



Hönnun loftneta með aðstoð 4nec2

Sæmundur E. Þorsteinsson
TF₃UA

Inngangur



- Hermun á hegðun loftneta með tölvum hefur lengi verið möguleg
 - NEC = Numerical Electromagnetics Code
 - Notað til að herma hegðun vírloftneta og diska
 - Skrifað í Fortran á 8. áratugnum
 - Síðari útgáfa heitir NEC2 og hefur verið mikið notuð enda ekki leyfisskyld
 - NEC 3, NEC4 og NEC5 eru líka komnar fram en það hefur þurft leyfi til að nota þær

Inngangur



- NEC hefur nú verið umskrifað í C
- Einnig er til Mininec sem var þróað fyrir Apple II og IPM PC
- Grafískt viðmót hefur verið sett á NEC. Ókeypis útgáfur eru t.d.
 - Eznec, byggir á NEC₃ og NEC₄, keyrir á Windows og Linux
 - 4nec2, byggir á NEC₂ og NEC₄, gert fyrir Windows
 - NEC LAB byggir á NEC₂ og gervigreind
 - CocoaNEC er fyrir MAC OS X, byggir á NEC₂ og NEC₄ ef leyfi er fyrir hendi
- Hægt er að finna mörg námskeið um NEC á vefnum,
 - Listi gefinn á [Wikipediu](#)
 - Þar eru Youtube námskeið og einnig rituð námskeið

4nec2



- Hér var ákveðið að nota 4nec2 til þess að kynna eiginleikum þeirrar útgáfu
 - Eznec virðist vera mest notaða útgáfan meðal amatöra
- Þessi fyrirlestur miðast við 4nec2 útgáfuna
 - Heimasíða 4nec2 er <https://www.qsl.net/4nec2/>
 - Höfundur er Arie Voors
 - Núverandi útgáfa er 5.9.3
- Hægt að sækja á <https://qsl.net/4nec2/4nec2.zip>

Uppsetning 4nec2 á Windows



- Hún er auðveld, sækjum forritið á
 - <https://qsl.net/4nec2/4nec2.zip>
 - Opnum Zip skrána og drögum út úr henni Setup_4nec2.exe
 - Keyrum skrána Setup_4nec2.exe og hlýðum þeim skipunum sem fram koma
 - Þetta endar með því að við höfum 4nec2 upp sett á tölvunni okkar

Keyrum 4nec2

- Förum í „Search“ svæðið á tölvunni og sláum inn 4nec2
- Þá er 4nec2 keyrt
- „Main“ glugginn kemur fram og hugsanlega fleiri



Main [V5.9.3] (F2)

File Edit Settings Calculate Window Show Run Help

Filename: DELTA-3UA-10M-OF Frequency: 28.5 Mhz
Wavelength: 10.52 mtr

Voltage: 101 - j10.3 V Current: 995 + j0 mA

Impedance: 101 - j10.4 Series comp.: 0.058 uH
Parallel form: 102 // -j992 Parallel comp.: 5.542 uH

S.W.R.50: 2.05 Input power: 100 W
Efficiency: 100 % Structure loss: 0 uW
Radiat-eff.: % Network loss: -1e-6 uW
RDF [dB]: Radiat-power: 100 W

Environment Loads Polar

GROUND PLANE SPECIFIED.
FINITE GROUND. SOMMERFELD SOLUTION
RELATIVE DIELECTRIC CONST.= 13.000
CONDUCTIVITY= 5.000E-03 MHOS/METER
COMPLEX DIELECTRIC CONSTANT= 1.30000E+01-3.15369E+00

Comment

Seg's/patches: 55
Pattern lines: 1991
Freq/Eval steps: 11
Calculation time: 0.875 s

| | start | stop | count | step |
|-------|-------|------|-------|------|
| Theta | -90 | 90 | 181 | 1 |
| Phi | 88 | 88 | 1 | 0 |

Keyrum 4nec2



- Nú einbeitum við okkur að „Main“ glugganum
 - Settings -> Length unit – Meters
 - Settings -> Radius unit – Millimeters
 - Settings -> Auto Segmentation
 - Settings -> Geometry Edit
 - Hægt er að fara í Geometry Edit eða í NEC editor. Gott er að nota Geometry Edit í byrjun, þá er hægt að teikna loftnetið grafískt
 - File -> Open -> 4nec2 in/out file
 - Þá opnast gluggi og hægt er færa slóðina þangað sem maður vill, t.d. á C:\Loftnet

Main [V5.9.3] (F2)

File Edit Settings Calculate Window Show Run Help

Filename DELTA-3UA-10M-OF Frequency 28.5 Mhz
Wavelength 10.52 mtr

Voltage 101 - j10.3 V Current 995 + j0 mA

Impedance 101 - j10.4 Series comp. 0.058 uH
Parallel form 102 // - j992 Parallel comp. 5.542 uH

S.W.R.50 2.05 Input power 100 W
Efficiency 100 % Structure loss 0 uW
Radiat-eff. % Network loss -1e-6 uW
RDF [dB] Radiat-power 100 W

Environment Loads Polar

GROUND PLANE SPECIFIED.
FINITE GROUND. SOMMERFELD SOLUTION
RELATIVE DIELECTRIC CONST.= 13.000
CONDUCTIVITY= 5.000E-03 MHOS/METER
COMPLEX DIELECTRIC CONSTANT= 1.30000E+01-3.15369E+00

Comment

Seg's/patches 55
Pattern lines 1991
Freq/Eval steps 11
Calculation time 0.875 s

| | start | stop | count | step |
|-------|-------|------|-------|------|
| Theta | -90 | 90 | 181 | 1 |
| Phi | 88 | 88 | 1 | 0 |

Keyrum 4nec2



- Hægt er að opna margar gerðir skráa
 - Nec input files (*.nec)
 - Nec output files (*.out)
 - Eznec input files (*.ez)
 - Antenna optimizer files (*.opt)
- Veljum skrána
 - 36dip.nec (fylgir með í uppsetningunni)
- Þá koma þessar myndir:

Keyrum 4nec2

Main [V5.9.3] (F2)

File Edit Settings Calculate Window Show Run Help

Filename: 36dip.nec Frequency: 3.68 Mhz Wavelength: 81.47 mtr

Voltage: Impedance: Parallel form: S.W.R.50: Efficiency: Radiat-eff.: RDF [dB]:

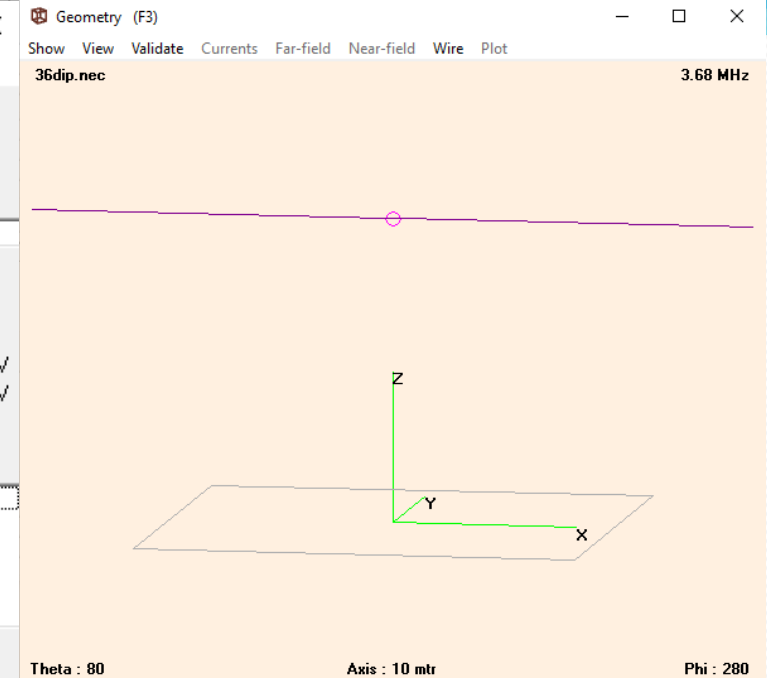
Current: Series comp.: Parallel comp.: Input power: Structure loss: Network loss: Radiat-power:

Environment: Loads Polar

Ground symmetry, wires for Z=0 not connected.
Real/SomNec ground, diel-const.=14, conduct.=6 mS

Comment: Dipole antenna for 80 mtr

Seg's/patches: 27 start stop count step
Pattern lines:
Freq/Eval steps: 1
Calculation time: s

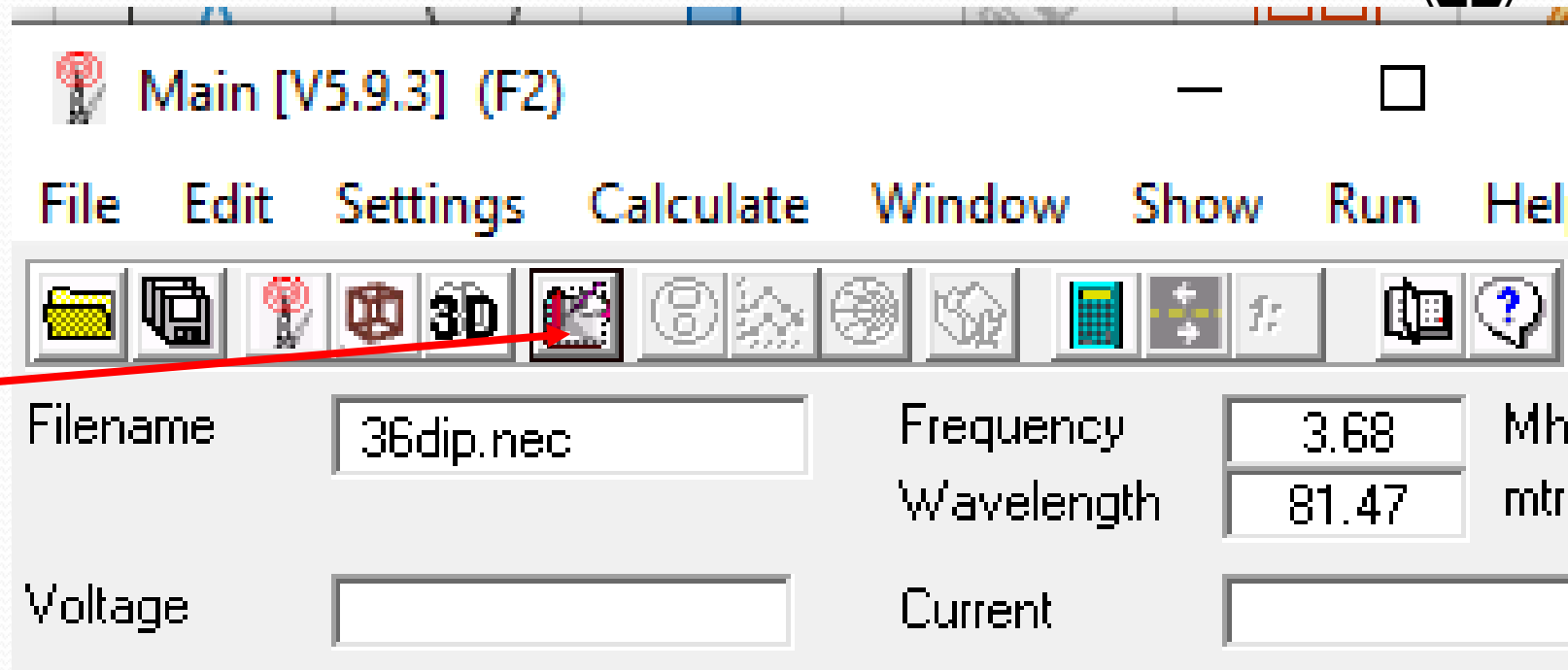


- Þetta er tvíþóll fyrir 3,68 MHz. Skoðum hönnun hans
- Geometry edit glugginn, smellum á annan vírinn og sjáum að hann liggur milli $x = -0,5$ og $x = -19,65$, hann er því 19,15 m langur. Hann er 2 mm þykkur ($r=1$ mm)
- Hinn vírinn liggur frá $x = 0,5$ til $x = 19,65$, 19,1 m langur
- Þriðji vírinn er í miðjunni milli $x=-0,5$ til $x=0,5$, 1 m langur
- Sjáum að vírarnir eru í $z=20$ m, þ.e. í 20 m hæð

Keyrum 4nec2



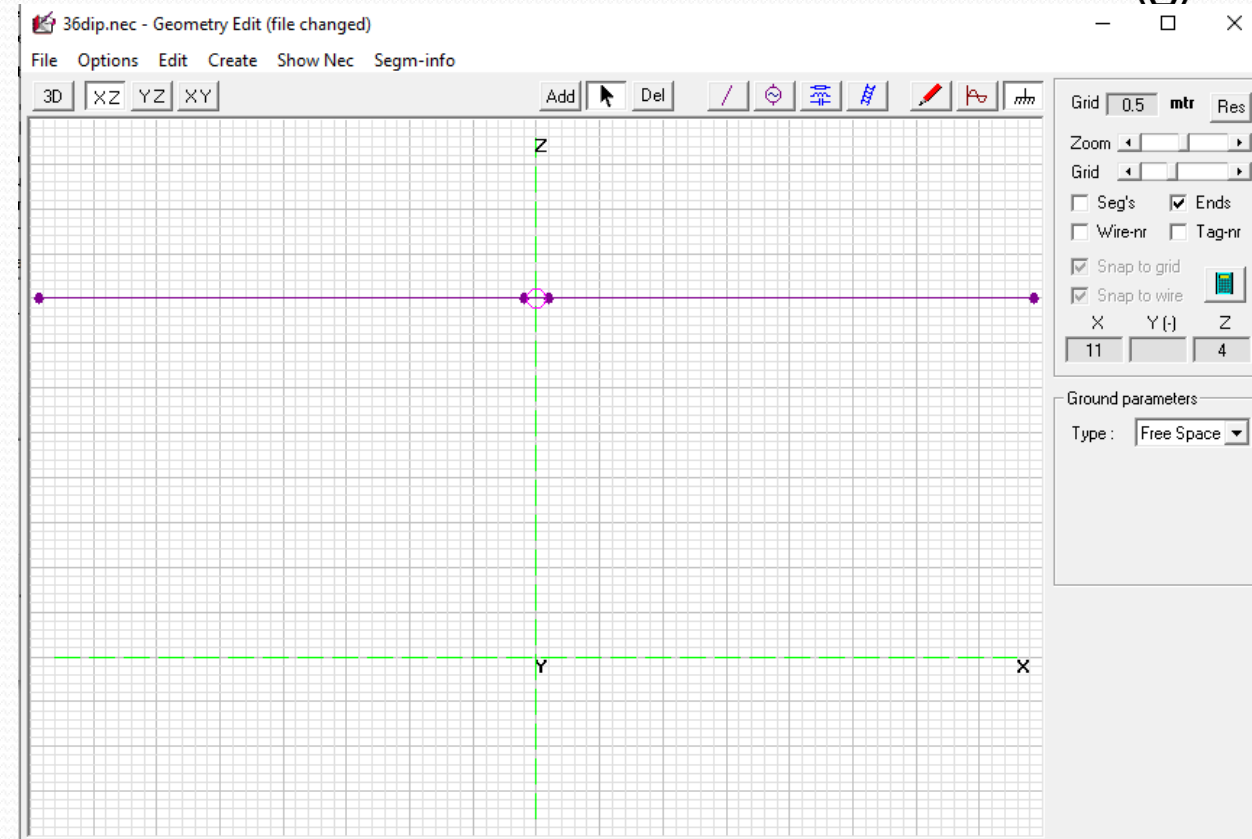
- Teiknum loftnetið í Geometry Edit
- Ýtum á takkann sem er 6. frá vinstri
- Þá kemur upp mynd af loftnetinu þar sem við getum teiknað nýja víra eða eytt vírum, sett inn spennulind, þétta, spólur, viðnám og flutningslínur
- Við sjáum að spennulindin í þessu dæmi gefur 1 V
- Við getum horft á loftnetið í öllum plönnum, 3D, xz, yz, xy



