Antennid

Jüri Ruut

ES5JR

Antennisüsteemi elemendid

- Antenn
- Ülekandeliin
- Antennituuner
- Ümbritsev keskkond

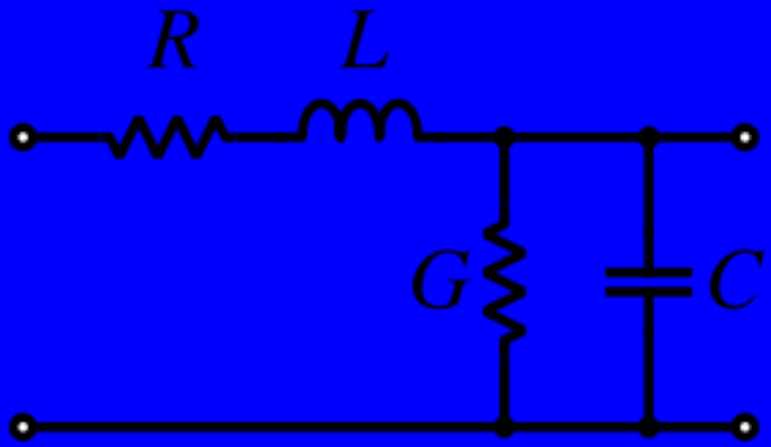
Ülekandeliinid

- Seovad antenni ja saatja
- Koaksiaalkaablid, kahejuhtmelised ja ribaliinid
- Nõuded:
  - Minimaalne energiakadu
  - Ei tohi kiirata ega vastu võtta elektromagnetlaineid
  - Elektriliselt vastupidavad
  - Elektrilised parameetrid kogu pikkuses samasugused

Ülekandeliini ekvivalentskeem

- Aktiivtakistus R, dielektrikuskaod G, induktiivsus L (H/m) , mahtuvustakistus C (F/m)
- Sõltub kaabli jämedusest

ja kasutatud isolatsiooni-materjalist



Ülekandeliini parameetrid

- Lainetakistus Z_0 (karakteristlik impedants)
  - Ei sõltu ülekandeliini pikkusest
  - Ühik: oom

$$Z_0 = \sqrt{L/C}$$

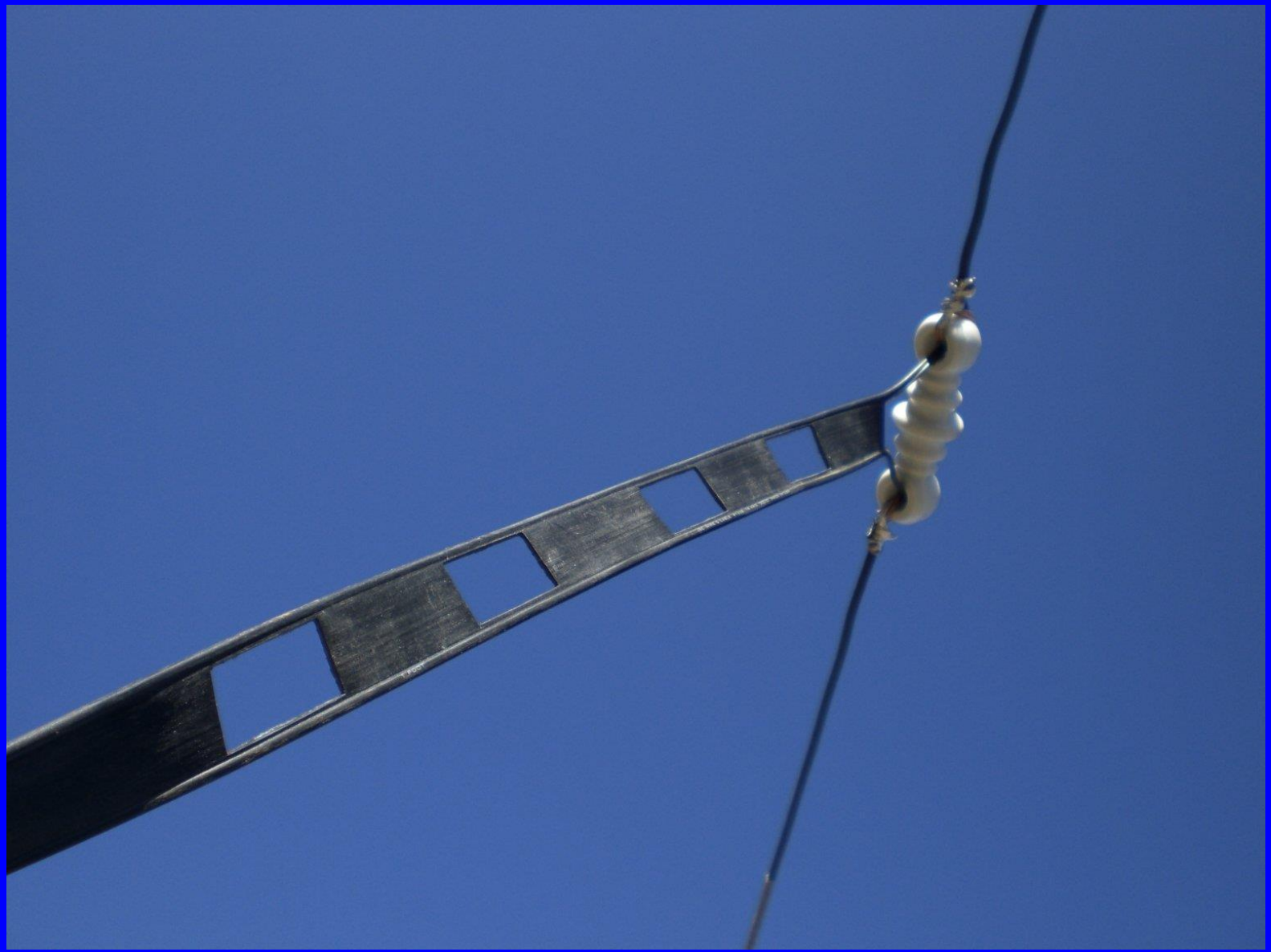
- Sumbuvustegur α
  - Sõltub dielektrikuskadudest, aktiivtakistusest ja lainetakistusest

    $\alpha = R/(2Z_0) + G*Z_0/2$
  - Ühik: dB/m
  - Sõltub sagedusest, sageduse kasvades suureneb, kaabli mõõtmete kasvades väheneb

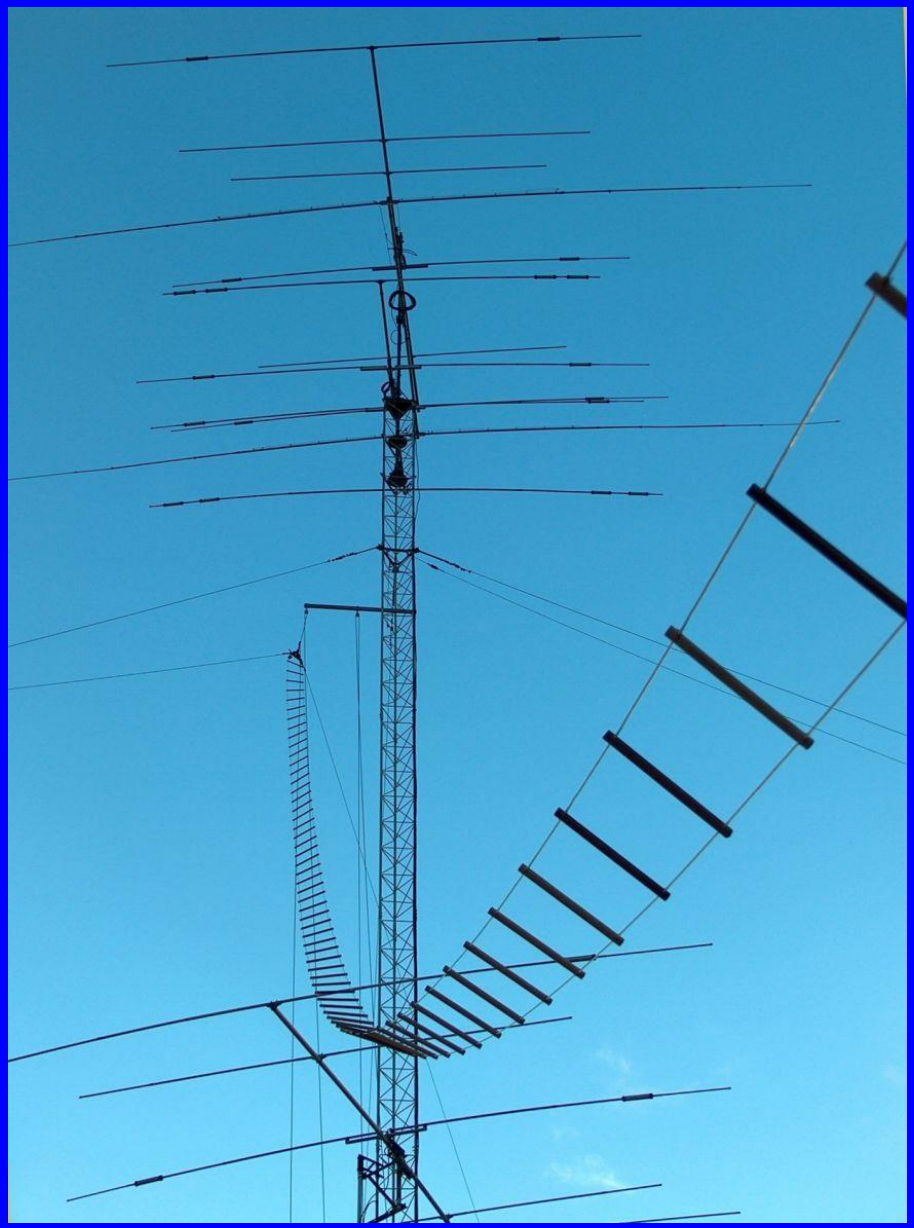
“Redel”

- Pikkus ei tohi olla mistahes kasutatava laineala poole lainepikkuse kordne (tüüpilised sobivad pikkused 43, 86, 110 jalga). Mõnede antennide puhul **peab** toiteliini pikkus olema 1/2λ
- “Redelipulkade” laius 1 kuni 6 tolli, ei tohi ületada 1% lainepikkusest
- “Redel” võiks olla nii pikalt kui võimalik risti antenniga
- Lainetakistus tavaliselt 300..600 oomi

