

Sendiloftnet TF4M á 160 m

Sjónarmið við hönnun

Fyrri hluti

Fyrirlestur í ÍRA 24. febrúar 2011

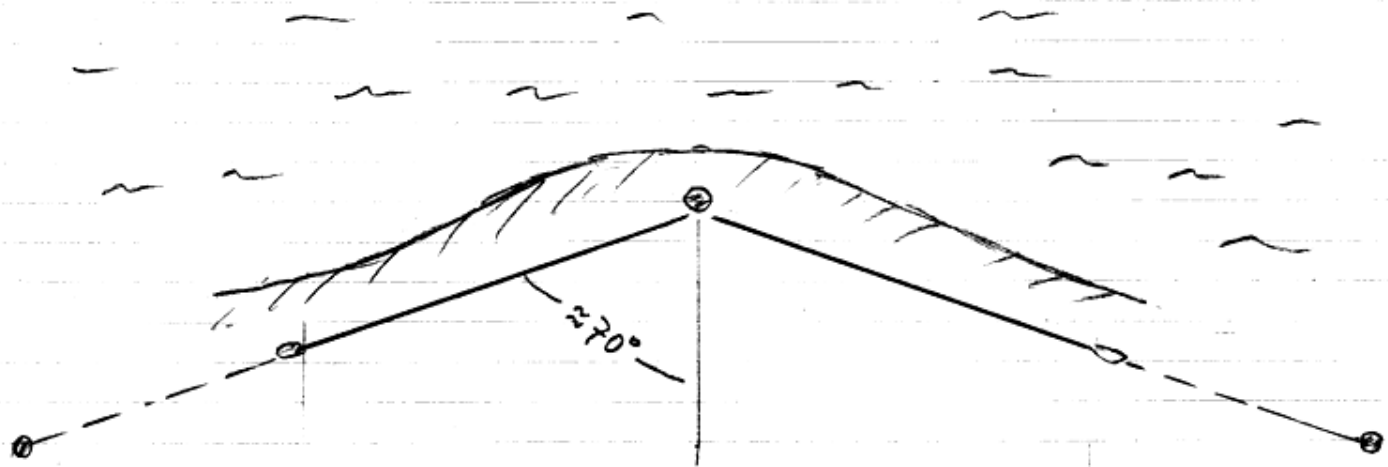
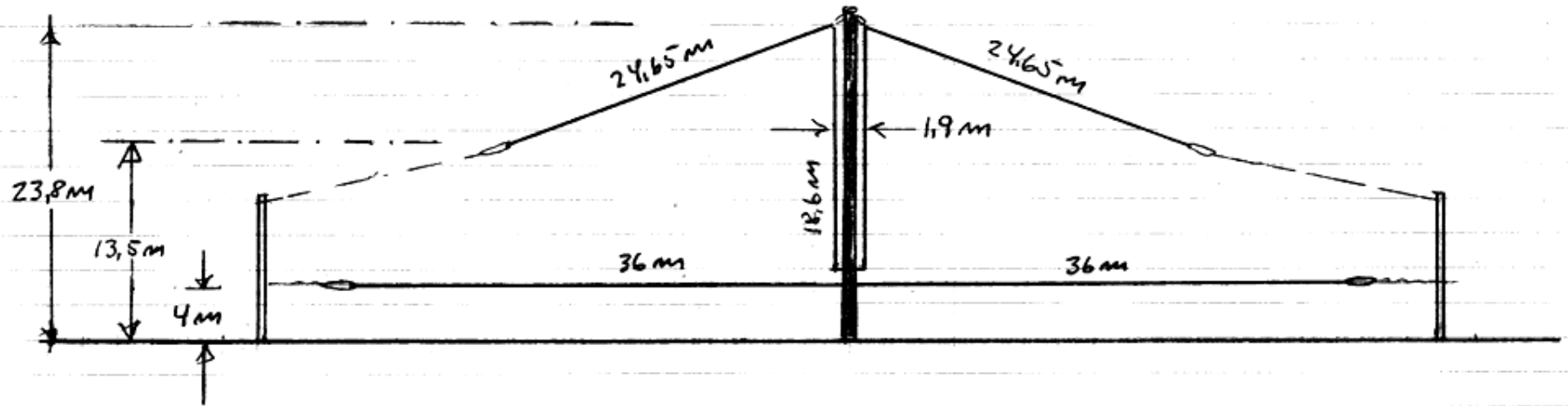
TF3DX

Yfirlit

- Skautun
- Raunverulegt yfirborð jarðar, sjór
- Hæð loftnets
- Geislunarviðnám, tapsviðnám, nýtni
- Topphattur
- Mótvægi

