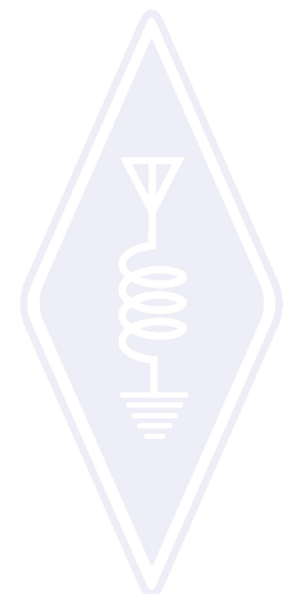
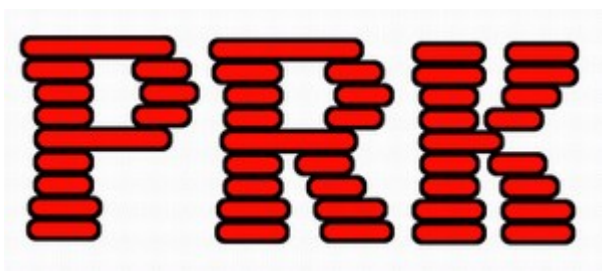


Radioamatöörikurssi 2014

Polyteknikkojen Radiokerho
Siirtojohdot, Antennit ja Eteneminen

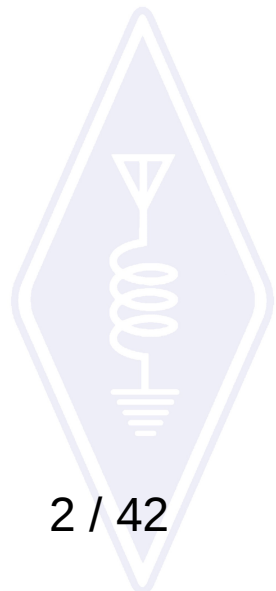
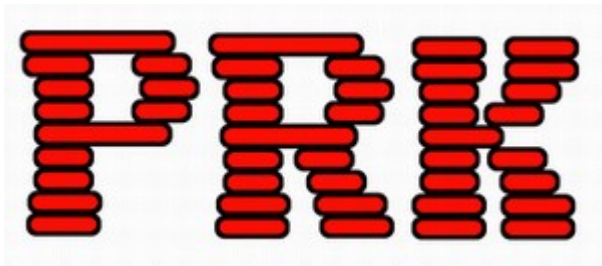
11.11.2014

Juha, OH2EAN



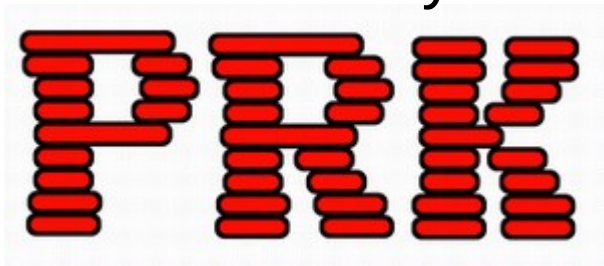
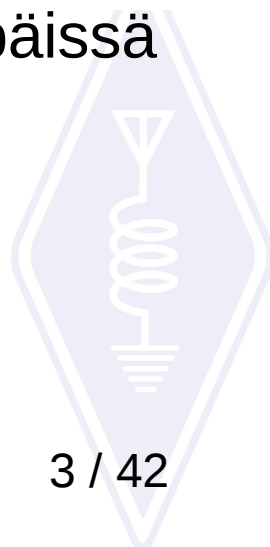
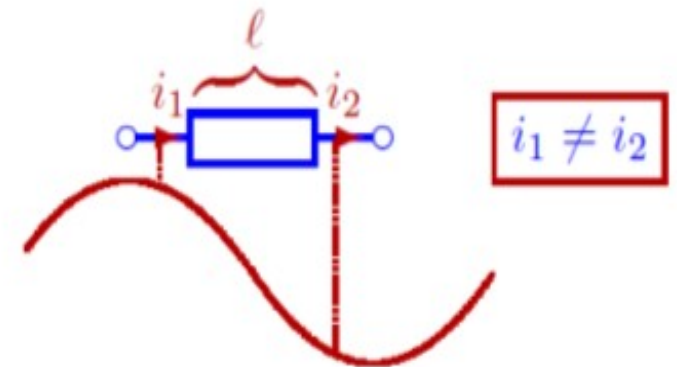
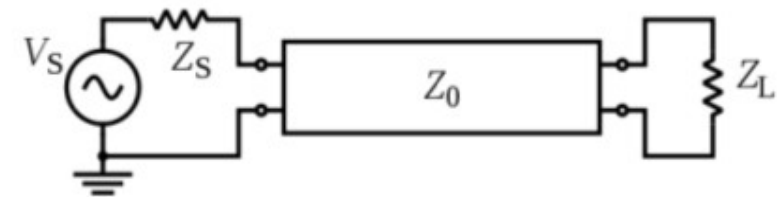
Illan aiheet

- Siirtojohdot
- Antennit
- Radioaaltojen eteneminen

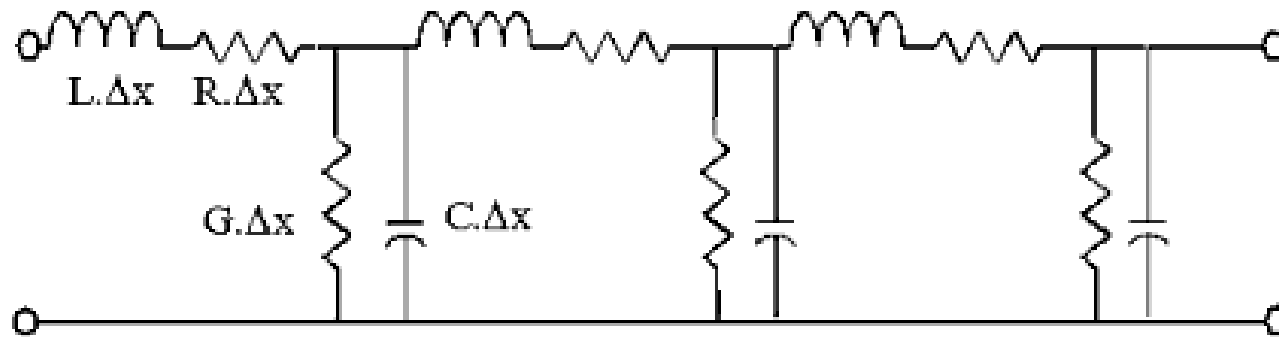


Siirtojohto

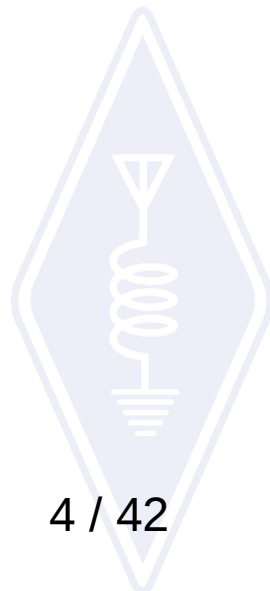
- Mikä on siirtojohto?
 - Siirtää tehoa lähteestä kuormaan
 - Miksi siirtojohto?
 - Aallonpituuden suhde komponentin kokoon
- Jännite ja virta eivät samat komponentin molemmissa päissä
- Virran ja jännitteen suhde nimeltään ominaisimpedanssi
 - Ei liity häviöihin



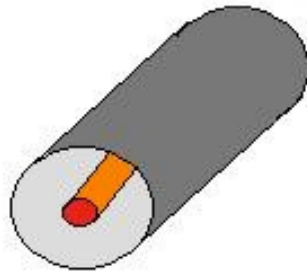
Siirtojohdon sijaiskytkentä



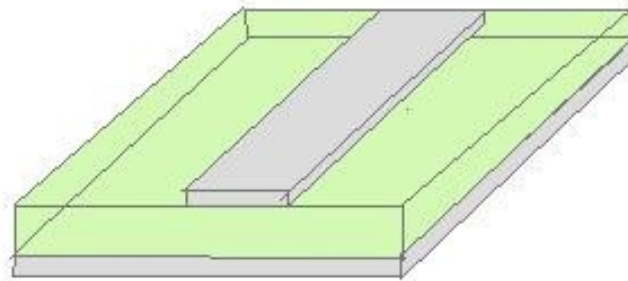
- L ja C johdon rakenteesta riippuvia
- R resistiivinen häviö
- G eristeen häviö



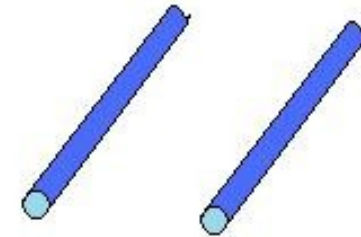
Esimerkkejä siirtojohdoista



Coaxial Cable

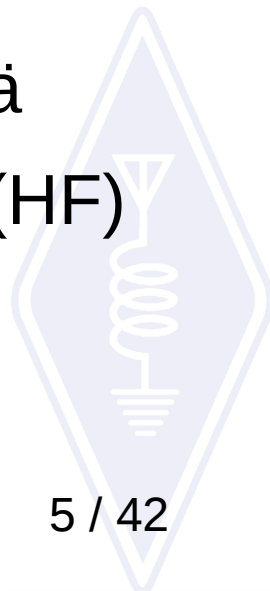
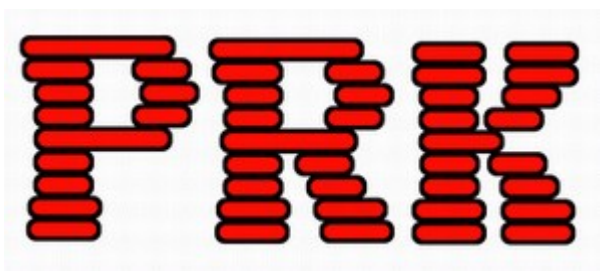


Microstrip Line

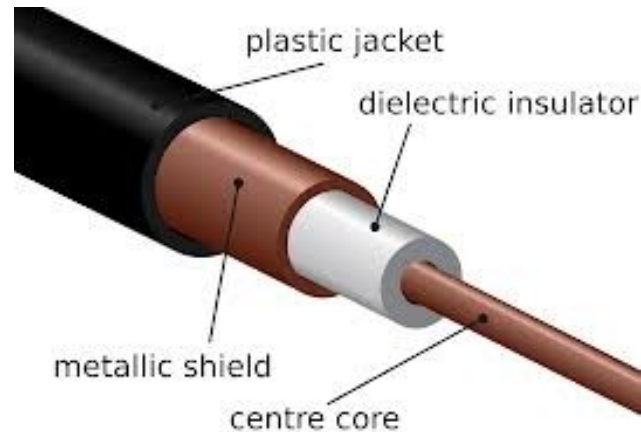


Two-Wire Line

- Koaksiaalikaapeli yleisintä laitteiden välisenä ja sisäisenä kaapelina
- Mikroliuskoja yleensä vain laitteiden sisällä piirilevyllä
- Avojohtoa/parikaapelia lähinnä matalilla taajuuksilla (HF)

