

Kiertopolarisaatio antennien ominaisuuksista 160 metrillä

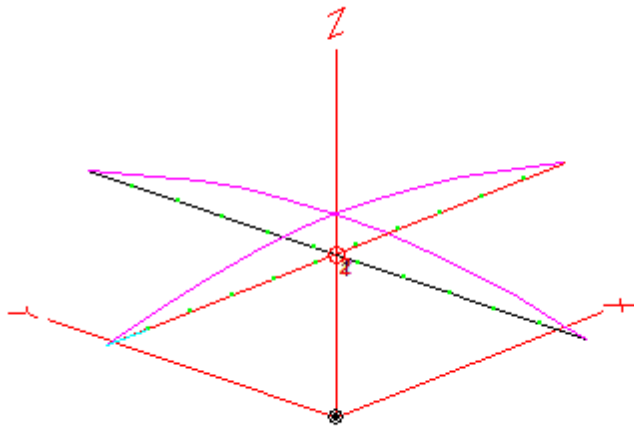
V1.1 lisätty kaksi ristipolarisaatio käyrää

Alkulause

- Kiertopolarisaatio ja sen edut NVIS-yhteyksissä on ollut puheenaihe viime aikoina. Halusin perehtyä aiheeseen antennin rakentelijan silmin. Itse ilmiöön ionosfäärissä en tässä puutu. Luotan ilmiön toimivan.
- Käytän mallinnuksessa Eznec 5 Pro4 ohjelmaa, jossa on NEC4 laskentamoottori. Tässä mallinnetut antennit ovat kuitenkin sieltä yksinkertaisemmasta päästä ja ihan samat tulokset ohjelma antaa myös NEC2 moottorilla.
- Itse vaiheistuksen en tässä puutu. Siihen on monia eri keinoja. Käytän ideaalista pakkosyöttöä, koska tarkoitukseni on nähdä erot eri perusrakenteiden välillä.
- Yhtäkään näistä antenneista en ole rakentanut, vaikkakin aika monta muuta.

Varttiaallon viikset

Ristidipolit eli nelinapainen kiertopolarisaatio



EZNEC Pro/4

- Vaiheet 0, 90, 180 ja 270 astetta pakkosyötetty neljällä virtageneraattorilla, amplitudit yhtä suuret.
- Normaali maa: dielektrisyys 13 ja johtavuus 0.005 S/m
- Langat dia 2mm cu
- Pituudet viritetty niin, että impedanssi on resistiivinen taajuudella 1.85MHz

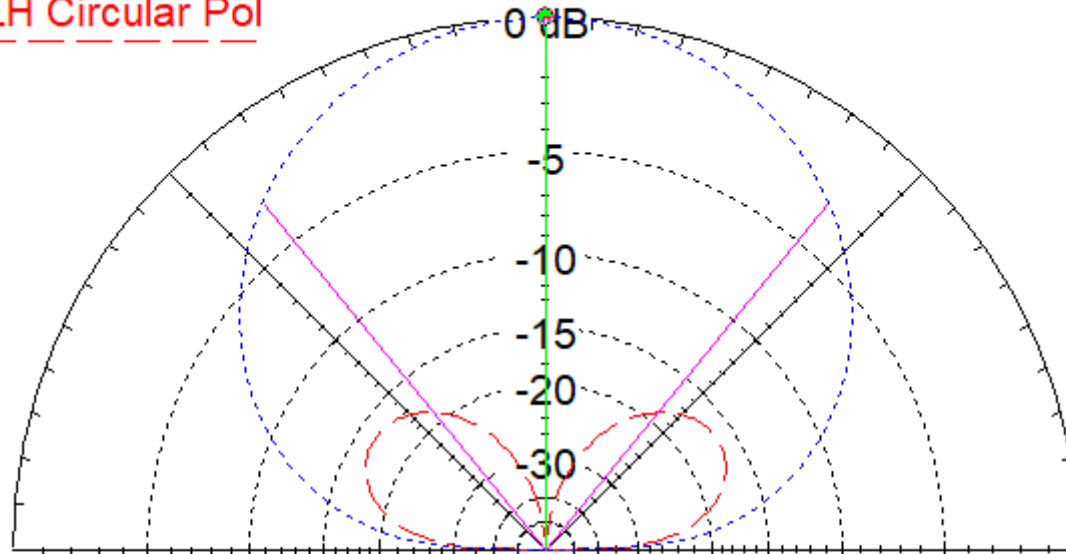
Ristidipolit 90 asteen vaihesiirrolla

Dipolit 2x39m 2mm lankaa, 15m korkealla vaakasuorassa

* **RH Circular Pol**

EZNEC Pro/4

LH Circular Pol



1.85 MHz

Elevation Plot

Azimuth Angle 0.0 deg.

Outer Ring 5.44 dBic

Cursor Elev 90.0 deg.

Gain 5.44 dBic

0.0 dBmax

Slice Max Gain 5.44 dBic @ Elev Angle = 90.0 deg.

Beamwidth 78.5 deg.; -3dB @ 50.7, 129.2 deg.