TF4M sendiloftnet

TF3DX, feb. 2011





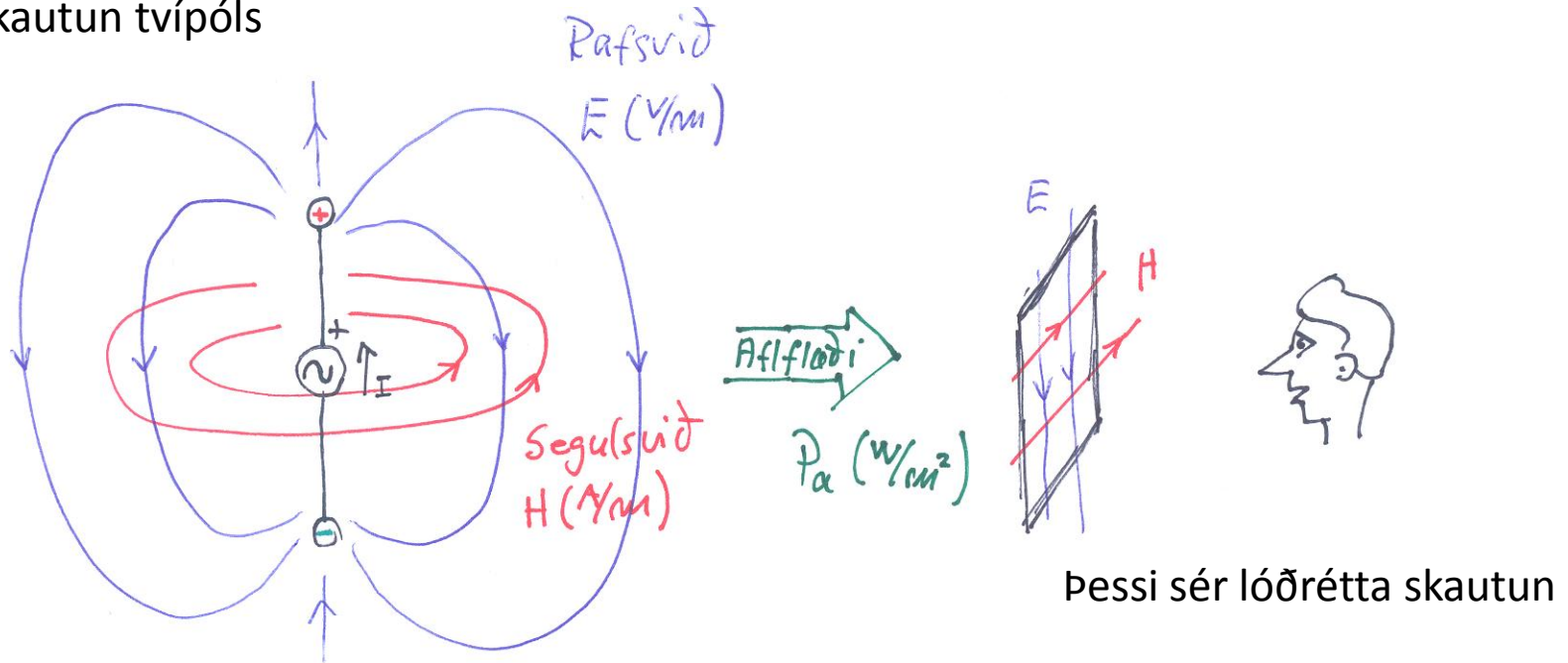
Vilhjálmur Þór Kjartansson, TF3DX



Vilhjálmur Þór Kjartansson, TF3DX

Skautun

Skautun tvípóls



Skautun er stefna rafsviðskraftlínanna, oft lárétt eða lóðrétt

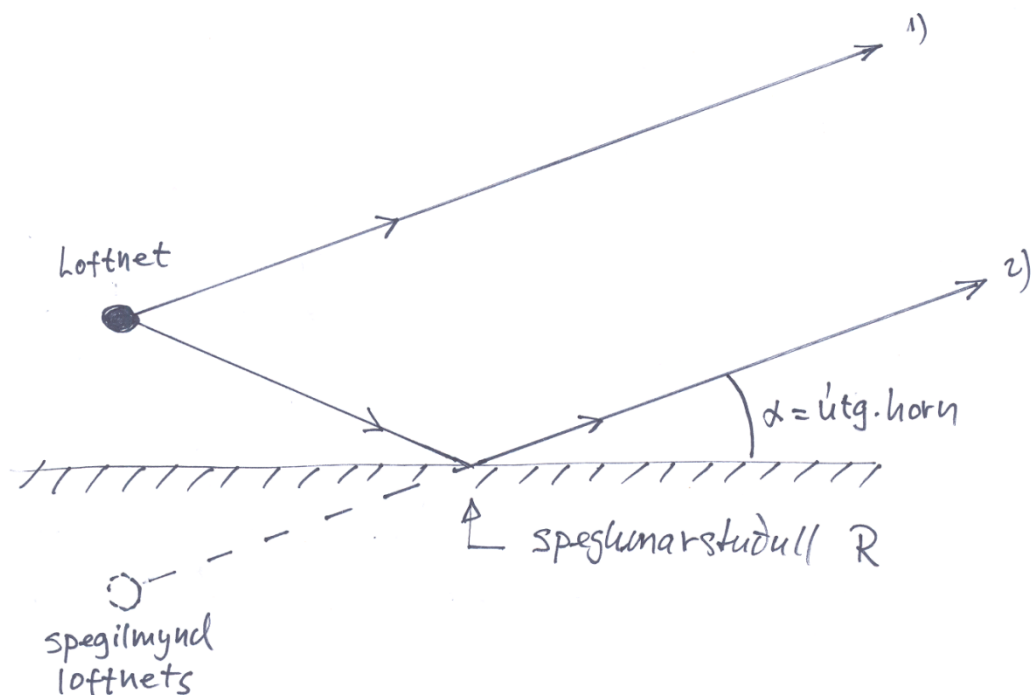
Hjá athuganda fellur skautun ofan í stefnu straumsins sem gefur útgeislunina

Athugandi sem er þvert á leiðarann fær skautun í samræmi við stefnu hans

Göngum út frá að æskilegt sé að senda út undir sem **lægstu horni** til að ná sem lengstu stökki (DX) með endurkasti af jónhvolfi

Háloftabylgja er samsett úr 2 liðum:

- 1 því sem geislar beint frá loftnetinu
- 2 því sem speglast af jörðinni



samsíða geislar til athuganda í fjarska

Lárétt skautun og alleiðandi jörð

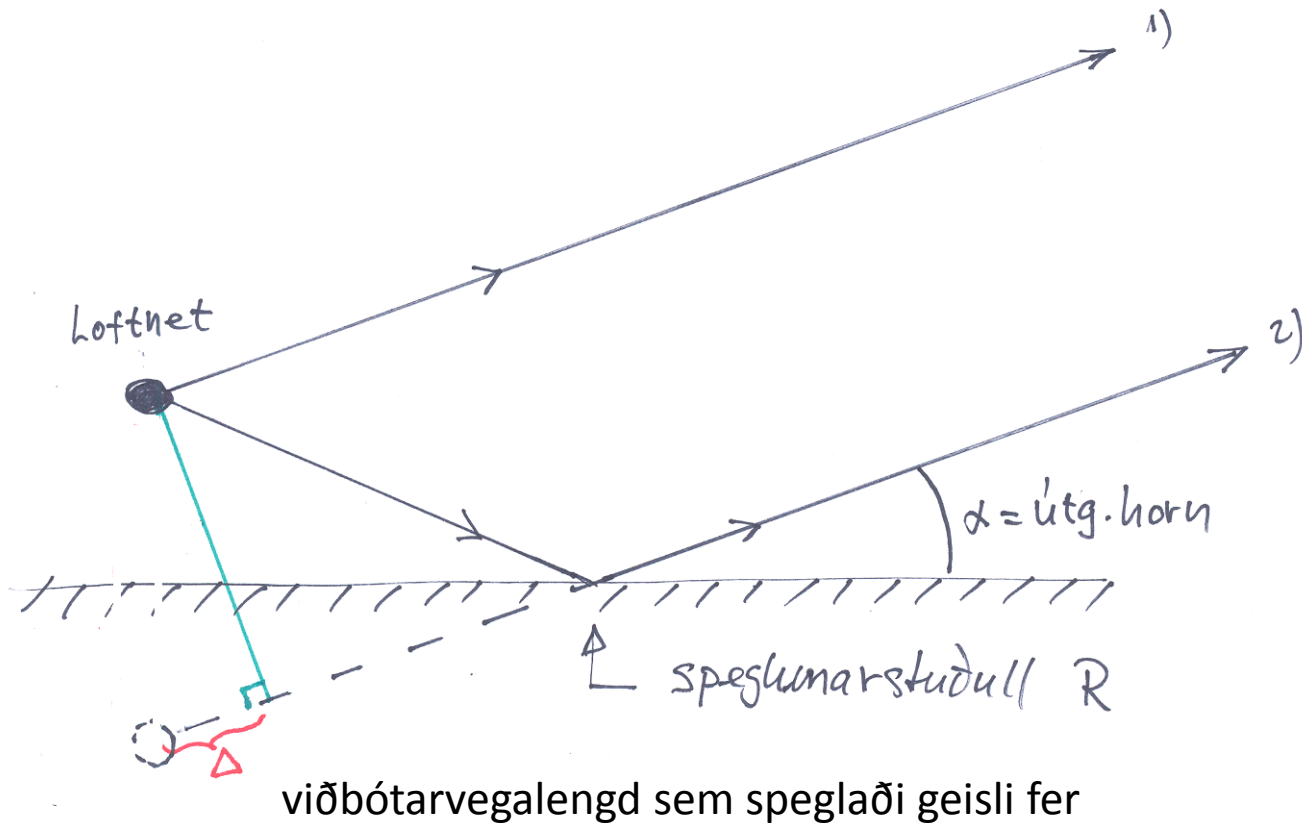
Ekkert tap er í alleiðandi jörð, tölugildi R er því 1 (100%)

Lárétt skautun, rafsviðið er samsíða jörðinni. Alleiðandi jörð skammhleypir rafsviði, svo summan af rafsviði áfallsbylgjunnar og spegluðu bylgjunnar neyðist til að vera að vera núll. Rafsviðið umpólast (180°) við speglun, $R = -1$

Samlegð beinu bylgjunnar í fjarska ræðst því af tvennu:

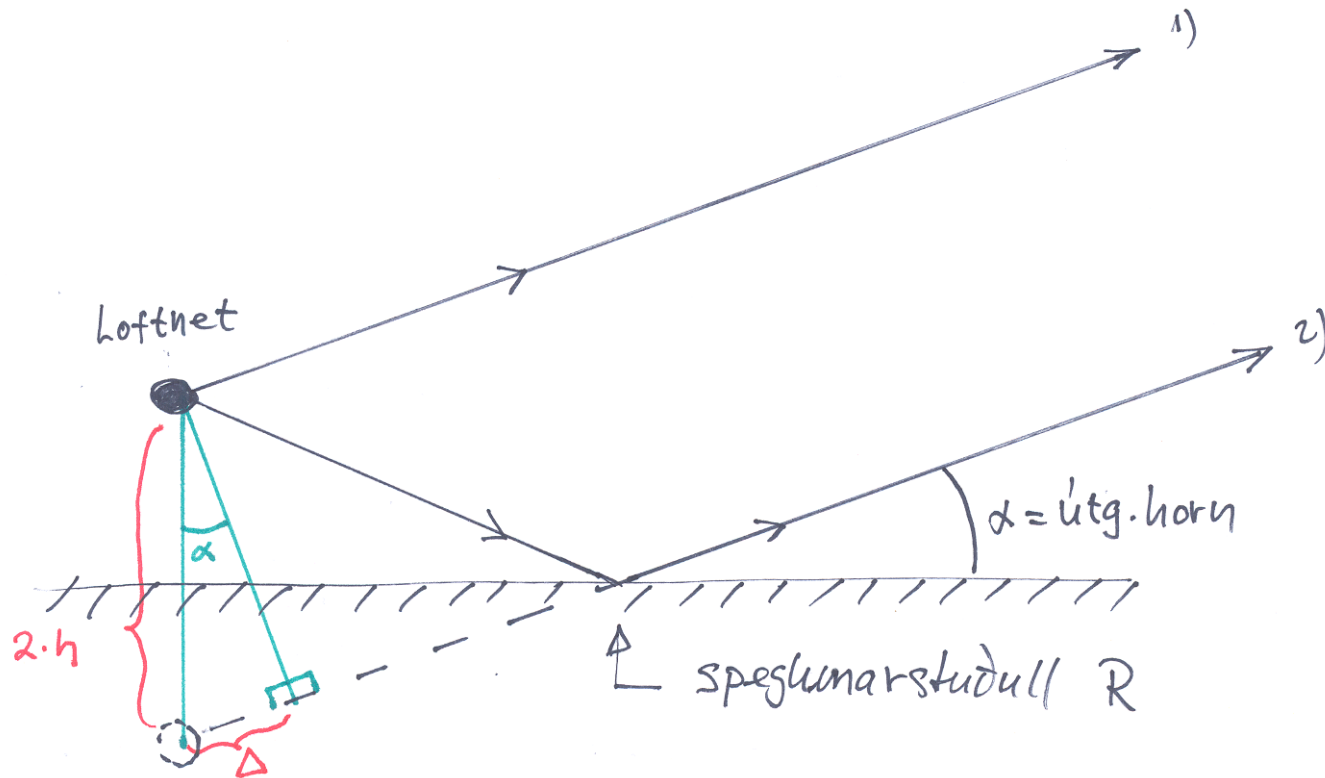
- ❖ fasavendingunni við speglun (180°)
- ❖ fasatöf vegna lengri leiðar spegluðu bylgjunnar

$$\text{fasatöf} = \frac{\Delta}{\lambda} 360^\circ$$



Til að beina bylgjan og speglaða bylgjan verði samfasa í fjarska, þarf Δ að verða hálfbylgja, fasatöf $180^\circ + 180^\circ = 360^\circ$

Við lægra útgeislunarhorn minnkar Δ og það stefnir í að bylgjurnar uppheljast í fjarska

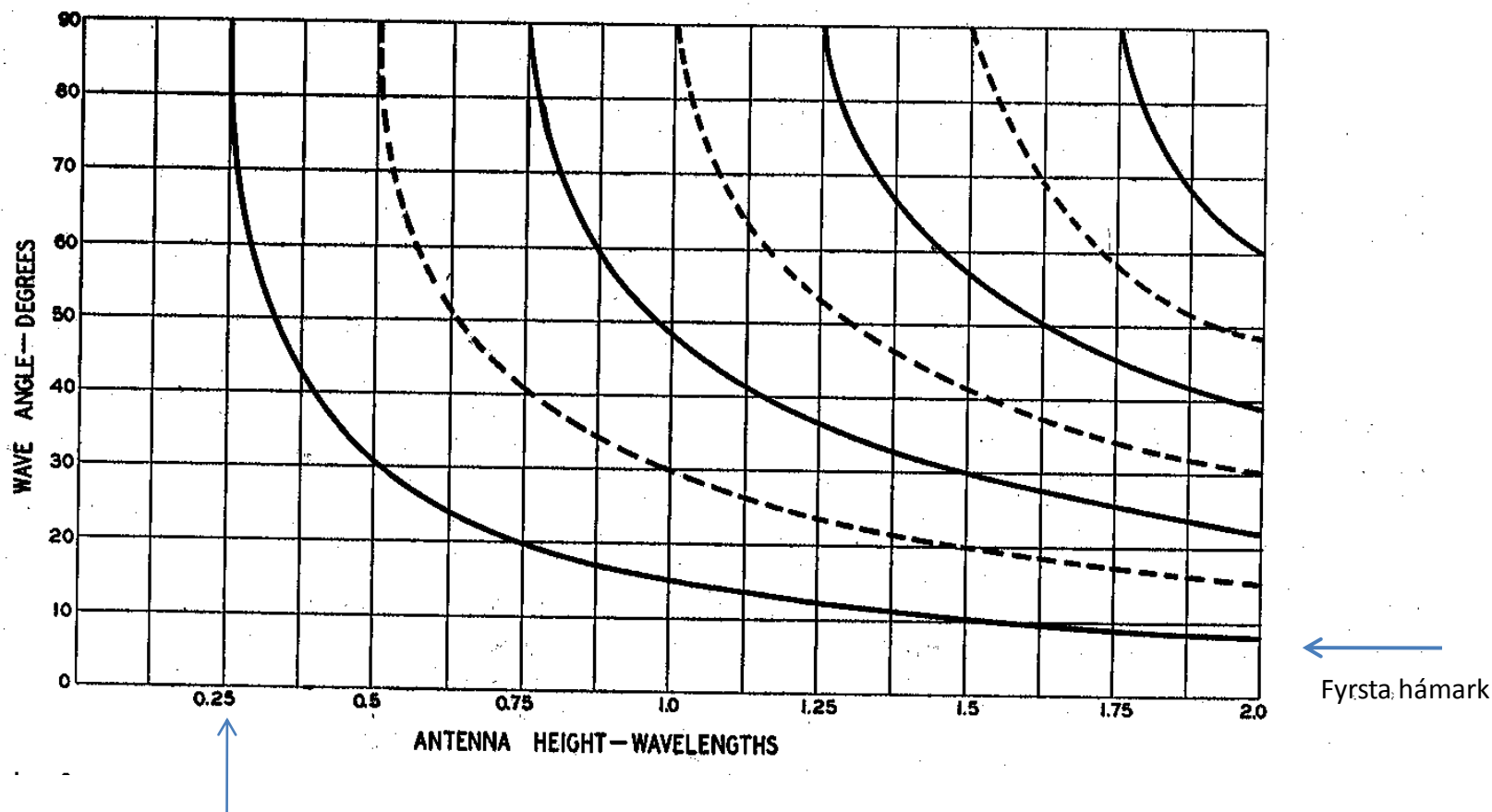


Samhengið ræðst af rétthyrndum þríhyrningi (grænn). Fyrir gefið útgeislunarhorn er Δ í réttu hlutfalli við hæð loftnetsins. Því er hægt að ná hálfbylgju í Δ , og þar með sterkastri útgeislun, við lægra og lægra horn því hærra sem loftnetið er

Þau sem kunna hornafræði geta sagt okkur samhengið:

$$\Delta = 2h \sin \alpha$$

Fyrir löngu búið að reikna út úr þessu: *The ARRL Antenna Book 1960*



Hæðin þarf að vera meira en kvartbylgja svo sterkust sending verði ekki beint upp í loftið þarf 0,75 bylgjulengdir til að komast niður í 20°. Lítil vandi á efri böndum en á 160 m?