Keyrum 4nec2



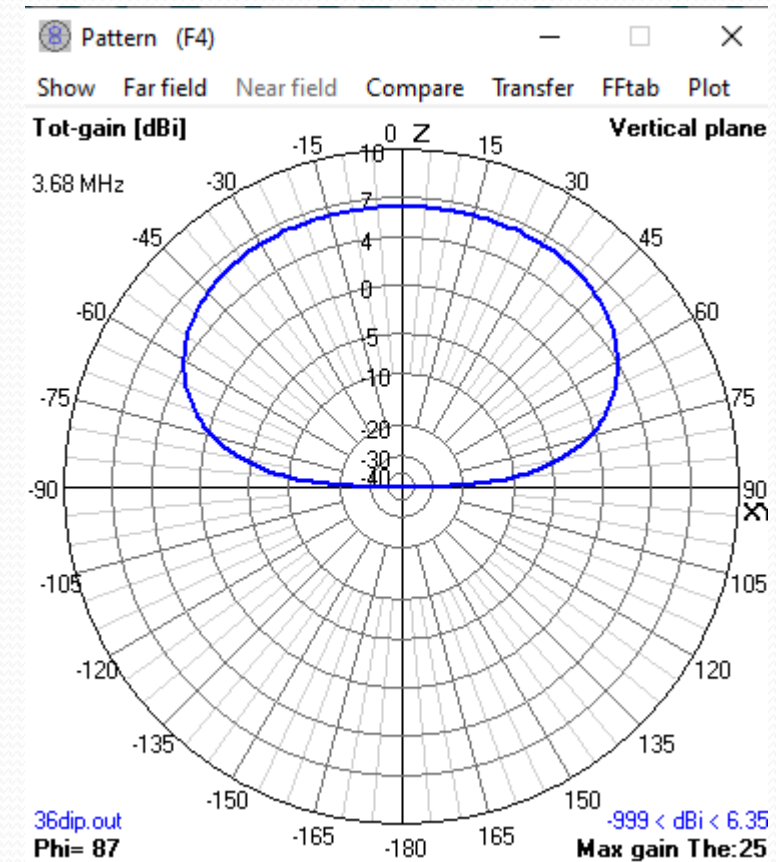
- Hér er horft á loftnetið í xz plani
- Hér er hægt að velja tegund jarðar
 - Free space
 - Fast ground
 - Perf. ground
 - Real ground
 - MiniNec ground
- Getum nú látið forritið reikna útgeislunarmynd loftnetsins
- Förum í „Main“ gluggann og veljum Calculate -> Nec Output Data – Far field pattern - Generate



Útgeislunarmyndir



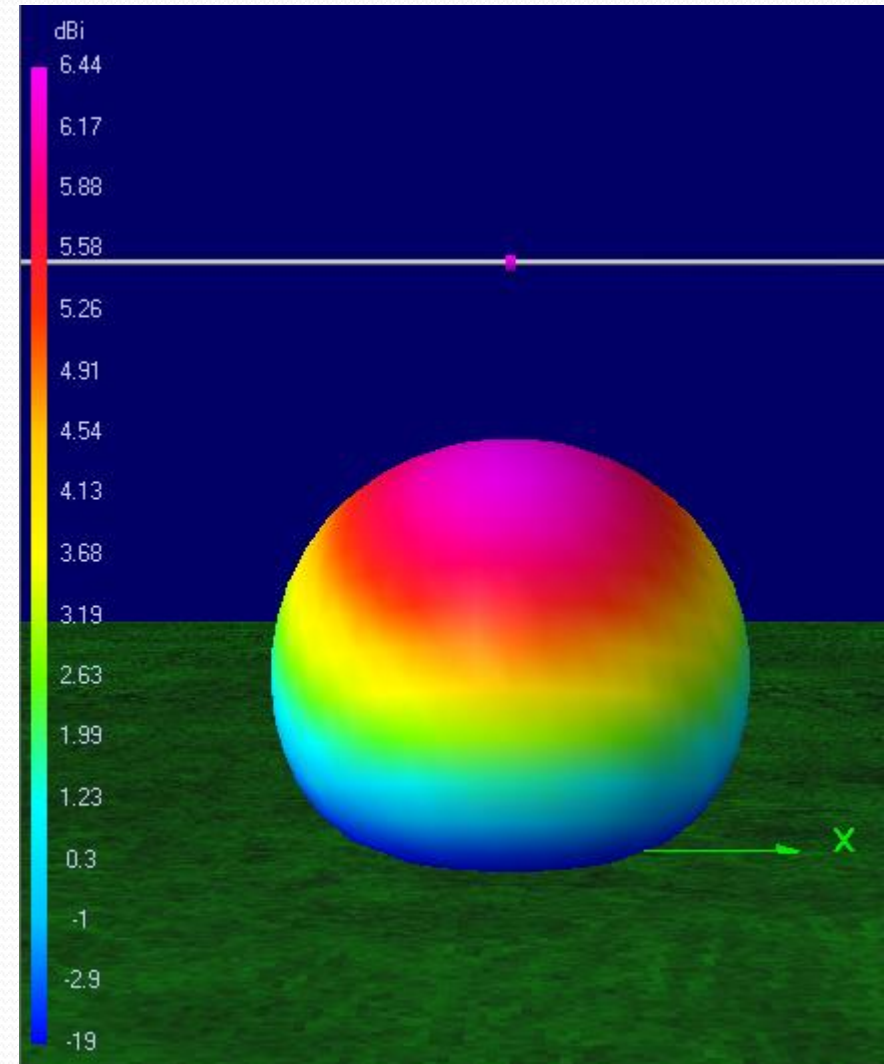
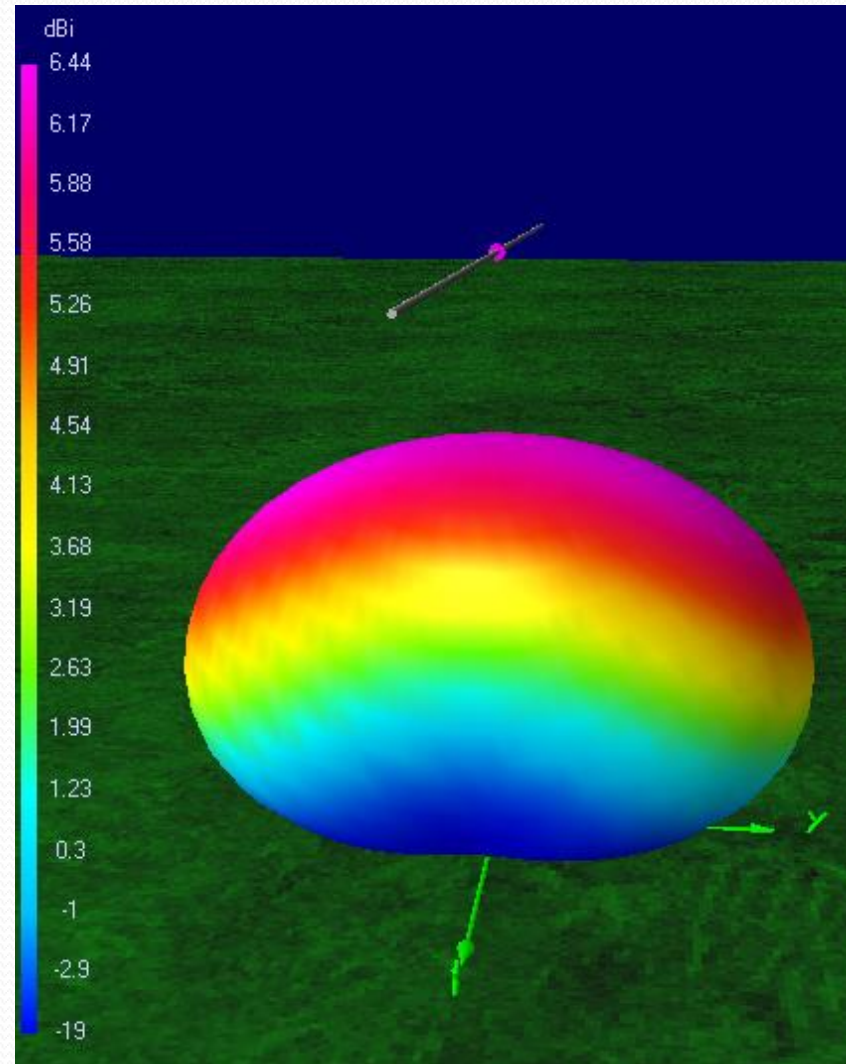
- Fáum útgeislunarmynd í lóðréttu og láréttu plani
- Getum séð þetta í þrívídd
- Ýtum á 3D takkann í Main glugganum
- Veljum Pattern
- Veljum Multicolor
- Getum snúið myndinni að vild



