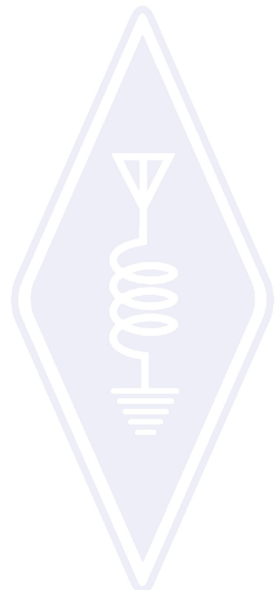
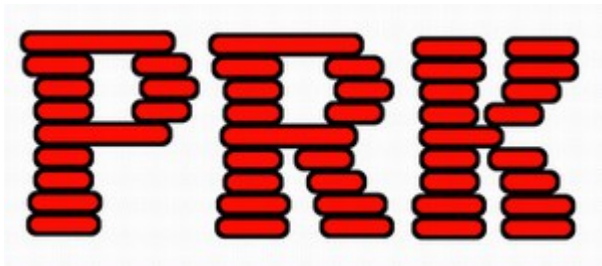


Radioamatöörikurssi 2013

Polyteknikkojen Radiokerho
Siirtojohdot, Antennit ja Eteneminen

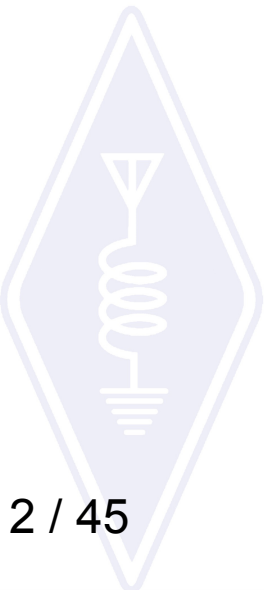
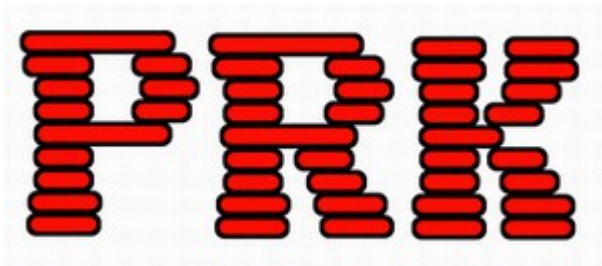
28.11.2013

Teemu, OH2FXN



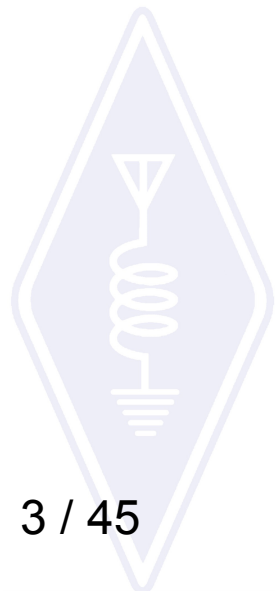
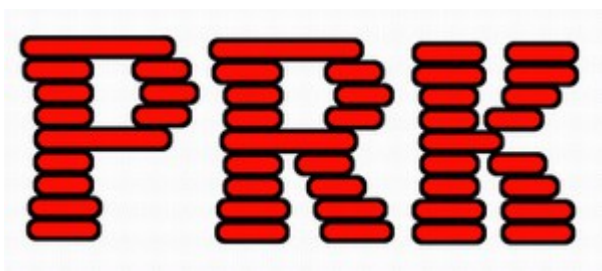
Illan aiheet

- Siirtojohdot
 - Koaksiaalit, parikaapelit
 - Sovitus
- Antennit
 - Ominaisuudet
 - Yleisesti käytettyjä antenneja
- Eteneminen
 - Lähinnä HF



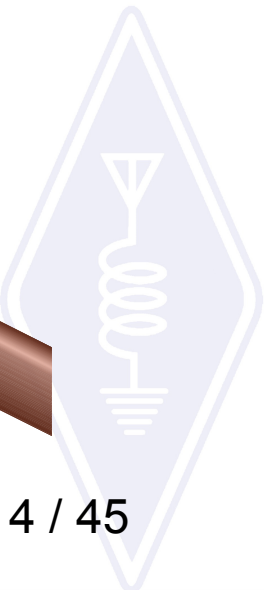
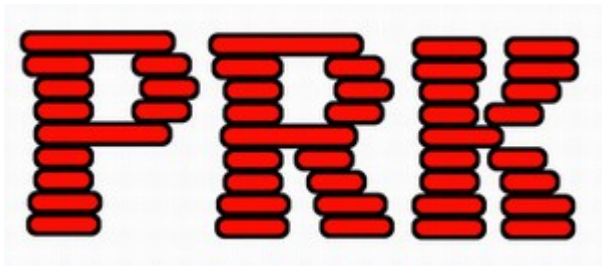
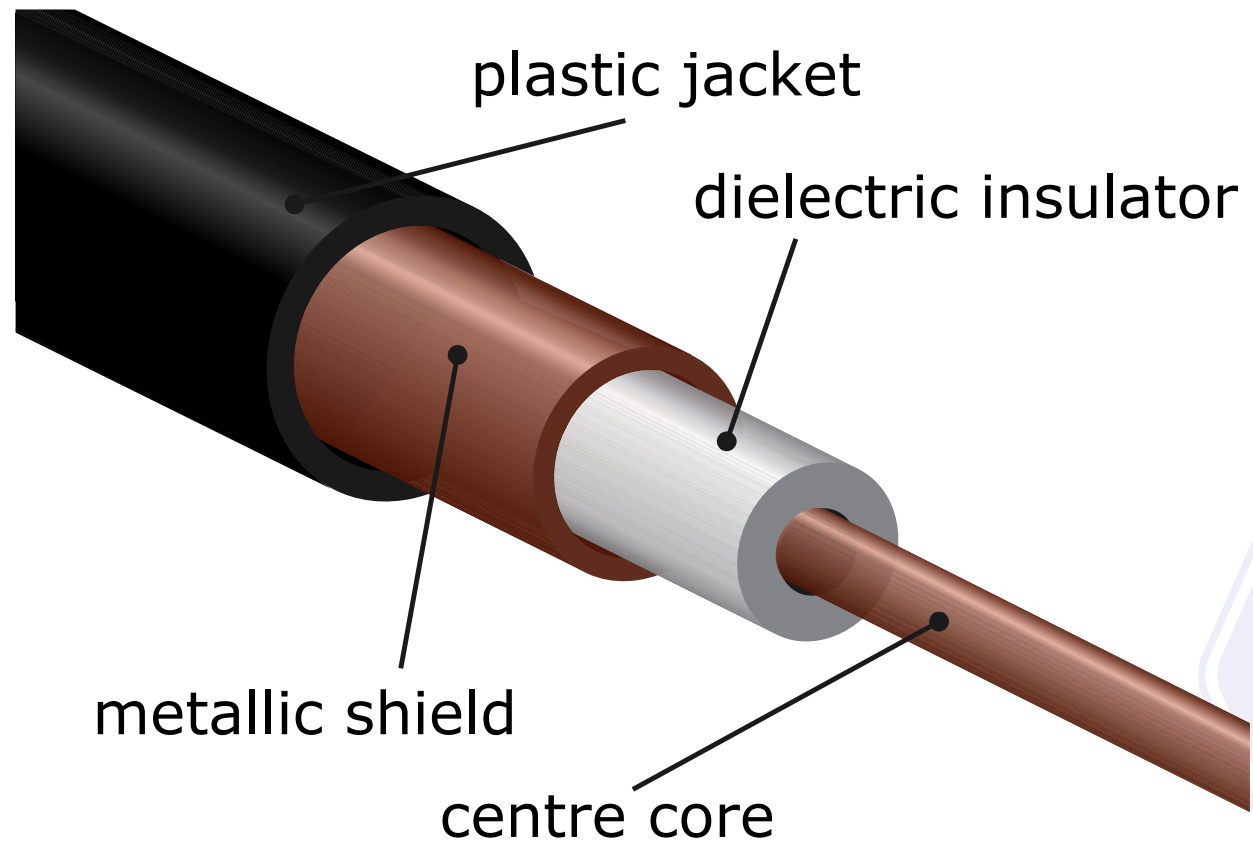
Siirtojohdot

- Aallonpituus on lyhyt (c/f) joten aallon vaihe ehtii muuttua siirtojohdon matkalla.
 - Jännite muuttuu paikan funktiona.
- Ominaisimpedanssi kertoo jännitteen ja virran suhteen eikä liity häviöihin.
- Teho heijastuu, jos impedanssi muuttuu.
 - Virran ja jännitteen oltava jatkuvia.