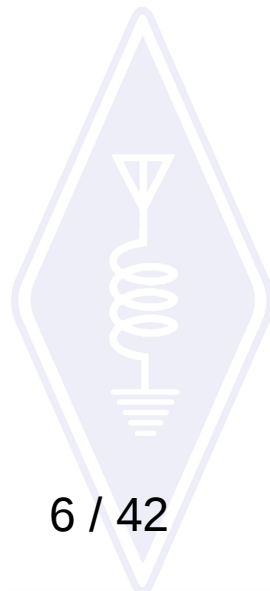
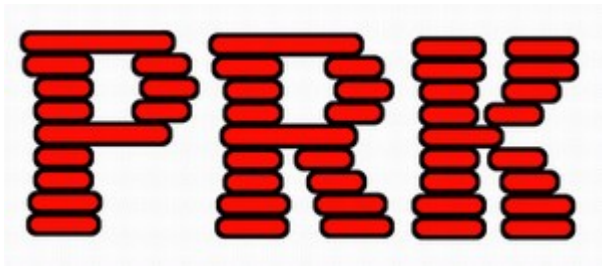


Koaksiaalikaapeli



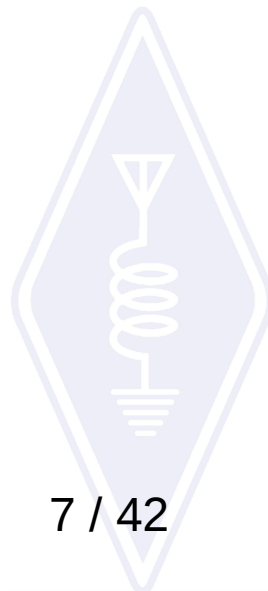
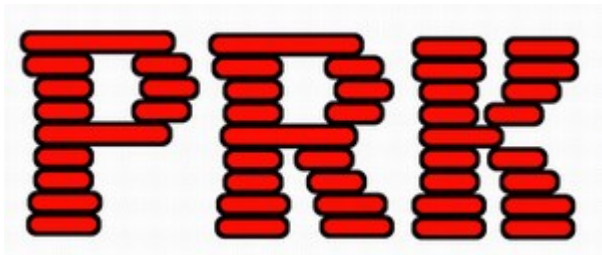
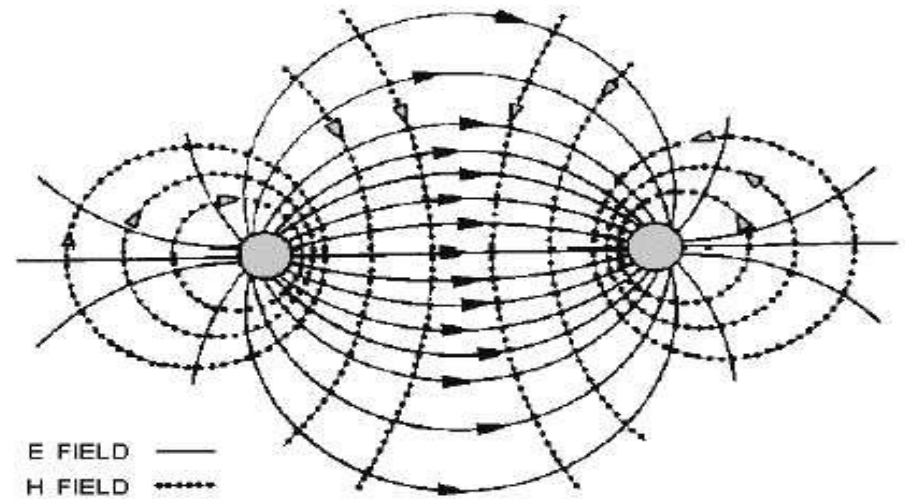
- Ominaisimpedanssi tavallisesti 50Ω tai 75Ω
- Kentät kokonaan kaapelin sisällä
- Eristemateriaali vaikuttaa ominaisuuksiin
- Balansoimaton

$$Z_0 = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \cdot \frac{\ln\left(\frac{r_u}{r_s}\right)}{2\pi}$$



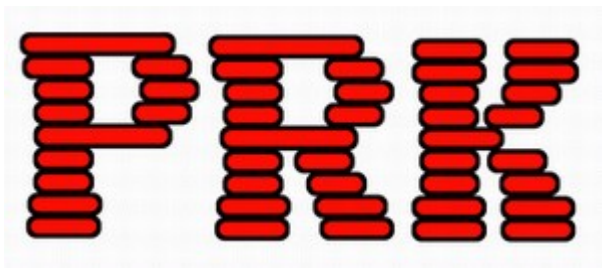
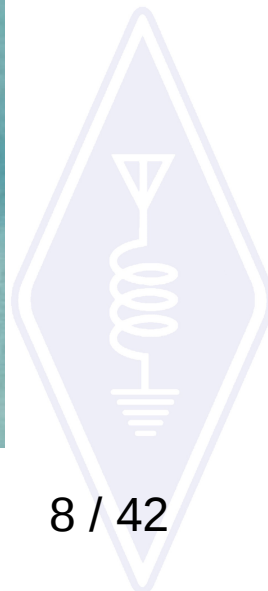
Parikaapeli

- Avoin rakenne, kentät eivät rajattuja
→ Esim. läheiset metallirakenteet vaikuttavat kenttiin
- Tyypillisiä impedansseja esim. 150Ω , 300Ω , 450Ω ja 600Ω
- Balansoitu



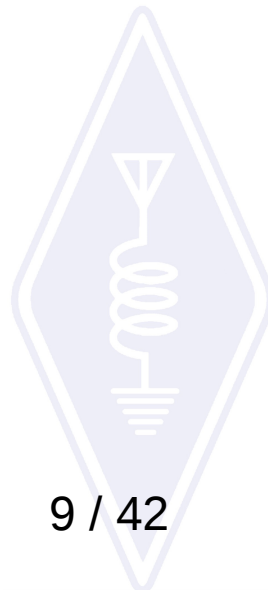
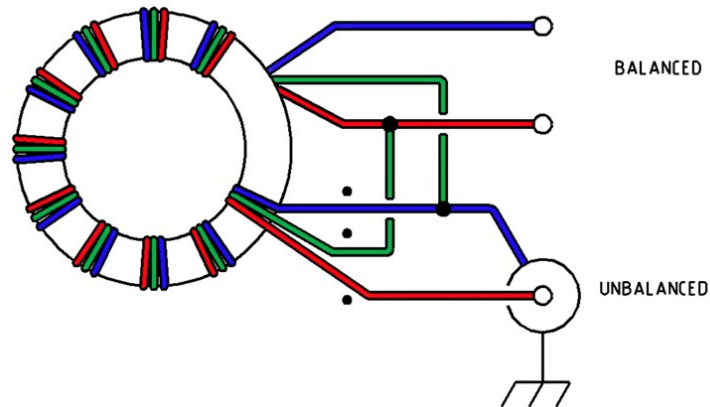
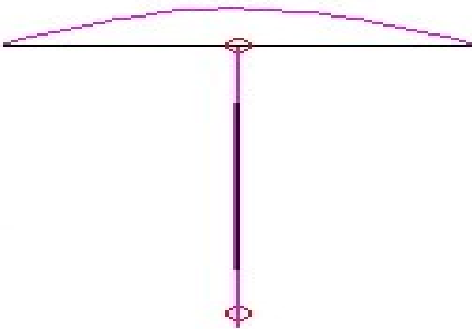
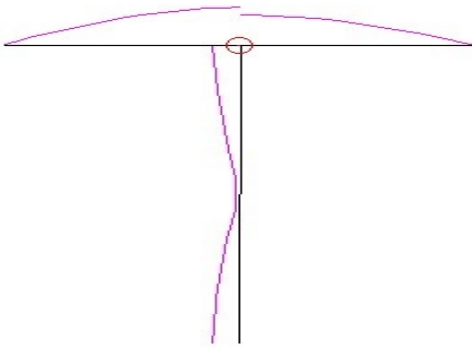
Aaltoputki

- Metalliputki, jonka sisällä kentät värähtelevät
- Korkeilla taajuuksilla (sivun pituus $> \lambda/2$)
- Pienihäviöinen



Balun

- BALanced to UNbalanced
- Antenneissa katkaisee vaippavirrat syöttöjohdosta



Sovitus

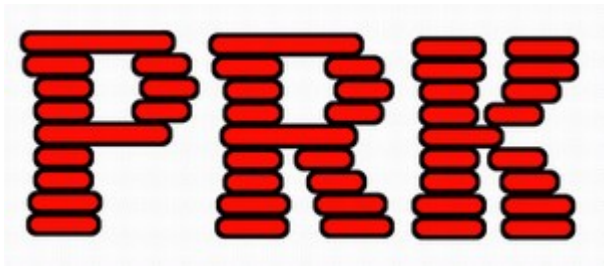
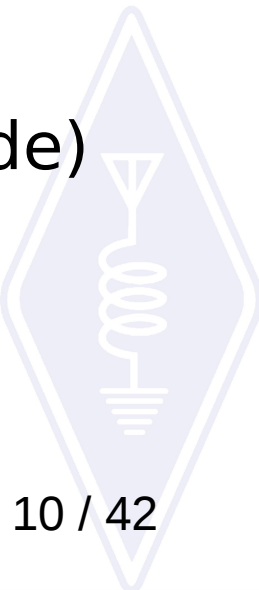
- Ominaisimpedanssin muuttuessa tehoa heijastuu takaisinpäin
- Kuvataan heijastuskeroimella (ρ , S_{11}) tai seisovan aallon suhteella (SAS, SWR)

$$\rho = \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0}$$

$$SWR = \frac{1 + |\rho|}{1 - |\rho|}$$

(ρ – kentänvoimakkuuksien suhde,
SWR – suurimman ja pienimmän jännitteen suhde)

$$1 < SWR < \infty$$



Liittimiä

- Radioamatöörikäytössä yleisiä liittimiä esim:



- UHF

(Lukittava banaani)



- BNC

Bayonett Neill-Concelman



- N

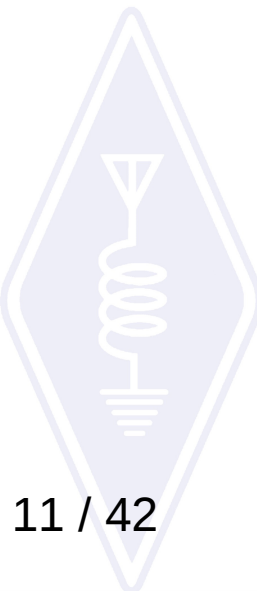
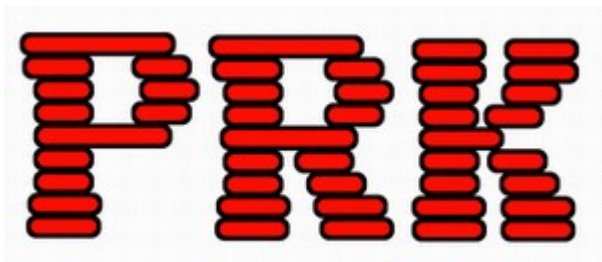
Neill



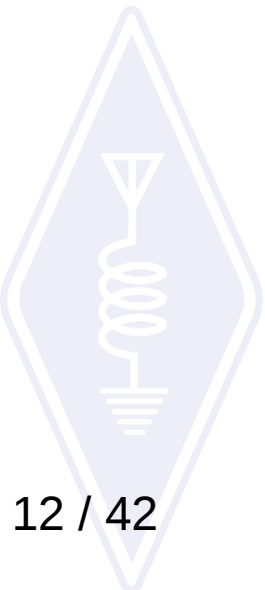
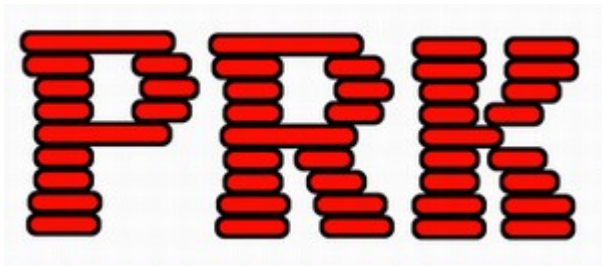
- SMA