Útgeislunarmyndir

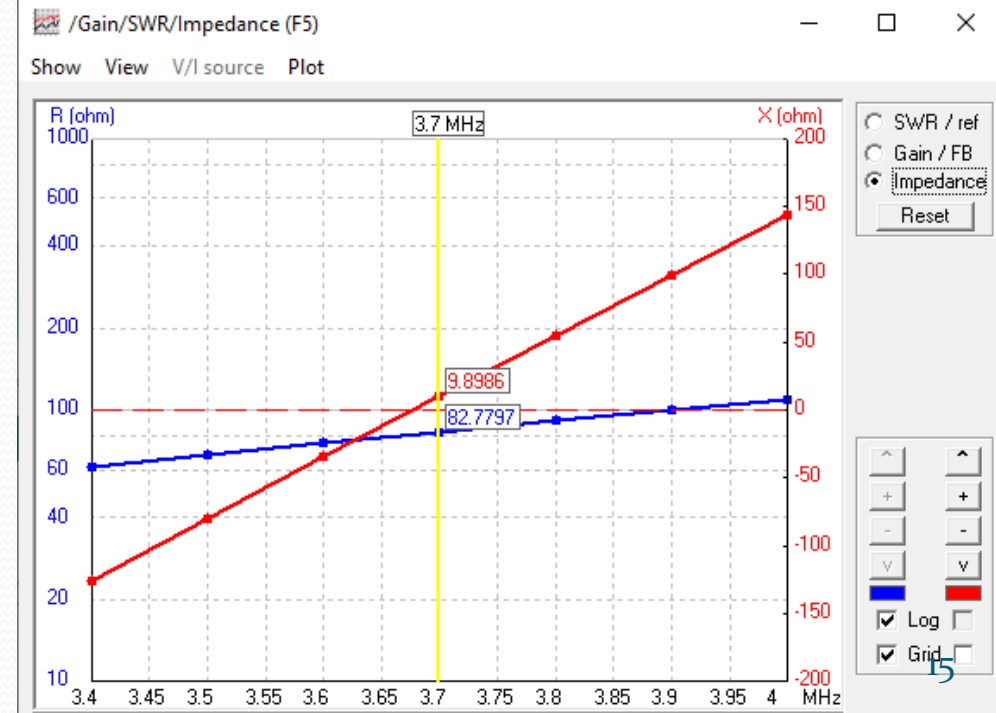
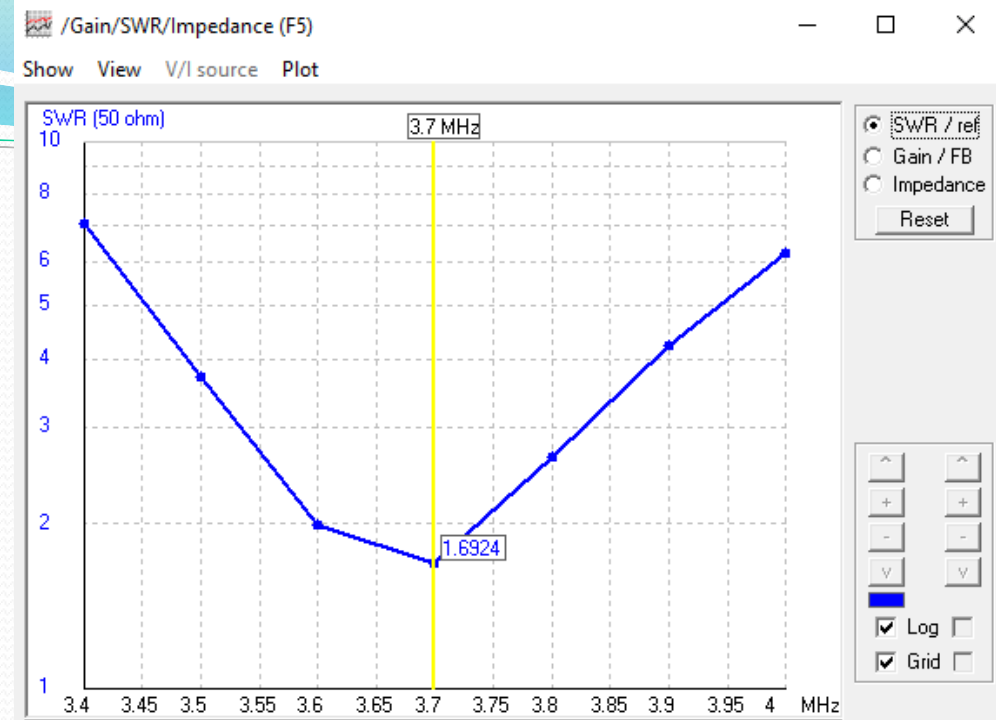


- Sjáum að það er heldur meiri útgeislun þvert á tvípólinn en til enda hans



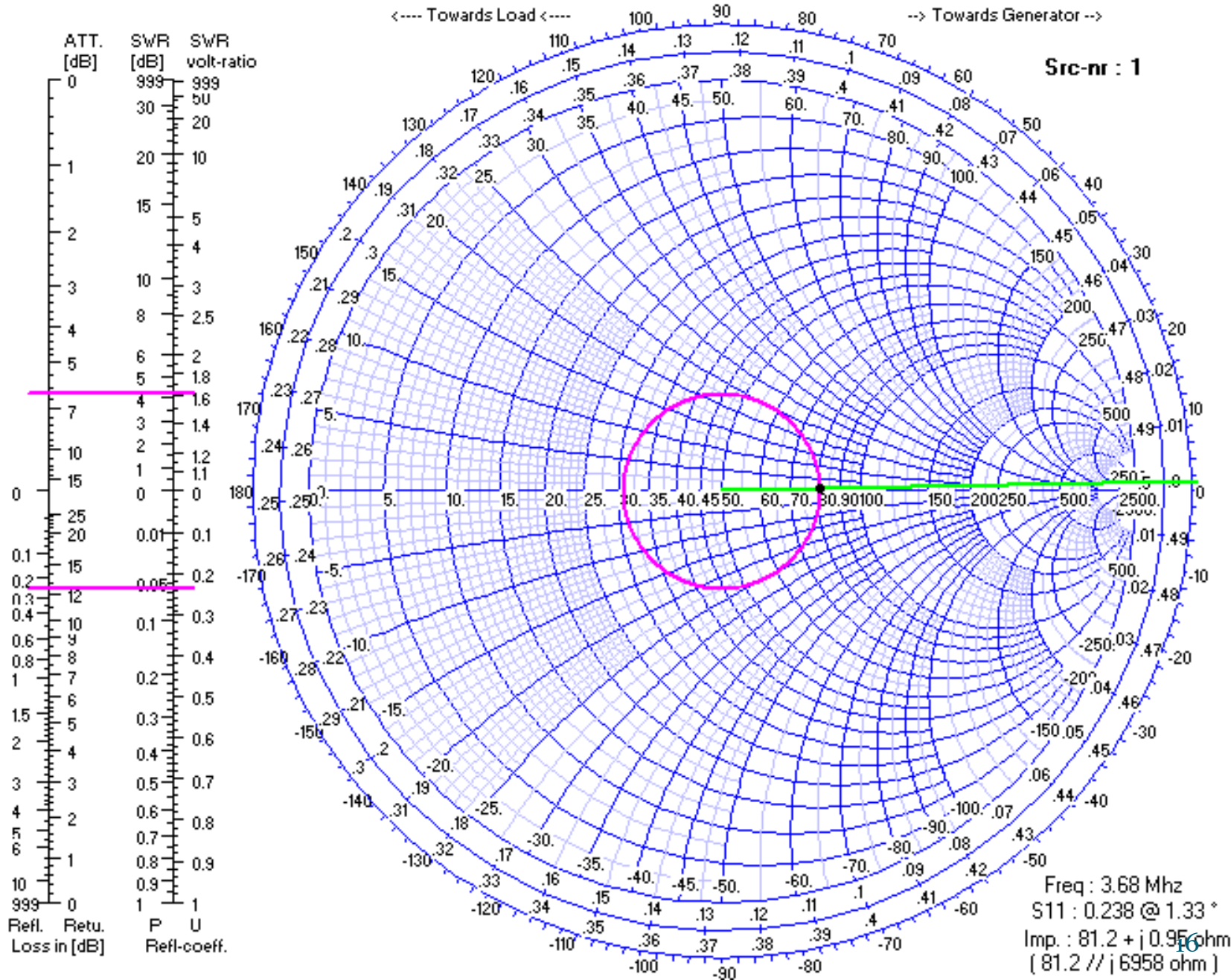
Samviðnám (e. Impedance)

