot -luku alkaa aloittelijan lanka-antennin rakentamisesta kertovalla tarinalla. Vaikka esimerkki on haettu Ameriikoista asti, voi se vastata suomalaisenkin perusluokkalaisen saamia kokemuksia silloin, kun pyritään yleisluokkaan. - Opiskelu alkaa *Tiimissä Hamssiksi* -kirjan järjestyksestä poiketen: ensiksi käsitellään siirtojohtot.

- Olen koonnut yhteen nip-puun siirtojohtoja käsittelevät kysymykset. Olette varmaan jo tutkineet *Tiimissä Hamssiksi* -kirjan sivut 155-7?

- Kyllä, ja vaikka ne minulle ovatkin tuttuja, niin kertosin huolellisesti.

- Mirkku se näköjään jatkaa perusteellista linjaansa, meikäläinen on kyllä joutunut ihan uusien asioiden pariin. Ei rakennuksen sähköjohtoja noin tarkasteltu, riitti että oli oikein eristetty eikä kuumentunut, vaikka olisi koko sähköhella ollut kuormittamassa.

- Perusluokasta nään on tuttuja, on vedetty koaksiaaleja, vaikkei o viä tehty avolinjaa.

- No sitten vaan puurtaamaan. Selostan itse *kysymystä 560 61*: TH:n sivun 155 kuvassa on siirtojohtoon vastinkytkentä. Jos johto on häviötön, pituussuunnassa ei ole resistanssia ja poikittaissuun-

nassa ei ole johtokykyä. Johtokyvyn käänteisarvo vuotoresistanssi on siis ääretön, ei johtokyky, niin kuin minulle on monesti väitetty. Mitä Kaapo?

- Mun tarttee saada heti vastata: eka on oikein, kolmas on oikein, sehän lukee siinä. Toka ja neljäs on tietysti väärin. Rivi on + - + -.

- FB! Sitten siirtojohtojen pariin, ne on siinä vähän sikin sokin, mutta järjestys kyllä selviää. Koaksiaalikaapelilla aloitetaan.

- Jos minä noita kaapeleita. TH:ssa niistä onkin mukavasti kerrottu, joten ruodin tuon *kysymyksen 560 08*: johdinlangan resistiivisyydellä ei ole vaikutusta ominaisimpedanssiin, muilla mainituilla tekijöillä kyllä. Plus, plus, miinus plus. Jatkan *kysymyksellä 560 21*. Kakkoskohta liittyy edelliseen kysymykseen, väite on väärä, ominaisimpedanssi ei näemmä ole taajuudesta riippuvainen. Vaimennusta koskevat väitteet ovat kaikki oikeita, johdon ominaisuudet ja taajuus vaikuttavat vaimennukseen. + - + +.

- Saanks mä välillä? Toi *kysymys 560 32* on ihan sama ku 560 08 mut nyn nauhajohdosta. Siinäki toi resistiivisyys on väärä, lankan paksuus, lankojen väli ja eriste vaikuttaa kaikki ominaisimpedanssiin. Tuli + - + +.

- Saan kai taas antaa yhteistietoa johdoista? Syöttöjohtoon

säteileminen on monesti häiriötä tuottava tekijä amatöörin työskennellessä. Koaksiaalinen johto, koaksiaalikaapeli on tällöin paras. Se ei nimittäin säteile, jos sähkö pysyy ulkojohtimen sisäpuolella. Umpiputkesta tehty ulkojohtimen on tällöin paras, mutta tavallisen koaksiaalisen sukka kyllä hieman vuotaa; vaimennus on silti kymmeniä desibelejä. Jos koaksiaalinen ulkojohtimen ulkopintaan syntyy antennissa virta, silloin koaksiaalinen säteilee. Nauhajohdossa ja avojohdossa kentät ovat johtimien ulkopuolella, mutta lähekkäin olevien johtimien kentät kumoavat toisensa niin, ettei säteilyä ulospäin pääse tapahtumaan. UHF:llä avolinja kyllä jo säteilee.

Otan itse *kysymyksen 560 22* seuraavaksi. Avosyöttöjohdollakin ominaisimpedanssi on vakio ja riippumaton taajuudesta. Sen vaimennus on HF:llä vähäinen ja sitä pienempi, mitä paksumpaa lankaa käytetään. Yleensä parin millin lanka on paksuinta, jolloin johtimien väli on 15 cm. Huonosti sovitettujen antennien syöttöön avolinja sopii erinomaisesti, koska siinä edestakaiset heijastelut eivätkä aiheuta suurta lisävaimennusta, mikä taas koaksiaalissa on vaivana. Tuli + - + -.

- Ota lehtori vielä yhteenvedon niistä kolmesta kysymyksestä, joissa jokin on ominaista.

- Niinpäs otankin. Äsken jo harhaillin säteilyyn, ensimmäinen väite jokaisessa on siis plussa. Kaikissa johtimien välinen etäisyys vaikuttaa ominaisimpedanssiin, toisiinkin väitteisiin kaikissa plus. Peltikatolle voi asentaa koaksiaalikaapelin, koska kentät ovat ulkovaipan sisäpuolella. Nauhajohdo ja avolinja sen sijaan on asennettava kauas johtavista esineistä niin myös peltikatosta, koska kentät muuten häiriintyvät. Avojohtosta sanotaan "jos on eristetty": pi-

täisi olla "koska on eristetty". Koaksiaalikaapeli on epäsymmetrinen siirtojohto eikä sitä voi syöttää symmetrisellä virtityslaitteella, mikä taas on nauhajohdon ja avolinjan syöttämisessä tarpeen. Mitä Mirkku?

- Saanko kysyä tuosta koaksiaalinen taivuttamisesta? D on kai koko kaapelin läpimitta... TH:n sivun 157 taulukon ohuimman kaapelin RG-58 voi ilmeisesti pyörittää peukalon ympärille?

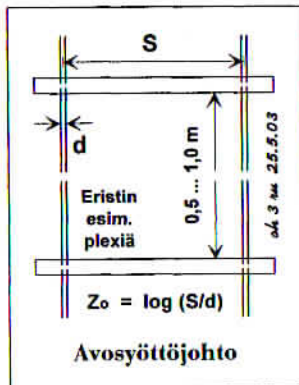
- Katos Mirkkuu ku keksi hy-

vän vertauksen! Kyllä se menee mun etusormeni ympäri, verrataans, joo, kyllä menee sun peukalos päälle.

- Hienoa, nyt sekini selvisi. Juskako tekee yhteenvedon?

- *Härifrån tvätas: Kysymys 560 16* koaksiaalista saa rivin + + + + -, *kysymys 560 04* nauhajohdosta eli lapamadosta saa rivin + + - + ja *kysymys 560 35* avolinjasta samoin rivin + + - +. Nyt onkin siirtojohtokysymykset ratkaistu. □

<p>56061 Jos siirtojohto on häviötön, on sen</p> <ul style="list-style-type: none"> + johtimien resistanssi $r = 0$ - johtimien välinen vuotokonduktanssi g tietysti ääretön + ominaisimpedanssi Z_0 taajuudesta riippumaton vakio - vaimennus ääretön TH s. 155, S. 6-4 	<p>56008 Koaksiaalikaapelin ominaisimpedanssiin Z_0 vaikuttaa olennaisesti:</p> <ul style="list-style-type: none"> + ulkojohtimen sisäläpimitta, suhteessa sisäjohtimen läpimittaan + johtimien läpimittojen suhde - johdinlangan resistiivisyys + eristysaineen suhteellinen eristevakio S. 6-4
<p>56021 Koaksiaalikaapelille on ominaista, että sen</p> <ul style="list-style-type: none"> + vaimennus kasvaa taajuuden kasvaessa - ominaisimpedanssi kasvaa taajuuden kasvaessa + johtimien välinen eristeaine vaikuttaa vaimennukseen + johtimien läpimitta vaikuttaa vaimennukseen S. 6-4 	<p>56032 Nauhajohdon (<i>Twin Lead</i>) ominaisimpedanssiin Z_0 vaikuttaa olennaisesti:</p> <ul style="list-style-type: none"> + johtimen paksuus + johtimien välinen etäisyys - johdinlangan resistiivisyys + eristysaineen suhteellinen eristevakio S. 6-4
<p>56022 Avosyöttöjohdolle on ominaista, että</p> <ul style="list-style-type: none"> + sen impedanssi on vakio ja riippumaton taajuudesta + sitä voidaan käyttää huonosti sovitettujen antennien syöttöjohtona - sen vaimennus on pieni, koska siinä käytetään ohutta lankaa - sen vaimennus suurenee, jos käytetään paksumpaa lankaa S. 6-4 	<p>56016 Koaksiaalikaapelille on ominaista, että</p> <ul style="list-style-type: none"> + se ei säteile, koska sähkömagneettinen kenttä pysyttelee ulkojohtimen sisäpuolella + sen ominaisimpedanssiin vaikuttaa johtimien välinen etäisyys + sen voi asentaa peltikatolle + sen voi taivuttaa jyrkälle mutkalle (kaarevuussäde min. 5D) - se vaatii symmetrisen virtityslaitteen S. 6-5
<p>56004 Nauhajohdolle (<i>Twin Lead</i>) on ominaista, että</p> <ul style="list-style-type: none"> + se ei HF-alueilla säteile + sen ominaisimpedanssiin vaikuttaa johtimien välinen etäisyys - sen voi asentaa peltikatolle, jos johtimet on eristetty + se vaatii symmetrisen virtityslaitteen S. 6-5 	<p>56035 Avosyöttöjohdolle (avolinjalle) on ominaista, että</p> <ul style="list-style-type: none"> + se ei HF-alueilla säteile merkittävästi + sen ominaisimpedanssiin vaikuttaa johtimien välinen etäisyys - sen voi asentaa peltikatolle, jos johtimet on eristetty + se vaatii symmetrisen virtityslaitteen S. 6-5



Lanka-antennit

Lanka-antennin resonanssipituus

Lanka-antennin perusmitta on puoli aallonpituutta: tällöin antenni on resonanssissa ja säteille tehokkaasti. Antennin pitäisi olla vapaassa avaruudessa, mutta varsinkin alemmilla bandeilla antenni on lähellä maanpintaa ja rakennelmia. Näillä on vaikutusta antennin resonanssipituuteen.

Jonkin verran vaikutusta on myös langan paksuudella verrattuna aallonpituuteen. Johtimen päällysteenä olevan eristeen vaikutusta on totuttu pitämään vähäisenä, vaikka kokemus saattaa osoittaa suurempaakin vaikutusta olevan.

Puoliaaltoantennin oikea pituus, jossa ympäristötekijät

ovat mukana, voidaan määrätä kokeilemalla. Antennin vetämiseen oikealla pituudella ei ole kuitenkaan kovin suurta merkitystä silloin, kun antenni ei ole vapaassa tilassa.

- Mirkku kai saa taas aloittaa? *Kysymyksen 560 01* kaksi ensimmäistä kohtaa oikein, kolmas väärin, mutta mitä vastaan viimeiseen?

- Kysymyspankin laatija on sen kyllä varustanut miinuksella, mutta *RA:ssa 5/98 Reijo Kempainen, OHSOJ* jutussaan *Dipolin lyhennyskerroin* esittää, että eristeaineella olisi kovastikin lyhentävä vaikutus dipolin pituuteen. Mitään käytännön arviota artikkelissa ei kuitenkaan esitetä, joten vetoan edelleen

kysymyspankissa olevaan vastaukseen.

- No sitten rivi on + + - -.

Antennin syöttöpisteen impedanssi

Vapaassa tilassa puoliaaltodipolin syöttöpisteen impedanssi on noin 73 ohmia. Laskotetulla dipolilla se on nelinkertainen eli n. 300 Ω ja neljänosaallon maatasoantennilla puolet eli n. 36 Ω. Kokoaaltodipolilla se sen sijaan on hyvin suuri, tuhansia ohmeja, samoin päästäsyötetyllä puoliaaltoantennilla ja pitkällä langalla. Yhdellä johtimella syötettävällä puoliaaltoantennilla, Hertzillä, se on 300-400 ohmia. Ai että Jaskan tiedot riittävät jo?

- No siinähan niitä luettelit ja olen sitä paitsi tuosta Mirkusta oppinut, että kannattaa vilkaista *TH*-opusta tarkasti. *Kysymyksen 560 11* tulee oikein, oikein, miinus, oikein, en tiedä, oikein ja oikein. Pitkää jagia et nääs äsken maininnut.

- Vähän hämähäkseltä se teorian tässä vaiheessa tuntuukin, mutta VHF-suunta-antennihan se on ja sellaisen syöttöpisteen impedanssi on hyvin pieni, kymmenen ohmin tuntumassa.

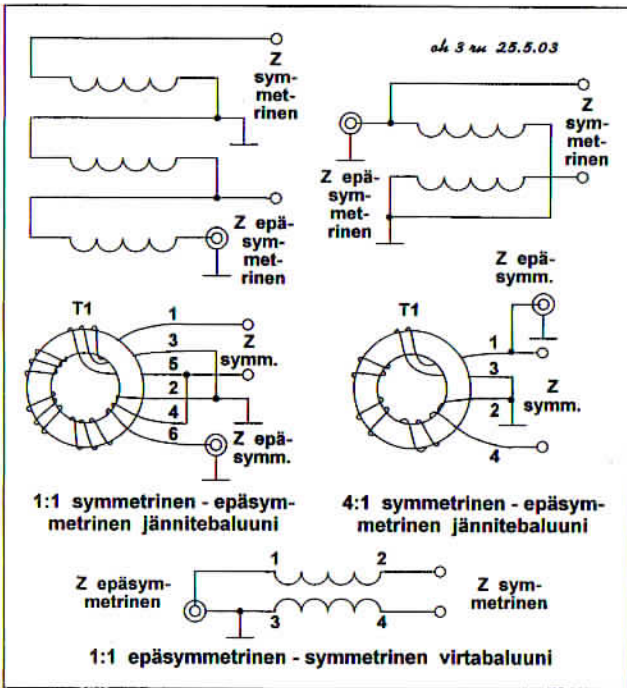
- Rivi on siis: + + - - + +.

Puoliaaltodipolin pituus

- Mä saan siis ton *560 26*. Otetaan laskin ja *TH:n* sivulta 142 kaava, johon tökin:

$142,5 \text{ jaa } 10,125 \text{ on } 14,07...$

10 megan alueen keskitaajuus on tähty 10,125, ne on megahertsejä, jolloin tää luku pannaan jakajaks. - - + -. Mut miks näin ledee?

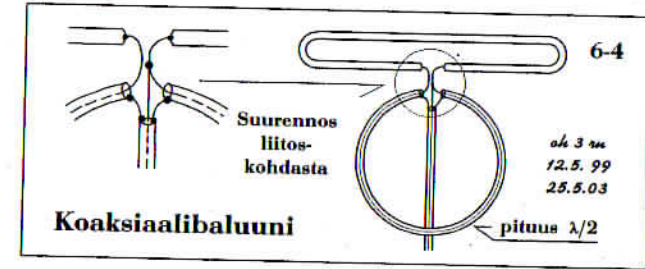


- Tämä on tarkkuutta vaativa tehtävä, jossa *luulen tietävää* vie harhaan. Joku sokee megahertsit ja metrit veikaten 10 metriä, toinen tietää että 10 MHz on 30 metriä, joten puolet siitä on 15 m. Puoliaaltoantennissa täytyy kuitenkin muistaa tuo kerroin 0,95. 12 m on ihan hämähästä.

- Minä en kyllä pidä siitä, että pitää olla älykkyystehtäviä, mutta ei tämä minulle tehnyt haittaa. Tiedän kyllä tuon Kaapon käyttämän kaavan.

Jännitebaluuni vai virtabaluuni

Aina kun tulee baluunista puhe, niin tietävämmät kysyvät, että onko se jännite- vai virtabaluuni. Kun en ole osannut vastata, niin piirsin tuohon viereen pienet kuvat ferriittibaluuneista kumpakin sorttia. En rupea niitä kummemmin erittelemään, mutta paksu kirja sa-



noo, että molempia voi käyttää HF-antennissa laajakaisaisena elimenä. Virtabaluuni, jota myös kuristinbaluuniksi (*Choke Balun*) kutsutaan, ei ole antennin symmetrialle niin herkkä kuin jännitebaluuni. Kysymyksiä?

- Vastauksia antaa Jaakko! *Kysymyksen 560 17* tiedän teorian mukaan, että baluunilla estetään virran kulku koaksiaalilin ulkovaipan ulkopinnalla, jolloin dipolin säteilykuvio pysyy symmetrisenä. Ne muut kolme kohtaa taitavat olla taas niitä asioita, joista erällä on varmat mutta

väärät tiedot. + - - - +.

- Mä otan ton *560 59* ennenku Mirkku sen vie. Puhuit just ferriittibaluunista, se on okei, koaksiaalibaluunista on kuva *T2:n* pankissa, mut siin on virhe: puolen aallon koksilenkin toisen pään sukka pitää juottaa muihin sukkiin. Neljäs kohta okei, kaks ekaa ihan puppua. Rivini on siis - - + +.

- Tarkistetaan *Rothammelista*: ai, ai, väärin kopioitu...

Otan tähän mukaan korjatun kuvan, ettei taas tule moitteita. Oli hyvä että huomasi, Kaapo! □

56001 Lanka-antennin resonanssipituuteen vaikuttavia tekijöitä ovat:

- + johtimen suhteellinen paksuus
- + maanpinnan läheisyys
- johdinlangan resistiivisyys
- johtimen päällysteen suhteellinen eristevakio

TH s. 141, S. 6-6

56017 Baluunia (symmetrisen antennin ja epäsymmetrisen syöttöjohdon välistä elintä) käytetään, jotta

- + estetään virran kulku koaksiaalijohdon ulkovaipassa
- saadaan syöttöjohdon häviöt nolliin
- saadaan lähetin sovitetuksi antenniin
- estetään harmonisten signaalien pääsy antenniin
- + pysytetään dipolin säteilykuvio symmetrisenä

TH ss. 142-3, S. 6-7

56011 Antennin syöttöpisteen impedanssi on

- + puoliaaltodipolilla n. 73 ohmia
- + taiteutetulla dipolilla (*Folded Dipole*) n. 300 ohmia
- kokoaaltodipolilla n. 36 ohmia
- + pitkälanka-antennilla parituhatta ohmia
- pitkällä jagilla 600 ohmia
- + varttiaallon GP:llä (*Ground Plane Antenna*) n. 36 ohmia
- + yksilankahertsiä (*Single Wire Hertz*) n. 300-400 ohmia

TH ss. 142, 145-8, 150, S. 6-6

56059 Symmetrinen antenni liitetään epäsymmetriseen syöttöjohdoton

- pidennyskelan ja lyhennyskondensaattorin yhdistelmällä
- kaksikkokondensaattorilla
- + ferriittibaluunilla
- + puolen aallon mittaisella koaksiaalibaluunilla

TH s. 143, S. 6-7

56026 Puoliaaltodipolin pituus on 10 MHz:n amatöörilueella

- n. 10 m
- n. 12 m
- + n. 14 m
- n. 15 m

TH s. 142 S. 6-6, 6-7

80 metrin antennit. G5RV

Kahdeksankymppien antennit

- Antenniasioiden käsittelyä jatkamme aiheittain. Lanka-antennin tärkeä sovellutus on tietysti kotimaan bandin antenni, ja koko auringonpilkkujako huomioonottaen 80 metrillä on keskimäärin parhaat lähikelit. *Hamssikirjan sivut 142-7* ovat kai esillä?

- Kyllä, mutta sano ensiksi, mikä vitsi tämä pyykkinaru *TH:n sivulla 143* on.

- Mene sovinstipuolelle, anteeksi vaan, Mirkku. Se on nääs sillä lailla, että kun XYL leikkaa omakotitalon takapihalla ruohoa, niin antenni ei saa olla liian matalalla, muuten kone ei kulje. Kaapo tietysti ihmettelee, mikä se pyykkinaru on, kun joka talon pihalla on pyykinkuivausteline. Jääköön selittämättä.

- Pääasia tuntuu olevan, miten antenni säteilee. Kun siinä samalla sivulla sanotaan, että suuntakuvio on puolipallo, niin eikö osa tehosta mene hukkaan, kun se menee suoraan ylös?

- Niinhän asia olisi DX-banddeilla, mutta 80 metrillä tilanne on lähiyhteyksien kannalta erittäin hyvä, kun tehoa heijastelee ionosfääristä kai-

kille lähietäisyyksille.

- No nyt ymmärrän. Mutta mikä on vaakaluoppi? Sitä ei ole edes *TH:n* hakemistossa.

- Ai sekin puuttuu? Vaakaluoppi on kokoaalton mittainen nelion muotoinen lankaantenni, joka voi myös olla matalalla, n. 5 metrin korkeudessa. Se ripustetaan omakotitalon vaikkapa puihin, talon nurkkaan, puhelinpylväeseen... Sitä syötetään symmetrisesti nauhajohtolla tai avolinjalla. Se voi antaa hyviä tuloksia myös DX-etiäisyyksillä. Hankaluutena on symmetrisen virittimen tarve.

- Sitten voinkin vastata *kysymykseen 560 02*. Yksi eli dipoli ja neljä eli vaakaluoppi ovat oikein. 30 metriä korkealla oleva dipoli antaa matalan lähtökulman, samoin pystyantenni, luen *TH:n sivulta 142-3*. Kaksi ja kolme ovat väärin, tuli + - - +.

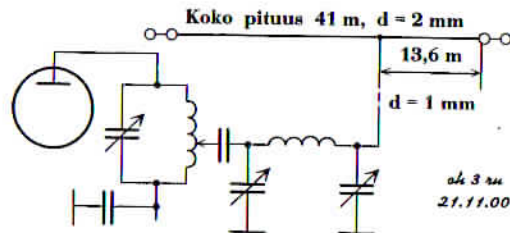
Monialueantenni Windom

- Sit on toi *Windomi*. Hesu tuntuu tykkäävän siitä yli kaiken, kun noin monta kusoo on sillä pitänyt: nyökkii näköjään tyytyväisenä. Tää *kysymys 560 10* on taas meikälle helppo, *TH:n sivult 147* kaikki selvi. Tottakai 41 metriä pit-

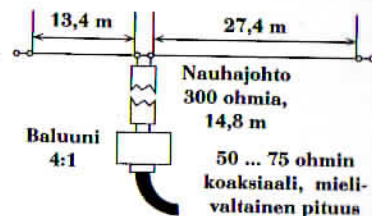
kä lanka on 80 metrillä puoliaalto-*windomia* voi syöttää koksilla baluunin kans ja 300 ohmin lapamadolla vaik kuvassa sanotaan 240 ohmiin... Ja kyl mä uskon, et sen saa vetään 160 metrillä. Vastausrivinä on + - - +.