Sidelobe Gain < -100 dBic

Front/Sidelobe > 100 dB

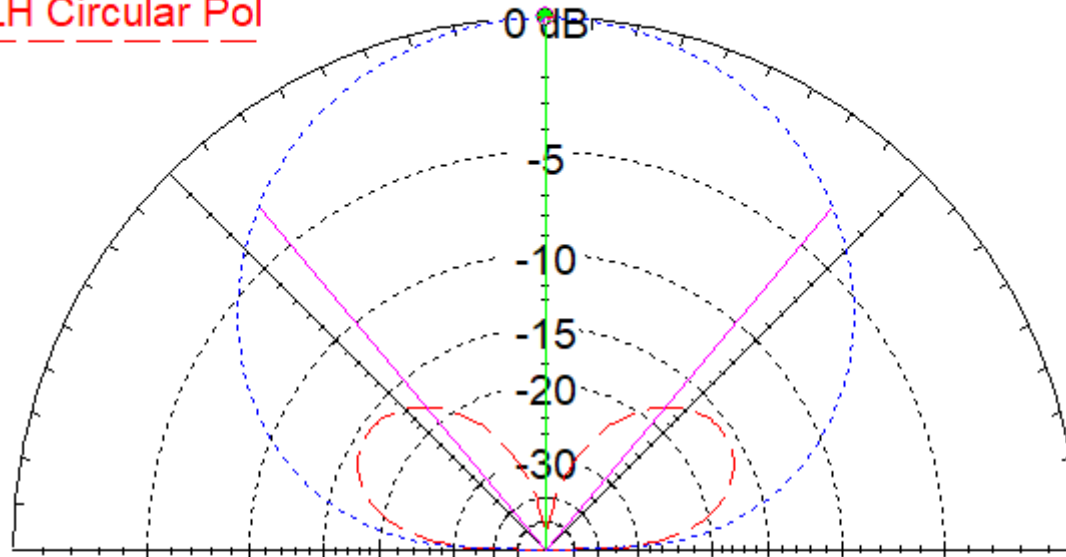
Ristidipolit 90 asteen vaihesiirrolla

Dipolit 2x39m 2mm lankaa, 20m korkealla vaakasuorassa

*** RH Circular Pol**

EZNEC Pro/4

LH Circular Pol



1.85 MHz

Elevation Plot

Azimuth Angle 0.0 deg.

Outer Ring 6.4 dBic

Cursor Elev 90.0 deg.

Gain 6.4 dBic

0.0 dBmax

Slice Max Gain 6.4 dBic @ Elev Angle = 90.0 deg.

Beamwidth 79.8 deg.; -3dB @ 50.1, 129.9 deg.