- Til að finna samviðnámið er farið í Main gluggann – Calculate
- NEC output data
 - Velja Frequency Sweep
 - Velja Start = 3.4 og Stop = 4.0
 - Velja Generate
 - Þá kemur gluggi þar sem hægt er að skoða SWR sem fall af tíðni
 - Eða Impedance
- Þetta má nýta t.d. til að finna þá tíðni þar sem SWR er minnst, eða til að hanna aðlögunarrás



Smith kort

- Getum fengið fram Smith kort með því að smella á Smith-korts takkann í Main glugganum



Main [V5.9.3] (F2)

File Edit Settings Calculate Window Show Run Help

Filename 36dip.out Frequency 3.68 Mhz
Wavelength 81.47 mtr
Voltage 90.1 + j0V Current 1.11 - j0.01 A

Bestun (e. optimisation)



- Hægt er að nota 4nec 2 til þess að besta ákveðna eiginleika loftneta eða sambland eiginleika. Einstökum eiginleikum er gefið vægi
 - Standbylgja
 - Ávinningur
 - Front-to-back hlutfall
 - Inngangsviðnám, bæði raun- og launhluti
 - Nýtni
- Þá verður að setja lengdir loftnetsins og hæð frá jörðu upp sem breytur
- Veljum nú í Main glugga Settings
 - Veljum NEC editor (new)
 - Förum í Edit í Main glugga input (.nec) file





Bestun (e. optimisation)

- Þá kemur fram
- Sjáum að Wire1 er
 - $x = -len$ til -0.5
 - Er í hæð $z = hgh$
- Wire2 er milli
 - $x = -0.5$ til 0.5
- Wire3 er
 - $x=0.5$ til len
- Hér eru len og hgh breytur
- Þeim eru gefin gildi í flípanum Symbols

36dip.nec - 4nec2 Edit

File Cell Rows Selection Options


Default straight line wire-element Upd Ins. Del.  

| Symbols | | Geometry | | Source/Load | | Freq./Ground | | Others | | Comment | |
|---------------------------|------|----------|------|-------------|----|--------------|------|--------|-----|---------|---------|
| Geometry (Scaling=Meters) | | | | | | | | | | | |
| Nr | Type | Tag | Segs | X1 | Y1 | Z1 | X2 | Y2 | Z2 | Radius | comment |
| 1 | Wire | 1 | 19 | -len | 0 | hgh | -0.5 | 0 | hgh | 0.001 | |
| 2 | Wire | 2 | 1 | -0.5 | 0 | hgh | 0.5 | 0 | hgh | 0.001 | |
| 3 | Wire | 3 | 19 | 0.5 | 0 | hgh | len | 0 | hgh | 0.001 | |

Use wire tapering

36dip.nec - 4nec2 Edit

File Cell Rows Selection Options

Optional comment on symbol/variable Upd Ins. Del.  

| Symbols | | Geometry | | Source/Load | | Freq./Ground | | Others | | Comment | |
|---------|------------------------|----------------------------------|--|-------------|--|--------------|--|--------|--|---------|--|
| Symbols | | | | | | | | | | | |
| Nr | Symbols and equations | comment | | | | | | | | | |
| 1 | len = 19.64646 ,hgh=20 | Wire length and height in meters | | | | | | | | | |
| 2 | freq=3.68 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | |

Scaling

Meters Feet Inch Wave-length Custom Factor



Bestun (e. optimisation)

- Förum nú í Main gluggann og veljum Calculate – Start Optimizer
- Þá kemur gluggi þar sem við sjáum breyturnar
 - len = 19.646 m
 - hgh = 20 m
 - freq = 3,68 MHz
- Prófum að breyta tíðninni og besta m.t.t. standbylgju sem fær 100% vægi
- Förum niður á 3.5005 MHz og veljum len
 - Vír 1 og Vír 2 lengdust í 20.584 m
 - Smellum nú á Update NEC-file og köllum skrána 36dip-35005.nec

Optimizer and Evaluator (F12)

Settings:

Function: Optimize Option: Defau

Weighting factors (FOM) in %:

| SWR | Gain | F/B | F/R | R-in | X-in | Eff. |
|-----|------|-----|-----|------|------|------|
| 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Variables: len=19.646, hgh=20, freq=3.68

Resolution: 5 deg.

Frequency: 3.68

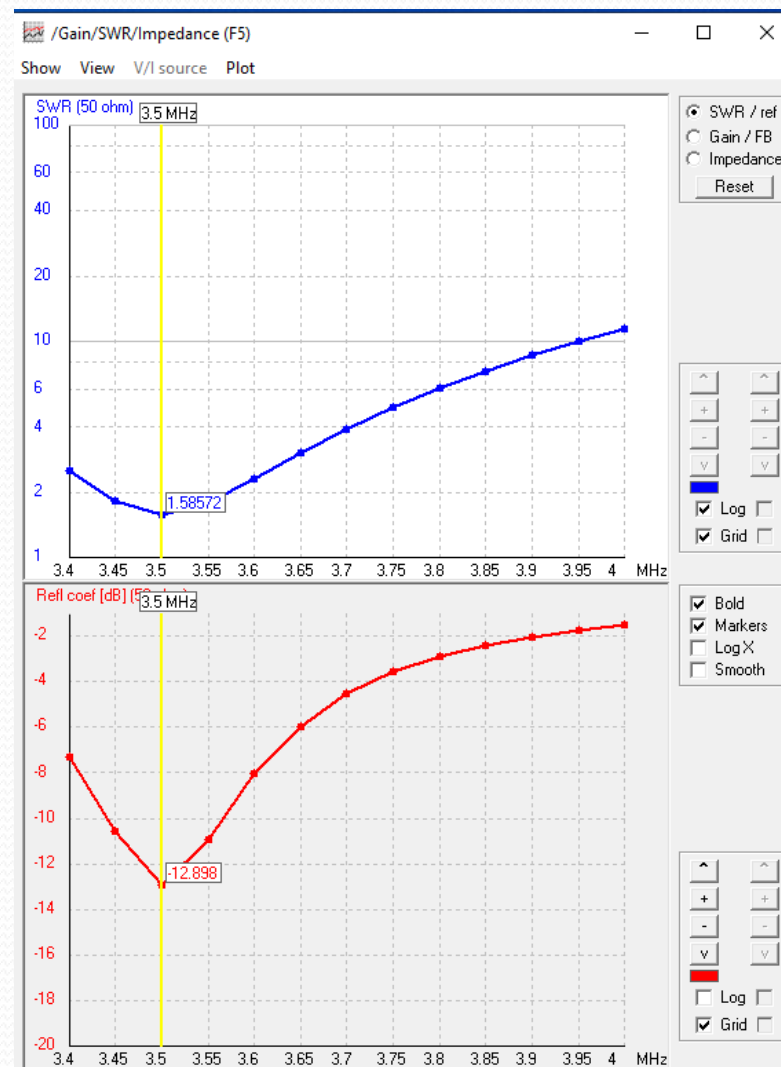
Calculated results:

| Run: | SWR | Gain | F/B | F/R | R-in | X-in | Eff. | Res. % | Step % (Rel) |
|------|-----|------|-----|-----|------|------|------|--------|--------------|
| | | | | | | | | | |