Dipoolantenniga ühendatud linttoiteliin



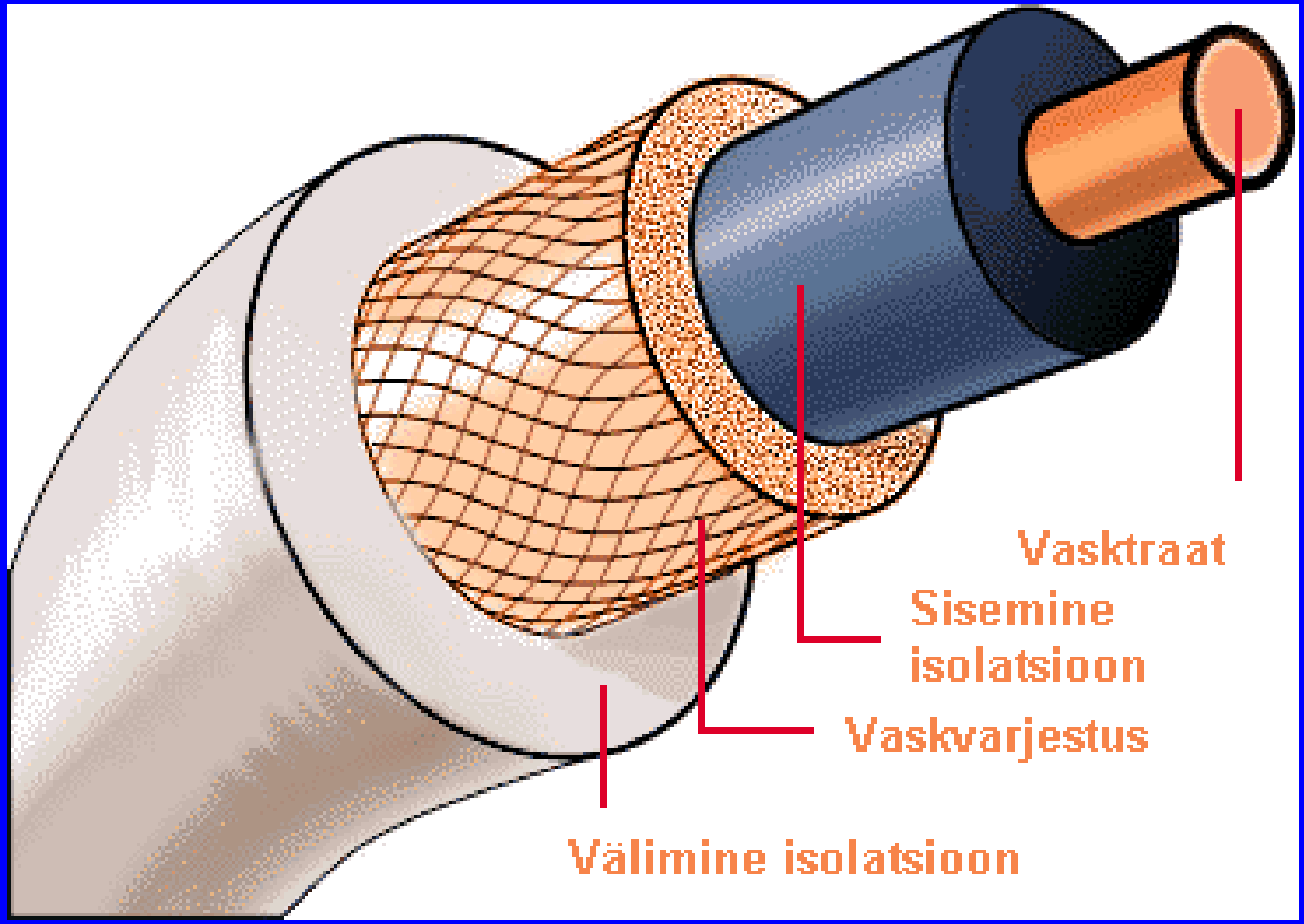
Avatud “redel”



Koaksiaalkaabel

- “Koaksiaal-” = “samateljeline”
- Sisemine ja väline juht, vahel isolaatorikiht
- Ideaalses kaablis on signaali elektromagnetväli ainult sisemise ja välise juhi vahelises ruumis
- Kaitseb signaali välise elektromagnetkiirguse eest, kiirgab ise väga vähe
- Saab mõõdukalt painutada
- Takistused: peamiselt 50 ja 75 oomi

Koaksiaalkaabli ehitus




18 GHz
12 GHz
8 GHz
4 GHz
2 GHz
1 GHz
300 MHz
SMA
N
TNC
SMC
MCX
BNC
SMB
Mini-UHF
UHF

PL-259 (UHF) pistik ja pesa (LL lainealal)







N-pistik ja pesa (ULL lainealal)

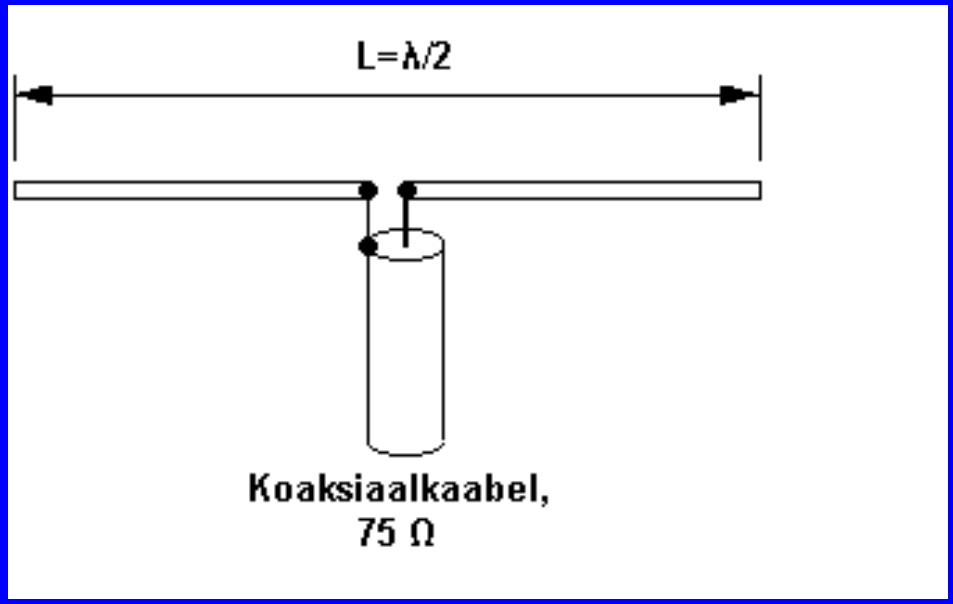






Dipoolantenn

- Antenni pikkus ½ λ
- Leiutaja: Heinrich Rudolf Herz, 1886
- Toidetakse keskelt, antenni takistus vabas õhus 75 Ω
- Resonantsis paaritukordsetel lainepikkustel
- Animatsioon: http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Dipolentstehung.gif

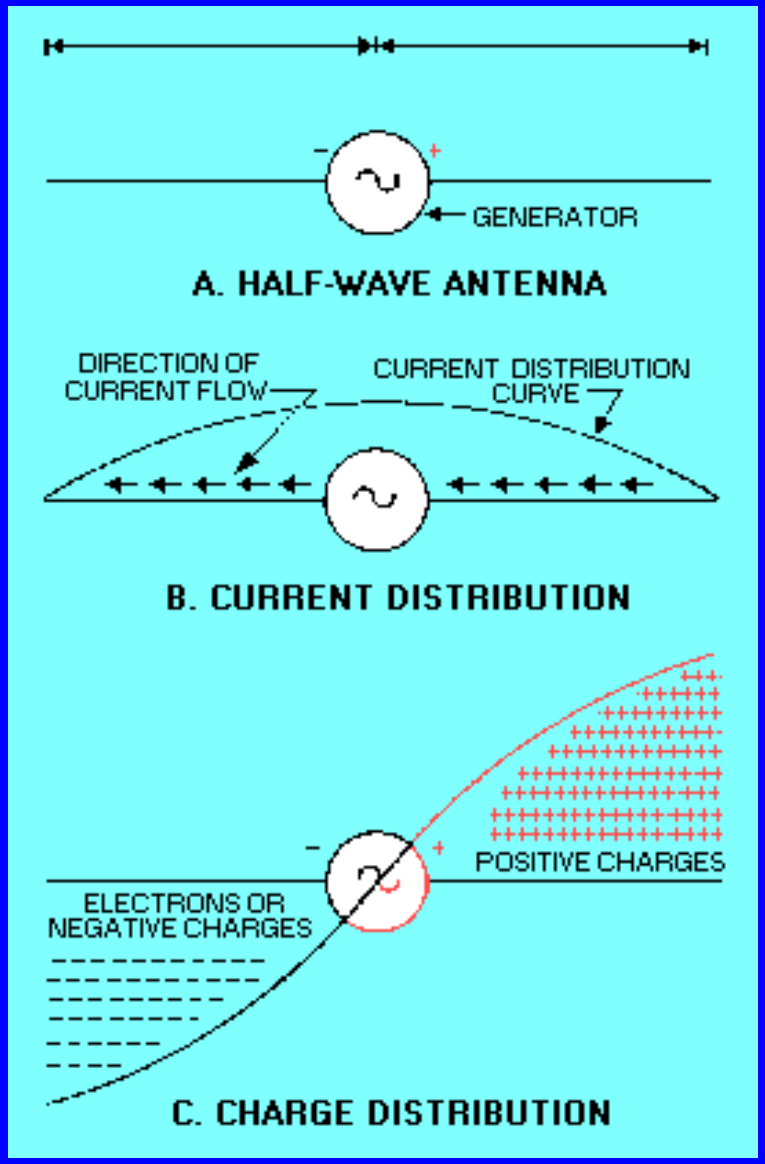


Pinge ja voolu jaotus dipoolantennis

Voolujaotus antennis on alati ühesugune, sõltumata voolu-tugevusest.