- 7/16

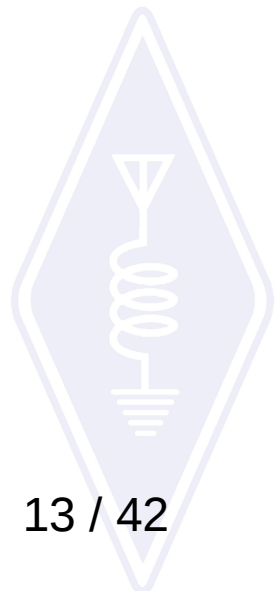
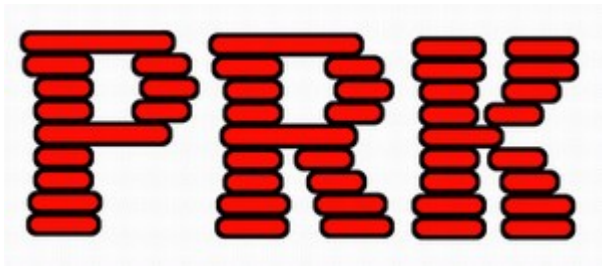


Hengähdystauko



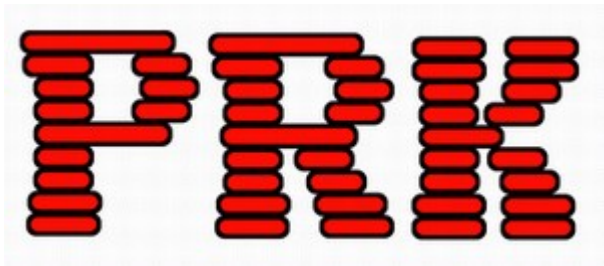
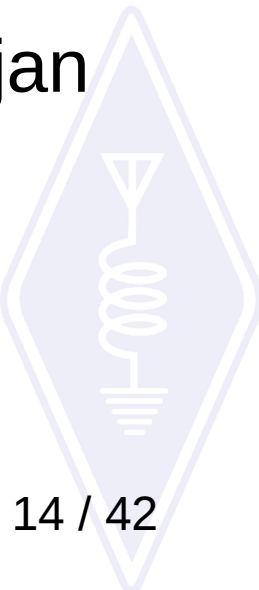
Antenni

- Muuttaa siirtojohdosta tulevan tehon sähkömagneettiseksi aalloiksi
- Ominaisuudet taajuusriippuvia
 - Vahvistus, suuntaavuus, polarisaatio, sovitus...
- Resiprookkinen
 - Ominaisuudet samat lähettäessä ja vastaanottaessa

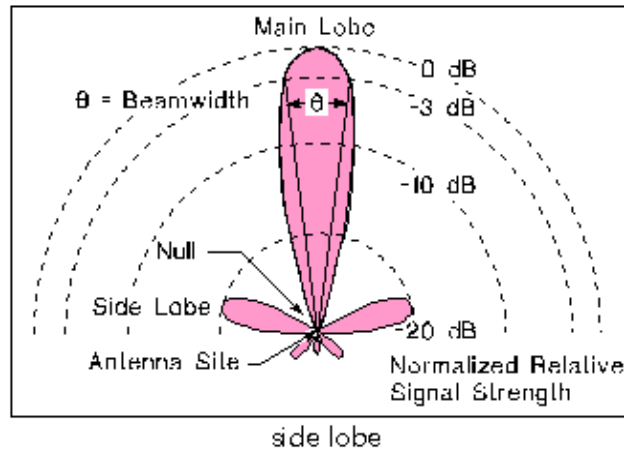


Vahvistus

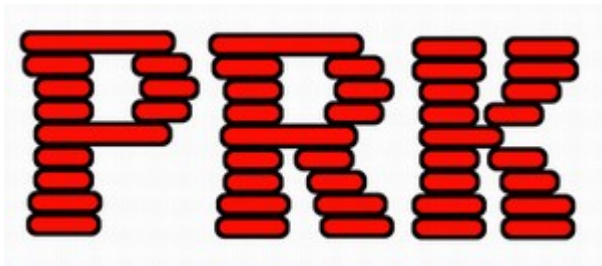
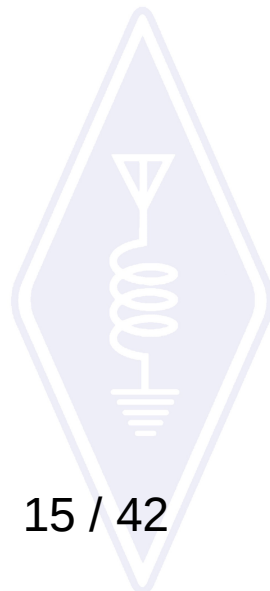
- Antennin tehovahvistus
- Säteilysuunnasta ja taajuudesta riippuva
- Dipolilla 0 dBd = 2,15dBi
 - Huonolla antennilla voi olla negatiivinenkin
- ERP = Säteilyteho
 - Lähettimen teho + antennin vahvistus – siirtolinjan häviöt



Suuntaavuus

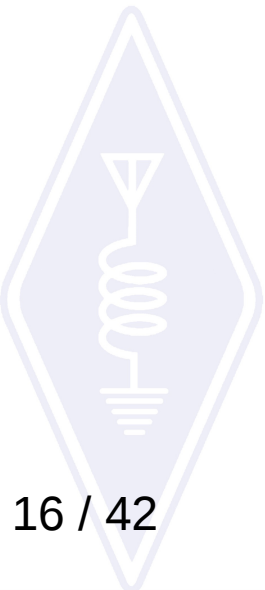
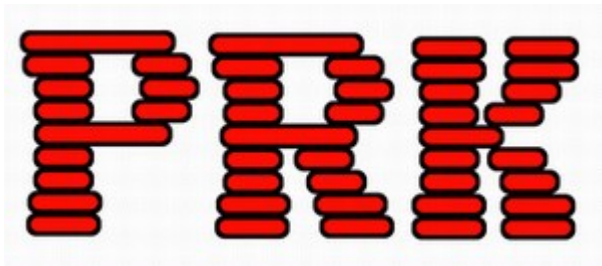


- Suuntaavilla antennneilla yleensä pääkeilan lisäksi myös sivukeiloja
- Etu-taka-suhde (F/B ratio)



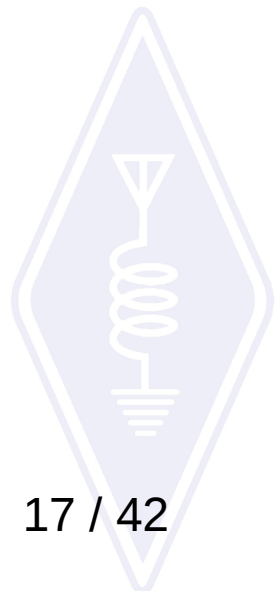
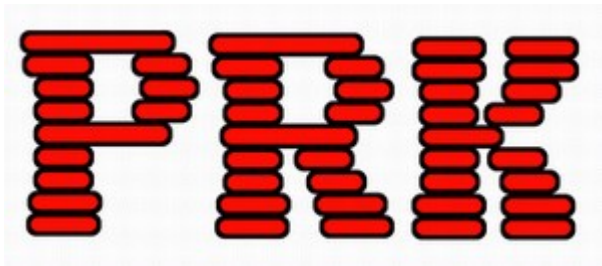
Polarisaatio

- Sähkökentän suunta (kaukana antennista)
- Lineaarinen/ympyrä
 - Liikkuvilla asemilla ja toistinasemilla yleensä lineaarinen pystypolarisaatio
 - Satelliiteilla yleensä ympyrä (satelliitin asento tai faraday-kiertymä eivät vaikuta)



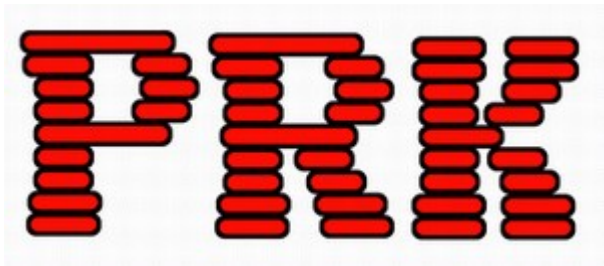
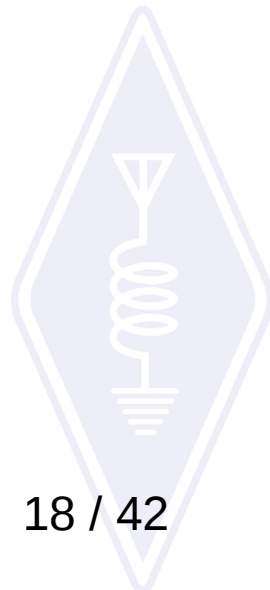
Antennin sovitus

- Resonanssitaajuudella ρ ja SWR minimissä
- Kun $SWR < 2$ antenni ns. toimii
- Antennin virityslaitteella sovitetaan epäsovitettu kuorma lähettimeen



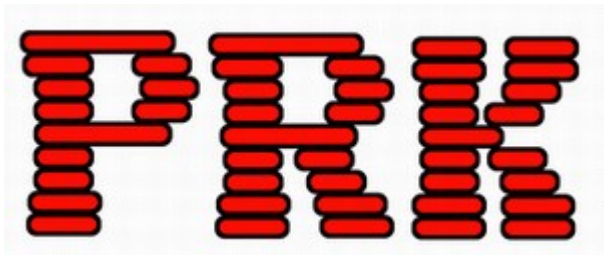
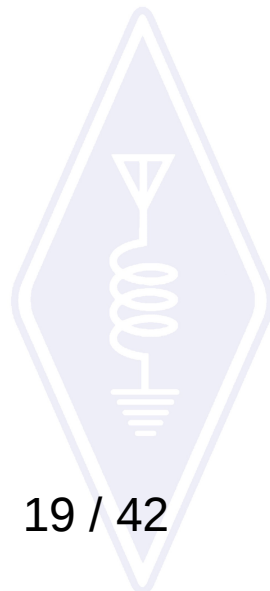
Sovitus vaimentimen/kaapelin läpi nähtynä

- Tentissä kysytään "SAS antennilla on 2, väliin kytketään vaimennukseltaan 1 dB kaapeli, mitä on SAS kaapelin toisella puolella?"
- $SAS = 2 \rightarrow \rho = 1/3$
- $-1 \text{ dB} = 0,8$
- Tehoa heijastuu takaisin $1/3 * 1/3 * 0,8 * 0,8$
- $P_{in} = 1/3 * 0,8$
- $SAS_{in} = 1,72$