Bestun



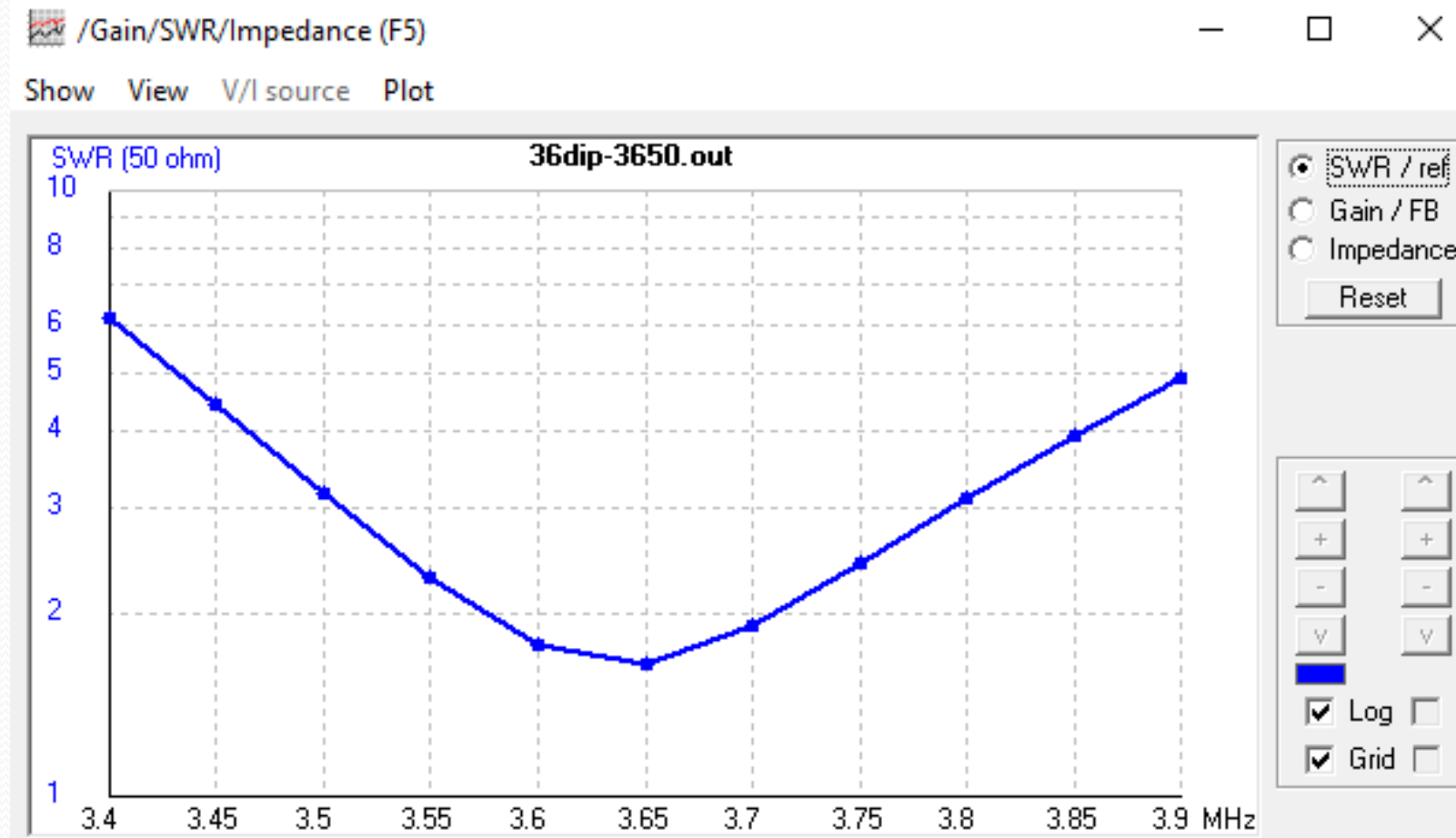
- Skoðum nú skrána 36dip-35005.nec með Main gluggi – File – Open 36dip-35005.nec
- Keyrum í Main-Calculate-NEC output-data
- Veljum Frequency Sweep og Generate
- Fáum minnstu standbylgju við 3,5 MHz
 - $SWR = 1,6$
- Viljum kannski skera loftnetið fyrir miðjuna á bandinu
- Main – Calculate – Start Optimizer
 - Veljum len til að breyta
 - Veljum Frequency = 3,65 MHz



Bestun



- Fáum mynd af SWR með lægstri standbylgju á 3,65 MHz
- SWR er rúmlega 3 á 3,5 MHz og 3,8 MHz



Bestun

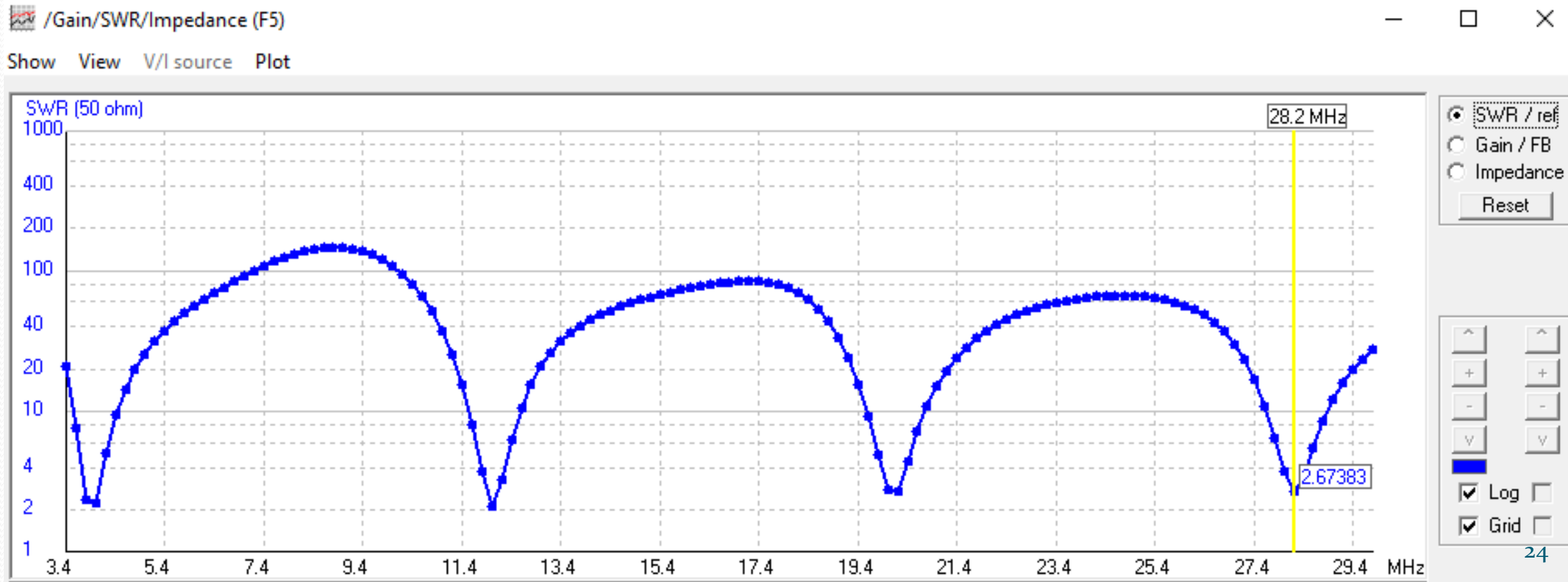


- Getum líka látið forritið besta fyrir okkur tvíþól á 28,2 MHz
- Main – Calculate – Start Optimizer
- Veljum len og Frequency = 28,2 MHz
- Vistum skrána með nafnið 36dip-28200.nec
- Opnum skrána með Main – File – Open 4nec2 in/out file
- Main – Calculate – NEC output-data
- Í Generate glugganum veljum við
 - Frequency sweep Start Freq = 3.4 og Stop Freq = 29.8 og Step = 0.2
 - Generate
 - Fáum standbylgjúlágmörk á mörgum tíðnum
 - 3,8 MHz, 12 MHz, 20 MHz, 28,2 MHz