Pinge on suurim antenni otstes: suure võimsuse korral tuleks mõelda isolaatorite kasutamisele





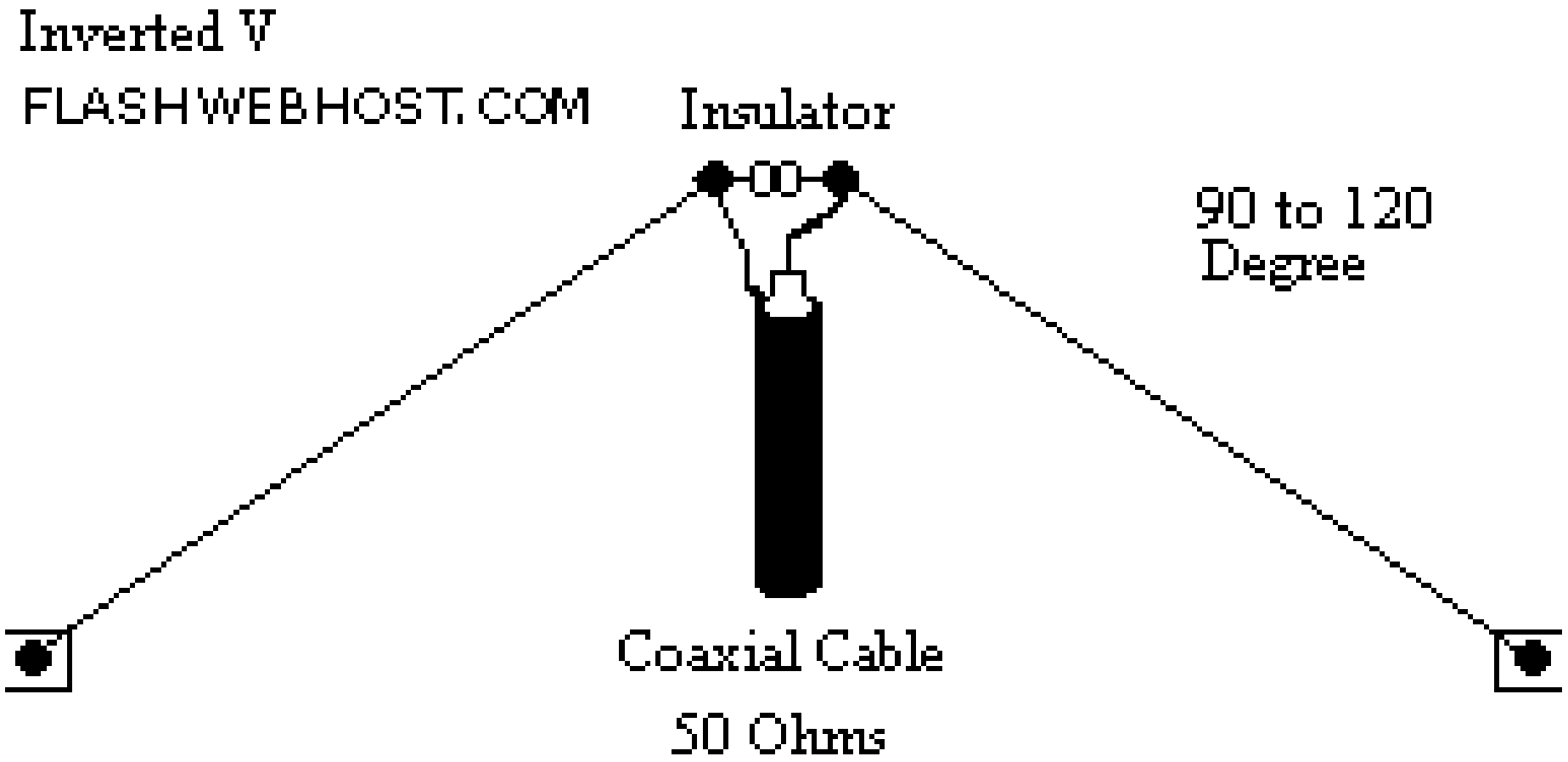
Dipoolantenni valmiskomplekt



Lihtne valmistada: dipoolantenni keskosa



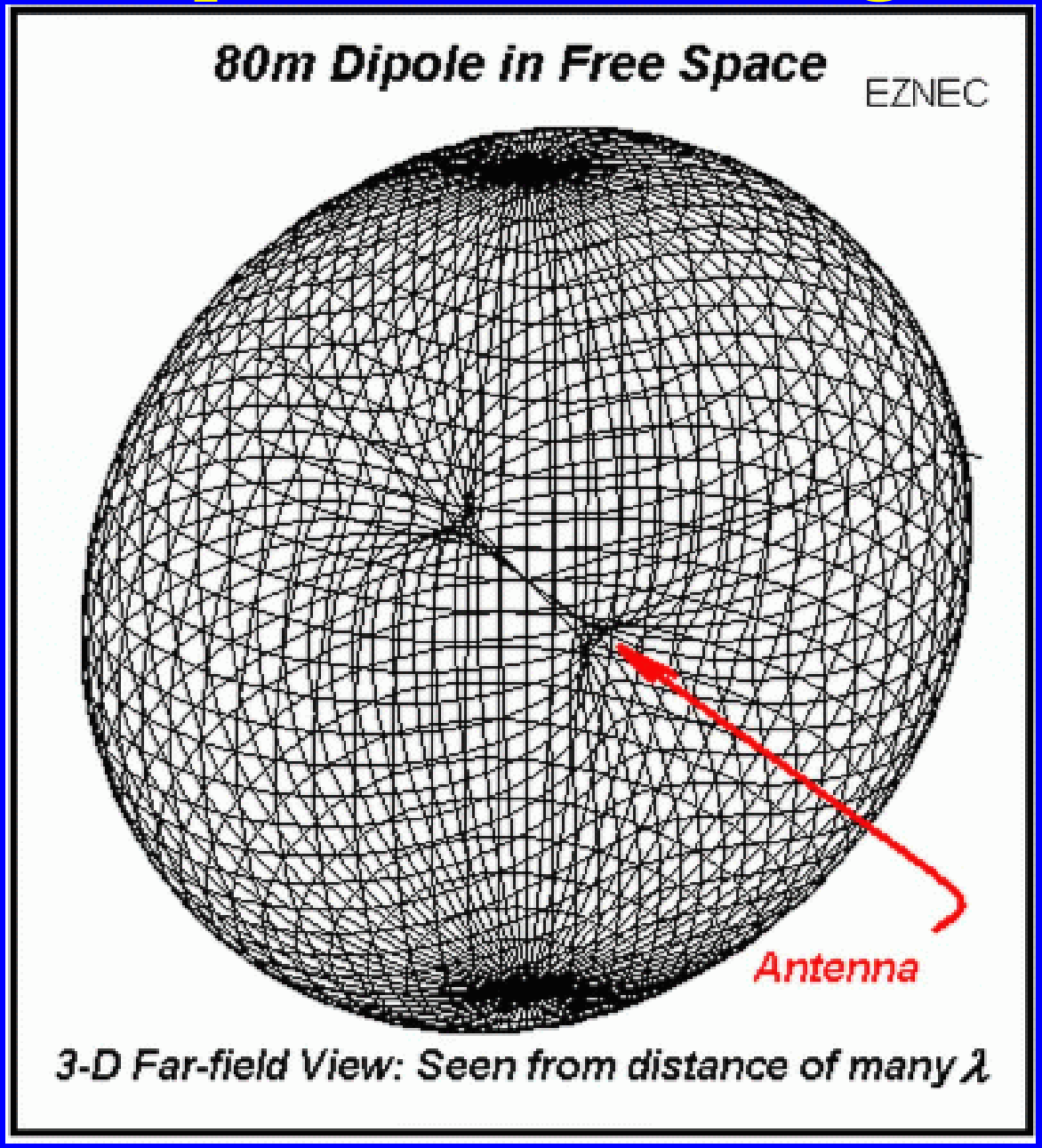
Dipoolantenni erijuht: “Inverted V”



