

Antennihöpinää

Kaikenlaista antenneista ja muuta antenniasiaa

Reino Talarmo

OH3mA

11.10.2023, (CC BY-SA 4.0)

Asialistaa

- Dipoli
- OFD
- Aito Windomi
- J-pole, Zepp
- EFHWD
- Monialueantennit
- tai sitten jotain muuta
- Varoitus: **Materiaali saattaa sisältää T3-tason tekniikkaa!**

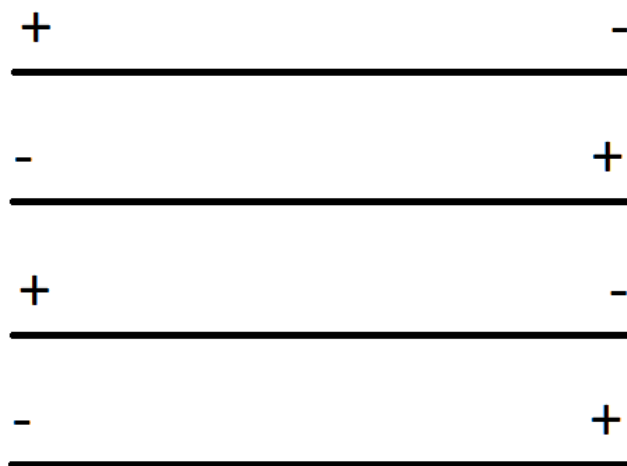
Antennien äiti, dipoli

- Dipoli on langanpätkä



Antennien äiti, dipoli

- Dipoli on langanpätkä
- Siinä varaukset vipeltävät päästä päähän

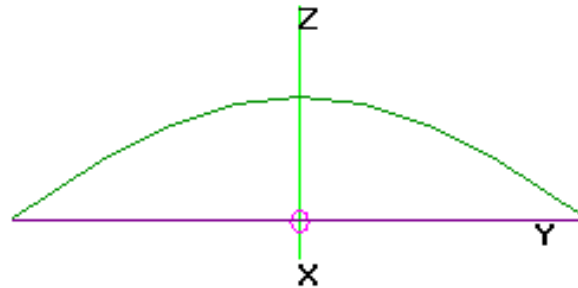


Dipolin toiminta

- Varauksien kulkuajan dipolin päästä toiseen määrää valonnopeus
 - Puolenaallon dipolin pituus on $c * t_{\text{jakso}} / 2$ eli metreissä $150 / f$ [MHz]
- Varausten liike on sähkövirtaa ja se muodostaa langan ympärille vaihtelevan magneettikentän
- Toisaalta dipolin päiden välillä on vaihteleva sähkökenttä
- Nuo muodostavat sähkömagneettisen kentän, joka noin puolenaallonpituuden etäisyydellä pääsee karkaamaan eli säteilemään

Dipoli vapaassa tilassa

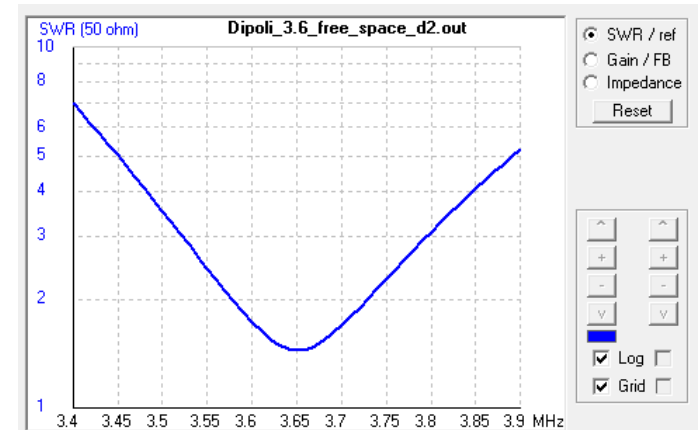
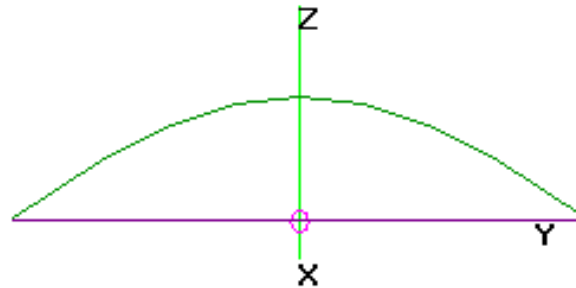
- Virranjakautuma



- Näyttää seisovan aallon kuviolta ja sitä se on

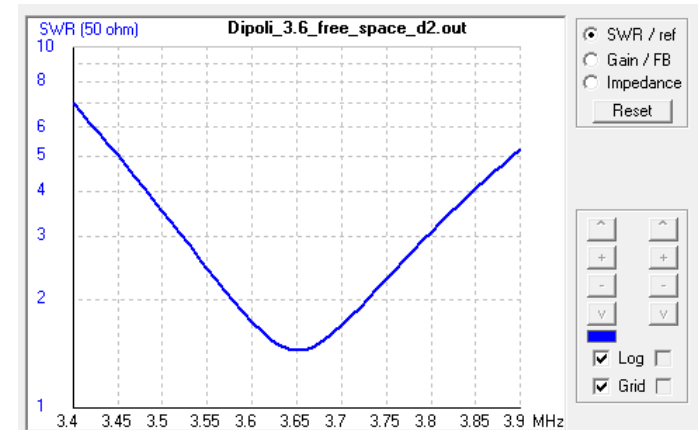
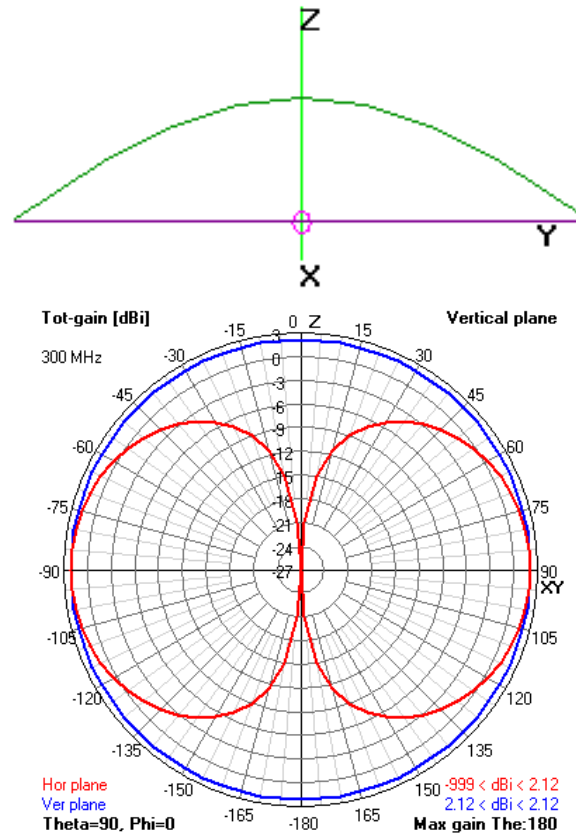
Dipoli vapaassa tilassa

- Virranjakautuma
- SWR syöttöpisteessä



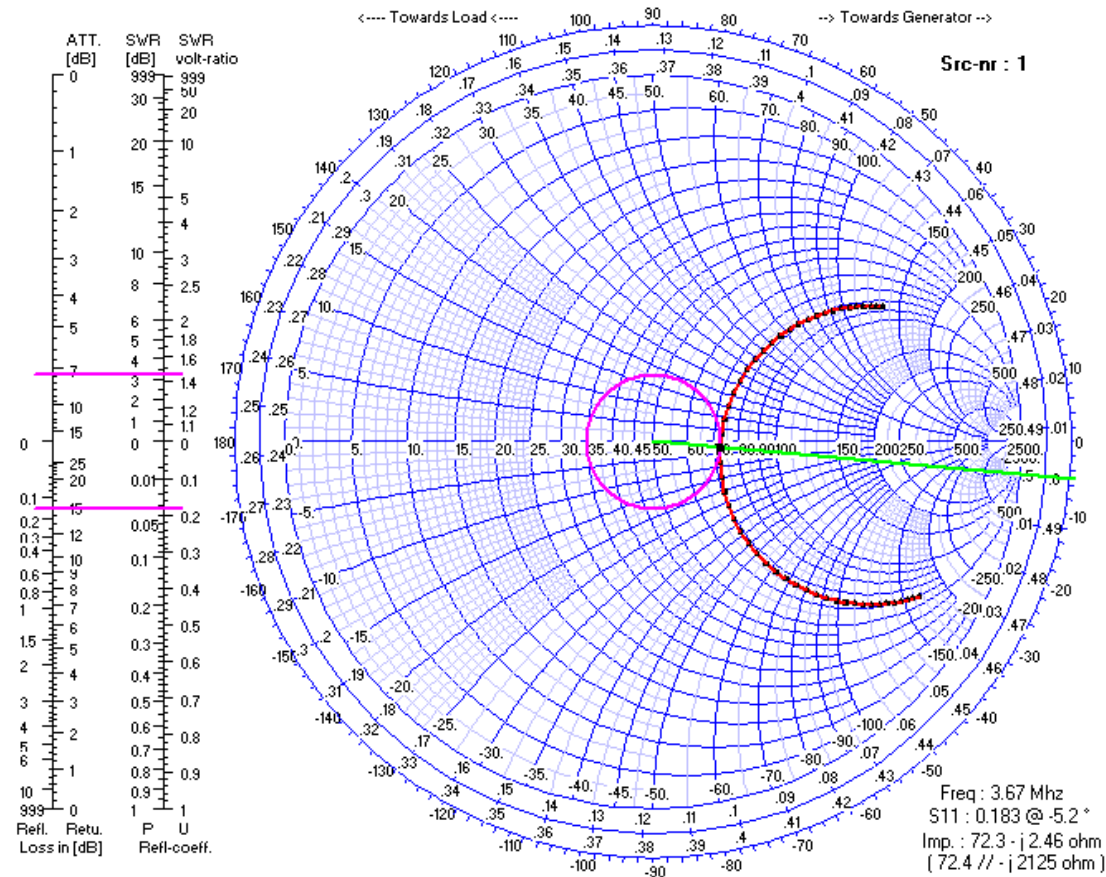
Dipoli vapaassa tilassa, syöttö keskeltä

- Virranjakautuma
- SWR
- Säteilökuvio



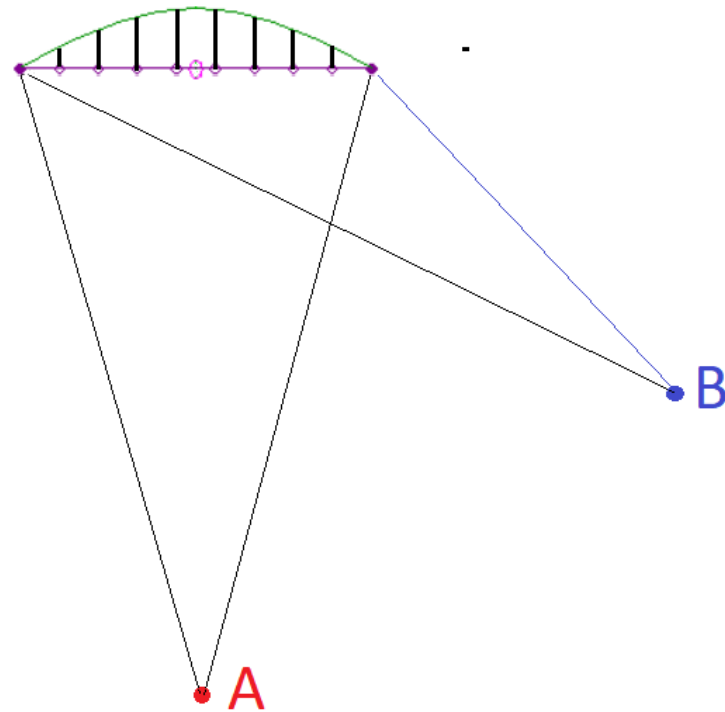
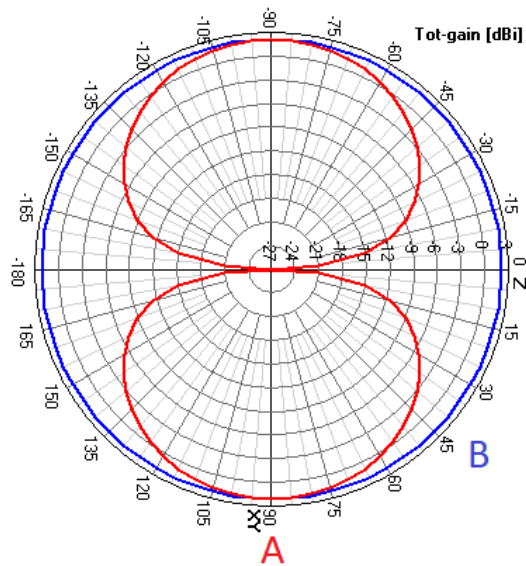
Dipoli vapaassa tilassa, syöttöimpedanssi

- Syöttö keskeltä
- Taajuusalue kuvassa 3,4 – 3,9 MHz



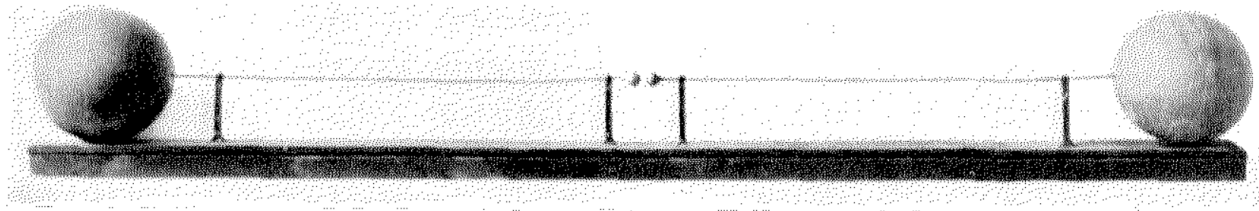
Dipolin näkyminen, säteilykuvio

- Dipolin osat näkyvät leveämpänä pisteestä A kuin pisteestä B
- Säteilökuvio syntyy virtojen summana matkaerot (virran vaihe) huomioiden (virtojen projektiot)



Dipolin syöttäminen

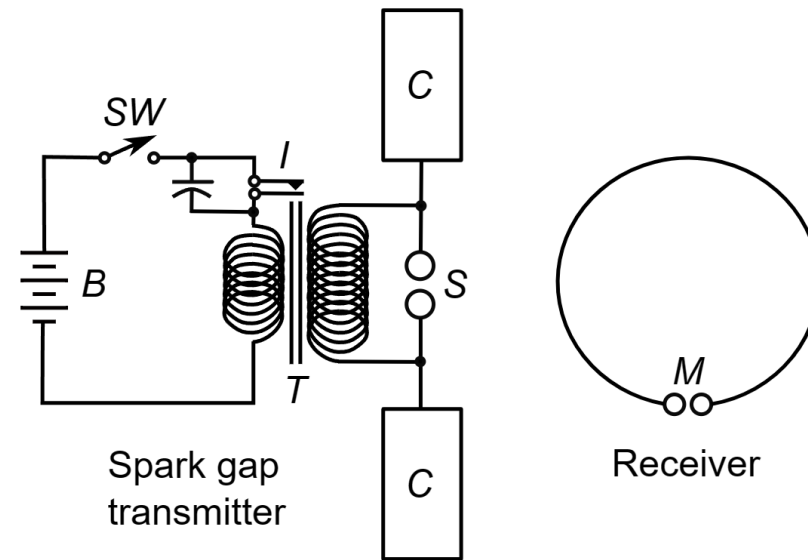
- Heinrich Hertz syötti dipolia keskeltä, huomaa pikkupallot keskellä



- By Rollo Appleyard - Retrieved December 30, 2014 from Rollo Appleyard, "Pioneers of Electrical Communication 5: Heinrich Rudolf Hertz" in Electrical Communication magazine, International Standard Electric Corp., New York, Vol. 6, No. 2, October 1927, p. 66, fig. 3 on <http://www.americanradiohistory.com>, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=37579879>

Dipolin syöttäminen

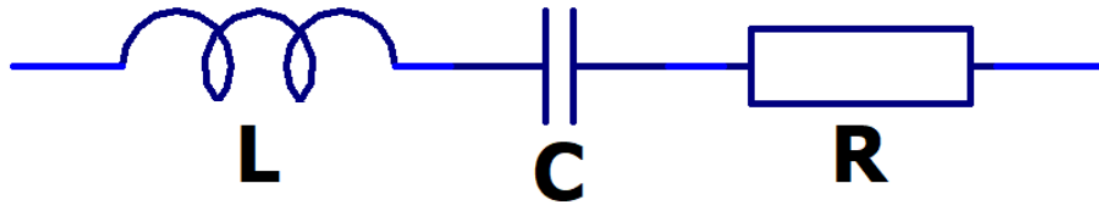
- Heinrich Hertz syötti dipolia keskeltä kipinäinduktorilla



- By Original version: DMGualtieri This version: Chetvorno - From File: Hertz Transmitter Receiver.svg. Alterations to image: Changed labels to English, labeled individual parts, increased thickness of lines, cropped empty space, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=65941520>

Dipolin vastinkytkentä perustaajuudella

- Puolenaallon dipoli näkyy syöttöpisteestä sarjaresonanssipiirinä



- Lankadipolin komponenttien arvot ovat suuruusluokkaa

$$R = 73 \, \Omega, \omega L = +j15 * R \text{ ja } \omega C = -j15 * R$$

- Vastusta **R** kutsutaan säteilyvastukseksi. Siihen kuluva teho on antennista karkaava eiku **säteilevä** teho.

Dipolin syöttömahdollisuuksia

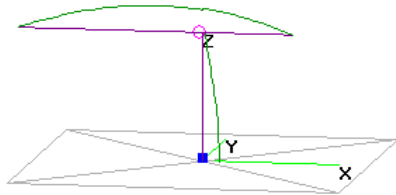
- OFD Offset Fed Dipole (epäkeskisesti syötetty dipoli), ei balunia

$$Z_{inl} = 118 - j23,8 \text{ (pitkä)}$$

$$Z_{inp} = 131 - j10 \text{ (lyhyt)}$$

Window_rat0,33_L40_h20_gen_long.out

3.65 Mhz



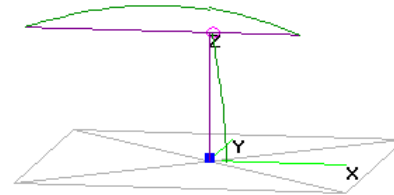
Theta : 80

Axis : 20 mtr

Phi : 280

Window_rat0,33_L40_h20_gen_short.out

3.65 Mhz



Theta : 80

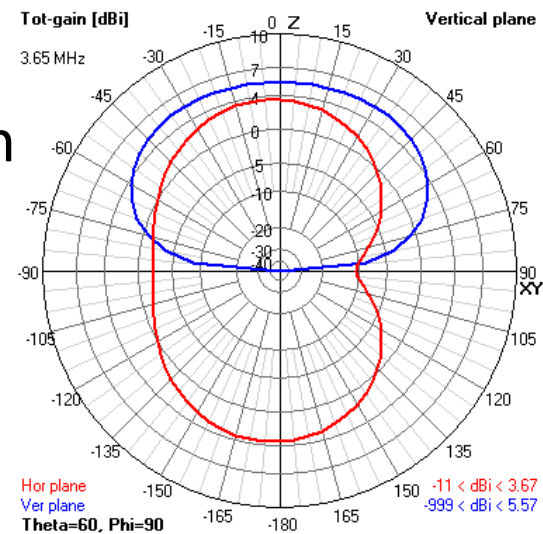
Axis : 20 mtr

Phi : 280

Syöttöjohdon yhteismuodon virta vaippa pitkässä vai lyhyessä haarassa vaikuttaa impedanssiin

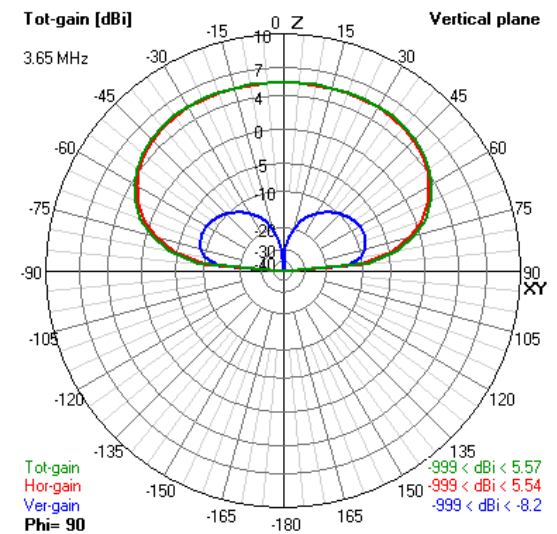
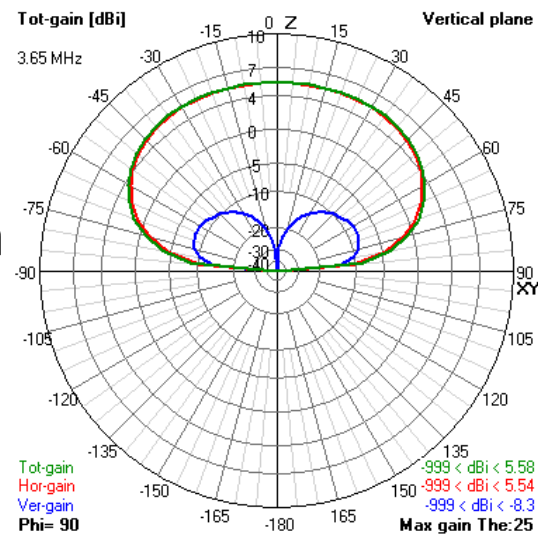
OFD epäsymmetrinen syöttö, säteilykuvio

- Vertikaalisäteily sininen
- Horisontaalisäteily 30 asteen kulmassa punainen
- ”Pieni” vääristymä



OFD epäsymmetrinen syöttö, säteilykuvio

- Langan poikittaissuuntaan
- Vertikaalisäteily sininen
- Horisontaalisäteily punainen
- Summasäteily vihreä

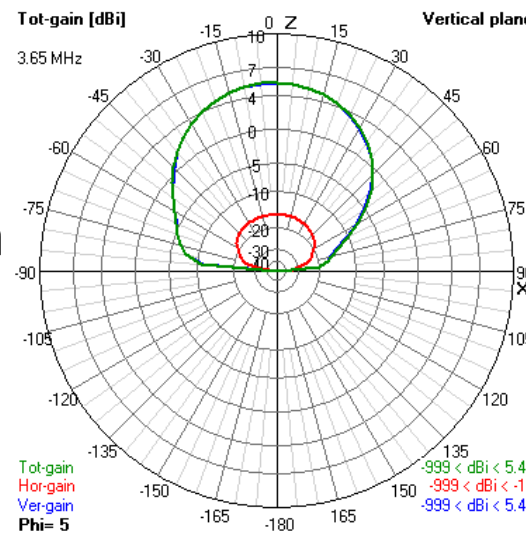


Vaippa lyhyt puoli

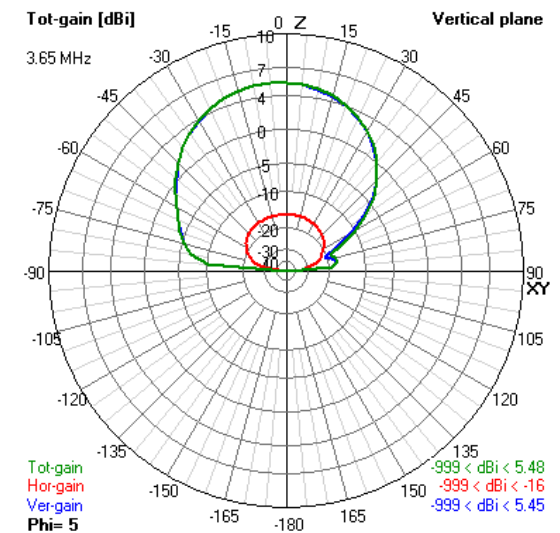
Vaippa pitkä puoli

OFD epäsymmetrinen syöttö, säteilykuvio

- Lähes langan suuntaan
- Vertikaalisäteily sininen
- Horisontaalisäteily punainen
- Pieni vääristymä



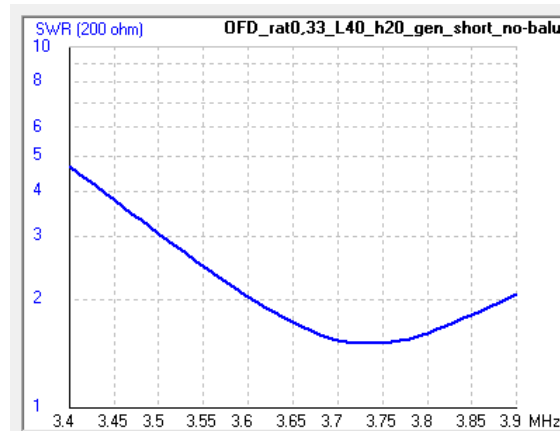
Vaippa lyhyt puoli



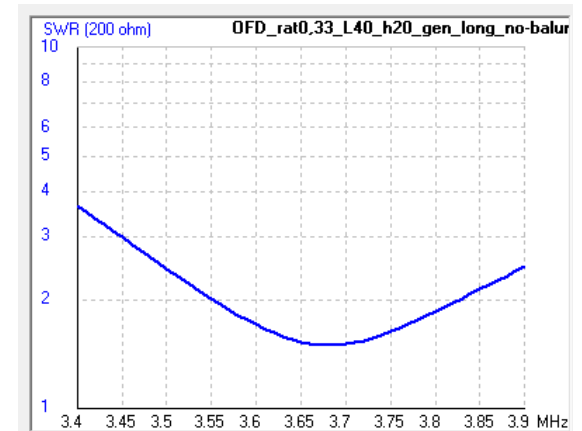
Vaippa pitkä puoli

OFD epäsymmetrinen syöttö, sovitus

- SWR
- Vaipan kytkennällä hieman vaikutusta
- Syöttöjohto neljännesaallon pituinen