Bestun



- Gaman er að fara í Pattern gluggann og skoða hvernig útgeislunarmynstrið breytist með tíðni, notum → og ←



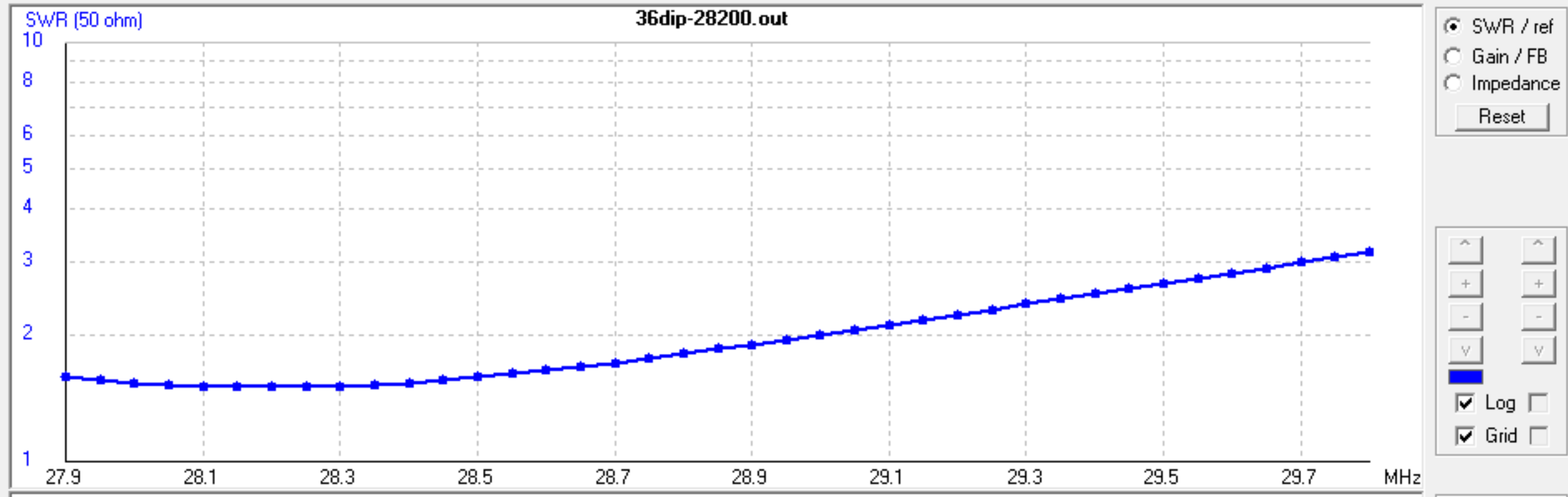
Bestun



- Við sáum af þessu að alltaf verður að hafa skilning á verkefninu þegar bestað er, eða almennt þegar tölvur eru notaðar til verka, líka gervigreind
- Það komu fram margar tíðnir með lágmarks standbylgju og forritið valdi bara þá vírlengd sem næst var upphaflegu vírlengdinni en gaf samt lágmarks standbylgju á 28,2 MHz
- Við vitum hins vegar betur og vitum að vírlengd sem er nálægt því að vera hálfbylgja gefur lágmark á 28,2 MHz
- Breytum því upphafs vírlengdinni í 2,5 m
- Main – Settings – NEC Editor (new)
- Main – Edit – input (.nec) file
- Symbols flipi – len=2.5 , freq =28.2
- File – Save
- Main – Calculate – Start Optimizer
- Optimizer gluggi – Update NEC-file
- Main – Calculate – NEC output-data
- Generate gluggi – Frequency sweep – Velja start = 27.9, stop = 29.8, Step =0.05

/Gain/SWR/Impedance (F5)