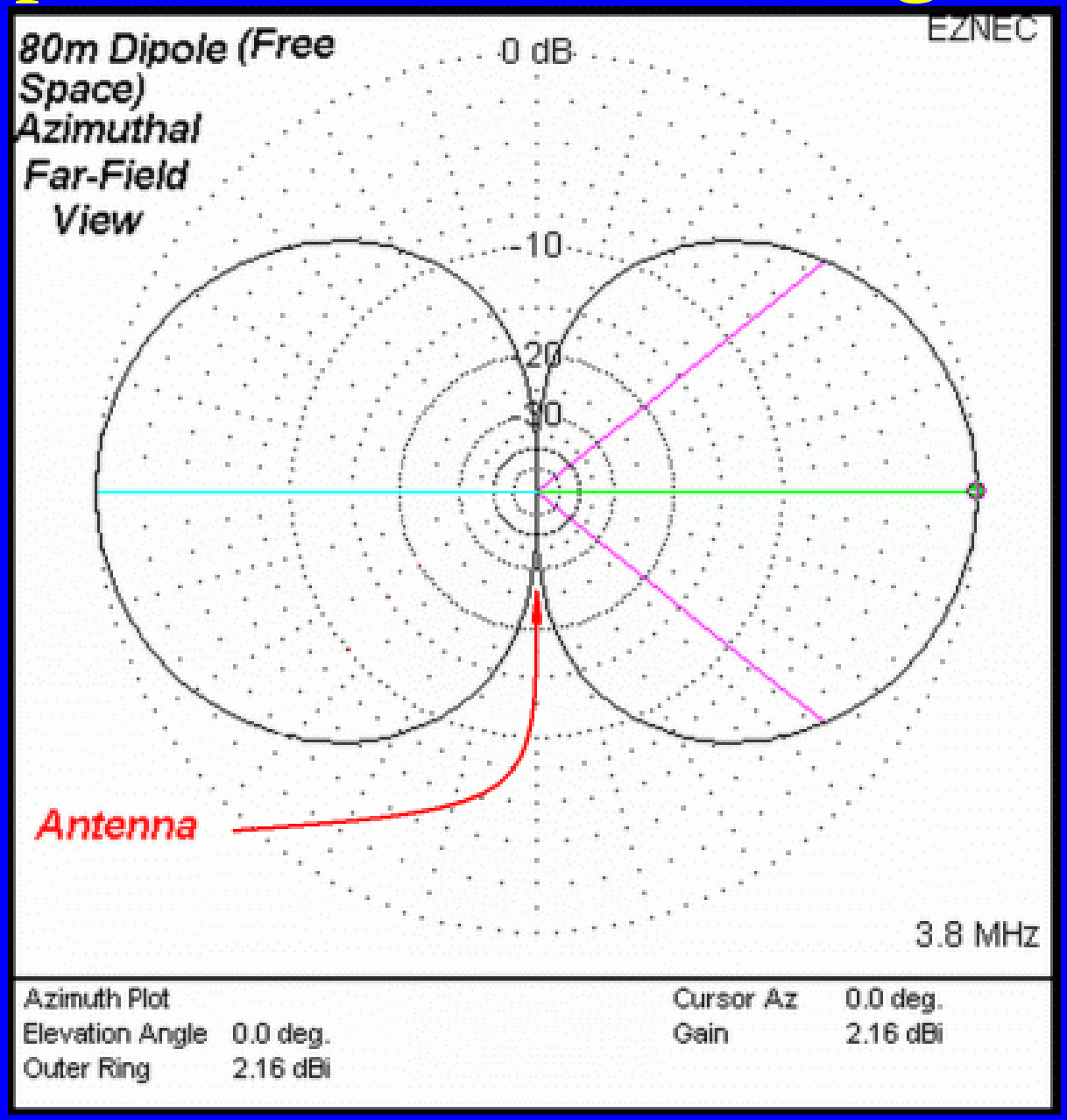
Inverted V



Dipoolantenni kiirgus



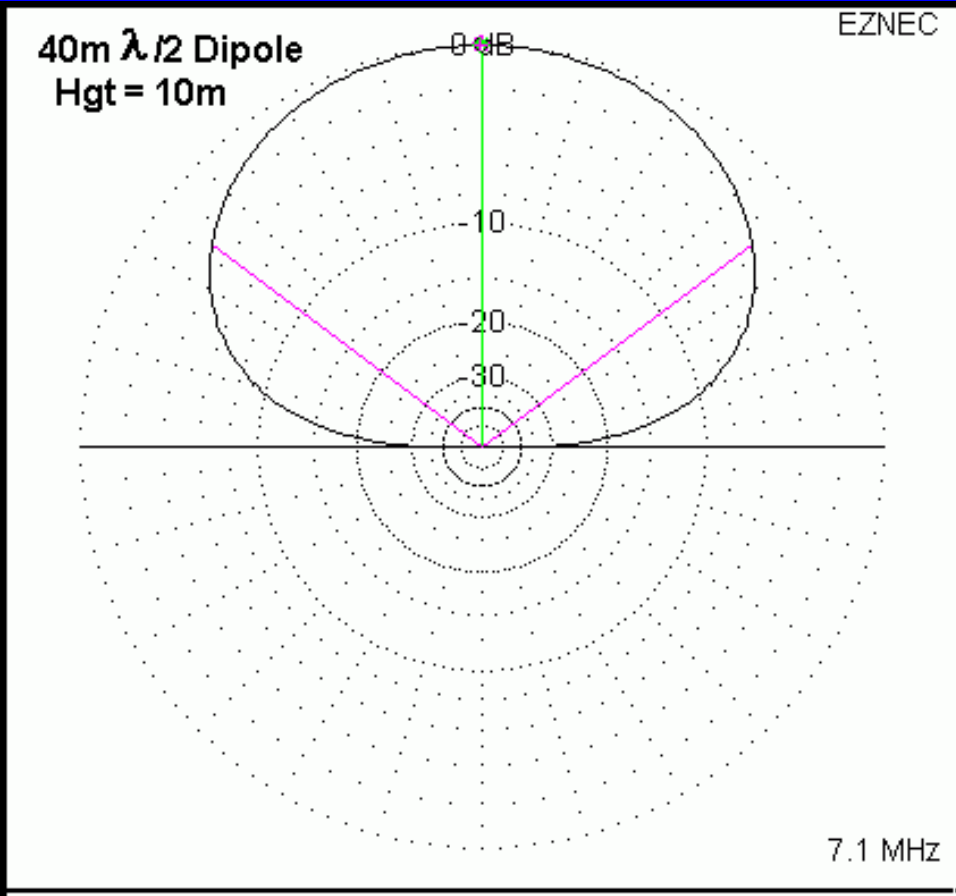
Dipoolantenni suunadiagramm

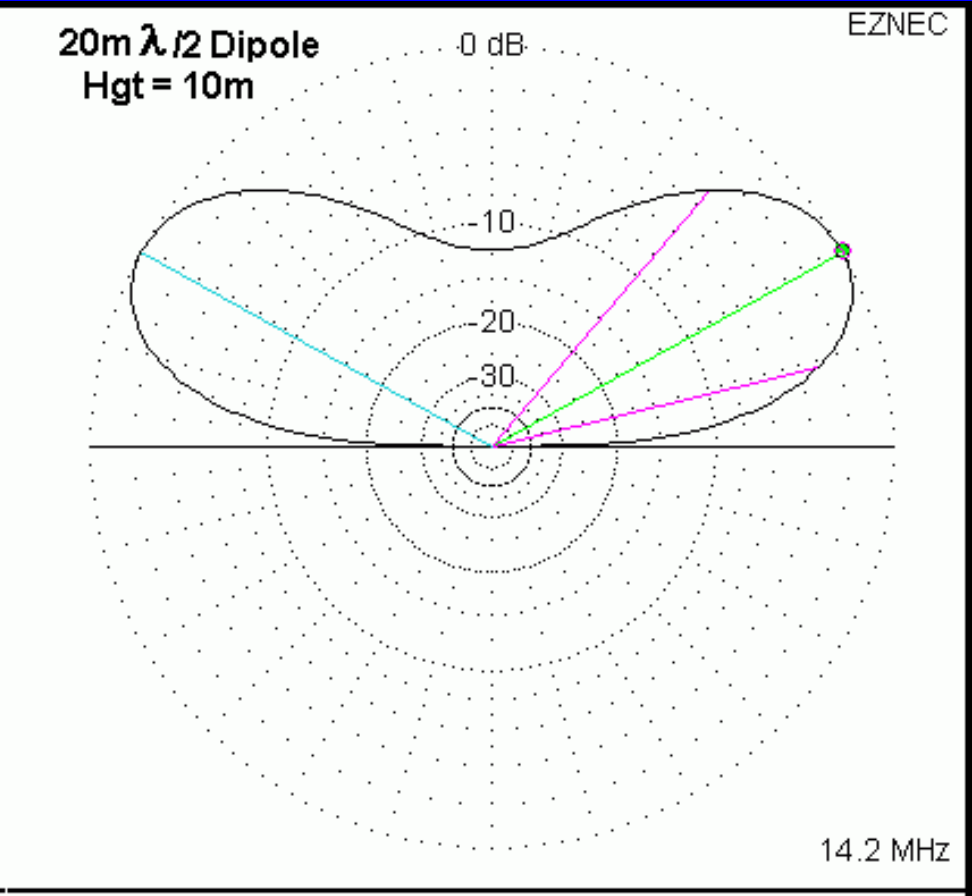


Suunadiagrammi mõjutavad tegurid

- Üldreegel: mida kõrgemal on antenn, seda väiksem on kiirgusnurk (ja seda suurem sidekaugus)
- Mõistlik kõrgus: vähemalt 1/2λ
- Suunadiagrammi võivad moonutada takistused

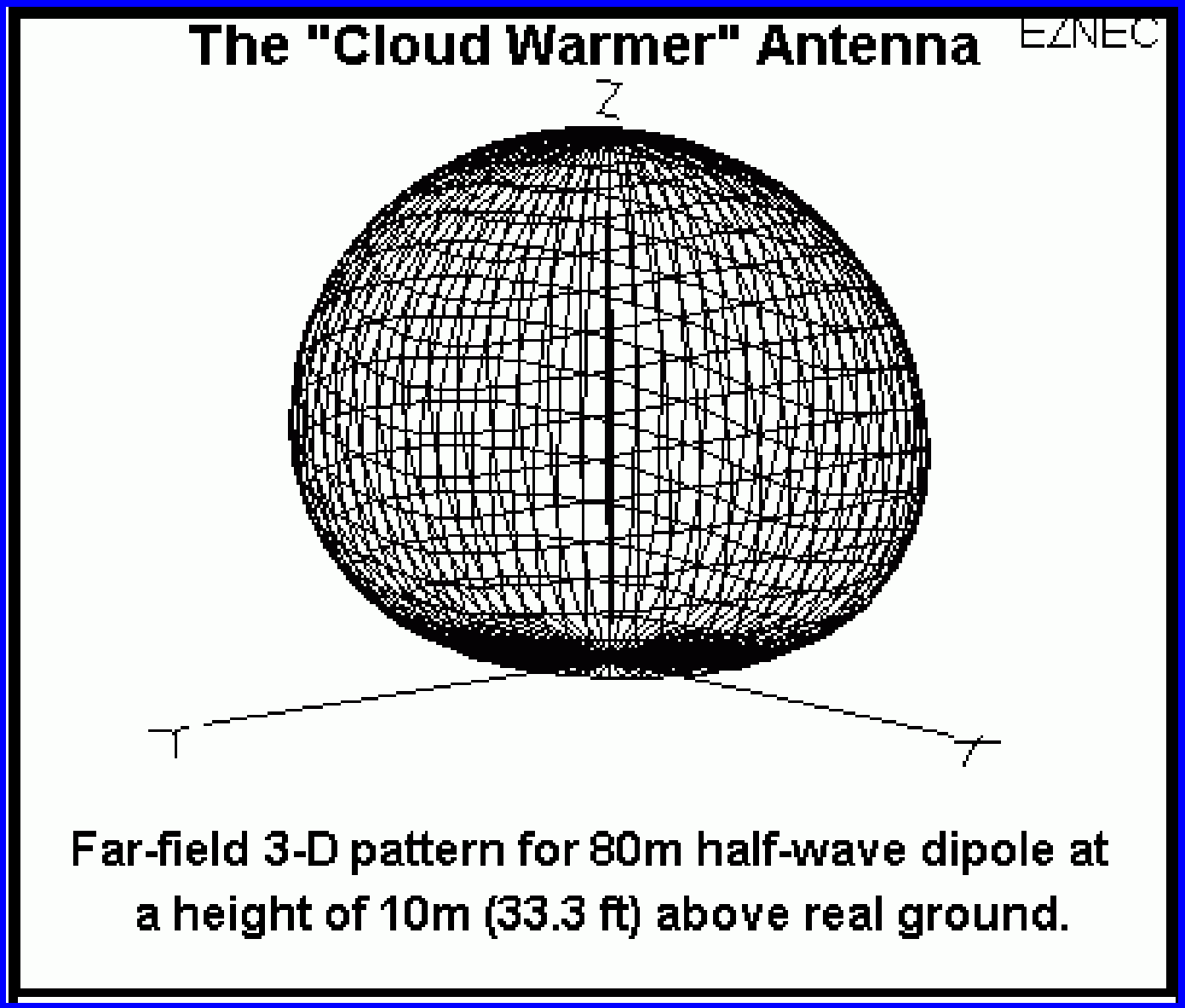
Suunadiagrammi sõltuvus kõrgusest





Elevation Plot		Cursor Elev	90.0 deg.	Elevation Plot		Cursor Elev	29.0 deg.
Azimuth Angle	0.0 deg.	Gain	7.85 dBi	Azimuth Angle	0.0 deg.	Gain	7.0 dBi
Outer Ring	7.85 dBi		0.0 dBmax	Outer Ring	7.0 dBi		0.0 dBmax