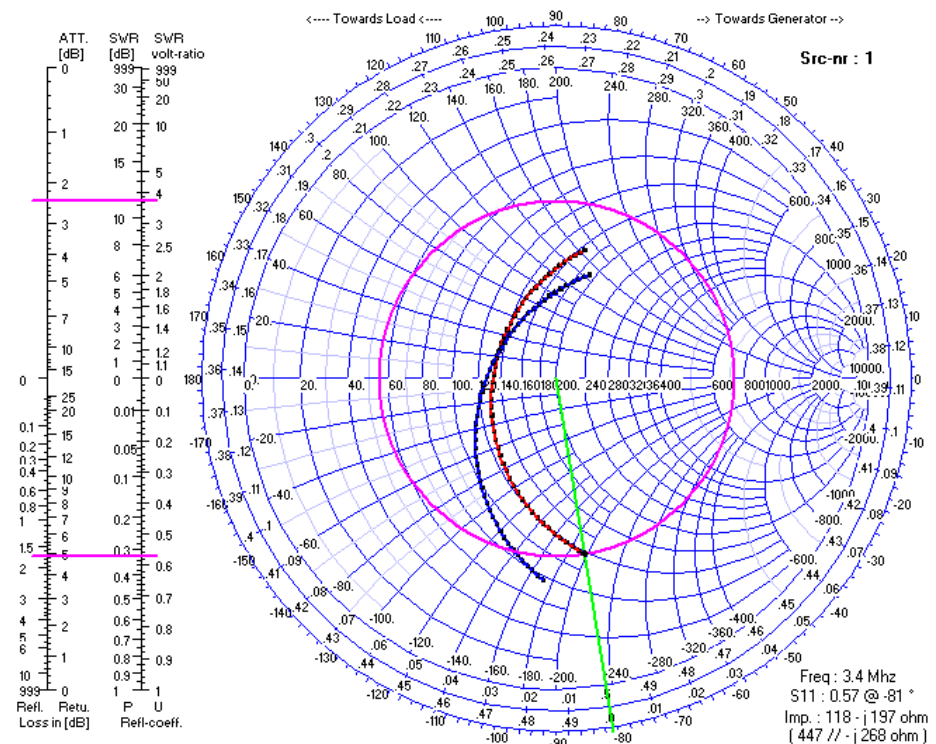
Vaippa lyhyt puoli



Vaippa pitkä puoli

OFD epäsymmetrinen syöttö, sovitus

- Ei Balunia
- SWR / impedanssi
- Vaipan kytkennällä hieman vaikutusta
- Syöttöjohto neljännesaallon pituinen
- **Vaippa lyhyt puoli punertava**
- Vaippa pitkä puoli sininen



Dipolin syöttömahdollisuuksia

- OFD Offset Fed Dipole (epäkeskisesti syötetty dipoli), baluni

$Z_{in} 122 + j16,3$ (pitkä)

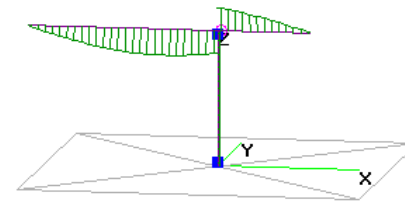
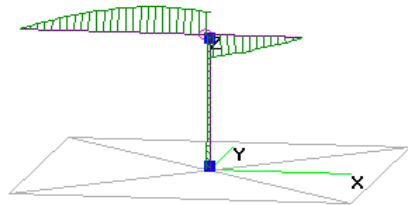
$Z_{in} 121 + j12,7$ (lyhyt)

OFD_rat0,33_L40_h20_gen_long_balun20.out

3.65 Mhz

Windom_rat0,33_L40_h20_gen_short_balun20.out

3.65 Mhz



Theta : 80

Axis : 20 mtr

Phi : 280

Theta : 80

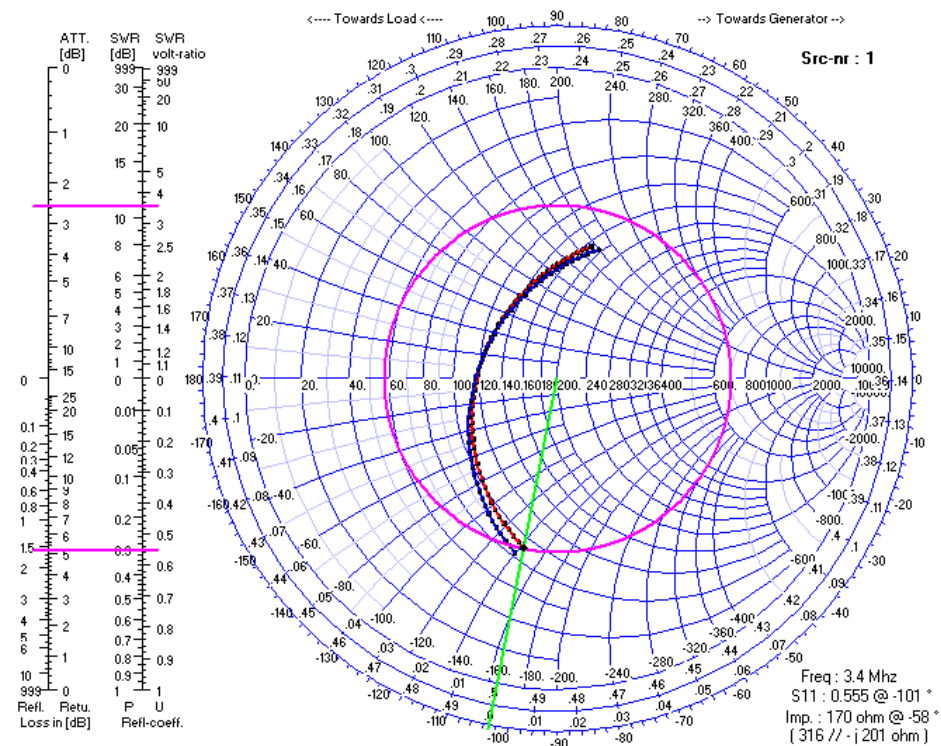
Axis : 20 mtr

Phi : 280

Balunin lisääminen antennin syöttöpisteeseen korjaa tilanteen

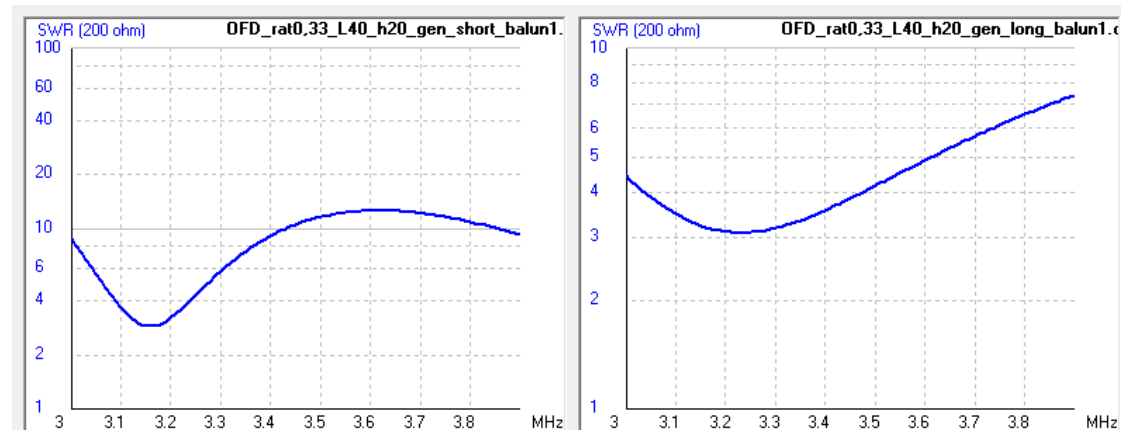
OFD epäsymmetrinen syöttö, sovitus, baluni

- Virtabaluni syöttöpisteessä
- SWR / impedanssi (200 Ω)
- Vaipan kytkennällä ei juuri vaikutusta
- Syöttöjohto neljännesaallon pituinen
- Vaippa lyhyt puoli punertava
- Vaippa pitkä puoli sininen
- Huomaa rigi maadoitettu



OFD epäsymmetrinen syöttö, rigibaluni

- Virtabaluni **rigin** päässä
- SWR kamala (200 Ω)
- Vaipan kytkennällä vaikutusta
- Syöttöjohto neljännesaallon pituinen
- **3,0** – 3,9 MHz
- Balunin paikalla on merkitystä!

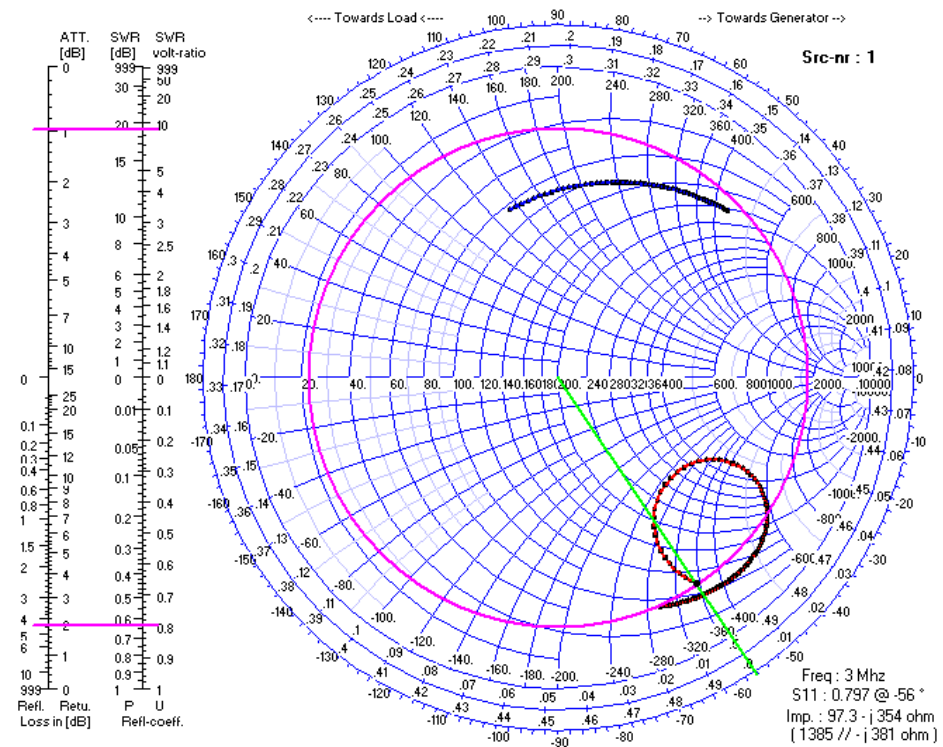


Vaippa lyhyt puoli

Vaippa pitkä puoli

OFD epäsymmetrinen syöttö, sovitus

- Virtabaluni rigissä (alapäässä)
- SWR / impedanssi (200 Ω)
- Vaipan kytkennällä rajua vaikutus
- Syöttöjohto neljännesaallon pituinen
- Vaippa lyhyt puoli punertava
- Vaippa pitkä puoli sininen



Dipolin syöttömahdollisuuksia

- Aito Windom (epäkeskisesti yhdellä langalla syötetty dipoli)

Windom

OFD pitkähaara

OFD lyhyt haara

AitoWindom_rat0,33_L40_h20.out

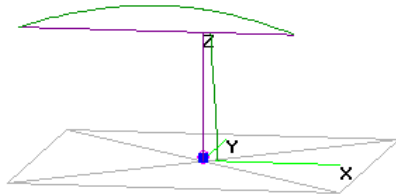
3.6 Mhz

Windom_rat0,33_L40_h20_gen_long.out

3.65 Mhz

Windom_rat0,33_L40_h20_gen_short.out

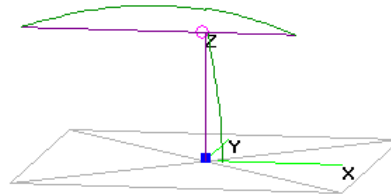
3.65 Mhz



Theta : 80

Axis : 20 mtr

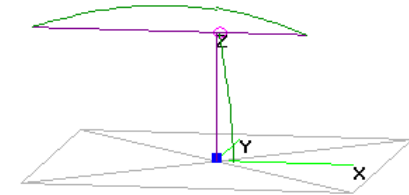
Phi : 280



Theta : 80

Axis : 20 mtr

Phi : 280



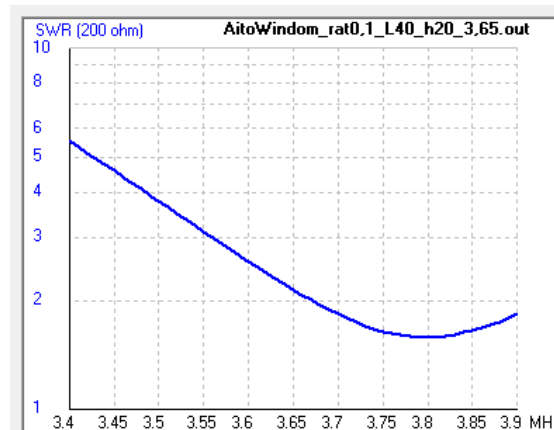
Theta : 80

Axis : 20 mtr

Phi : 280

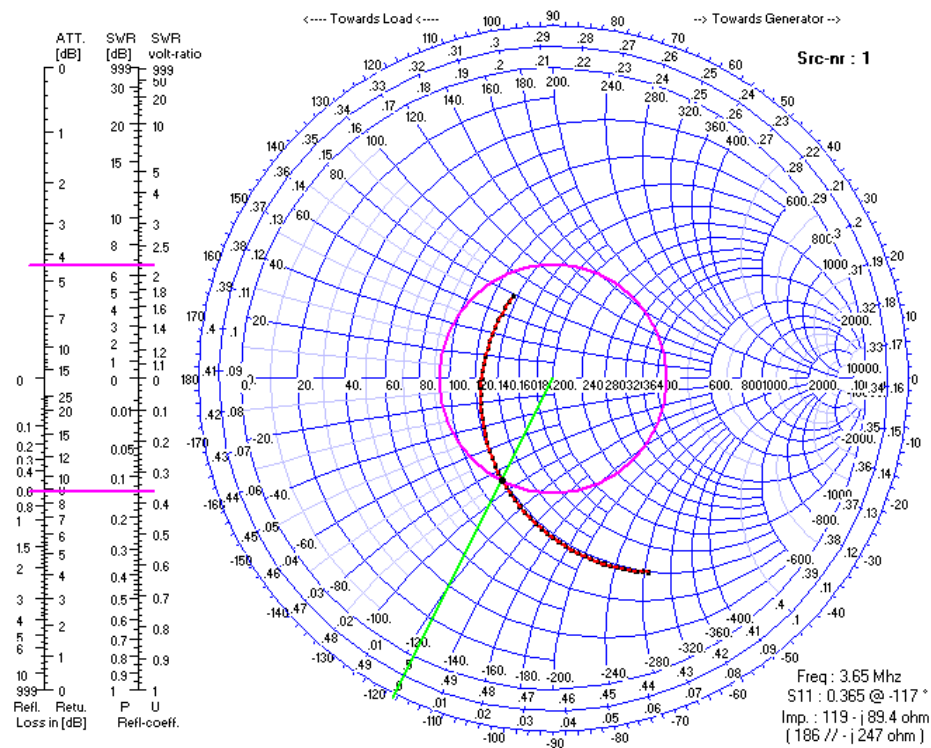
Aito Windom yksilankasyöttö, sovitus

- Syöttöpiste 0,1 pituudesta
- SWR / impedanssi (200 Ω)
- Syöttöjohto neljännesaallon pituinen



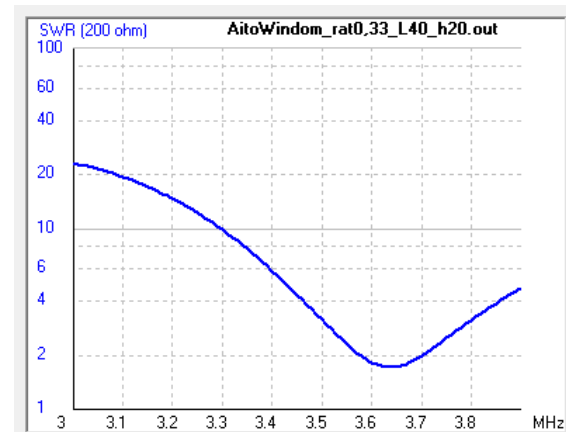
Aito Windom yksilankasyöttö, sovitus

- Syöttöpiste 0,1 pituudesta
- SWR / impedanssi (200 Ω)
- Syöttöjohto neljännesaallon pituinen
- Nyt 100 Ω olisi parempi



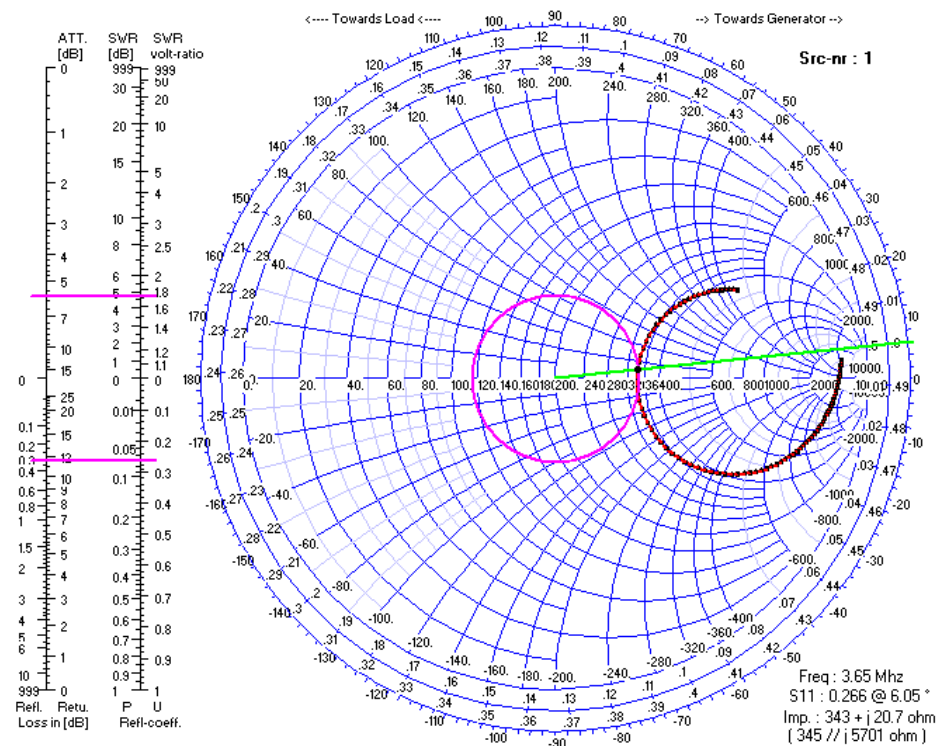
Aito Windom yksilankasyöttö, sovitus

- Syöttöpiste 0,33 pituudesta
- SWR (200 Ω)
- Syöttöjohto neljännesaallon pituinen



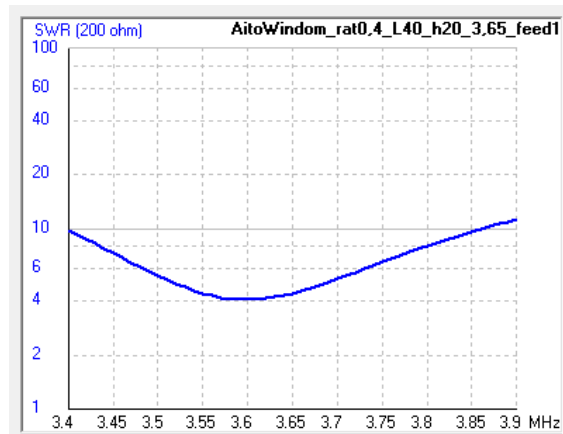
Aito Windom yksilankasyöttö, sovitus

- Syöttöpiste 0,33 pituudesta
- SWR / impedanssi (200 Ω)
- Syöttöjohto neljännesaallon pituinen
- Sovitus 300 - 400 Ω olisi parempi



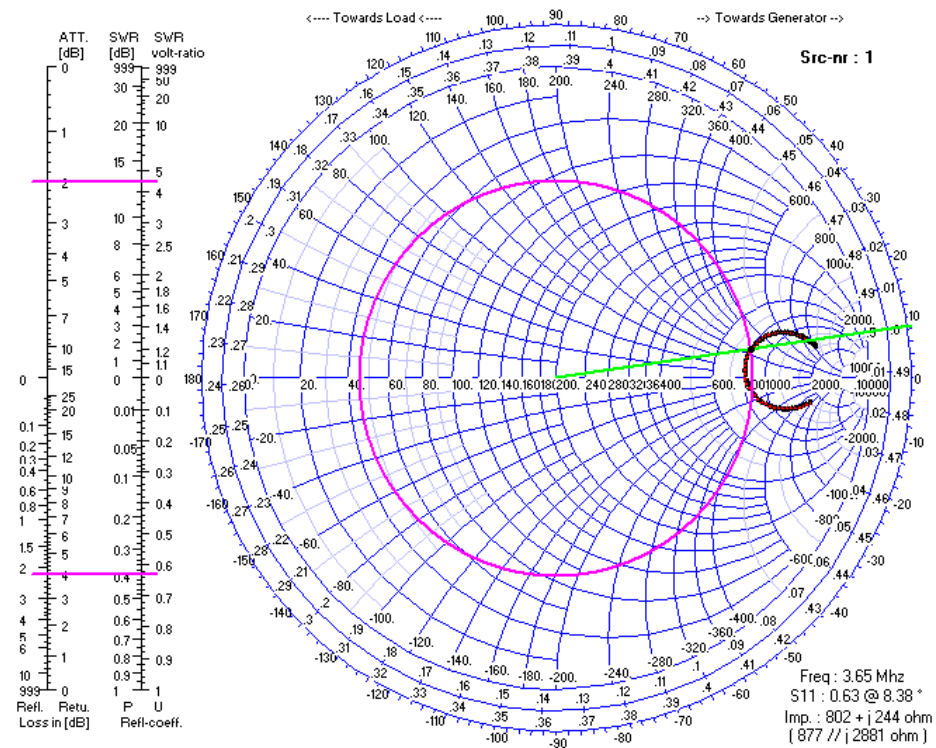
Aito Windom yksilankasyöttö, sovitus

- Syöttöpiste 0,4 pituudesta
- SWR (200 Ω)
- Syöttöjohto neljännesaallon pituinen



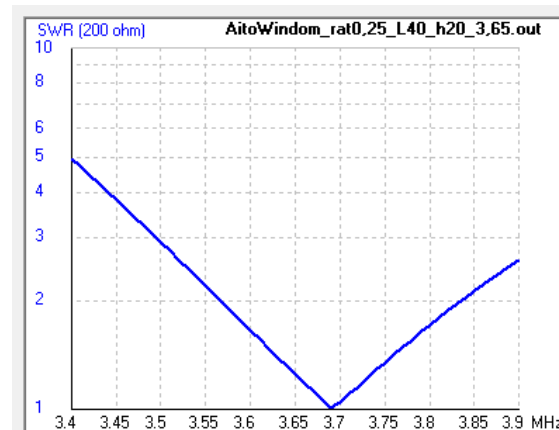
Aito Windom yksilankasyöttö, sovitus

- Syöttöpiste 0,4 pituudesta
- SWR / impedanssi (200 Ω)
- Syöttöjohto neljännesaallon pituinen