- Kyllä minä olen *windomani*. Kokemuksistani ja muiden kalkuloineista on *tämän kirjan sivulla 6-42 - 6-45* juttu, joka kannattaa lukea, vaikka itse keuhkin.

- Kaapollakin taitaa olla kokemusta *Windomista*, kun kaiken tietää. Minäpä mietin *mobileworkkimista kysymyksessä 560 52*. Olen joskus lukeut lehtorin tekemän *mopileerausjutun Vipusesta*, siitä jäi mieleen jotain. Sähkölinjan häiriö tuntuu todelliselta, eka on siis oikein. Kakkosessa taitaa olla tosi tilanne takana: *hah-hah* sanon minä, karttaa pitäis kaiken muun homman ohella tutkia, jotta löyty kunnaraja. Paree olla kaveri ajamassa! Ei tämä amatööritekniikkaan liity, väärä väite siis. Kolmonen on viherpiiperystä, väärin siis. Mutta nelonen liittyy antennin toimintaan aivan selvästi, aina langan täytyy pieni piiska voittaa. Oikea tulos on siis + - - +.



Monialue-Windom VS1AA



Nauhajohtolla syötetty Windom 160 ... 10 malle

Monialueantenni G5RV

- Hyvinhän teillä pyyhki uudet sulat, kun on mobiilikin hanskassa! Otan itse *kysymyksen 560 53*. Kaikki väitteet ovat oikein, *G5RV* on mainio antenni amatöörille, jolla on vähän tilaa. Tunnettu on, ettei puolta aaltoa lyhyempi lanka-antenni säteile kaikkea siihen vietyä tehoa, mutta *G5RV:ssä* symmetrinen osa alastuloa säteilee myös. Rivi on kaunis + + + +.

Selostan myös *kysymystä 560 50*. Ensiksi oikea väite: saattaa olla turhauttavaa, kun bandinvaihdon yhteydessä joutuu virittämään. Säätökongille voi kuitenkin tehdä asteikot, joiden avulla kunkin bandin asento löytyy helposti. Sitten vaan etenevän tehon

ja heijastuneen tehon mittari-*en (Power & SWR)* avulla hienosäätö, aikaa ei juuri kulu. *Kullanarvoinen vihje hätäiselle workkijalle: älä koskaan aloita bandin kuuntelua, ennen kuin olet virittänyt antennin*. Poltrin taannoin pikkurigini pääte-pavut, kun en huomannut virittimen olevan väärällä bandilla.

Kakkosessa väitetään lähtökulman olevan epäedullisen matala kahdeksallakymppillä. Niin se varmaan onkin, jos *G5RV* on 30 m korkeudessa. Vaan mistäpä saat pienelle tontille tuollaisen kiinnityspiste-teen? Ai että 40-metrisestä jagin mastosta omakotitalo-la, hah-hah sanon minäkin.

Räntäsateessa nauhajohtoon impedanssi kylläkin muuttuu,

mutta ei heijastumista sentään noin paljon voi olla, väärä väite siis.

Ohuen koaksiaalilin vaimennuksesta arvio: 28 MHz:llä 25-metrinen pätkä vaimentaa kaksi decibettä ja viritin yhden decibeen. Kun ajetaan 100 W lähettimestä, antenniin pääsee 50 wattia. Kyllä sillä kymppillä pärjää; neljäs väite ei siis pidä paikkaansa. Sitä paitsi omakotitaloasukki voi panna katolle hertsikepin eli GP:n. Syöttöjohto on ehkä vain 10 metriä, joten voi ostaa paksumpaa koksia. Kymppillä *RG-213:n* vaimennus on vain 0,5 dB, viritintä ei ehkä tarvita; lisäetuna on matala lähtökulma.

560 50:n rivi on - - + - . □

56002 Hyvä kotimaan antenni kahdeksallakymppillä on
+ matalalla oleva puoliaaltoantenni
- matalan lähtökulman antava puoliaaltodipoli
- täysimittainen maatasoantenni (*Ground Plane*)
+ vaakaluoppi

TH s. 141-8, S. 6-8

56052 Kahdeksankymppien mobiletyöskentelyssä kannattaa välillä keskittyä workkimaan py-sähtyneestä ajoneuvosta, sillä

+ päästään edulliseen kohtaan esim. sähkölinjojen aiheuttaman häiriön kannalta katsottuna
- kusoilu helpottuu, kun ei tarvitse tutkia karttaa ajamisen, sähköttämisen ja lokinpidon lomassa
- polttoaineen kulutus vähenee ja kustannukset yhteyttä kohti laskevat olennaisesti
+ voidaan vetää lanka-antenni, joka matalallakin yleensä voittaa hyvinkin mobilepiiskan

TH s. 146, S. 6-8

56010 41 metrin mittainen Windom-antenni

+ toimii 80 m alueella puoliaaltoantennina
+ voi olla syötetty 50 ohmin koaksiaalilla, kun käytetään 1:6 baluunia
- ei toimi 300 ohmin nauhajohtolla (*Twin Lead*) syötettynä
- ei baluunisytettynä toimi 1,8 MHz:llä edes virityslaitteen kanssa

TH s. 147, S. 6-8

56050 *G5RV* on mainio kompromissi monialueantennia tarvitsevalle, mutta sillä on haittana

- toimimattomuus räntäsateessa, kun nauhajohtoon impedanssin muuttuminen nostaa heijastusvaimennuksen yli kymmenen dB:n
- epäedullisen matala lähtökulma kahdeksankymppien kotimaan työskentelyssä
+ sovitussuhteiden tarve: bandinvaihto vaatii aina ylimääräistä aikaa, ellei lähetin ole varustettu automaattivirittimellä
- koaksiaalisyöttö: tehoa hukkuu turhan paljon lähtimen ja antennin välillä

TH s. 147, S. 6-9

56053 *G5RV* on mainio kompromissi monialueantennia tarvitsevalle, koska se

+ vaatii vähän tilaa
+ tarvitsee vain yhden korkealla olevan ripustuspisteen
+ toimii mukavasti myös kahdeksallakymppillä
+ on koaksiaalisyöttöinen, jolloin ei tarvita symmetristä virityslaitetta

TH s. 147, S. 6-9

Seisovan aallon suhde SAS

Kun amatööri puhuu antenneista, ei sattuvampaa sanontaa olekaan kuin "äsväärät". Termillä on toki suomenkielinenkin vastine, seisovan aallon suhde SAS, "sassi", kaavoissa pelkkä S.

SAS on keksitty 1930-luvun lopulla, ja siitä lähtien se on ollut tärkeä suure lähetinkomponenttien, siirtojohtojen ja antennien sovitamisia laskettaessa. Vastaavasti SAS-mittari, *SWR Meter* on tänäkin päivänä amatöörien yleisimmän käyttämä mittalaite.

Paremmen kuvan lähettimen sovitamisesta antaa kuitenkin siirtojohtolle etenevän tehon ja antennista heijastuneen tehon tarkastelu. Tämä käy jopa samalla SAS-mittarilla, onhan siinä näytöt *POWER* eli teho ja *SWR* eli SAS, jonka voi tulkita heijastuneeksi tehoksi. Niin tai näin, sassist on saatu runsaasti laskuja T2:n kysymyksiin.

Nyt pääsemmekin todellisten laskutehtävien pariin, kaavat ovat vaikean näköisiä, joten koeta kestää, Mirkku. Tekniikka ykkösessä tietysti on näitä sovituskaljuja, mutta ne ovat helpompia.

Otetaanpa käsitteeseen *kyymys 560 36*. 75-ohmisella nauhajohdolla syötetään antennia, jonka syöttöpisteen impedanssi on kompleksinen $Z_L = 50 \Omega + j 25 \Omega$. Jännitteen ja tehon heijastuskertoimen sekä seisovan aallon suhteen laskeminen tulee kyllä onnistumaan, vaikei kompleksilas-

kentaa hallitsisikaan.

Alla on jännitteen heijastuskertoimen ρ_u kaava; antennin impedanssi ja johdon ominaisimpedanssi määräävät heijastuskertoimen. Laskemme heijastuskertoimen itseisarvon $|\rho_u|$. Sijoitan kaavaan annetut Z_L :n ja Z_0 :n arvot ilman ohjeja ja supistan 25:llä...

- Miks 25:llä, kun ominaisimpedanssi on 75 ohmiä? Eiks sillä pitäis jakaa?

- Kaapo, sinähän olet tainnut olla Kallen opissa, olet pahalainen näemmä opetellut sovituskaljuja etukäteen. Siksi jaan 25:llä, jotta saan seuraavaan kohtaan yksinkertaiset numeroarvot. Lasketaan osoittaja ja nimittäjä, saadaan siis $-1 + j$ jaettuna $5 + j$:llä...

- Minä putosin jol! Jos lasket j 25 : 25, siitä tulee kai j 1?

- Anteeksi! Olen liian tottunut tämmöisten laskujen pyörittäykseen, kun niitä melkein puolelle sadalle kurssille aikanaan tahkosin. Se j:hän on neliöjuuri miinus yhdestä eli $(-1)^{0,5}$, joten sen itseisarvo on yksi. Tämä tieto ei meitä paljon heilauta... Kompleksiluvusta lasketaan itseisarvo siten, että reaali-osa, osoittajassa 1, ja imaginääriosa, osoittajassa $(-1)^{0,5}$, korotetaan erikseen toiseen potenssiin, saadaan $1 + 1$ eli 2. Vastaavasti jakajassa saadaan $5^2 + 1^2 = 26$.

- Jaska ja Kaapo näkyvät ymmärtävän joskus opettajan kädenviittauksenkin, mutta minua kyllä arveluttaa... Eikö

tähän kompleksilaskemiseen ole edes mitään kuvaa?

- Kas kun en tuota heti hoksannut. Äkkiähän tällainen väännetään, ota ruutupaperia, ai niin sinullahan on tuo vihko aina käsillä... Piirrä vaak akseli, nuoli päähän... ja merkintä Re, reaaliakseli; sitten pysty akseli, juuri siihen, ei siis ihan keskelle vaakaviivaa... nuoli päähän ja merkintä Im, imaginääriakseli.

Kompleksisen impedanssin reaali komponentti on resistanssi, se piirretään origosta oikealle; laskuissa saattaa esiintyä myös negatiivinen reaali komponentti, silloin vastaava viiva piirretään origosta vasemmalle. Pysty akselille merkitään impedanssin reaktiivinen komponentti: induktiivinen positiiviseen suuntaan eli ylöspäin ja kapasitiivinen negatiiviseen suuntaan eli alaspäin.

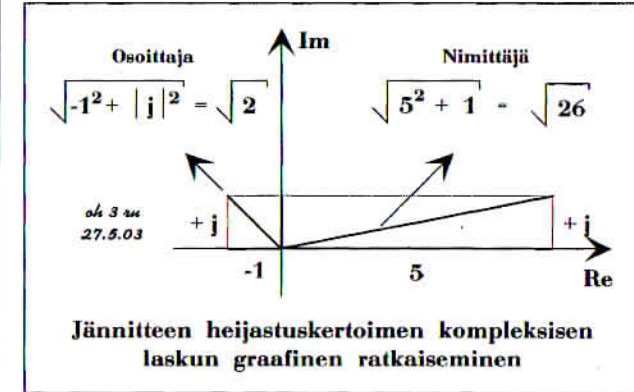
Kun imaginääritaso on näin määritelty, piirretään siihen äskeisen laskun osoittajassa oleva osa, reaali-osa -1 origosta vasemmalle, imaginääri-osa $+j$ origosta ylös. Täydennetään kuvio suorakulmioksi ja piirretään origosta lähtien suorakulmion halkaisija. Tämän pituutta esittää kompleksisen suuremme pituutta. Kyseessä on neliö, jonka halkaisija korotettuna toiseen on Pythagoraan säännön mukaan $h^2 = a^2 + b^2 = 1^2 + 1^2 = 2$. Vastaavasti saadaan jakajassa oleva suure: reaali-osa on 5, se piirretään vaa-

$$\rho_u = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{50 + j 25 - 75}{50 + j 25 + 75} = \frac{2 + j - 3}{2 + j + 3} = \frac{-1 + j}{5 + j} \Rightarrow |\rho_u| = \rho_u = \sqrt{\frac{2}{26}} = 0,277$$

56036 80 m puoliaaltodipolin impedanssi on 50 ohmia + j25 ohmia. Dipolia syötetään 75 ohmin nauhajohdolla, joten

- + seisovanaallonsuhde (SWR) on noin 1,8
- + antennista heijastuva teho on 8 % etenevästä tehosta.
- antenni ei voi vetää, koska SAS (SWR) on liian suuri
- epäsovituksen takia syöttöjohto vaimentaa lähetystehoa ainakin 6 dB

TH 158, S. 6-10, 6-11



vaaka-akselille oikealle, imaginääriosa on taas $+j$, se piirretään pysty akselille ylös. Syntyvästä suorakulmiosta tulee $h^2 = 5^2 + 1^2 = 26$.

Jännitteen heijastuskertoimen itseisarvo on nyt neliöjuuri luvusta $(2$ jaettuna 26 :lla) = $0,277$.

- Niin tää on nyt siellä antennin päässä, vai mitä?

- Aivan niin. Antennian tassa tutkailaan, syöttöjohdon impedanssi on vakio, ja sen tehtävä on vain toimia välittäjänä. Kun heijastuskertoimen antennissa on laskettu, saadaan myöskin seisovan aallon suhde antennin syöttöpisteessä sekä antennista takaisin heijastuva teho. Katsotaan ensin sassi; alla on tarpeellinen kaava, johon sijoitetaan: $S = (1 - 0,277)$ jaettuna $(1 + 0,277)$:llä. Lasken ensin ρ_u :n arvon taskulaskimen muistiin. Näppäilen $2 : 26 = \sqrt{x} \rightarrow M + 1 = : (1 - RM) = 1,768...$ Muis-tissa on välitullos ρ_u . Tehon heijastuskertoimen $\rho_p = \rho_u^2$. Näppäily: $RM x^2 = 0,077$.

SAS antennin navoissa on 1,8; antennista heijastuu 8 %

tehosta.

- Ei tahdo tulla samaa tulosta... taidan painaa noita sulkuja väärin... vielä kerran... Tuli näyttöön 0.076923076. Tämähän muuttit tasan kahdeksaksi prosentiksi?

- No sehän se on, näkeehän sen silmällä. Ei vaiskaa, kyllä täytyy ensin osata pyöristää ja sitten muuttaa prosentiksi. Mut kylhän sun koulutuksellasi pitää rosentit osata ottaa.

- En minä ota prosentteja, kauppakettu ne ottaa. Kai tämä on nyt lähes hallinnassa.

- Kyllä tässä rakennusinsinöörikin sai parhaansa tehdä, muistu nääs mieleen laskutuksen käyttö. Laskin on kyllä yliveto, kun sillä voi laskea yhteen ja siitä pois, mikä tikulla ei onnaa. Mutta näyttää siltä, että kaksi ensimmäistä väitettä ovat oikeita. Vaan voikos se antenni vetää, kun SAS on näinkin suuri?

- Ei se sassi vetämiseen vaikuta sinänsä mitään, ja suurin osa eli 92 % tehosta päätyy antenniin. Johonkin se säteilee! Kolmas väite on väärä.

- Mä olen pohtinut tot vii-

metstä kohtaa, että kuin pitkä se syöttöjohto on ku sen pitäis noin paljo vaimentaa. Eihän epäsovituksen lähde teho ku 8 prosenttia etenevästä tehosta. Jos se jäis kokonaan syöttöjohtoon, ni maximi vaimennus olis vaan vajaa 0,4 decbeetä...

- Miten sinä tuon laskit, Kaapo?

- No kato ku 0,92 pääsee antenniin ni loppu vois hukkaa heijastellessa. Ota logaritmi 0,92:sta ja kerro se kymmenellä ni näät omasta laskimestas.

- Niinpä näkyy. Mitä sanoo lehtori?

- Sen sanon, että oikein meni ja Kaapo menee kohta T2:sta läpi kiitettävästi.

- Minä annan rivin: + + - - -

- Nyt kun on ruvettu laskemaan vaikeita, niin olis tarkistuksen paikka. Tuosta saadusta SAS:n arvosta pitäisi saada sama heijastuskertoimen, mikä tuli noitten tsetojen avulla. Minäpä näppäilen, kun on tuo kaavakin valmiina: roo uu on $1,8 - 1 = 0,8 : (1,8 + 1) =$ Pahas, ei tullut mitään... Tää on pimeää.

- Paina ensiks ON/C!
- Ei ollu päällä... nyt tuli 0,2857; ollaan samalla hehtaarilla! □

$$SAS = \frac{1 + |\rho_u|}{1 - |\rho_u|} \quad |\rho_u| = \frac{S - 1}{S + 1} \quad |\rho_p| = |\rho_u|^2$$

Seisovan aallon suhde jatkuu

- Olipa kovat laskut edellistä kysymystä ratkottaessa. Anna jo käytännön tehtäviä!

- Saamamme pitää, *kysymyksessä 560 57* on tiedettävä, mitä kaapelin vaimennus ja SAS yhdessä aiheuttavat. Mitä huonommin antenni on sovittu kaapelin ominaisimpedanssiin, sitä enemmän tehoa heijastuu takaisin. Tätä kuvaa suuri heijastusvaimennus. Jos antenni on hyvin sovittu, heijastusta ei aiheudu ja heijastusvaimennus on pieni. Ykkönen taisikin selvittää?

- Kyllä vaan, minimoidahan ne pitää. Vaan mitä tuo toinen väite tarkoittaa? En löytänyt *TH:sta* selitystä, vaikka kuinka hain.

- Selitänpä nyt. Lähettimen ja syöttöjohdon alapään välissä käytetään viritintä, jonka tehtävänä on saada antennin ja syöttöjohdon muodostama järjestelmä näyttämään lähettimen lähtöimpedanssilla. Lähettimen ja viritimen välisen SAS-mittarin on näytettävä lähes ykköstä, siis $S \approx 1$.

Virittimeen tulee epäsovite-tusta antennista tehoa, jonka viritin kääntää takaisin kohti antennia. Mitä enemmän tehoa antennin puolelta heijastuu, sitä useamman kerran heijastunut teho kulkee antennin ja viritimen väliä. Joka kerralla heijastunut teho pienenee.

Jos syöttökaapeli on pitkä ja siinä siis aiheutuu suuri vaimennus, huono sovitussuhde lisää olennaisesti kaapeliin jäävää tehoa. Jos antennin sovitussuhde on pahasti pielessä, kannattaa HF:llä käyttää

avolinjaa, jonka vaimennus on vähäinen.

- Tuon pitkän yksinpuhelun tuloksena päätellen, että antennin hyvä sovitus minimoi häviöt koaksiaalikaapelissa.

- Hyvä, Mirkku! Mä sanon tohon kolmanteen, että joku on lähettänyt kahdeksankymppien ukkoja irvistelevän väitteen kysymyspankkiin. Et kai ope itse ole syypää?

- Pois se minusta! Tosin jo kesällä 1974 totesin, ettei 80 metrin SSB ole minua varten. Sitä paitsi OH-kansan antennit vetävät erittäin hyvin kahdeksallakymppillä, kuunnelkaa vaikka.

- Väärä väite siis. Nelonen on aivan varmasti oikea väite, sen ymmärtää jo rakentajakin. Tulos on - + - +.

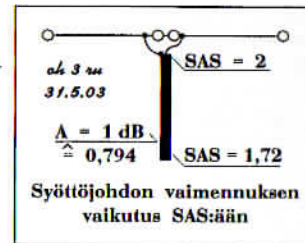
- Saanko aloittaa *kysymyksen 560 65*? No hyvä. Neloskohtaan tiedän tällaisen perustelun: kun siirtojohdon päähän pannaan kuorma, joka on resistiivinen ja johdon ominaisimpedanssin suuruinen, kaikki teho menee kuorman. Jos antenni saadaan jotenkin sellaiseksi, että se täyttää tämän ehdon, heijastusta ei aiheudu, tehon heijastuskerroin on nolla ja SAS tasan 1:1.

- Hupsiskeitä Mirkku! Löit vanhan inssin ällikällä, noin hyvin sitä ei osaisi varmaan edes AMK:n lehtori perustella. Mutta minäpä tiedän, että ykköskohta on väärin. Jos antenni säteilee täydellisesti, sen hyötysuhde on 100 %. Se ei kuitenkaan välttämättä johdu optimi sovituksesta.

- Mulle kans jotain! Kakkonen on ihan hassu väite. Jos

katsotaan antennin impedanssi muualla ku resonanssissa, ni siin on aina kans reaktanssi. Pelkkään resistanssiin ei soviteta. Ja sovitaminen tapahtuu sit syöttöjohtoon, ei lähettimeen. Eikä lähettimen lähtöimpedanssin tarte olla just 50 ohmiä, paitti jos aattelee miten se sovitetaan vaikka piifilterillä. Kaks ja kolme on väärin, rivi on - - - +.

- Sitten tulee kolme samantyyppistä kysymystä, niissä pohditaan, miten syöttöjohdon vaimennus antaa johdon alapäässä paremman SAS:n, kuin mitä epäsovitus aiheuttaa johdon yläpäässä.



Johdon vaimennus laske-taan kaavasta $P_2 = A \cdot P_1$.

Desibeleinä annettu vaimennus muunnetaan lukuarvoksi jakamalla desibeliluke-ma kymmenellä ja laskemalla kymmenen potenssi miinus-merkkisenä. Jos $A = 1 \text{ dB}$, potenssi on $-0,1$ ja

$$A = 10^{-0,1} = 0,794.$$

Laskimella näppäily näin:
 $10 y^x .01 +/- = 0,794....$

- Viekö yhden deebien vaimennus tehosta 20 prosenttia? Sehän on tuhlausta.

- Näin siinä valitettavasti käy. 2 dB:tä pudottaa tehon 63 %:iin ja 3 dB:tä 50 %:iin.

Lasketaan heijastuskertoimet edellä annetuilla kaavoilla. Jännitteen heijastuskerroin ρ_u saadaan S:n avulla:

$$\rho_u = (S - 1) : (S + 1).$$

Kysymyksessä 560 62 sassi $S = 2$, joten näppäily on:

$$\rho_u = 2 - 1 = : (2 + 1) = 1/3.$$

$$\rho_p = (\rho_u)^2 = 1/9 = 0,111...$$

Johdon alapäähän heijastunut teho on $P_r = A \cdot \rho_p \cdot A \cdot P_l = 0,794 \cdot 0,111 \cdot 0,794 = 0,07 \cdot P_r$. Tehon heijastuskerroin on 0,07 ja jännitteen heijastuskerroin sen neliöjuuri.