Lóðrétt skautun og alleiðandi jörð

Spennunumunur í rafsviði er **langsum eftir** kraftlínu, **enginn** þvert á

Rísi kraftlínur lóðrétt upp frá alleiðandi fleti er **ekkert skammhlaup**

Ekkert þvingar fram fasasnúning við speglun, $R = +1$ (0°)

Því fæst full samfasa samlegð þegar Δ stefnir á núll, fyrsta hámarkið er strax út með yfirborði jarðar við útgeislunarhornið núll gráður!

$$\text{fasatöf} \quad 0^\circ + 0^\circ = 0^\circ \text{ (samfasa)}$$

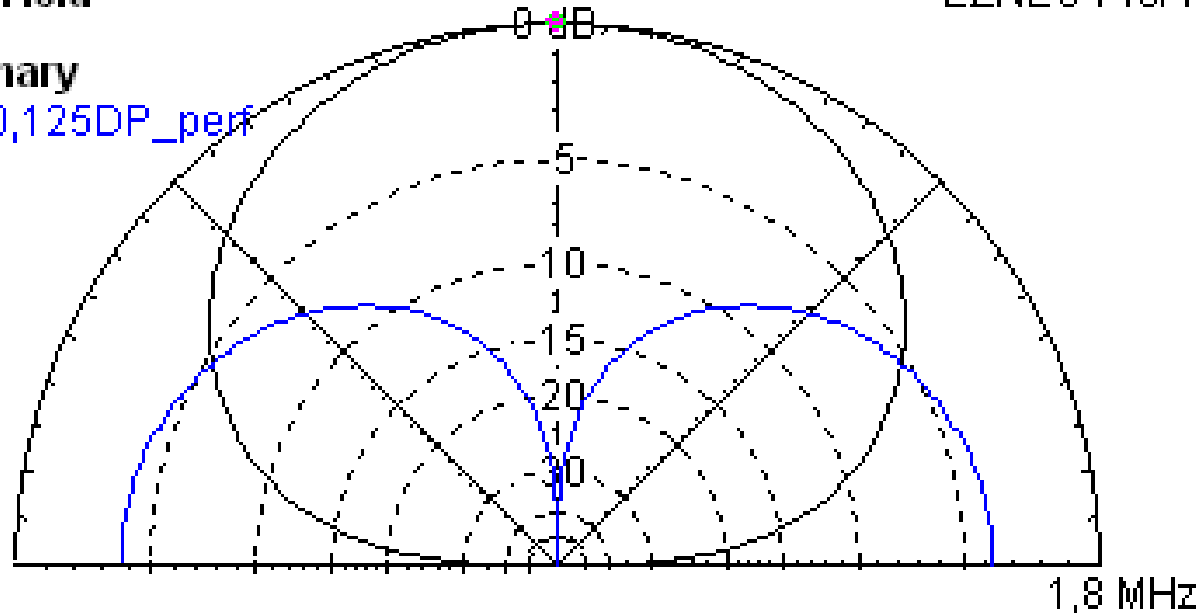
Engin nauðsyn að lyfta loftnetnu

Kenning: Lóðrétt skautun heppileg þegar hæð loftnets þarf að vera mun minni en bylgjulengd

Total Field

EZNEC Pro/4

* Primary
vert_0,125DP_perf



Elevation Plot

Azimuth Angle 0,0 deg.

Outer Ring 8,71 dBi

Cursor Elev 90,0 deg.

Gain 8,71 dBi

0,0 dBmax

Alleiðandi jörð, hæðargraf

Svart: Láréttur hálfbylgjutvípóll í $1/8 \lambda$ hæð, besta stefna

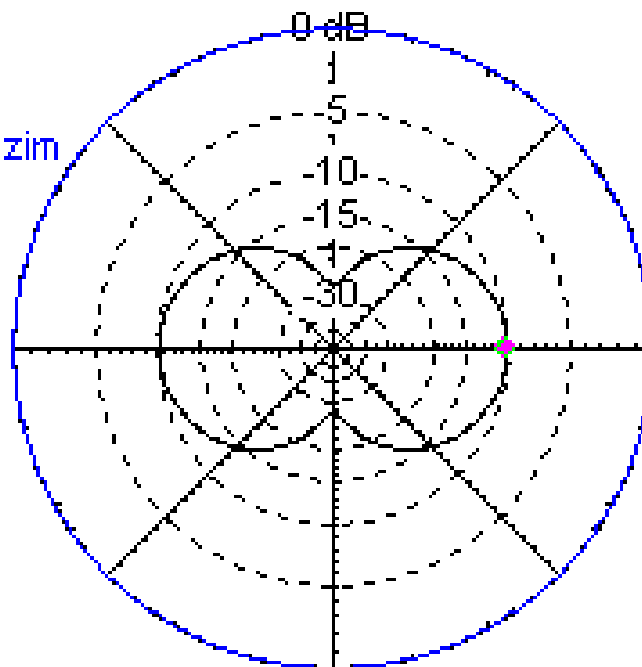
Blátt: Lóðréttur $1/8 \lambda$ tvípóll

Total Field

EZNEC Pro/4

* Primary

vert_0,125DP_perfAzim



1,8 MHz

Azimuth Plot

Elevation Angle 10,0 deg.

Outer Ring 4,81 dBi

Cursor Az

0,0 deg.

Gain

-5,61 dBi

0,0 dBmax

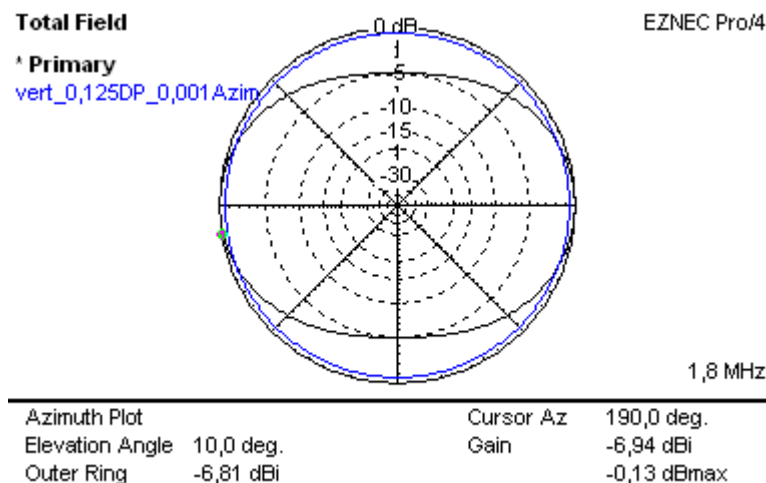
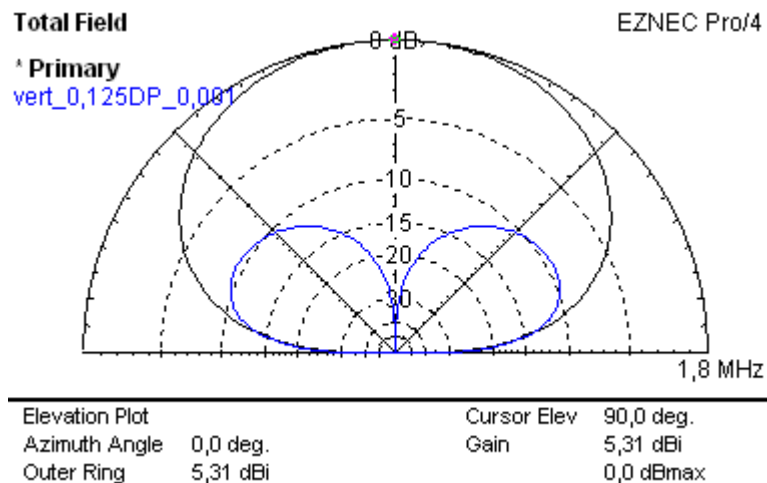
Alleiðandi jörð, stefnugraf við 10°útgeislunarhorn