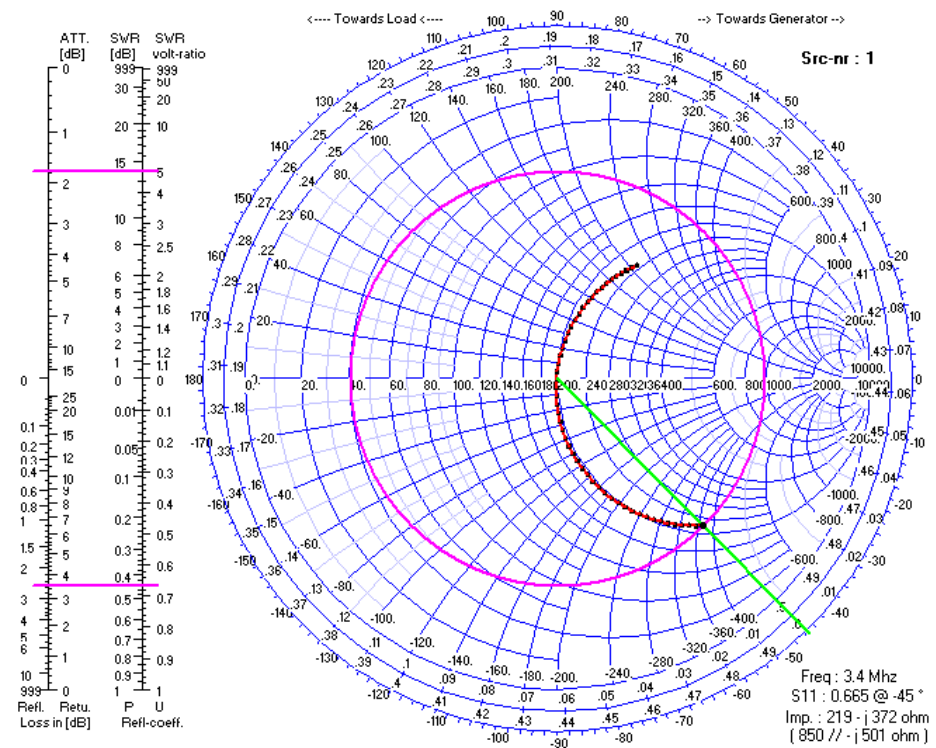
Aito Windom yksilankasyöttö, sovitus

- Syöttöpiste 0,25 pituudesta
- SWR (200 Ω)
- Syöttöjohto neljännesaallon pituinen



Aito Windom yksilankasyöttö, sovitus

- Syöttöpiste 0,25 pituudesta
- SWR / impedanssi (200 Ω)
- Syöttöjohto neljännesaallon pituinen



Dipolin syöttömahdollisuuksia

- Aito Windom (epäkeskisesti yhdellä langalla syötetty dipoli)

37%

25%

10%

0%

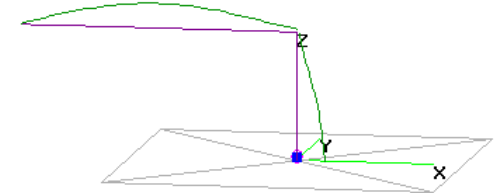
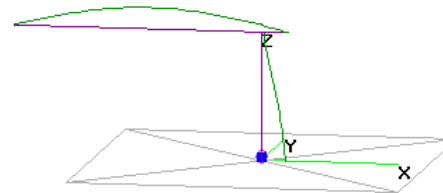
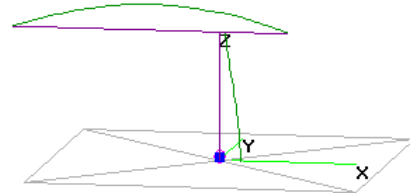
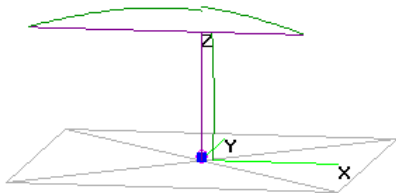
AitoWindom_rat0,37_L40_h20_3,65.out

3.65 Mhz indom_rat0,25_L40_h20_3,65.out

3.65 Mhz itoWindom_rat0,1_L40_h20_3,65.out

3.65 Mhz AitoWindom_rat0,0_L40_h20_3,65.out

3.65 Mhz



Theta : 80

Axis : 20 mtr

Phi : 280 : 80

Axis : 20 mtr

Phi : 280 : eta : 80

Axis : 20 mtr

Phi Theta : 80

Axis : 20 mtr

Phi : 280

Dipolin syöttömahdollisuuksia

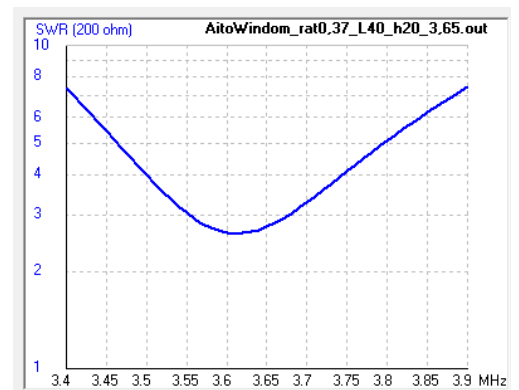
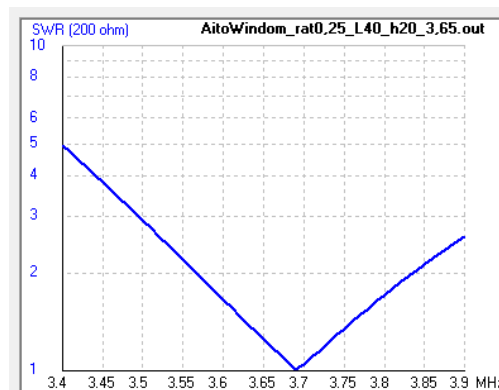
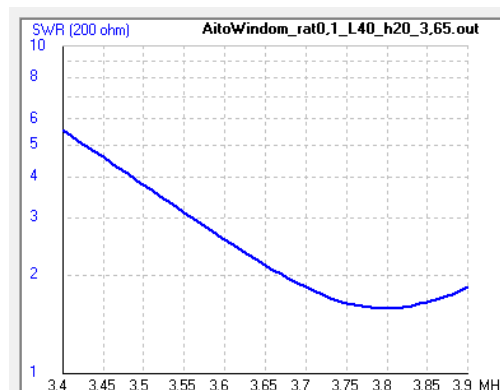
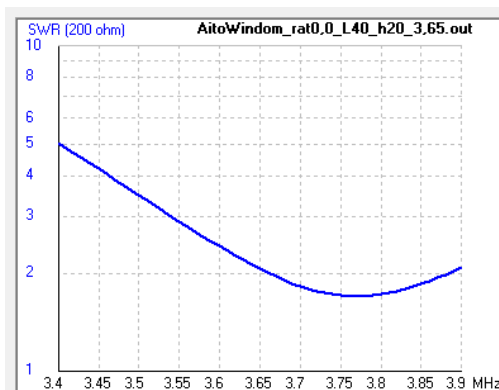
- Aito Windom (epäkeskisesti yhdellä langalla syötetty dipoli) (200Ω)

0%

10%

25%

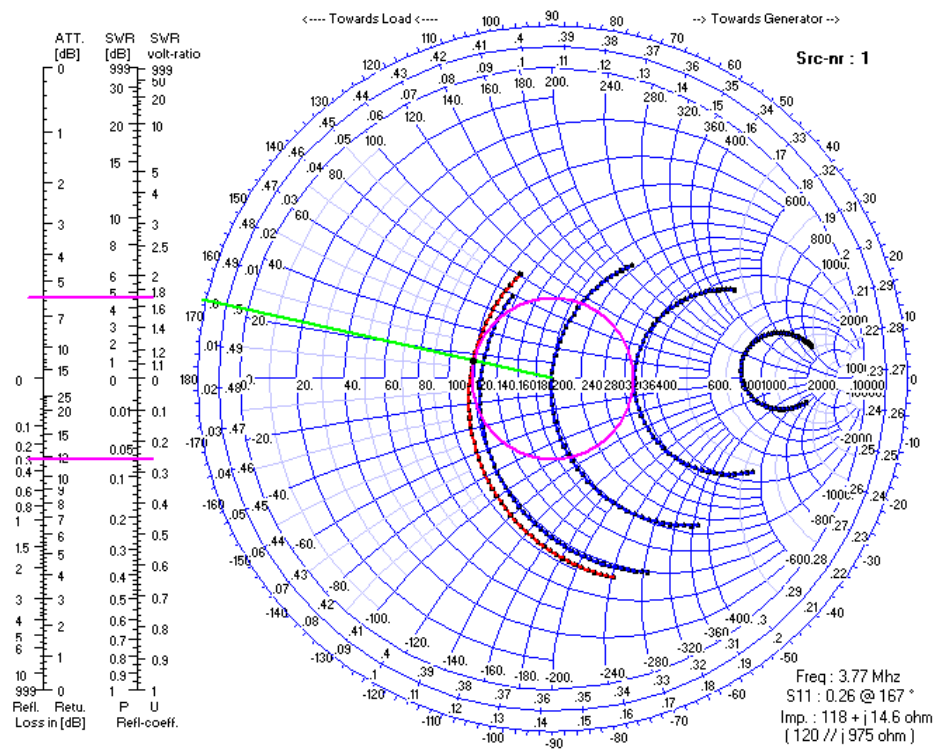
37%



- Vaakaosuus $\frac{1}{2}$ aallonpituutta ja syöttöjohto $\frac{1}{4}$ aallonpituutta

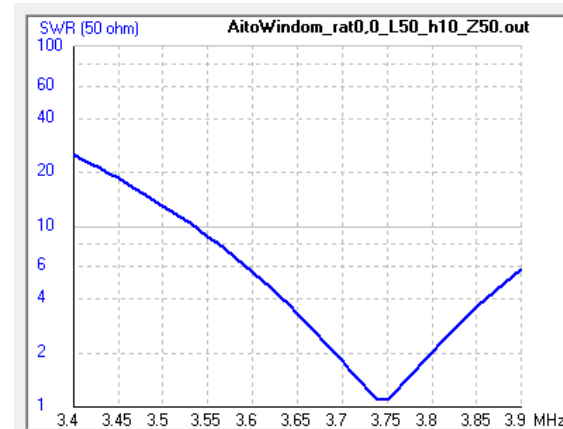
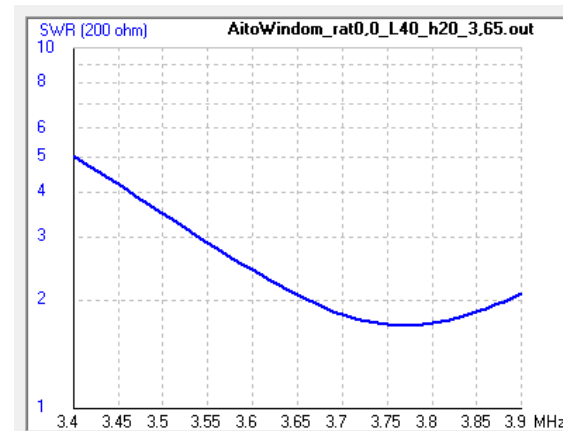
Aito Windom yksilankasyöttö, sovitus

- Syöttöpiste
0, 0,1, 0,25, 0,33 ja 0,4
pituudesta (0 on päästä)
- SWR / impedanssi @200Ω
- **Syöttöjohto neljännes-
aallon pituinen**



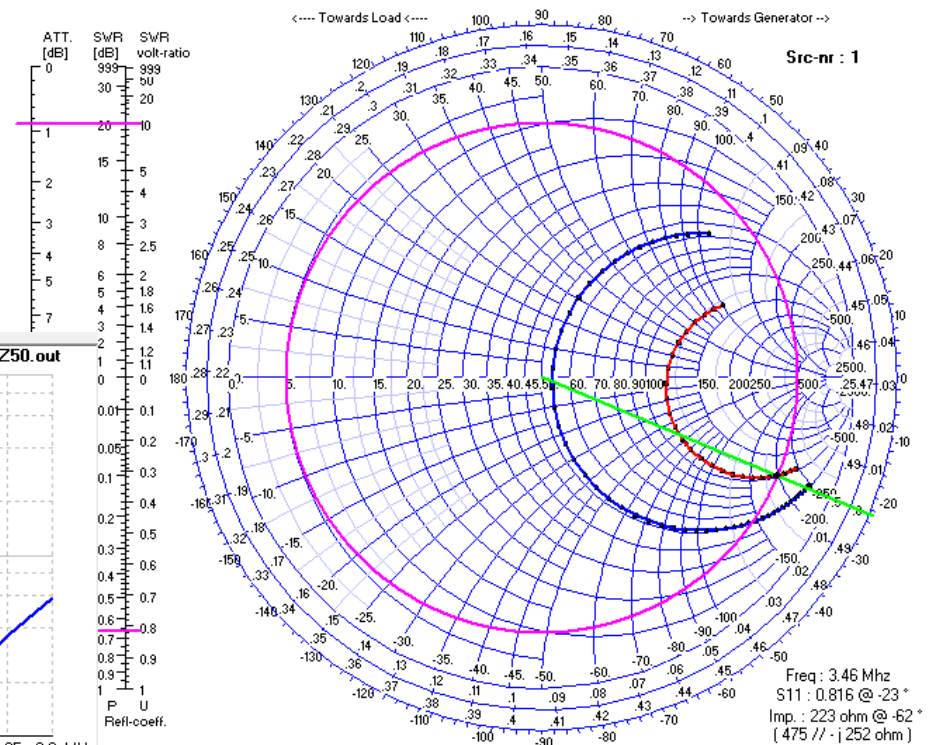
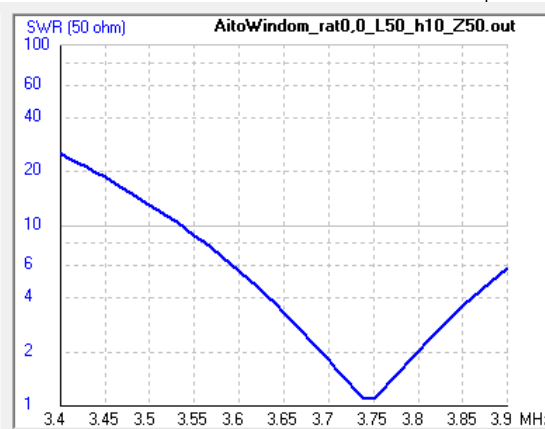
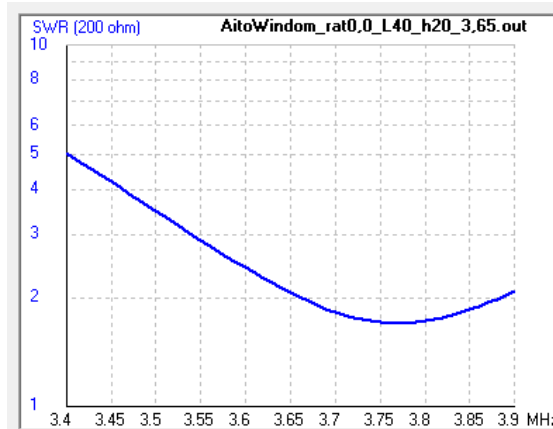
L-antenni

- L-antenni on aito Windom päästä syötettynä, kun vaakaosuus on puoli aallonpituutta, syöttö neljännesaallon mittainen
- Saman langan voi ripustaa $1/8$ aallonpituuden korkeudelle ja vaakaosuus on silloin $5/8$ aallonpituutta ja syöttöjohto $1/8$ aallonpituutta



L-antenni

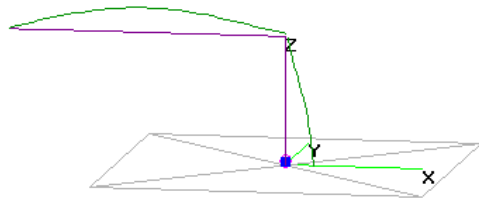
- Windom $\frac{1}{2}$ aallonpituutta ja syöttöjohto $\frac{1}{4}$ aallonpituutta (pun)
- L-antenni $\frac{5}{8}$ aallonpituutta ja syöttöjohto $\frac{1}{8}$ aallonpituutta (sin)



Aito Windom -> L-antenni

AitoWindom_rat0_0_L40_h20_3,65.out

3.65 Mhz



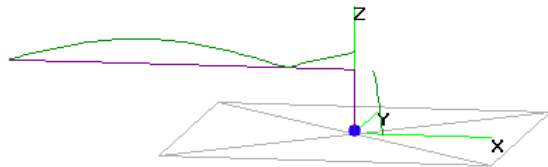
Theta : 80

Axis : 20 mtr

Phi : 280

AitoWindom_rat0_0_L50_h10_3,65.out

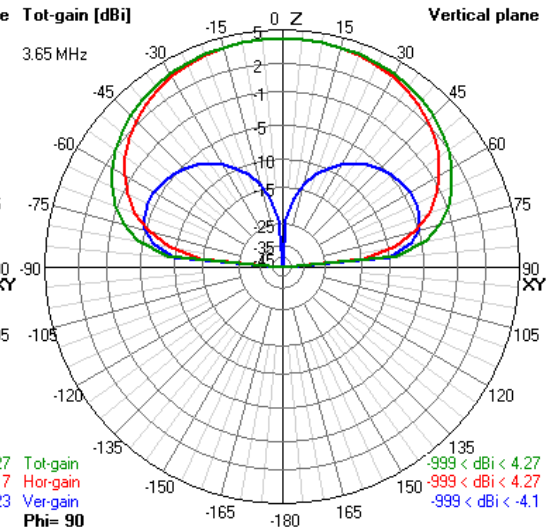
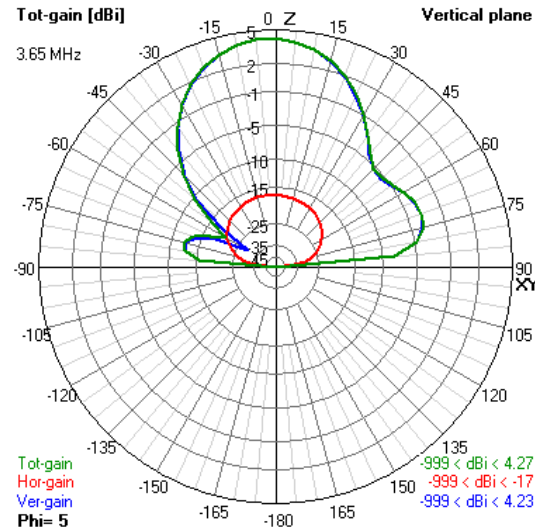
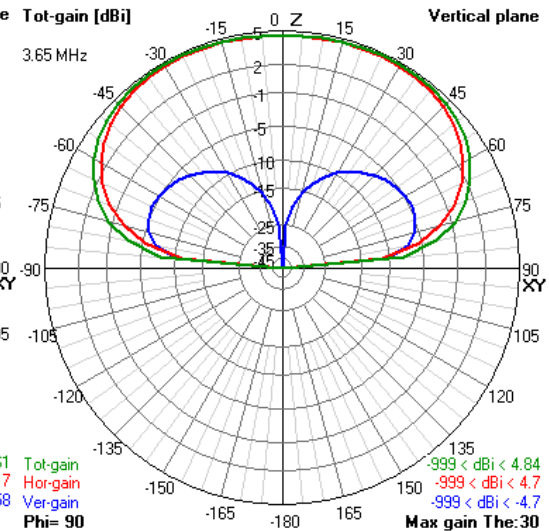
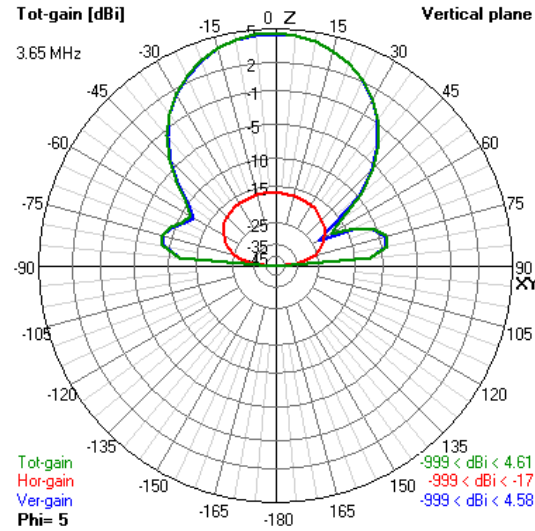
3.65 Mhz



Theta : 80

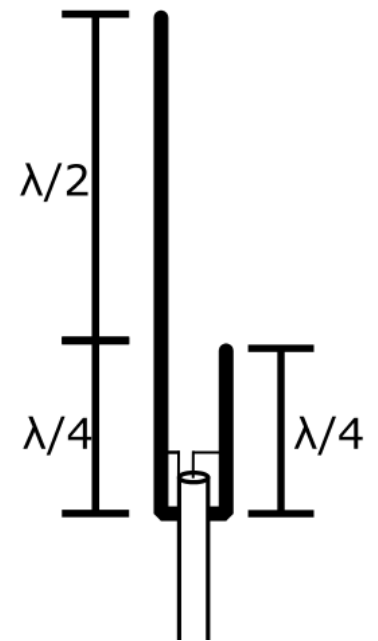
Axis : 20 mtr

Phi : 280



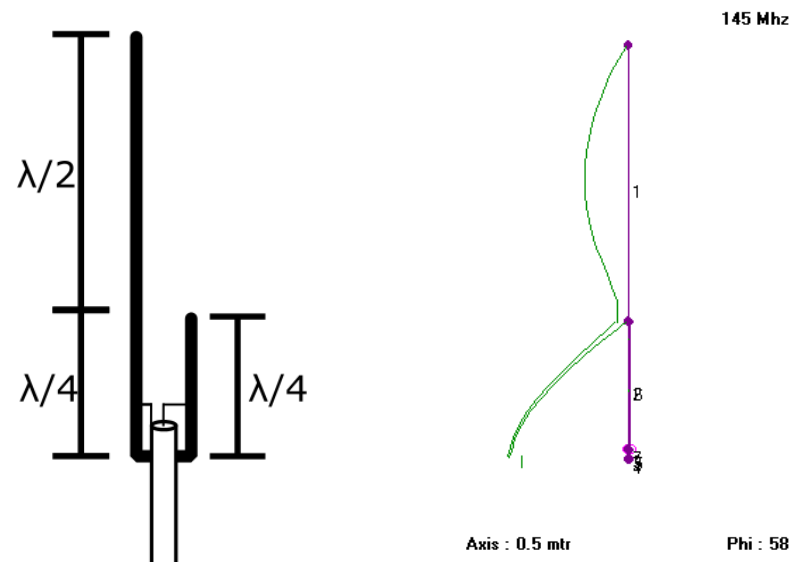
Zepp, J-antenni

- Zepp ja J-antennit ovat päästä syötettyjä puolen aallon dipoliantenneja
 - Niiden toimintaperiaatteesta liikkuu viljejä mielipiteitä
 - Syötön sovitus on tehty tapittamalla oikosuljettuun avojohtoon
 - Avojohto on osa antennin säteilevää osaa
 - Syöttöjohdon vaippa yleensä säteilee



Zepp, J-antenni

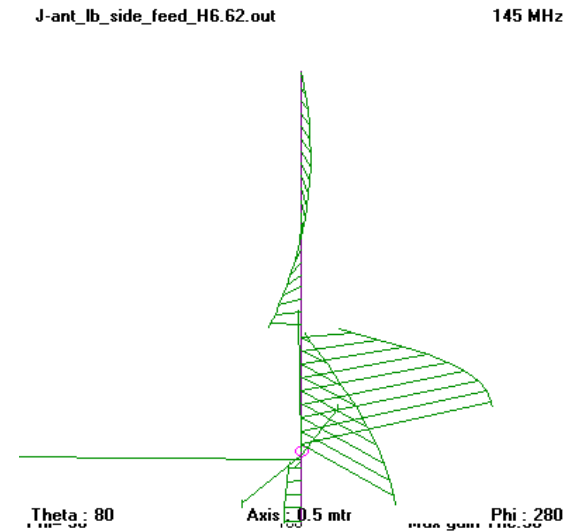
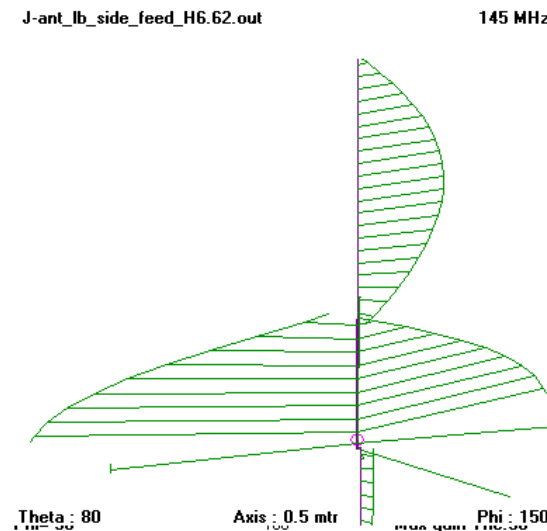
- Antennin ideaalinen syöttö “kelluvana” synnyttää yläosaan dipolille tutun virtajakautuman
- Tarkkaan katsottuna sovitussosan haarojen virrat eivät ole yhtä suuret eli sekin osa säteilee



- Kuva by VK2DMO

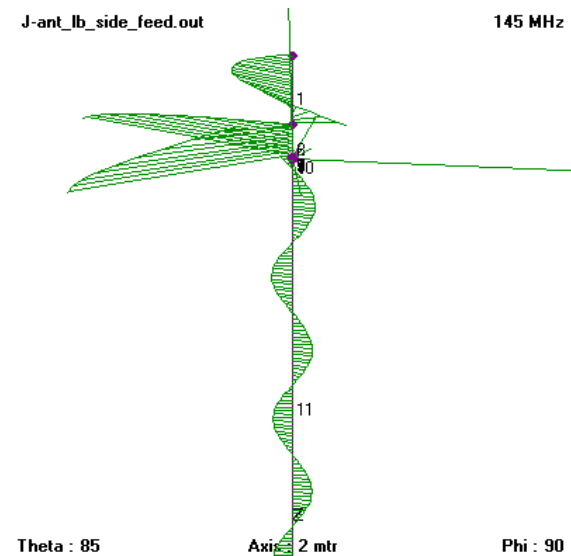
Zepp, J-antenni

- Antennin realistinen syöttö tuo esiin kuinka sovitusosan haarojen virroilla on vaihe-ero eli niihen “erotus” säteilee
- Kuvista ei näe todellista vaihe-eroa
- Syöttöjohtoon lähtee yhteismuodon virta