Koko lasku näppäily on:
 $10 y^x .01 +/- = x \rightarrow M : 9 \times$
 $RM = \sqrt{x \rightarrow M + 1} = : (1 - RM)$
 $= 1,72.$

Harjoitelkaahan nyt muutama kertaan, että uskotte.

- Minä opettelen nämä kolme kysymystä ja niiden vastaukset ulkoa. Ei minun tar-

vitse antennia tehdä, kerhon pojat käyvät tekemässä ne.

- Mirkku selvi noin, mutmun tarttee opiskella täysillä. Teen nääs uusia jageja.

- Kertailin noita kolmea laskua. Ehdin laskea vielä tuon viimeisenkin, mutta sain tulokseksi 1,53. Kumpi on väärässä, lehtori vai minä?

- Siinä on todella tullut kirjoitusvirhe kysymyspankkiä tehtäessä. Olen saanut siitä kirjalliset moitteet. Virhe ei ole suuri, ja 1,57 poikkeaa riittävästi muista arvoista.

- Antaa sen nyt olla noin, minä vetäisen yhteenvedon: *kysymyksiin 560 62, 560 63 ja 560 64* tulee kaikkiin sama tulos - + - -.

- Unohdit *kysymyksen 560 68*. Siinäki kai lasketaan?

- Hyvä että huomasit. Annan vähän taustoja: Puoliaaltodi-

polin syöttöpisteen impedanssi on resonanssissa noin 73 ohmia ja resistiivinen. Resonanssin ulkopuolella impedanssissa on myös reaktanssia, ja SAS on reilusti yli yhden. Maanpinnan läheisyydessä impedanssi voi olla alle 70 ohmia, mutta ei se 50 ohmia saavuta. Jaska, *PSE*.

- Kun impedanssi ei voi olla 50 ohmia, ei SAS voi olla 1:1, eka väärin. Impedanssi on 73 ohmia, kun dipoli on vapaassa tilassa. SAS on lähellä arvoa 1,5:1, ei siis 1:1,5, niin kuin pankkiin on väärin kirjattu. Lähellä maanpintaa dipolin SAS voi olla 1,2:1, ei 1:1,2. Näin muutettuna toinen ja kolmas ovat oikein. Neljäs väite ei pidä paikkaansa, rivi on - + + -.

- Taas virheitä! Ei olisi pitänyt pistää suhdemerkintää väitteisiin... □

<p>56057 Koaksiaalisessa syöttöjohdossa pyritään mahdollisimman pieneen seisovan aallon suhteeseen (SAS, SWR), jotta</p> <ul style="list-style-type: none"> - heijastushäviöt saadaan minimoitua + häviöt koaksiaalissa saadaan minimoitua - antenni vetäisi myös 80 metrin SSB:llä + lähettimen tehosta mahdollisimman suuri osa siirtyy antenniin <p style="text-align: right;">S. 6-12</p>	<p>56065 Jotta antennin seisovanaallonsuhde SAS (SWR) olisi 1:1, on</p> <ul style="list-style-type: none"> - antennin säteiltävä täydellisesti - antennin resistanssin ja lähettimen impedanssin vastattava toisiaan - radioamatöörilähettimen lähtöimpedanssin oltava 50 ohmia + antennin syöttöpisteen impedanssin oltava sama kuin syöttöjohdon ominaisimpedanssi <p style="text-align: right;">S. 6-12</p>												
<p>56062 Antennin syöttöpisteessä on seisovanaallonsuhde $S = 2$. Syöttökaapelin vaimennus $A = 1 \text{ dB}$. Lähettimen lähtönavoissa mitattava seisovan aallon suhde on</p> <table style="width: 100%;"> <tbody> <tr> <td>- 2,0</td> <td>+ 1,72</td> <td></td> </tr> <tr> <td>- 1,32</td> <td>- 1,05</td> <td style="text-align: right;">S. 6-12, 6-13</td> </tr> </tbody> </table>	- 2,0	+ 1,72		- 1,32	- 1,05	S. 6-12, 6-13	<p>56063 Antennin syöttöpisteessä on seisovanaallonsuhde $S = 2$. Syöttökaapelin vaimennus $A = 2 \text{ dB}$. Lähettimen lähtönavoissa mitattava seisovan aallon suhde on</p> <table style="width: 100%;"> <tbody> <tr> <td>- 2,0</td> <td>+ 1,57</td> <td></td> </tr> <tr> <td>- 1,28</td> <td>- 1,02</td> <td style="text-align: right;">S. 6-12, 6-13</td> </tr> </tbody> </table>	- 2,0	+ 1,57		- 1,28	- 1,02	S. 6-12, 6-13
- 2,0	+ 1,72												
- 1,32	- 1,05	S. 6-12, 6-13											
- 2,0	+ 1,57												
- 1,28	- 1,02	S. 6-12, 6-13											
<p>56064 Antennin syöttöpisteessä on seisovanaallonsuhde $S = 3,3$. Syöttökaapelin vaimennus $A = 2 \text{ dB}$. Lähettimen lähtönavoissa mitattava seisovan aallon suhde on</p> <table style="width: 100%;"> <tbody> <tr> <td>- 2,0</td> <td>+ 1,6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>- 1,3</td> <td>- 1,02</td> <td style="text-align: right;">S. 6-12, 6-13</td> </tr> </tbody> </table>	- 2,0	+ 1,6		- 1,3	- 1,02	S. 6-12, 6-13	<p>56068 Puoliaaltodipolin syöttöjohdoksi on kytketty 50 ohmin koaksiaalikaapeli. Seisovanaallonsuhde SAS (SWR) antennin ja syöttöjohdon sovituskohdassa voi olla</p> <table style="width: 100%;"> <tbody> <tr> <td>- 1:1</td> <td>+ 1,2:1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>+ 1,5:1</td> <td>- ei mikään edellisistä</td> <td style="text-align: right;">S. 6-13</td> </tr> </tbody> </table>	- 1:1	+ 1,2:1		+ 1,5:1	- ei mikään edellisistä	S. 6-13
- 2,0	+ 1,6												
- 1,3	- 1,02	S. 6-12, 6-13											
- 1:1	+ 1,2:1												
+ 1,5:1	- ei mikään edellisistä	S. 6-13											

HF-antennien ominaisuuksia

Puoli- ja kokoaaltdipoli

- Puoliaaltdipolin tunnemme, mutta kokoaaltdipoli on vieraampi. *Tiimissä Hamssiksi* toki esittelee sen ja lupaa vahvistustakin pari desibeliä $\lambda/2$ -dipoliin nähden. Haittana on syöttöpisteen suuri impedanssi, joka on jopa tuhansia ohmeja. Jotta antenni voisi toimia molemmilla alueilla, sitä pitäisi syöttää avolinjalla. *Kysymys 560 13*, Jaska.

- Tässä sitä kumminkin syötetään 75 ohmin nauhajohdolla. Ymmärrän kyllä, että se antaa 20 metrillä parhaan sovituksen ja vielä symmetrisen liittymän, mutta eikös kymppillä synny aika lailla epäsovitusta ja johtohäviöitä?

- Osuit aivan asian ttimeen. Niinpä teemmekin täydellisen tarkastelun 28 MHz:llä. Tehosta vain pieni osa pääsee heti antenniin, kun epäsovitus on suuri, mutta kun johdon alapäässä on viritin, saadaan heijastunut teho yhä uudelleen yrittämään antenniin. Kokonaistulos saadaan geometrisen sarjan kaavan avulla. Siinä tarvitaan SAS antennissa ja nauhajohdon häviö.

Oletetaan syöttöpisteen impedanssiksi 1500 ohmia:

$$S = 1500 \Omega : 75 \Omega = 20$$

- Et kai hassuta meitä? Ei tuollaisella SAS:llä antenniin saa mitään!

- Älähän huoli, Mirkku. Las-

ketaan. *TH:n sivun 157* taulukosta katsomme nauhajohdon vaimennuksen 28 MHz:n kohdalla. Kaapo löysi jo, vai?

- Tää on tuttu juttu... Siinä lukee alhaalla 20, mennään siitä oikealle toiseen pystyviivaan, se on kolkyt megaa; sitten ylös nauhajohdon viivalle ja katsotaan vasemmanpuoleiselta pystyviivalta vaimennus. Se on 0,5 deebetä sataa metriä kohti.

- Schän on jotain rei'itettyä nauhajohdotta. Onkos tää 75-ohminen sitä?

- Ei taida olla, mutta laskeaan tällä. Otetaan johdon pituudeksi 10 m, vaimennus on $A = 0,05$ dB. Sitten sijoitetaan tämä ja $S = 20$ kaavaan, niin kuin alla oikealla näkyy. Jaska jo näppäilee?

- Joo, mietin näppäilyjärjestystä. Aloitan jakoviivan päältä hakasulkeista... nopeutan vähän... $19 : 21 = x^2 \pm 1$
 $= x \cdot 10^{y^x} \cdot 0,05 \pm 1 = x \cdot M$.

Muistissa on nyt 0.1793... Uusi alku: $19 : 21 = x^2 \times 10^{y^x} \cdot 0,1 \pm 1 = 1/x = x \cdot RM = 0.896...$

- Laskit näköjään päässäsi nuo $S - 1$ ja $S + 1$... Se nopeuttaakin kovasti, kyllä tässä silti saa tarkkana olla - joko-han kolmannella kerralla menisi... nyt on jo tuo 0.1793, se muistitin... taas tarkkana, viivan alla oleva osa on näemmä 0.2000... ja jakaminen

sillä on siis näppylä $1/x$; tuli 4.999, sitten kertaa RM -minullakin on nyt 0.896. Onnistuinpas.

- Antenniin menevä teho P_{ant} on siis $0,9 P_o$; P_o on lähetimen lähtöteho. 90 % tehosta pääsee antenniin ja 10 % jää syöttöjohtoon. Tällainen tulos, vaikka $SAS = 20$.

- Toi ensimmäinen väitehän on, että antenni vetää huomasti kymppillä. Eihän se liity tähän laskuun ollenkaan!

- Kaapo on oikeassa, mutta laskimme sovituksen varmuuden vuoksi, jotta voitaisiin uskoa tehon menevän antenniin. Osa tehosta hukkuu antennin häviöihin, suurin osa säteilee avaruuteen. Antennin vetäminen riippuu enemmän maanpinnan vaikutuksesta eli siitä, millaiseksi pystysuuntainen säteilykuvio muodostuu.

- Ensimmäinen väite on siis väärä. Minusta saatiin samalla plus -vastaus kohtaan kolme, sillä käytit viritintä antenin sovitamiseen kymppillä.

- Aina Mirkku loistaa! Mut eiks viritimessä synny häviöä?

- Kyllä, kyllä; viritimen häviö on ainakin 0,5 dB. Montako prosenttia siis? Jaskako on valmis?

- Niin olen. Vaimennus A on $10^{y^x} \cdot 0,5 \pm 1 = 0.89...$ Häviöihin kuluu 11 % lähetimestä tulevasta tehosta. Sadasta watista jää virittimeen 11

watista jää virittimeen 11 wattia ja lapamatoon 9 wattia. Antenniin pääsee kumminkin 80 wattia. Aika hyvin kaikesta huolimatta.

- Saanks mä heti vastata ton kohdan viis? Hyvä. Mä katoisin siitä samasta kuvasta häviön 20 metrillä, se on vaan 0.3 deebetä sataa metriä kohti, siis 0.03 dB kun johtoo on 10 metriä. Kahdellakymppillä antenni on sovitettu syöttöjohtoon, joten häviötä tulee vaan ylös mennessä. Äkkiä mä ton $A:n$ lasken, $10^{y^x} \cdot 0,3 \pm 1 = 0.933...$ Mut sehän on yli viis prosenttia?

- Unohdit hosuessa jakaa 10:llä. Minäkin näppäilen: $10^{y^x} \cdot 0,03 \pm 1 = 0.993...$ On takuulla alle 5 %. Viides väite oikein.

- Sitten on vielä se toinen väite. Kun dipolia syötetään 75 ohmin johdolla, antennin puoleinen pää on sovitettu. Johdon alapäässä sen sijaan $S = 75 \Omega : 50 \Omega = 1,5$. Lähetin yleensä kestää tämän epäsovituksen. Väite on siis oikea.

- Rivi *560 13* on - + + - +.

Antennin syöttämiseen liittyviä uskomuksia

- *Kysymykseen 560 37* on kerätty eräitä sitkeitä uskomuksia antennien syöttämisestä. Ensimmäisenä näistä pohittisin sitä, joka sanoo antennin vetävän vain, jos se on resonanssissa. On totta, että puolen aallon mittainen lanka on tehokas säteilijä, mutta antenni säteilee siihen viedyn tehon muussakin tapauksessa.

HF:llä dipoli tai suuntaantennin säteilijä tehdään resonanssipituiseksi käytettävän taajuusalueen keskivaiheilla. Tässä kohdassa SAS

on pienimmillään ja taajuusalueen laidoilla suurimmillaan.

Kahdeksankymppin ääritaujuuksilla SAS on yli 1,5:n, joten DX-miehet käyttävät lisäpätkiä *Sloper*-dipolinsa viritämiseen. Yksinkertaisempaa olisi käyttää avolinjasyöttöä, jolloin antenni toimisi monialueantennina, *TH s. 145*. Ensimmäinen väite on siis oikea, antennin pituus ei ole kovin kriittinen, jos sitä käytetään usealla alueella sekä syötetään avolinjalla tai nauhajohdolla ja sovitetaan viritimellä.

- Eikö tuo toinen väite ole kuitenkin oikea? Lälläriajoiltani muistan, miten tärkeää se koaksiaalioikean pituuden löytäminen oli. Ja olihan meillä *Äsveear*-mittarit.

- Jos teet antennin pistetaajuudelle, siis amatöörialueella vaikkapa kahdeksankymppin bulletiinitaajuudelle - 3.685 kHz, niin silloin tuo aallonpituuden puolikkaan monikerta on paikallaan. Kyseinen mitahan tuo antennin syöttöpisteen impedanssin johdon alapäähän, jossa voidaan tehdä optimisovitus lähettimeen.

Tämä olisi erinomainen asia silloin, kun dipoli on vapaassa tilassa, $Z_{ant} = 73$ ohmia ja resistiivinen, koaksiaalioikean ominaisimpedanssi on 75 ohmia ja lähetimen lähtöimpedanssi on sama 75 ohmia.

- Mutku tehdastekosen räkkylän lähtö onki viiskyt ohmi!

- Siitä varmaan huomataan, ettei ainakaan 80 metrillä koaksiaalia kannata mitoittaa puolen aallon monikerraksi, jos antennia käytetään koko bandilla. Väite on puppua ja siis väärä.

- Kolmas väite liittyy selvästi tuohon edelliseen kysymykseen. Siinähän laskettiin, että vähähäviöistä syöttöjohtoa käytettäessä epäsovituksella ei ole merkitystä.

- Olet aivan oikeassa, Jaska. Samaa juttua liittyy se viimeinen väite. HF:llä avolinja ei juurikaan säteile, mitä tekee suoraan dipoliin kytketty koaksiaalinen vaipan ulkopuoli. Oikea väite siis.

- Ja nyt tulos: + - + +. □

56013 Käytät 75 ohmin nauhajohdolla syötettyä 20 metrin puoliaaltdipolia, jolloin huomaat, että

- antenni vetää hyvin huomasti kymppillä, koska seisovanaalionsuhde (SWR) antennissa on yli 5

+ antennin voi 20 metrillä kytkeä suoraan lähettimeen, jonka impedanssi on 50 ohmia (SAS lähetimen navoissa alle 1,5)

+ antennin voi kymppiä ajeltaessa kytkeä virityslaitteen avulla lähettimeen, jonka impedanssi on 50 ohmia

- syöttöjohtoon häviöt kymppillä ovat yli 30 %

+ syöttöjohtoon häviöt 14 MHz:llä ovat alle 5 %

TH s. 142-5, 156-7, S. 6-14, 6-15

56037 On totta, että

+ on tarpeetonta mitoittaa antenni tarkasti jollekin taajuudelle, ellei aio työskennellä yksinomaan tällä taajuudella

- syöttöjohto, myös koaksiaalinen, kannattaa aina mitoittaa puolen aallonpituuden monikerran mittaiseksi

+ tehosiirron kannalta on hyödytöntä alentaa seisovanaalionsuhde (SWR) alle kahden (2:1)

+ olkoon SAS mikä tahansa, avolinjan HF:llä säteilemällä energia on täysin merkityksetön

TH s. 142-5, S. 6-15

$$P_{ant} = \frac{[1 - (\frac{S-1}{S+1})^2] \times 10^{-0,1 \cdot A}}{1 - (\frac{S-1}{S+1})^2 \times 10^{-0,1 \cdot 24}} \times P_o$$

$$P_{ant} = \frac{[1 - (\frac{20-1}{20+1})^2] \times 10^{-0,005}}{1 - (\frac{20-1}{20+1})^2 \times 10^{-0,01}} \times P_o = 0,896 P_o$$

HF-antennien ominaisuudet

Maatasoantenni, Ground Plane

- Aallonpituuden neljäsosan mittainen, maatasolla varustettu pystyantenni on erittäin suosittu monesta syystä: se vaatii vähän tilaa, on helppo rakentaa ja virittää ja sen lähtökulma on pieni. Ympärisäteilevänä sillä on etuna, ettei sitä tarvitse kääntää, mutta vahvistus jää tällöin vähäiseksi. Erityisen suosittu GP on kerrostaloasujalle. - Tavallisesti GP:t ovat useille HF-alueille tarkoitettuja.

- Siinähan melkein luettelit vastaukset *kysymykseen 560 56*. Saanen tarkentaa: toisessa kohdassa todetaan aivan oikein, että se vetää samalla tavoin ympäri horisontin, samoin nelosväitteeseen tuli heti vastaus, lähtökulma on pieni. Kerrostaloon viittasit, GP saadaan helposti korkealle, jolloin se säteilee vapaasti. Ykkösen sen sijaan on huuhatta, ei GP:tä tarvitse kääntellä. Oli helppo, rivi on - + + +.

- Olisin minäkin noin osannut vastata, mutta Jaska ehti ensin. Tiedän lisäksi, että maatasoantenni on mainio antenni kerrostalon katolla, kun haluaa kahdella metrillä pitää kusoja toistimiin tai mobileasemiin. Mutta tähän ei kai kuulu tähän, missä puhutaan HF:stä. Voiko GP:tä käyttää kahdeksallakymppillä?

- Tottakai, Mirrku, miks sä kysyt noin tyhmiä. Kaikilla parhailla diieksäreillä on semmoset. Mutta OH-kusojen niillä ei 80 metrillä saa, kun lähtökulma on pieni.

Viiskasin piiska

- Hyvinpä tunnutte olevan perillä GP-antenneista. *Kysymyksessä 560 38* puhutaankin sitten 5/8 aallon pystyantennista, *viiskasin piiskasta*.

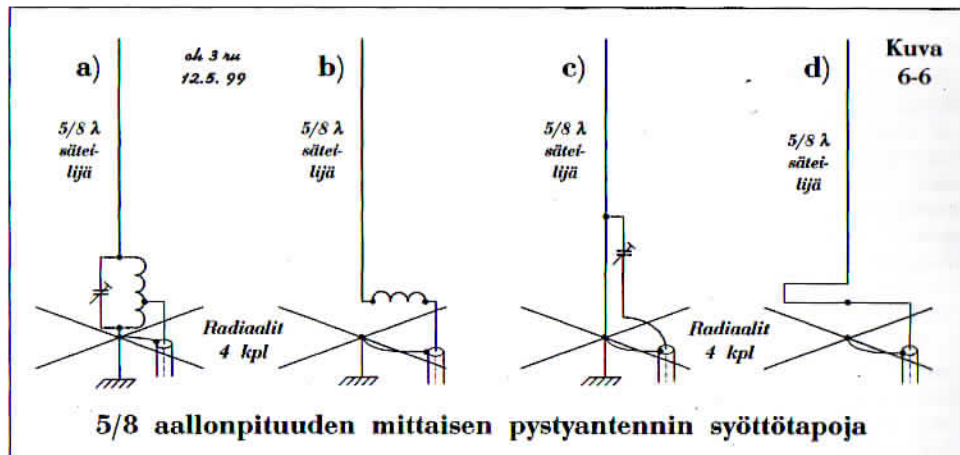
Tavallinen GP on kuin pystydyppi, jonka toinen puolisko muodostetaan maatasolla, siis esimerkiksi neljällä vaakatasossa olevalla radiaalilla. Tällöin GP:n impedanssi re-

sonanssitaajuudella on n. 36 ohmia ja resistiivinen. Kun pystyantenni on 5/8 aallonpituuden mittainen, sen impedanssi on jotakin muuta, ja siksi se pitää sovittaa koaksiaalioimaisimpedanssiin. *T2-pankin kuvassa 6-6* on viiskasin piiskan erilaisia syöttötapoja.

- Ja noita pitäisi taas oppia ymmärtämään. Veikkaan että *kuvan 6-6a* mukainen kytkentä on juuri se, joka sovittaa koaksiaalioimaisen impedanssin antennin suureen impedanssiin. Eka siis oikein.

- Tosta *c-kuvan* mukaisesta sovituksesta ei kai saa selvää... siinä on ilmeisesti pystysäteilijän alapään rinnalla johtava tikku, joka säätökonekalla viritetään ja saadaan sovitus. Ei toi musta kyllä kreikan omegalta näytä. Minäkin veikkaan, ett oikein on.

- Mutta minä tiedän, että *kuvassa 6-6d* on neljänneosaallon mittaiset radiaalit. Nehän ovat maatasoantennissa aina sen pituisia.



- Hyvin menee, tiimi. Kaikki veikkaukset ja tiedot ovat oikeita. Entä se neljäs väite?

- Se on taas hämäämistä, koska *b-kuvassa* on induktanssisovitus. Mut entäs tää *d-kuva*?

- *Kuvassa 6-6d* on oikosuljetulla avolinjan pätkällä saatu syöttökohdan rinnalle sovitava impedanssi. Tätähän ei kysytty, joten en selvitä asiaa sen tarkemmin. Riittänee näin?

- Oikein hyvin. Ilmoitan vielä oikean rivin: + + + -.

Kiinteä kaksisuuntainen antenni kymppillä

- *Kysymyksen 560 05* laatija tuntuu jääneen 30-luvulle tai ainakin 40-luvulle, vai mitä?

- Enpä usko sentään noin vanhakantaiseksi itseäni, tämä tehtävä on tarkoitettu antamaan intoa antennikokeiluihin. Juuri kymppillä niitä on lyhyen aallonpituuden takia mukava tehdä.

- Voihan asioihin olla tuollainenkin *aspekti*. Ensinnäkin on kuitenkin oltava suuntakartta.