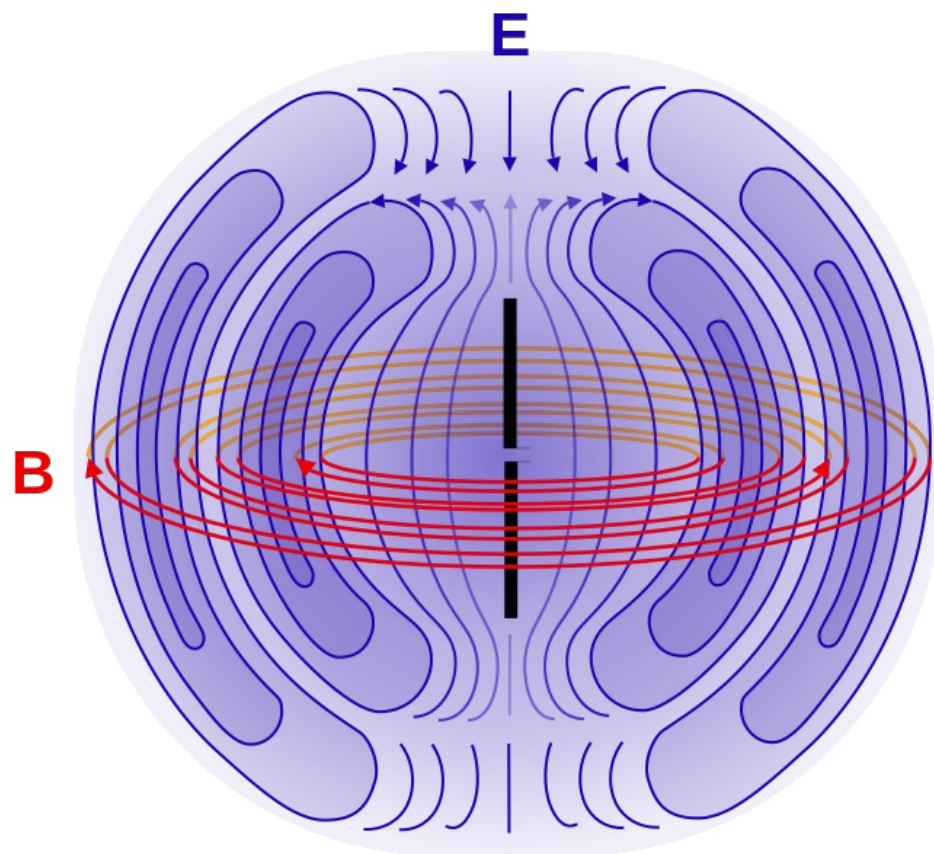


Dipoli

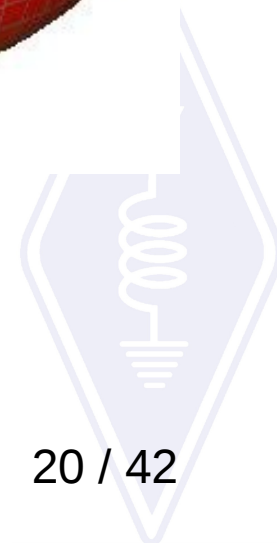
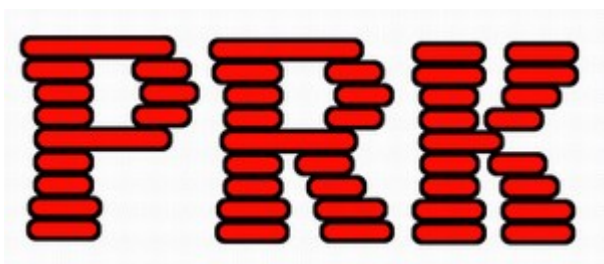
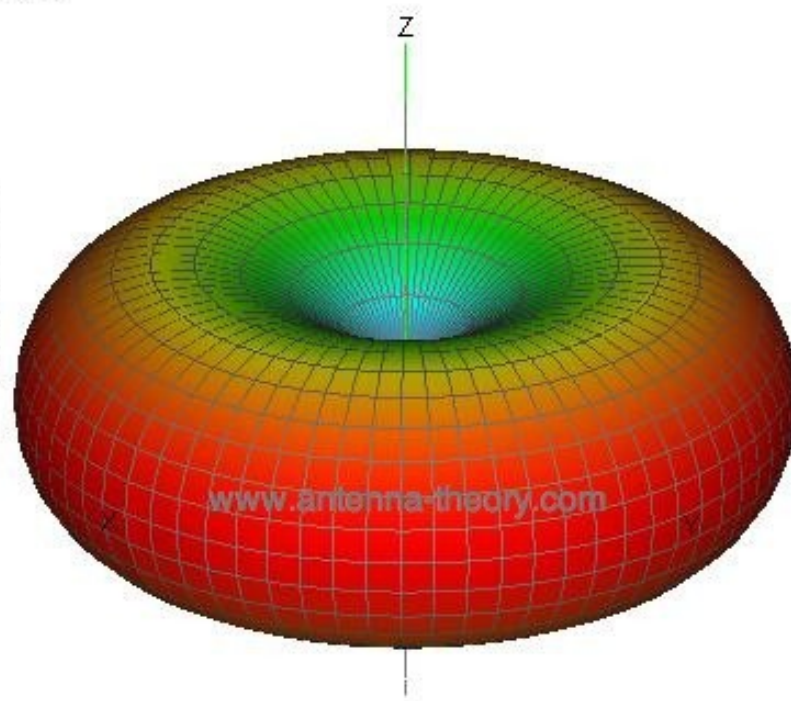
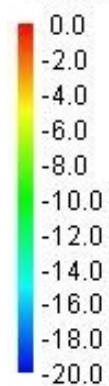
- Perusantenni etenkin HF:llä, mutta käytetään myös useiden monimutkaisempien antennien syöttöelementtinä
- Yleensä $\lambda/2$ pituinen
- Monikerratkin resonanssitaajuuksia
- Balansoitu → tarvitsee balunin koaksiaalikaapelilla syötettäessä
- Vapaan tilan impedanssi $\sim 73\Omega$



Dipoli

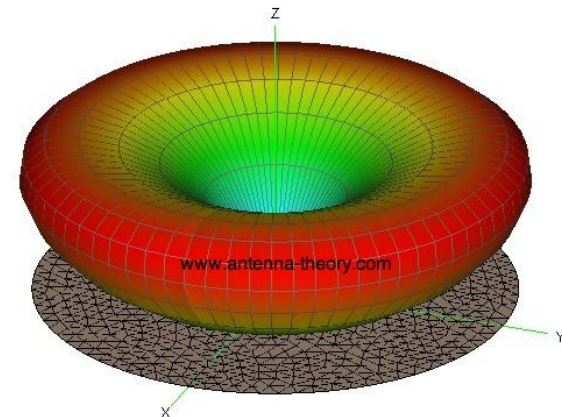
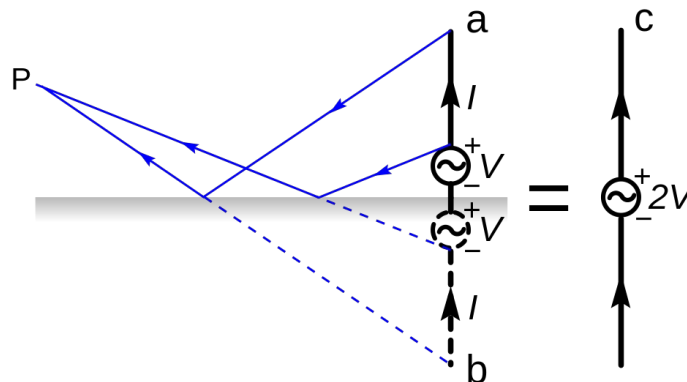
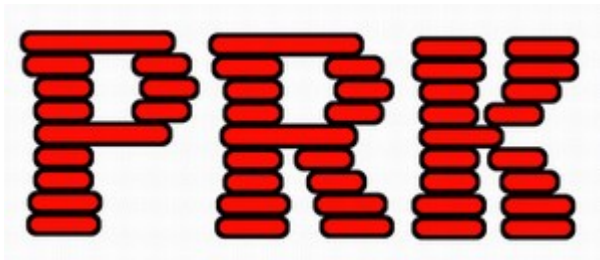


Gain_Tot[dB]



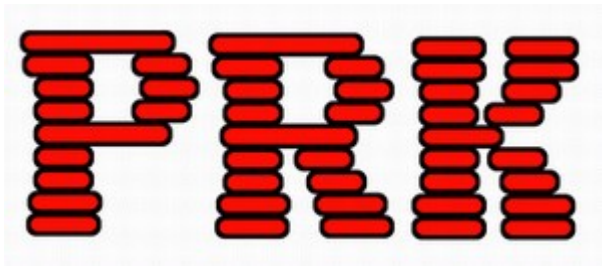
Monopoli – Ground Plane (GP)

- Dipolin toinen puolikas korvataan maatasolla
- Balansoimaton → voidaan syöttää suoraan koaksiaalikaapelilla
- Yleensä pituudeltaan $\lambda/4$ tai joskus jopa $5\lambda/8$



Yagi-Uda - Yagi

- Yleinen suunta-antenni
- Yleensä dipoli säteilijänä, yksi heijastin sekä suuntaajia
- Vahvistukseen ja suuntaavuuteen vaikuttavat sekä elementtien määrä että puomin pituus
- Vahvistus yleensä 4...20+ dBi
- Myös kerrostamalla lisägainia
 - Tuplaamalla antennit +3 dB



Yagi

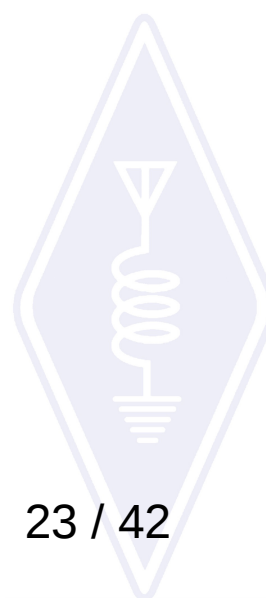


FROM ARCTIC CIRCLE
NORTHERN FINLAND

RADIO X ARCALA

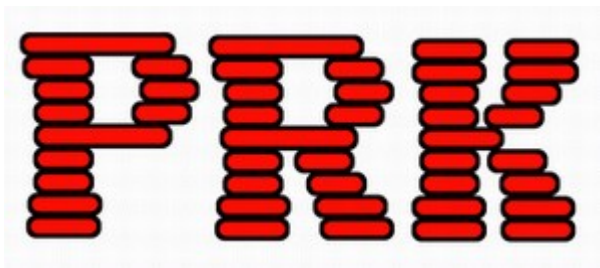
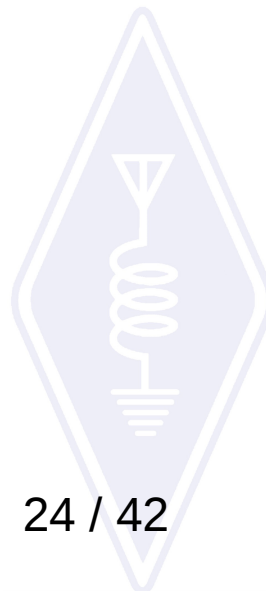
OH8X

PRK



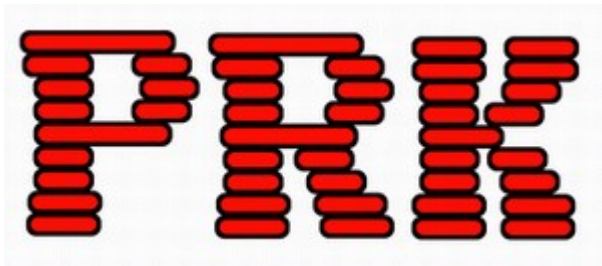
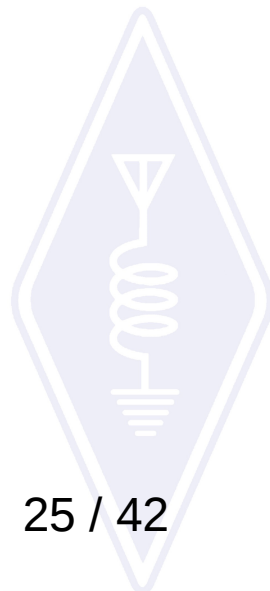
Heijastinantennit