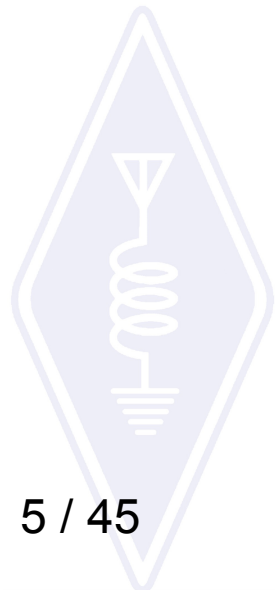
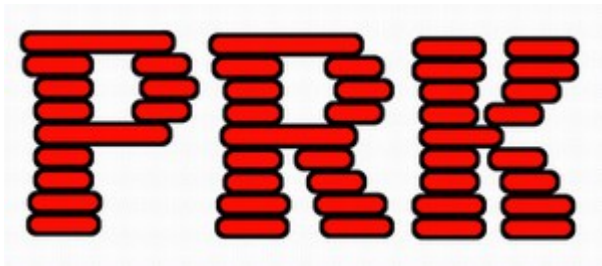
Koaksiaalikaapeli

- 2 sisäkkäistä johdinta.
- Kentät ulkojohtimen sisäpuolella.



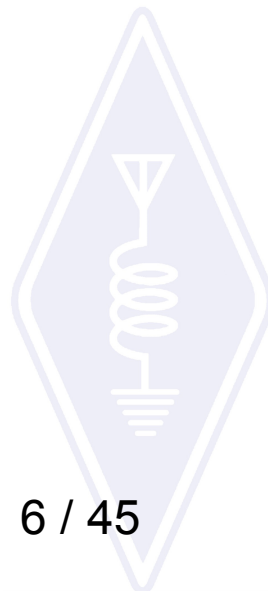
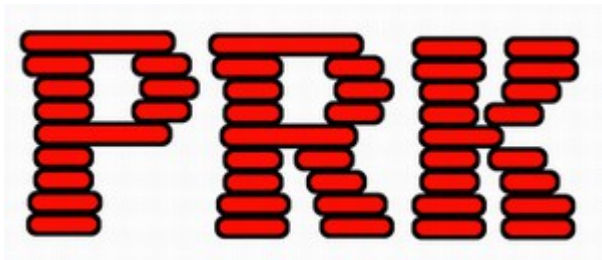
Koaksiaalikaapeli 2

- Ei säteile, mutkat tai lähellä oleva peltikatto ei vaikuta ominaisimpedanssiin.
 - Common mode -virrat voivat säteillä / vastaanottaa häiriöitä
- Yleensä 50 ohmia.
 - Ilmaeristeisen koksen tehonkesto / häviöt optimoitu
- Balansoimaton → epäsymmetrinen maan suhteen.



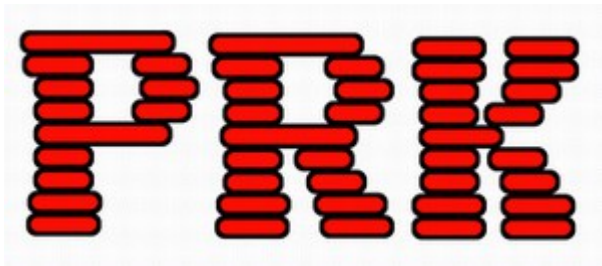
Parikaapeli

- Kaksi johdetta vierekkäin
- Kentät eivät rajattuja.
 - säteilee, läheiset johteet vaikuttavat ominaisuuksiin.
- 240, 300 tai 450 ohmia
- Parikaapeli balansoitu
- Balun = BALanced to UNbalanced muuttaa näiden välillä.



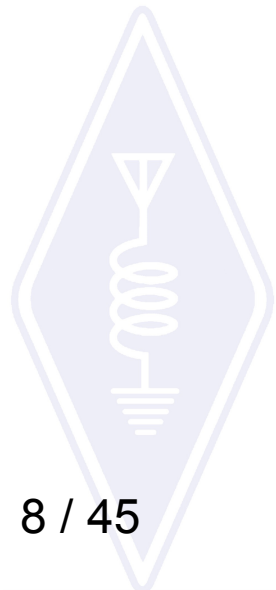
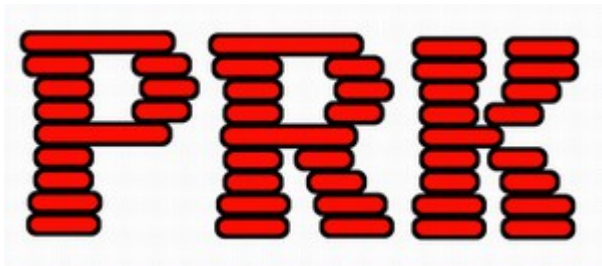
Aaltoputket

- Metalliputki, jonka sisällä kentät värähtelevät
- Sivun pituus $> \lambda / 2 \rightarrow$ isot taajuudet
- Pienet häviöt
- Ei kysytä tentissä



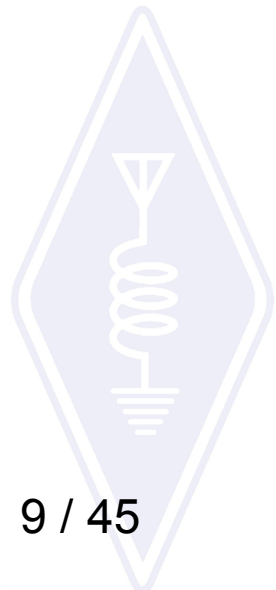
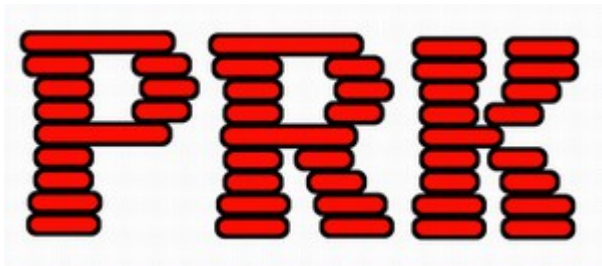
Antennit

- Antenni muuttaa aaltojohdosta tulevan tehon sähkö- ja magneettikentäksi.
- Resiprookkisuus = antennin ominaisuudet ovat samat sekä lähetyksessä että vastaanotossa.
- Ominaisuudet ovat taajuusriippuvaisia.
 - Vahvistus, sovitus, polarisaatio...



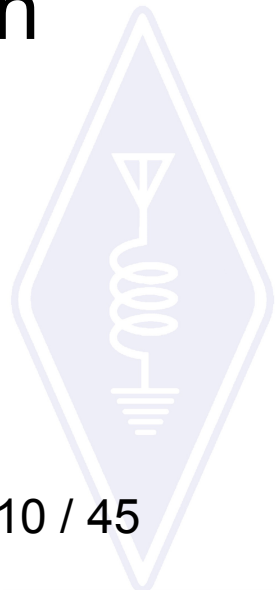
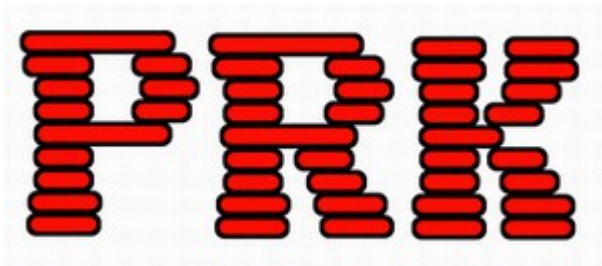
Polarisaatio

- Polarisaatiolla kuvataan (sähkö)kentän suuntaa (kaukana antennista)
 - Ympyrä/Lineaarinen
 - Ympyräpolarisaatio on käytössä esimerkiksi satelliittiyhteyksissä, näin ei tarvitse tietää satelliitin asennosta eikä faraday-kiertymästä.
 - Toistinasemilla usein pystypolarisaatio, mobiiliantennit ovat pystypiiskoja



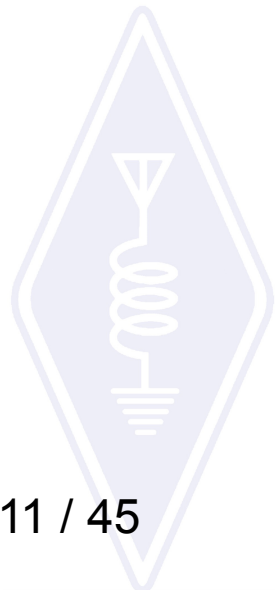
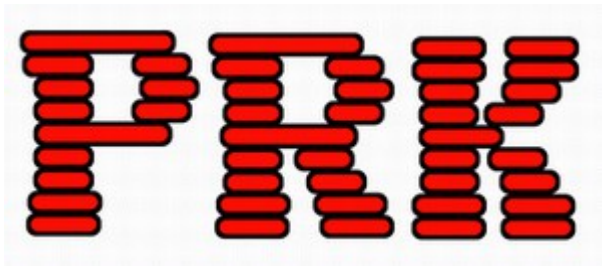
Sovitus

- Huono sovitus → teho heijastuu takaisin.
- Kuvataan heijastuskertoimella (ρ , S11) tai seisovan aallon suhteella (SAS, SWR)
- $\rho = (Z - Z_0) / (Z + Z_0)$
 - **Kentänvoimakkuuksien** suhde.
- SWR on suurimman ja pienimmän jännitteen suhde. $SWR = 1 \dots \infty$
- $SWR = (1 + |\rho|) / (1 - |\rho|)$



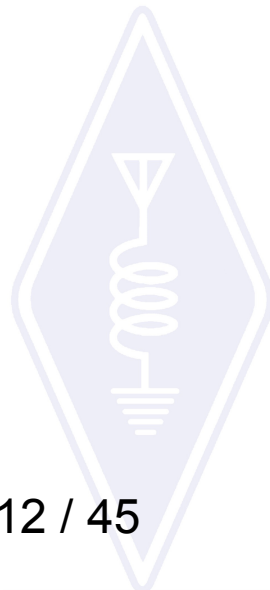
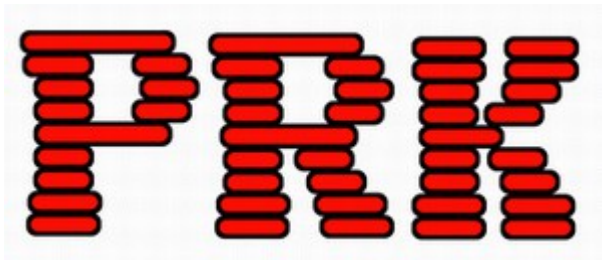
Sovitus 2

- $SWR < 2 \rightarrow$ antenni ”toimii”
- Resonanssitaajuudella SWR ja ρ minimissään.
- Liian lyhyt (dipoli)antenni = kapasitanssi
- Liian pitkä = induktanssi
- Silmukoilla päinvastoin.