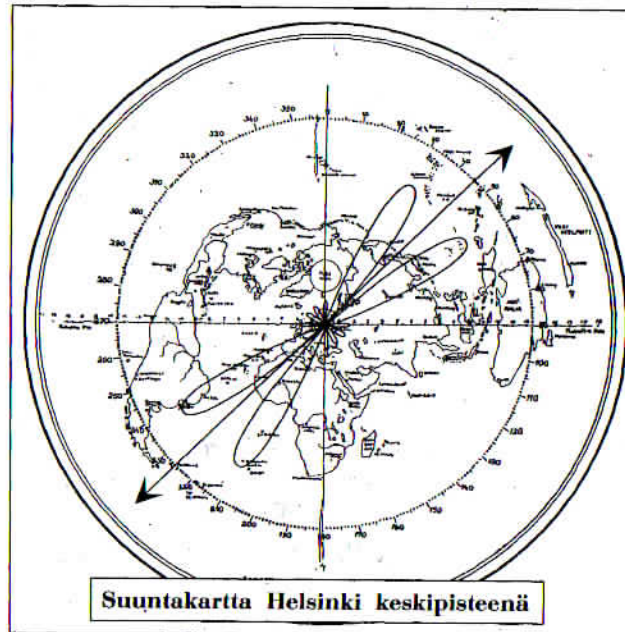
- Otetaanpa esille suuntakartta Helsinki keskipisteenä. Siinä on päästäsyötetty Zepin suuntakuvio ja suunta Etelä-Amerikka-Japani. Meneekö sinne päinkään?

- Oikea tuntuu olevan suunta. Miten kaimasi säteilee?

- *TH:n sivulla 145* on kokoaalitodipolin suuntakuvio. Jos niitä on kaksi päällekkäin, tulee vahvistusta lisää kolmisen desibeliä, kun kuvio litistyy. *Lazy H* sopii näihin yhteyssuuntiin oikein hyvin.

V-antenni on *TH:n sivulla 146*. Suuntakuvio on kaksipuolinen. Kun kahden Zepin suuntakuvio on päällekkäin, on tuloksena V:n halkaisijalla varsin kapea keila. Sopii myös tähän tehtävään.

- Sensijaan toi kvadijuttu on ihan keksitty. Suuntakuvion



pääkeila menee Intian valtamerelle eikä Japaniin.

- Minulleko jäi pelkkä lopputus? Se on + + - +.

- Rakentajana kyllä tekisin kaksois-Zepin, *TH:n sivu 145*.

- Hyvä ratkaisu se olisikin, helppo tehdä. Kas kun sitä ei ole älytty ottaa mukaan! □

56056 Maatasoantenni (*Ground Plane*) on kerrostaloasujalle hyvä kompromissiantenni, koska

- sitä on helppo kääntellä eri suuntiin
- + se vetää samalla tavoin ympäri horisontin, joten sillä voi työskennellä kaikkiin suuntiin
- + se saadaan yleensä korkealle eli säteilemään vapaasti
- + sen lähtökulma on pieni, eli on toiveita saada myös DX-yhteyksiä S. 6-16

56038 5/8-pystyantennissa on

- + mahdollista tehdä sovitus rinnakkaispiirillä, kuva 6-6a
- + mahdollista käyttää kuvan 6-6c mukaista omegasovitusta
- + neljänneosaallonpituuden mittaiset radiaalit, kuva 6-6a-d
- mahdollista käyttää induktanssisovitusta, kuva 6-6d S. 6-16, 17

56005 Haluat pitää kymppillä yhteyksiä Japaniin (koilliseen) ja Etelä-Amerikkaan (lounaaseen), mutta et voi asentaa käännettävää suunta-antennia. Hyvä kompromissi on

- + päästä syötetty 42-metrinen Zepp-antenni suunnassa SW-NE
- + Laiska Heikki (*Lazy H*) eli kaksi stakattua kokoaalitodipolia, lankojen suunta kaakosta luoteeseen
- kiinteästi kaakkoon suunnattu 3-elementtinen kvadi (Quad)
- + kolmen aallon mittainen V-antenni suuntaan 225 astetta *TH s. 145-6, S. 6-17*

Kahdeksankymppin dipolien asioita

Teho- ja SAS-laskuja

- *Kysymyksessä 560 25* on ihan samanlainen dipolilasku, kuin meillä oli aikaisemmin. Syöttöjohto näkyy kyllä olevan 53,5 ohmin koaksiaalia, se soveltuu kai paremmin kytkettäväksi lähettimeen, jonka lähtöimpedanssi on 50 ohmia?

- Siltähän se puusta katsottuna näyttää. Voimme tehdä taas täydelliset laskelmat, jotta näemme väitteiden paikansapitävyyden. Tässä alla on tarvittavat kaavat ja laskut. Ensinnäkin jännitteen heijastuskerroin antennissa ρ_u , joka lasketaan annetusta antennin impedanssista ja johdon ominaisimpedanssista.

- Mitens noissa tsetoissa on tommoset viivat päällä?

- Siinä on kyseessä kompleksista suuretta osoittava merkintä. Kaavassa antennin impedanssi sisältää resistiivisen osan lisäksi reaktanssia. Olen sitten laskenut heijastuskertoimelle itseisarvon lisäksi vaihekulman. Sitä emme tosin tarvitse, mutta olkoon täydellisyysden vuoksi, joku sitä kuitenkin myöhemmin kaipaa.

ρ_u :sta on laskettu seisovan aallon subde antennissa, se

on 1,62; ei siis kovin suuri. Edelleen on laskettu tehon heijastuskerroin ρ_p , joka on 0,056; tämä on se osa antennia kohti edennyt tehoa, joka heijastuu johdolle takaisin.

Jotta viritimen tilanne johdon alapäässä saadaan selville, tarvitaan johdon vaimennus. Annettu 1 dB on muutettu kertoimeksi ottamalla vastaava kyymennös potenssi; tulos on pyöristetty arvoon 0,8.

- Mirkku ei varmaan osaa tota laskeel!

- Olen osannut ennenkin. Näppäilyn $10^{y^x} \cdot 1 \pm$ - 0,794. Se on noin 0,8.

- Jatkan vielä. Virittimestä lähtee johdolle teho $P_{vo} = 100$ W. Siitä pääsee antenniin $P_{ao} = 80$ W. Tästä taas heijastuu teho $P_{ah} = 0,056 \times 80$ W = 4,48 W. Virittimelle tulee heijastunutta tehoa $P_{vh} = 0,8 \times 4,48$ W = 3,5 W. Tehon heijastuskerroin viritimen navoissa on siis $\rho_{pv} = 3,5$ W : 100 W = 0,035 ja jännitteen heijastuskerroin $\rho_{uv} = 0,187$. Tästä seisovan aallon suhde johdon alapäässä on 1,46, siis hiukan parempi kuin antennin navoissa. Mennään ratkomaan tehtävää.

- Ensimmäisessä väitetään

taas, ettei antenni vedä, kun SAS on yli 1,5. Ei se pidä paikkaansa nytkään.

- *Kysymyksessä 560 13* oli aika tavalla sama väite kuin tässä kakkonen. Kyllä lähettimen voi kytkeä suoraan koaksiaalilin alapäähän, eli väite on oikea.

- Mitäs mulle tuli? Tossa kolmosessa on ihan oikea tulos; antennin napoihin pääs 80 wattia ja heijastuu vajaa viis. Syöttöjohdon alapäähän viedyistä tehosta 75 prossaa pääs antenniin. Samalla toteen, että koaksiaaliin jäi ylös mennessä jo 20 prossaa tehosta. Kolmonen ja nelonen oikein, koko rivi on siis - + + +.

- Hienostipa osaatte hakea oikeat vastaukset...

- Niin kun lehtori ensin teki nuo hienot kaavat ja suoritti laskut. Tässä voisimme olla eksperttejä itse kukin, kun olisi enemmän noita laskuja.

- Kyllä niit sitte pääset lasken, kun menet kahdeksankymppille. Saavat sitten insinööri tarkistamia lukuja moisiin ropleemeihinsä.

Dipolin vetämisestä

- *Kysymys 560 14* sisältää taas samoja vanhoja totuuk-

$$\rho_u = \frac{Z_L - Z_o}{Z_L + Z_o} = \frac{50 + j 25 - 53,5}{50 + j 25 + 53,5} = \frac{-3,5 + j 25}{103,5 + j 25} = \frac{-0,14 + j 1}{4,14 + j 1} = 0,237 \angle -84,4^\circ$$

$$|\rho_u| = 0,237 \quad SAS_{ant} = \frac{1 + |\rho_u|}{1 - |\rho_u|} = \frac{1 + 0,237}{1 - 0,237} = 1,62 \quad \rho_p = |\rho_u|^2 = 0,056$$

$$A = 10^{-0,1} = 0,8 \quad P_{ve} = 100 \text{ W}; \quad P_{ae} = 80 \text{ W}; \quad P_{ah} = 4,5 \text{ W} \quad P_{vh} = 3,5 \text{ W}$$

$$\rho_{pv} = 0,035 \quad |\rho_{uv}| = 0,187 \quad SAS_v = 1,46$$

sia. Dipoli on mitotettu tajuudelle 3.670 kHz. Vapaan tilan mitta on tällöin 142,5 : 3,67 m = 38,83 m. CW-DX-ikkunan keskellä dipolin pituus olisi vastaavasti 40,65 m. Mirkkuko ensin?

- Kyllä. Kakkosessa väitetään, että siellä alhaalla antennin saa vetämään, kun siihen lisätään metrin pätkät. Antennin täytyy kyllä olla siinä Sloper-asetuksessa, jotta se onnistuu. Talousmatematiikka sanoo, että pätkien pitää olla 90 sentin, ei metrin pituisia. Minusta antenni vetää, jos se viritetään niin kuin kohdassa kolme ehdoteaan. Kakkonen on siis väärä väite ja kolmonen oikea.

- Minä sanon siihen ykköskohtaan, että vanhojen ukkojen höpinät on varmaan tarttuneet kysymyspankin tekijään, kun tämmöistä väittää. Viritin alentaa SAS:n johdon alapäässä, kyllä antenni vetää, vaikka ei resonanssissa olekaan. Ykkönen väärin.

- Ja mä sanon tohon viimeeseen, että taas kysytään samaa asiaa; kyllä voidaan kytkeä resonanssissa suoraan lähettimeen. Jos antenni on matalalla, niin sen impedanssi on alle 73 ohmia. Silloin on parempi sovitin. Nelkku on oikein, rivi on - - + +.

- Saisi tulla jo loppu näille väitteille. Lopetetaan HF-lan- gat seuraavaan kysymykseen.

Signaaliin lisää 6 dB

- *Kysymyksessä 560 34* halutaan signaalille lisää voimaa yksi S-yksikkö eli 6 dB.

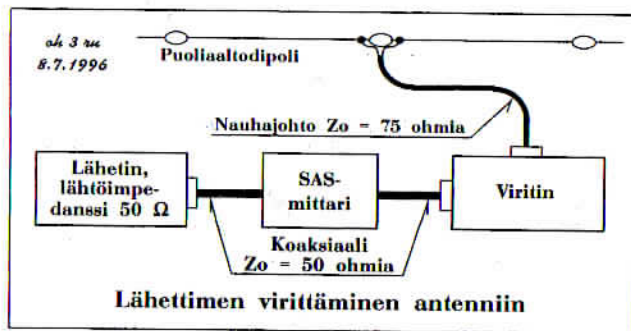
- Helpoi homma on lisätä lähettimen teho nelinkertaiseksi. Se on just 6 dB. Jos transeiveristäs lähtee sata wattia, pane perään linukka, siit saat ulos 400 wattia.

- Suurempaa dipolia, mitäs se on? Ai niin, kokoaaltodipoli kävisi, mutta sillä saadaan dipoliin nähden vain 2 dB:tä lisää. Ykkönen väärä väite.

- Yritän tuota nelosta, vaikka en ihan ymmärrä, miten edes kymppille saadaan korkea masto; ai niin tämä onkin jo kahden metrin asioita. Kun pannaan kaksi dipolia päällekkäin, tulee kuulemma 3 dB:tä lisää. Kai toiset kaksi nostaa samoin 3 dB:tä. Nelonen on oikea väite.

- Mä tiän tosta kvadista jo jotain. Se ei kyl o lanka-antenni, vaikka se onki yleensä tehty lankasta. Voi tehdä vaikkolmi- tai nelielementtisen... Varmasti tulee 6 deebetä parempi ku dipolista. Kakkonen oikei, koko vastaus - + + +.

- No nyt ne on ratkaistu. □



56025 80 m puollaaltodipolin impedanssi on 50 ohmia + j25 ohmia ja sitä syötetään 53,5 ohmin koaksiaalilla, vaimennus 1 dB, joten

- antenni vetää hyvin huonosti, koska seisovan aallon suhde SAS (SWR) antennissa on yli 1,5

+ antenni voidaan kytkeä suoraan lähettimeen, jonka impedanssi on 50 ohmia (SAS lähettimen navoissa alle 1,5)

+ antenniin pääsee lähettimen tehosta 75 %

+ häviöt koaksiaalissa ovat 20 % S. 6-18

56014 Kahdeksankymppin puollaaltodipoli on mitoitettu 3,67 MHz:lle, ja SAS 3,53 MHz:llä on 2,5, kun antennia syötetään 75 ohmin nauhajohtolla. On totta, että

- antenni ei voi vetää 3,53 MHz:llä, koska SAS on yli 1,5

- antennin päihin on käytävä lisäämässä metrin pätkät, jos aikoo saada DX-yhteyksiä välillä 3.500...3.510 kHz

+ antenni vetää hyvin myös alueen alapäässä, mutta lähettimen suojaamiseksi on käytettävä viritintä

+ resonanssitaajuudella 75 ohmin syöttöjohto voidaan kytkeä suoraan lähettimeen, jonka impedanssi on 50 ohmia S. 6-18, 6-19

56034 Haluat saada signaali voimakkuuden kasvamaan vasta-asemalla yhden S- yksikön eli 6 dB. Sen voit toteuttaa jollakin seuraavista tavoista:

- käyttämällä suurempaa dipolia
- + käyttämällä kvadiantennia (Quad) dipolin sijasta
- + nostamalla lähettimen tehon nelinkertaiseksi
- + sijoittamalla riittävän monta pystydipolia päällekkäin

HF-antennien virittimet

Virittimen tehtävät

- Virittimistä on ollut puhetta melkein kylläntymiseen asti, mutta vielä niitä monessa kysymyksessä käsitellään. Vaikka tässä on lyhennetyksi puhuttu antennin virittämisestä, on muistettava, että virityslaitteella, *tunerilla* saateetaan syöttöjohdon ja antennin muodostama järjestelmä vastaamaan lähettimen lähtöimpedanssia. Toki on olemassa todellisia virityslaitteita, jotka antennin navoissa automaattisesti soveltavat antennin impedanssin syöttöjohdon impedanssiin.

- Mitenkäs meinaat sijoittaa virittimen Windomiisi?

- Älä yritä, Jaska. Hyvin ymmärrät, että kysymys on joko CP-antenneista tai päästä syötetyistä langoista. Edellisellä sivulla oli esillä tavallinen järjestely, jossa virittimellä pidetään SAS lähettimen lähdessä lähellä ykköstä.

Automaattiviritin kuuluu nykyisin paremmanlaatuisiin transsevereihin, sen kun nappia painaa vaan. Mutta on kauko-ohjattujakin virittimiä ollut amatöörikäytössä, kaiholla muistan vanhempien teekkarin kertomuksia siitä,

kun he 40-luvun lopulla rakensivat Polyteknikkojen Radiokerhon lähetintä varten sellaisen Albertinkadun sähkölaboratorion vinttiin. Lähetin oli näet *OH2TT:n Montussa*, joka nimensä mukaan oli kellarissa. Mutta tikulla silmään sitä, joka vanhoja muistelee. Otetaan esille *kysymys 560 20*.

- Mä saankin näköjään alkaa ny. Antenninvirityslaitte ei yleensä pysty sinne antennin napoihin vaikuttamaan, niinku ope just sano. Eka väärin ku siin viäl sanotaan jotta äsveeär nollaan. Kyl se vaikuttaa heijastuneeseen tehoon, kääntää sen nääs takasin antenniin päin. Nelonenki väärin.

- Se voi toimia harhavärähtelyjen vaimentajana, tiedän. Kolmas väite oikein.

- Aikasemmin puhuit virittimen häviöistä, mainittu 0,5 dB:tä eli 10 % oli tavallinen tapaus. Väite on oikea ja rivi - + + - . Helpolla päästiin.

- *Kysymys 560 30* onkin sitten vanhan kertausta. Mirkku on valmis?

- Kyllä vaan. Antennin ja syöttöjohdon väliseen suhteeseen viritin ei vaikuta, lähettimen ja syöttöjohdon suhteeseen kyllä.

seen kyllä. Harhavärähtelyjä se vaimentaa ja pienentää lähettimeen päin menevää heijastunutta tehoa. - Nehän meni kaikki yhteen hengenvetoon! Eka väärin, muut kolme oikein ja rivi siis - + + + .

Fuchsin piiri

1950-luvulla käytettiin paljon Fuchsin piiriksi nimettyä piiriä lähettimen pääteasteen ja antennin välissä, piirien välinen yhteys oli mipolamia, kierrettyä johtoa.

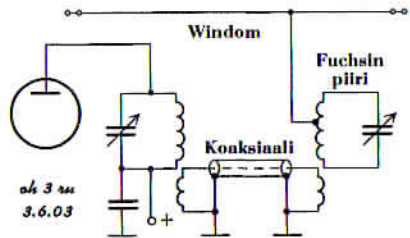
Fuchsin piiriä voi käyttää alakuvan mukaisena virittimellä: piirien välillä on koaksiaalikaapeli, joten viritin voidaan sijoittaa vaikka talon päätyyn räystäään alle ja vetää puolen aallon lanka läheiseen puuhun...

- Taitaa olla aika lailla kertosäätöinen juttu, vai meinaatkos tuoda säätökongkan akselin jatkovarren alas ikkunapieleen?

- Kyllä kyseessä on kertosäätö ja vain yhtä aluetta varten. Alueen täytyy myös olla kaapea, jotta keskitaajuudelle tehty säätö riittää vielä alueen laidoilla. Mutta 40 metrin CW:llä ja 10 MHz:llä säätö on varmaan ihan oikein.

56024 Fuchsin piiriä (koaksiaaliliikillä syötetty rinnakkaispiiri) käytetään syöttöjohdon alapään ja lähettimen välissä, jolloin

- estetään virran kulku koaksiaalijohdon ulkovaipassa
- saadaan syöttöjohdon häviöt minimoitua
- + saadaan lähetin sovitetuksi syöttöjohdon ja antennin muodostamaan järjestelmään
- + valmistetaan harmonisten signaalien pääsyä antenniin S. 6-20, 21



Fuchsin piiri syöttää Windomia

56020 Antenninvirityslaitte

- säätää antennin ja syöttöjohdon välisen SAS:n (SWR) nollaan
- + voi vaimentaa signaalia 10 % (A = 0,5 dB)
- + voi toimia myös harhavärähtelyjen vaimentajana
- ei vaikuta heijastuneen tehon kulkemiseen

S. 6-20

56027 Kuvan 6-1 mukaisessa virityslaitteessa

- 27A + syöttöjohto on kytketty symmetrisesti
- 27B + säätökondensaattorin C2 on oltava erotettu maasta
- 27C - käytetään symmetristä linkkikytkentää lähettimeen
- 27D - ei ole lainkaan häviöitä, jos kelassa käytetään hopeoitua lankaa

S. 6-21

56030 Antenninvirityslaitteen tehtävänä voi olla

- antennin ja syöttöjohdon välisen SAS:n parantaminen
- + lähettimen ja syöttöjohdon välisen SAS:n parantaminen
- + harhavärähtelyjen vaimentaminen
- + lähettimeen menevän heijastuneen tehon pienentäminen S. 6-20

56060 Kuvan 6-1 sovituslaitteessa

- säätökondensaattorilla C2 sovitetään epäsymmetria avolinjan johtimien välillä
- oikea viritys näkyy hohtolampuista HI
- + säätökondensaattorilla C1 säädetään kuormitusta
- + syöttöpisteet on joka alueella haettava erikseen S. 6-21

- Minäpä otan käsittelyyn *kysymyksen 560 24*. Eihän siinä kuvassa ole edes piirretty syöttöjohdoksi koaksiaalia, ja vaikka olisikin niin eka väite väärin. Eikä se Fuchsiin häviöitä minimoi, toinenkin väärin.

- Ja taas on minulle tuttua: Fuchsin piirikin sovitaa syöttöjohdon ja antennin yhdistelmän lähettimeen. Kolmas OK.

- Ja Kaapo tietää, että harmonisten vaimennus on nyt tehokasta, kun on kaks rinnakkaispiiri. Neljäskin väite on oikea ja tulos - - + + .

Symmetrisen syöttöjohdon sovituslaite

- *T2-pankin kuva 6-1* on viressä. Siinä on kuvattuna 80 - 10 metrin alueille tarkoitettu symmetrisen sovituslaite. Tarkkaan katsoen siinä on rinnakkaispiiri, jonka kaksijakoista kelaa säädetään yliheittimillä ja jonka resonanssia säädetään C2:lla. Kelan keskellä on myös yliheittimellä varustettu kytkentälinkki, jonka kanssa sarjassa on C1. Symmetrisen syöttöjohdon kytketään hauenleukoilla kelan ulosottoihin, joiden paikat alue- ja taajuuskohtaisesti

määritellään etukäteen...

- Ai että bandia vaihdettaessa pitää aina nuo kaksi hauenleukaa siirtää. Onpa aika hidas homma, ei moderni.

- Ulosottoja pitää asetetella jopa silloin, kun 80 metrillä taajuus vaihtuu... Mutta asiaan ja *kysymykseen 560 27*.

- Mä voin aloittaa. Syöttöjohto on kytketty symmetrisesti niinku just sanoit. C2 ei ole maassa, senhän näkee. Eka ja toka oikein.

- Ei tuo linkkikytkentä symmetriseltä näytä. Kolmas on väärin.

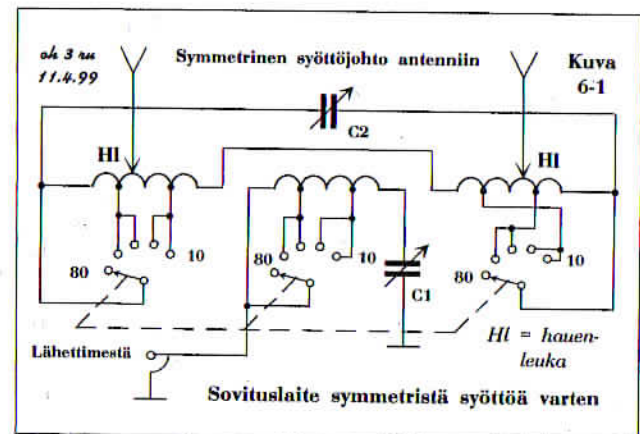
- Eikä hopea häviötöntä ole, vaikka sen ominaisresistanssi onkin johteista pienin, vai? Neljäs väärin, rivi + + - - .