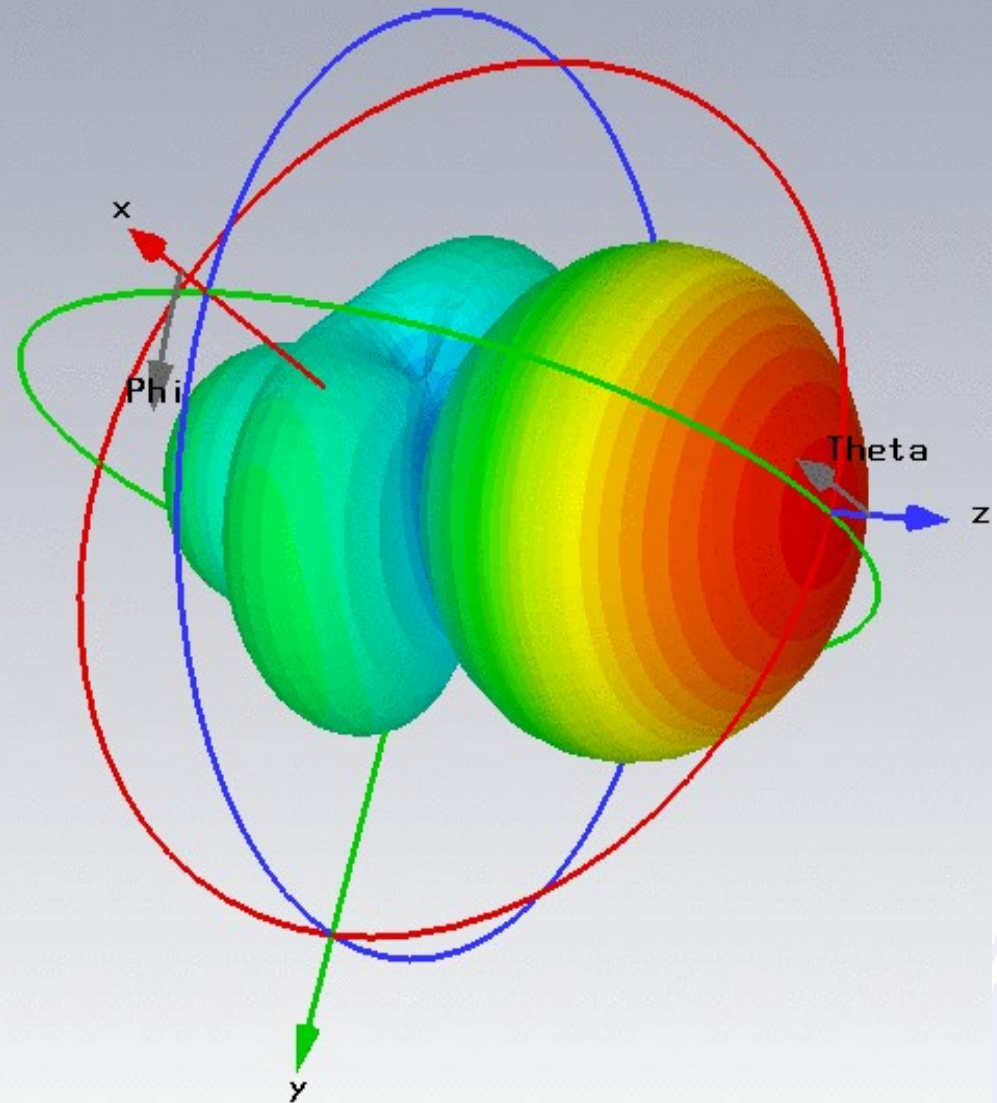
- Halkaisija iso, mielellään vähintään 10λ
→ Lähinnä korkeille taajuuksille
- Paljon vahvistusta



Antenneja kerhotilasta: Quadit

- Melkein kuin Yagi, mutta elementit silmukoita eivätkä dipoleja
- Vahvistusta pari dB enemmän kuin vastaavalla Yagilla
- Sisäkkäiset Quadit (eri taajuuksille) eivät häiritse toisiaan.
- Lineaarinen polarisaatio



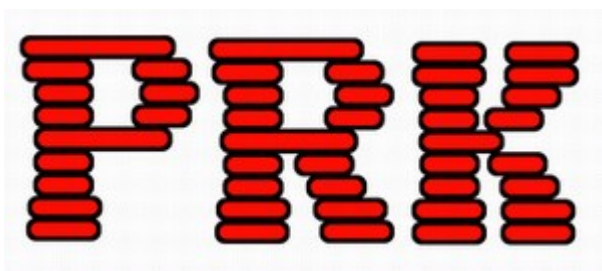
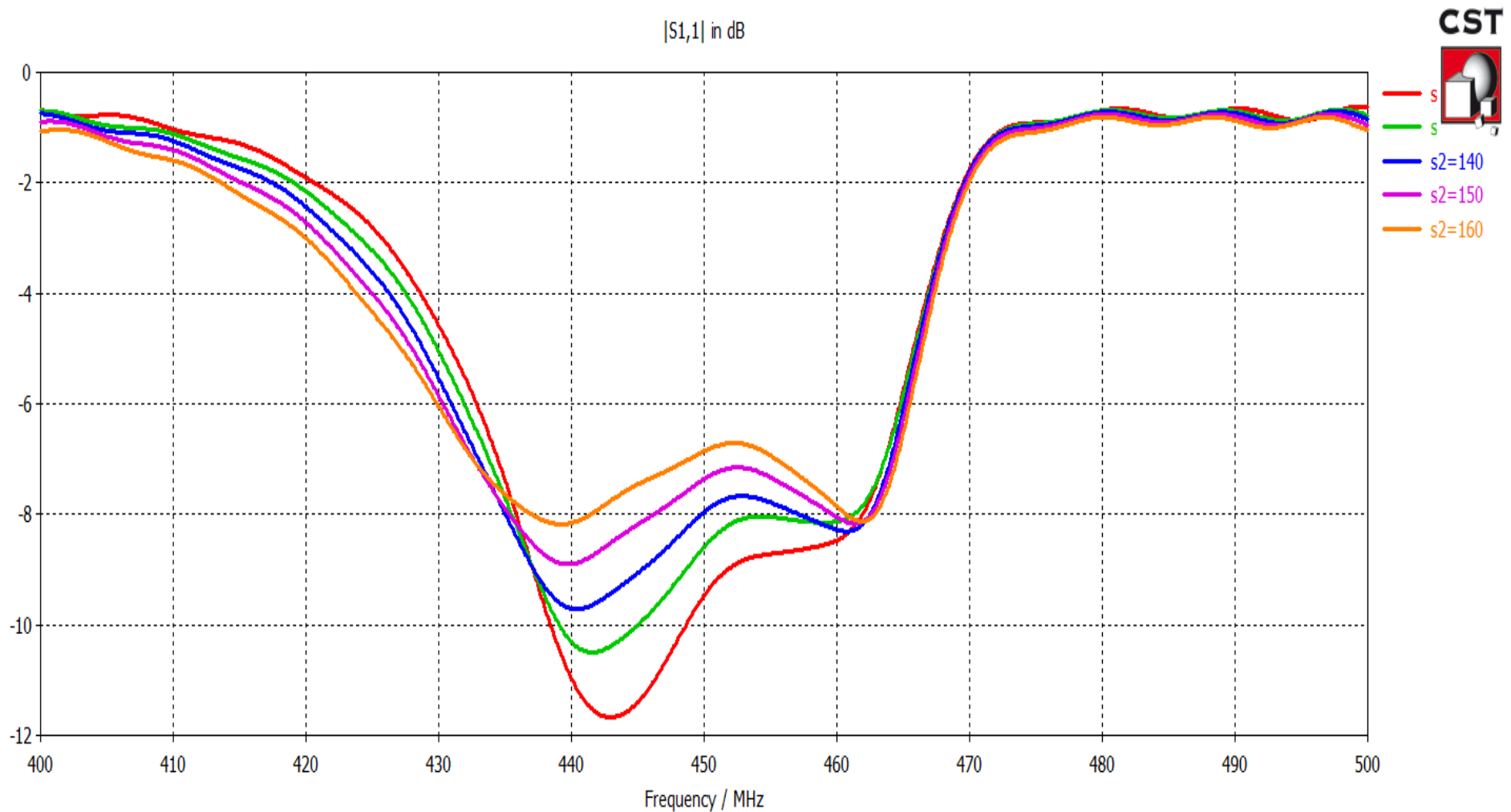


Type	Farfield
Approximation	enabled ($kR \gg 1$)
Monitor	farfield (f=450) [1]
Component	Abs
Output	Directivity
Frequency	450
Rad. effic.	-0.007106 dB
Tot. effic.	-0.7537 dB
Dir.	10.80 dBi

PARK

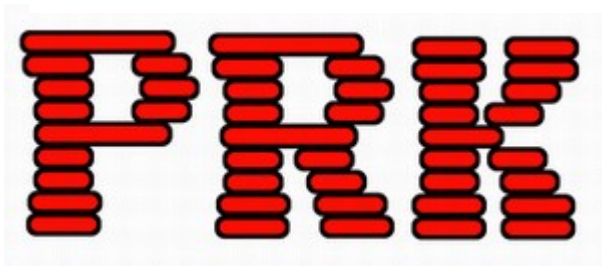
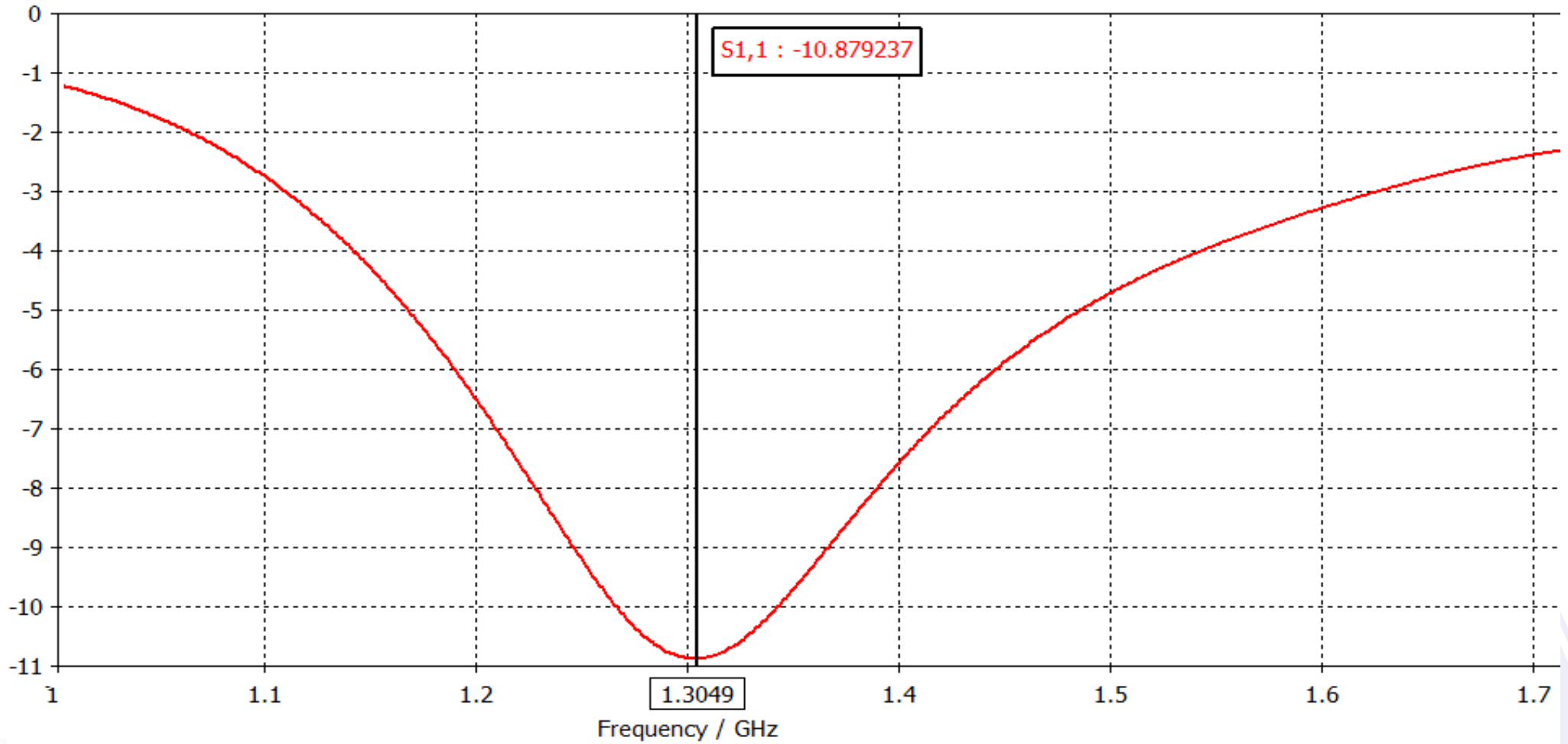