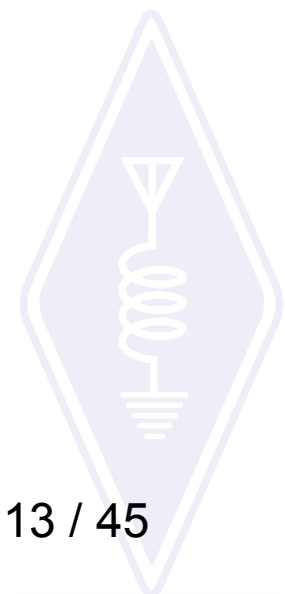
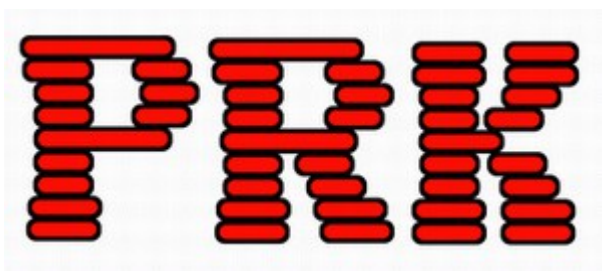
Sovitus vaimentimen / kaapelin läpi nähtynä

- 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 $1/3 * 1/3 * 0.8 * 0.8$
- $P_{in} = 1/3 * 0.8$
- $SAS_{in} = 1.72$



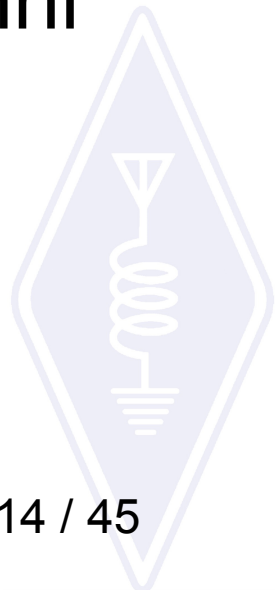
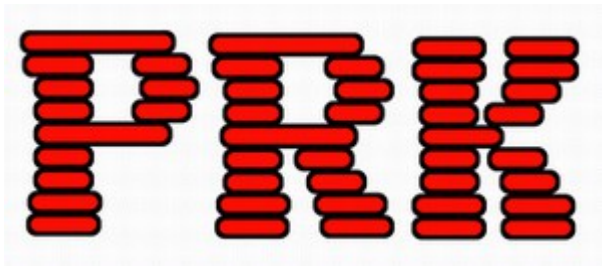
Säteilyominaisuudet

- Suuntaavuus (D) kertoo kuinka voimakas säteily on tiettyyn suuntaan verrattuna isotrooppiseen säteilijään.
- Vahvistus (G) on suuntaavuus kerrottuna säteilyhyötysuhteella.
 - Huonoilla antenneilla voi olla negatiivinen (desibeleissä)
- $0 \text{ dBd} \approx 2 \text{ dBi}$

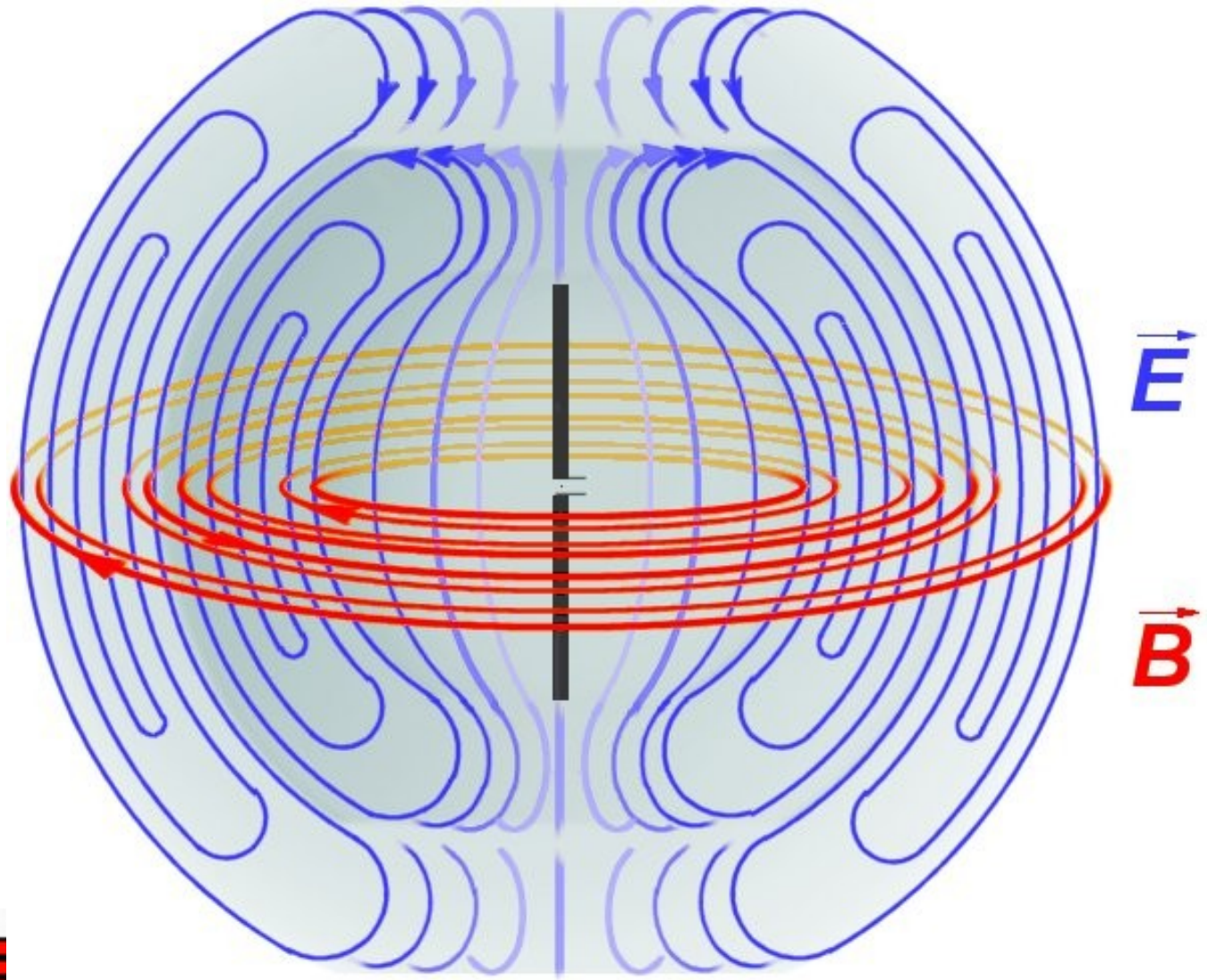


Dipoli

- Perusantenni (etenkin HF)
- Balansoitu (molemmat karvat symmetriset maan suhteen)
 - Tarvitaan balun koaksiaalini läpi syötettäessä.
- Yleensä puoli aaltoa ($c/f/2$)
- Monikerratkin resonanssissa → sama antenni monella alueella, esim. W3DZZ
- Impedanssi (vapaassa tilassa) 73 ohmia



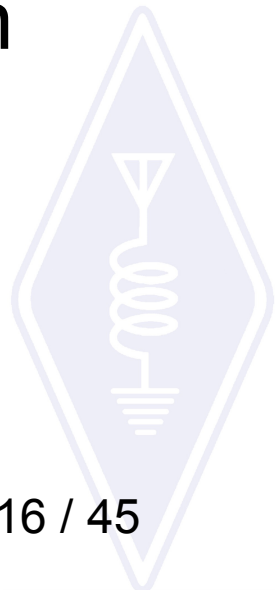
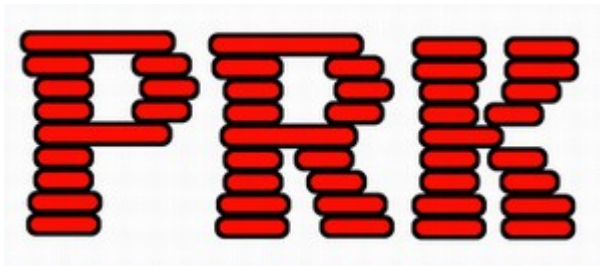
Dipoli 2