Svart: Láréttur hálfbylgjutvípóll í $1/8 \lambda$ hæð, besta stefna

Blátt: Lóðréttur $1/8 \lambda$ tvípóll

Raunverulegt yfirborð jarðar, sjór

*En ekkert er fullkomið, allra síst er land alleiðandi! Dæmgerð grýtt
eða sendin íslensk jörð er talin hafa eðlisleiðnina 0,001 S/m*



Jörð 0,001 S/m, $\epsilon = 4$

Hæðargraf í
bestu st. tvíþóls

Stefnugraf
við $\alpha = 10^\circ$

Skýring á hrakförum lóðréttrar skautunar:

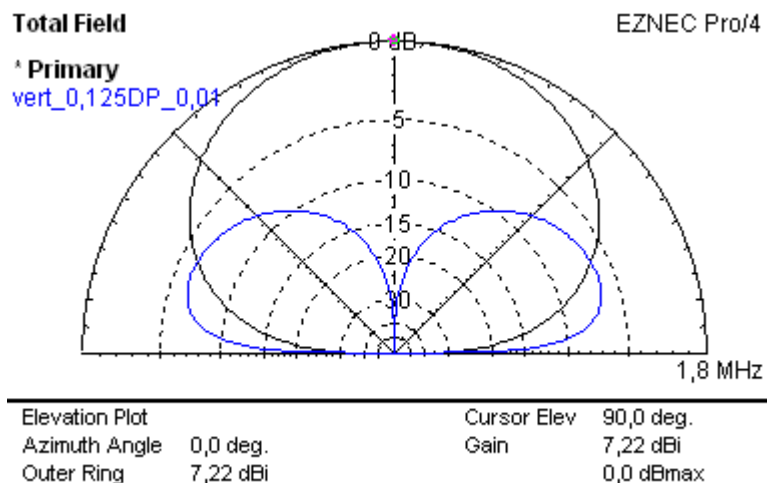
Fyrir neðan tiltekið útgeislunarhorn, **Brewster horn**, vendist fasi speglunar og lóðrétt skautun verður ofurseld sömu upphafningu beina geisla og speglaða geisla og lárétt skautun verður fyrir.

Brewsterhorn á **eingöngu við um lóðréttu** skautun

Því betri sem leiðni jarðar er, þeim lægra verður Brewsterhornið svo spjöllin af völdum þess koma ekki fram fyrr en með lægra útgeislunarhorni

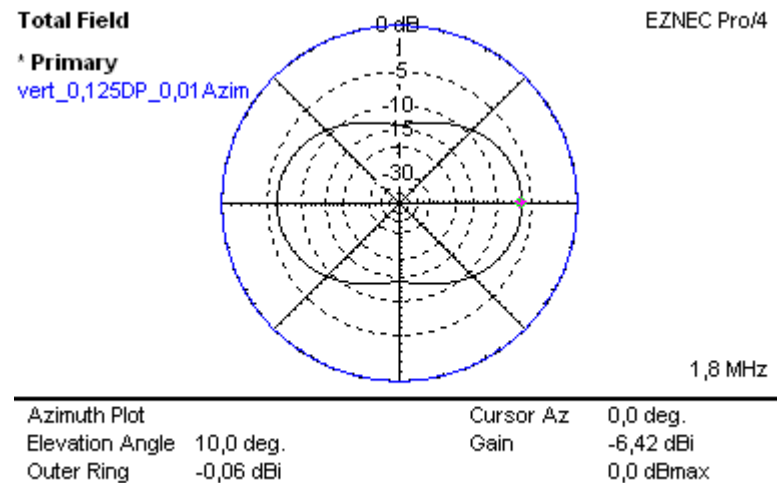
Nánari skýring á Brewster horni væri verðugt efni í sérstakan fyrirlestur!

Ef jarðleiðnin væri 0,01 S/m (tæplega svo góð á Íslandi) verða gröfin þannig:



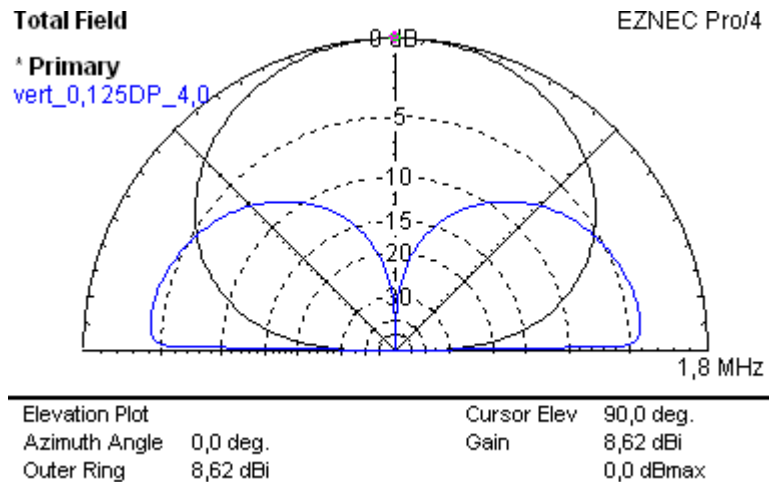
Hæðargraf í
bestu st. tvíþóls

Jörð 0,01 S/m, $\epsilon = 13$



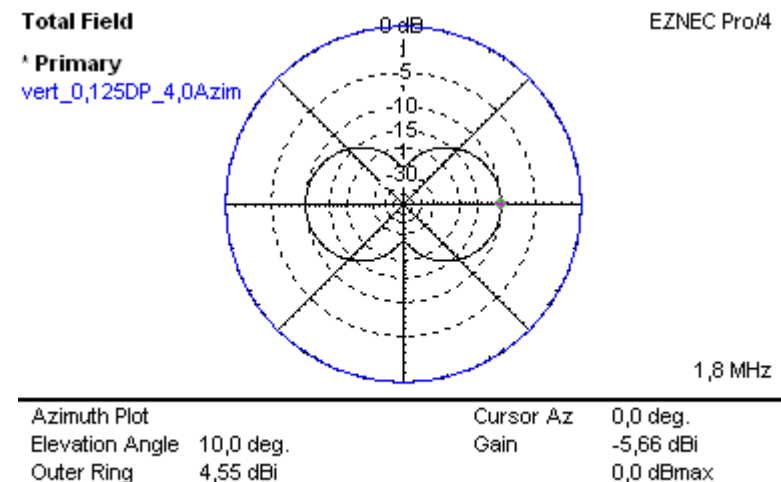
Stefnugraf
við $\alpha = 10^\circ$

Af öllu yfirborði jarðar kemst **saltur sjór** næst alleiðandi jörð, leiðni hans er um **4 S/m**, fjögur þúsund sinnum betri en í íslenskum grýttum jarðvegi



Hæðargraf í
bestu st. tvíþóls

Sjór 4 S/m, $\epsilon = 80$



Stefnugraf
við $\alpha = 10^\circ$

Sjórinn má heita jafngóður alleiðandi jörð!