Madalal paiknev antenn võib sobida lähisidedeks



Seisulainekoefitsient (SWR)

- SWR, VSWR: (**V**oltage) **S**tanding **W**ave **R**atio
- Antennisüsteemis jääb osa energiast kiirgumata ja peegeldub tagasi
- $\Gamma = V_r / V_f$,

  Vr: peegeldunud laine amplituud

  Vf: antenni suunatud laine amplituud

  $\Gamma = -1$: lühistatud toiteliin, maksimaalne peegeldus

  $\Gamma = 1$: avatud toiteliin, maksimaalne peegeldus

  $\Gamma = 0$: ideaalselt sobitatud ahel, peegeldust pole

Seisulainekoefitsient II

- Seisulainekoefitsient arvutatakse, kasutades $\rho=|\Gamma|$

  Osades toiteliini punktides pinged summeeruvad:

  $V_{max} = V_f + V_r = V_f + \rho V_f = V_f(1+ \rho)$

  Osades lahutuvad:

  $V_{min} = V_f - V_r = V_f - \rho V_f = V_f(1- \rho)$

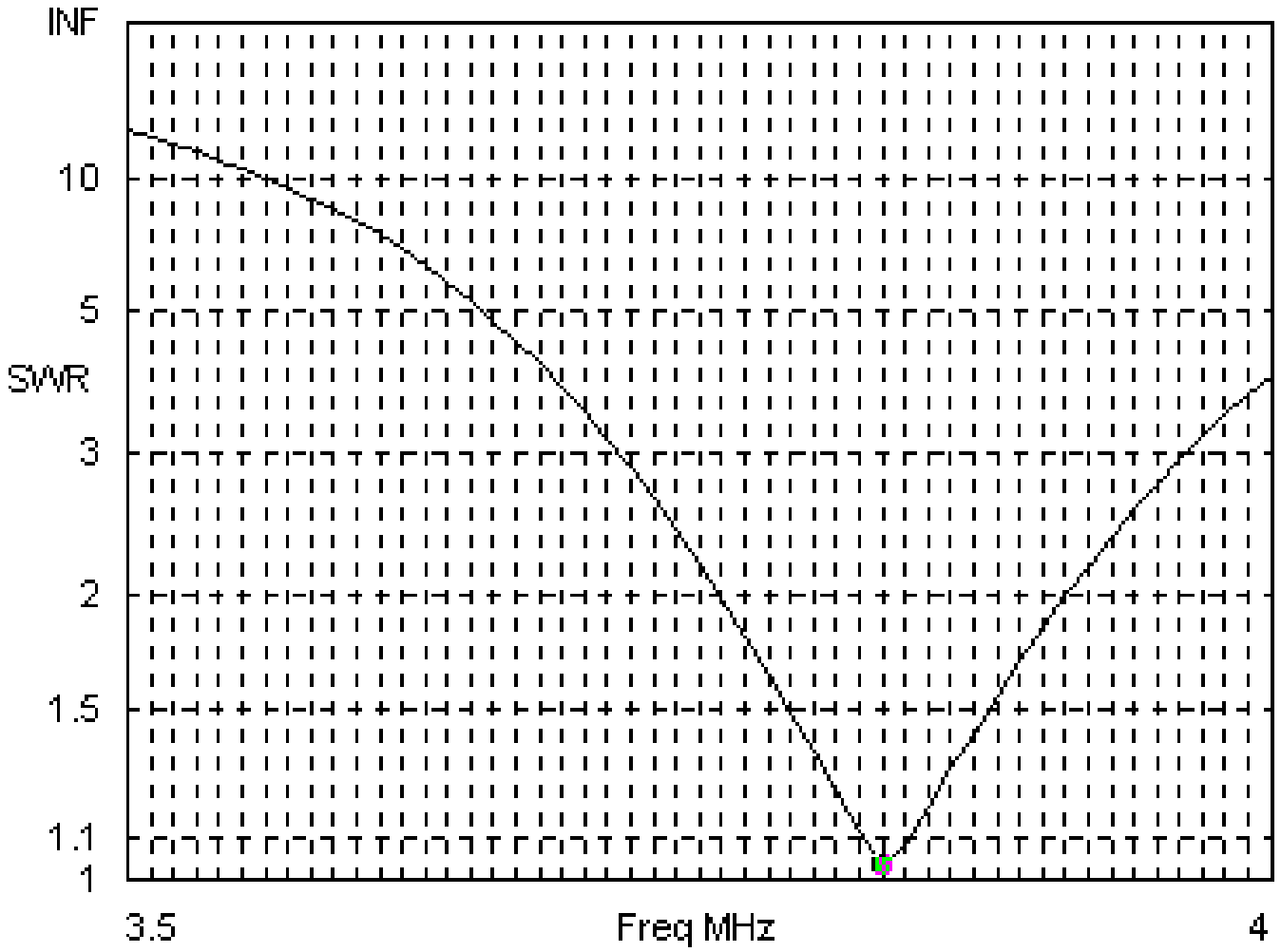
  $VSWR = V_{max}/V_{min} = (1+\rho)/(1-\rho)$

  Alati VSWR ≥ 1

Seisulainekoefitsient III

VSWR	Peegeldunud võimsus
1,0 : 1	0%
1.3 : 1	2%
1.6 : 1	5%
2.0 : 1	10%
3.0 : 1	25%
6.0 : 1	50%

80 meetri Inv-V SWR graafik



Freq	3.83 MHz	Source #	1
SWR	1.033	Z0	50 ohms
Z	48.61 - j 0.7938 ohms		
Refl Coeff	0.01623 at -149.8 deg.		

SWR mõju

- Väheneb antennist kiirgunud energia
- Saatja võib kahjustuda
  - Saatja või võimendi võib vähendada kõrge SWR puhul automaatselt võimsust või keeldub töötamast
  - Aktsepteeritav SWR on tavaliselt 3:1, käsitsi seadistamisel ja lamplõppastme puhul saab olla ka kõrgem
  - Transiiveri ja toiteliini vahele paigutatakse tavaliselt antennituuner

Antennianalüsaatorid

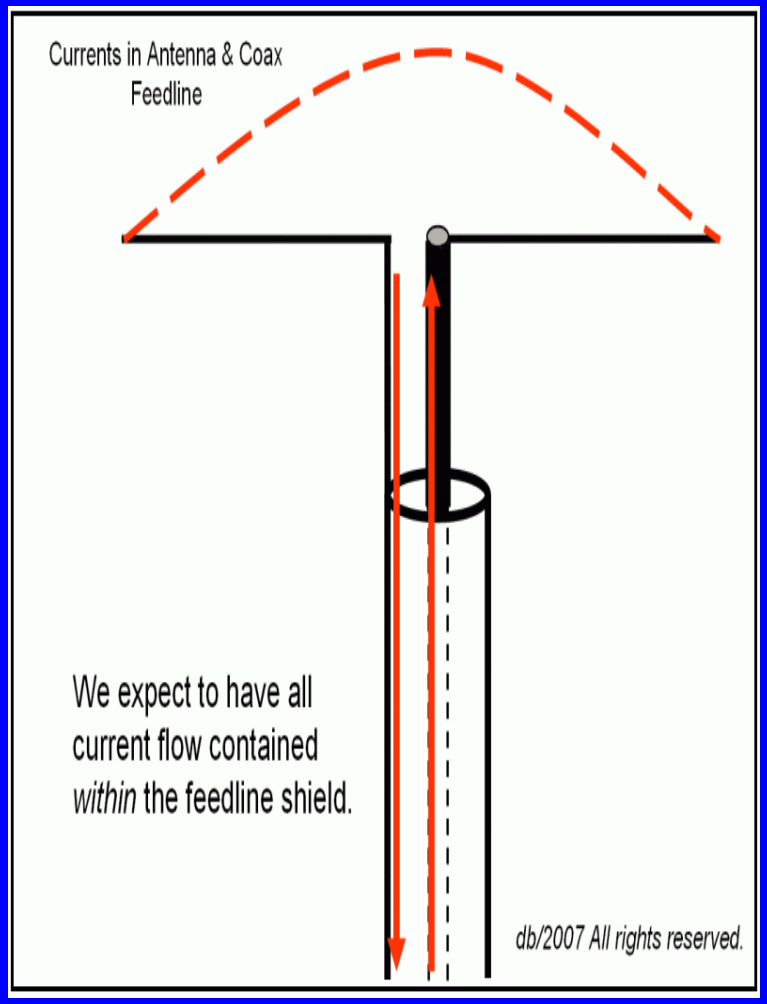


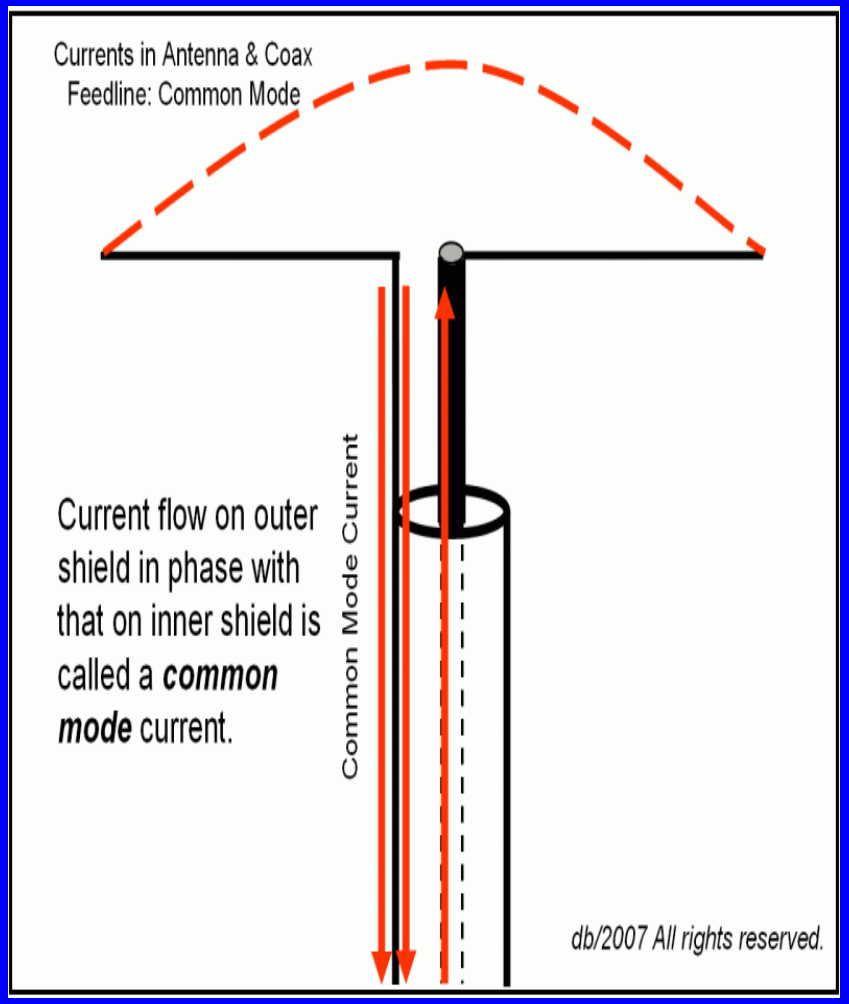


“Skin effect”