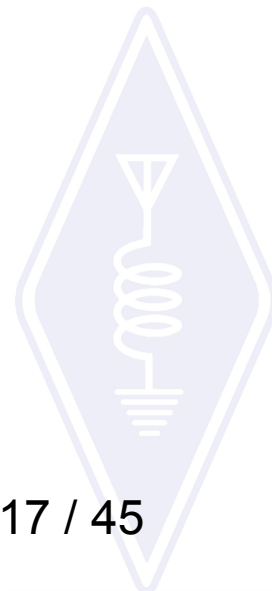
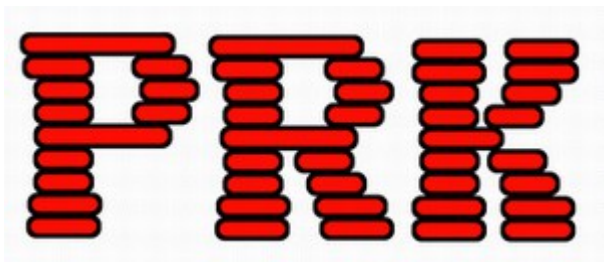
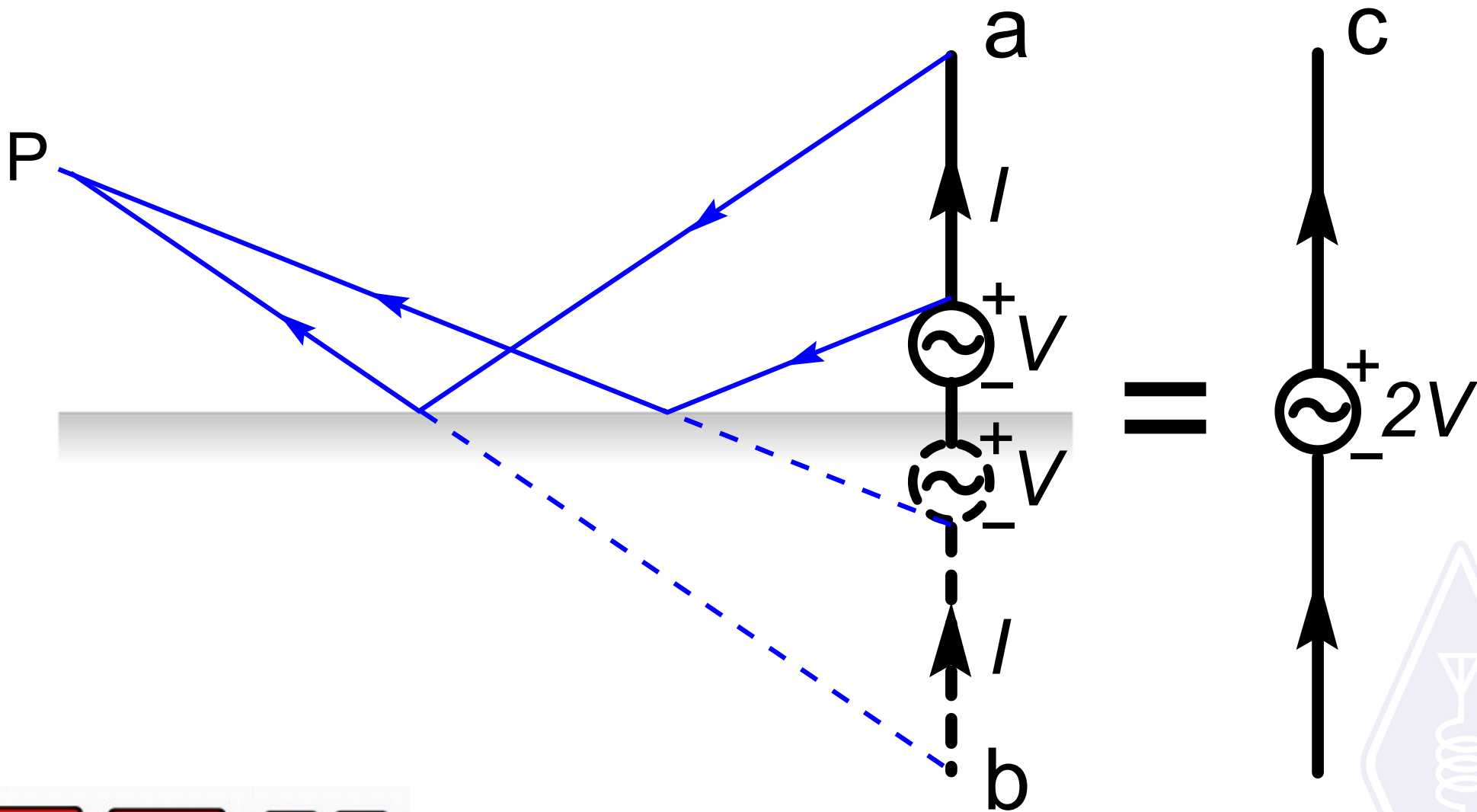
PARK

Monopoli

- Puolikas dipoli + maataso
- Maataso (johde) toimii peilinä, peilikuvasta dipolin toinen käsi.
- Mittoina esim $\lambda/4$ tai $5\lambda/8$ (hiukan parempi gain)
- Balansoimaton \rightarrow suoraan koaksiaaliin
- Monopoleilla ja dipoleilla säteilytollat käsien suunnissa.

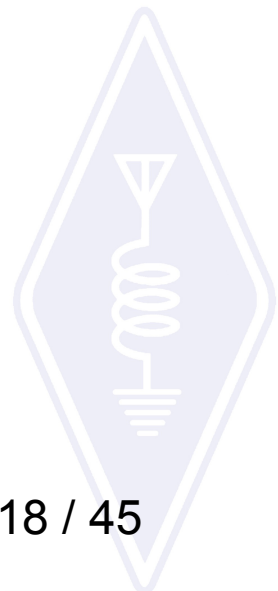
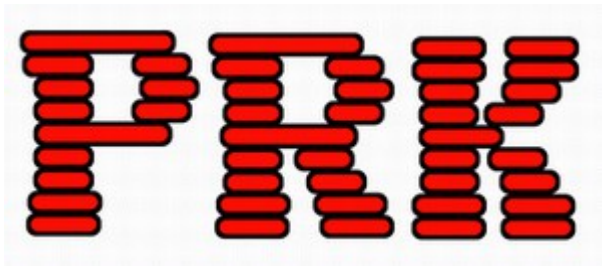


Monopoli 2



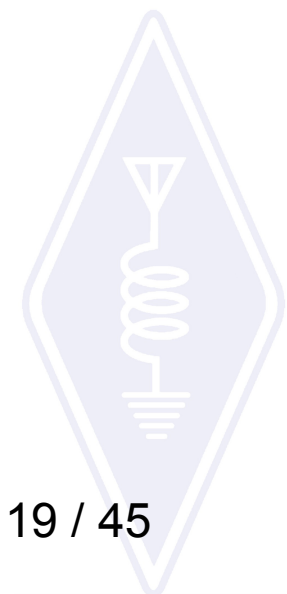
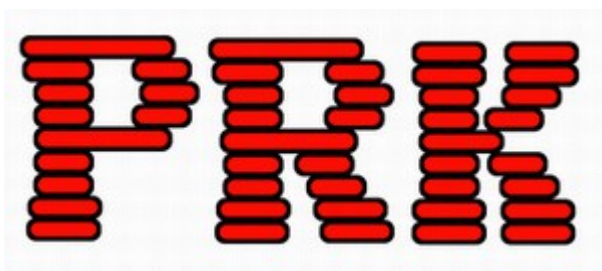
Silmukat / Loopit

- Yhden aallon silmukka
 - Säteilee ”aukon” suuntaan
 - Maan pinnalla → säteily kohti horisonttia
- Pieni vahvistus
- Yleisiä HF-alueella



Yagi-Uda / Yagi / Jagi

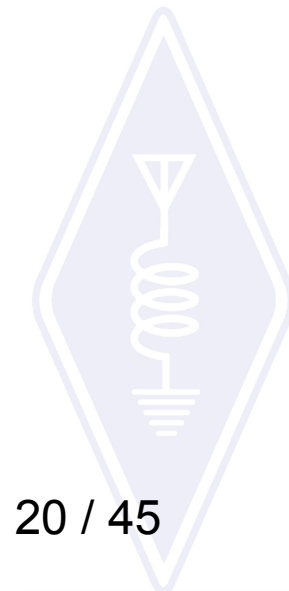
- Puoliaaltodipoli säteilijänä, parasiittiset dipolit suuntaajina ja heijastajina.
- Yleensä vain yksi heijastaja, suuntaajia lisäämällä voi kasvattaa suuntaavuutta.
- Heijastaja hiukan pidempi
- Suuntaajat vähän lyhyempiä
- Helppo ja yleinen suunta-antenni