Sidelobe Gain < -100 dBic

Front/Sidelobe > 100 dB

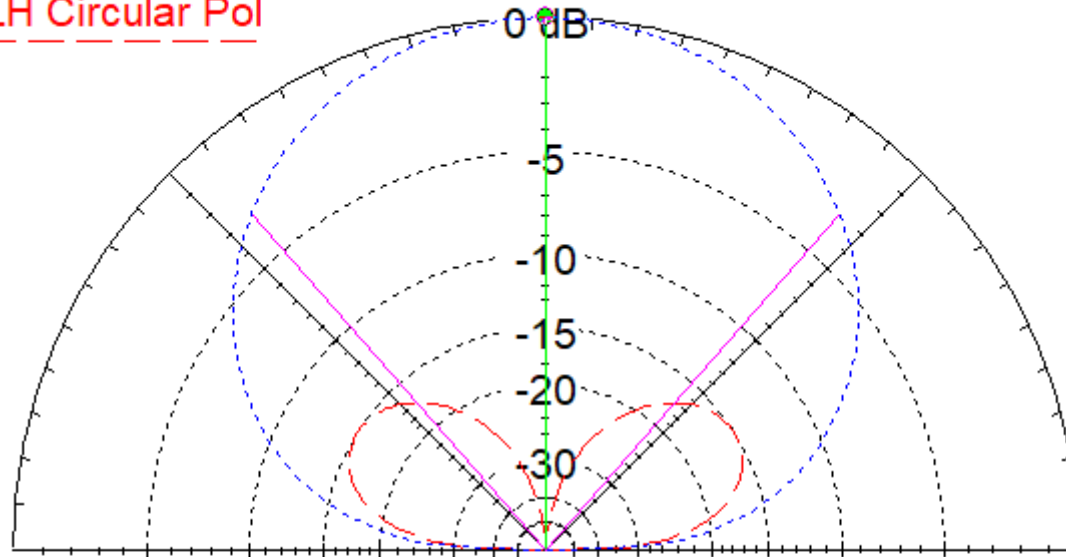
Ristidipolit 90 asteen vaihesiirrolla

Dipolit 2x39m 2mm lankaa, 25m korkealla vaakasuorassa

*** RH Circular Pol**

EZNEC Pro/4

LH Circular Pol



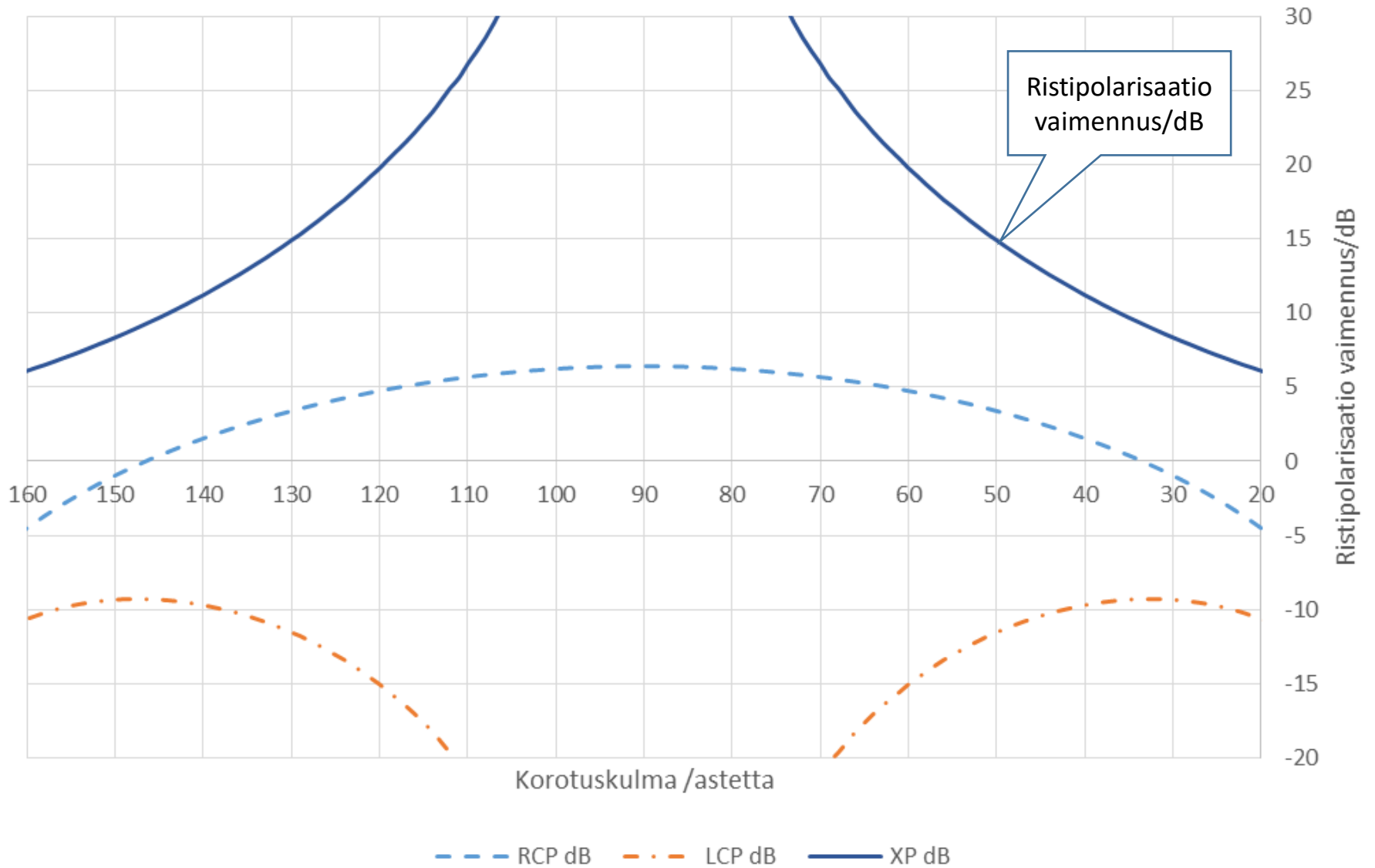
1.85 MHz

Elevation Plot
Azimuth Angle 0.0 deg.
Outer Ring 6.78 dBic

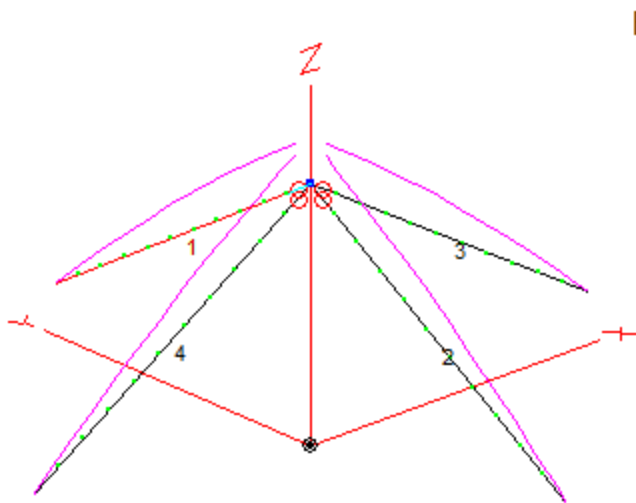
Cursor Elev 90.0 deg.
Gain 6.78 dBic
0.0 dBmax

Slice Max Gain 6.78 dBic @ Elev Angle = 90.0 deg.
Beamwidth 82.2 deg.; -3dB @ 48.9, 131.1 deg.
Sidelobe Gain < -100 dBic
Front/Sidelobe > 100 dB

Vaaka ristidipoli 20m korkealla, ristipolarisaatio vaimennus



Inverted-V ristidipolit



EZNEC Pro/4

- Vaiheet 0, 90, 180 ja 270 astetta pakkosyötetty neljällä virtageneraattorilla, amplitudit yhtä suuret.
- Normaali maa: dielektrisyys 13 ja johtavuus 0.005S/m
- Langat dia 2mm cu
- Pituudet viritetty niin, että resistiivinen taajuudella 1.85MHz

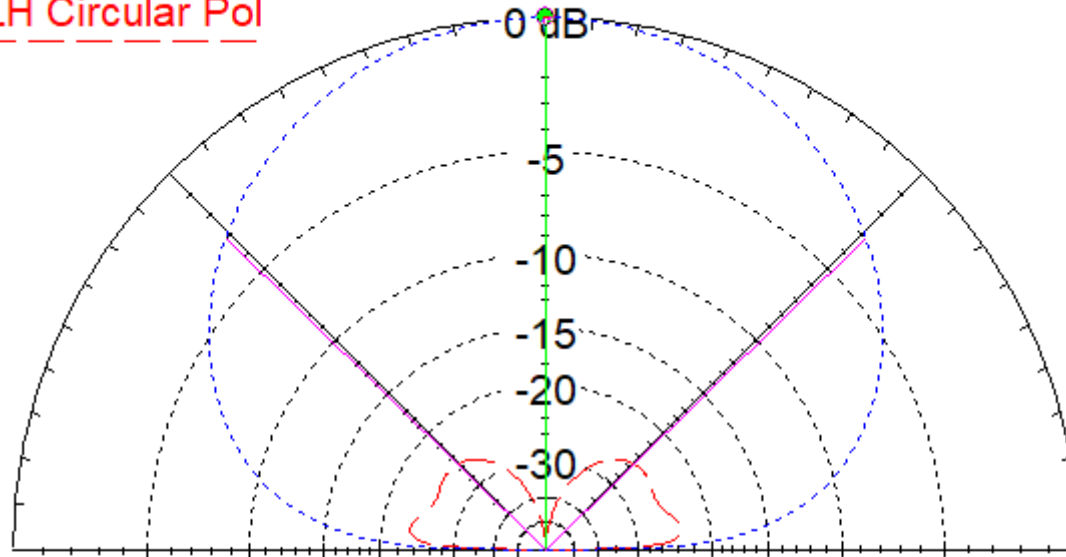
Inverted-V dipolit 90 asteen vaihesiirrolla

Dipolit 2x38.66m 2mm lankaa, keskikohta 20m korkealla, päät 5m

*** RH Circular Pol**

EZNEC Pro/4

LH Circular Pol



1.85 MHz

Elevation Plot
Azimuth Angle 0.0 deg.
Outer Ring 3.85 dBic

Cursor Elev 90.0 deg.
Gain 3.85 dBic
0.0 dBmax

Slice Max Gain 3.85 dBic @ Elev Angle = 90.0 deg.
Beamwidth 91.4 deg.; -3dB @ 44.3, 135.7 deg.
Sidelobe Gain < -100 dBic
Front/Sidelobe > 100 dB