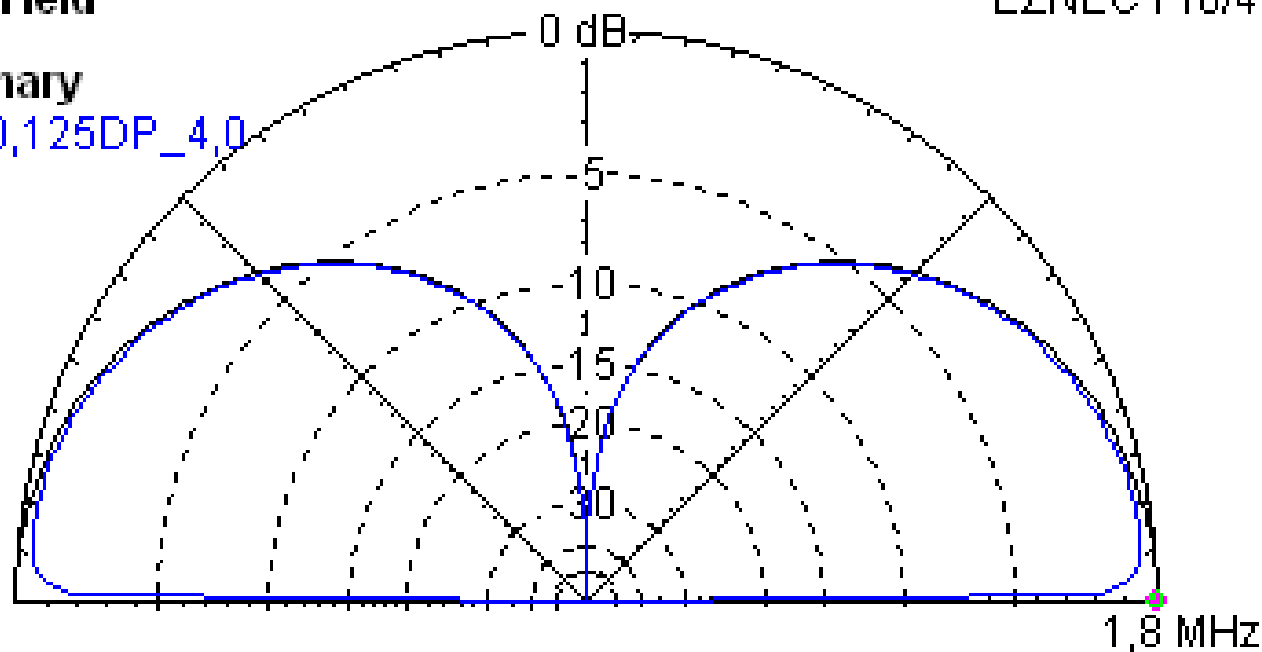
Samanburður á sjó (blátt) og alleiðandi jörð (svart), lóðrétt skautun:

Total Field

EZNEC Pro/4

^A Primary

vert_0,125DP_4,0



Elevation Plot

Azimuth Angle 0,0 deg.

Outer Ring 4,97 dBi

Cursor Elev 0,0 deg.

Gain 4,97 dBi

0,0 dBmax

Niðurstaða f. TF4M: Nota lóðrétt skautun og vera sem næst sjó !

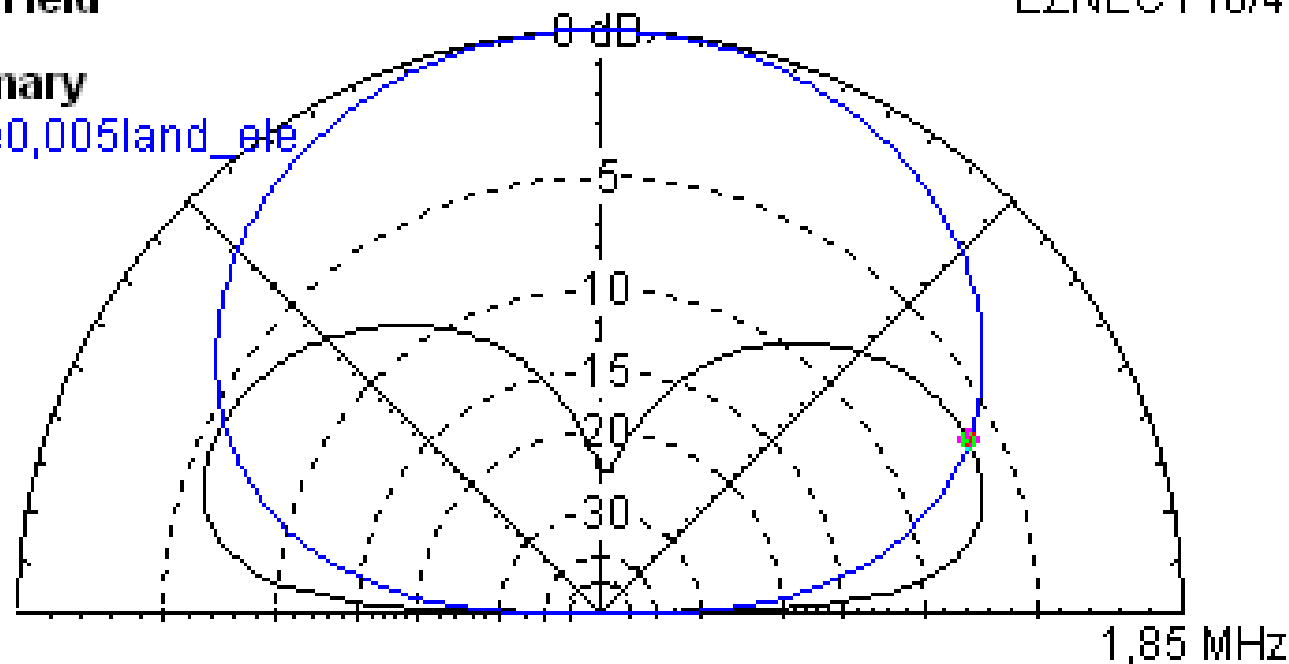
Samanburður á “Kóngi” og hálfb. vaffi á hvolfi (blátt) milli sömu staura
Land allt í kring með leiðnina 0,005 S/m, $\epsilon = 13$

Total Field

EZNEC Pro/4

* Primary

InVee0,005land_ele



Elevation Plot

Azimuth Angle 0,0 deg.

Outer Ring 5,26 dBi

Cursor Elev 25,0 deg.

Gain -0,9 dBi

-0,64 dBmax

Hæðargraf

Vilhjálmur Þór Kjartansson, TF3DX

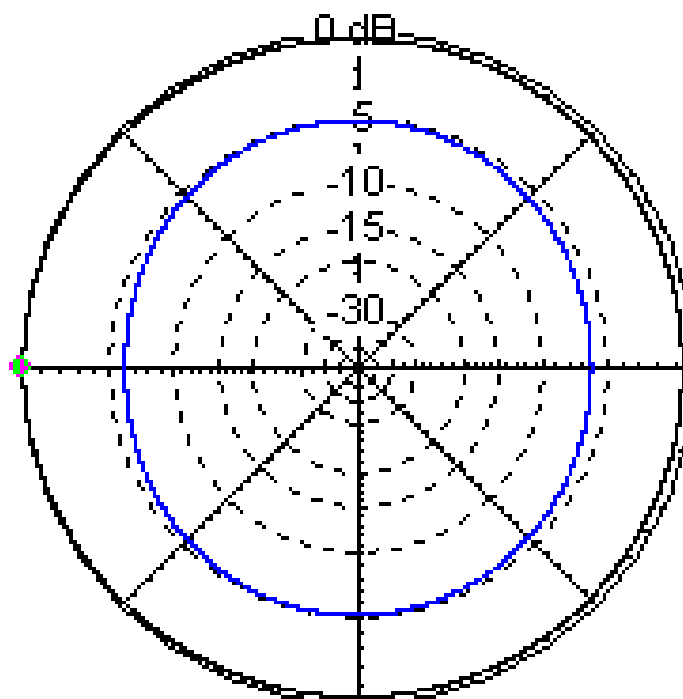
Samanburður á “Kóngi” og hálfb. vaffi á hvolfi (blátt) milli sömu staura
Land allt í kring með leiðnina 0,005 S/m, $\epsilon = 13$

Total Field

EZNEC Pro/4

^ Primary

InVee0,005land_azi



1,85 MHz

Azimuth Plot

Cursor Az

180,0 deg.