- Mennäänkin heti *kysymykseen 560 60*. En minä usko, että C2 symmetri, kyllä se virittää resonanssiin. Ja noi *Hooällät* on hauenleukoja. Eka ja toka väärin.

- Säätökongkalla C1 säädetään kuormitusta. Sen näkee kai SAS-mittarista, vaikka sitä o piirretty. Kolmas oikei.

- Syöttöpisteet on aseteltava käsin joka alueella. Neljäs OK ja rivi - - + + .

- Loppu hyvin, HF hyvin. □



Suunta-antennien ominaisuudet

Antennin suuntakuvio

- Mitäs pallukkakuvaa sinä nyt esität? Ei meillä tuomoisia rakennuksilla...

- Ajattelin puhua hieman antennin suuntakuviosta eli säteilykuvion olemuksesta. Se on tarpeen vahvistus-käsitteen tarkentamiseksi. On kaksi tapaa ilmoittaa antennin vahvistus: isotrooppiseen säteilijään nähden tai dipoliin nähden.

Isotrooppinen säteilijä, 'ympärisäteilevä antenni', on kuviteltu antenni, joka säteilee joka suuntaan yhtä voimakkaasti, siitä lähtee palloaalto. Todellisten antennien suuntaavuusominaisuuksia

verrataan vapaassa tilassa olevaan isotrooppiseen säteilijään. Oheisessa kuvassa nähdään, millainen kuvio kuvitellun pallon pinnalle muodostuu: kuvio on ellipsi, jonka halkaisijoina ovat antennin 3 dB:n sivu- ja korkeussuuntaiset keulanlevyydet. Kun pallon pinta-ala jaetaan ellipsin pinta-alalla, saadaan antennin suuntaavuus D isotrooppiseen säteilijään verrattuna, yksikkönä on dBi .

- Eikös ole aika kaukaa haettu tuomoinen kuviteltu säteilijä. Muistelen jostakin kuullesseni, ettei sellaista voida toteuttaa eikä sellaiseen voida mitään verrata.

- Olet aivan oikeassa, on

olemassa dipoliin vertaajien koulukunta, mutta on muitakin radiotekniikan haaroja kuin radioamatöörit. Mm. tutkatekniikassa olisi naurettavaa kuvitella vertailuantenniksi dipolia.

Dipoliin vertaaminen on aivan hyvä tapa, mutta pitää muistaa, että kyseessä on vapaassa tilassa sijaitseva dipoli, ei mikä tahansa pyykkinarun korkeudella roikkuva puolen aallon lanka. TH:n sivulla 148 on pystydipolin suuntakuvio, katsokaa sieltä.

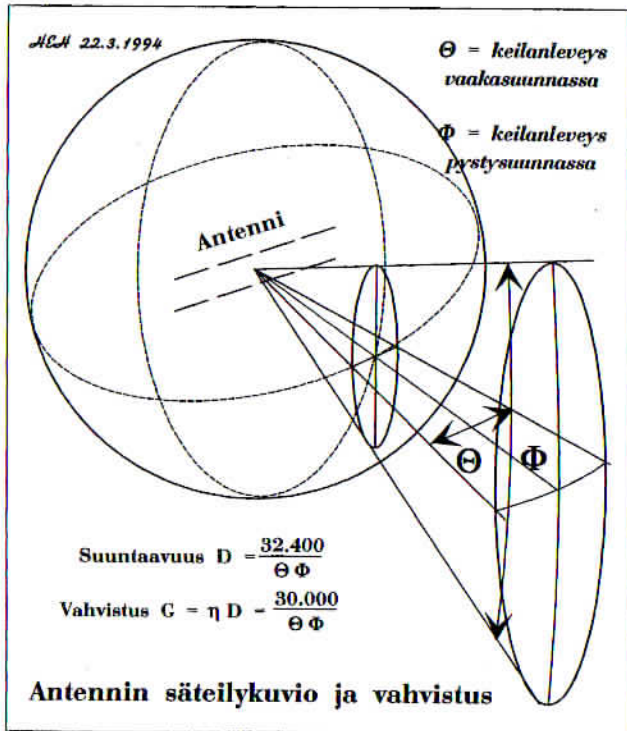
Kun suuntaavuus ilmoitetaan dipoliin nähden, on yksikkö dBi . Dipolin suuntaavuus ympärisäteilevään nähden on 1,62 eli desibeleinä 2,14 dBi . Hyvää muistisääntöä on, että dipolin suuntaavuus on noin 2 dB .

Antennin suuntaavuudesta puhutaan harvoin, vahvistus on tavallinen käsite. Näitä kahta yhdistää hyötysuhde η :

$$G = \eta \cdot D$$

Vahvistus on aina pienempi kuin teoreettinen suuntaavuus. Tavallisilla amatööriantenneilla hyötysuhde voi olla 90 %:n paikkeilla. - En ymmärrä, miksi vahvistuksen arvoja annetaan desibelin sadanasosan tarkkuudella, kun desibelit on alunperin tarkoitettu likiarvolaskuihin.

Vahvistus on käytännön suure, joka sopivilla järjestelyillä on helppo arvioida. HF-suunta-antenneissa riittää yleensä antennin rakenne ja elementtien lukumäärä antamaan riittävän tuntuman vahvistuksen suuruudesta. 144 MHz:llä ja sitä ylempillä taajuuksilla, missä vahvistuk-



set menevät yli kymmenen dBd :n, syntyy epäily teoreettisesti lasketun vahvistuksen oikeellisuudesta. Silloin vahvistuksen mittaaminen on ainoa oikea tapa ratkaista kiista.

- Tuli kuule kauheesti juttua vahvistuksen teoriasta, vaikka noi samat asiat on jo sun *Tiimissä Hamssiksi* kirjassas. Onks mitään tehtäviä?

- Ainahan sitä ainakin yksi, jos ei useampiakin. Juuri tähän kohtaan sopii *Kysymys 560 19*. Jaska saa aloittaa.

- Onkos toi nyt ihan oikeinpäinen suhde, kun väitetään suuntakuviota riippuvan vahvistuksesta, minusta se on just toisin päin, suuntaavuus määrää suuntakuviota ainakin vaakatatasossa. Sikäli ajetaan oikeaa asiaa takaa, että suuntakuvio ja vahvistus ovat selkeästi sidoksissa toisiinsa. Kyllä väite on oikea.

- Tos toisessa väitteessä puhutaan että suuntakuvio riippuis elementtien välistä. Katelin tota TH:n vastaavaa kohtaa, muttei siin sanota mitään. Selitäs vähä.

- Jagiantennissa kaikki tekijät vaikuttavat kaikkeen eli vahvistukseen, seisovan aallon suhteeseen ja etu-takasuhdeeseen. Näiden välillä haetaan kompromissi yleensä siten, ettei pyritä maksimivahvistukseen vaan hyvään etu-takasuhdeeseen.

Viimemainittu asia on juuri se, mitä suuntakuviota vaikuttamisella tarkoitetaan, ei siis pääkeulan leveyttä ja sitä kautta vahvistusta.

- Minulla ei nyt ole varmaa tietoa, mutta oletan, en luule, että antennin sovitus ei vaikuta suuntakuviota.

- Sovittaminen onkin asia

erikseen: kun vahvistus ja etu-takasuhde on aseteltu, tehdään sovitus, jolla SAS on lähellä ykköstä taajuusalueen keskivaiheilla ja vielä melko hyvä laidoilla. Sovitus ei vaikuta suuntakuviota.

- Mä tiän ny ton viimeisen kohdan. Antennin korkeus maasta vaikuttaa ton korkeussuuntaisen kuvion muotoon, tulee nääs maahiejastuksia. Oikea väite siis. Yhteensä tuli + + - +.

Neliementtinen jagi

- *Tiimissä Hamssiksi* käsittelee ansiokkaasti jagiantenneja, mutta *kysymyksessä 560 33* onkin neliementtisen jagin asioita. Siksi tuossa alla on kuva ja mitat sellaisesta.

- Jagissa puomin pituus on aika hyvä mitta vahvistuksen arvioimiselle, kun elementtejä on sijoitettu sille oikein välein. Karkeasti voidaan sanoa, että puomin pituuden kaksinkertaistaminen tuo vahvistusta lisää 3 dB . Toisaalta siis elementtien lukumäärä kertoo saman asian.

- Sitten osaan sanoa, että ensimmäinen väite on oikea.

- Kyl ne elementit on enemminki puoli aaltoa, senhän näkee tosta kympin jagin kuvasta. Väärä väite.

- Sanon itse tuohon kolmannen kohtaan: elementtien välinen etäisyys vaikuttaa impedanssiin, joka sovitetaan jollakin konstilla. On oikea väite.

Viimeiseen kohtaan sanon: samankokoisen kvadin vahvistus on noin 2 dB :tä suurempi kuin jagin vahvistus, koska kvadissa on ikään kuin kahdet elementit päällekkäin, korkeutta on siis enemmän.

- Ja rivi on + - + - . \square

56019 Antennin suuntakuvio riippuu

- + antennin vahvistuksesta
 - + elementtien välisestä etäisyydestä
 - antennin ja syöttöjohdon välisestä sovituksesta
 - + antennin korkeudesta
- TH 150-1, S. 6-23

56033 Neliementtinen jagiantenni

- + vahvistus on riippuvainen puomin pituudesta
 - elementtien pituus on tavallisesti hieman alle aallonpituus
 - + sovitukseen vaikuttaa elementtien välinen etäisyys
 - vahvistus on suurempi kuin neliementtisen kvadin vahvistus
- TH s. 150-2, S. 6-23

l	n	Väli	G
0,4 λ	2-el	0,2 λ	7,1 dBi
0,8 λ	4-el	0,2 λ	9,2 dBi
1,2 λ	5-el	0,25 λ	10,2 dBi
2,2 λ	10-el	0,2 λ	12,2 dBi
3,2 λ	15-el	0,2 λ	13,4 dBi
4,2 λ	13-el	0,31 λ	14,2 dBi

Jagiantennin vahvistus G puomin pituuden l / elementtien lukumäärän n funktiona

Heijastaja	5,38 m
2,15 m	ok 3 su 3,6,03
Säteilijä	5,10 m
2,15 m	6,45 m
1. suuntaaja	4,85 m
2,15 m	
2. suuntaaja	4,75 m

4-elementtinen kympin jagi, elem.väli 0,2 λ

Suunta-antennien ominaisuudet

Suunta-antennin syöttö

- Käsittelemme edelleen suunta-antenneja, nyt syötön kannalta. *Kysymys 560 43* tarkastelee antenneja suunnitteluvaiheessa. Mirkku viittilöi.

- Puoliaaltodipolin impedanssi on vapaassa tilassa noin 73 ohmia, joten ensimmäinen kohta on oikein. Mutta eihän dipoli ole suunta-antenni, vai käännettäänkö sitäkin?

- Hyvä kysymys, ei kuitenkaan hankala vastattavaksi. Dipolilla on sinänsä selvä suunta vaikutus, niin kuin *TH:n sivulta 142* nähdään; langan päiden suuntaanhan on selvät nollakohdat.

Dipoli voisi olla käännettävä, olen joskus nähnyt *QST*:ssä jutun käännettävästä kymppin dipolista, mutta tavallistaahan se ei ole. Sen sijaan dipoli on suunta-antennien säteilevä elementti, ja syöttöimpedanssien lähtökohta on juuri dipolin impedanssi. Toinen mahdollinen säteilijä on taittodipoli, joka näkyy *TH:n sivulla 150*. Sen impedanssi vapaassa tilassa on n. 300 ohmia. Loiselementtien, heijastajien ja suuntaajien lisääminen pienentää syöttöpisteen impedanssia niin, että dipolia käytävässä jageissa resistanssi on 25 ... 50 ohmia, lisäksi impedanssissa on reaktanssia. Pitkissä jageissa resistanssi voi olla vain 10 ohmia, silloin on hyvä käyttää taittodipolia.

- Tulipas siinä pitkä virke, toinen väite ilmeni vääräksi, elementtien lisääminen pienentää syöttöimpedanssia.

- Mä tosta kolmannelta, siinä näkyy 2-elementtiselle jagille

lupaillaan vahvistusta 5 dBd, mut *TH* sanoo, että vasta kolmelementtisellä on niin paljo vahvistusta. Väite on kyllä oikea, kun se sanoo että korkeintaan. Noista suuntaajista vielä. Must tuntuu, että elementteillä pitää olla joku määrätty väli, ei niitä saa puomille sirotella noivvaan. Puomin pituudella on tärkeä merkitys.

- Vaikeeta! No nyt löysin siinä samalla *TH:n sivulla 150* se lukee: paras kokonaisuus saadaan kompromissina. Ymmärrän tämän tarkoittavan sitä, ettei maksimivahvistus ole tärkeintä. Oikea väite, rivi on + - + - +.

- No sitten syöttöistä. *Sivun 6-28* kuvassa on kolmenlaista syöttöä, ensin *T-syöttö*, joka käy esim. avolinjaa käytettäessä, sitten sama koaksiaalille eli *gammasyöttö*. *Hairpin-syöttössä* on sovittajana avolinja, jolla saadaan syöttöpisteeseen rinnakkaisinduktanssia.

Sitten on vielä syöttö järjestettävissä koaksiaalibaluunilla, josta on kuva *sivulla 6-7*.

- Taisit lopettaa jo, joten menen *kysymykseen 560 42*. Ymmärrän noista kuvistas, että gammasyöttö ei käy avolinjan sovittamiseen. Väärä väite taas. Se puolen aallon koaksiaalipätkä tarkoittaa varmaan koaksiaalibaluunia. Kakkonen oikea väite.

- Tossa väitetään ihan puppua: ei jageissa syöttöimpedanssi suurene taittodipoliaakaan käytettäessä vaan pienee. Väärä ilmoitus.

- Apua, en ymmärrä enää mitään. Ai niin, juurihan kerroit, että jagiantennin syöttöpisteen impedanssi voi olla 25 ohmia ja siinä on sitä

huonoutta eli reaktanssia mukana. Kyllä tämä on oikea väite. Sanon rivin: - + - +.

- Nyt taitaa syöttö olla järjestyksessä, joten on hyvä katsoa, mitä muuta suunta-antenneille kuuluu.

Antennien kerrostaminen eli stakkaus

- Yleistä antennien ryhmitteistä: kun samanlaisia antenneja asetetaan rinnakkain, kapenee sivusuuntainen keilanleveys. Teoriassa kahdella antennilla saadaan keila, jonka leveys on puolet yhden antennin vastaavasta, neljällä antennilla saadaan neljäsosa jne. Samalla antennin vahvistus kasvaa, kahdella antennilla tulee siis lisää 3 dB.

Jos antenneja asetetaan päällekkäin eli kerrostetaan, kapenee korkeusuuntainen keilanleveys vastaavasti ja vahvistus kasvaa. HF:llä heijastuminen maanpinnasta tosin vaikuttaa huomattavasti korkeusuuntaiseen keilaan, joten saatetaan saada teoreettista arvoa kapeampi keila ja siis lisää kokonaisvahvistusta. Vuorossa on *kysymys 560 55*.

- Otanpa aloitteen ja totean, että kerrostaminen ei kavenna keilaa sivusuunnassa. Siten ei myöskään vaimenneta häiritsevistä suunnista tulevia asemia. Samalla sanon tuosta kääntämisestä, että helpottuunhan se antennin kääntäminen verrattuna siihen, että niitä olisi rinnakkaisissa mastoissa eri korkeuksissa. Ainakin parallaksivirhe jää pois, kun antennit ovat samassa mastossa, mutta sellainen virhe kuuluu ennemminkin tykistön tulenojohtoon. Yksi ja kaksi väärin.

- Keilan kapeneminen pystysuunnassa tekee lähtökulman matalaksi, ainakin avaruudessa. Kolmonen oikein.

- Nelonen on aaltojen eteneemiseen liittyvä asia mut voi se täski olla. Lähtökulman voi valita ku on vaikka kolme päällekkäistä jagii kympillä... Oikee väite. Sit mä sanon tohon viimeeseen kohtaan, että päällekkäinlaitohan on juur kerrostamista eli *stakkaamista*. Oikein on. Rivi on - - + + +.

- No sitten *kysymys 560 18*.

- Minäpä kerron koko totuuden: mainituista seikoista puomin pituus on oikea. Elementin pituus ja paksuus eivät vaikuta vahvistukseen. Syöttöimpedanssikaan ei vaikuta. Oikea tulos on - - + -.

- Mäpä nappaan *kysymyksen 560 12*. Ku kerrosta antenneja ni vahvistus kasvaa ja keila kapenee pystyssä. Sivusuunnassa se ei kyl kapenee.

- Minäkin tiedän taas: kerrostaminen vaikuttaa syöttöpisteen impedanssiin. Muut väitteet ovat oikein, kolmas väärin. Riviksi tuli + + - +.

Antennien lähekkäisyys

- Tätä asiaa ei kai kovin paljon pohdiskella, sillä amatööriin suurin ongelma on saada paikka ja lupa sille ainokaiselle. Sen sijaan silloin, kun tilaa on riittävästi, voi olla edullisinta sijoittaa useita suunta-antenneja samaan pyörivään mastoon, josta voi roikottaa myös alabandien dipoleita. *Nyt kysymys 560 54*.

- Ykköskohdassa ymmärtäisin, että tarkoitetaan samalle puomille tehtyjä usean antenneja. Kaipa ne toisiinsa vaikuttavat, mutta virittäminen auttaa siihen. Mutta en usko, että läheisyys virittää toiselle alueelle. Väärä väite.

- Toi kakkonen on ihan totta. Lankoja ei sais panna kovin lähelle toisiaan, varjostusta tulee. Oikee väite.

- Minä en taas ymmärrä mitään... Eihän naapurin stereoa antennien lähekkäisyys voi häiritä, eikä se ole pelkkä antennien näkyminen? Kyllä tämä neljäs on väärä väite.

- Ei antenni tohoa ime, vaan siihen kytketty resistiivinen kuorma. Väite on siis väärä.

- Lopputulos on: - + - -. □

56043 Suunta-antennia suunniteltaessa on muistettava, että

- + puoliaaltodipolin syöttöimpedanssi on vapaassa tilassa noin 75 ohmia
- heijastajan lisääminen dipolin taakse nostaa aina syöttöimpedanssia
- + kaksielementtisen jagin vahvistus on korkeintaan 5 dB suurempi kuin dipolin vahvistus eli 5 dBd
- suuntaajien välisillä etäisyyksillä ei ole suurta merkitystä jagin vahvistukseen, kunhan niitä on mahdollisimman monta
- + mitoitusta ei aina kannata tehdä maksivahvistusta tavoittelevaksi *TH s. 142, 150, S. 6-24*

56042 Suunta-antennia syötettäessä on hyvä tietää, että

- gammasyöttö (*Gamma Match*) on erinomainen ratkaisu avolinjaa käytettäessä
- + symmetointi ja 1:4 sovitus voidaan tehdä puolen aallon mittaisella koaksiaalipätkällä
- nelielementtisen 28,5 MHz:n jagin syöttöpisteen impedanssi on noin 240 ohmia, jos säteilijänä käytetään taittodipolia
- + kolmelementtisen 14 MHz:n jagiantennin syöttöpisteen impedanssi on noin 25 ohmia + j 25 ohmia *S. 6-24*

56012 Jagiantennien kerrostaminen (*stacking*)

- + suurentaa antennin kokonaisvahvistusta
- vaikuttaa antennin säteilykuviioon korkeusuunnassa
- kaventaa keilaa sivusuunnassa
- + vaikuttaa antennin syöttöpisteen impedanssiin *S. 6-25*

56055 Useita saman alueen HF-suunta-antenneja sijoitetaan mastoon päällekkäin, jotta

- antennin keila saadaan teräväksi ja häiritsevät asemat vaimenevat
- antennin kääntäminen helpottuu
- + antennin lähtökulma saadaan matalaksi
- + voidaan valita keliin nähden sopivin lähtökulma eri korkeudella olevista antenneista
- + jotta antennit voidaan kerrostaa (*Stack*) *S. 6-24, 6-25*

56054 Antenneja ei yleensä pitäisi sijoittaa lähekkäin, koska

- ne keskinäisinduktanssin vaikutuksesta saattavat virittyä väärälle HF-alueelle
- + ne voivat vaikuttaa toisiinsa epäedullisesti ja synnyttää varjostusta johonkin tärkeään suuntaan
- antenni voi imeä toisen säteilemän tehon pääosan
- voi syntyä ylimääräisiä stereohäiriöitä *S. 6-25*

56018 Jagiantennin vahvistus riippuu

- elementtien pituudesta
- elementtien paksuudesta
- + puomin pituudesta
- antennin ja syöttöjohdon välisestä sovituksesta *S. 6-25*

Kvadiantenni ja deltaluuppi

Kvadiantenni

- Tiimissä Hamssiksi antaa kvadin eli Quad'in perustiedot. Niiden perusteella voidaan heti lähteä ratkomaan kysymystä 560 09.

- Minäkö se pääsen aloittamaan? TH:n sivulta 152 luen: "Kaksielementtisen kvadin vahvistus on sama kuin 3-elementtisen jagin eli n. 5 dBd." Kakkonen ja kolmonen osoittautuvat siis heti oikeiksi. Olisipa opiskelu aina näin helppoa! Nyt on Kaapon vuoro.

- Ei toi väli vahvistusta ratkaiseva o kvadissa, kyllä se on elementtien määrä. Eikä polarisaatioka vahvistukseen vaikuta. Yks ja neljä väärin, tulos - + + -.

- Olipa typerän yksinkertainen, vaan olisiko kysymys 560 31 jo vaikeampi?

- Kyllä tää ainakin teknillisemmältä tuntuu... Päävaikutus: se on TH:n sivulla, plarataan... 142 selvitetty. Se liittyy lanka-antennin päihin, mutta kvadissahan on vain suljettuja ja silmukoita. Ykkönen vää-

rin. Kakkoseen löysin vastauksen TH:n sivun 152 kuvasta, heijastaja on noin 2,5 % pitempi kuin säteilijä. Suuntaajia voi olla useita. Kaksi ja kolme oikein.