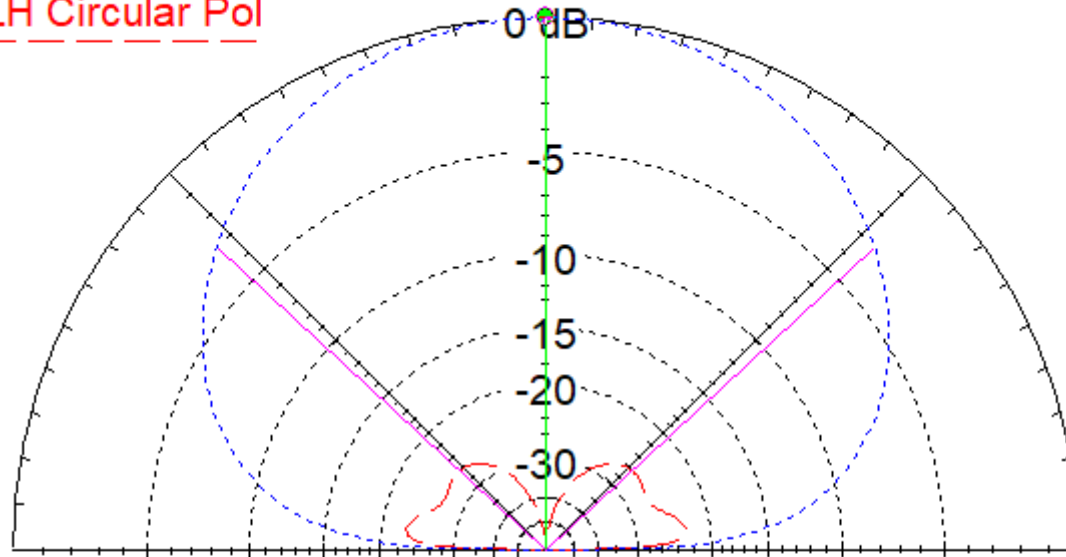
Inverted-V dipolit 90 asteen vaihesiirrolla

Dipolit 2x38.76m 2mm lankaa, keskikohta 25m korkealla, päät 5m

* **RH Circular Pol**

EZNEC Pro/4

LH Circular Pol



1.85 MHz

Elevation Plot
Azimuth Angle 0.0 deg.
Outer Ring 4.23 dBic

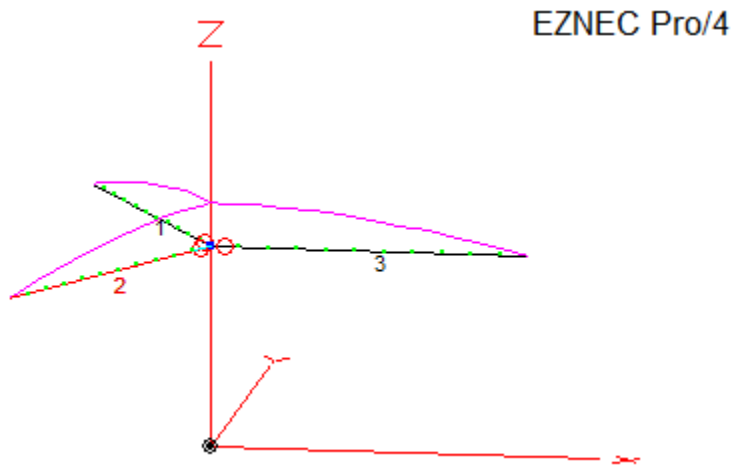
Cursor Elev 90.0 deg.
Gain 4.23 dBic
0.0 dBmax

Slice Max Gain 4.23 dBic @ Elev Angle = 90.0 deg.
Beamwidth 94.8 deg.; -3dB @ 42.6, 137.4 deg.
Sidelobe Gain < -100 dBic
Front/Sidelobe > 100 dB

Johtopäätöksiä kiertopolaroiduista ristidipoleista

- Vaakalankaisilla ristipolarisaatio vaimennus paranee, kun antenni tuodaan alemmaksi, näiden kolmen esimerkin valossa
 - Maksimi vaimennus on korotuskulmalla 90 astetta
 - Oikean ja vasemman suuntaisen polarisaation vahvistuksen erotus kullakin korotuskulmalla = ristipolarisaatiovaimennus.
 - Vahvistus pääkeilan suuntaan samalla kuitenkin pienenee
- Inverted V-mallisella rakenteella ristipolarisaatiovaimennus on suurempi kuin vaakadipoleilla toteutetulla, mutta vahvistus on pienempi.
 - Tämä johtuu siitä, että keskimääräinen korkeus maasta on pienempi kuin vaakadipoleilla
 - Korkeuden vaikutus on samansuuntainen kuin vaakalangoilla

Vaaka tripoli



- Vaiheet 0, 120 ja 240 astetta pakkosyötetty kolmella virtageneraattorilla, amplitudit yhtä suuret.
- Normaali maa: dielektrisyys 13 ja johtavuus 0.005S/m
- Langat dia 2mm cu
- Pituudet viritetty niin, että impedanssi on resistiivinen taajuudella 1.85MHz

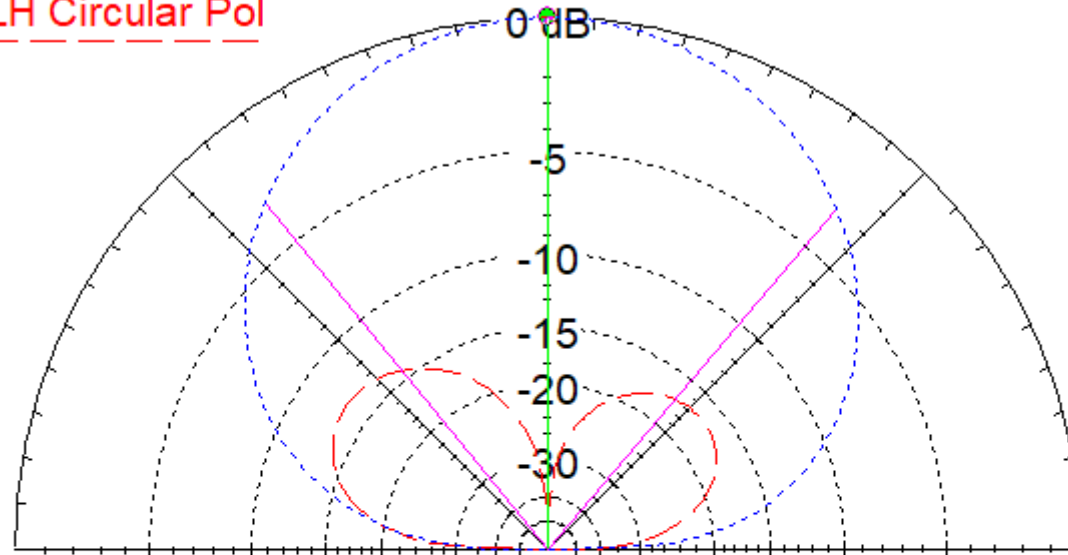
Tripoli 0-120-240 asteen vaiheilla

Viikset 39.3m 2mm lankaa, vaakalangat 20m korkealla

* **RH Circular Pol**

EZNEC Pro/4

LH Circular Pol



1.85 MHz

Elevation Plot

Azimuth Angle 0.0 deg.