- “Skin effect”: kõrgsagedusvoolud liiguvad meelsamini mööda juhi välispinda
- Ideaalsel juhul peaks koaksiaalkaabli antenni minevad ja antennist tulevad voolud teineteist nullima, kuid sageli liigub välisjuhi pinnal kompenseerimata vool (toitepunkt keskkohast eemal, kiirgus antennist)

Voolud antennis ja toiteliinis





Choke balun

- Balun = *balanced / unbalanced*
- Choke balun seob sobitatud impedantsidega, kuid tasakaalustamata ahelad (näiteks sümmeetrilise dipoolantenni asümmeetrilise koaksiaalkaabliga)
- Kompenseerimata vool “kägistatakse” (*choke)* suure induktiivsusega

“Choke balun”








BALUN DESIGNS
Quality Baluns at Affordable Prices
www.balundesigns.com



Veerandlainetrafo

- Baluni eriliik, kasutatakse erineva takistusega ahelate sobitamiseks

  $Zi=Z_0^2/Z_L$

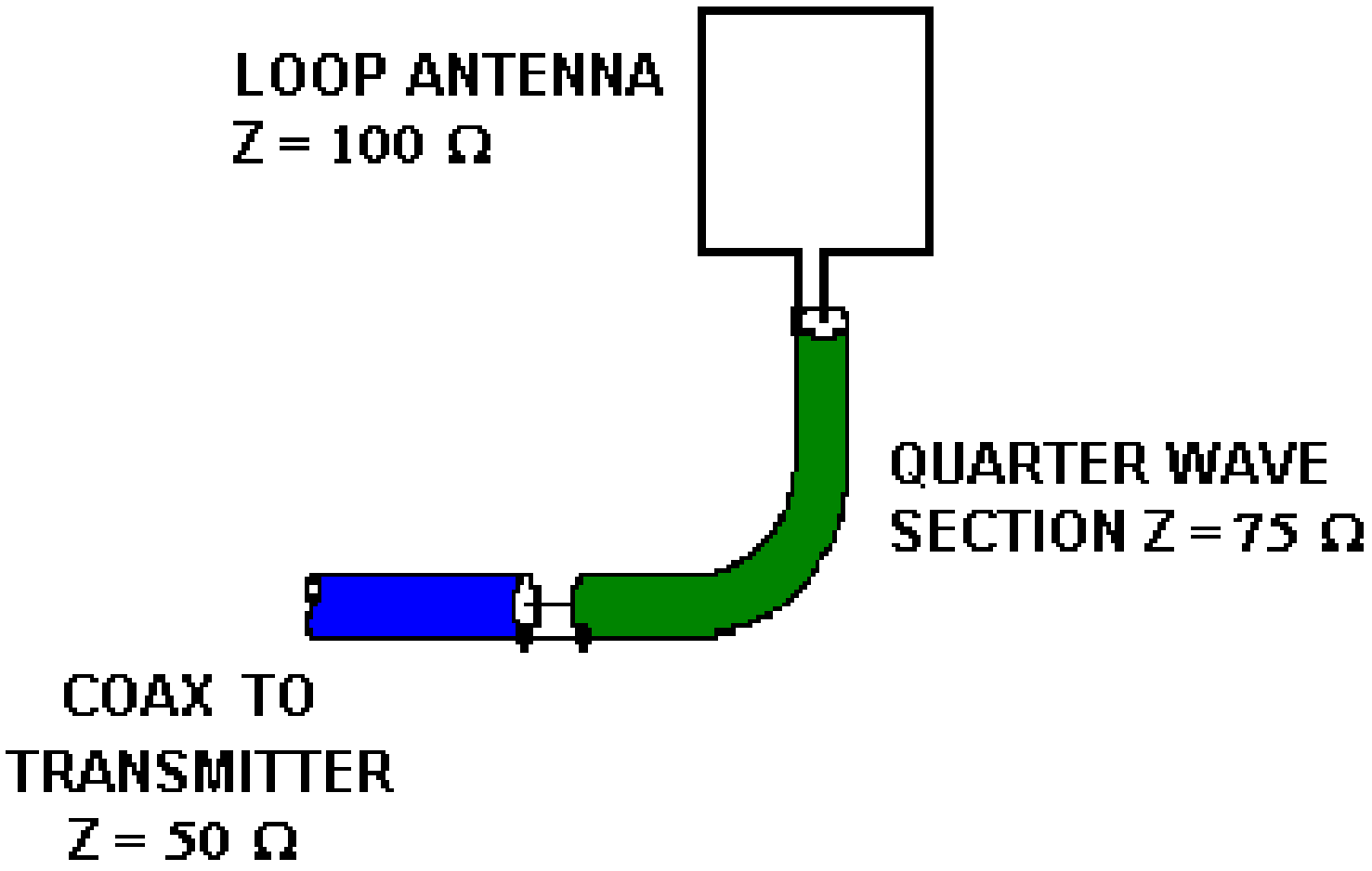
  Zi: veerandlaine pikkuse liinilõigu sisendimpedants

  Z_0: kogu liinilõigu impedants

  Z_L : takistus koormusel

  $Z_0=sqrt(Zi* Z_L)$
- Kalkulaator: http://www.arcticpeak.com/antennapages/quarter-wave_transformer.htm

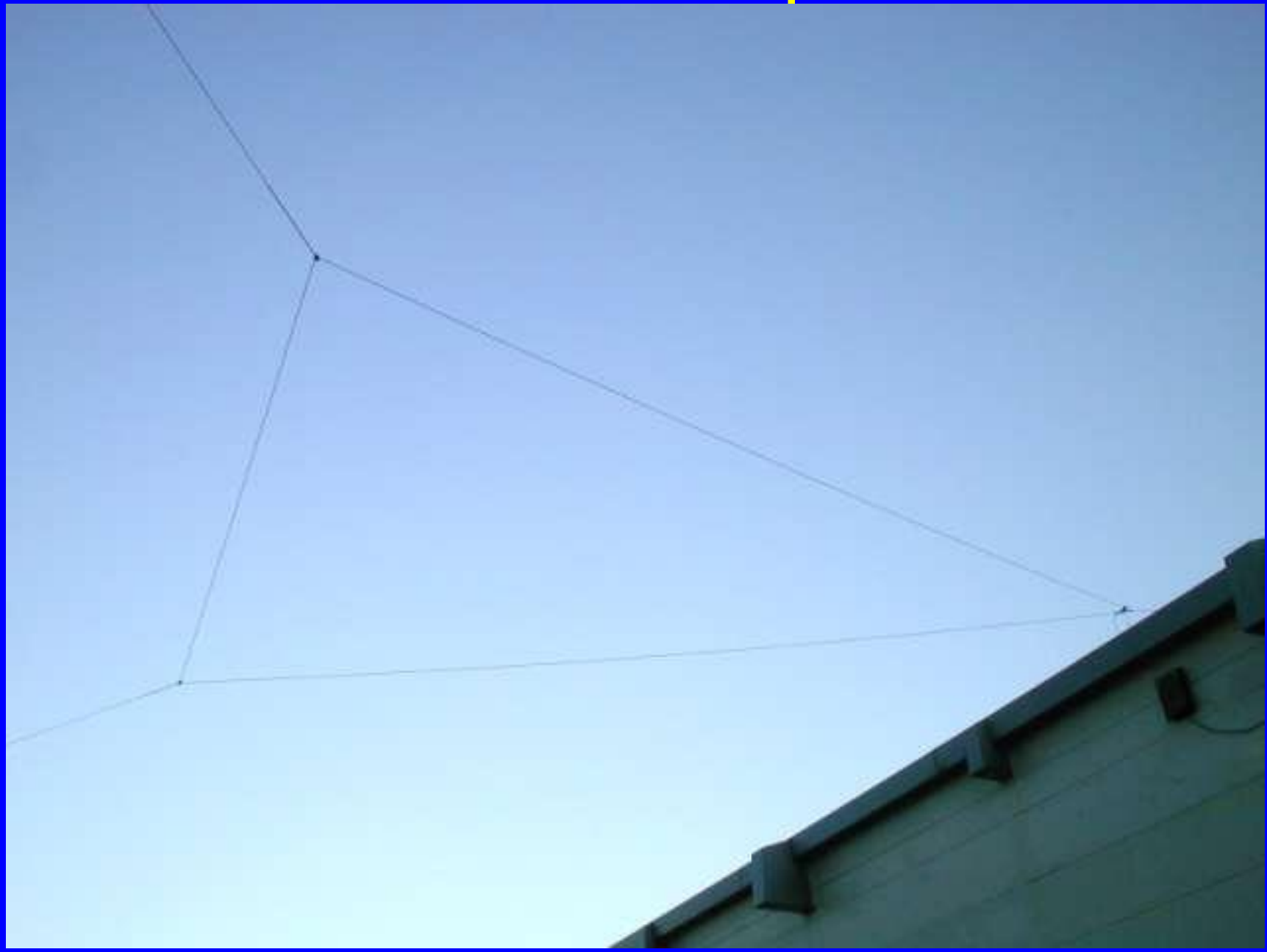
Sobitus veerandlainelõiguga



Delta Loop

- Kolmnurkne antenn, külgede kogupikkus 1λ, külgi võib olla ka rohkem kui kolm.
- Töötab paarisarvulistel lainepikkuse kordsetel: 160m antenni saab kasutada 80m, 40m, 20m, 10m.
- Väidetavalt parem häirekindlus kui dipoolil