Yagit 2

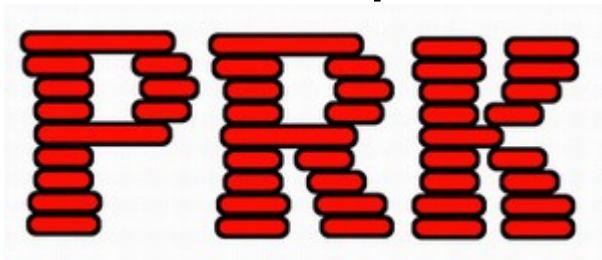


PRK



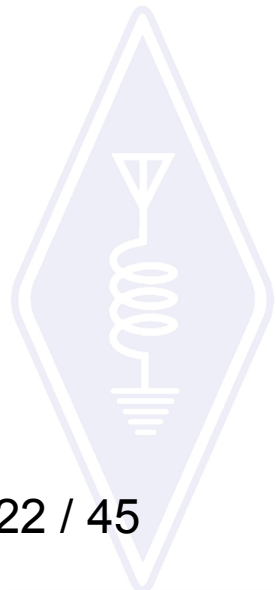
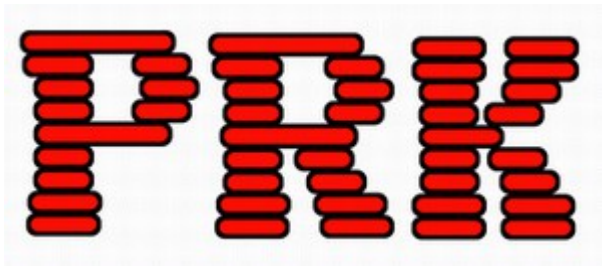
Yagit 3

- Gainia 4dBi (3 elementtiä) ... 20+dB
- Puomin pituus (aallonpituuksina) kelpaa vahvistuksen yksiköksi, samoin elementtien määrä, etenkin tentissä.
- Stäkkäys/kerrostus
 - Useita Yageja vierekkäin
 - Keila kapenee vaakasuunnassa
 - Päällekkäin → pystysuunnassa
 - Tuplataan antennien määrä → +3dB lisää gainia.



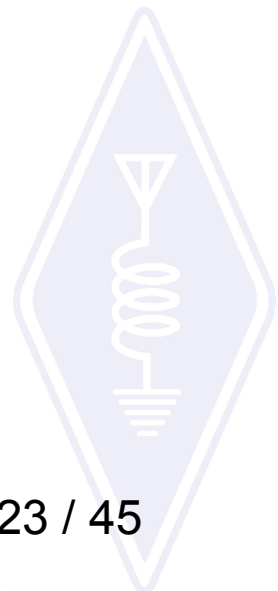
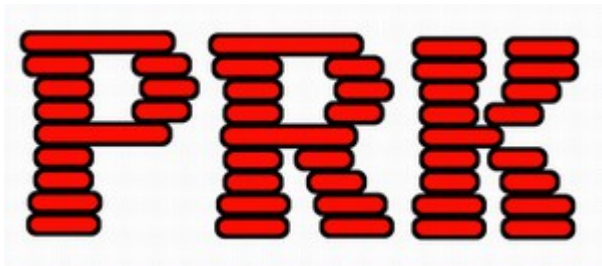
Heliksit

- Pieni säde \rightarrow kuin monopoli
 - Vanhat kännykkäantennit
 - Käsiradiot
- Iso säde ($d\pi = \lambda$) \rightarrow ympyräpolarisoitu suuntaantenni
 - Satelliittiyhteyksiin



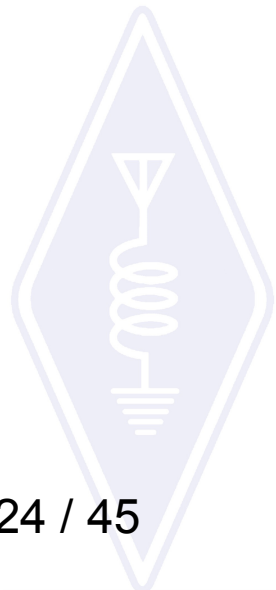
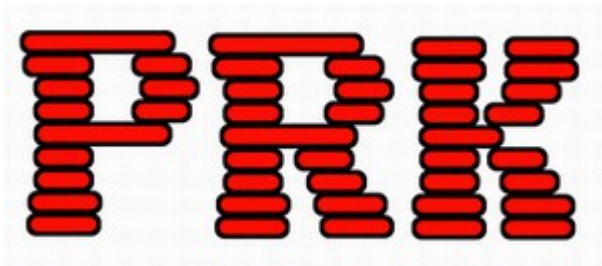
Heijastinantennit

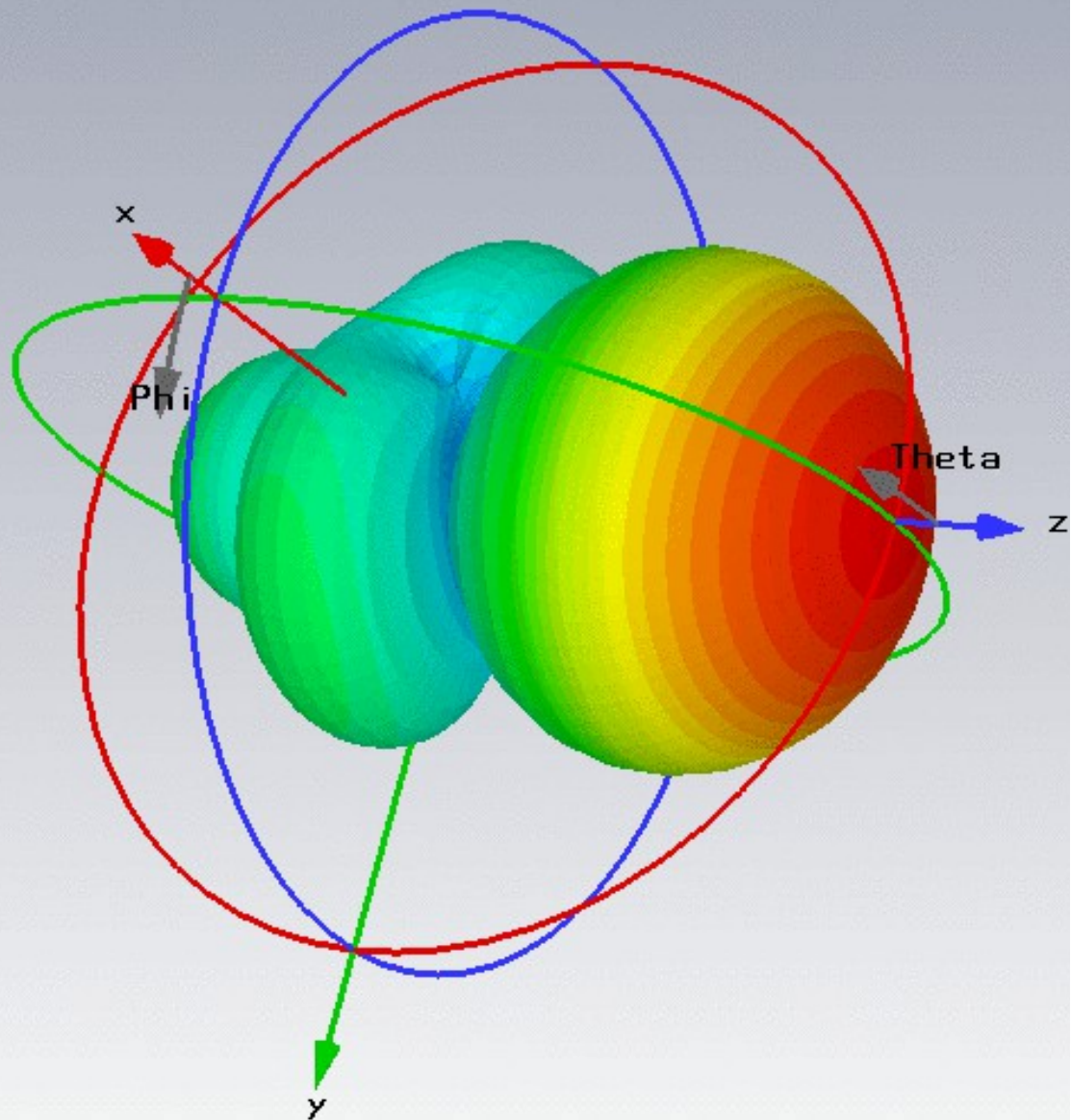
- Iso taajuus / paljon vahvistusta
- Halkaisijan syytä olla vähintään luokkaa 10λ
 - Pienempien antennien vahvistukset saavutettavissa muilla antenneilla helpommin.