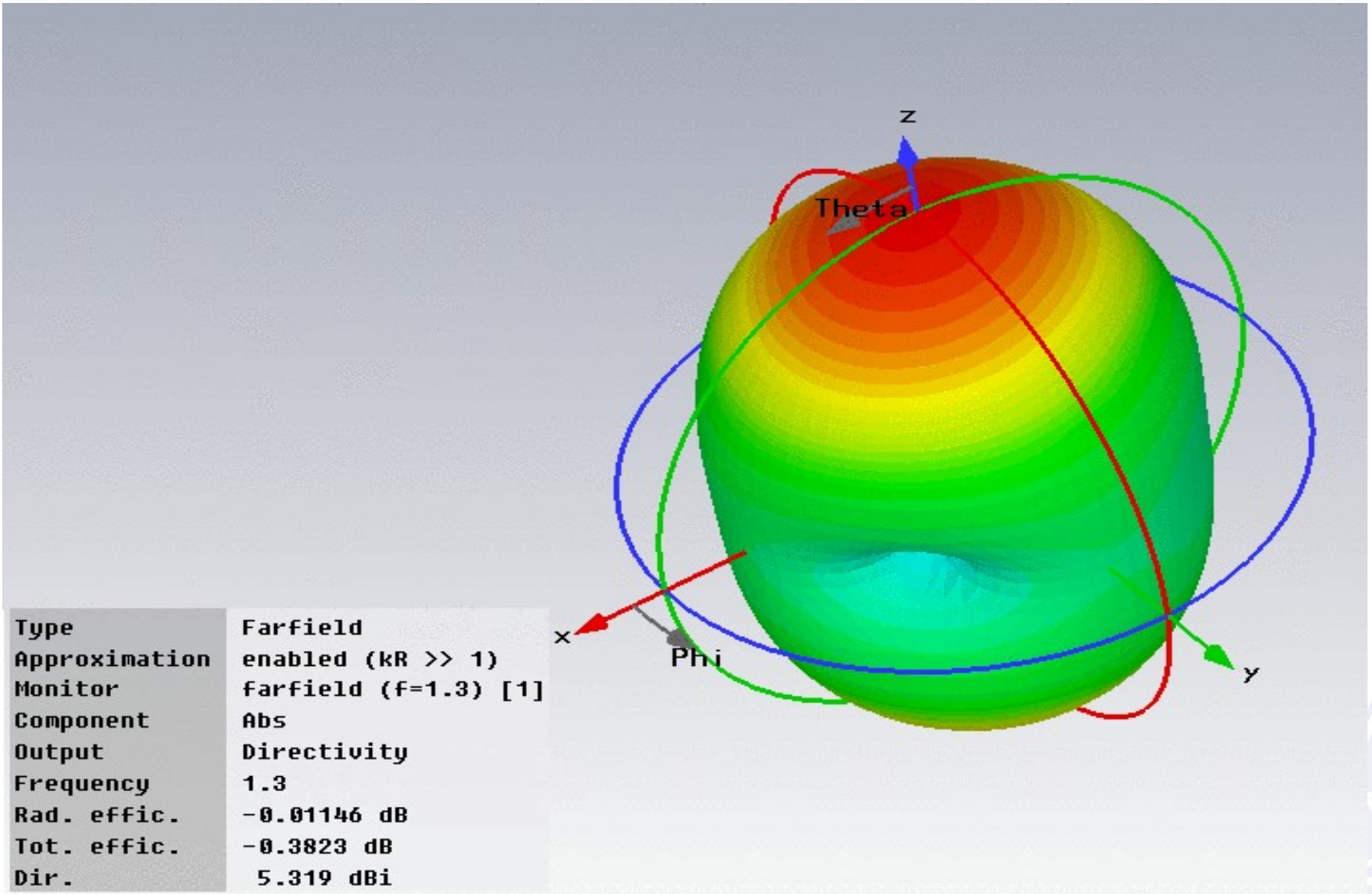
Sovitus vs. heijastajan paikka



Biquadi

S-Parameter Magnitude in dB

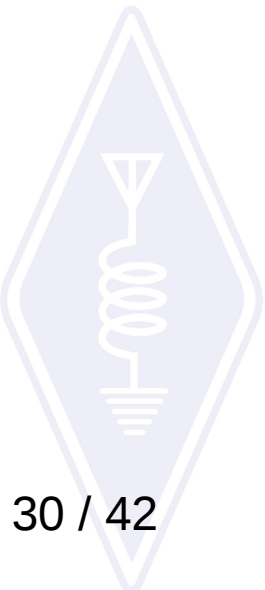
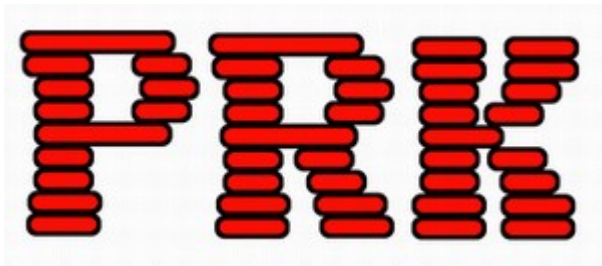




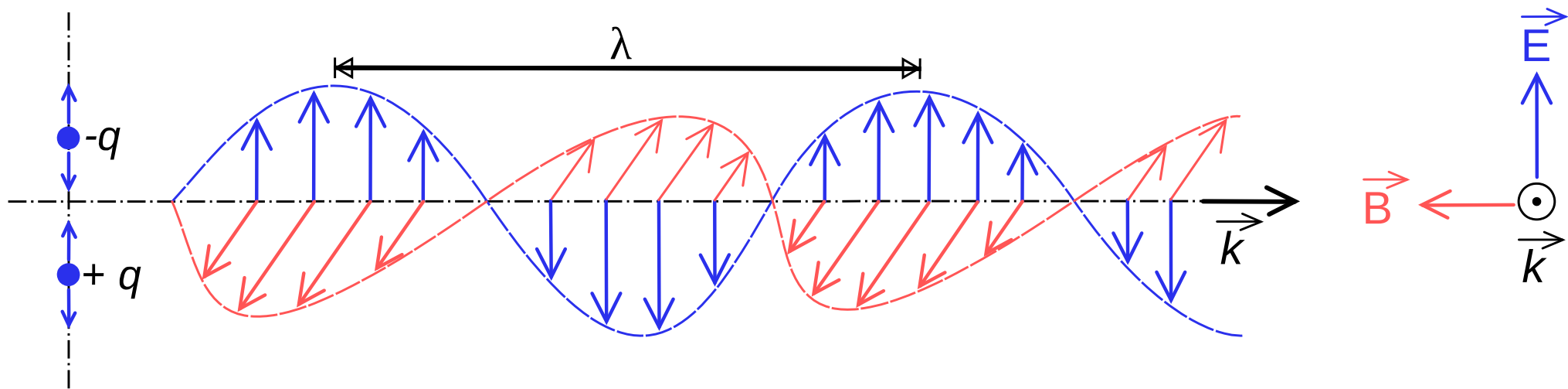
PARK

Radioaaltojen eteneminen

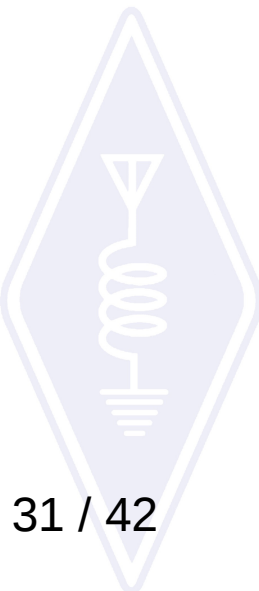
- Pinta-aalto
- Ionosfääriheijastus
- Troposfäärieteneminen
- Näköyhteyseteneminen
- Riippuu taajuudesta, päivänajasta, etäisyydestä yms.



Sähkömagneettinen säteily

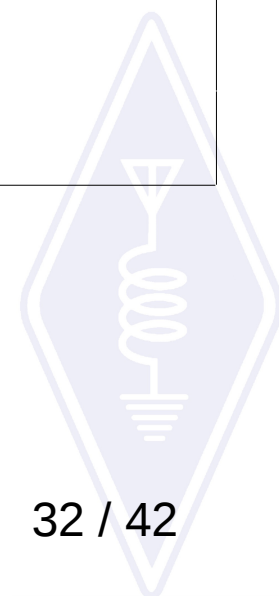
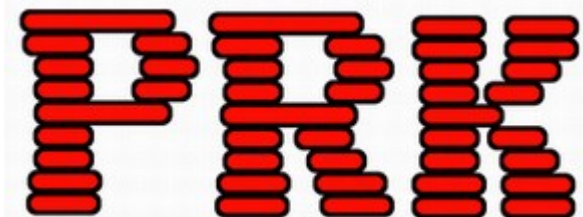


PRK



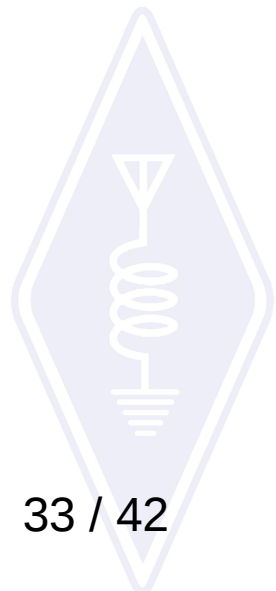
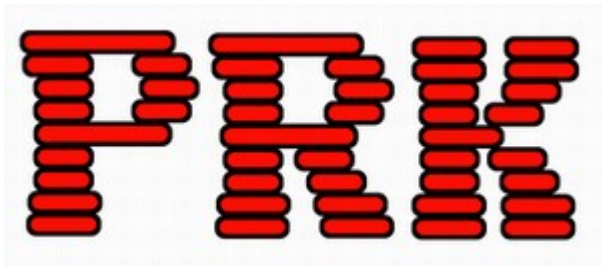
Eteneminen eri taajuuksilla