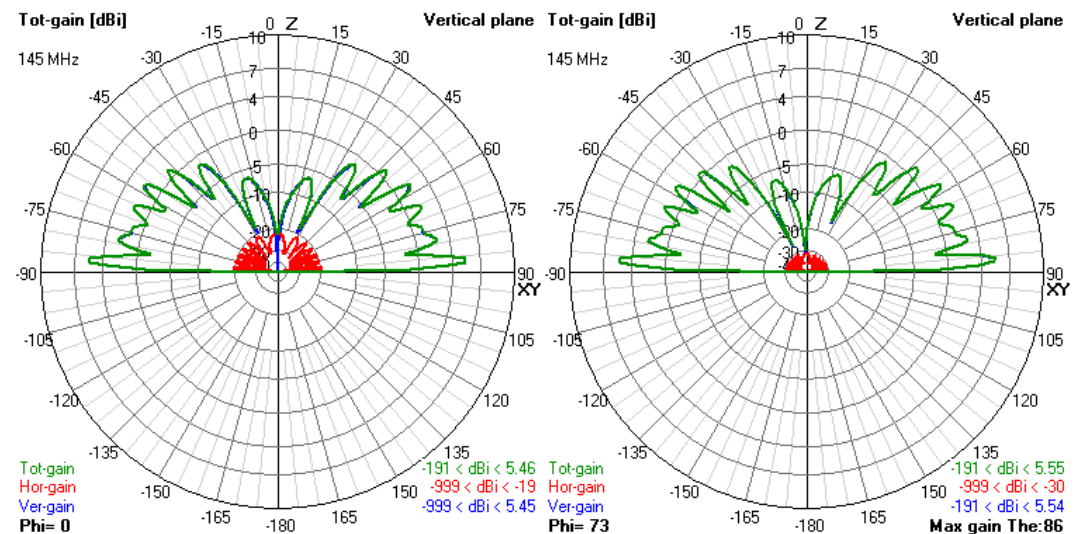
Zepp, J-antenni

- Antennin realistinen syöttö tuo esiin kuinka sovitusosan haarojen virroilla on vaihe-ero eli niiden “erotus” säteilee
- Kuvista ei näe todellista vaihe-eroa
- Syöttöjohtoon lähtee yhteismuodon virta



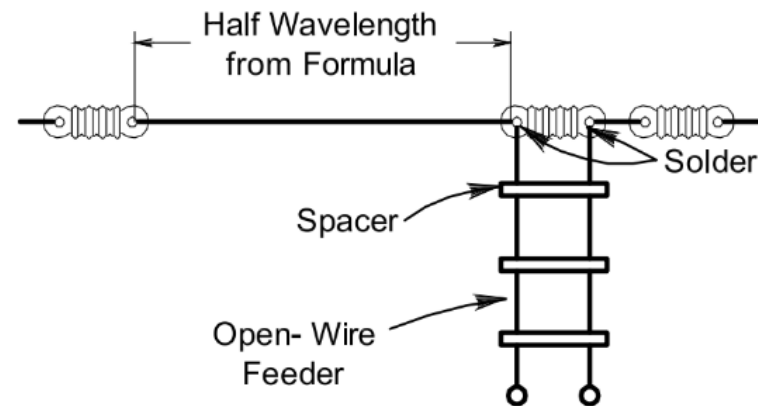
Zepp, J-antenni

- Antennin säteilykuvio on hieman vääristynyt
- Taajuus 145 MHz
- Antennin korkeus n. 7 m
- Taitaapi olla toimiva



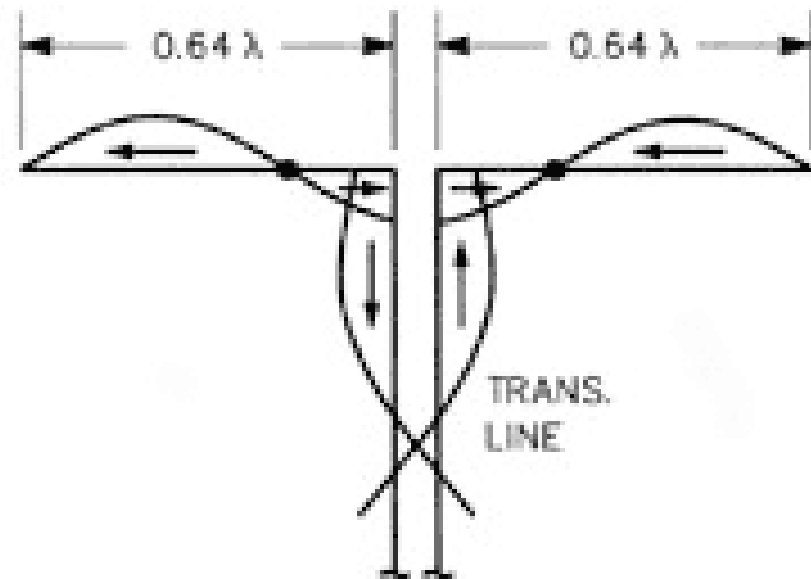
End fed Zepp by VK2OMD

- VK2OMD käsittelee kaltoin päästä syötettyä Zepp antennaia
- Syöttöjohto säteilee
- Säteilyn osuus riippuu onko syötössä virta- vai jännitebaluni
- Syöttöjohto nejännesaallon mittainen



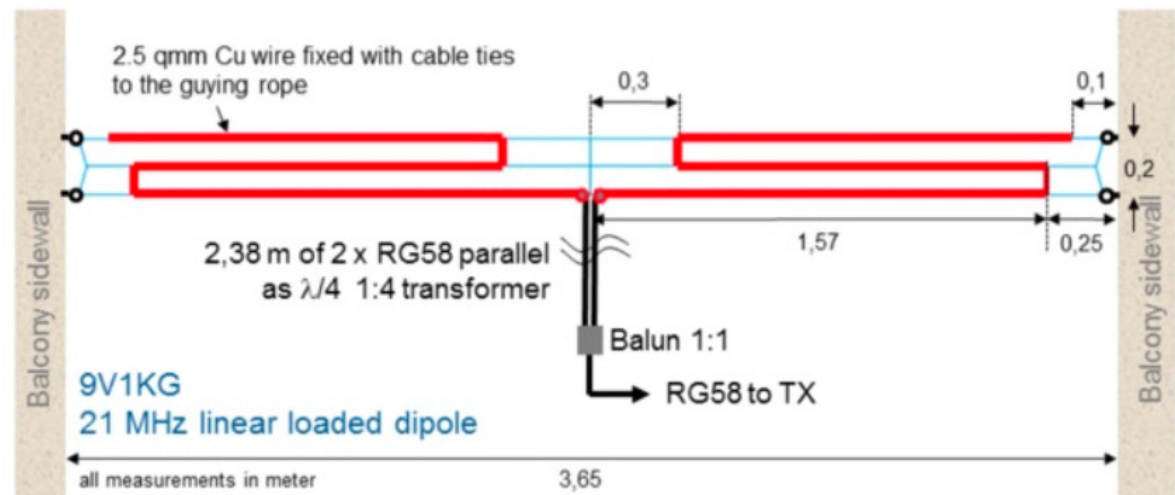
Double Zepp

- Double Zepp on avojohdolla keskeltä syötetty dipoli
 - Rakenne on symmetrinen ja symmetrisesti syötettynä syöttöjohto ei säteile
- Valitsemalla antennin haarojen pituudet sopivasti ominaisuuksia voidaan optimoida käyttötarkoituksen mukaan



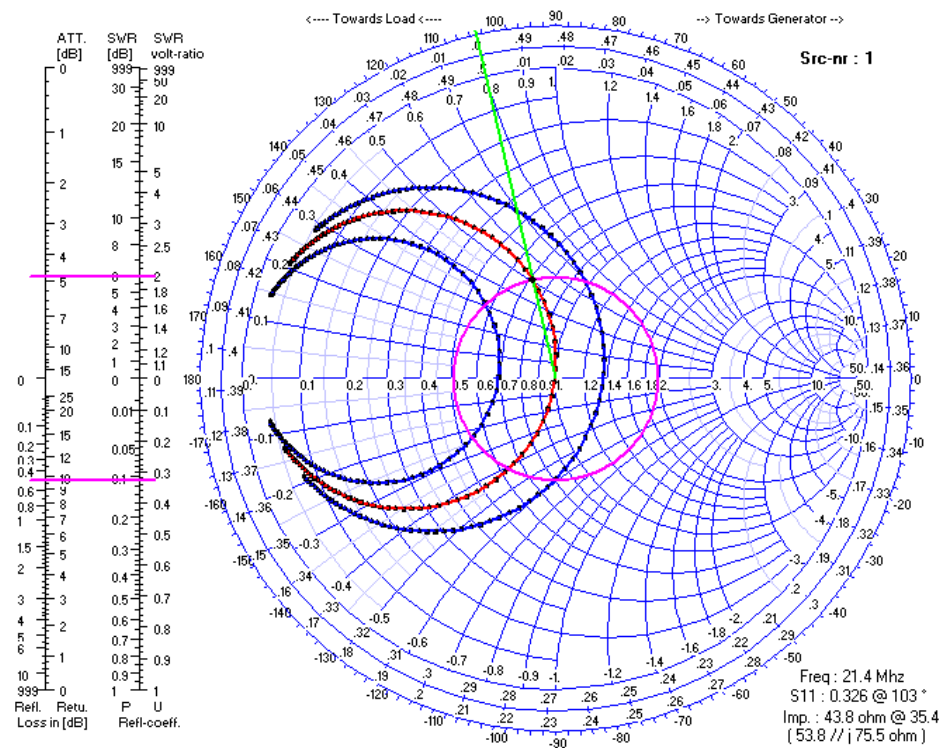
Lyhennetyt dipolit

- Dipolin pituutta voidaan lyhentää ”kuormittamalla” säteilijää induktanssilla
- Kelan sijalla voidaan käyttää oikosuljettua avolinjaa
- Tuo alempi kiemura on päästä oikosuljettu siirtolinja ja on sarjassa elementin kanssa
- 9V1KG



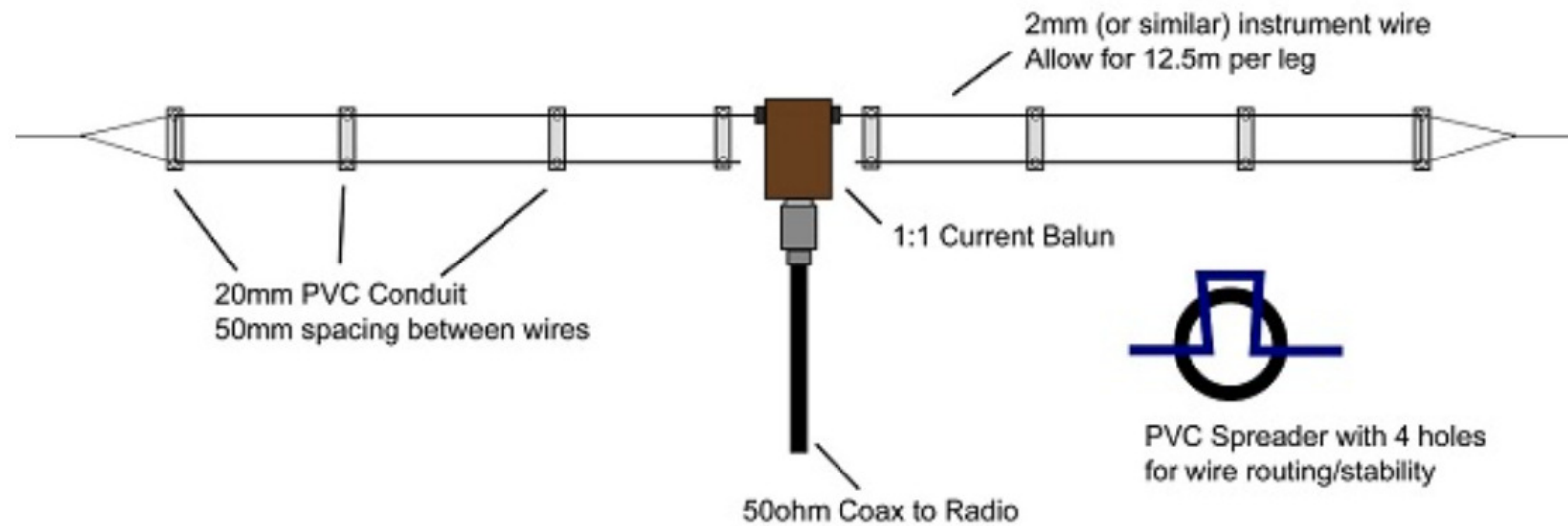
Lyhennetyt dipolit

- 9V1KG versio
 - Neljännesaallon sovitulinjan impedanssi vasemmalta oikealle: 25, 30 ja 35 Ω
 - 25: kaksi 50 Ω rinnakkain
 - 30: 50 Ω ja 75 Ω rinnakkain
 - 35: hups tulipa laskuvirhe
- Impedanssi neljännesaalto syöttöpisteestä!



Lyhennetyt dipolit

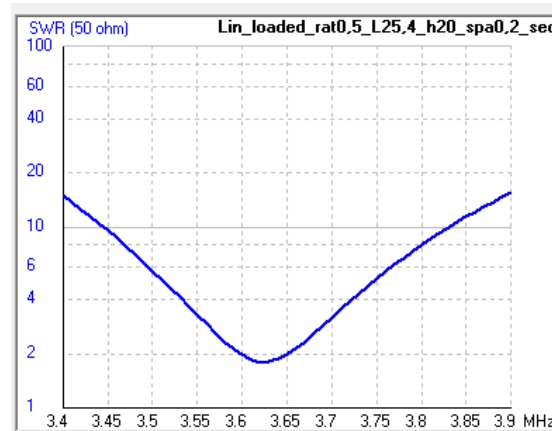
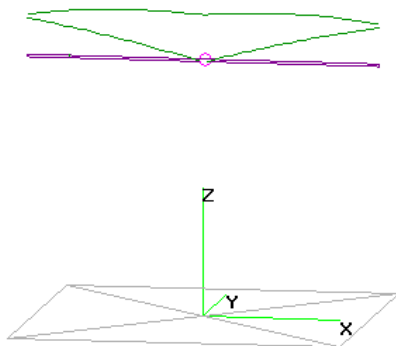
- MOPZT versio



Lyhennetyt dipolit

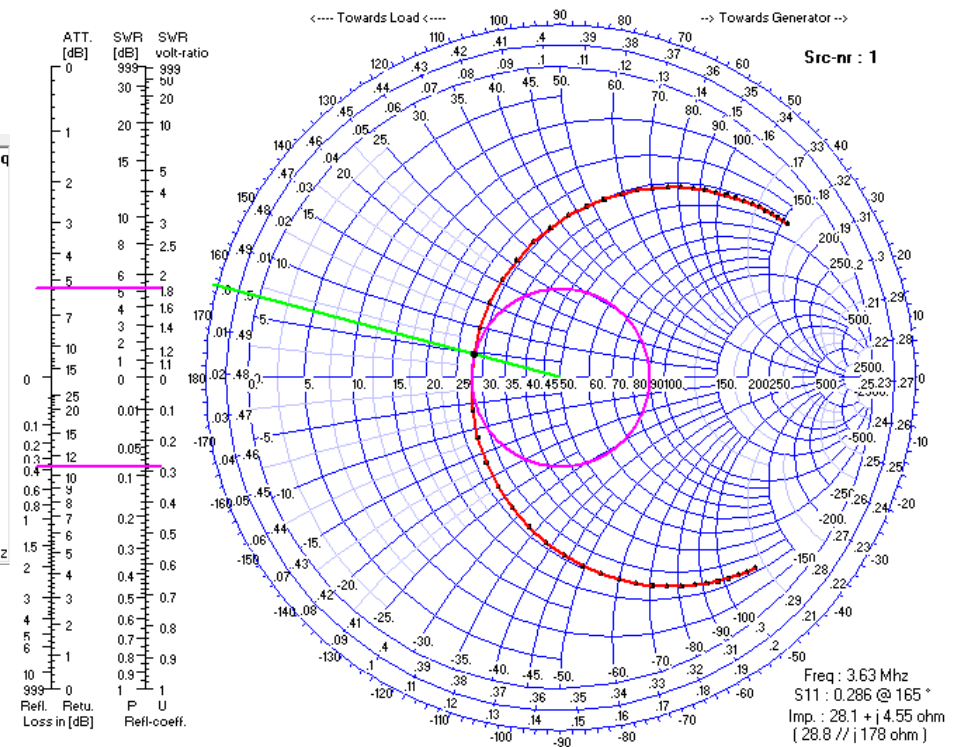
- MOPZT versio

Lin_loaded_rat0,5_L25,4_h20_spa0,2_seqk3.out 3.65 Mhz



Theta : 80 Axis : 10 mtr Phi : 280

- Vaatisi neljännesaallon muuntajan, kaksi 75 Ω rinnakkain olisi sopiva



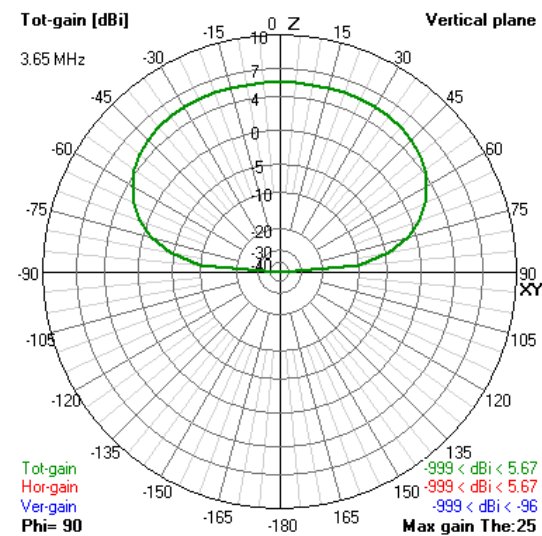
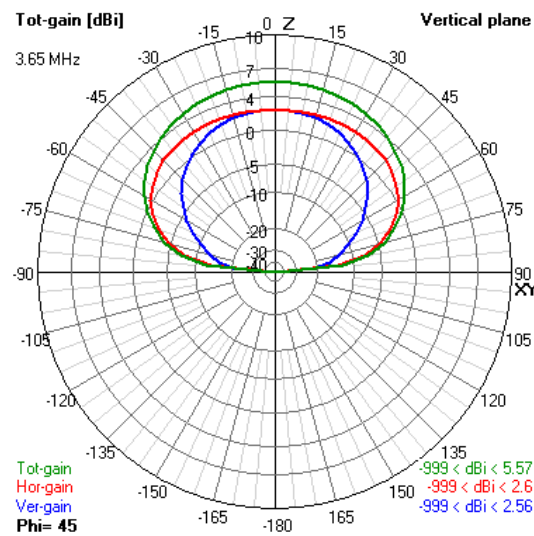
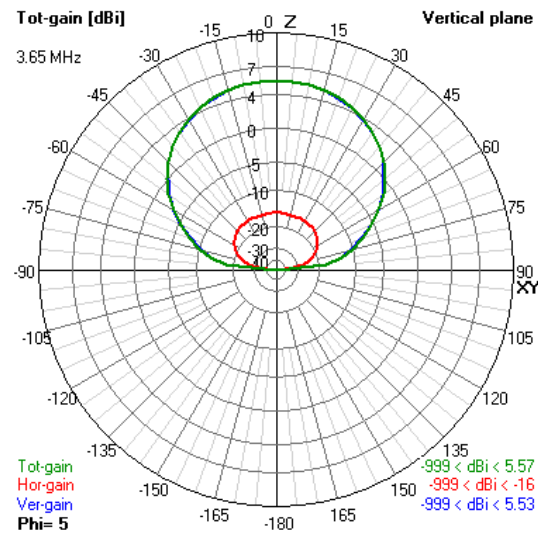
Lyhennetyt dipolit

- MOPZT versio
- Näyttää aika normaalilta dipolilta, impedanssi on vaan aika pieni

Lähes pään suuntaan

45 asteen kulmassa

Poikittain



Suunta-antennit

- Suunta-antenneja käytetään
 - Lähetyksessä lisäämään tehollista säteilytehoa
 - Vaimentamaan vastaanotossa ei-halutuista suunnista tulevia signaaleja etenkin HF-alueella
 - Vastaanottimen kohinakertoimella on vähäinen merkitys
 - Bandikohina on määräävä tekijä
 - VHF ja sitä suuremmilla alueilla vahvistamaan vastaanotetun signaalin voimakkuutta
 - Vastaanottimen kohinakerroin määrää herkkyuden
 - Huippuherkkyyksillä maan lämpökohina asettaa vaatimuksia sivukeiloille

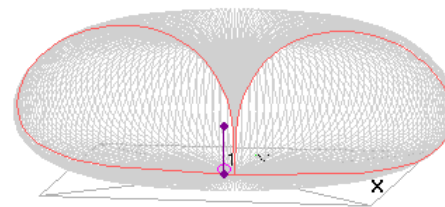
Suunta-antennit

- Tällä kertaa sukellaan suohon, eiku siihen miten säteilykuvio muodostuu
- Dipolin kohdalla mainittiin miten kaukokentän säteilykuvio on kuhunkin suuntaan näkyvien antennielementtien virtojen summa
- Esimerkkinä on kahden neljännesaallon mittaisten vertikaaliantennien muodostama säteilykuvio

Vertikaaliantenni

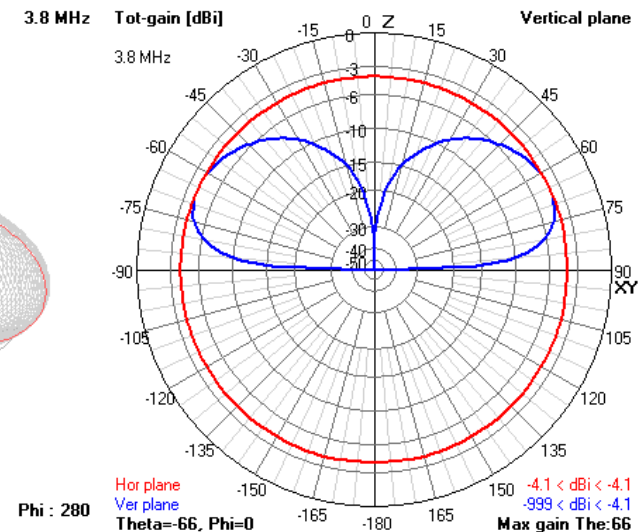
- Yksinäinen vertikaali tyypillinen maa
 - Kuvassa hieman sivussa!
 - Nyt emme tarkastele syöttöpisteimpedanssia
 - Simulaatiossa vertikaalin on huonosti kytketty maahan ja siitä tulee lisähäviöitä, vahvistus vain -4,1 dB

80M1EL_i2_vertikaali.out Tot-gain



Theta : 80

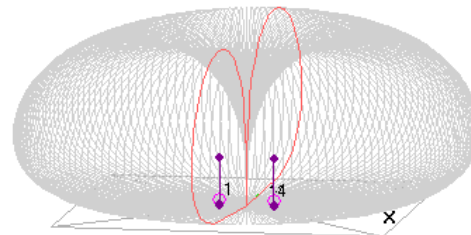
Axis : 50 mtr



Kaksi vertikaaliantennia

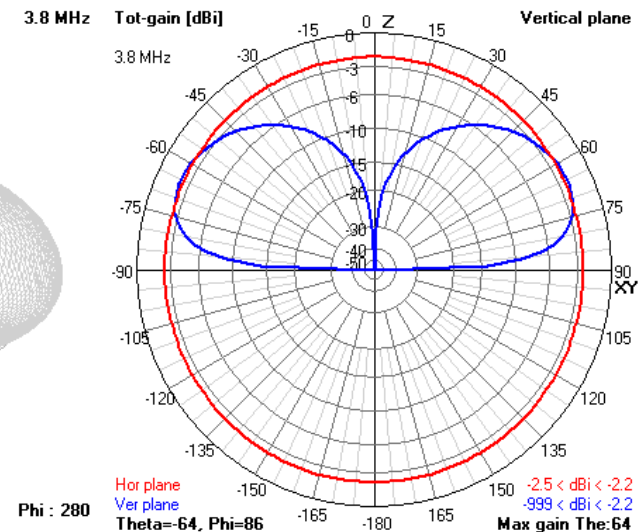
- Säteilukuviioon vaikuttaa antennien etäisyys ja virrat
- Etäisyys neljännesaalto
- Virrat yhtä suuret ja samanvaiheiset
- Eipä juurikaan ”parannusta” säteilukuviioon, mutta vahvistus kasvoi 1,9 dB, osittain parempi maadoitus kahden antennin takia

80M2EL_S0,5x39,45_ph+0.0orbit-gain



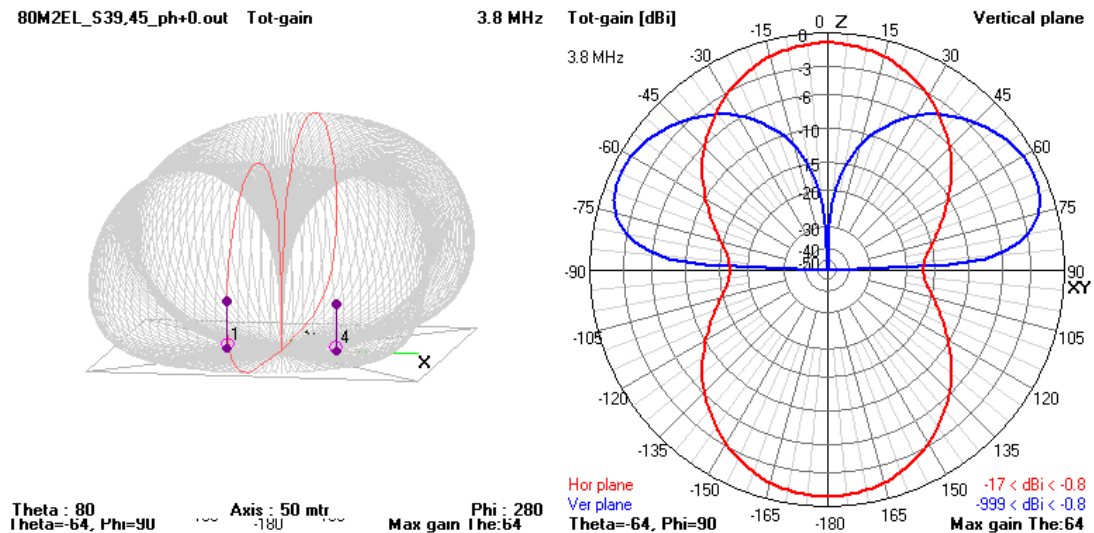
Theta : 80

Axis : 50 mtr



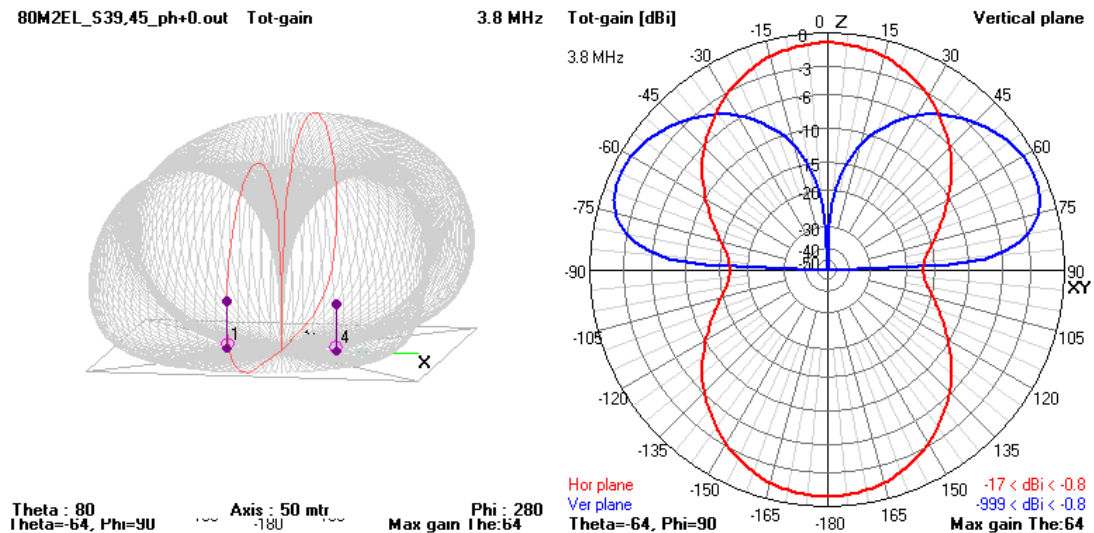
Kaksi vertikaaliantennia

- Säteilökuvioon vaikuttaa antennien etäisyys ja virrat
- Etäisyys puoliaalto
- Virrat yhtä suuret ja samanvaiheiset
- Vahvistus kasvoi 3,3 dB
 - Miksi yli 3 dB?