- Ja mä sanon tän polarisaation: kun syötetään vaakaosan keskeltä, tulee vaakapolarisaatio ja kun syötetään pystyosan keskeltä, tulee pystypolarisaatio. Selvästi se on syöttöpisteen heiniä, neljäs oikein, koko rivi - + + +.

Mä jatkanki heti ton kysymyksen 560 29 kun se on kans polarisaatio... kwan 6-2 a-kohdassa on vaakapolarisaatio, samoin b-kohdassa vaik on pyöree muoto; c:ssä on pystypolarisaatio. Tosta d:stä nys sanon sen verran, ettei kulmapolarisaatiota okka. Oikein, väärin, oikein, väärin eli + - + -. Mähän olen läpi tee kakkosessa heti, jos tämänsiä arvotaan.

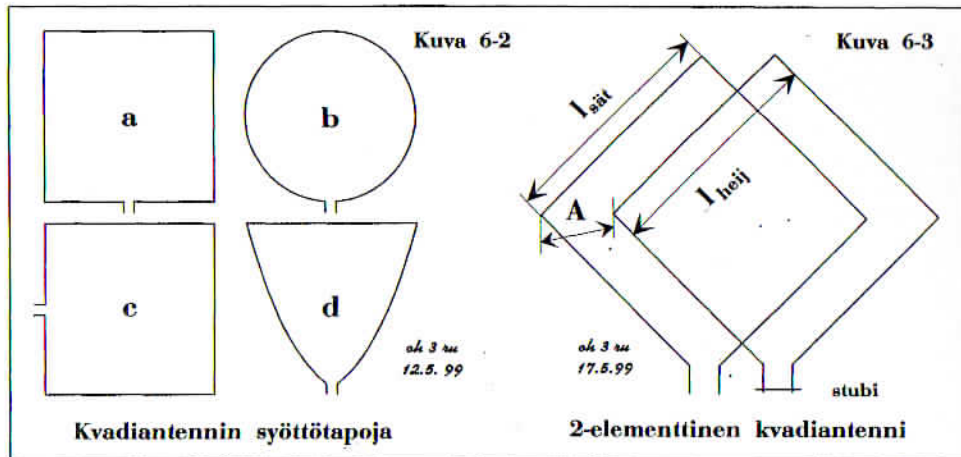
- Edelleen näköjään helpponee... Vaa kysymyksessä 560 39, kuva 6-3, onkin mentävä TH:n ulkopuolelle, kun kysy-

tään kaksielementtisen kvadin vahvistusta. Olen saanut ankaraa kritiikkiä vanhoilta ukkeleilta, kun olen kysymässä turhaa nipelitietoa eli elementtien etäisyyden vaikutusta vahvistukseen. "Kaksielementtisen kvadin vahvistus on viis deebetä yli dipolin, mitä siinä toi pilkku seitsemän tekee?"

Siinäpä se, itse olen aina käskenyt pyöristää desibelit kokonaisluvuiksi ja varmuuden vuoksi alaspäin. Minua viisaammat vaativat kuitenkin antennin vahvistuksiin dB:n kymmenesosat mukaan. Amerikkalaiset kekkalevat jopa dB:n sadasosilla, kun ilmoittavat dBd:n ja dBi:n eron.

- Kyl must kymmenesosat on turhii, kun se hyötysuhde on kumminki pelkkä arviol

- Siinä kuultite kaikkitietävät. Ei nauioissakaan tuumapituuksia muutettu milleiksi sadasosan tarkkuudella, niin kuin neuvotaan amerikkalaisessa ohjeessa: elementtiväli tasan 9 jalkaa muutetaan met-



reiksi kertomalla 0,3048:lla.

- Entäs curot markoiksi. Maito maksaa 0,62 euroa litra, 3,6863526 mk. En minä tarvitse noin montaa desimaalia.

- Järki käteen niin lehtori kuin merkonomikin! Annas nyt sitä tietoa, mitä sulla on seuraavassa lapussas!

- Rothammelin Antennibuchista kopioin muutaman numeroarvon oheiseen taulukoon. Niin kuin näkyy, kaksielementtisen kvadin vahvistus on 5 dBd, elementtien väli ei siihen juuri vaikuta, niin kuin Kaapo jo ennakoi. Tärkeää sen sijaan on, että kvadin syöttöpisteen impedanssiin välillä on voimakas vaikutus, saadaan kvadi kytetyksi koaksiaalikaapeleihin, joiden ominaisimpedanssit ovat 50, 53,5 ja 75 ohmia. Nyt vastataan.

- Mä sanon noi ekat. Pola-

risaatio on vaaka ku syötetään alhaalta, impedanssi ei o 120 ohmi. Yks ja kaks vääriä.

- Ja minä luen taulukosta: vahvistus on 5,7 dBd, kun elementtien väli on 0,12 lambdaa. Kolmas oikein.

- Jäi näämmä mulle toi stubi. Se on mainio termi, jota juntit ei ymmärrä. Mutta väite on oikea, tuolla virityspätkällä kvadi viritetään. Oikea väitös; lopputulos - - + +.

Deltaluuppi

Sitten on vielä kysymyksessä 560 40 kvadin muunnos deltaluuppi, joka on nimetty elementtien muodon mukaan. Kwan 6-5 antenni on kopioitu Rothammelista, siinä heijastajan ja säteilijän väli on 0,13 lambda, säteilijän ja suuntaajan väli 0,10 lambda. Eka väite on väärä, toka oikea. Kuvasta saa täysin väärän kuvan elementtiväleistä. - Kolmosväitteen

Väli	G	Z _A
0,08 lambda	5,2 dBd	40 ohm
0,10 lambda	5,6 dBd	50 ohm
0,12 lambda	5,7 dBd	55 ohm
0,20 lambda	5,4 dBd	75 ohm

2-elementtisen kvadin vahvistus ja impedanssi elementtien välin funktiona

säteilijän mitat ovat oikeita; syöttämiseen käytetään gammasovitusta, sekin oikein.

Vahvistukseksi lupailaan 8 dBd, etutakasuhdeksi 20 dB. Viideskin väite on oikein ja koko rivi siis - + + + +.

- Onks tää nyt tarpeen, kun kysytään noita yksityiskohtia?

- Nün on moni muukin kysynyt, mutta ei noita arvoja tarvitse ulkoa opetella. Tarkoitus on herättää mielenkiintoa tällaisen antennin rakentamiseen. Eiköhän jätetä 560 40 silleen. □

56009 2-elementtisen kvadin vahvistus

- riippuu pääasiassa elementtien välisestä etäisyydestä
- + on noin 5 dBd
- + on likimain sama kuin 3-elementtisen jagin vahvistus
- riippuu polarisaatiosta TH s. 152, S. 6-26

56031 Kvadissa (Quad-antennissa)

- säteilijä on päävaikutuksen (End Effect) takia 95 % aallonpituudesta
- + heijastaja on noin 2,5 % pitempi kuin säteilijä
- + voi olla useita suuntaajia
- + syöttöpisteen paikka määrää polarisaation TH s. 142, 152, S. 6-26

56040 Kuvan 6-5 3-elementtisen deltaluupissa

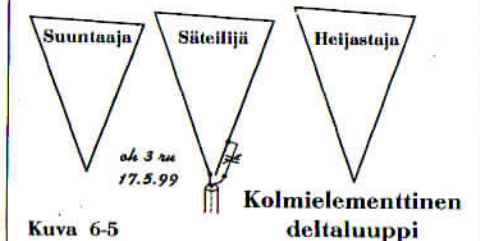
- heijastajan ja säteilijän välinen etäisyys on 0,3 lambdaa
- + säteilijän ja suuntaajan välinen etäisyys on 0,1 lambdaa
- + säteilijän vaakaosan pituus on 0,384 lambdaa ja vinon osan 0,317 lambdaa eli säteilijän koko pituus 1,018 lambdaa (lambda = aallonpituus)
- + syöttämiseen käytetään gammasovitusta
- + vahvistus on 8 dBd ja etutakasuhde yli 20 dB Rothammel s. 268-9, S. 6-27

56029 Kuvassa 6-2 on neljä kvadin säteilijän rakennetta

- + a-kohdassa syntyy vaakapolarisaatio
- b-kohdassa syntyy ympyräpolarisaatio
- + c-kohdassa syntyy pystypolarisaatio
- d-kohdassa syntyy kulmapolarisaatio TH s. 152, S. 6-26

56039 2-elementtisessä kvadiantennissa, kuva 6-3,

- syntyy vino polarisaatio
- syöttöpisteen impedanssi on 120 ohmia
- + vahvistus on 5,7 dBd, kun elementtien väli A on 0,12 lambdaa
- + stubi on virittämässä käytettävä avolinjan pätkä TH s. 152, S. 6-26, 6-27



144 MHz:n antennit

144 MHz:n antennien syöttäminen

- Edellä puhuttiin koaksiaali-balunista antennien syöttäessä. Sellainen on tavallista 144 MHz:llä. Antennin syöttöimpedanssin sovittamiseen saadaan koaksiaalista toisenlaista apua, kun tehdään neljännesaaltomuuntaja. Tällöin on otettava huomioon kaapelin nopeuskerroin sähköistä pituutta määrättäessä. Kovamuovieristeisen koaksiaalilin nopeuskerroin on 0,66, niin kuin *kysymyksessä 560 23* todetaan. Joko on tehty tarkistuslaskenta? Mirkkul!

- Johan minä laskin: $300 : 0,33 \times 0,66 : 4 = 150$. 33 cm on vähän lyhyt, mutta lähellä. 4 oikein, muut ei. - - - +.

- Ei päästy syöttöistä eroon, vaikka taajuus kasvoi. Katso-kaapa gammasyöttöä *alla olevasta kuvasta*, se liittyy *ky-*

symykseen 560 66

- Syöttöelementti on vissiin säteilijä; siinä konkan molemmiin puoliin on kai sitä gammaelementtiä? Se on toisesta päästä yhdistetty säteilijään juuri galvaanisesti - kai siinä joku ruuvi on. Väite on oikea.

- Koksin sisäjohtimen jälkeen on konkka, ei o siis galvaaninen yhteys. Kuvassa koksi vois olla 50-75 ohmi... ei o siis *aina* 75. Kaks ja kolme väärin.

- Minä en tiedä viimeiseen kohtaan mitään. Auta sinä, maisteri!

- Ymmälläni olen itsekin, tutkin *ARRL:n Handbook* ja *Rothammelit*, mutta varmaa vastausta en löytänyt. Löyhä viittaus oli tosin T-syötön kohdalla: lyhentämällä säteilijän pituutta saa kapasitanssia pienemmäksi. Ehkä sama pätee *joskus* gammasyöttöönkin, jo-

ten neljännän väitteen *aina* ei ainakaan pidä paikkaansa, siitä paljastuu väite vääräksi.

- Riviksi tuli siis + - - -.

- Onkohan tämä tukkapinni eli *hairpin*-syöttö *kysymyksessä 560 67* yhtä huonosti valmisteltu? Oletko jossakin nähnyt tai kuullut tätä käytettävänä?

- Valitettavasti tämä on minulle täysin tuntematon, ei *meill tutkateknikassa tällasii...* Teknisestihän tämä vaikuttaa varsin mukavalta kohteelta sellaiselle säätäjälle, joka haluaa kokeilla uutta ja erikoista. Vastailkaa jotakin.

- Ku siin on symmetrinen toi syöttö ni kyl siit tulee symmetrinen suuntakuvioki. Eka on oikein. Toiseen kohtaan on helppo vastata ku tän *sivun kuvassa* niil lukee. Oikein kakkonenkin.

- Samasta kuvasta näen, että

56023 Tarvitset antennin sovittamiseen 144 MHz:llä neljännesaallon pituisen johdon. Sopivan koaksiaalikaapelin nopeuskerroin on 0,66. Tarvittavan johdon pituus on suunnilleen

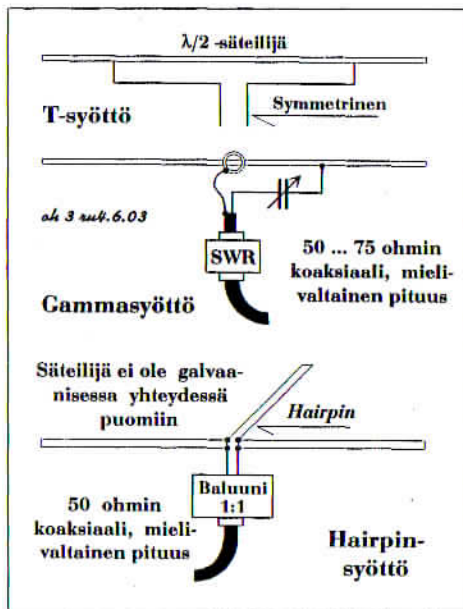
- 132 cm - 66 cm
- 50 cm + 33 cm S. 6-28

56066 Gammasyötössä on oltava

+ galvaaninen yhteys gamma- ja syöttöelementin välillä
- galvaaninen yhteys gammaelementistä koaksiaalilin sisäjohtimeen
- syöttöjohtona aina 75-ohminen koaksiaalikaapeli
- aina puolen aallon mittainen syötettävä elementti S. 6-28

56067 Hairpin-syötössä

+ on 3-elementtisen jagin suuntakuvioksi symmetrisempi kuin gammasyötössä
+ syöttöelementti on eristetty puomista jagin suuntaajat eivät ole galvaanisesti kiinni puomissa
- tehonkesto on vain 100 W S. 6-28, 6-29



koaksiaali on 50-ohmista. Ainase ei siis ole 75-ohmista. Väärä väite.

- Ei ole saatu tietoa tehonkestosta, joten funtsin itse Hyvä eristysaine kestävä varmaan 200 wattia. Kilowatti on liikaa vaadittu, mutta yli sata pitää antennin kestävä. Väärä väite siis, rivi + - - -.

Jagien ominaisuuksia

- *Kysymyksessä 560 49* puhutaan pitkässä jagista. Kuinka pitkää?

- 144 MHz:n pitkässä jagissa on heijastaja, säteilijä, 10 suuntaajaa ja puomin pituus n. 3 λ. Vahvistus 13,5 dBd.

- Kiitos. Kuusi metriä pitkä puomi, sehän on alumiiniputken standardipituus. Taidankin joskus tehdä sellaisen. Mutta missä *kuva 6-4*?

- Sehän oli jo *sivulla 6-7*. Ja siinä on taittodipoli. Eka OK.

- Ja se polkupyöränkummin näkönen sovitusein on merkattu λ/2:n mittaiseksi. Kakkonen väärin. Sanos muuten ton koaksiaalilin impedanssi.

- *Sivulla 6-24* sanoin, että pitkän jagin impedanssi on 10 ohmia ja silloin on hyvä käyttää taittodipolia. Impedanssi nousee 40 ohmiin: voi käyttää 50 ohmin kaapelia. Kolmonen on oikein.

- Missään ei näy ferriittirenkaita, joten nelosväitteen täytyy olla väärin. Rivi + - - -.

- *Kysymyksessä 560 07* on vielä yleisiä asioita jagista. Ne sopivat kyllä 144 MHz:llekin.

- Ykkönen on oikein, asia on ollut esillä. Samoin tiedän, että kakkonen ei ole oikein.

- Mutta kolmosessa on ihan oikea toteamus. Sitä ei kyllä erityisesti ole korostettu, mutta juuri tämän välin asetelu on varsinainen toimenpide impe-

danssia säädettäessä.

- Nelkku on kans väärin. Täs kohtaa antennin korkeus just ratkasee korkeuskurvon. Riviks tuli + - - -.

Ja saanks mä taas heti sanoo *kysymykseen 560 15* ku tiän. Ku neljä samanlaista antennii pannaan rinnan, vahvistus nousee nelinkertaseks, *sir diibi*, nääs. Samalla se keila kapenee neljäsosaan Eka väärin, toka ja kolka oikein.

- Ja keilanleveys pystysuunnassa ei muutu, ainakaan teoriassa. Oikea väite ja helpo rivi - + + +.

- Sitten tuleekin filosofointia, *kysymys 560 41*. Pelkään, että tässä on vähän sama vika kuin edellä *delta-antennijutussa*, jossa on *rippelitetoa*. Diplomi-insinööriille pitää olla tehtävät, joihin se osaa ennestään kaavat. Tässä on osatava ulkoa antennien vahvistuksia, se on tiemmä väärin.

- Vai teki diplomi-insinööri kolleegoillensa vääränlaisen kokeen. Meikäläiselle nää on ihan sopivia, vaikei toi ulkoluku aina onnistu. Yritänkin kolmatta kohtaa: juuri sanoit, että 13-elementtisellä vahvistus on 13,5 dB; kun niitä panee kaksi rinnan, tulee ainakin 16 dB. Oikea väite.

- Ei onnaa toi 16-elementtinen. Kakkonen väärin.

- Ja minä vaadin taas lisäselvityksiä.

- Kun ryhmitellään dipoleita, tulee 3 dB:tä vahvistusta dipolimäärän kaksinkertaisuudessa. 2 x 4 antaa siis 3 + 6 dB = 9 dB. Heijastimet lisäävät 3 dB, yhteensä 12 dBd. Ei riitä, ykkönen väärin.

- Ja vielä tuli joku *quagi!*
- Quagissa on kvadin säteilijä ja jagin suuntaajat, se on

laajakaistaisempi kuin jagi ja siitä saadaan n. 1 dB enemmän vahvistusta. 6-elementtisen jagin vahvistus on noin 10 dBd, neljä quagia antaa siis 16 dBd. Nelonen on oikein ja rivi on - - + +. □

56049 Kuvassa 6-4 on pitkän jagin tavallinen syöttöjärjestely, jossa

+ säteilijänä on taittodipoli
- sovitus- ja symmetriointielin on 0,25 lambda:n mittainen
+ syöttöjohtona käy 50 ohmin koaksiaali
- syöttöjohtoon säteily on estetty ferriittirenkain S. 6-7, 6-29

56007 Olet rakentanut jagiantennin ja huomaat, että

+ pitkän jagin puomin pituus vaikuttaa vahvistukseen
- elementtien välinen etäisyys ei vaikuta säteilykuviioon
+ syöttöelementin ja heijastajan välinen etäisyys vaikuttaa impedanssiin
- antennin korkeus maasta ei vaikuta korkeussuuntaiseen säteilykuviioon S. 6-29

56015 Kun neljä pitkää jagia (vahvistus 14 dBd) asennetaan rinnakkain,

- ryhmän teoreettinen vahvistus on 18 dBd
+ ryhmän teoreettinen vahvistus on 20 dBd
+ keilanleveys sivusuunnassa kapenee teoriassa neljänneksen osaan
+ keilanleveys pystysuunnassa ei muutu S. 6-29

56041 144 MHz:n suunta-antennin vahvistus on noin 16 dBd, kun käytetään

- 16-elementtistä dipoliryhmää (2 x 4 säteilijäelementtiä, 2 x 4 heijastajaelementtiä)
- 16-elementtistä pitkää jagia, jossa on kolme heijastinta päällekkäin
+ kahta 14-elementtistä jagia rinnakkain
+ neljän neljällä suuntaajalla varustetun quagin ryhmää S. 6-29

432 MHz:n antennit

- Tähän kohtaan olen ottanut pari käytännön asiaa hyvän ystäväni Maurin, OH6MTC:n esityksestä. Molemmat koskevat jagin elementtien jääytymistä. Meikäläisissä oloissahan antenneihin saattaa talvella kertyä melkoinen jääkerros, joka ensimmäiseksi tuo mieleen rakenteiden kestävyuden. Paksumpi puikko elementtinä kestää muuten paremmin, mutta se kerää tietysti suuremman jääkuorman. Jää muuttaa antennia myös sähköisesti: jääkerros alentaa elementin resonanssitaajuutta, joten antenni ei enää ole viireessä.

Katsotaan kuitenkin ensin peruskysymys 560 06. Mirkku, oletko valmis?

- Tämän minä osaan. Puoliaaltodipolin pituus on laskimellani $142,5 : 432 = 0,33$ ja metriä. Kakkoskohdan 34 cm on siis oikea väite ja ykkösen 43 cm väärä. Pystysäteilijän pitäisi olla puolet dipolista eli 17 cm; nelonen on väärin. Lasken vielä viiskasin pituuden: $300 : 432 \times 5 : 8 = 0,43$. Kolmoskohdan 43 cm on aivan oikein. Rivini on - + + -.

- Mä haluan kans koko kysymyksen, otan 560 44. Syöttöimpedanssiin vaikuttaa ellujen lukumäärä, se ei o aina 25 ohmi... taittodipoli on hyvä käyttää säteilijänä. Jo aikaa sitte opittiin, et puomin pituudesta näkee vahvistuksen. Just puhuit Maurin juttua jääkerroksesta, alijäähtynev vesihän tekee sitä antenniin. Väärä, oikee, oikee, väärä eli - + + -.

- Jo on innokkaita nuo nuoremmat, mut minä kans!

Kysymyksen 560 45 sanon heti, että ykkösen väite on aivan väärin. Puomin pituudesta sanoi Kaapo juuri päinvastoin kuin kakkoskohdan väite. Jääkerros laskee resonanssitaajuutta oli Maurin tieto, ja rakentajana yhdyntä janteen väittämään. - - + +.

- Kukas ottaa kysymyksen 560 47?

- Jos mä nuoremmakseni. TH:n sivulla 152 on kuva kvadin syötöstä, ja kai kuukii syötetään samalla suoraan koksilla; ykkönen oikein. Kun ne elementit ovat tommosii kolkytsentisii, ni kyl kolme millii pysyy suorana vaika naakat istuis. Suuntaajat on lyhyempii ku säteilijä, joten ton 29 senttii täytyy olla oikee mitta. Quagin vahvistuksesta sanoit äskön et se on yhden deeben enemmän ku samanmittasen jagin. Kolme ekaa oikein, neljäs väärin, rivi on + + + -.

- Lehtori kai selostaa itse tuota kysymystä 560 58?

- Aivan oikein, kyseessä on enemmän käytännönläheinen juttu kuin aikoihin. Katsotaan antennin vahvistus ensiksi: neljä pystydipolia päällekkäin antaa vahvistusta 6 desibeliä eli $G = 6 \text{ dBd}$, ja samalla kokeussuuntainen keila litistyy neljäsosaan dipoliin verrattuna. Se dipolin vahvistus 2 dB on hämäystä, sillä vahvistus on ilmoitettava dipoliin verrattuna. Kokonaisuksi lähettimen ja avaruuden välillä on 3 dB, joten 2 watin lähtöteho putoaa yhteen wattiin. Antennin säteilytehoon ERP:iin antennin vahvistus lisää 6 desibeliä, eli

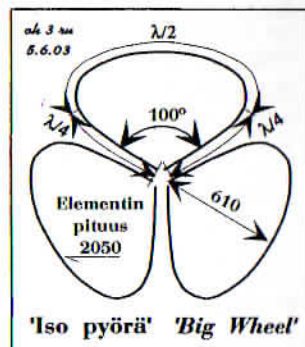
ERP = 4 W.