Bandi	Taajuusalue	Pääasialliset etenemismuodot
VLF	3-30 kHz	Pinta-aalto, ionosfääri
LF	30-300 kHz	Pinta-aalto, ionosfääri
MF	300-3000 kHz	Pinta-aalto, ionosfääri (E-kerros)
HF	3-30 MHz	Ionosfääri (E, F1, F2, Es)
VHF	30-300 MHz	Troposfääri, Es, meteorisirona, aurora
UHF	300-3000 MHz	Troposfääri
SHF	3-30 GHz	Troposfääri



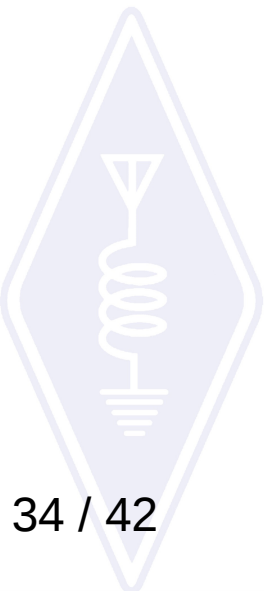
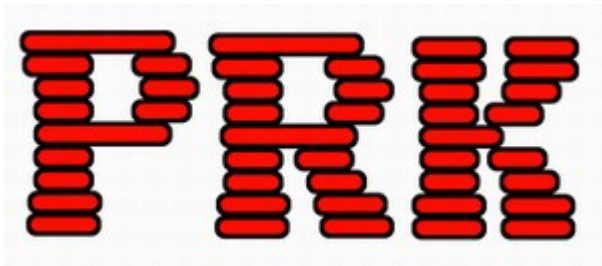
Ionosfääri

- Auringon säteily ionisoi ilman molekyylejä → johtavuus → johtava pinta heijastaa
- Auringon aktiivisuus vaikuttaa (vaihtelee 11 vuoden jaksonajalla)
- Alimpana kerroksena D
 - 55-90 km korkeudessa
 - Vaimentaa 1.8 – 10 MHz
 - Vain päivällä



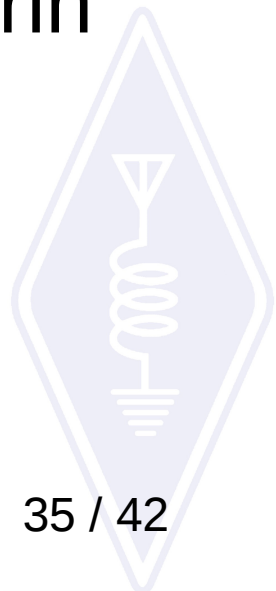
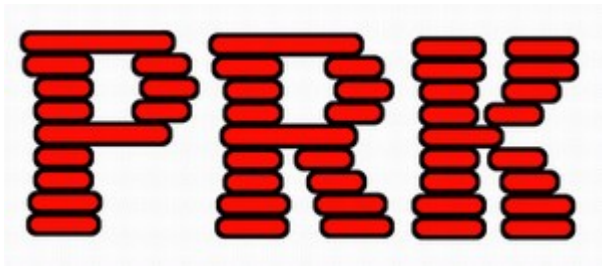
E-kerros

- 90 – 150 km
- Vain päivällä
- Voi heijastaa
- Muitankin mielenkiintoisia ilmiöitä
 - Sporadinen E
 - Aurora → VHF/UHF
 - Meteoriitti → VHF, hyvin lyhyt yhteys



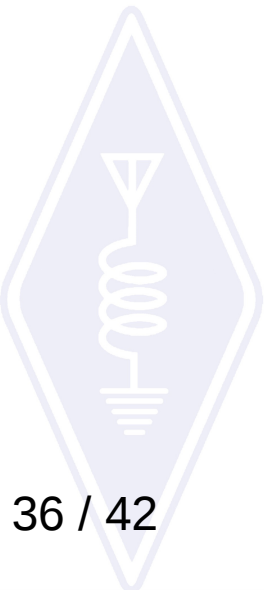
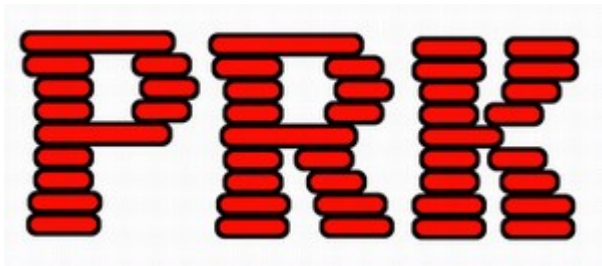
F-kerros

- HF-etenemiselle tärkeä
- Aalto voi heijastua maan ja ionosfäärin välillä useastikin
- Skippi = hypyn pituus
 - Pieni lähtökulma → pitkä hyppy
- Kuollut alue = lyhin yhteysetäisyys ionosfäärin kautta
- Long path



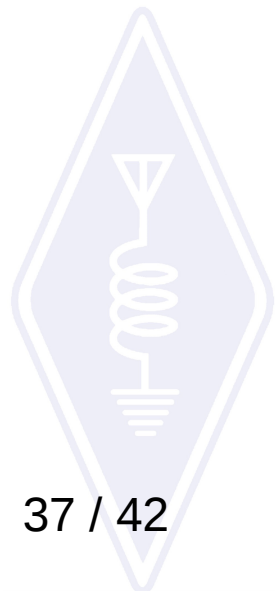
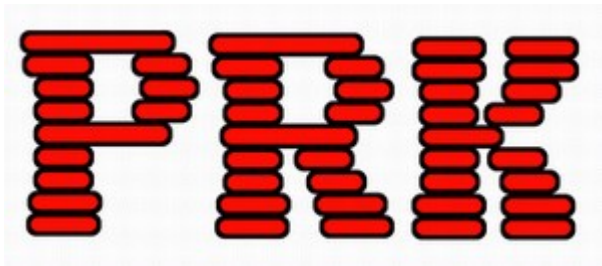
Troposfääri

- VHF, UHF ja korkeammat
- Kanavoituminen: aalto taittuu erilämpöisistä kerroksista (taitekerroin n muuttuu)
- Siroaminen: heijastuminen pienistä partikkeleista, vesihöyry, pilvet, sade



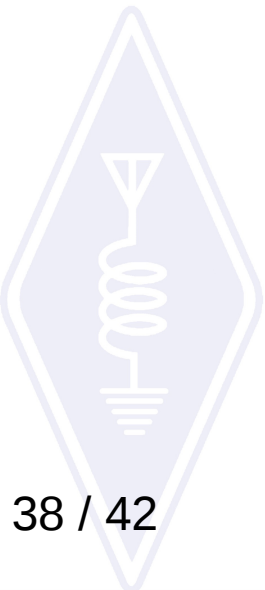
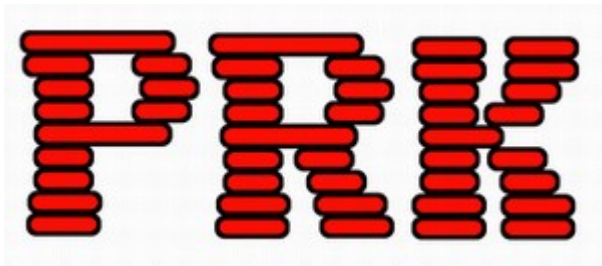
Ääniä avaruudesta

- Radioaalto voi heijastua Kuusta (EME)
 - Isoja antennoja ja paljon tehoa.
- Satelliitit toistinasemina
 - Esim: 2m uplink / 70 cm downlink.
 - <http://www.amsat.org/>



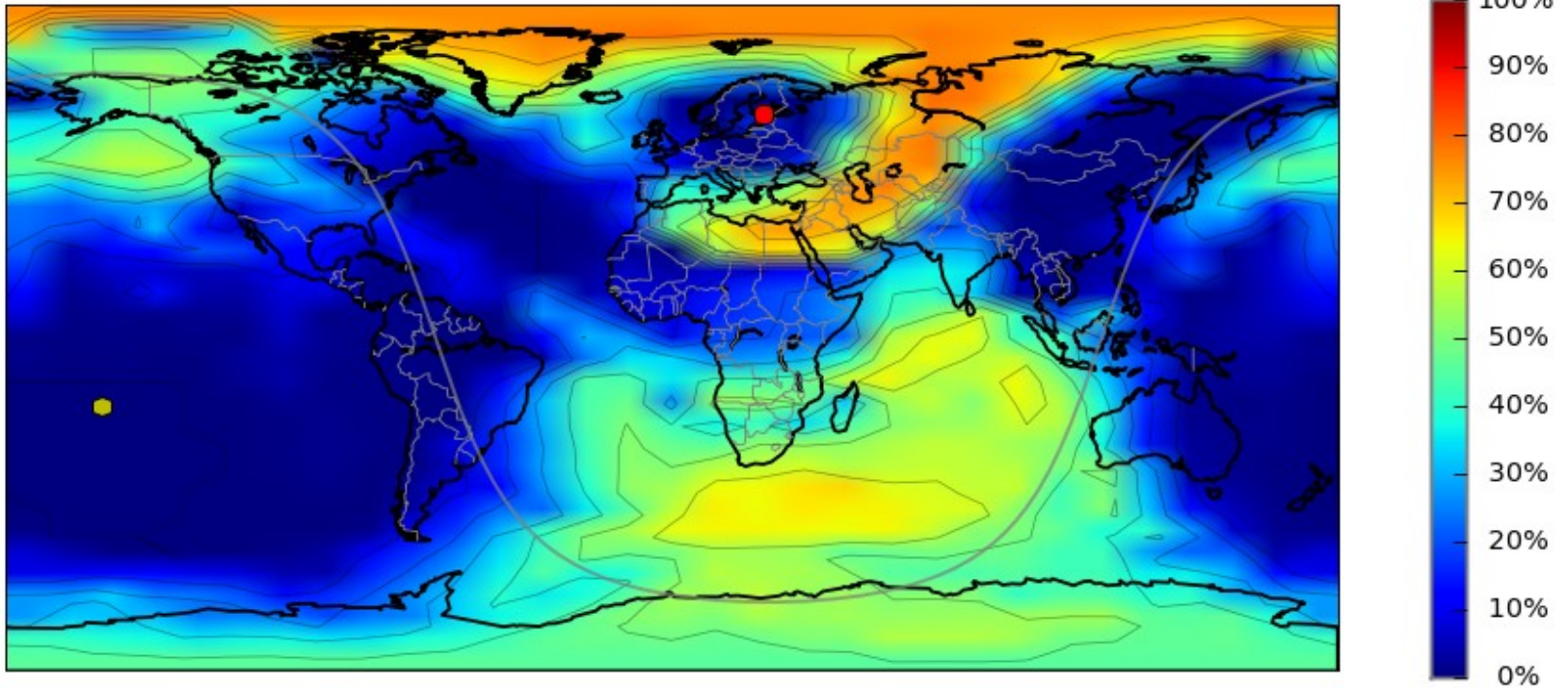
Pinta-aalto

- Matalat taajudet sitoutuvat johtavaan maatasoon → seurailee maapalloa horisontin taakse
- Tasainen ja johtava maa (merivesi) ovat hyviä.
- Vain matalilla taajuuksilla
 - 160 m (1,8 MHz) ja alle