Outer Ring 6.13 dBic

Cursor Elev 90.0 deg.

Gain 6.13 dBic

0.0 dBmax

Slice Max Gain 6.13 dBic @ Elev Angle = 90.0 deg.

Beamwidth 79.4 deg.; -3dB @ 49.8, 129.2 deg.

Sidelobe Gain < -100 dBic

Front/Sidelobe > 100 dB

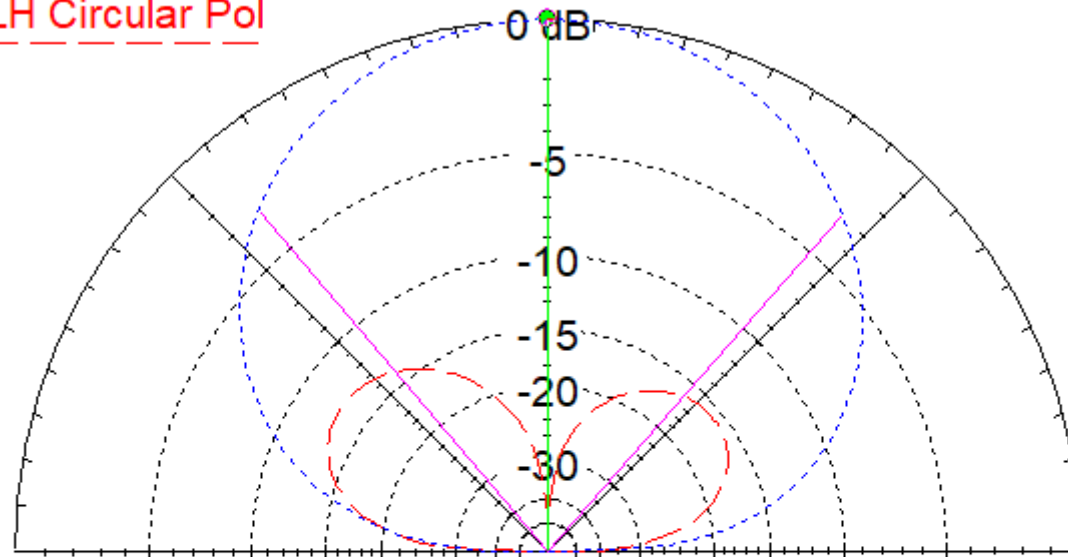
Tripoli 0-120-240 asteen vaiheilla

Viikset 39.3m 2mm lankaa, vaakalangat 25m korkealla

* **RH Circular Pol**

EZNEC Pro/4

LH Circular Pol



1.85 MHz

Elevation Plot
Azimuth Angle 0.0 deg.
Outer Ring 6.56 dBic

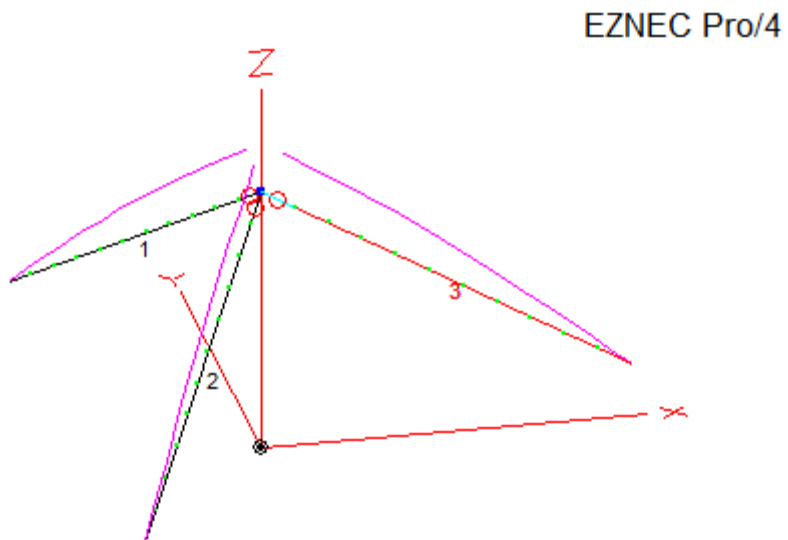
Cursor Elev 90.0 deg.
Gain 6.56 dBic
0.0 dBmax

Slice Max Gain 6.56 dBic @ Elev Angle = 90.0 deg.
Beamwidth 81.6 deg.; -3dB @ 48.7, 130.3 deg.
Sidelobe Gain < -100 dBic
Front/Sidelobe > 100 dB

Johtopäätöksiä vaaka tripolista, jossa varttiaallon viikset

- Verrattuna vastaavilla korkeuksilla oleviin ristidipolin ominaisuuksiin voi todeta:
 - 25m korkealla olevan tripolin vahvistus on 6.56dBic
 - Vastaavan ristidipolin vahvistus on 6.78dBic
 - Ero on varsin pieni mutta ristidipolin eduksi
- Tripolin vastakkaisen kiertosuunnan sivukeilat ovat em tapauksessa -13...-16dB
- Vastaavalla ristidipolilla -15dB
- Eroa on hieman ristidipolin hyväksi
- Muilla korkeuksilla erot ovat samansuuntaiset

Inverted-V tripoli



- Vaiheet 0, 120 ja 240 astetta pakkosyötetty kolmella virtageneraattorilla, amplitudit yhtä suuret.
- Normaali maa: dielektrisyys 13 ja johtavuus 0.005S/m
- Langat dia 2mm cu
- Pituudet viritetty niin, että resistiivinen taajuudella 1.85MHz