- Tulos on siis + - - +.

- Minä otan tuon kysymyksen 560 28. Tehoa lähtee kapulasta 2,5 wattia, syöttöjohto vaimentaa 6 desibeliä eli $G = -6 \text{ dB}$, antennin vahvistus on 12 dBd, joten näiden yhteisvaikutus on $(-6 + 12) \text{ dB} = 6 \text{ dB}$. Tämä on kertoimena 4. ERP = $4 \times 2,5 \text{ W} = 10 \text{ W}$. Kakkosväite on oikea, muut väärä. - + - -.

- Kyllä osait laskea mutkikkaasti. Minä ymmärsin näin: Kapulasta lähtee 2,5 W, syöttöjohto vaimentaa 6 dB eli 0,25-kertaiseksi, antenniin pääsee 0,625 W. Antenni vahvistaa 12 dB, se on lukuarvona 16; 16 kertaa 0,625 on 10 ja yksikkö on wattia. Sama tulos kyllä saatiin.

- Tämä tehtävä on T2-pankissa niitä *besserwissereitä* varten, joille on varmalta taholta vakuutettu, että kun syöttöjohto vaimentaa 6 dB, niin 2,5 watin pääsee antenniin vain muutama milliwatti. Syöttöjohtoon yläpäähän on siis muka turha sijoittaa ja-antennia, koska milliwatit eivät kannu mihinkään. □



56006 Rakennat 432 MHz:n alueelle lähetyksantennia. Antennin oikea mitta ja tyyppi ovat: - 43 cm mittainen puoliaaltodipoli + 34 cm mittainen puoliaaltodipoli + 43 cm korkuinen 5/8-aallon 'piiska' - 34 cm pystysäteilijä + maataso S. 6-30	56028 70 cm:n käsi kapulasta lähtee 2,5 wattia 6 dB vaimentavan koaksiaalikaapelin kautta antenniin, jonka vahvistus on 12 dBd. Antennin säteilyteho (Erp) on - 25 W + 10 W - 2,5 W - 10 mW S. 6-30
56045 432 MHz:n jagiantennissa - suuntaajan ja säteilijän välinen etäisyys vaikuttaa vain korkeussuuntaiseen säteilykuviioon - puomin pituudella on vahvistukseen vain vähän vaikutusta + antennin elementteihin kertynyt jääkerros laskee resonanssitaajuutta + neljä millimetriä paksut elementit ovat herkempiä jääkerroksesta aiheutuviin muutoksiin kuin kymmen millimetrin aiheusta tehdyt elementit S. 6-30	56044 432 MHz:n jagiantennissa - syöttöimpedanssi on aina 25 ohmia + syöttöimpedanssia voidaan nostaa käyttämällä taittodipolia säteilijänä + vahvistuksen mittana voi olla puomin pituus aallonpituuksina - alijäähtyneen vesisateen elementtien pinnalle synnyttämällä jääkerroksella ei ole vaikutusta antennin toimintaan S. 6-30
56051 Kerrostetun ison pyörän (Stacked Big Wheel) ominaisuuksiin kuuluu + vaakapolarisaatio ja lähes pyöreä säteilykuvio + suuri vahvistus, esim. 6 dBd joka suuntaan, mikä on kiitettävä ominaisuus kilpailuissa kuunneltaessa + matala lähtökulma - matala syöttöimpedanssi (kymmenisen ohmia) S. 6-31	56047 8-elementtiselle 432 MHz:n Quagi-antennille on ominaista, että + syöttö tapahtuu koaksiaalilla ilman erityistä sovituselintä + elementit ovat n. 3 mm alumiinilankaa + suuntaajat ovat n. 29 cm pitkiä - vahvistus on 3 dB suurempi kuin 8-elementtisellä jagilla S. 6-30
56058 FM-lähettimestä syötetään 2,0 watin teho 432 MHz:n antenniin, jossa on neljä pystydipolia päällekkäin. Syöttökaapelin vaimennus on 2 dB, antennin hyötysuhde on 80 % (antennin häviöt siis 1 dB) ja yhden dipolin vahvistus 2 dB, joten + järjestelmässä häviää tehoa 1 W - antennin säteilyteho on 1 W - antennin vahvistus on noin 8 dBd + antennin korkeussuuntainen keilanleveys on noin neljäsosa yhden pystydipolin keilanleveydestä S. 6-30	

Iso pyörä - Big Wheel

- Viereisen sivun kuva esittää erästä varsin erikoista antennikonstruktiota. Siinä on kolme aallonpituuden mittaista osaa, jotka sopivasti taivutettuina sijoitetaan tasoon. Ulkomuotonsa mukaisesti antenni on saanut nimen "Big Wheel", Iso pyörä. Oheiset mitat ovat 432 MHz:n alueelle, jolla pyörän läpimitta on vain n. 40 senttiä. Iso pyörä on alun perin tehty kahdelle metrille, jolloin läpimitta, hieman toista metriä, antaa aiheen nimittää pyörää isoksi.

Ison pyörän ominaisuuksiina ovat: vaakapolarisaatio ja lähes litistetyn ympyrän muotoi-

nen suuntakuvio; vahvistusta puoliaaltodipoliin nähden n. 2 dB; matala lähtökulma; syöttöimpedanssi 50 ohmia.
- Kannattaako noin vähäiselle vahvistukselle hurrata? - Kyllä kannattaa: dipolin päiden suuntaan signaalia ei mene ollenkaan, isolla pyörällä rakojen kohdalla vahvistus on vain pari deebetä maksimialapuolella. Iso pyörä on vaakatasossa ympärisäteilevä antenni, siinä sen suurin avu.

Pyöriä voidaan myös kerrostaa, tosin vahvistus ei hirveästi kasva: kaksi kerrosta lisää n. 2,5 dB, nelinkertaistaminen lisää vielä 2 dB. Puoliaaltodipoliin nähden saadaan

siis kuutisen desibeliä vahvistusta. Lisävahvistus syntyy suuntakuviion litistymisestä, mikä toisaalta tietää matalaa lähtökulmaa. Kipinähäiriöt kuulemma myös vähenevät merkittävästi.

Parasta isossa pyörässä on se, että kilpailuissa voi kuulla melkein kaikki asemat antennia kääntelemättä. Mutta vastauksia kysymyksen 560 51.
- Sinähän luettelit ison pyörän hyvät ominaisuudet kolmen ensimmäisen väitteen mukaisesti. Impedanssin vain olit näköjään muuttanut, neljäs väite ei pidä paikkaansa.
- Kaapo sanoo viimeisen 432 megan rivin: + + + -. □

Erityistä tietoa vaativat tehtävät

Taajuuden vaikutus vastaanotettavan signaalin voimakkuuteen

- **Kysymyksessä 560 71** on esillä asia, jota *Tuimissa Hamsiksiksi* ei käsittele ollenkaan. Antennin vahvistusta laskettaessa otetaan huomioon säteilevän elementin pituus, yagin puomin pituus eli elementtien lukumäärä sekä kerrostettavien antennien lukumäärä.

Vastaanotettavan signaalin voimakkuus ei kuitenkaan riipu pelkästään antennin vahvistuksesta, vaan myös siitä pinta-alasta, johon saapuva sähkömagneettinen kenttä osuu. Tutkamiehille asia on perin pohjin tuttu, mutta radiopuhelimen käyttäjille varsin vieras. Tuskin harvoin tähän asiaan kiinnitetään huomiota tärkeissä bandipohdinnoissakaan.

- Minä luin nuo väitteet huolella - varmaan yhdeksän kertaa - ja minusta tuo ensimmäinen kohta vaikuttaa oikealta. Totta kai kumpikin toistin kuuluu S9, koska antennit ja tehot ovat samat.

- Siinäpä se. Tarvitsemme näköjään selkeän johdannon tähän asiaan. Alakuvassa vasemmalla on lähettimen antenni, jonka vahvistus on G_L

ja johon tulee teho P_L . *Etäisyydellä E* on vastaanottimen antenni, johon saapuva tehotiheys S on vahvistus G_V kertaa teho P_L jaettuna E -säteisen pallon pinta-alalla. Antenniin saadaan teho P_V , joka on tehotiheys S kertaa antennin sieppauspinta-ala A_V . Sieppauspinta-ala taas on vahvistus G_V kertaa aallonpituus toiseen jaettuna 4π :llä...

- Nyt loppui talousmatematiikka! Kaavat ovat liian monimutkaisia, niissä on noita hirveitä toisia potenssejakin, eikä kaavoissasi ole tehotheyttä S ollenkaan. Tarvitsen tukiojetusta.

- Täähän on taas iha helpo, Mirkku. Kato ny, ope on jättänyt vaan yhden välihuolon pois. Siin alussa pitäis olla näin: $P_V = S \cdot A_V =$ ja niin edelleen. Tehotheyden yksikkö on wattia jaettuna neliömetrillä, sieppauspinnan yksikkö on neliometriä, yksiköks tohon äsköiseen kaavaan tulee ny wattia:

$$\begin{aligned} [P_V] &= [S] \cdot [A_V] = \\ [P_V] &: [E^2] \cdot [A_V] = \\ W &: m^2 \cdot m^2 = W. \end{aligned}$$

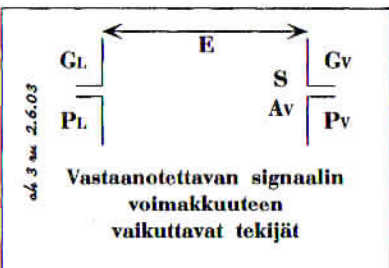
Sit toi sieppauspinta riippuu vahvistuksesta ja aallonpituuden toisesta potenssista. 4π on joku vakiotekijä. Emmä tiä

osaaks opekaan selittää mistä tää kaava on saatu?

- Kyllä ne kirjaviisat sen kai osaa johtaa, mutta eiköhän meille riitä, että uskon sen olevan oikea kaava. *Uskoka tekijä* ja ottakaa huomioon, että haetaan kaavaa eri taajuuksien tehojen vertaamiseen. Kaavan keskimmaisessä muodossa on vakioina pysyvät tekijät ryhmitelty vasemmalle. Seuraavassa kohdassa niitä on merkitty vakioita tarkoittavalla kirjaimella k .

- Kiitos Kaapo ja Hessu, nyt ymmärrän näin: välissä olevilla mutkikkailla kaavoilla ei lasketa mitään, ne ovat johdatus. Tarvittava kaava on vain $P_V = k \cdot G_V \cdot \lambda^2$. No niinhän siinä jatketaan! Selitä sinäkin Jaska joutain.

- Mielelläni. Seuraavaksi on näköjään tehty yksinkertainen verranto kummallakin taajuusalueella. Jotta vastaanotettava teho olisi kummallakin sama, on $G \cdot \lambda^2$:n oltava kummallakin alueella yhtä suuri. Pikku k :t supistuu pois; aha siinä on näköjään otettu aallonpituuden käänteisarvo eli taajuus... MHz:t on jätetty yksinkertaisuuden vuoksi pois. Lehtori onkin saanut kaavan aika mukavaan muotoon, joten laskeminen on helppoa.



$$\begin{aligned} P_V &= \frac{P_L G_L}{4\pi E^2} A_V = \frac{P_L G_L}{(4\pi)^2 E^2} G_V \lambda^2 = k G_V \lambda^2 \\ A_V &= \frac{G_V \lambda^2}{4\pi} \quad P_V = k G_{432} \lambda_{432}^2 = k G_{144} \lambda_{144}^2 \\ G_{432} &= \frac{(432)^2}{(144)^2} \cdot G_{144} = 9 \cdot G_{144} \end{aligned}$$

- Huomatkaa siis, että 432 MHz:llä tarvitaan yhdeksänkertainen teho 144 MHz:iin nähden. Kun taajuus kasvaa kolminkertaiseksi, on vahvistuksen oltava kolme potenssiin kaksi kertainen eli yhdeksänkertainen.

- Siltähän tuo alkoi näyttää jo rakentajastakin. On teillä kyllä rajut varmuuskertoimet.

- Ruvetaans välillä vastaan. Eka oli siis ihka väärin, toinenkin on väärin, tulee yhdeksänkertainen teho. Kolmas on ihan oikein, ja sen käänteinen sanoma on toi mikä laskettiin: ku taajuus on kolminkertainen, saadaan vain yhdeksäsosa tehosta. Se tarkoittaa deebienä siis 10 kertaa log yhdeksästä; katsoisitko Mirkku laskimestasi ☺☺.

- Se menee kai näin: $9 \log x 10 = 9,54...$ ja desibeliä; tuli 9,5 dB eli melkein kymmenen. Neljäs väite on siis myös oikea, ja rivi on - - + +.

- Se mitä tästä pitäisi jäädä kestonuistiin on, että suurilla antennin vahvistus ei peukalla taajuuksilla riitä vastaanotettavan tehon maksimoimiseen, vaan pitää tehdä todella suuria antenneja.

Toisaalta voidaan vaativasta kuitenkin helpottaa: jos yhteyden kummassakin

päässä nostetaan antennin vahvistusta 5 dB, saadaan vaadittu 10 dB kokoon helpomalla. Käytännössä tämä tarkoittaa, että jos kahdella metrillä käytetään pitkiä jageja, on 70 sentillä oltava hieman lyhyemmistä jageista tehdyt nelikot. 4 kertaa Δ 6 dB.

- Se taitaa olla paljon kalliimpi ratkaisu. Minä en ainakaan mene 70 sentille, jos luvan saan.

- Sä menekkin varmaan kahdeksallekymppille. Sinne saa toimivan antennin paljo helpomalla ku tonne pätkille. Tulisit kans seeveelle 3515:n nurkille!

- Sinä ja sun seevees. On tässä vielä pohdittavaakin. Ei maar, nytkin meni varmuuskertoimet sekaisin. Rupeapas lehtori selittämään.

Antennin vahvistus, hyötysuhde ja suuntaavuus

- **Kysymys 560 70** on aika hämäävä. Juuri kun on oppinut jotakin antenniin saattavasta tehosta, aletaankin puhua hyötysuhteesta.

Antennin vahvistus on hyötysuhde kertaa suuntaavuus. Suuntaavuus saadaan esim. jageille antennikirjojen kaavoista ja diagrammeista, hyötysuhde sen sijaan pitää jo-

$$\begin{aligned} G &= \eta \cdot D \\ D &= \frac{G}{\eta} = \frac{10}{0,25} = 40 \end{aligned}$$

tenkin mitata tai arvioida.

Eräistä antennista tiedetään hyötysuhde ja vahvistus, laskettavana on suuntaavuus. Ylhäällä on annettu kaava ja laskettu suuntaavuus. Tehtävän väitteet on siis tutkittava.

- Minua askarruttaa tuo säteilyteho. Se kai tulee joistain tunnetuista tekijöistä?

- Kyllä, tavallisesti säteilyteho on antenniin viety teho kertaa vahvistus. Jotenkin tuntuu siltä, että kysymyksen laatija haluaa sen olevan hyötysuhde kertaa teho kertaa suuntaavuus. Joko lasketaan?

- Minä nyt! Antenniin syötetään kilowatti ja kun hyötysuhde on kaksikymmentä prosenttia, ni säteilee 250 wattia. Suuntaavuus on 40, Erppi on 10 kilowattia. Eka väärin, toka oikein.

- Minullepa tuli helppo lasku: häviöihin kuluu 750 W.

- Ja minulle jäi todettavaksi, ettei suuntaavuus lisää häviöitä. Neljäs väite on valetta. Rivi on - + + -.

- *Erityistä tietoa* tuli - ja antennikysymykset loppuivat. ☐

56071 Toistinasemalla on ympärisäteilevät antennit (pystydipolit) sekä 145 että 434 MHz alueilla. Kummassakin on samantehoiset lähettimet. Omalta asemaltasi on suora näköyhteys toistimeen ja sinulla on kummallekin taajuusalueelle omat pystydipolit, joten

- kummastakin antennistasi saat yhtä voimakkaan signaalin
- 2 m antennista saat kolminkertaisen tehon 70 cm antenniin verrattuna
- + 2 m antennista saat yhdeksän kertaa enemmän tehoa kuin 70 cm antennista
- + saman signaalin saamiseksi 434 MHz:llä pitäisi käyttää suunta-antennia, jonka vahvistus on lähes 10 dB

S. 6-34, 6-35

56070 Erään antennin hyötysuhde on 25 %, ja sen vahvistus on 10 dB. Antennia syötetään 1 kW teholla

- säteilyteho (ERP) on 2,5 kW
- + säteilyteho (ERP) on 10 kW
- + 750 W hukkuu antennin häviöihin
- 7,5 kW hukkuu antennin häviöihin

S. 6-35

Heikki E. Heinonen, OH3RU

Vaimennukset ja antennitehot

Tämä tekniikka kakkosen opiskeluun tarkoitettu juttu ilmestyi Radioamatöörin 5/98 perus- ja tietoliikenneluokan palstalla samaan aikaan, kun aloittelin T2:n kysymyspankin tekemistä. Kuuluttelin tuolloin paikallisilta kurssinpitäjiltä ehdotuksia kysymyksiksi, mutta kun kiinnostusta ei vielä ollut, täytyi panna Kaapo asialle. Tämä siis tapahtui hieman ennen, kuin tekniikka kakkosen opaskirjan tiimi kokoontui yhteiseen opiskeluun.

Kaapo laskee antenniasioita

"Kuulehan Hessu, minä olen päättänyt suorittaa tekniikka kakkosen. Olethan kyllä lupailut kurssintapaistakin, mutta annapa nyt etukäteen tietoa vaikkapa joistakin tehoasioista ja noista desibeleistä!"

"Sitä vartenhan minä tässä olen. Otetaan aluksi vaikka antennilasku, johon sopii niin seisovan aallon suhdetta, vaimennusta desibeleinä kuin teholaskelempiäkin. Otetaanpas tällainen tapaus:"

Olet päättänyt rakentaa kunnollisen neljänkympin dipolin, sellaisen, joka on kohtalaisen korkealla ja katselee savikkoisen peltoaukean yli länteen eli Keski-Amerikan suuntaan. Kotisi lähellä kasvaa sopivaa hongikkaa, johon dipolin voit pystyttää. Miten kaukana luulit antennin

olevan asemastasi?"

K.: "Kyllähän matkaa tulee meikkin sata metriä, kun panen antennin sinne lännen puolelle... Mutta siitähän tulee hirvittävä vaimennus, vai kuinka? En minä sille välille pysty paksua koaksiaalia ostamaan enkä opettele ainakaan vielä avolinjan tekoa."

H.: "Ahaa, joudut käyttämään siis ohutta koaksiaalia, esim. RG-58... Katsotaanpa tästä Syöttöjohtojen vaimennuksia -kuvasta aivan ensiksi, kuinka paljon se hirvittävä vaimennus on. Piirrän pikku ympyrän vastaavalle viivalle 7 MHz:n kohdalle..."

K.: "Kuvasi on kyllä siltä kohtaa aika epäselvä, mutta annas kun katson: lähdetään 5:n kohdalla; okei - seitsemän on näköjään siitä viivasta toinen oikealle, niin

kuin piirsit. Miten luetaan vaimennus?"

H.: "Mennään piirtämästäni ympärystä vaakasuoraan vasemmalle, pystyaksellilla on vaimennusasteikko. Sillä 2 on lähin merkitty arvo, seuraava viiva ylöspäin on 2,5 ja sitä seuraava siis 3; mikä on yksikkö?"

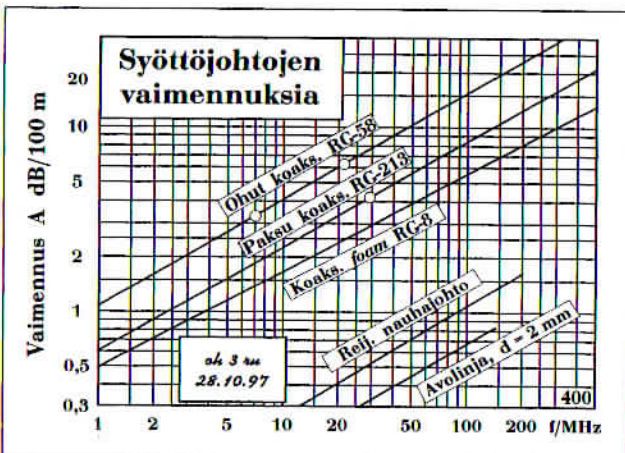
K.: "Vaimennus on näköjään desibelejä sataa metriä kohti. Sata metriä kertaa 3 desibeliä jaettuna sadalla metrillä - se on kolme... ja desibeliä. Tarkoitat siis, että kysytty vaimennus on kolme desibeliä, ehkä hieman yli?"

H.: "Oikein tulkittu, Kaapo! Runsas 3 dB:tä se on. Pohditaan ensin, kuinka paljon silloin saat tehoa antennin syöttöpisteeseen. Opiitko jo tekniikka ykkösessä, kuinka paljon teho pienenee, kun vaimennus on 3 dB?"

K.: "Teho putoaa silloin puoleen... Jos nyt ajan 100 wattia kaapelin alapäähän, niin pääseekö siitä antenniin puolet eli 50 wattia? Eihän sillä mitään diieksiä enää saa!"

H.: "Laskelmasi on oikea, väitteesi ehkä väärä. Vaimennus ei sinänsä ole mahdollottoman suuri, mutta puoli S-yksikköähän siinä lähtevä signaali vaimenee. Mutta jos saat antennin sillä tavalla

Koaksiaalikaapeleita			
Tyyppi	Z ₀	nop.kerrain	ulkokäpim.
RG-58	53,5 Ω	0,66	5 mm
RG-213	50 Ω	0,66	10 mm
RG-8 foam	50 Ω	0,50	10 mm



edulliseen kohtaan, missä signaalilla on edullinen lähtökulma ja vahvistusta ehkä runsaasti huonommassa paikassa olevaan dipoliin nähden, niin mitä väliä sillä tehon putoamisella on?"

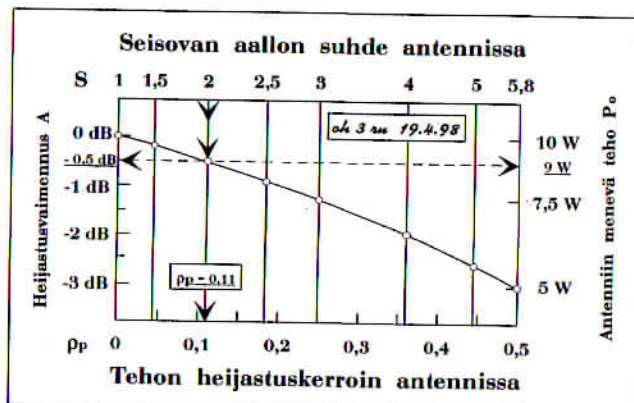
K.: "Voit olla oikeassakin, mutta minusta olisi aina mukava ajaa antenniin mahdollisimman paljon tehoa. Yleisluokassa teen kilowatin linukan, sitten ainakin teho riittää. Mutta toinen asia; eikös siitä tule kamalat äswee-ärrät, jos ajan dipolia 50 ohmin koaksiaalilla?"