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

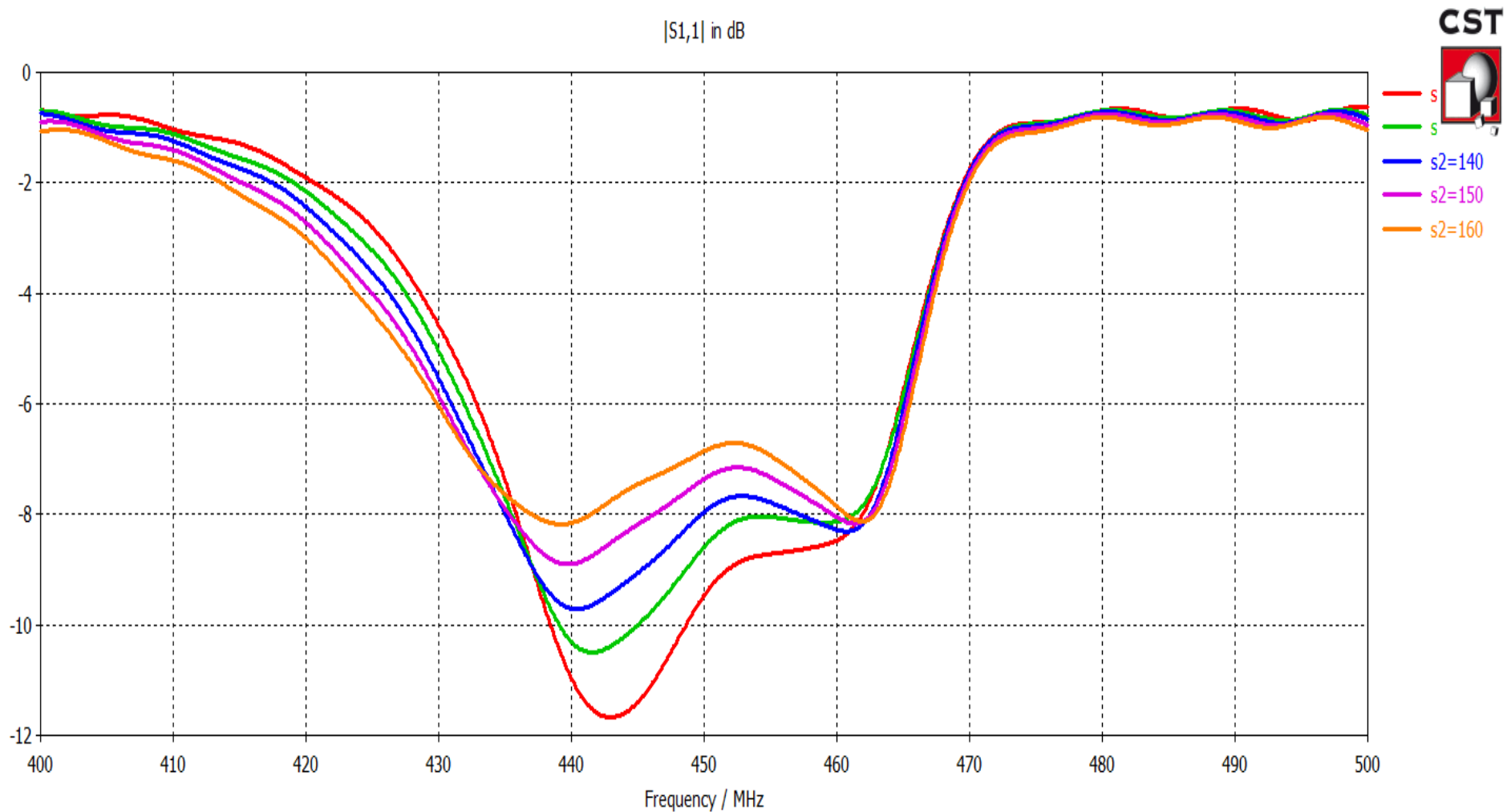




Type	Farfield
Approximation	enabled ($kR \gg 1$)
Monitor	farfield (f=450) [1]
Component	Abs
Output	Directivity
Frequency	450
Rad. effic.	-0.007106 dB
Tot. effic.	-0.7537 dB
Dir.	10.80 dBi

PRK

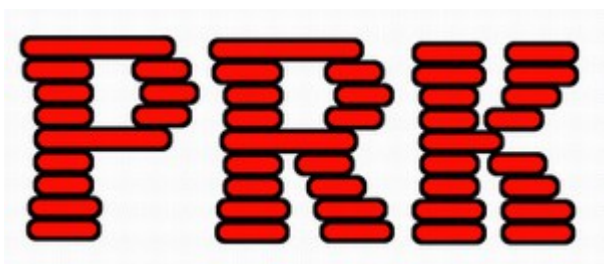
Sovitus vs. heijastajan paikka



CST

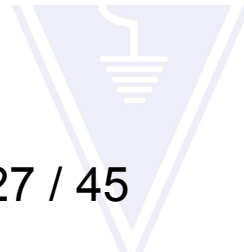
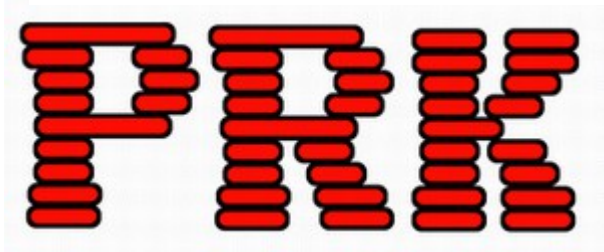
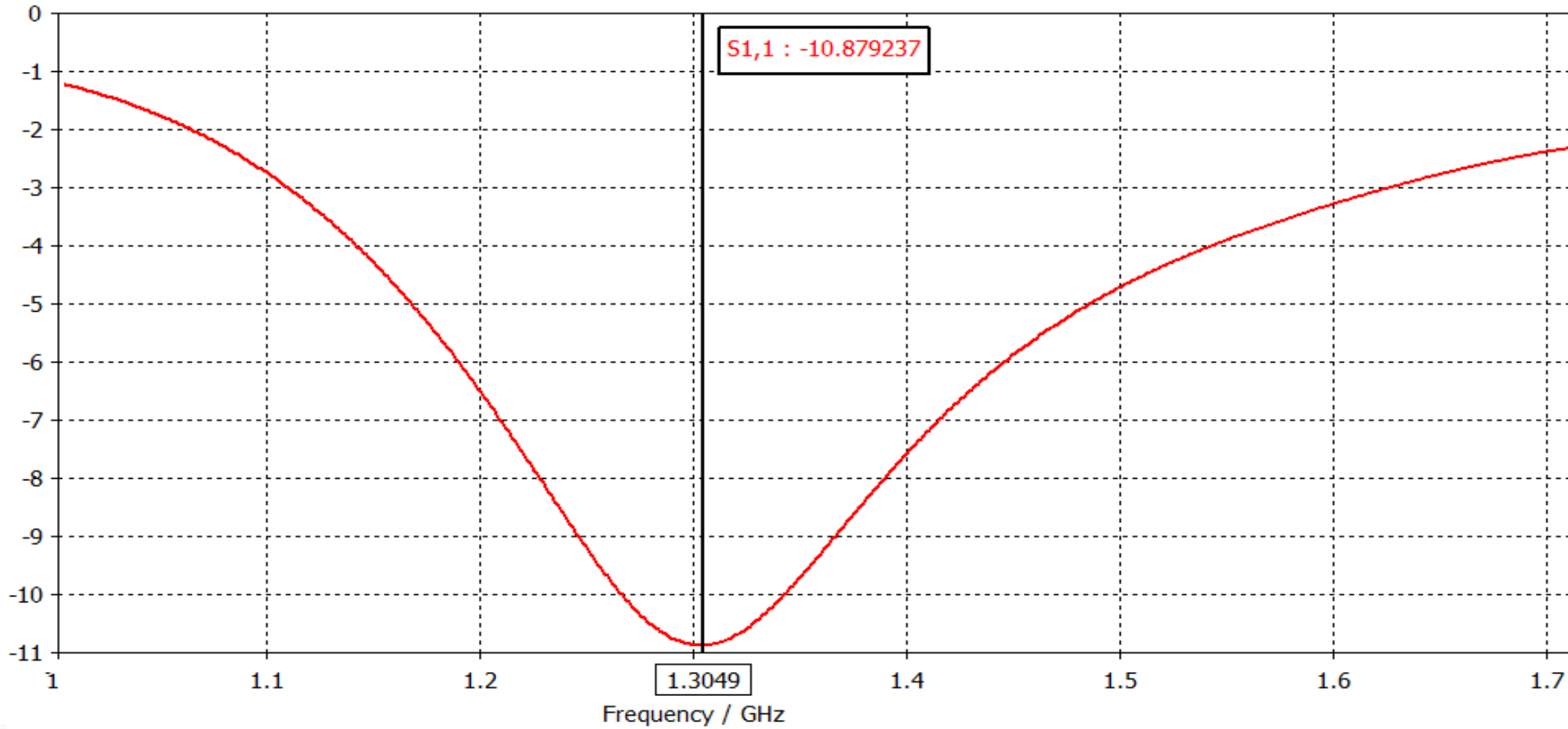