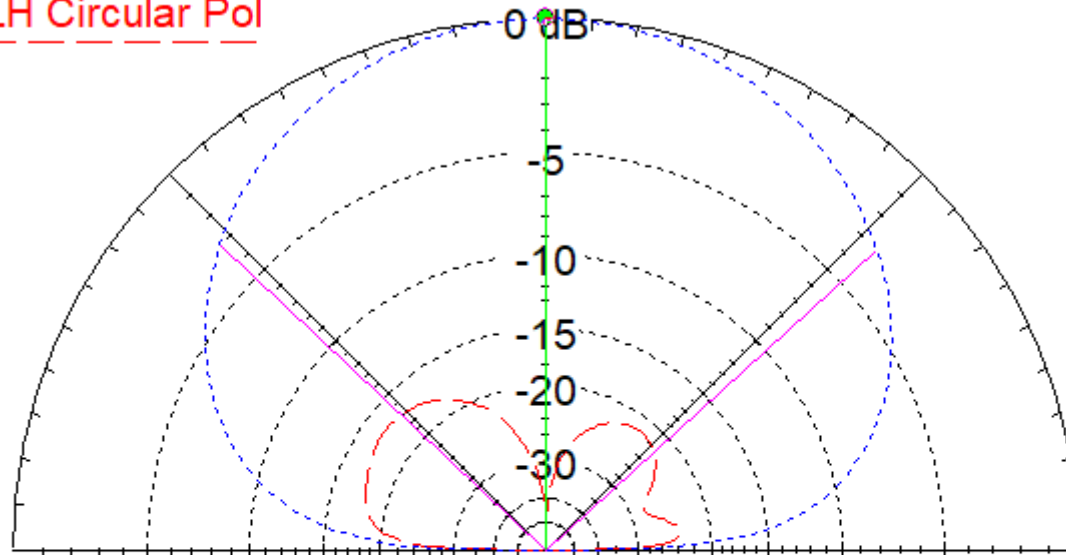
Inverted-V tripoli 0-120-240 asteen vaiheilla

Viikset 39.1m 2mm lankaa, keskikohta 25m korkealla, päät 5m

* **RH Circular Pol**

EZNEC Pro/4

LH Circular Pol



1.85 MHz

Elevation Plot

Azimuth Angle 0.0 deg.

Outer Ring 3.93 dBic

Cursor Elev 90.0 deg.

Gain 3.93 dBic

0.0 dBmax

Slice Max Gain 3.93 dBic @ Elev Angle = 90.0 deg.

Beamwidth 94.6 deg.; -3dB @ 42.2, 136.8 deg.

Sidelobe Gain < -100 dBic

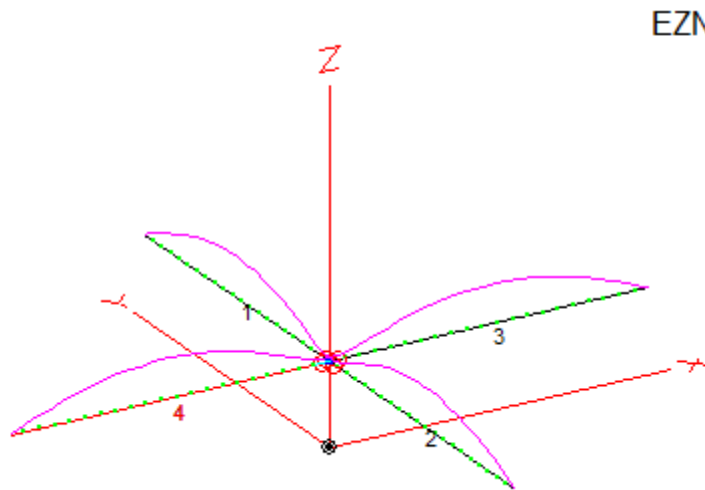
Front/Sidelobe > 100 dB

Johtopäätöksiä inverted-V tripolista, jossa varttiaallon viikset

- Verrattuna vastaavilla korkeuksilla oleviin inv-V ristidipolin ominaisuuksiin voidaan todeta:
 - 25m apex-korkeudella olevan tripolin vahvistus on 3.93dBic
 - Vastaavan inv-V ristidipolin vahvistus on vahvistus on 4.23dBic
 - Ero on varsin pieni mutta ristidipolin eduksi
- Inv-V tripolin vastakkaisen kiertosuunnan sivukeilat ovat em tapauksessa -16...-21dB
- Vastaavalla inv-V ristidipolilla -23dB
- Eroa on hiukan ristidipolin hyväksi
- Muilla korkeuksilla erot ovat samansuuntaiset

Puolen aallon viikset

Koko aallon ristidipolit 90 asteen vaihesiirrolla



- Vaiheet 0, 90, 180 ja 270 astetta pakkosyötetty neljällä virtageneraattorilla keskeltä, amplitudit yhtä suuret. Vastaa neljää päästä syötettyä dipolia.
- Normaali maa: dielektrisyys 13 ja johtavuus 0.005S/m
- Langat dia 2mm cu
- Pituudet viritetty niin, että resistiivinen taajuudella 1.85MHz

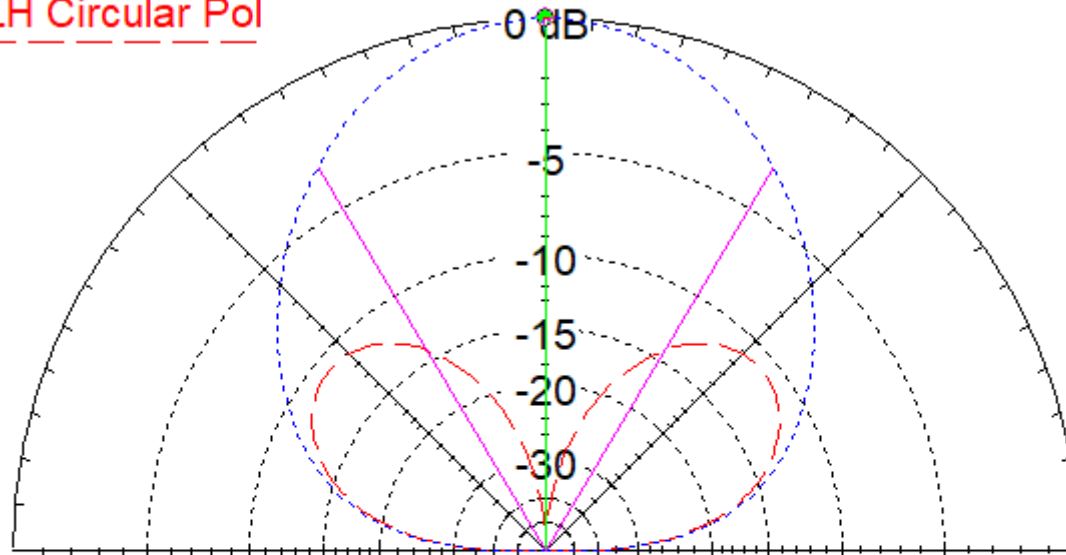
Koko aallon ristidipolit 90 asteen vaihesiirrolla