Kaksi vertikaaliantennia

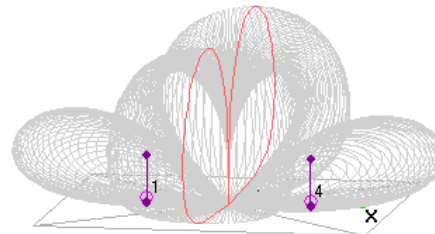
- Säteilyskuviioon vaikuttaa antennien etäisyys ja virrat
- Etäisyys puoliaalto
- Virrat yhtä suuret ja samanvaiheiset
- Vahvistus kasvoi 3,3 dB
 - Miksi yli 3 dB?
 - Tuo 3 dB parannus jokaista antenni tuplaamista kohden on vain ”ohjeellinen”



Kaksi vertikaaliantennia

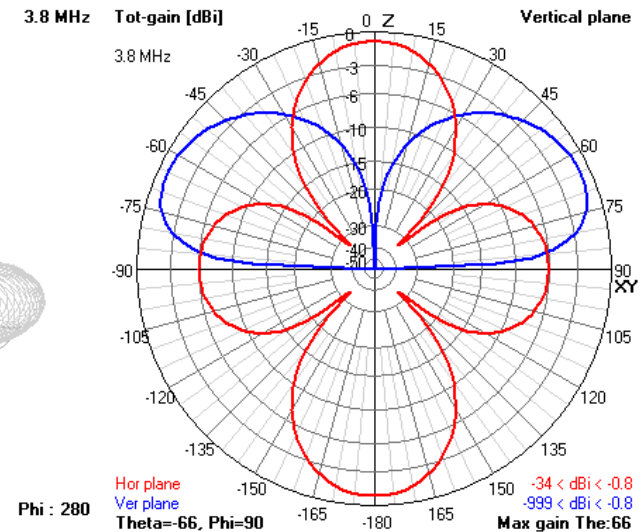
- Säteilökuvioon vaikuttaa antennien etäisyys ja virrat
- Etäisyys kolme neljännesaaltoa
- Virrat yhtä suuret ja samanvaiheiset
- Vahvistus taasen 3,3 dB
 - Taisi tulla raja vastaan, sivuille kasvaa korvat!

80M2EL_S1_5x39,45_ph+0.oibt-gain



Theta : 80

Axis : 50 mtr



Phi : 280

Hor plane
Ver plane
Theta=-66, Phi=90
Max gain The:66
-34 < dBi < -0.8
-999 < dBi < -0.8

Kaksi vertikaaliantennia

- Säteilökuvioon vaikuttaa antennien etäisyys ja virrat
- Edellä vaihdettiin vain etäisyyttä ja saatiin antennien yhdysjanaan nähden poikittain olevat keilat
- Vaihdetaan toisen antennin virran suunta
- Mitäs tästä voi aiheutua?

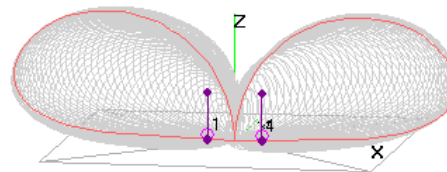
Kaksi vertikaaliantennia

- Säteilykuvioon vaikuttaa antennien etäisyys ja virrat
- Edellä vaihdettiin vain etäisyyttä ja saatiin antennien yhdysjanaan poikittain olevat keilat
- Vaihdataan toisen antennin virran suunta
- Mitäs tästä voi aiheutua?
 - Ainakin yhdysjanaan poikittain olevassa suunnassa virrat kumoavat toisensa
 - Taitaa säteilykuvion minimi kääntyä 90 astetta

Kaksi vertikaaliantennia

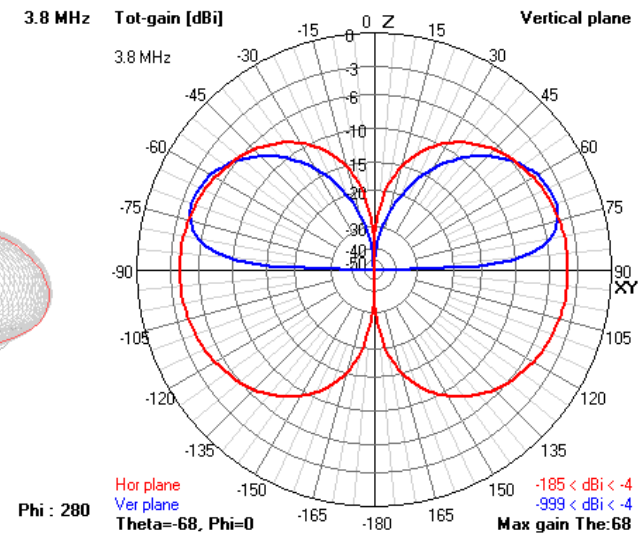
- Säteilykuviioon vaikuttaa antennien etäisyys ja virrat
- Etäisyys neljännesaalto
- Virrat yhtä suuret ja **vastakkaisvaiheiset**
- Vahvistus 0,1 dB
- Mitenkäs saadaan tutumpi yksisuuntainen säteilykuvio?

80M2EL_S0,5x39,45_ph-180Tot gain



Theta : 80

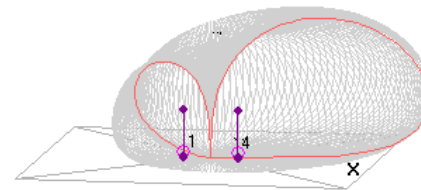
Axis : 50 mtr



Kaksi vertikaaliantennia

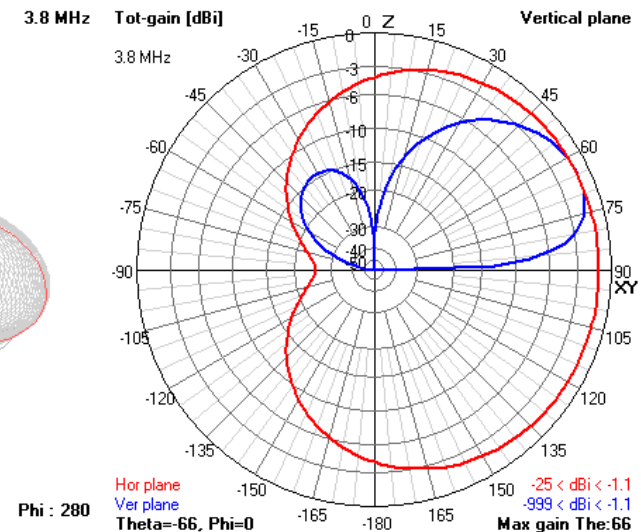
- Säteilökuvioon vaikuttaa antennien etäisyys ja virrat
- Etäisyys neljännesaalto
- **Virta -90 astetta**
- Vahvistus 3 dB
- Nollakorotuksen paras valinta ja tyypillinen teorian esittämisasetelma

80M2EL_S0,5x39,45_ph-90_dipol-gain



Theta : 80

Axis : 50 mtr

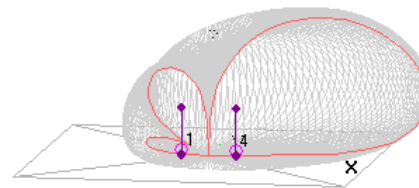


Phi : 280

Kaksi vertikaaliantennia

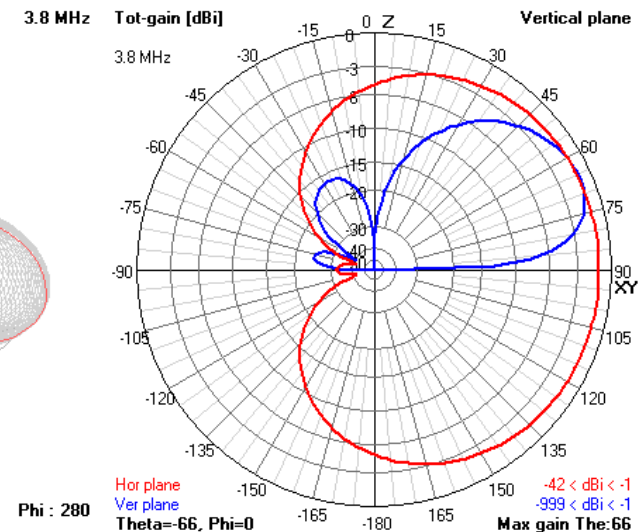
- Säteilukuviioon vaikuttaa antennien etäisyys ja virrat
- Etäisyys neljännesaalto
- **Virta -100 astetta**
- Vahvistus 3,1 dB
- Etu-takasuhteessa parannus

80M2EL_S0,5x39,45_ph-100T



Theta : 80

Axis : 50 mtr

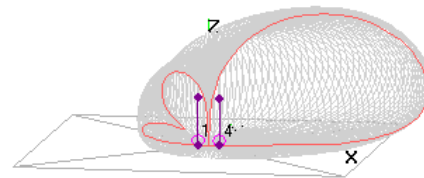


Hor plane -42 < dBi < -1
Ver plane -999 < dBi < -1
Theta=-66, Phi=0 Max gain The:66

Kaksi vertikaaliantennia

- Säteilykuvioon vaikuttaa antennien etäisyys ja virrat
- Etäisyys **kymmenesosa** aallonpituudesta
- **Virra -150 astetta**
- Vahvistus -1,3 dB
- Antennien läheisyys huonontaa vahvistusta, säteilykuvio on hyvä etenkin vastaanottoon (hiljainenko?)

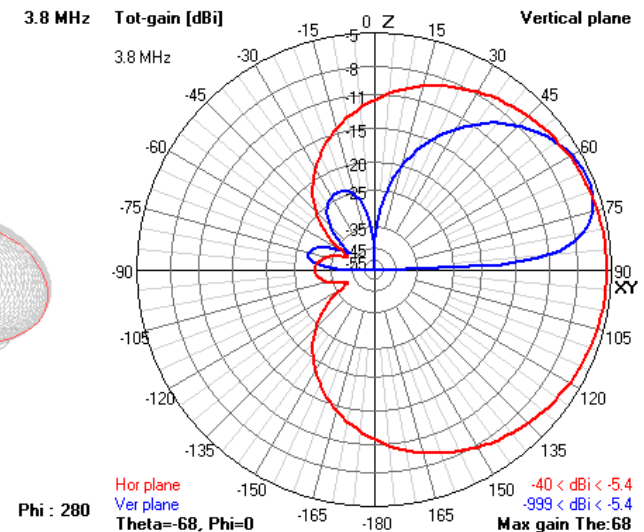
80M2EL_S0,2x39,45_ph-150I



Theta : 80

Axis : 50 mtr

Phi : 280



Vertikaaliantenniryhmä

- Kahdella vertikaaliantennilla saa aikaan suunta-antennin, jonka keilan voi kääntää sähköisesti vastakkaisuuntaan
- Neljällä neliöön laitettulla ryhmällä suuntia saadaan neljä tai jopa kahdeksan
- Keilanleveydestä johtuen vahvistus jää varsin pieneksi
- Vieläkin useampi antenni voidaan laittaa ympyrän kehälle

Vertikaaliantenniryhmä

- Neljällä neliöön laitetulla ryhmällä suuntia saadaan neljä tai jopa kahdeksan suuntaa

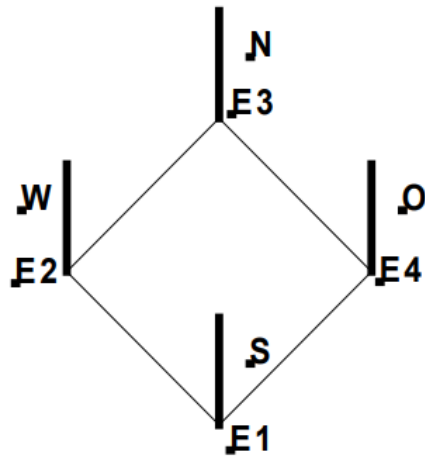


Figure 1.16 diamond shape

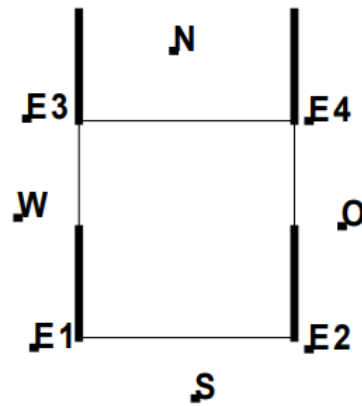


Figure 1.16 square

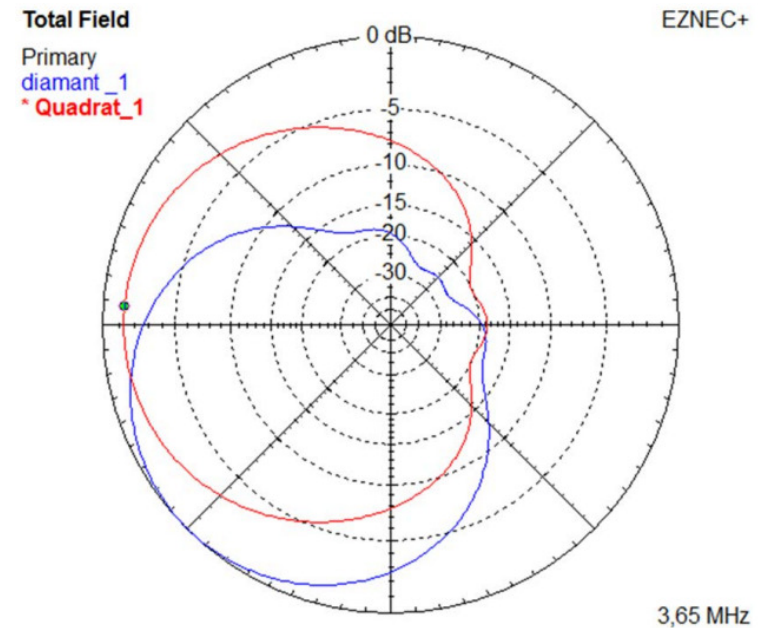


Figure 1.17 The radiation maxima differ by 45 degrees

- <https://remoteqth.com/img/ZAW-WIKI/4sq-8dir/4sq.pdf>

VOR antenni

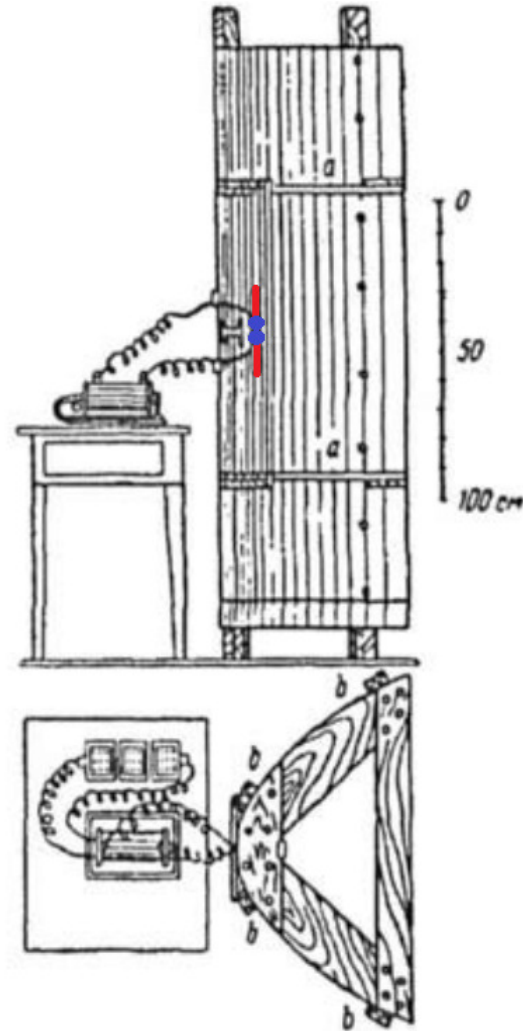


Suunta-antennin toimintaperiaate

- Sijoitetaan antennielementtejä riittävän laajalle alueella
- Järjestetään antennielementteihin sopivat virrat ja vaiheet
- Yagi antenni on yksi esimerkki suunta-antennista, jossa yleensä syötetään yhtä "säteilijä" elementtiä ja muihin elementteihin indusoituu sopivat virrat ja vaiheet elementtien keskinäisvaikutuksen kautta
- Toinen tapa on syöttää kaikkia elementtejä kuten on tehty LPDA ratkaisussa
- **Suunnittelu vaatii tietokonesimulointeja**

Mitä vielä?

- Monialueantennit
 - LPDA
 - OFD
 - Monialue yagit
 - LK99
 - Beverage
 - Loopit
- Polarisaatio
 - Eteneminen
 - Antennit

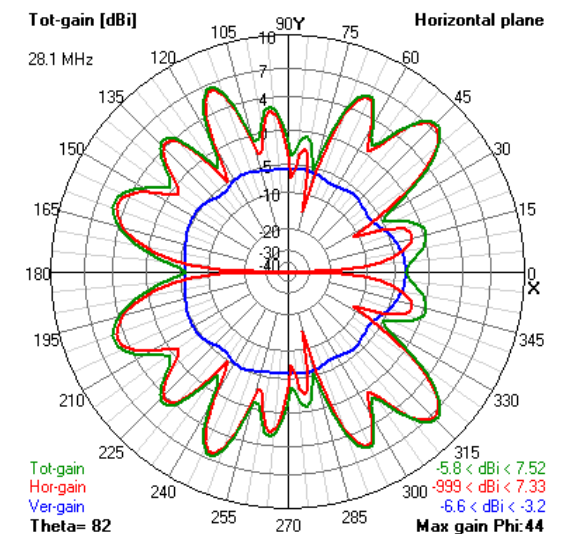
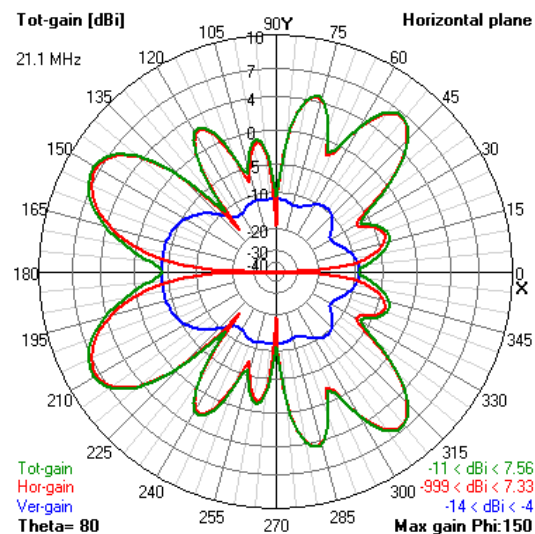
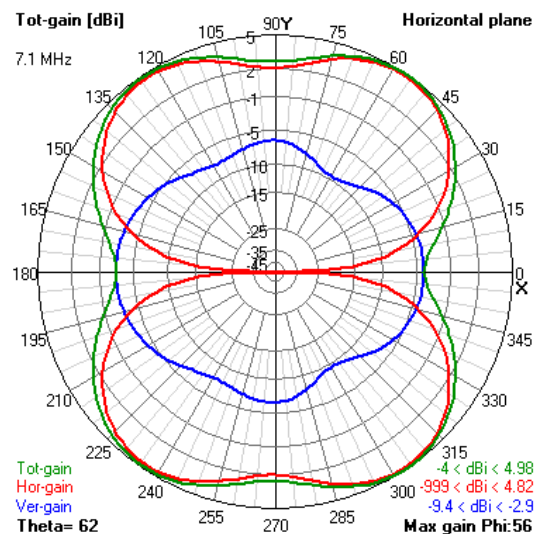


Monialueantennit

- Antennin monialueisuus on oikeastaan kysymys miten antennin impedanssi voidaan sovittaa vaikkapa 50Ω laitteisiin
- Sinänsä dipoli säteilee kaikilla taajuuksilla, mutta on sovitettavissa helpommin resonanssitaajuuksien läheisyydessä
- Impedanssi puolenaallon dipolin keskellä on pieni perustaajuudella ja sen parittomilla kerrannaisilla (sarjaresonanssi)
- Parillisilla kerrannaisilla on suuri impedanssi (rinnakkaisresonanssi)
- Syöttämällä dipolia vaikkapa kolmasosan kohdalta saadaan pieni impedanssi muillakin kerrannaisilla, OFD

Moniaaltoalueen antennin säteilykuvio

- Dipolityyppisten moniaaltoalueen antenneissa virtajakautuma muodostuu sellaiseksi, että syntyy monia keiloja, 80 m OFD ilman balunia taajuuksilla 7, 21 ja 28 MHz parhaaseen korotuskulmaan

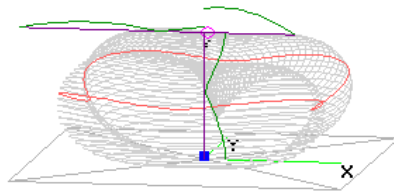


Moniaaltoalueen antennin säteilykuvio

- Dipolityyppisten moniaaltoalueen antenneissa virtajakautuma muodostuu sellaiseksi, että syntyy monia keiloja, 80 m OFD ilman balunia taajuuksilla 7, 21 ja 28 MHz parhaaseen korotuskulmaan