Elevation Angle 10,0 deg.

Gain

-1,98 dBi

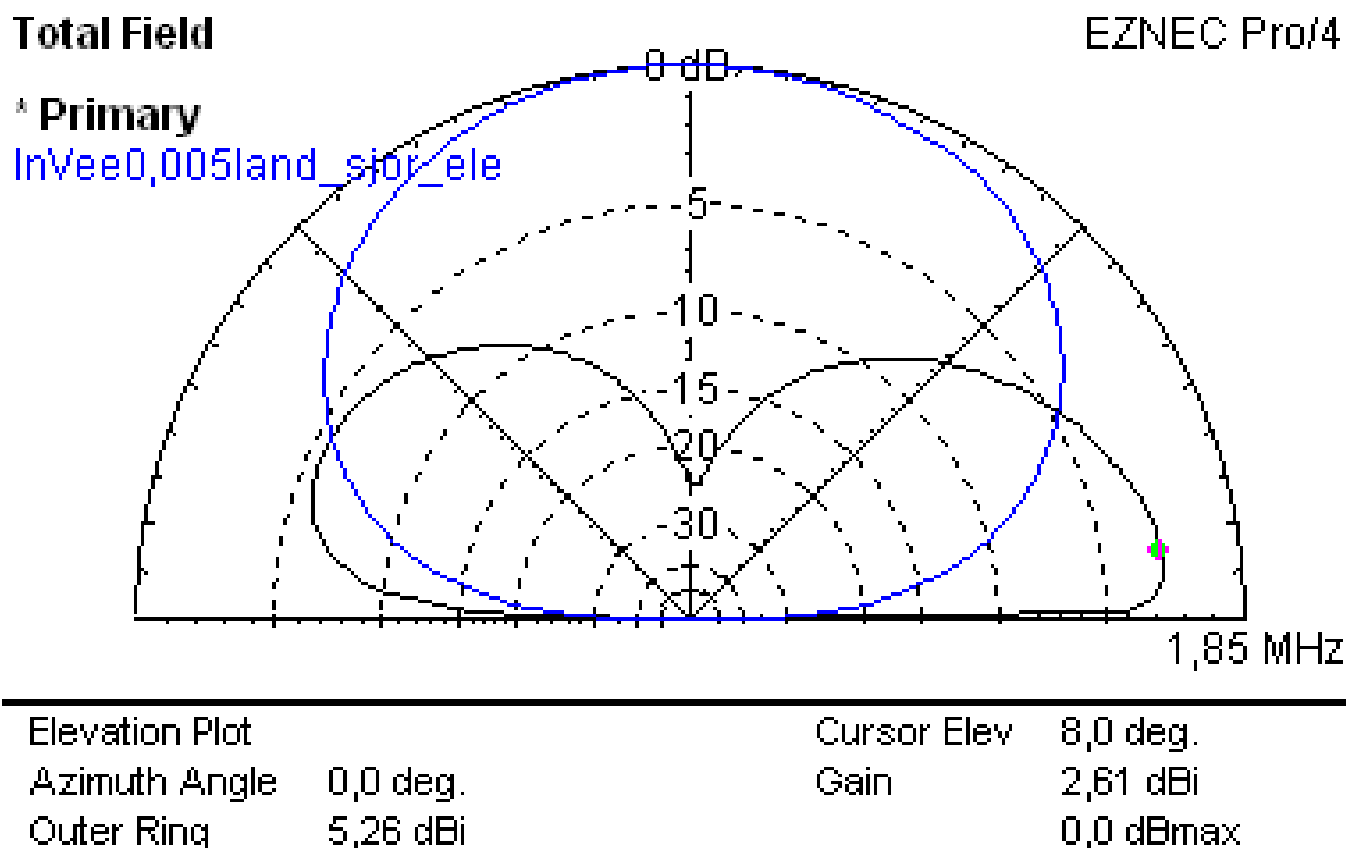
Outer Ring -1,98 dBi

0,0 dBmax

Stefnugraf við 10°

Vilhjálmur Þór Kjartansson, TF3DX

Samanburður á “Kóngi” og hálfb. vaffi á hvolfi (blátt) milli sömu staura
Vinstra megin er land, 0,005 S/m, $\epsilon = 13$
Hægra megin er sjór 2 m neðar og í 10 m fjarlægð, 4 S/m, $\epsilon = 80$



Hæðargraf

Samanburður á “Kóngi” og hálfb. vaffi á hvolfi (blátt) milli sömu staura

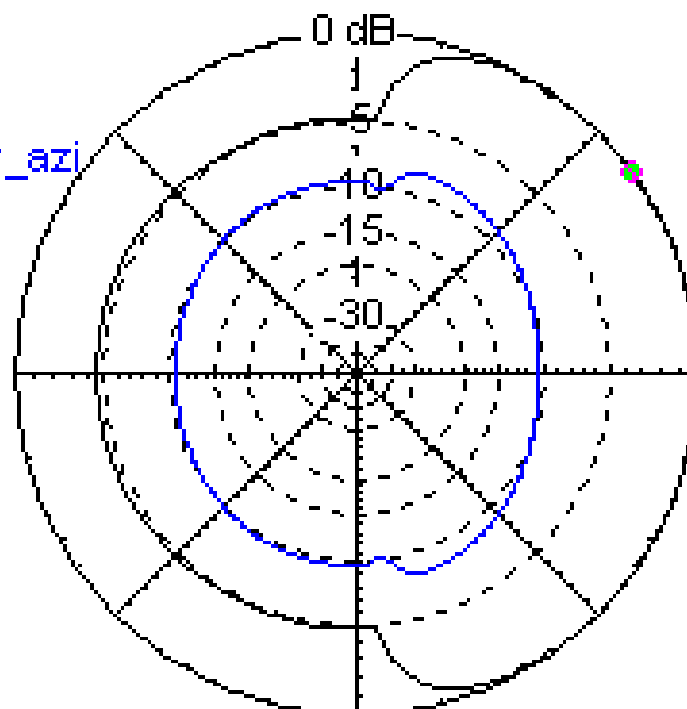
Vinstra megin er land, 0,005 S/m, $\epsilon = 13$

Hægra megin er sjór 2 m neðar og í 10 m fjarlægð, 4 S/m, $\epsilon = 80$

Total Field

* Primary

InVee0,005land_sjor_azi



EZNEC Pro/4

*Munur á landi og sjó
fer upp í 9 dB ef landið
hefur 0,001 S/m*

*Mælingar benda til
að bæta megi tæpu
dB við ávinning Kóns
vegna meiri leiðni en
0,005 S/m undir honum*

1,85 MHz

Azimuth Plot

Elevation Angle 10,0 deg.

Outer Ring 2,63 dBi

Cursor Az

36,0 deg.