Dipolit 2x79.3m 2mm lankaa, 20m korkealla vaakasuorassa

* **RH Circular Pol**

EZNEC Pro/4

LH Circular Pol



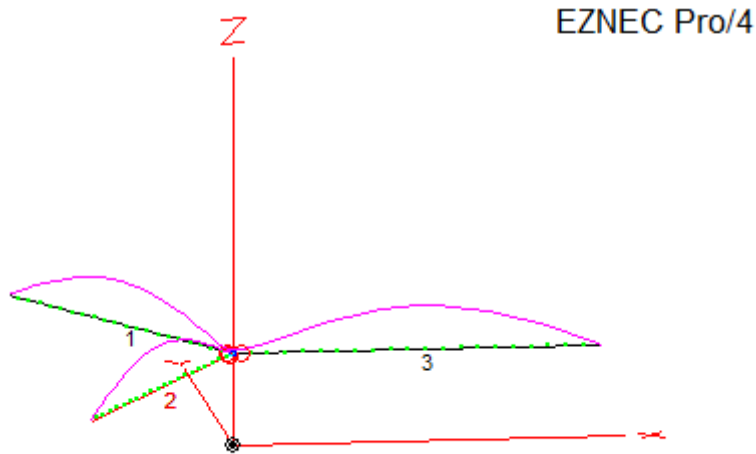
1.85 MHz

Elevation Plot
Azimuth Angle 0.0 deg.
Outer Ring 8.21 dBic

Cursor Elev 90.0 deg.
Gain 8.21 dBic
0.0 dBmax

Slice Max Gain 8.21 dBic @ Elev Angle = 90.0 deg.
Beamwidth 61.2 deg.; -3dB @ 59.4, 120.6 deg.
Sidelobe Gain < -100 dBic
Front/Sidelobe > 100 dB

”Koko aallon” tripoli



- Vaiheet 0, 120, ja 240 astetta pakkosyötetty kolmella virtageneraattorilla keskeltä, amplitudit yhtä suuret. Vastaa kolmea päästä syötettyä puolen aallon dipolia.
- Normaali maa: dielektrisyys 13 ja johtavuus 0.005S/m
- Langat dia 2mm cu
- Pituudet viritetty niin, että resistiivinen taajuudella 1.85MHz

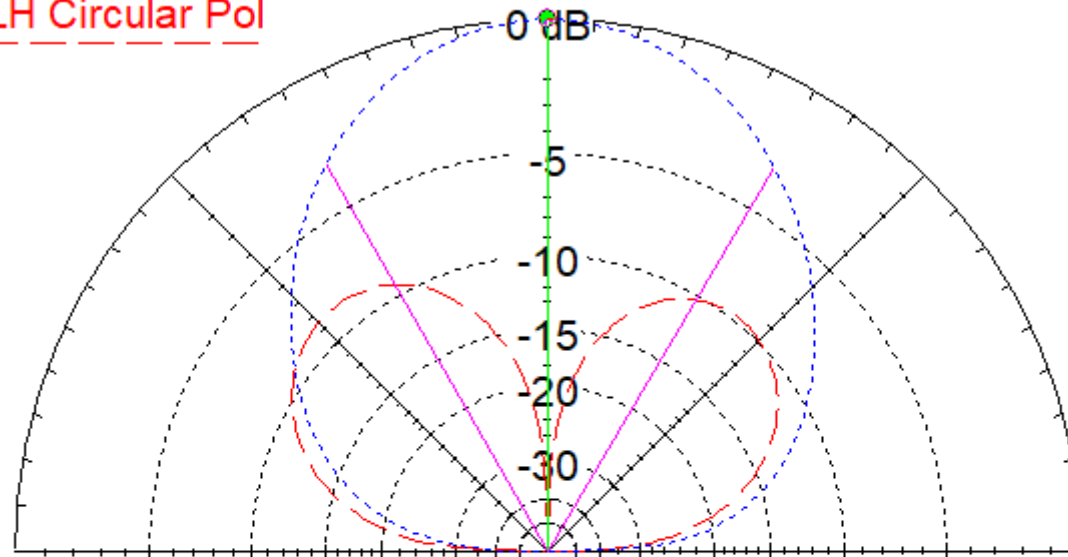
”Koko aallon” tripoli 0-120-240 asteen virroilla