Voacap.com, 20m, 22:00 UTC

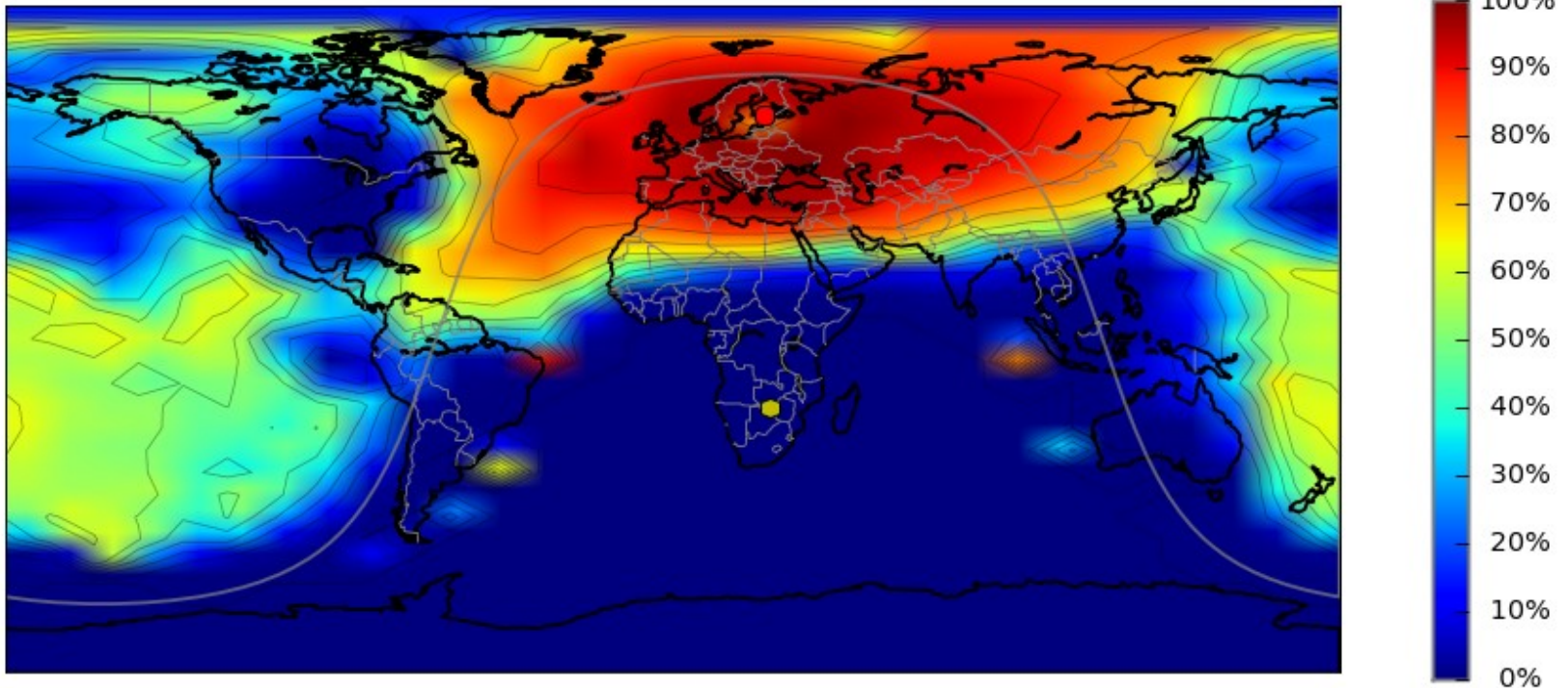
Espoo, finland (60.40N, 24.80E), Nov, 22 UTC, 14.100 MHz, 80 W, SSN 78, Mode: CW
TX Ant: [voaant/d10m.ant], RX Ants: [voaant/d10m.ant]



PRK

Voacap.com, 20m, 10.00 UTC

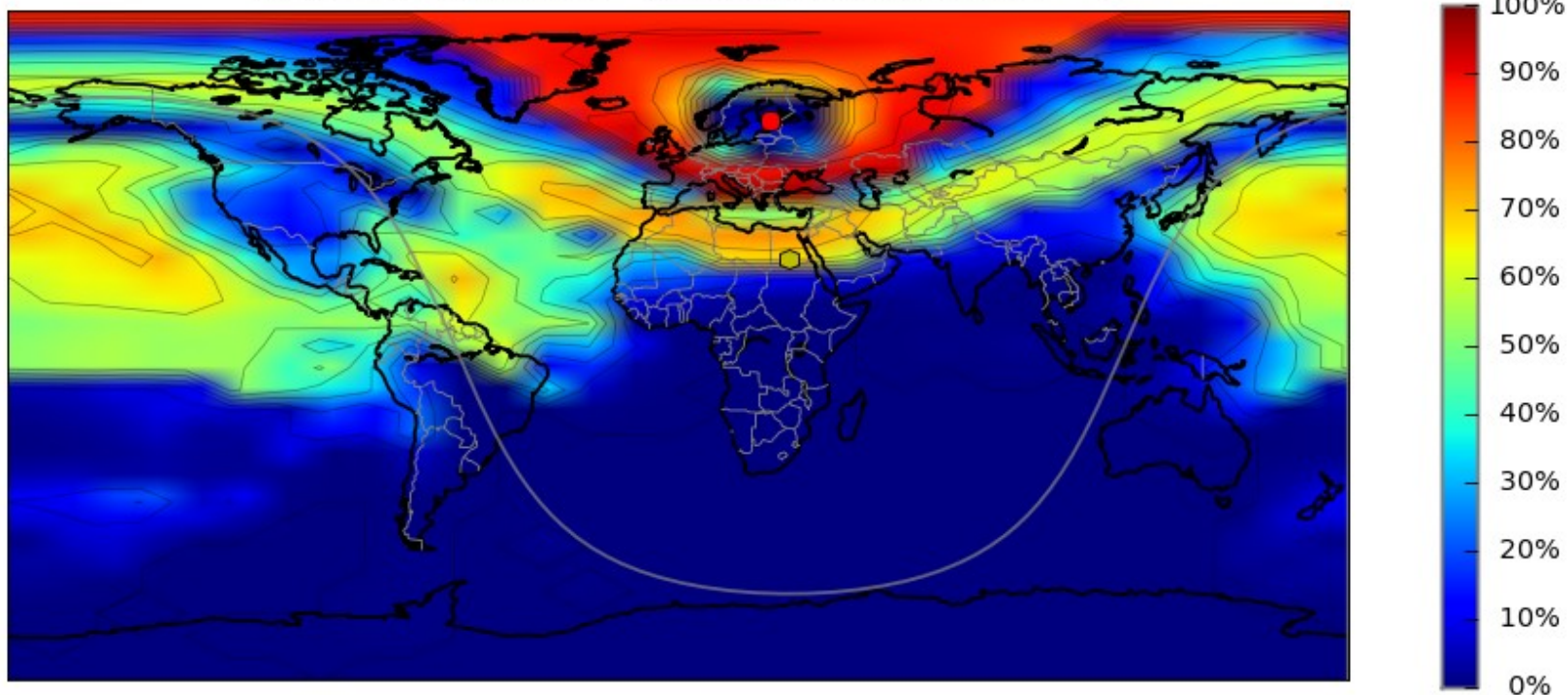
Espoo, finland (60.40N, 24.80E), Nov, 10 UTC, 14.100 MHz, 80 W, SSN 78, Mode: CW
TX Ant: [voaant/d10m.ant], RX Ants: [voaant/d10m.ant]



PRK

20m, kesällä, 10:00 UTC

Espoo, finland (60.40N, 24.80E), Jun, 10 UTC, 14.100 MHz, 80 W, SSN 70, Mode: CW
TX Ant: [voaant/d10m.ant], RX Ants: [voaant/d10m.ant]

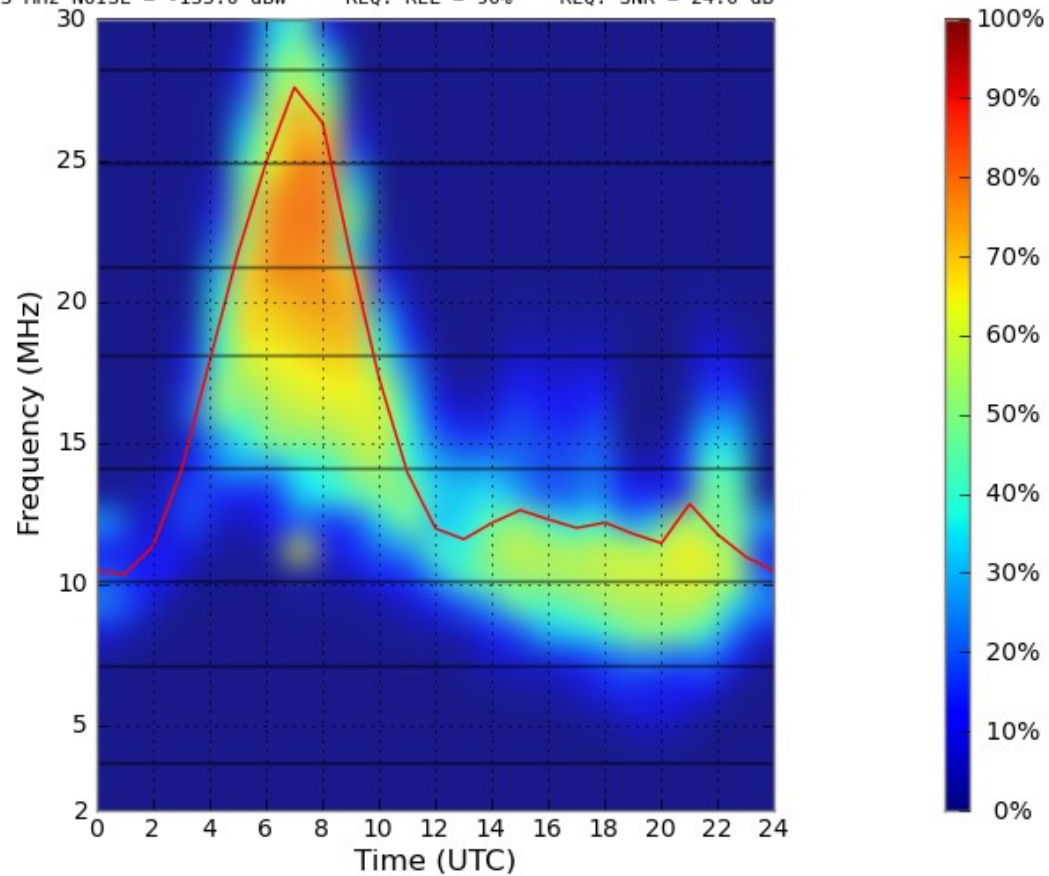


PRK

Espoo → Japani

Circuit Reliability (%)

Nov 2011 SSN = 80. Minimum Angle= 0.100 degrees
TX RX AZIMUTHS N. MI. KM
60.24 N 24.87 E - 38.55 N 140.98 E 49.11 331.33 4098.9 7590.6
XMTR 2-30 2-D P-to-P[voaant/d10m.ant] Az= 0.0 OFFaz= 49.1 0.080kW
RCVR 2-30 2-D P-to-P[voaant/d10m.ant] Az= 0.0 OFFaz=331.3
3 MHz NOISE = -155.0 dBW REQ. REL = 90% REQ. SNR = 24.0 dB



PARK