Gain

2,63 dBi

0,0 dBmax

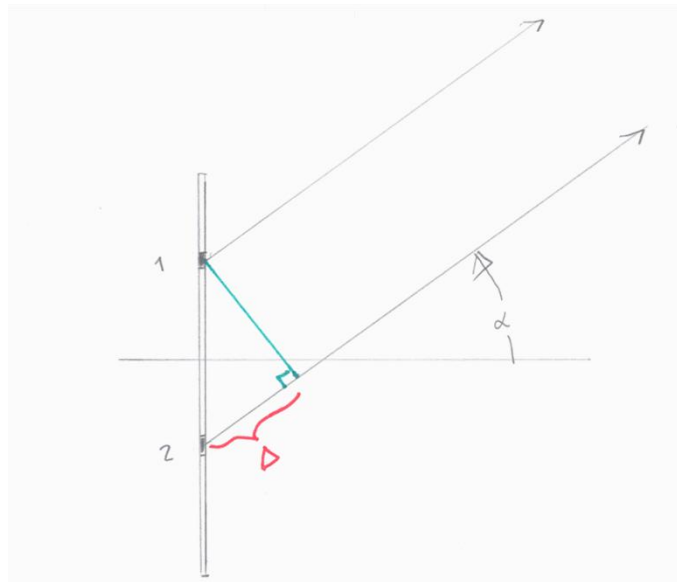
Stefnugraf við 10°

Vilhjálmur Þór Kjartansson, TF3DX

Hæð loftnets

Eftir því sem lengd geislandi leiðara vex, þrengist geislunarlaufið. Að sama skapi verður meira aflögu til að geisla í bestu stefnu þvert á leiðarann. Þetta gildir upp að lengdinni $10 \lambda/8$ fyrir tvíþól (*Extended Double Zepp*) eða $5 \lambda/8$ fyrir stöng upp frá jörðu, eftir það koma mörg lauf við sögu (*LW*)

Þetta stafar af vaxandi fasviki í skástefnur milli þess kemur frá mismunandi stöðum á leiðaranum, samanber Δ sem áður var rætt um. Þvert á leiðarann eru hins vegar allir hlutar hans jafn langt frá athuganda í fjarska og samlegðin fullkomin



Samanburður mislangra stanga yfir alleiðandi jörð

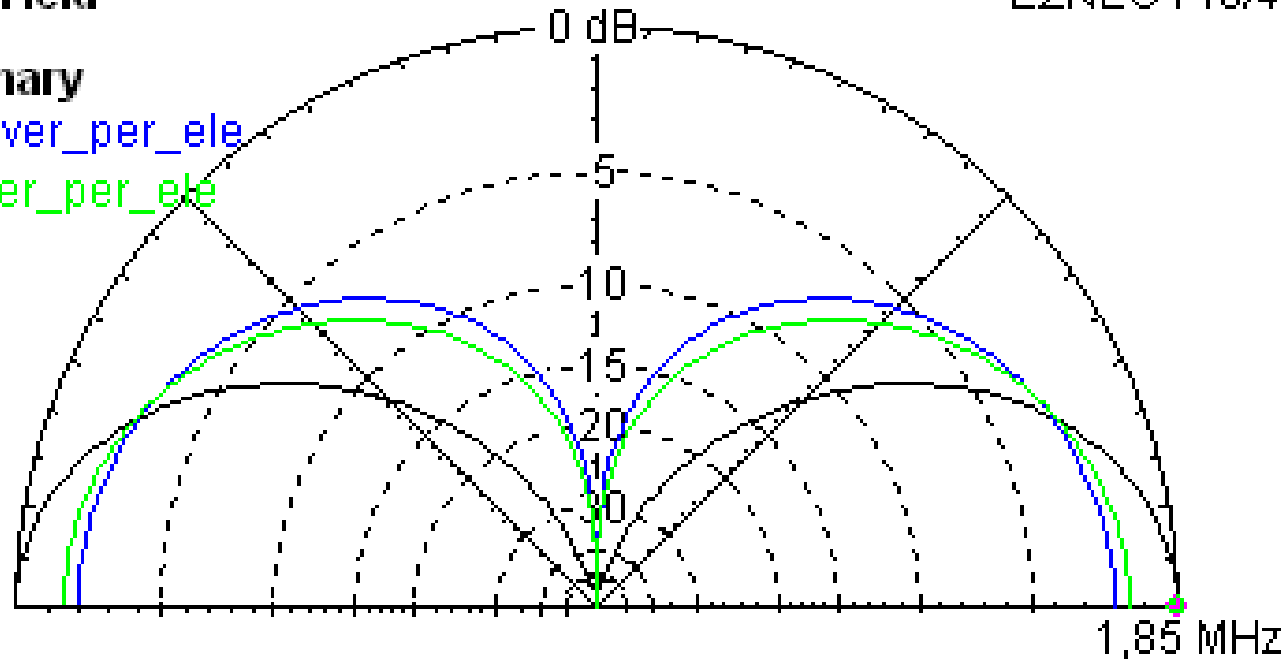
Total Field

EZNEC Pro/4

* Primary

0,125ver_per_ele

0,25ver_per_ele



blátt $\lambda/8$
grænt $\lambda/4$
svart $\lambda/2$

Elevation Plot

Azimuth Angle 0,0 deg.

Outer Ring 6,93 dBi

Cursor Elev 0,0 deg.

Gain 6,93 dBi

0,0 dBmax

Samanburður mislangra stanga yfir 0,005 S/m jörð

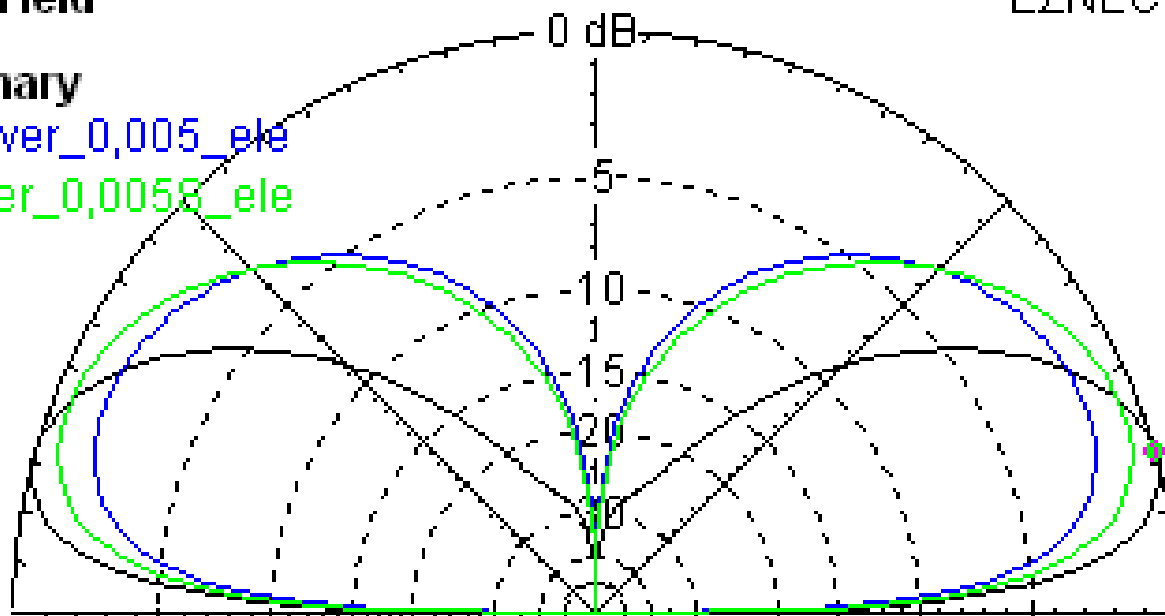
Total Field

EZNEC Pro/4

* Primary

0,125ver_0,005_ele

0,25ver_0,0058_ele



blátt $\lambda/8$
grænt $\lambda/4$
svart $\lambda/2$

Elevation Plot

Azimuth Angle 0,0 deg.

Outer Ring 1,19 dBi

Cursor Elev 16,0 deg.

Gain 1,19 dBi

0,0 dBmax

Hægt er að bæta stefnuvirkni að lágu horni u.þ.b. um 2dB með háu loftneti, en 40 m og hvað þá 80 m hæð er ekki raunhæfur kostur

Fyrir neðan $\lambda/8$ hafa allar stangir sama útgeislunarmynstur og sama fræðilega ávinning, 3,0 eða 4,77 dB, ef allt er tapslaust

Samt eru einkum 2 ástæður til að nota ekki minni hæð en hægt er til á þessu bili:

- 1) Geislunarviðnám vex með 2. veldi hæðar að öðru jöfnu, svo það verður hagstæðara í samanburði við tapsviðnám**
- 2) Ef hægt er að komast hjá spólu til að lengja í resónans, er komist hjá tapsviðnámi spólunnar**

24. febrúar 2011, TF3DX