Viikset 3x79.4m 2mm lankaa, 20m korkealla vaakasuorassa

* **RH Circular Pol**

EZNEC Pro/4

LH Circular Pol



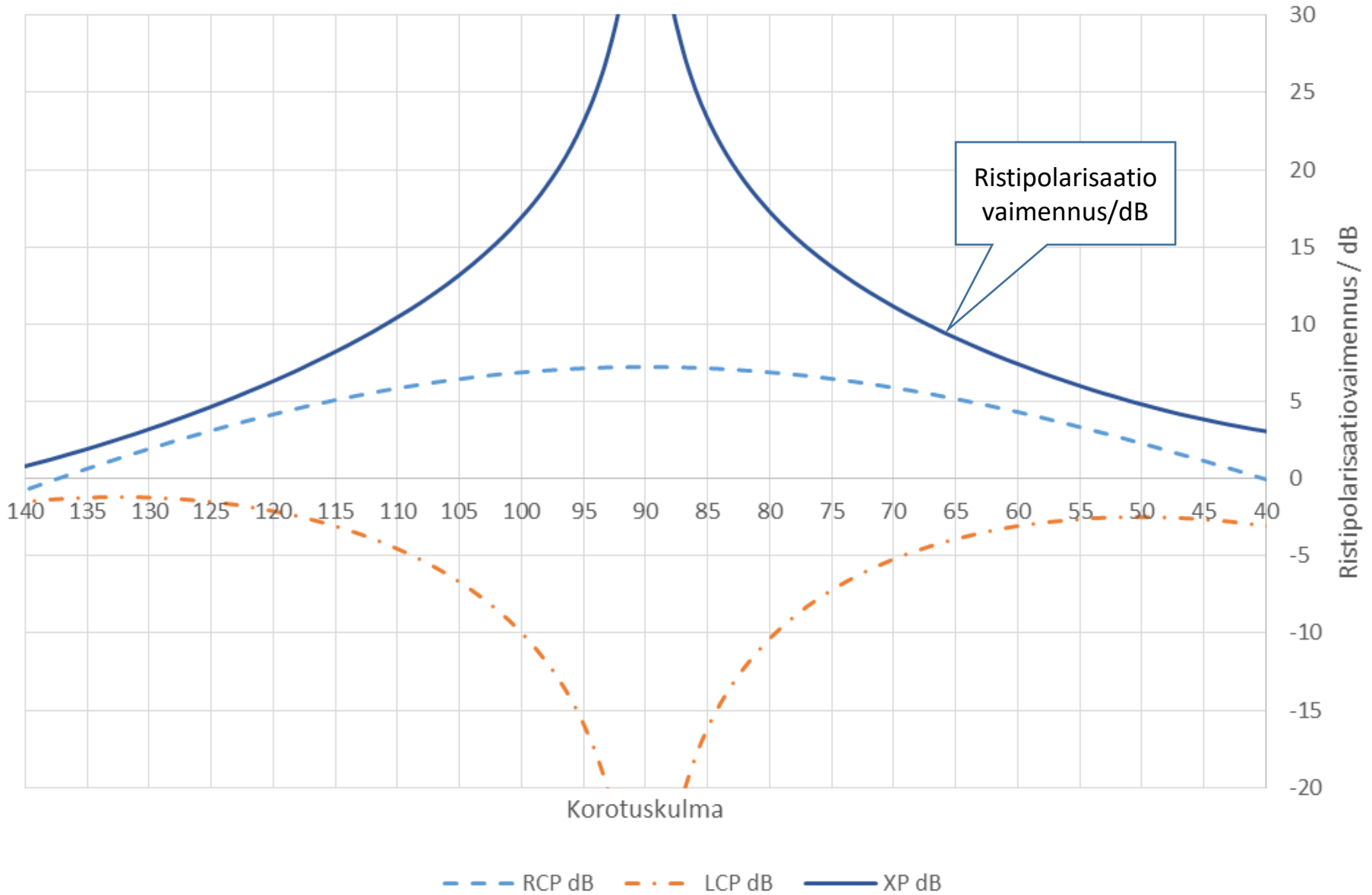
1.85 MHz

Elevation Plot
Azimuth Angle 0.0 deg.
Outer Ring 7.26 dBic

Cursor Elev 90.0 deg.
Gain 7.26 dBic
0.0 dBmax

Slice Max Gain 7.26 dBic @ Elev Angle = 90.0 deg.
Beamwidth 60.1 deg.; -3dB @ 59.6, 119.7 deg.
Sidelobe Gain < -100 dBic
Front/Sidelobe > 100 dB

Kokoallon tripoli 20m korkealla, ristipolarisaatio vaimennus



Vertailua neli- ja kolmeviiksisen 160m kiertopolarisaatio antennien välillä, kun viikset ovat puoli aallonmittaa

- Edellä tehdyistä kahdesta mallinnuksesta voi todeta, että 20m korkeudella vaakalangoilla:
 - Kolmiviiksisen (tripolin) vahvistus on 7.26dBic
 - Neliviiksisen (kokoaallon ristidipoli) on 8.21dBic
 - Eli ristidipoli on abt 1dB parempi
- Ristipolarisaatiovaimennus on molemmilla oleellisesti huonompi kuin vastaavilla varttiaallon viiksisillä.
 - Tripolilla vastakkaisen polarisaation sivukeilat ovat -8...-10dB ja yli 6dB ristipolarisaatiovaimennus saavutetaan korotuskulmilla 60-90 astetta
 - Vastaavasti ristidipolilla vastakkaisen suunnan sivukeilat ovat -11dB ja 6dB ristipolarisaatiovaimennus saavutetaan korotuskulmilla 50-90 astetta
- Koko aallon mittaiset antennit ovat selvästi kapeampi keilaisia kuin vastaavat puolen aallon mittaiset. Se mitä pääkeilan keskellä vahvistuksessa voitetaan, hävitään reunoilla.

Loppuyhteenvedo

- Edellä tehtyjen mallinnusten perusteella ei löytynyt sellaista tekijää, joka osoittaisi tripolin paremmaksi kuin ristidipoli, oli se sitten puolen aallon tai koko aallon mittainen. Erot eivät ole suuria tai edes merkittäviä, mutta mitään perustetta tripolin hypettämiseksi ei ole.
- NVIS antenniksi hyvä vaihtoehto on puolen aallon mittainen ristidipoli. Inverted-V asennolla saa vielä paremmat ristipolarisaatiovaimennukset mutta vahvistuksen kustannuksella. Sama pätee antennin korkeuteen. Matalampi antaa paremman ristipolarisaatiovaimennuksen mutta vahvistuksen kustannuksella.
- Tapa ilmoittaa ristipolarisaatiovaimennus optimi lähtökulmalla 90 astetta johtaa harhaan. Päädytään lukemiin yli 30dB, joka kuvaa kyllä vaiheistuksen hyvyyttä, mutta ei operatiivista suorituskykyä. Tulokulmat vaihtelevat kotimaan yhteyksissäkin. 300km yhteysetäisyydellä lähtökulman on oltava 58 astetta, kun F2-kerros on 250km korkealla ja 66 astetta, kun F2 kerros on 350 km korkealla. Vastaavasti QSO 500km päähän on lähtökulman oltava 43 astetta, kun F2-kerros on 250km korkealla ja 53astetta, kun F2-kerros on 350km korkealla. Antennia spesifioidessa ristipolarisaatiovaimennus pitää ilmoittaa lähtökulman funktiona, ei maksimi arvona.
- Kiertopolarisaation hyödyt sinänsä NVIS yhteyksillä ovat kiistattomat. Tässä oli kyse vain sen antenneista.