OFD_rat0,33_L40_h20_gen_31000000-balun.out

7.1 MHz



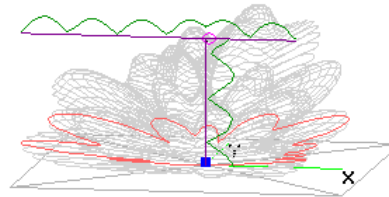
Theta : 80

Axis : 20 mtr

Phi : 280

OFD_rat0,33_L40_h20_gen_31000000-balun.out

21.1 MHz



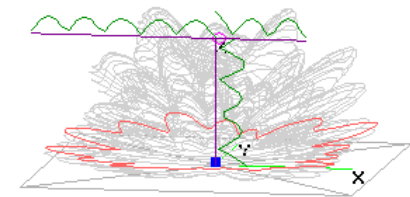
Theta : 80

Axis : 20 mtr

Phi : 280

OFD_rat0,33_L40_h20_gen_31000000-balun.out

28.1 MHz



Theta : 80

Axis : 20 mtr

Phi : 280

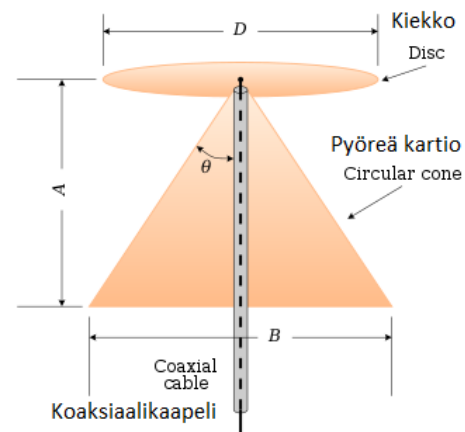
Monialueantennit

- Toinen tapa laajentaa dipolityyppisen antennin kaistaa on kuormittaa sitä vastuksella
 - Vastus luonnollisesti aiheuttaa häviöitä, mutta antenni on silti käyttökelpoinen
- Kolmas tapa on lisätä anteeniin haluttujen alueiden elementtejä ja syöttää niitä rinnakkain
 - Rinnakkain laitetut elementit vaikuttavat voimakkaasti toisiinsa ja mitoitus vaatii suunnittelua
 - Helpoin tapa olisi laittaa elementit poikittain toisiinsa nähden maksimissaan kolmeen suuntaan
- Rinnakkaissyötön sijaan voidaan käyttää ns. parasiittista syöttöä

Laajakaista-antennit

- Antennin laajakaistaisuus syntyy geometrialla
- Yksinkertaisimmillaan käytetään paksuja dipolin elementtejä
- Vähemmällä materiaalimäärällä syntyy discone (kiekko-kartio) antenni
 - Kiekon halkaisija $0,7 \times$ aallonpituus
 - Kartion pituus pintaa pitkin neljännesaalto
 - Kartiokulma $25 - 40$ astetta
 - Taajuusalue $1:10$ tai enemmän

• Kuvat Wikipedia: [Discone antenna - Wikipedia](#)

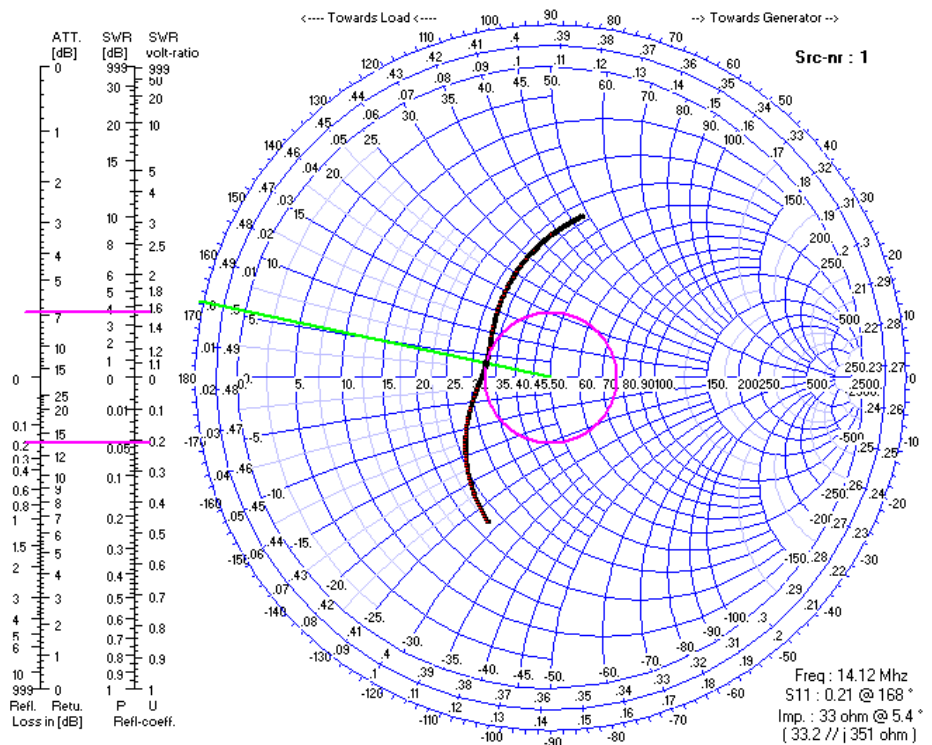
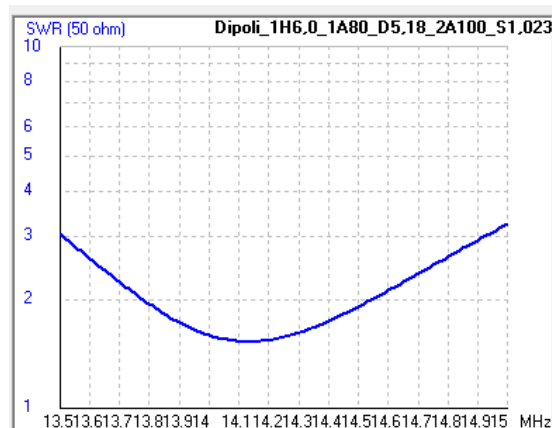


Yhden bandin laajakaista-antenni

- Ristidipoli käännettyssä V-asennossa voidaan mitoittaa kattamaan koko 80 m alue n. 8 %, SWR < 2
- Kun ristidipolin haarat ovat samanmittaiset, niin kaistaleveys on 4,5 % SWR 2,0 arvolla eli sama luokkaa kuin tavallisella V-asennon dipolilla
- Toimiakseen laajakaistaisena dipolien haarojen tulee olla erimittaiset
- Sopivasti valitsemalla antennin korkeus ja huippukulma saadaan yhden käännetyn Vee:n dipolin impedanssiksi 50 Ω

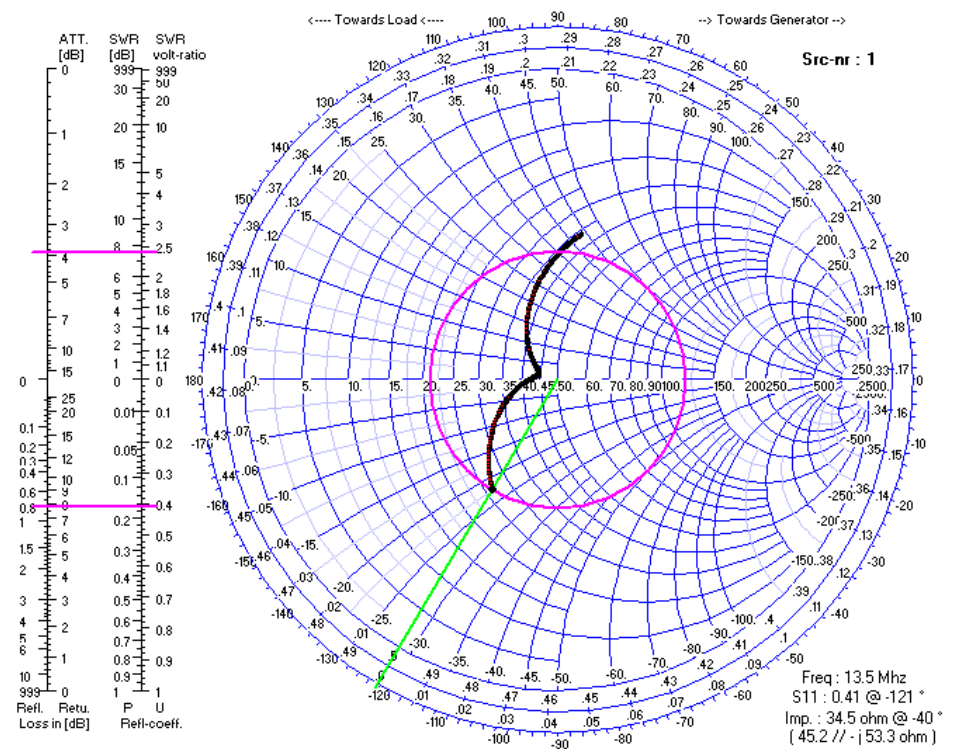
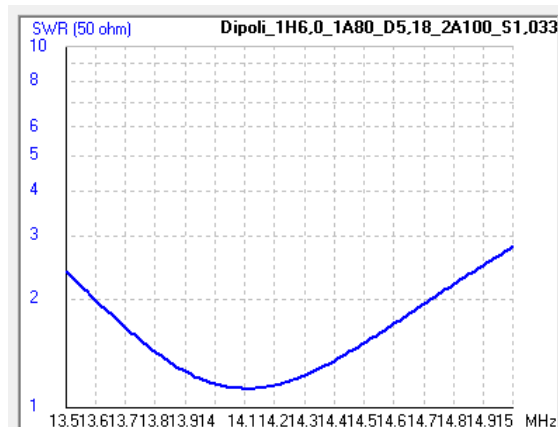
Yhden bandin laajakaista-antenni

- Ristidipoli käännetyssä V-asennossa, haarojen pituussuhde 1,046 eli ero on 4,6%
- SWR 2,0 kaista 5,2 %



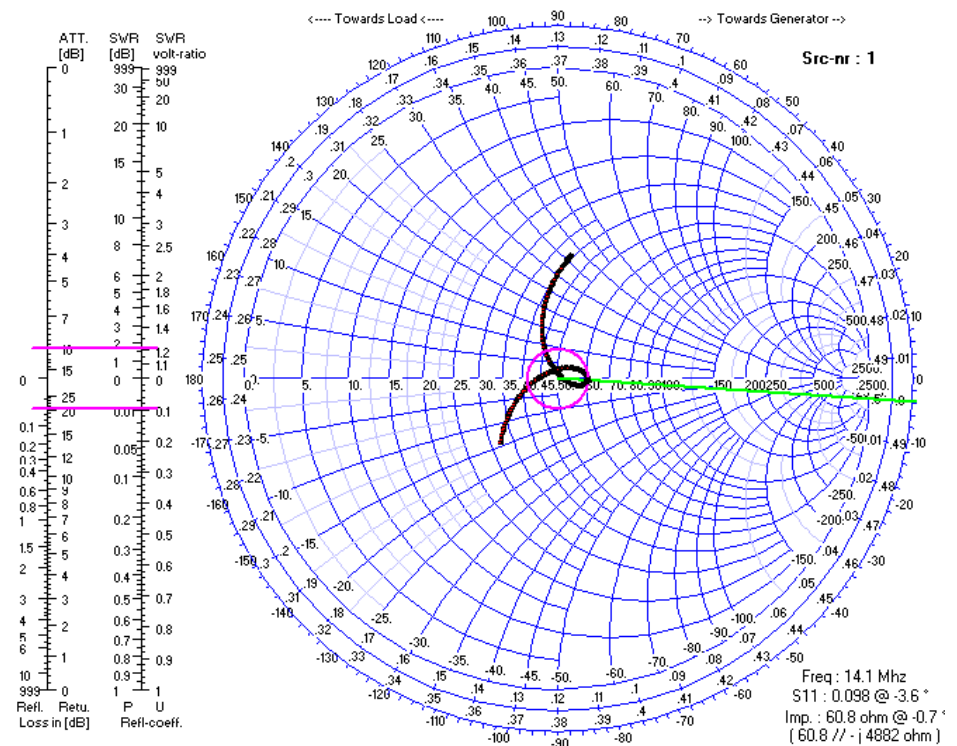
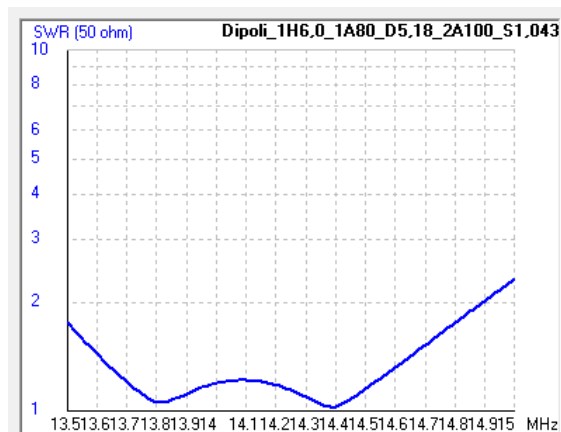
Yhden bandin laajakaista-antenni

- Ristidipoli käännetyssä V-asennossa, haarojen pituussuhde 1,066 eli ero on 6,6%
- SWR 2,0 kaista 7,9 %



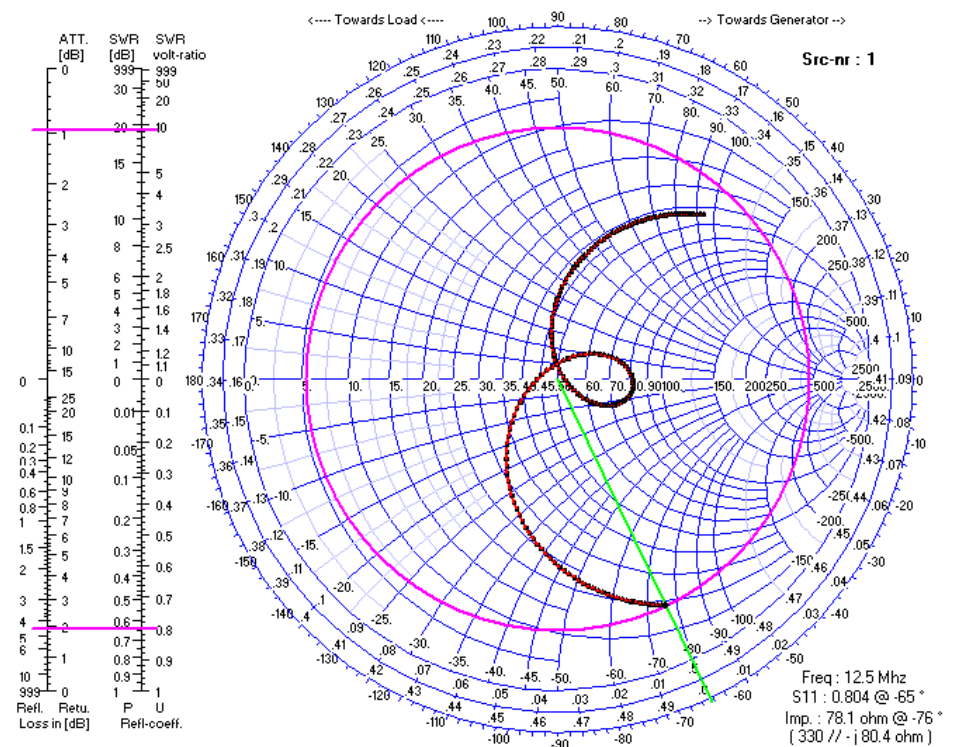
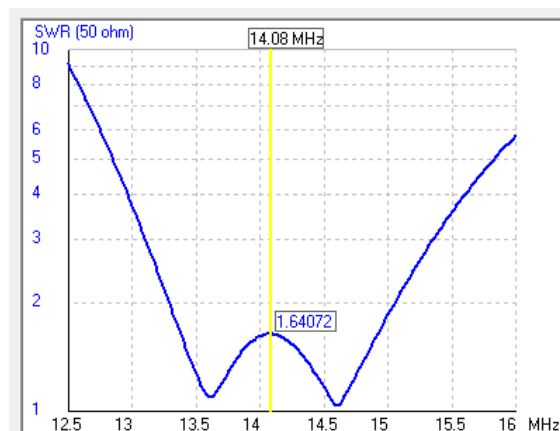
Yhden bandin laajakaista-antenni

- Ristidipoli käännetyssä V-asennossa, haarojen pituussuhde 1,086 eli ero on 8,6%
- SWR 2,0 kaista n. 10 %



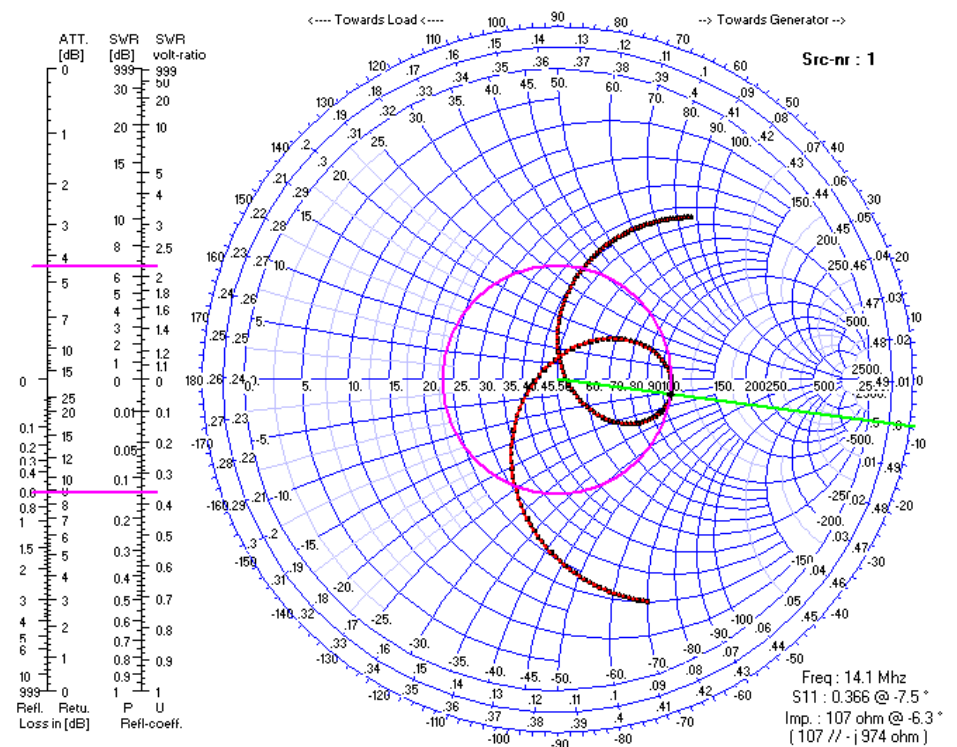
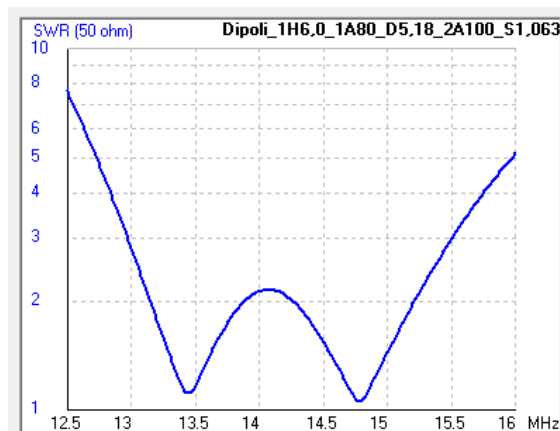
Yhden bandin laajakaista-antenni

- Ristidipoli käännetyssä V-asennossa, haarojen pituussuhde 1,106 eli ero on 10,6%
- SWR 2,0 kaista 13 % keski SWR 1,6



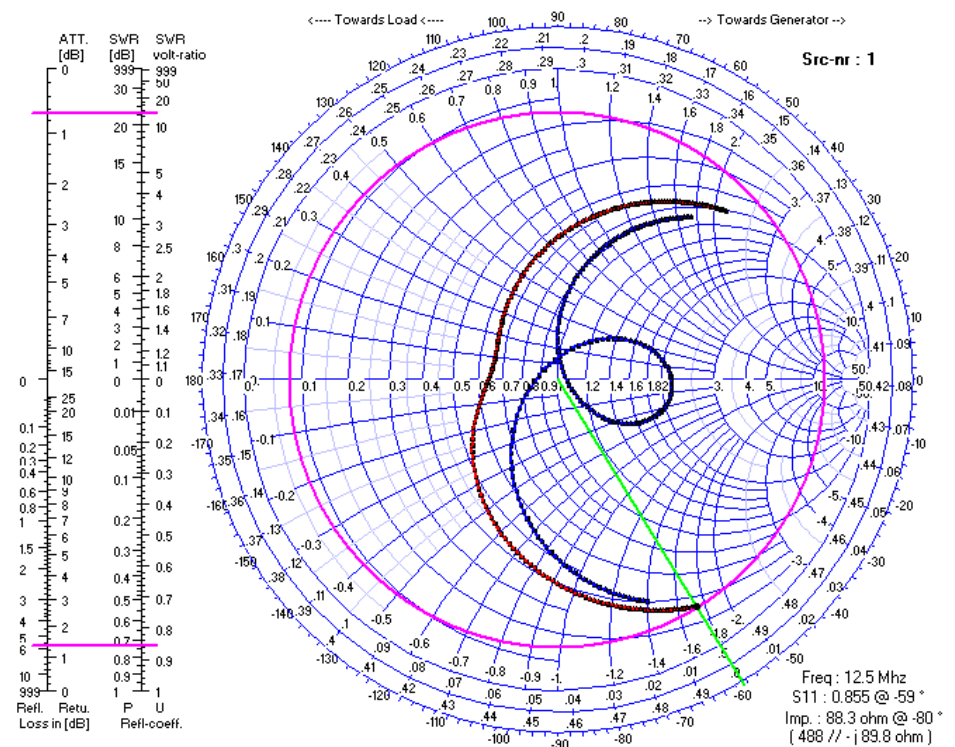
Yhden bandin laajakaista-antenni

- Ristidipoli käännetyssä V-asennossa, haarojen pituussuhde 1,126 eli ero on 12,6%
- SWR 2,0 kaista 15 % keski SWR 2,3



Yhden bandin laajakaista-antenni

- Ristidipoli käännetyssä V-asennossa
- Erimittaiset dipolihaarat
- Tässä lankadipolitapauksessa n. 8 % pituuserolla antennin polarisaatio on ympyrä
- Kummankin antennin impedanssi yksinään on 50Ω ja niiden rinnankytkennän impedanssi on 50Ω , kompleksilukujen ihme!



Horisontaali- vai vertikaaliantenni?

- Vaakapolarisaatio oikosulkeutuu pienissä lähtökulmissa
- Tietysti vertikaali DX-työskentelyyn, vai onko näin?
- Jutussa ”Ideaalisti maanläheinen” esitin miten myös vertikaalipolarisaatiolla on tyypillisen maan tapauksessa suuri vaimennus pienissä lähtökulmissa
Rixun Kolmonen Numero 1/2023 #94 5.3.2023
- Vertikaali/vaaka polarisaatioita on tietysti tutkittu ja tulos on mielenkiintoinen

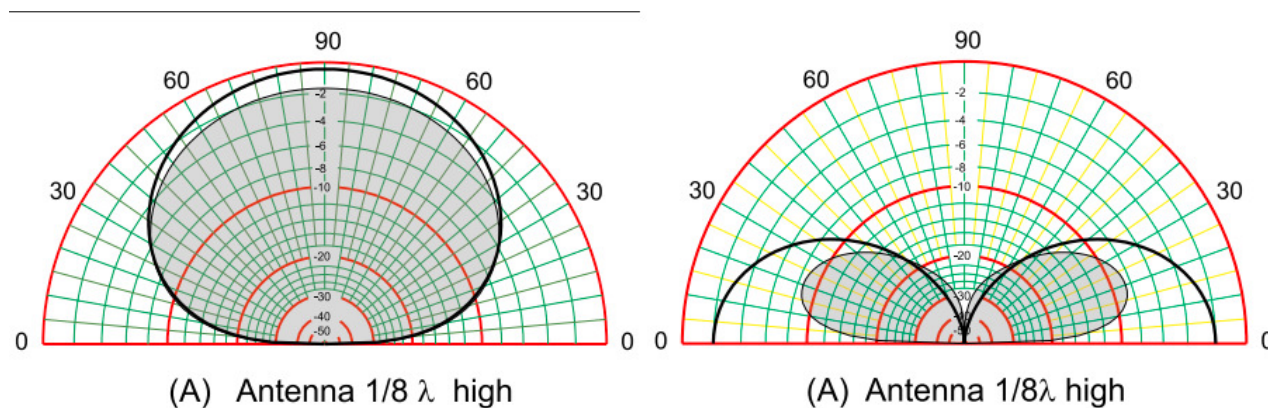
Horisontaali- vai vertikaaliantenni?

- Missäs tulokulmissa DX-asetat tyypillisesti tulevat vastaanottimeen?
- Minä en tiedä, mutta ei ainakaan ihan suurissa

- Mitenkäs muuten verrataan vertikaali- ja vaaka-antenneja, tässä otan vertailun perustaksi syöttöpisteen korkeuden
 - Vertikaaliantenni on siten keskimäärin hieman korkeammalla

Horisontaali- vai vertikaaliantenni?