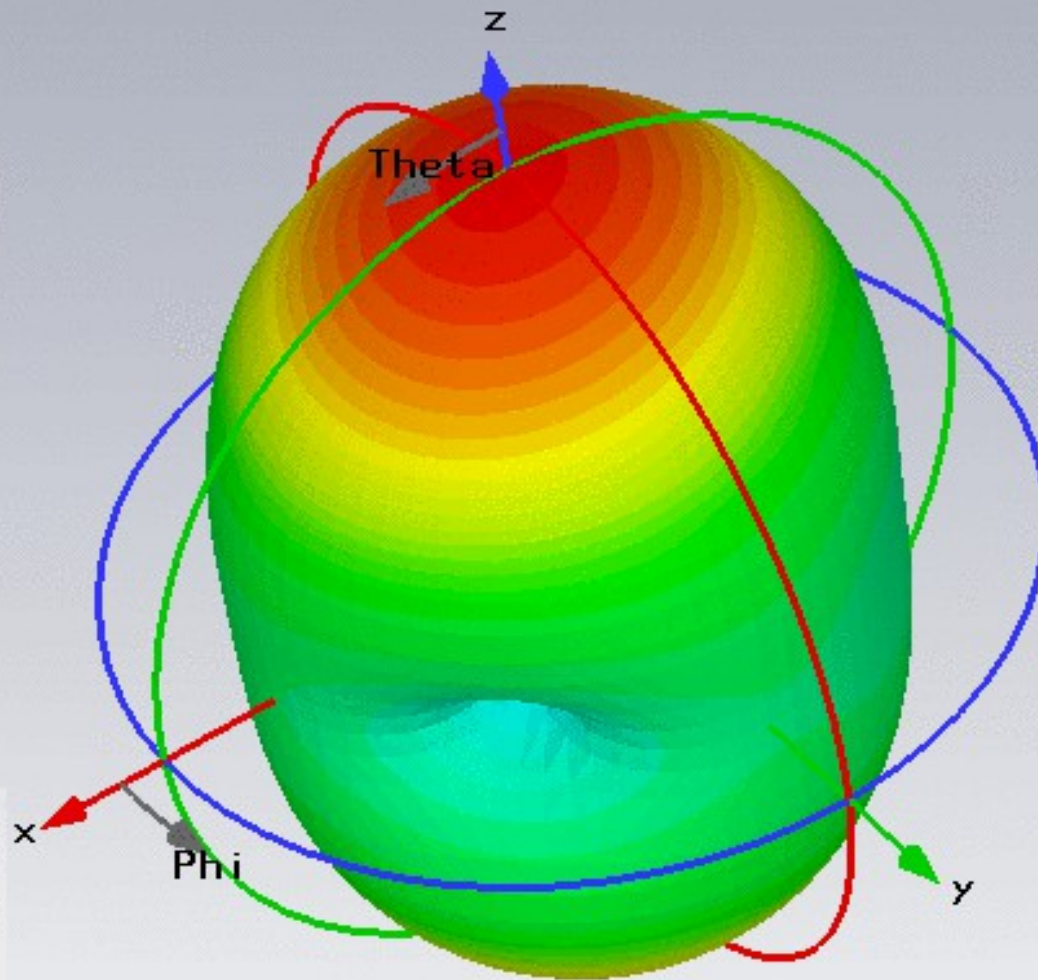
- s
- s
- s2=140
- s2=150
- s2=160



Biquadi

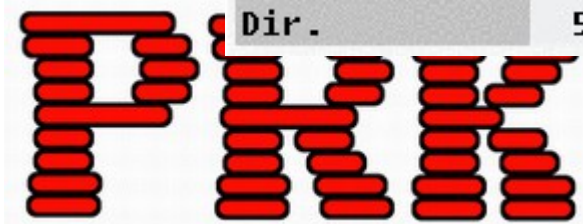
S-Parameter Magnitude in dB



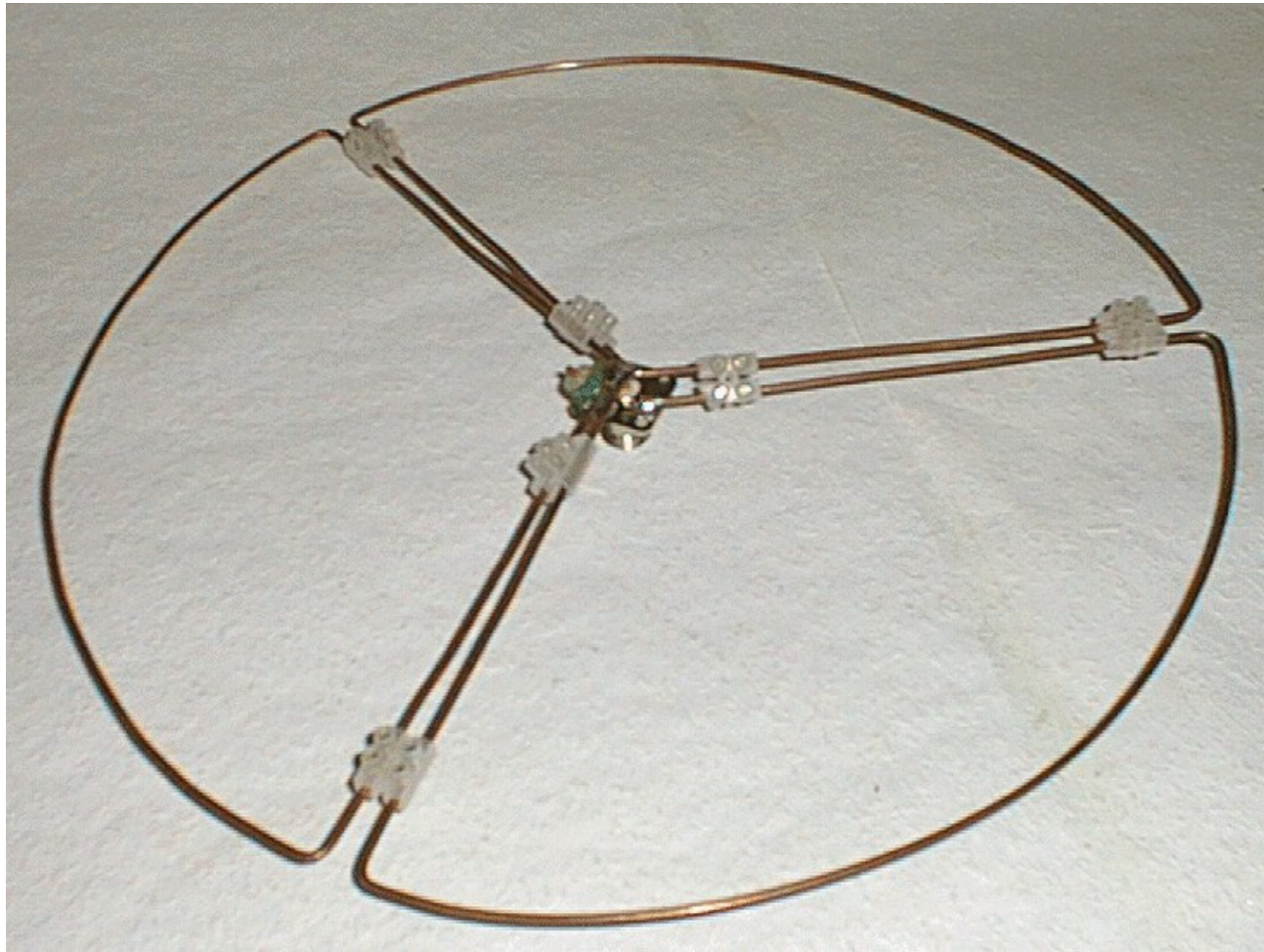


Type	Farfield
Approximation	enabled ($kR \gg 1$)
Monitor	farfield (f=1.3) [1]
Component	Abs
Output	Directivity
Frequency	1.3
Rad. effic.	-0.01146 dB
Tot. effic.	-0.3823 dB
Dir.	5.319 dBi

Suuntaavuus: 5.3 dBi
 Googlasta myös yli 10dBi tuloksia



- Big Wheel
 - säteily vaakatasossa. → Vaakapolarisaatio, iso gain kaikkialle (...), matala lähtökulma
- lazy H
 - Kaksi kokoaaltodipolia päällekkäin



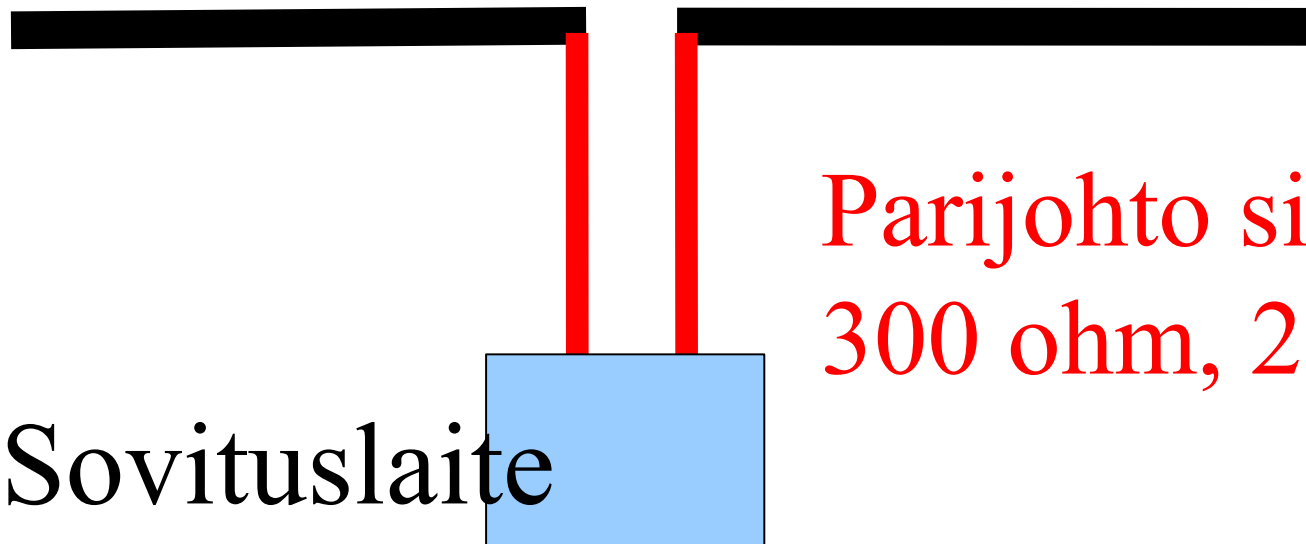
PAK

G5RV

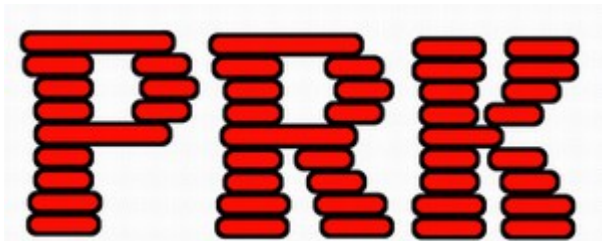
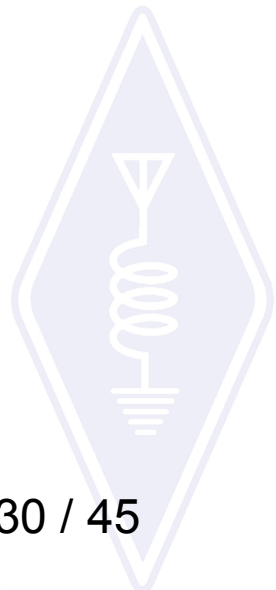
Resonanssissa monella alueella.