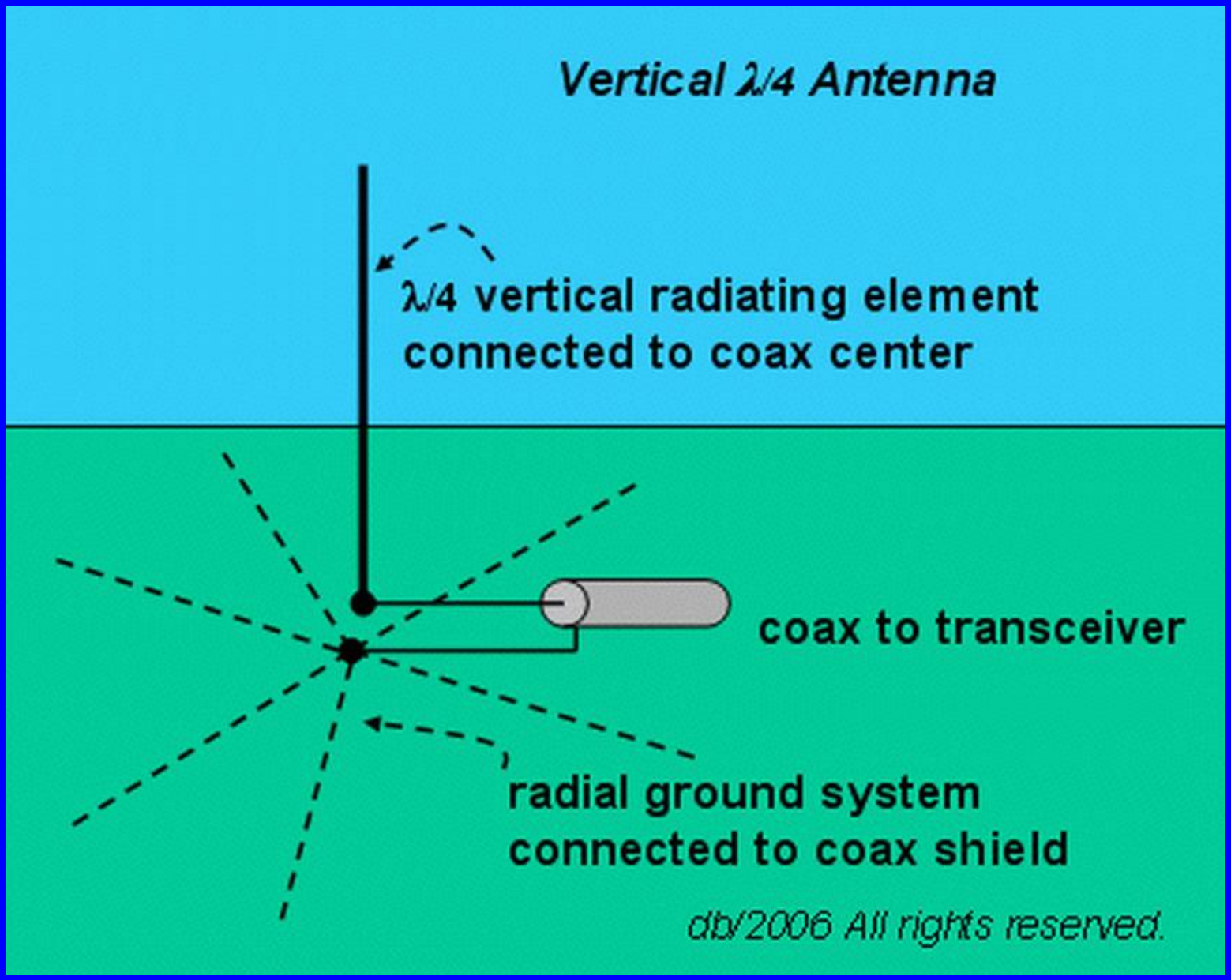
Delta Loop



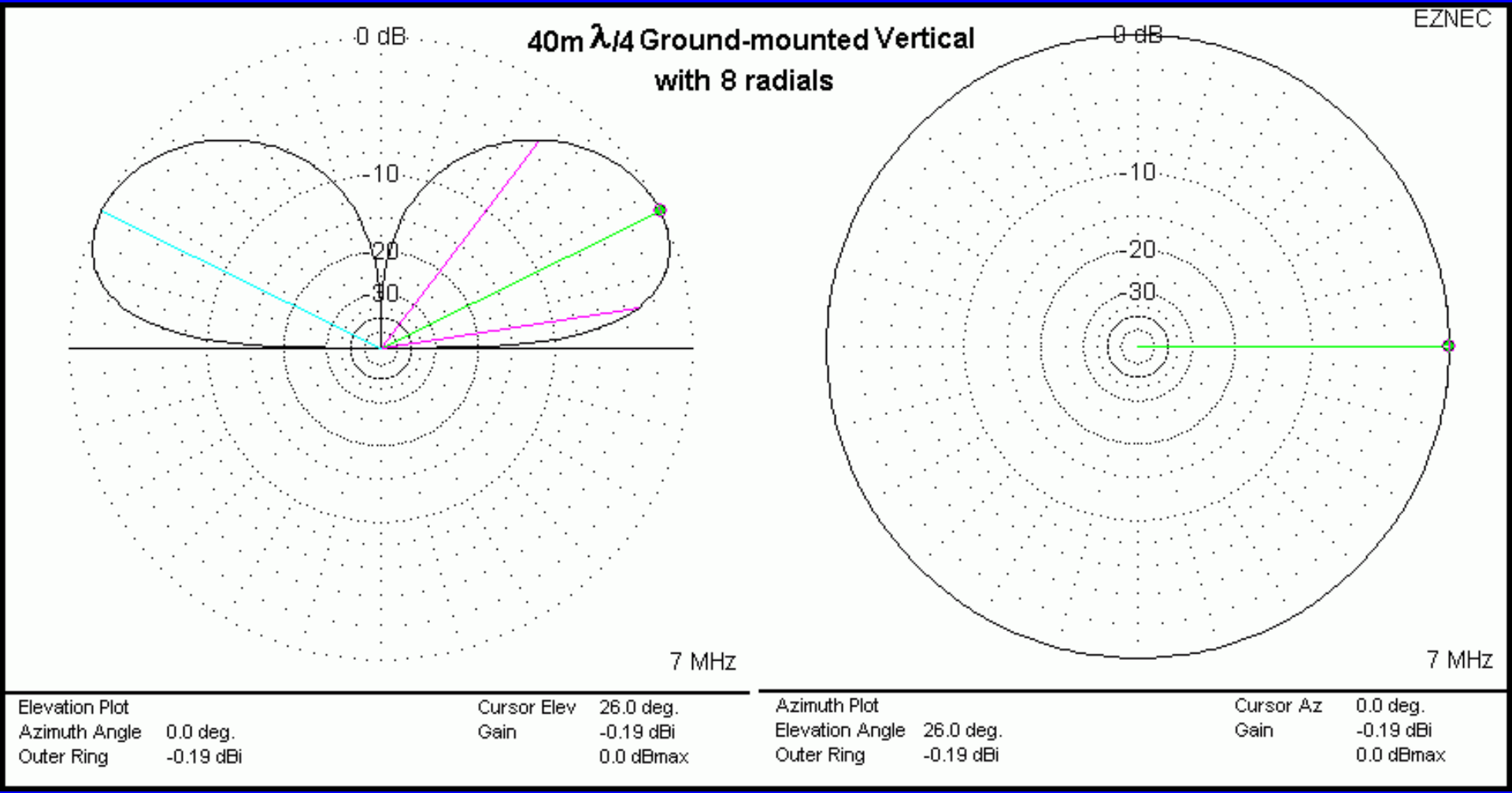
Vertikaalantenn (“ground plane”)

- 0,25λ või 5/8λ pikkusega maast isoleeritud varras
- Radiaalide abiga (sama pikad kui aktiivsed elemendid) luuakse kunstlik maa. Radiaalide asemel võib olla ka autokatus.
- Impedants ideaaljuhul 32 oomi, suunadiagramm ringikujuline
- Tõusunurk suhteliselt madal: hea DX antenn