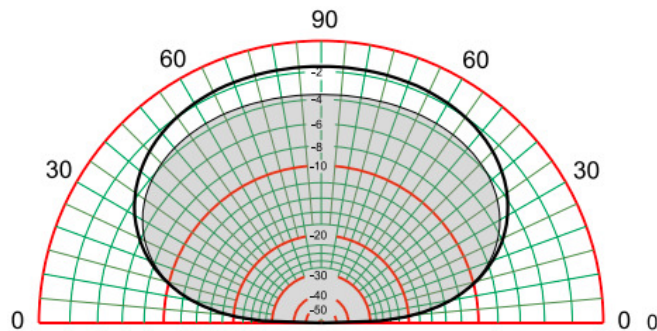
- Laitetaan antennit kahdeksasosa-aallon korkeudelle



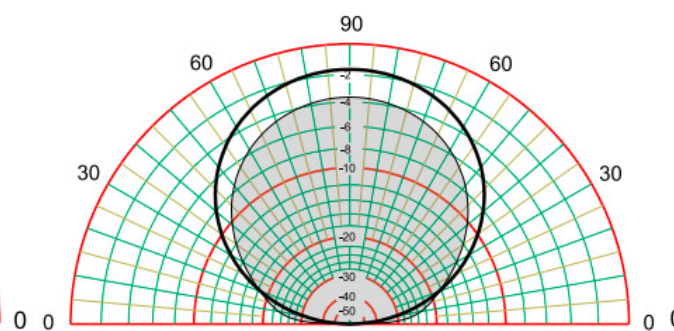
- Harmaa alue vastaa saman lähetystehon säteilykuvioita tyypillisen maan tapauksessa
- Vaakapolaroitu antenni voittaa mennessä yli 20 asteen kulmissa, vaakapolaroidin dipolin päätysuunnan kuva puuttuu

Horisontaali- vai vertikaaliantenni?

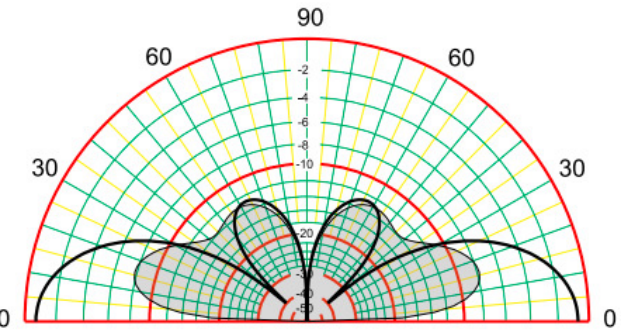
- Antennit neljännesaallon korkeudella



(B) Antenna $1/4\lambda$ high



(A) Antenna $1/4\lambda$ high

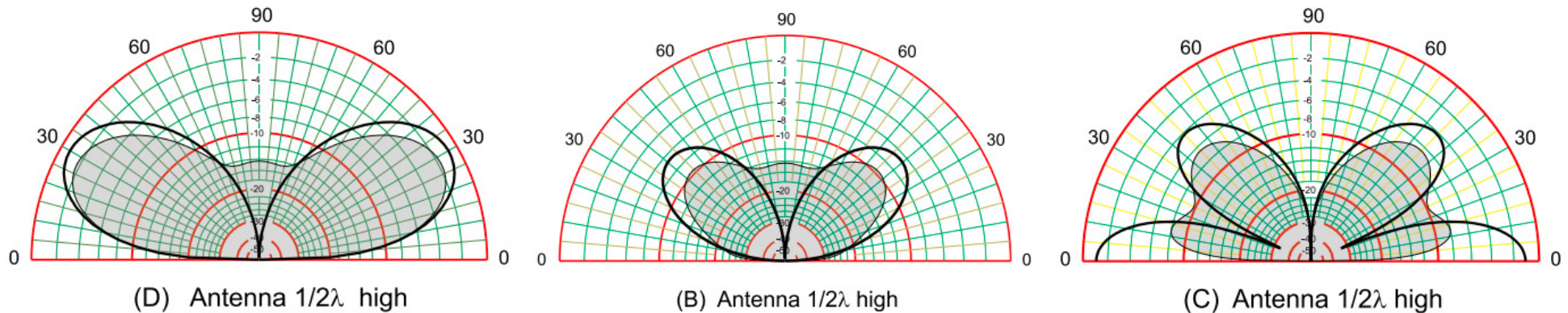


(B) Antenna $1/4\lambda$ high

- Vaakapolaroitu antenni voittaa yli 20 asteen kulmissa, kuva vasemmalla, häviää päädysssä, kuva keskellä

Horisontaali- vai vertikaaliantenni?

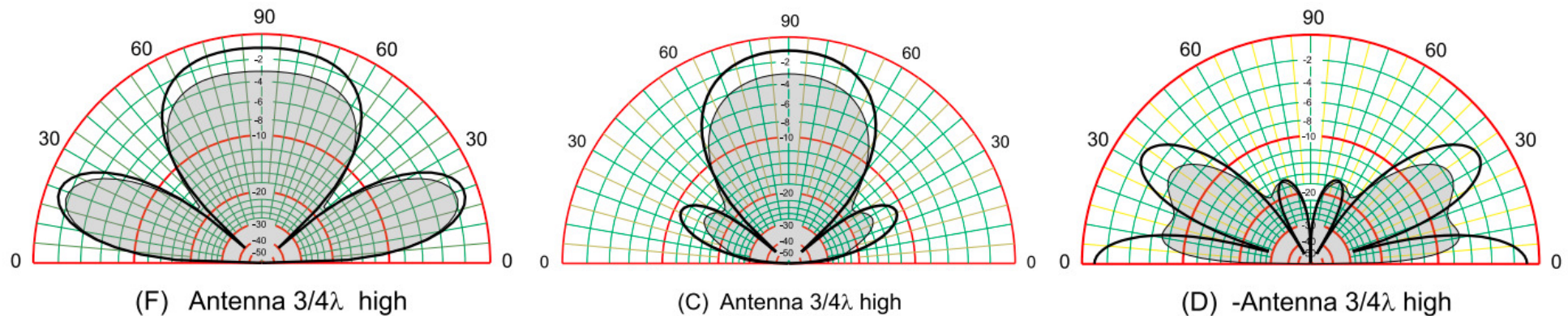
- Seuraavaksi vertikaali- ja horisontaaliantennit puolenaallon korkeudella



- Vaakapolaroitu antenni säteilee myös langan suuntaan, keskellä
- Vaakapolaroitu antenni voittaa yli viiden asteen kulmissa, mutta häviää kaikkialla päätysuuntaan, NVIS-käyttö heikkoa molemmilla

Horisontaali- vai vertikaaliantenni?

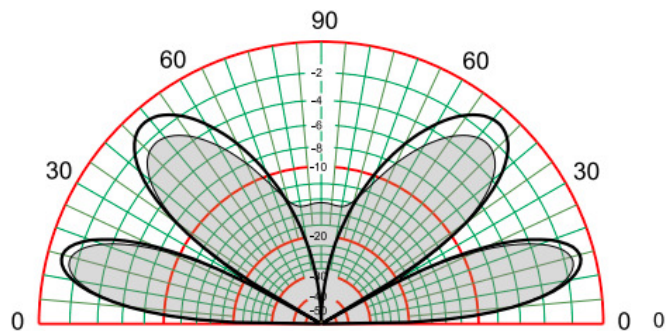
- Nostetaan antennit kolmeneljännesaallon korkeudelle



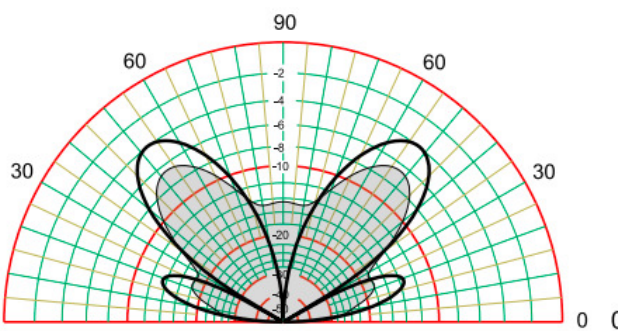
- Korkeammalle nostettu antenni kehittää nollakohtia mahdollisesti toivottuihin korotuskulmiin, esim. vaakapolaroitu 40 asteeseen
- Vaakapolaroitu antenni yleensä voittaa yli viiden asteen kulmissa, mutta häviää kaikkialla päätysuuntaan NVIS käyttöä lukuunottamatta

Horisontaali- vai vertikaaliantenni?

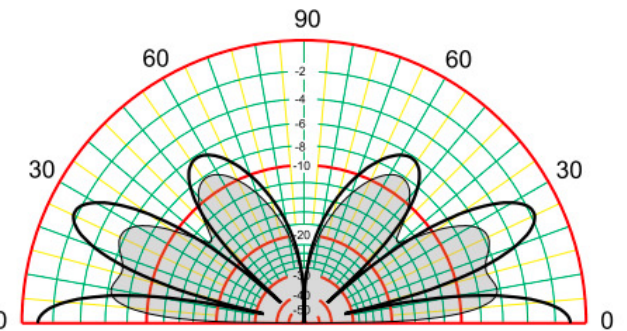
- Antennit kokoaallon korkeudella alkaa olla haasteellinen 80 m bandilla



(H) Antenna 1λ high



(D) Antenna 1λ high



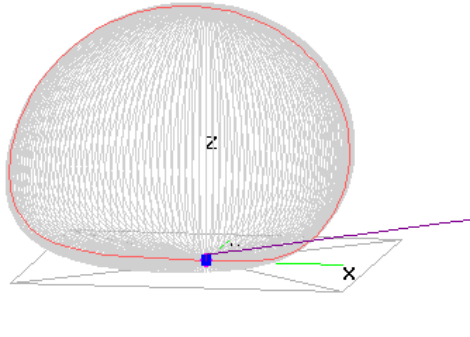
(E) Antenna 1λ high

- Korkeammalle nostettu antenni kehittää nollakohtia mahdollisesti toivottuihin korotuskulmiin, esim. vaakapolaroitu nyt 30 asteeseen
- Vaakapolaroitu antenni yleensä voittaa yli viiden asteen kulmissa, mutta häviää päätysuuntaan ehkä NVIS käyttöä lukuunottamatta

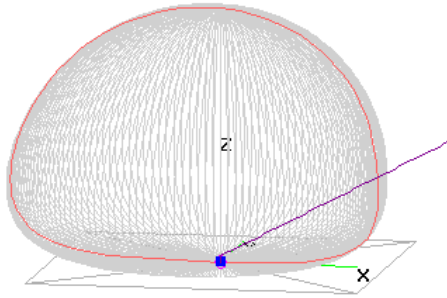
EFHW 3,5 MHz

- Antennin perusosa on puolenaallon dipoli pituus 40 m
- Yleensä antenni on ripustettu vinoon, tässä noustaan ensin 1 m ja loppu nousee korotuskulman mukaan
- Korotuskulmat 10, 30, 50, 60, 80 ja 90 astetta
 - 10 astetta jättää antennin aika alas ja simulaattori voi antaa viitteellisen tuloksen
- 3,5 MHz alue

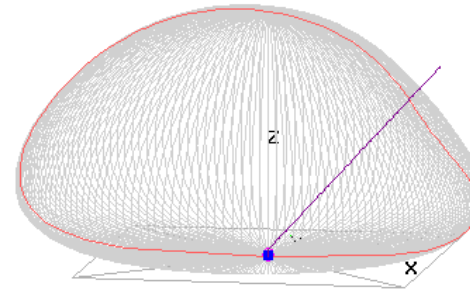
EFHWD_L40_hlow1_phi10_sEqg1000_3.5MHz.out 3.65 MHz



EFHWD_L40_hlow1_phi30_sEqg1000_3.5MHz.out 3.65 MHz



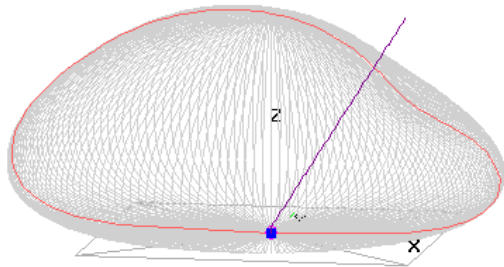
EFHWD_L40_hlow1_phi50_sEqg1000_3.5MHz.out 3.65 MHz



Theta : 80
EFHWD_L40_hlow1_phi60_sEqg1000_3.5MHz.out 3.65 MHz

Axis : 20 mtr

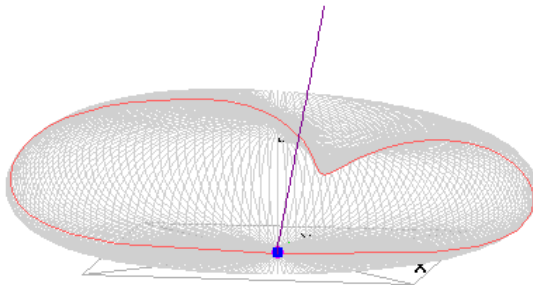
Phi : 280



Theta : 80
EFHWD_L40_hlow1_phi80_sEqg1000_3.5MHz.out 3.65 MHz

Axis : 20 mtr

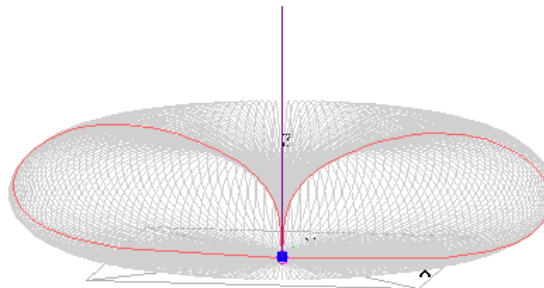
Phi : 280



Theta : 80
EFHWD_L40_hlow1_phi90_sEqg1000_3.5MHz.out 3.65 MHz

Axis : 20 mtr

Phi : 280



Theta : 80

Axis : 20 mtr

Phi : 280

Theta : 80

Axis : 20 mtr

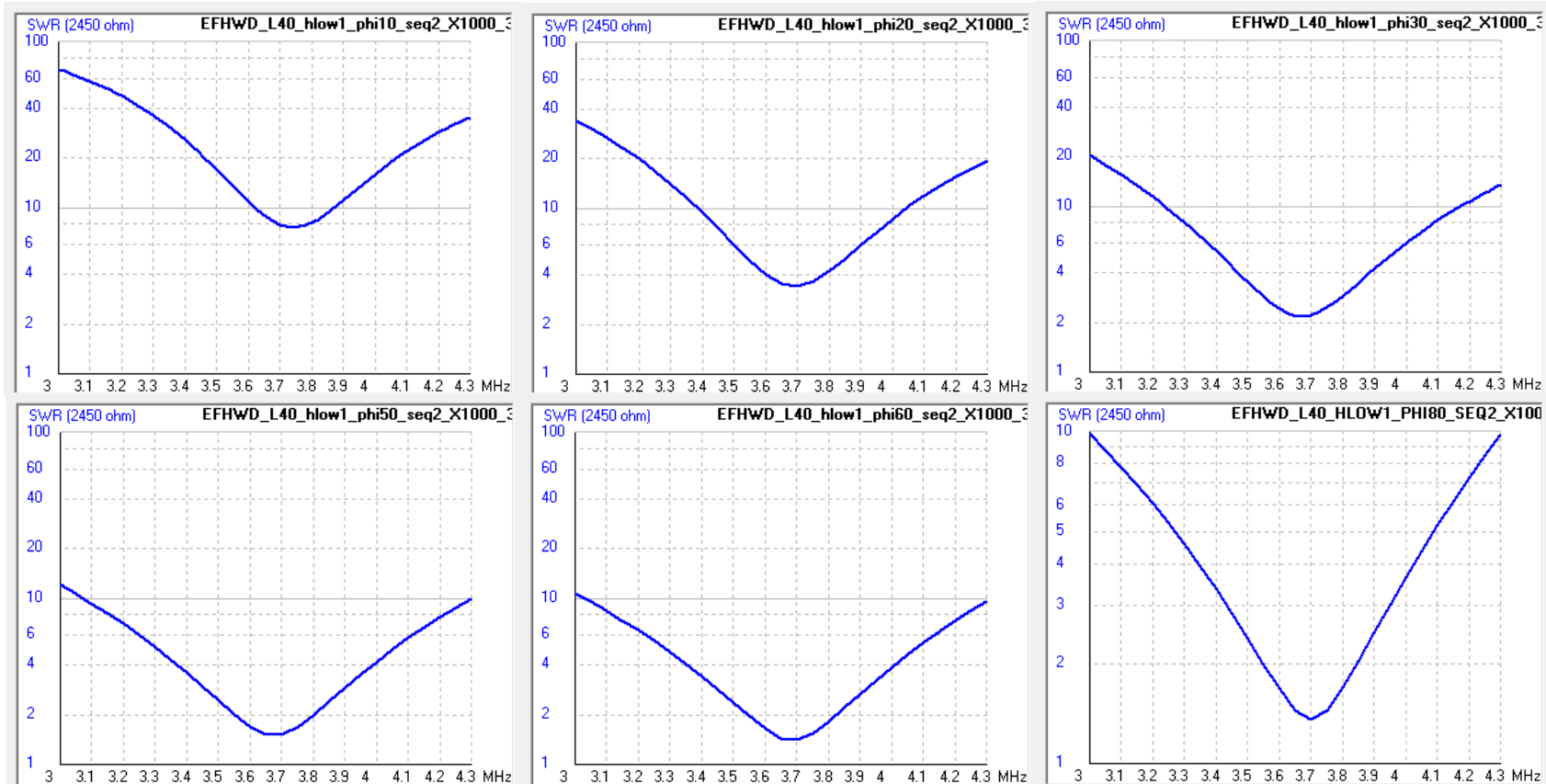
Phi : 280

Theta : 80

Axis : 20 mtr

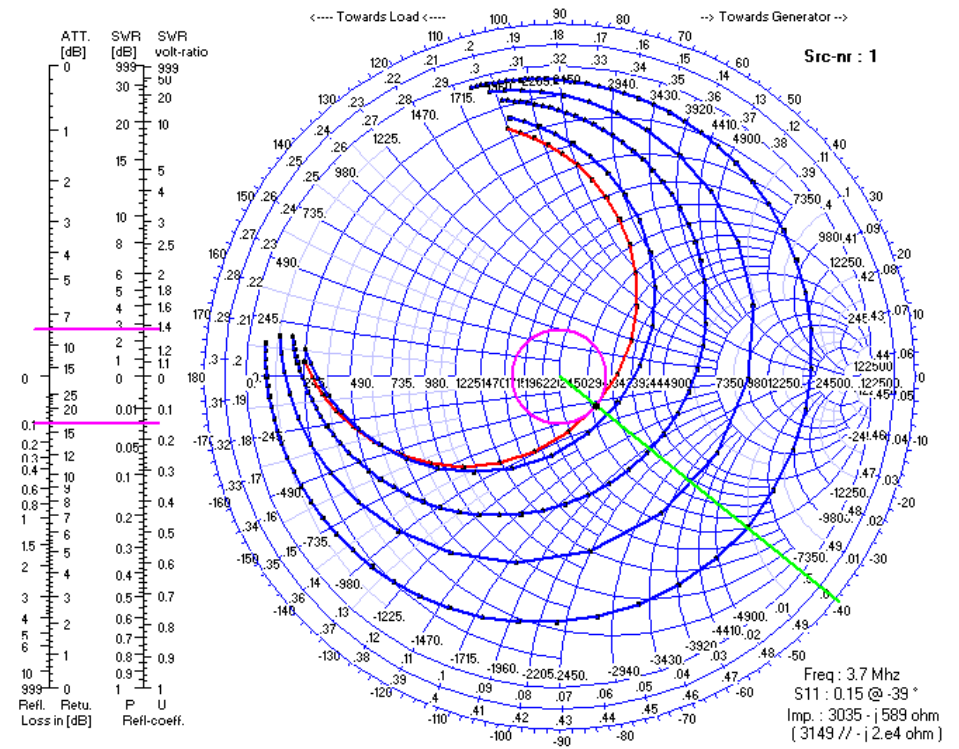
Phi : 280

EFHW 3,5 MHz



EFHW 3,5 MHz

- Antennin syöttöimpedanssiin vaikuttaa langan kaltevuus
- Kulmat 90, 50, 30, 20 ja 10
Kuvan impedanssi keskellä 2450 Ω



EFHW 7 MHz

- Antennin perusosa on 80 m alueen puolenaallon dipoli pituus 40 m
- Yleensä antenni on ripustettu vinoon, tässä noustaan ensin 1 m ja loppu nousee korotuskulman mukaan
- Korotuskulmat 10, 20, 30, 40, 50 ja 60 astetta
 - 10 astetta jättää antennin aika alas ja simulaattori voi antaa viitteellisen tuloksen
- 7 MHz alue

EFHWD_L40_hlow1_phi10_sEq2g41000_7MHz.out

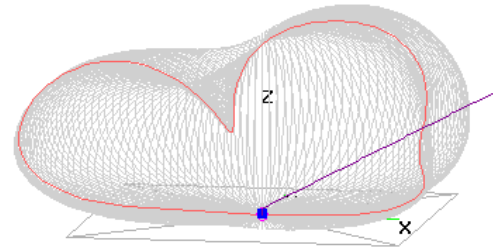
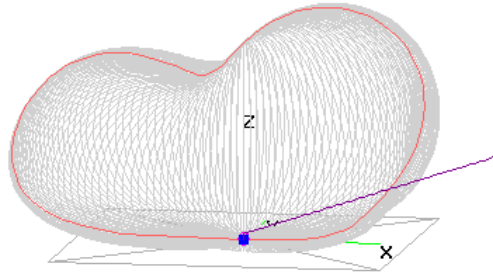
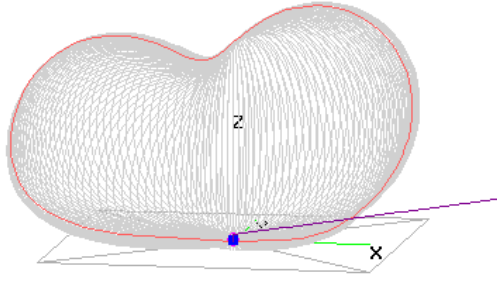
7.05 MHz

EFHWD_L40_hlow1_phi20_sEq2g41000_7MHz.out

7.05 MHz

EFHWD_L40_hlow1_phi30_sEq2g41000_7MHz.out

7.05 MHz



Theta : 80
EFHWD_L40_hlow1_phi40_sEq2g41000_7MHz.out

Axis : 20 mtr

Phi : 280
7.05 MHz

Theta : 80
EFHWD_L40_hlow1_phi50_sEq2g41000_7MHz.out

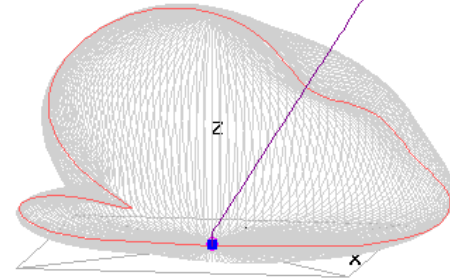
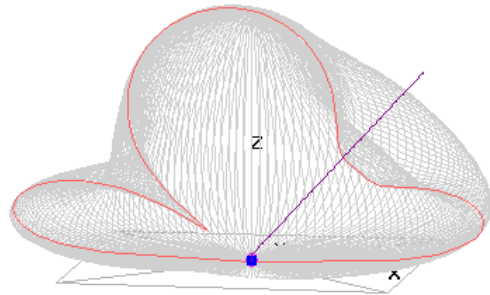
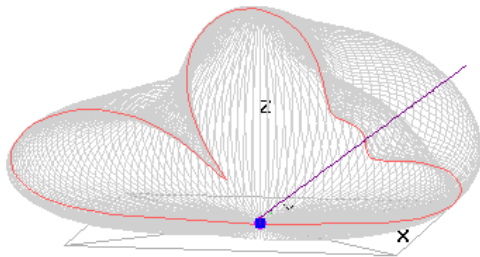
Axis : 20 mtr