H.: "Kamalat ja kamalat! Eikä niitä ärrä kovin montaa ole; voimme arvioida riittävän tarkasti dipolisi säteilyimpedanssin. En nyt näytä tässä kuvaa, mutta väitän, että korkealla olevan dipolin säteilyresistanssi on josakin 70-80 ohmin paikkeilla ja säteilyreaktanssi parikymmentä ohmia. Seisovan aallon suhde 50 ohmin kaapelilla syötettäessä on korkeintaan 2!"

K.: "Eihän antenni voi vetää, jos SAS on kaksi! Eikö sitä millään saa ykköseksi?"

Heijastusvaimennus

H.: "Katsopa tätä kuvaa, missä pystyaksellilla vasemmalla on heijastusvaimennus ja vaakaksellilla ylhäällä seisovan aallon suhde antennissa. Kuva selvittää yksinkertaisella tavalla, kuinka vähän seisovan aallon



suhde vaikuttaa antenniin menevään tehoon..."

K.: "Tarkoitat siis antennin vetämistä?"

H.: "En tarkoita vetämistä, senhän saimme kuntoon jo sillä, että veimme dipolin korkealle puiden välillä savisen pellon äärelle. Se määrää säteilykulman ja siis sen, miten teho lähtee antennista korkeussuunnassa eli sen, miten antenni vetää. Näillä teholasuilla sen sijaan näemme, kuinka suuri osa tehosta menee syöttöjohtoon päästä antenniin. Lissen veri keöfuli, ai sei sis ounli väns!"

K.: "Ai nyt meni jo ulkomaan puhumisen puolelle. No, minä yritän ymmärtää, että seisovan aallon suhde ei mitenkään vaikuta antennin vetämiseen eli

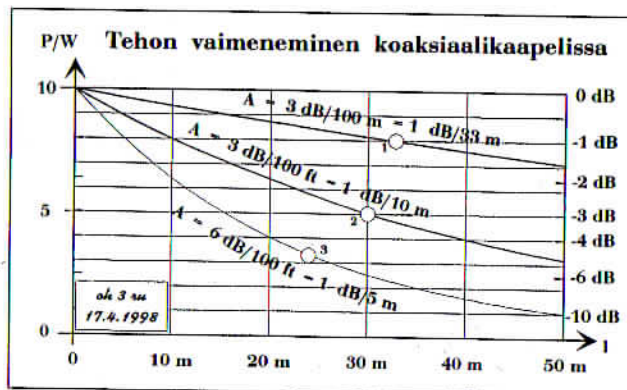
siihen, miten teho lähtee antennista. Jatka selitystäsi."

H.: "Heijastusvaimennus on teoreettinen nimitys sille, miten paljon antennin epäsovitus syö antenniin tulevaa tehoa. Niin kuin näet, kuvassa on käyrä, joka lähtee kohdasta S = 1; siirtojohto sovitettu antenniin. Alhaalla vaakaksellilla näet, että tehon heijastuskertoimen ρ_p roo pee on silloin nolla: tehoa ei heijastu syöttöjohtolle takaisin ollenkaan. Kuvan oikeassa laidassa ρ_p on 0,5; tehosta heijastuu puolet takaisin. SAS on tällöin 5,8.

Käyrän avulla saat heijastusvaimennuksen arvot, kun tehon heijastuskertoimen on välillä 0 ... 0,5. Samoin näet yhteyden SAS:n ja tehon heijastuskertoimen välillä. Pystyaksellilla oikealla on vielä antenniin menevä suhteellinen teho.

Meitä kiinnostaa nyt kohta, jossa S = 2. Piirrän nuolen sille kohtaa ja pyöräytän siihen, missä nuoli kohtaa käyrän. Piirrän katkoviivan vasemmalle pystyaksellille ja kirjoitan siihen -0,5 dB. Mitä luulet sen tarkoittavan?"

K.: "Nyt meni vaikeaksi, en halitse puolta desibeliä. Mutta katsotaanpa mitä ajat takaa: kaikki teho ei siis mene antenniin, vaan osa siitä heijastuu. Hei, eikö voitaisi laskea koko homma tehoina ja katsoa vasta sit-



Heikki E. Heinonen, OH3RU

Antennin sovittaminen - taas

Ote Tiimissä Hamssiksi-kirjan pienellä painetusta tekstistä sivulta 34: "Sähkömagneettista kenttää on kuitenkin tarpeen käsitellä perusteellisesti, jotta radioamatöörit mahdollisimman aikaisessa vaiheessa oppisivat ymmärtämään antennien ja syöttöjohtojen toiminnan perusteet. Juuri näissä asioissahan amatöörien tiedot ovat kaikkein varimmat ja samalla puutteellisimmat."

Lähtimen sovittaminen

Siispä kertaus: lähetin muodostaa lähetystehon, jonka syöttöjohto välittää antenniin. Antenni säteilee tehon haluttuun avaruudenosaan. Syöttöjohtojen impedanssi on vakio, joten sekä lähetin että antenni on sovitettava siihen. Lähetin on yleensä tarkoitettu toimimaan 50

ohmin kuormaana ja on siis jo tehtaassa sovitettu 50 ohmiin. Antennin impedanssi on mitä sattuu, joten useimpien tarvitaan sovituslaite, *tuner*, syöttöjohtojen ja lähtimen välillä.

Sovituslaite kääntää epäsovitetusta antennista heijastuneen tehon uudelleen antenniin päin. Tämä tapahtuu tehokkaimmin silloin, kun lähtimeen pääsevä teho on minimissään. Lähtimen lähtönoavoista mitattava seisovanaalonsuhde, SAS, 'SWR', on silloin mahdollisimman lähellä ykköstä, ei kuitenkaan koskaan alle ykkösen. - SAS:sää ei ole tarpeen mitata syöttöjohtojen alapään ja sovituslaitteen välissä.

Mitä suurempi epäsovitus antennissa on, sitä enemmän tehoa heijastuu syöttöjohdolle takaisin. Heijastunut teho käännetään uudelleen antenniin, josta taas osa heijastuu takaisin jne. Jos johto on häviötön, kaikki teho päättyy lopulta antenniin. Häviöllinen johto nirhaisee aina osansa tehosta: epäsovitetun antennin on syötettävä vähähäviöisellä

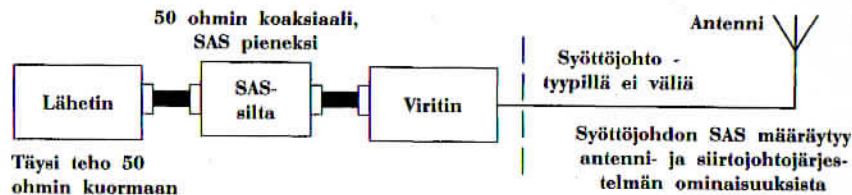
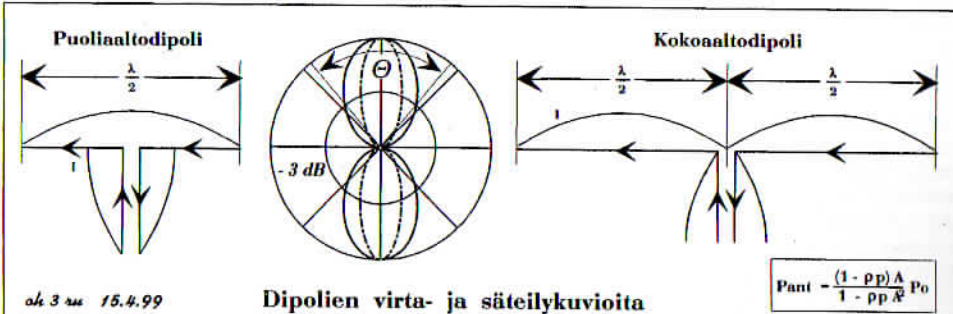
johtodolla, joka ei saa olla koaksiaalikaapeli.

Kokoaalto dipoli

80 metrin dipoli on monelle ainoa monialueantenni, "koska sitä on niin helppo syöttää koaksiaalilla." Häviöt esim. kymppillä lienevät 80-90 %? Asiaa teoretisoitaessa voidaan ottaa yksinkertaisempi tapaus: katsotaan, mitä 14 MHz puoliaalto dipolin häviöt ovat perustajudella ja kymppillä.

Puoliaalto dipolin kummassakin puoliskossa virrat ovat samansuuntaiset, mikä aikaansaa vaakadipolin säteilykuvion kapenemisen sivusuunnassa - tunnettu vahvistus ympärisäteilevään nähden on 2 dB. Kokoaalto dipolissa virrat ovat samoin samansuuntaiset, ja maksimit sijaitsevat puolen aallon päässä toisistaan. Sivusuunnassa keila kapenee puoliaalto dipoliin nähden, mikä aikaansaa lisävahvistusta pari deebetä.

Kun puoliaalto dipolin syöttöpisteen impedanssi resonanssitaajuudella on n. 75 ohmia, on se koko-



Antennijärjestelmän sovittamisen periaate

aaltodipolilla hyvin suuri, vaikkapa 1800 ohmia. 50 ohmin koaksiaalilla syötettäessä 20 m:llä SAS on melko hyvä, SAS = 1,5, mutta kymppillä SAS = 36!

On aivan varmaa, ettei tätä dipolia kannata syöttää koaksiaalilla, vaan esim. 450 ohmin rei'itettyä nauhajohdolla.

Häviöt monialuekäytössä

Epäsovitetuun antenniin menevä teho lasketaan geometrisen sarjan kaavan avulla (katso kuvan kaavaa).

On tarpeen tietää antennissa esiintyvä epäsovitus, josta SAS:n avulla saadaan tehon heijastuskerroin ρ_p , roo pee. Resisttiivisen kuormituksen tapauksessa SAS on antennin syöttöpisteen impedanssi Z_{ant} jaettuna johdon impedanssilla Z_o tai päinvastoin - SAS ei voi koskaan olla pienempi kuin yksi. Lisäksi on tiedettävä syöttöjohtojen vahvistus, joka saadaan tavallisimmilla johdoilla esim. Tiimissä Hamssiksi kirjan sivulta 157.

Oletetaan, että dipoli on kohtalaisen matalalla ja syöttöjohtojen pituudeksi riittää 20 m. 14 MHz:llä 450 ohmin johdon vahvistus on tällöin noin 0,064 dB, SAS = 450 : 75 = 6. - Kohtalaisen suuri, vai mitä? Oheisen laskelman mukaan todetaan, että antenniin menevä teho on 95 % syöttöjohtojen alapään ajettavasta tehosta. Sovituslaitteen vahvistus lienee noin 0,3 dB eli $10^{-0,03} = 0,93$; oletetaan antennin hyötysuhteeksi 90 %, 200 watin tehosta saadaan antennista ulos

$$P_{sat} = 0,93 \times 0,95 \times 0,9 \times 200 W$$

$$P_{sat} = 160 W$$

Vastaavasti on 28 MHz:llä 20 m pituisen nauhajohdon vahvistus noin 0,01 dB, S = 4, tehon heijastuskerroin 0,36 ja antenniin saatava teho myös 95 % syöttöjohtojen ajettavasta tehosta. Jos sovituslaitteen vahvistus on 0,5 dB ja antennin hyötysuhde 90 %, menee 200 W lähetystehosta avaruuteen

$$P_{sat} = 0,79 \times 0,95 \times 0,9 \times 200 W$$

$$= 135 W$$

Ei hullumpi tulos! Lisäksi vahvistusta saadaan dipoliin nähden pari deebetä.

Koaksiaalisyötön edut ja haitat

Kahdenkymppi dipolia voi syöttää 50 ohmin koaksiaalikaapelilla, jolloin SAS antennissa on noin S = 75 : 50 = 1,5. Tehon heijastuskerroin on vain 0,04, antenniin menee 96 % tehosta. Syöttöjohtojen alapään SAS on tällöin noin 1,4, sovituslaitetta ei tarvita. Kaapelin vahvistus on 1 dB eli 0,79. 200 W W tehosta saadaan antennista ulos

$$P_{sat} = 0,79 \times 0,9 \times 200 W = 140 W$$

Kymppillä SAS on suuri: S = 1800 : 50 = 36. Tehon heijastuskerroin antennissa on 0,895. Vahvistus on noin 1,5 dB. Antennin asti pääsee ensi yrittämällä 70,7 % tehosta ja avaruuteen 7,5 %. Ensi heijastumalla sovituslaitteelle palaa 45 %; toisella yrittämällä antenniin asti pääsee 32 % ja avaruuteen 3,3 %. Suurin osa tehosta kuluu siis koaksiaalilämmittämiseen. - Geometrisen sarjan kaavalla lasketuna menee koaksiaalisiin syötetyistä tehosta avaruuteen 13,5 % ja koaksiaalilini jää 86,5 %.

Koska sovituslaitteen vahvistus on 0,5 dB, pääsee tehosta läpi 89 %.

200 watin yrittää avaruuteen

$$P_{sat} = 0,89 \times 0,135 \times 200 W = 24 W$$

Antennin häviöt huomioonottaen on avaruuteen säteilevä teho vain noin 20 W eli 10 % lähetetyn tehosta. Eipä kannata hyötysuhteella keuhat!

Syöttöjohtojen hirvittävä häviö

Impedanssin minimikohdassa saatava kuulemma sulattaa koaksiaalikaapelin, jos epäsovitus on valtaavan suuri. Edellä saatu SAS 36 on todella suuri, jännitteen heijastuskerroin 0,946 samoin. Johdon impedanssin minimi on 50 : 36 = 1,4 ohmia. Tämä 1,4 ohmia ei kuitenkaan ole johdon häviöresistanssi, vaan johdon minimijännite jaettuna maksimivirralla!

Syötetään 50 ohmin koaksiaalilini 200 W. Kaavan mukaan saadaan koaksiaalilini alkupäässä eteneväksi jännitteeksi U_o 100 voltia, etenevä virta I_o on 2 ampeeria. Johdon maksimivirta on: $(1 + \text{heijastuskerroin}) \times I_o$ eli $(1 + 0,946) \times 2 A = 3,9 A$. - Todentuntuisessa tarkastelussa katsotaan koaksiaalikaapeliin jäävä häviöteho:

$$P_{hav} = 0,89 \times (1 - 0,135) \times 200 W$$

$$= 154 W$$

mikä on 7,7 wattia metriä kohti. Tuskin sillä polyeteenieristettä saadaan sulamaan, kuparijohtimista puhumattakaan.

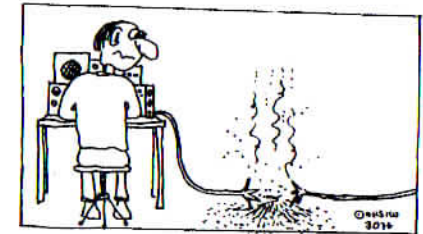
Tarkastelimme siis ohutta koaksiaalilini, johon kukaan järkevä hamssi ei koko kilowattia edes yritä tyrkätä?

Mitä siis opimme tästä?

Jos haluamme käyttää dipolia monialueantennina, alkäämme syöttääkö sitä koaksiaalikaapelilla! □

$$P_{ant} = \frac{[1 - (\frac{S-1}{S+1})^2] \times 10^d}{1 - (\frac{S-1}{S+1})^2 \times 10^{2d}} \times P_o$$

$$P_{ant} = \frac{[1 - (\frac{6-1}{6+1})^2] \times 10^{-0,0064}}{1 - (\frac{6-1}{6+1})^2 \times 10^{-0,0128}} \times P_o = 0,95 P_o$$

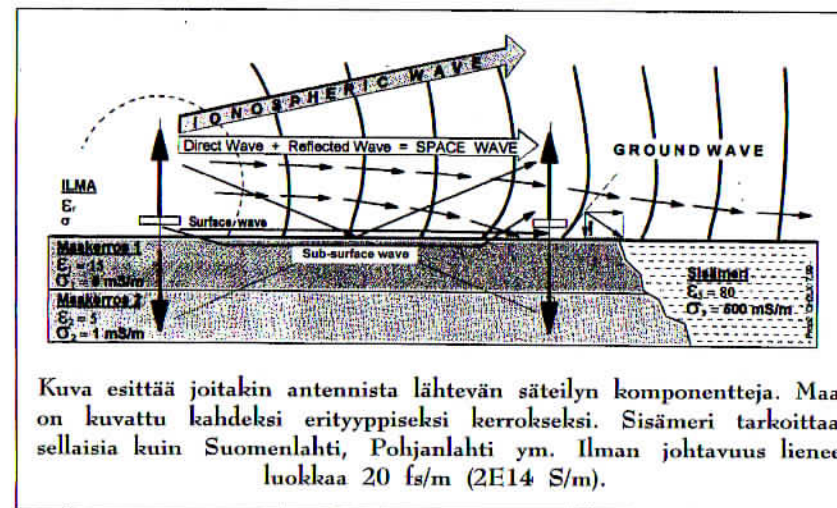


Tämä Heikki E. Heinosen kirjoitus on julkaistu Radioamatöörissä 5/99.

Luku 6. Antennit ja siirtojohdot

56001 S. 6-6	TH s. 141	56037 S. 6-15	TH s. 142-5
56002 S. 6-8	TH s. 141-8	56038 S. 6-16, 6-17	TH s. 149
56003 S. 6-33	TH s. 148	56039 S. 6-26, 6-27	TH s. 152
56004 S. 6-5	TH s. 156	56040 S. 6-27	R-hammel s. 268-9
56005 S. 6-17	TH s. 145-6	56041 S. 6-29	
56006 S. 6-30	TH s. 153	56042 S. 6-24	
56007 S. 6-29	TH s. 151	56043 S. 6-24	TH s. 142, 150
56008 S. 6-4	TH s. 156	56044 S. 6-30	
56009 S. 6-26	TH s. 152	56045 S. 6-30	
56010 S. 6-8	TH s. 147	56046 S. 6-32	
56011 S. 6-6	TH s. 142, 145-8, 150	56047 S. 6-30	
56012 S. 6-25	TH s. 152	56048 S. 6-32	
56013 S. 6-14, 6-15	TH s. 142-5, 156-7	56049 S. 6-7, 6-28	
56014 S. 6-18, 6-19		56050 S. 6-9	TH s. 147
56015 S. 6-29	TH s. 151	56051 S. 6-31	
56016 S. 6-5	TH s. 156-7	56052 S. 6-8	TH s. 146
56017 S. 6-7	TH s. 142-3	56053 S. 6-9	TH s. 147
56018 S. 6-25	TH s. 151	56054 S. 6-25	
56019 S. 6-23	TH s. 150-11	56055 S. 6-24, 6-25	
56020 S. 6-20		56056 S. 6-16	TH s. 148-9
56021 S. 6-4	TH s. 156-7	56057 S. 6-12	
56022 S. 6-4	TH s. 155-6	56058 S. 6-30	
56023 S. 6-28		56059 S. 6-7	TH s. 143
56024 S. 6-20, 6-21		56060 S. 6-21	
56025 S. 6-18		56061 S. 6-4	TH s. 155
56026 S. 6-6	TH s. 142	56062 S. 6-12, 6-13	
56027 S. 6-21		56063 S. 6-12, 6-13	
56028 S. 6-30		56064 S. 6-12, 6-13	
56029 S. 6-26	TH s. 152	56065 S. 6-12	
56030 S. 6-20	TH s. 160	56066 S. 6-28	
56031 S. 6-26	TH s. 142, 152	56067 S. 6-28, 6-29	
56032 S. 6-4	TH s. 156	56068 S. 6-13	
56033 S. 6-23	TH s. 150-2	56069 S. 6-33	
56034 S. 6-19	TH s. 152	56070 S. 6-35	
56035 S. 6-5	TH s. 155-6	56071 S. 6-34, 6-35	
56036 S. 6-10	TH s. 158-9		

Kari Syrjäsen, OH5YW piirroksat sivulla 6-1 ovat Radioamatööristä 9/79 ja 5/74, Heikki E. Heinosen kääntämä Ken Hooverin, N3YER pakina ja Nora Paakkasen piirros ovat RA:sta 4/99, Suuntakartha sivulla 6-17 on Torsti Paateron Radiokirja 1949:stä, Heikki E. Heinosen Vaimennukset ja antennitehot on RA:sta 5/98, Antennin sovittaminen - taas RA:sta 5/99 ja Vaivalloista antennin virittämisen olla pitää RA:sta 1/01. Piirros sivulla 6-38 on RadioOH:sta 4/49 ja Kari Syrjäsen piirroksat sivulla 6-41 RA:sta 12/76 ja sivulla 6-51 RA:sta 5/72. Antti Hyppösen, OH4RQ kirjoitus Trappidipoli on RA:sta 2/81. Pertti Tolvasen, OH4WP kirjoitus Lanka-antenniasiaa on RA:sta 3/79 ja Trappidipoli 40 ja 80 metrille RA:sta 4/97. Rolf Mobergin, OH6KXL kirjoitus Automaattinen antenninvirityslaitte monen bandin lanka-antennin virityksessä on RA:sta 7/03 sekä Erkki Suikin, OH1UP piirros sivulla 6-53 on RA:sta 8/01.



Kuva esittää joitakin antennista lähtevän säteilyn komponentteja. Maa on kuvattu kahdeksi erityyppiseksi kerrokseksi. Sisämeri tarkoittaa sellaisia kuin Suomenlahti, Pohjanlahti ym. Ilman johtavuus lienee luokkaa 20 fs/m (2E14 S/m).

Kuva liittyy Väinö K. Lehtorannan artikkeleihin Etenemisen peruskäsitteitä

7. Aaltojen eteneminen

Sisällys

Radioaallot, auringonpilkut	7-2	Kelien seuranta kelimajakka	
Ionosfäärin ominaisuudet	7-4	DK0WCY:n avulla	
HF-alueiden kelit	7-6	Ossi Lehoäs, OH3YI &	
VHF-alueiden kelit	7-8	Norri Kelzenberg, OH2AUM	7-14
VHF-, UHF- ja SHF-alueiden kelit	7-10	Radiokelit ja kilpailut	
Etenemisen peruskäsitteitä		Erkki J. Korhonen, OH8RC	7-16
Väinö K. Lehtoranta, OH2LX	7-12	Etenemisluvun hakemisto	7-20