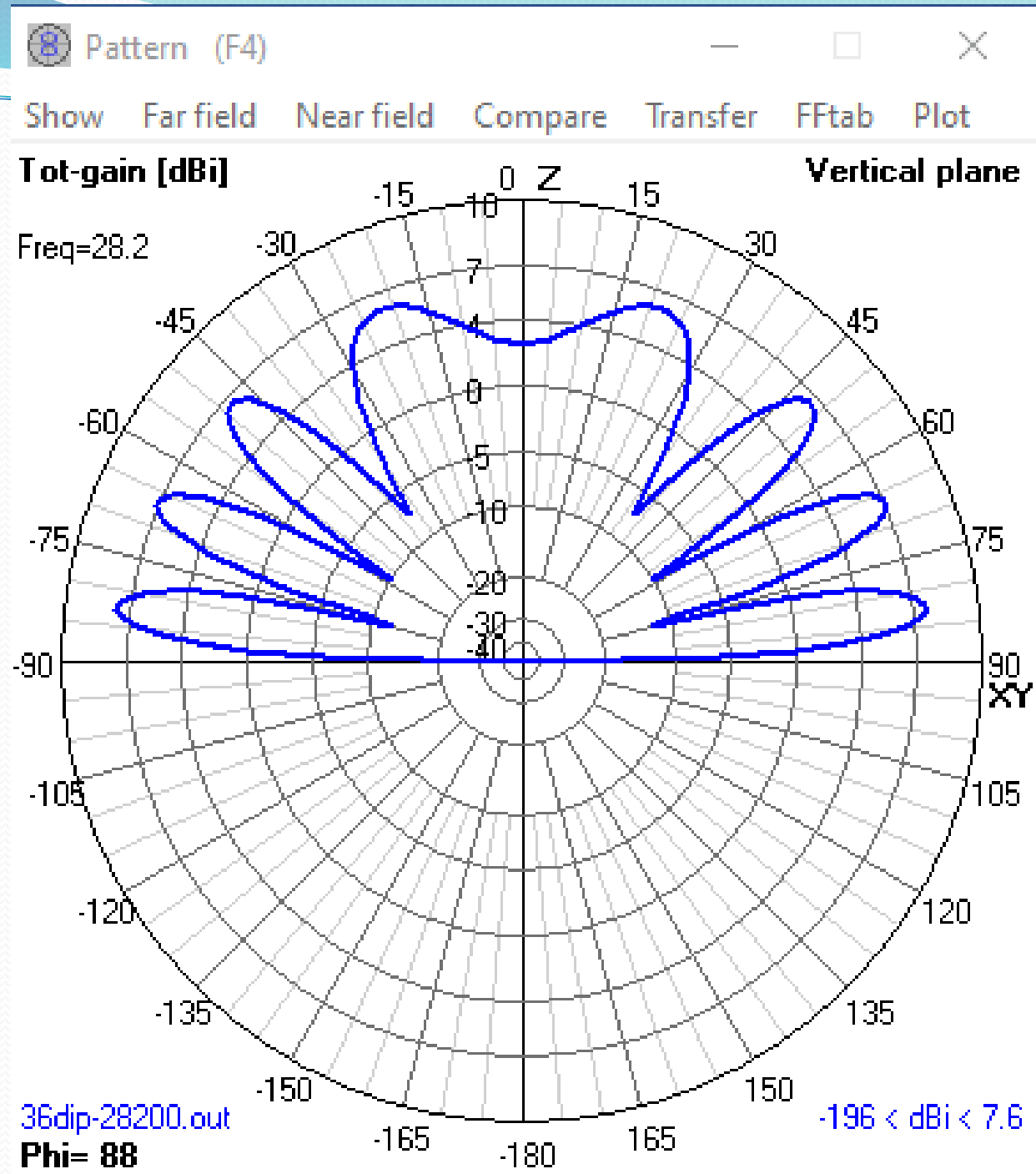
Show View V/I source Plot



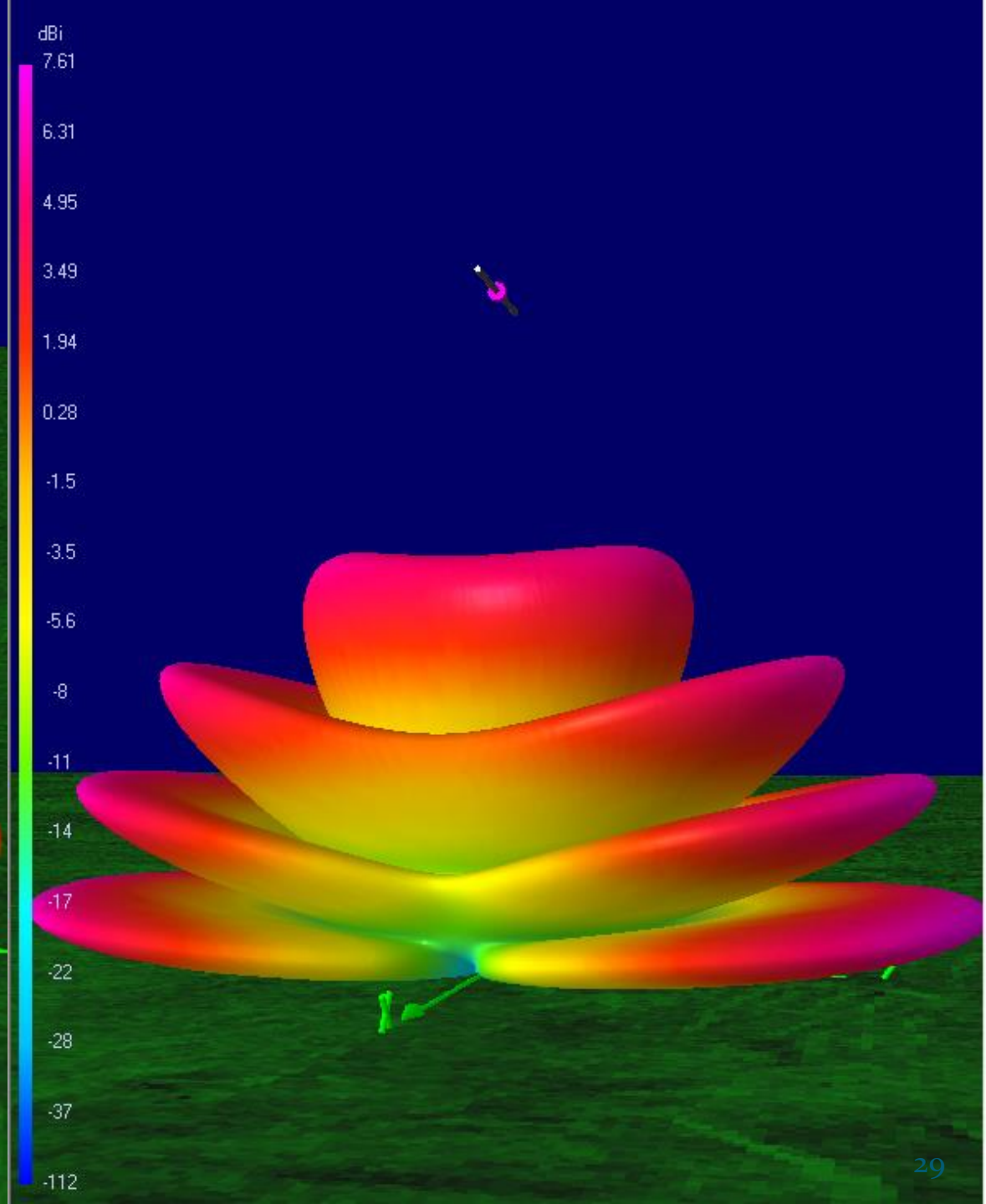
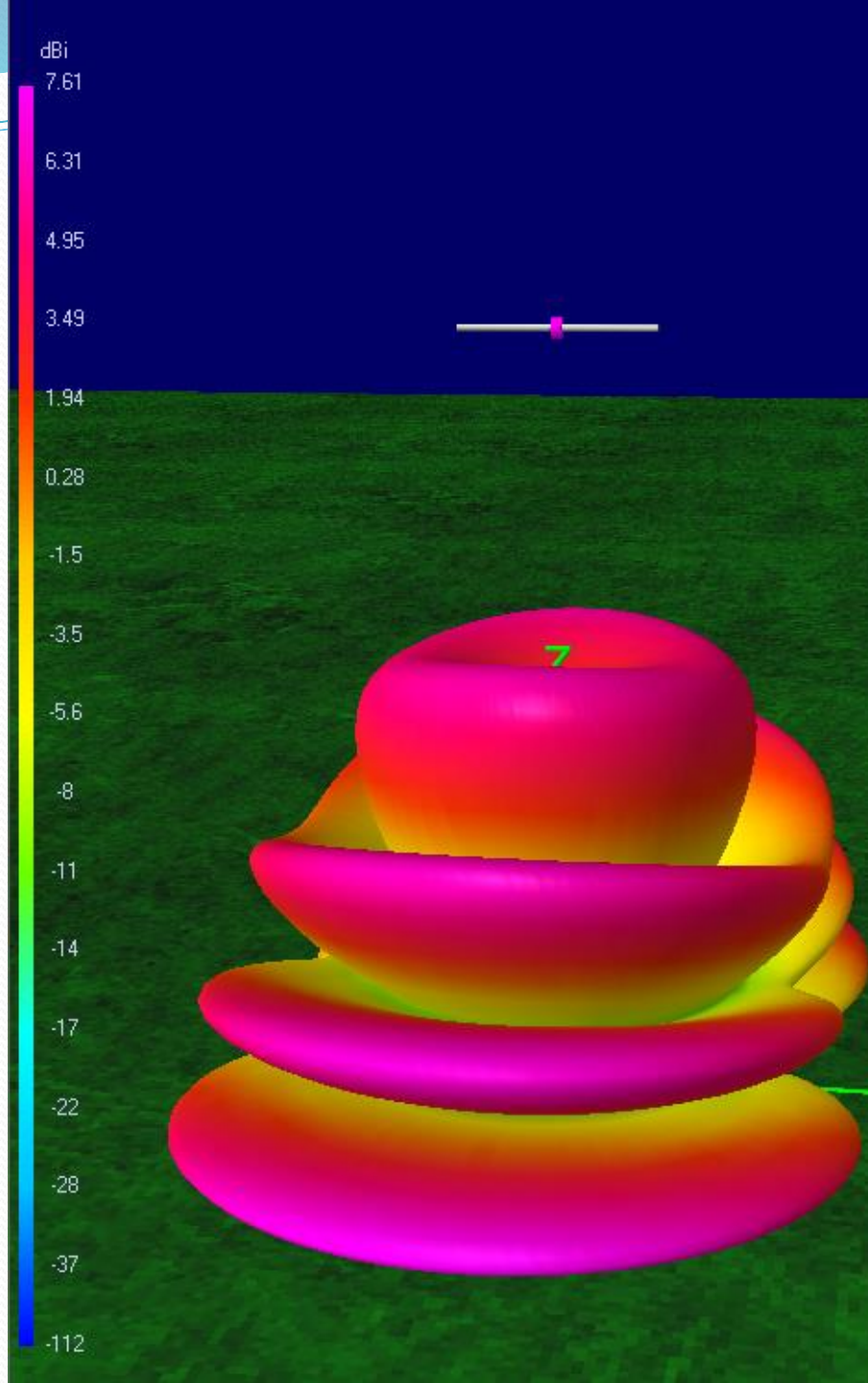
- Fáum nú SWR = 1,5. Hún er 2 á 29 MHz og 3 á 29,7 MHz

Bestun

- Útgeislunarmyndin er í lóðréttu plani. Verðum að fara á eina tíðni til að fá lárétt plan
- Main – Calculate
 - NEC output data
- Pattern glugginn
 - Far field pattern
- Generate



Bestun



Lokaorð



- Gaman er að vinna með 4nec2 þegar búið er að kynna forritinu
- Vonandi getur þessi kynning hjálpað ykkur við að kynna því
- Ég hef ekki samanburð við Eznec sem er mest notaða loftnetahermiforritið meðal amatöra
- Gaman væri að fá kynningu á Eznec
- Þakka fyrir áheyrnina