Phi : 280
7.05 MHz

Theta : 80
EFHWD_L40_hlow1_phi60_sEq2g41000_7MHz.out

Axis : 20 mtr

Phi : 280
7.05 MHz



Theta : 80
Axis : 20 mtr

Phi : 280

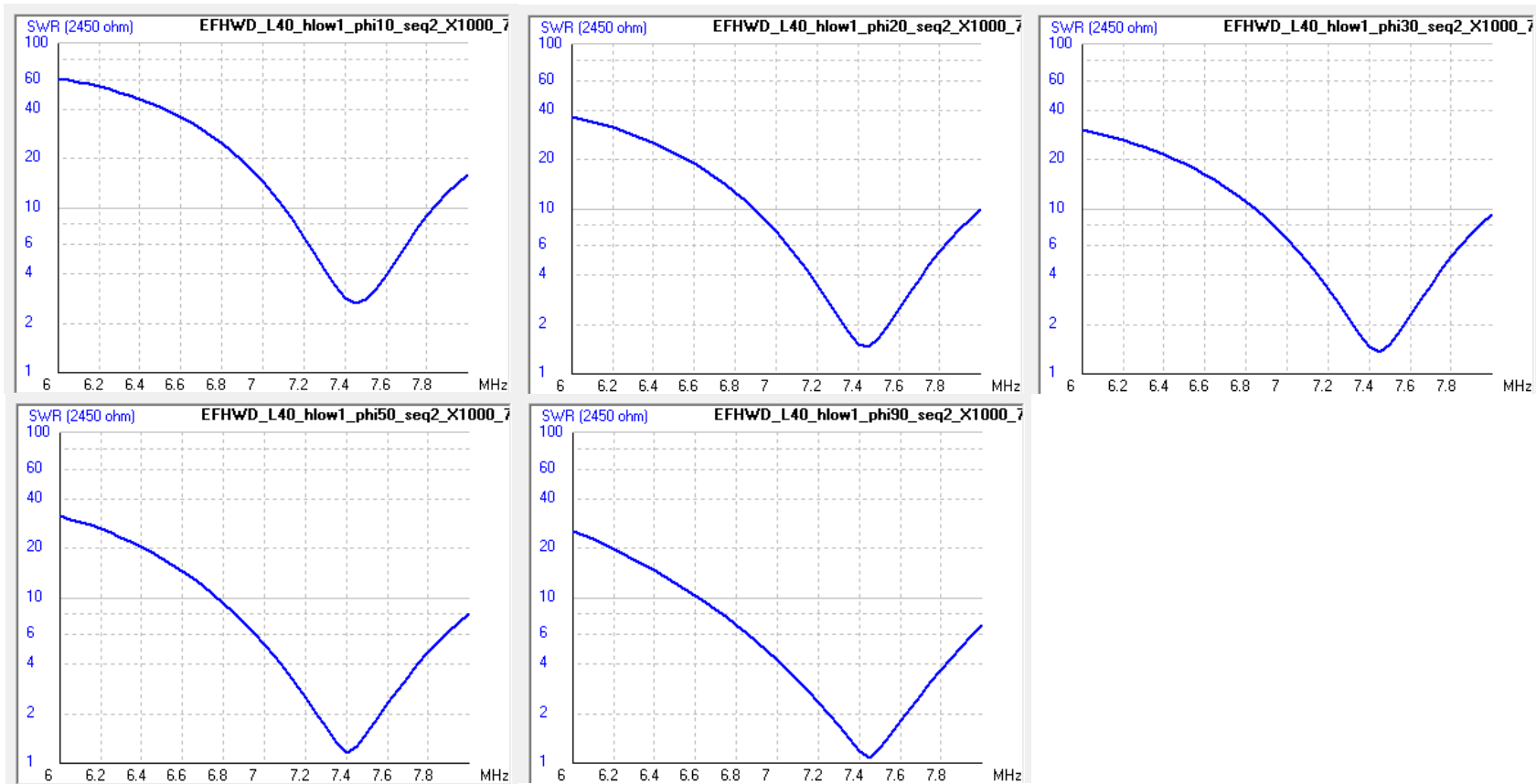
Theta : 80
Axis : 20 mtr

Phi : 280

Theta : 80
Axis : 10 mtr

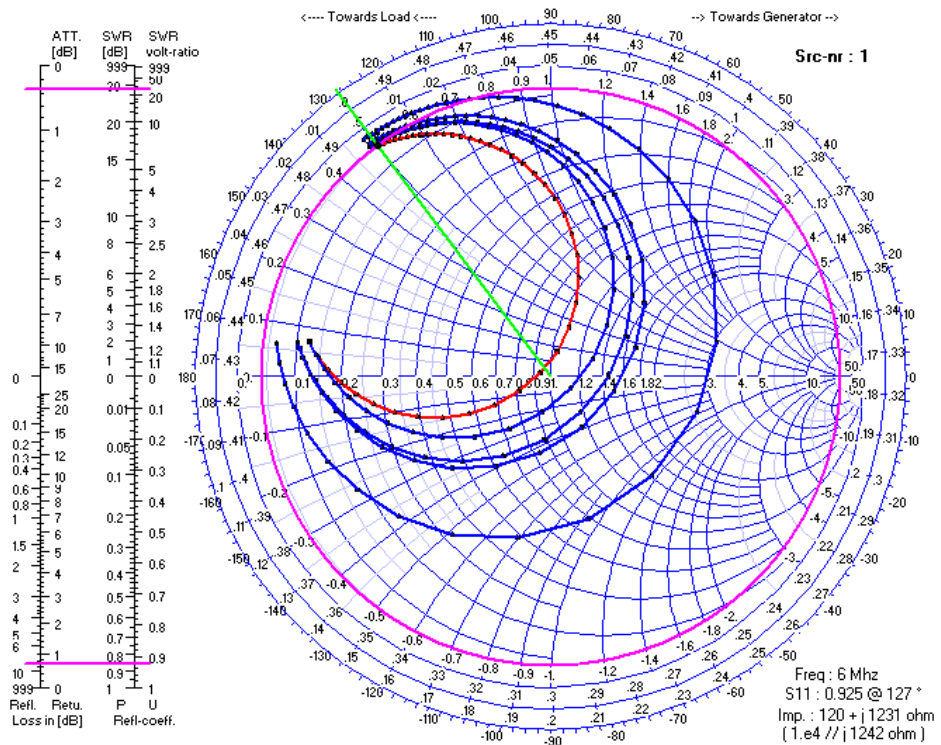
Phi : 280

EFHW 7 MHz



EFHW 7 MHz

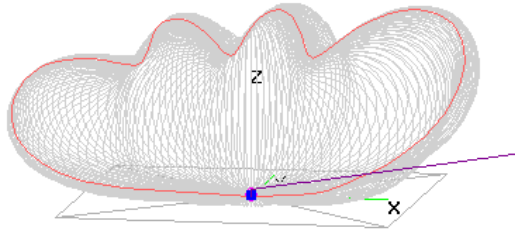
- Antennin syöttöimpedanssiin vaikuttaa langan kaltevuus
- Kulmat 90, 50, 30, 20 ja 10
Kuvan impedanssi keskellä 2450 Ω
 - Kaltevuuden vaikutus impedanssiin ei ollut lineaarinen!
 - En tutkinut asiaa enempää, voi johtua mallista tai olla normaalia



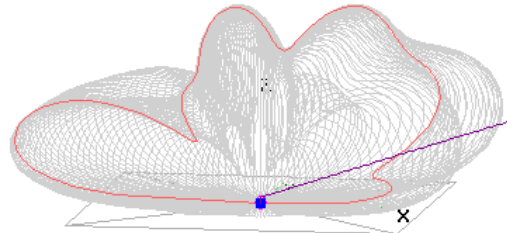
EFHW 14 MHz

- Antennin perusosa on 80 m alueen puolenaallon dipoli pituus 40 m
- Yleensä antenni on ripustettu vinoon, tässä noustaan ensin 1 m ja loppu nousee korotuskulman mukaan
- Korotuskulmat 10, 20, 30, 50, 60 ja 80 astetta
 - 10 astetta jättää antennin aika alas ja simulaattori voi antaa viitteellisen tuloksen
- 14 MHz alue

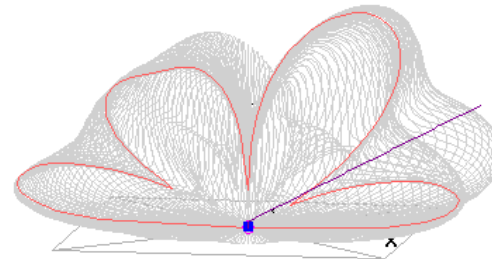
EFHWD_L40_hlow1_phi10_sEq2g41000_14MHz.out 14.05 MHz



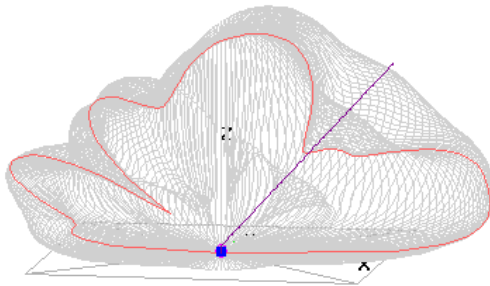
EFHWD_L40_hlow1_phi20_sEq2g41000_14MHz.out 14.05 MHz



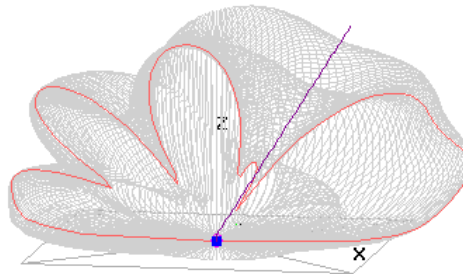
EFHWD_L40_hlow1_phi30_sEq2g41000_14MHz.out 14.05 MHz



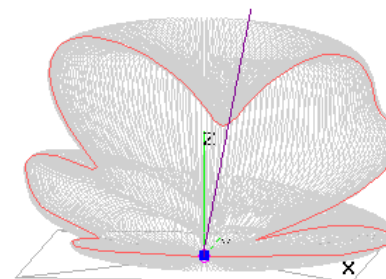
Theta : 80 Axis : 20 mtr Phi : 280
EFHWD_L40_hlow1_phi50_sEq2g41000_14MHz.out 14.05 MHz



Theta : 80 Axis : 20 mtr Phi : 280
EFHWD_L40_hlow1_phi60_sEq2g41000_14MHz.out 14.05 MHz



Theta : 80 Axis : 20 mtr Phi : 280
EFHWD_L40_HLOW1_PHI80_SEq2g41000_14MHz.out 14.05 MHz

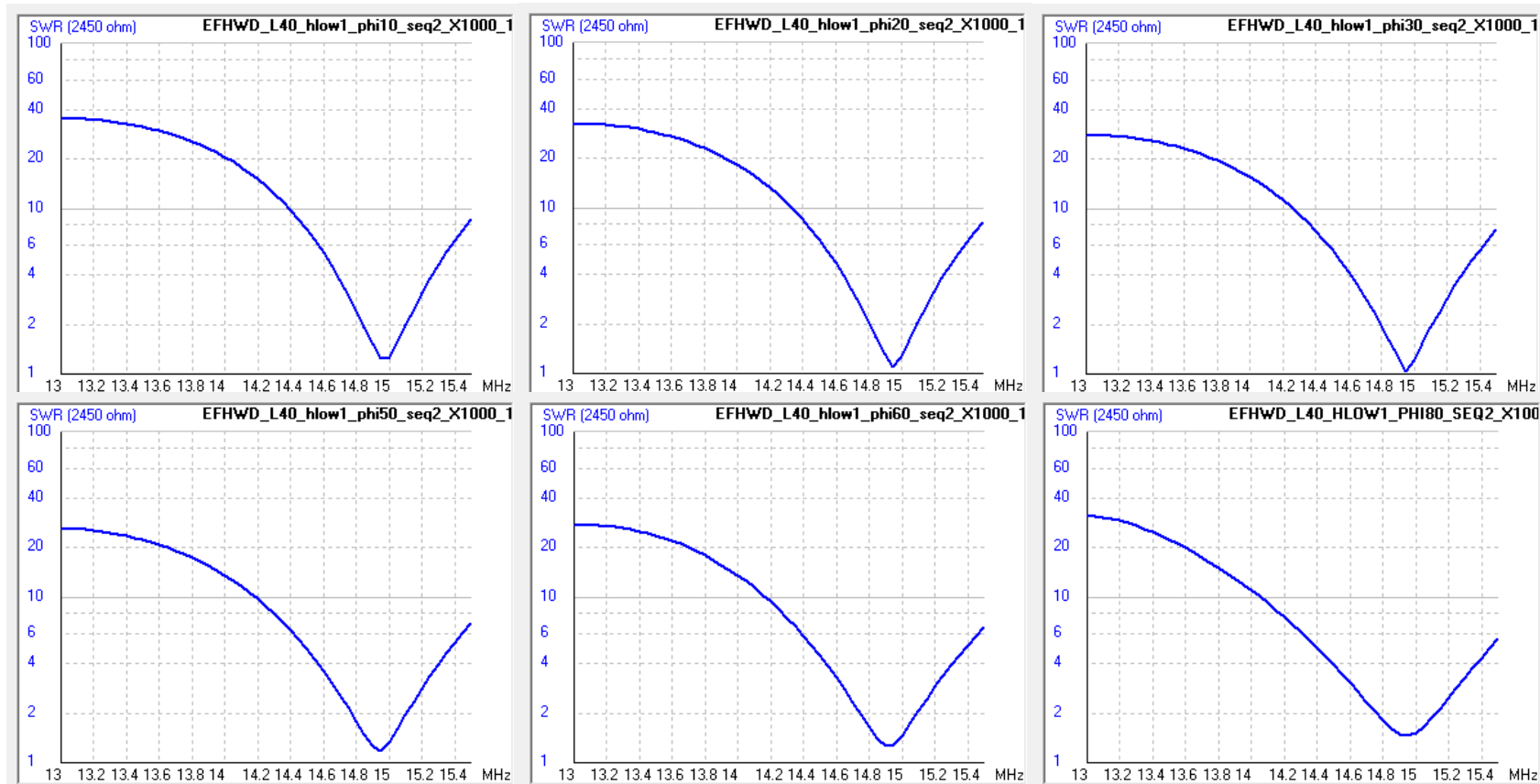


Theta : 80 Axis : 20 mtr Phi : 280

Theta : 80 Axis : 20 mtr Phi : 280

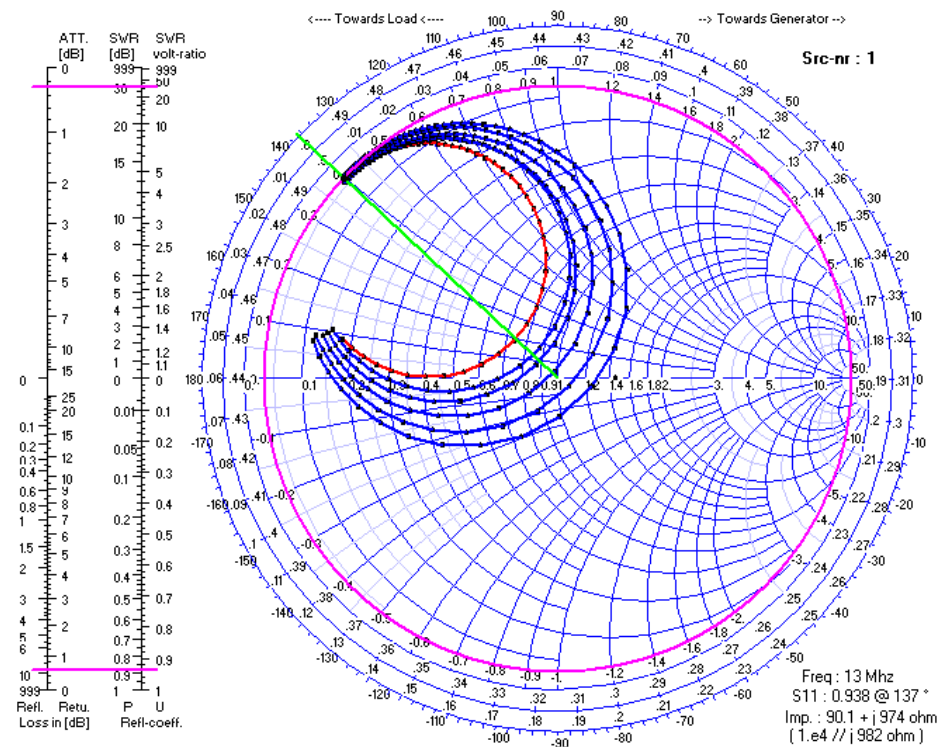
Theta : 81 Axis : 20 mtr Phi : 277

EFHW 14 MHz



EFHW 14 MHz

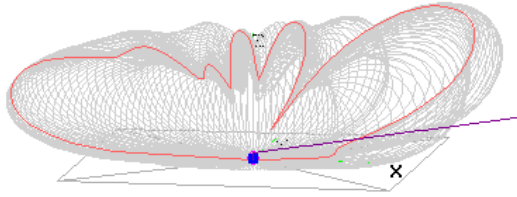
- Antennin syöttöimpedanssiin vaikuttaa langan kaltevuus
- Kulmat 80, 60, 50, 30, 20 ja 10
Kuvan impedanssi kesellä 2450 Ω
 - Kaltevuuden vaikutus impedanssiin ei ole lineaarinen!
 - En tutkinut asiaa enempää, voi johtua mallista tai olla normaalia
 - Toisaalta kaltevuuskulman vaikutus on vähäisempi kuin alempana



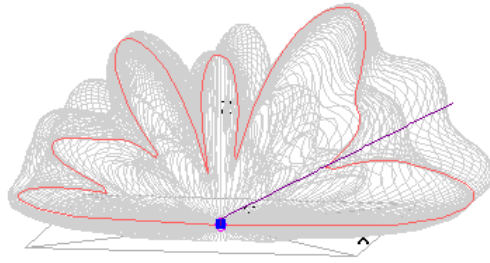
EFHW 21 MHz

- Antennin perusosa on 80 m alueen puolenaallon dipoli pituus 40 m
- Yleensä antenni on ripustettu vinoon, tässä noustaan ensin 1 m ja loppu nousee korotuskulman mukaan
- Korotuskulmat 10, 20, 30, 50, 60 ja 80 astetta
 - 10 astetta jättää antennin aika alas ja simulaattori voi antaa viitteellisen tuloksen
- 21 MHz alue

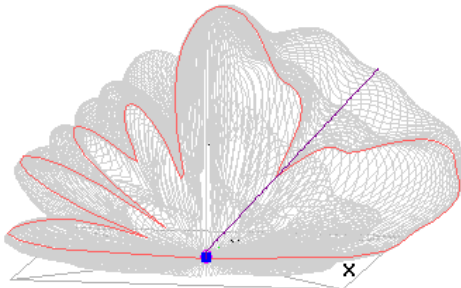
EFHWD_L40_hlow1_phi10_sEq21000_21MHz.out 21.05 MHz



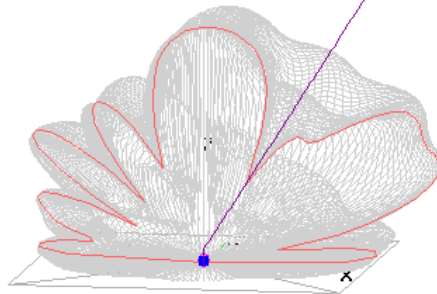
EFHWD_L40_hlow1_phi30_sEq21000_21MHz.out 21.05 MHz



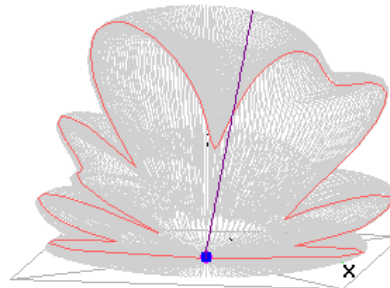
Theta : 80
Axis : 20 mtr
Phi : 280
EFHWD_L40_hlow1_phi50_sEq21000_21MHz.out 21.05 MHz



Theta : 80
Axis : 20 mtr
Phi : 280
EFHWD_L40_hlow1_phi60_sEq21000_21MHz.out 21.05 MHz



EFHWD_L40_HLOW1_PHI80_sEq21000_21MHz.out 21.05 MHz



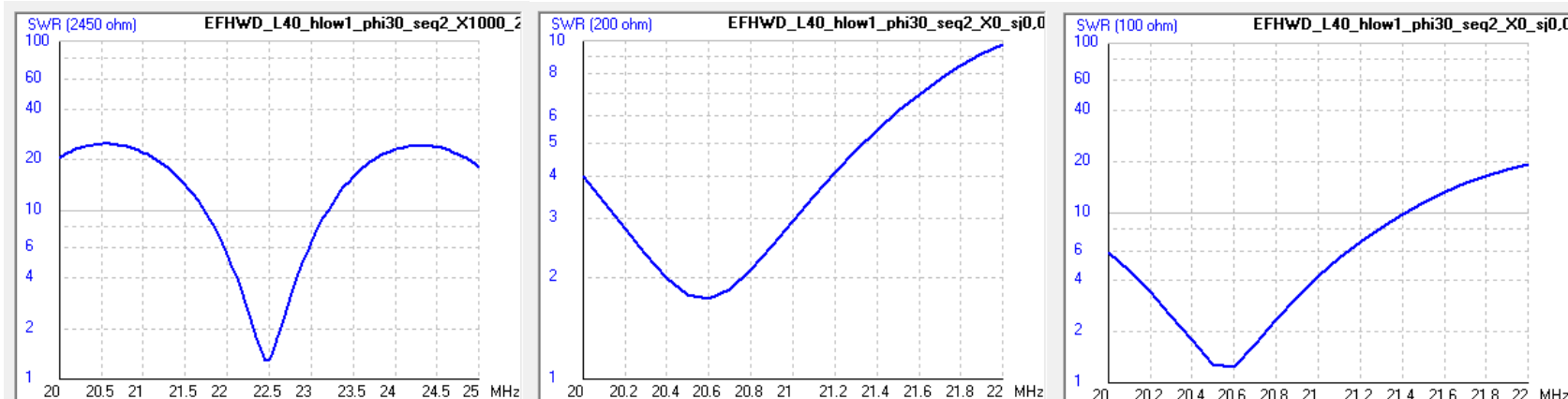
Theta : 80
Axis : 20 mtr
Phi : 280

Theta : 80
Axis : 10 mtr
Phi : 280

Theta : 80
Axis : 20 mtr
Phi : 280

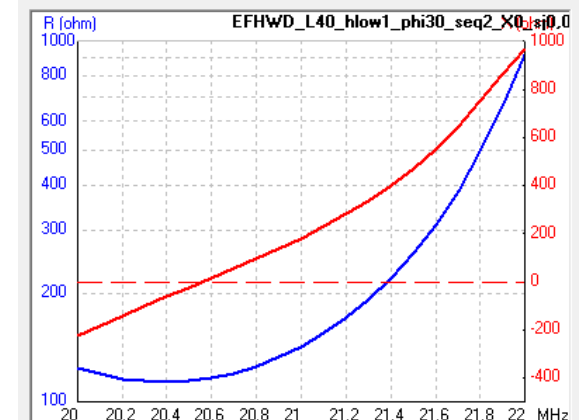
EFHW 21 MHz

- Säteilukuviot näyttivät hyviltä 21 MHz bandilla, mutta sovitus alempien bandien menetelmällä ei toimi
- Katsotaanpa sovitusta 2450, 200 ja 100 impedanssilla
- Ainakin tuolla antennin pituudella ollaan ihan metsässä tai puskassa



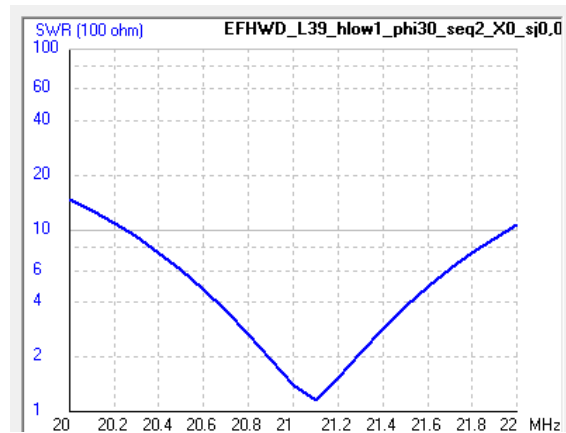
EFHW 21 MHz

- Sovitus näkyy olevan parhaimmillaan 100 Ω impedansilla
- Impedanssikuva kertoo tuon suoraan
- Resonanssitaajuus on puolisen MHz alhaalla
- Tuon voisi korjata lyhentämällä antennia, pidennys on tehtävä aallonpituuksien perusteella ei antennin nykyisen pituuden mukaan
- Aallonpituus on 14,2 m ja niitä antenniin mahtuu 2,82 kpl eli puolien aallonpituuksien yli 0,32 eli korjausta voisi olla $-0,07 \times 14,2 \text{ m} = 1 \text{ m}$



EFHW 21 MHz

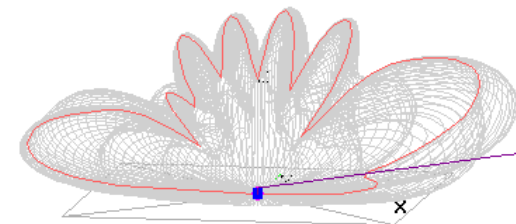
- Katsotaanpa onnistuiko lyhennyslaskenta
- Kyllä tuntuu toimivan



EFHW 18 – 30 MHz

- Näillä taajuuksilla 40 m mittainen lanka on huonosti resonanssissa
- Katsotaan ensin millainen säteilykäsi 10 m bandin suosta eiku langasta nousee
- Ei paha

EFHWD_L40_hlow1_phi10_sEq200_28MHz.out 28.05 MHz



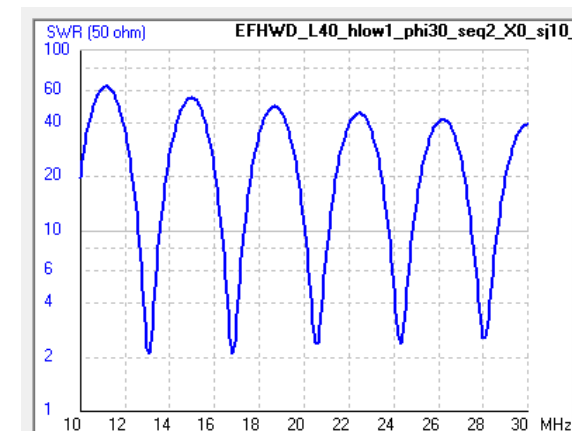
Theta : 80

Axis : 20 mtr

Phi : 280

EFHW 18 – 30 MHz

- Näillä taajuuksilla 40 m mittainen lanka on huonosti resonanssissa
- Pikemminkin bandit ovat lähellä sarjaresonanssia eli pientä impedanssia x
- Katsotaan miten sovitus 50 Ω impedanssiin sopii, vain 28 MHz on lähellä totuutta
- Taitaapa HF-alueen yläosa vaatia lisää tutkistelua...



Kiitos mielenkiinnosta!

Kysymyksiä?

Olen pyrkinyt tuottamaan materiaalin ilman PSIPUL menetelmää, OH3mA