Vertikaalantenn



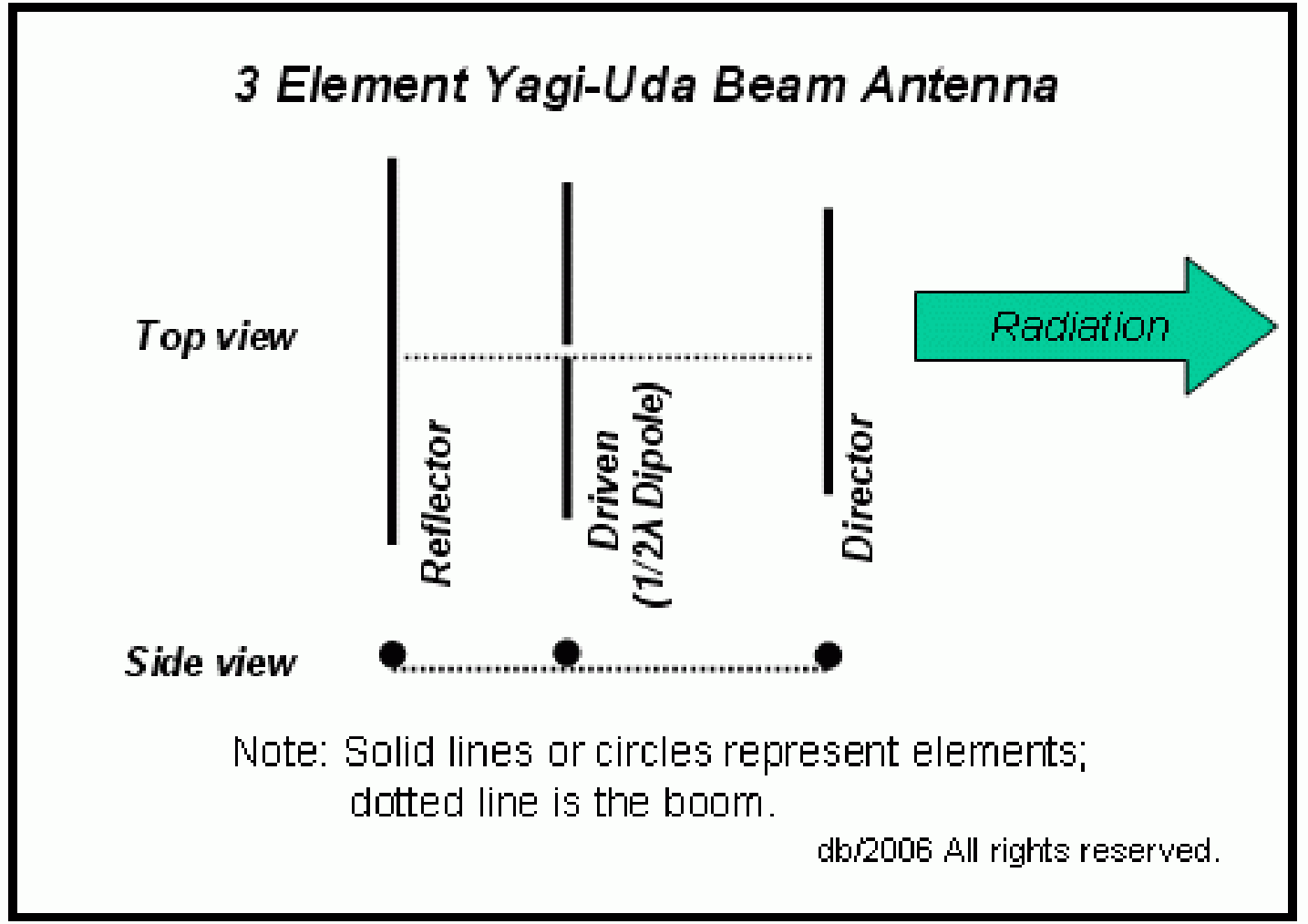
Vertikaalantenni suunadiagramm



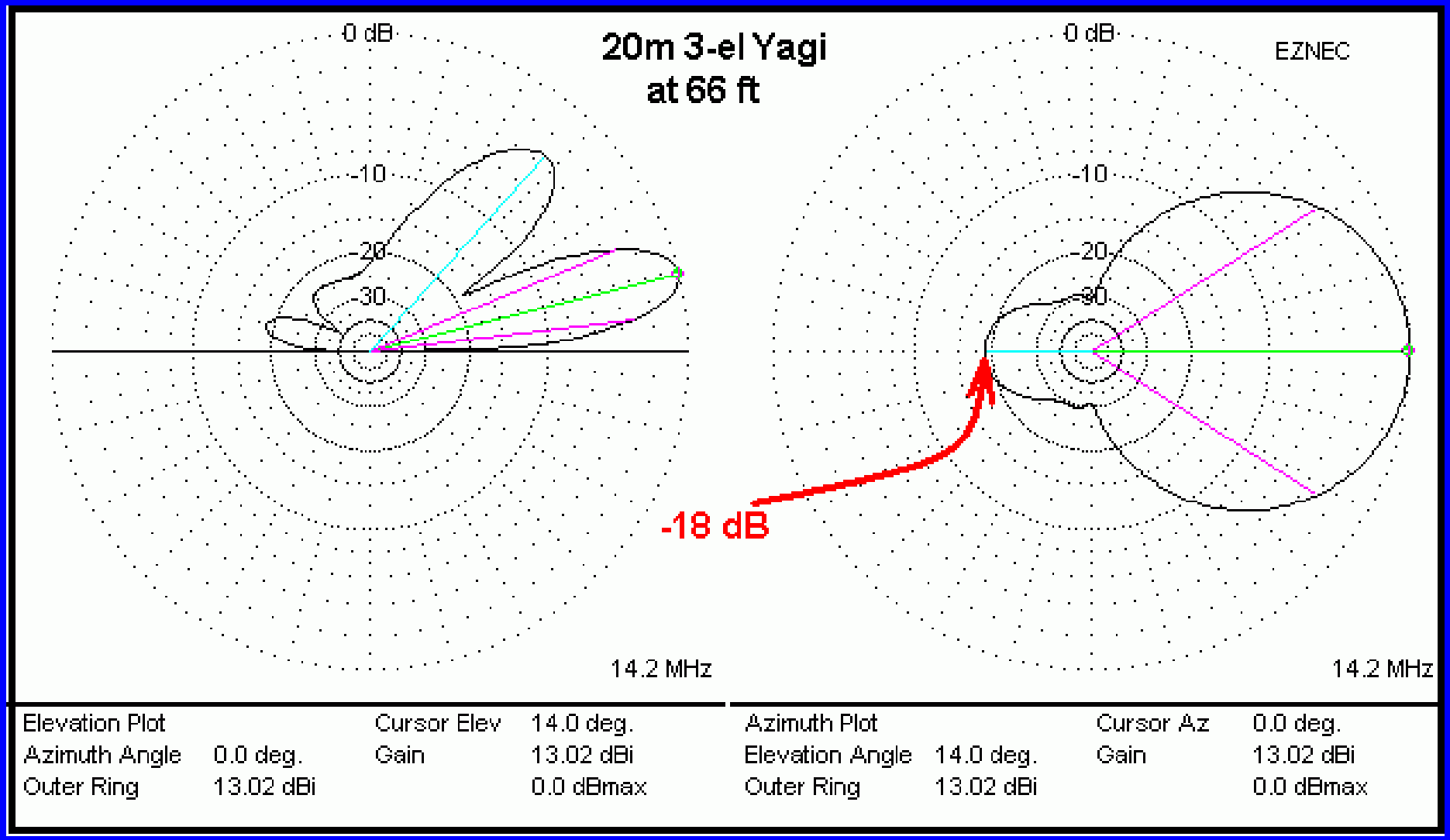
Yagi antenn

- Õige nimetus Uda-Yagi antenn, venelastel tõlkes “lainekanal”
- Suundantenn, kõige parem vastuvõtt/saade piki telge direktorite sihis
- Koosneb vibraatorist, reflektorist ja direktori(te)st: pikkus ca 0,5λ , omavaheline kaugus 0,15...0,20λ
- Saavutatav võimendus (3-ele) ca 13dB, ette-taha suhe 18 dB.

Yagiantenni skeem



Yagiantenni suunadiagramm



Yagiantenn I



Yagiantenn II



Antennipööraja

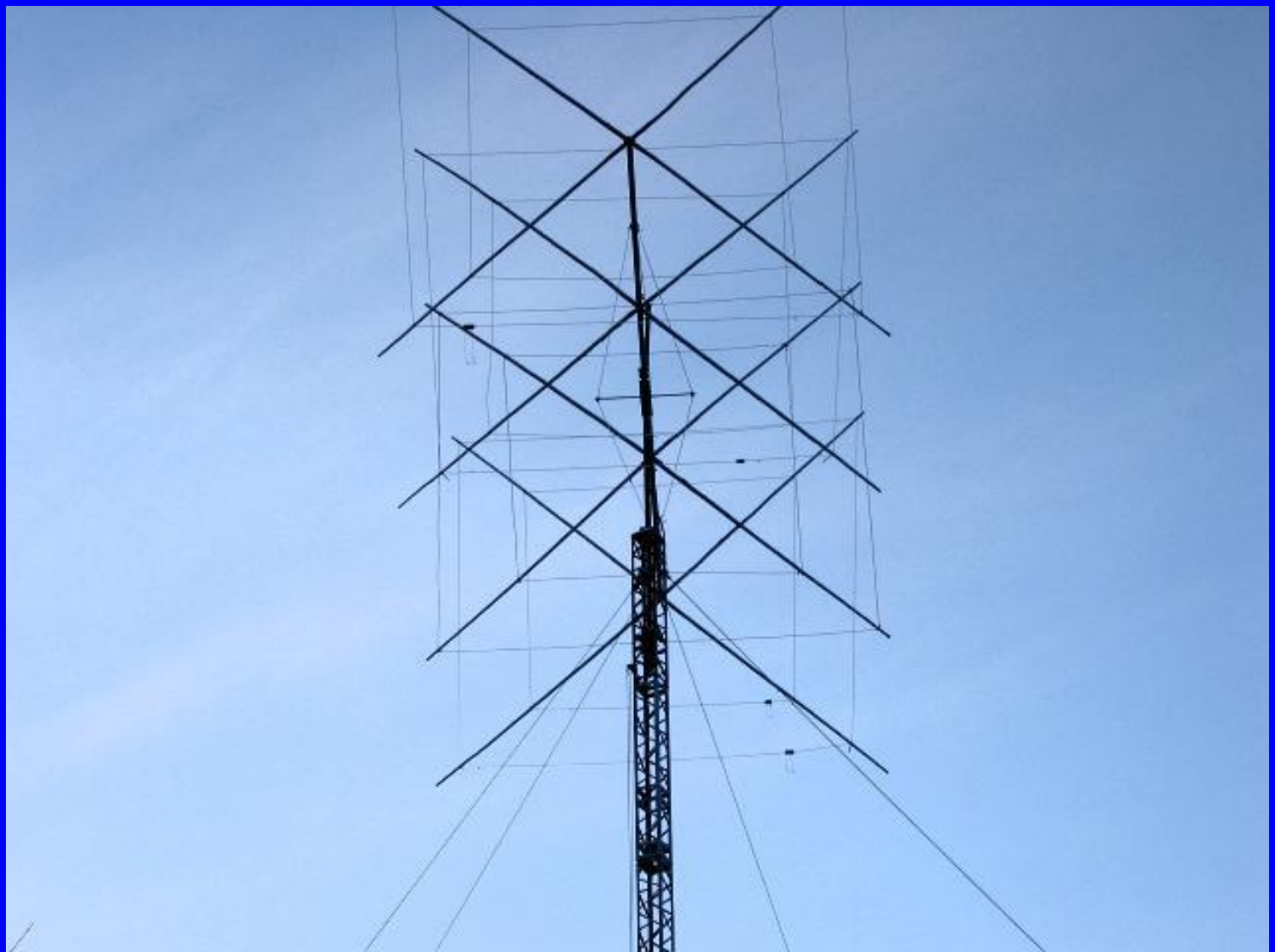




Kuupantenn

- Ühe ruudu külje pikkus 0,25 lainepikkust
- Häälestamine lihtsam kui yagiantennil

Kuupantenn



Tarkvara antennide modelleerimiseks

- Antenna Optimizer
- MMANA
- EZNEC
- WWW: http://ac6v.com/antsoftware.htm