- Pieni
- Vaatii sovituslaitteen :(

Dipoli, $2 * 5\text{m}$

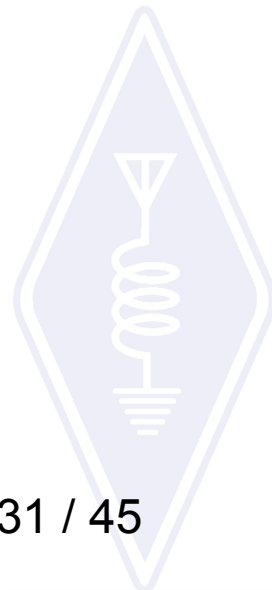
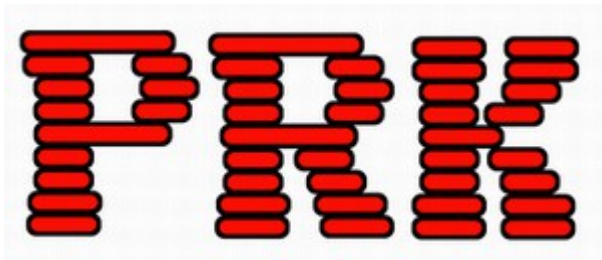


Parijohto siirtolinjana
300 ohm, 20 m



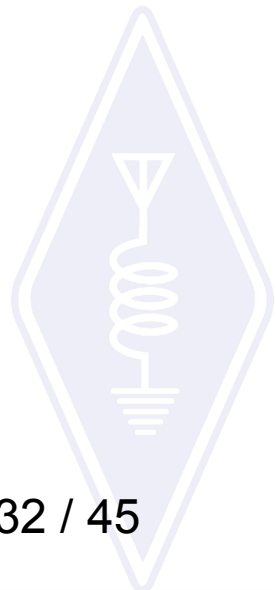
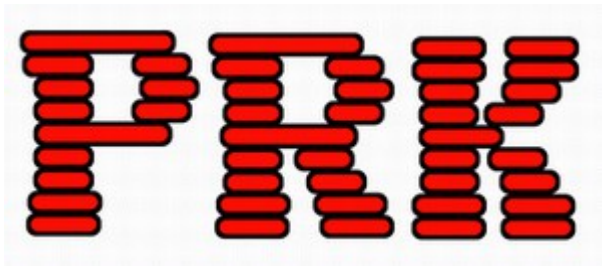
Tärppejä

- SAS 1.5 on ihan riittävän hyvä
- Jääkerros laskee resonanssitaajuutta
- Säteilyteho viittaa monesti teholliseen säteilytehoon $ERP = \text{gain} * \text{säteilyteho}$
- Dipolin (ja muidenkin) lähtökulmaan vaikuttaa korkeus maasta.

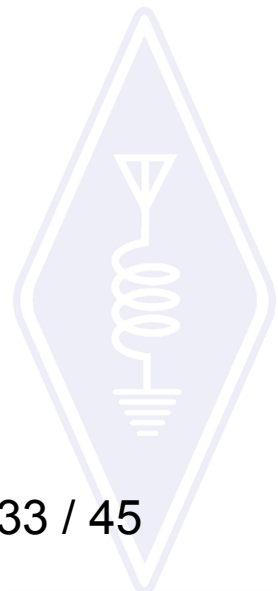
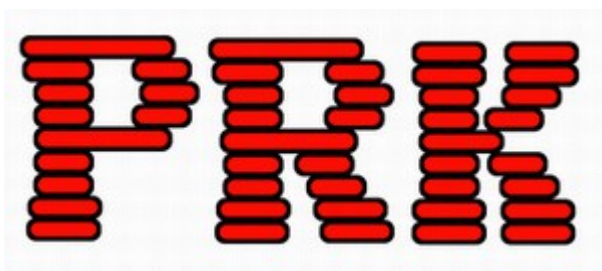
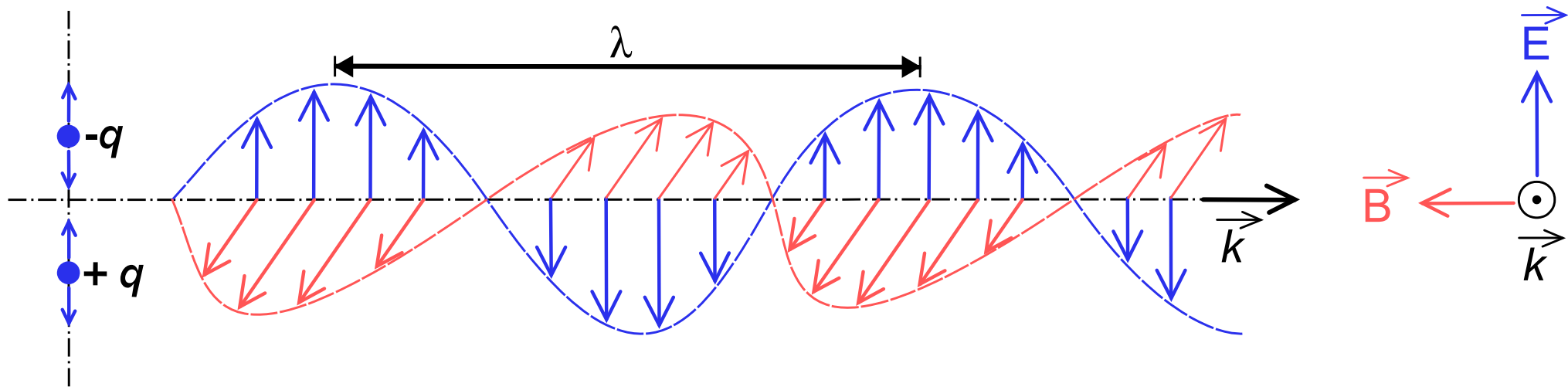


Radioaaltojen eteneminen

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

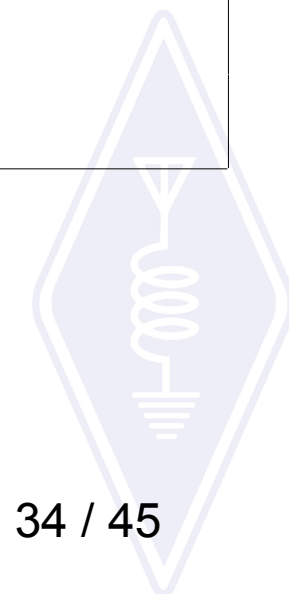
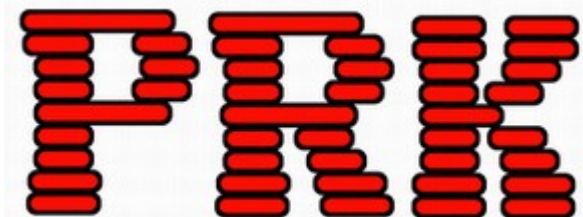


Sähkömagneettinen säteily



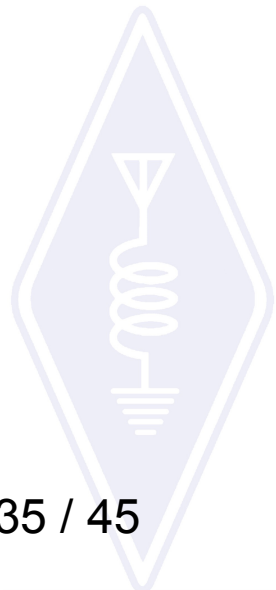
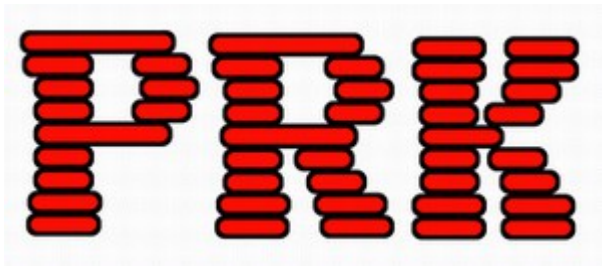
Eteneminen eri taajuuksilla

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



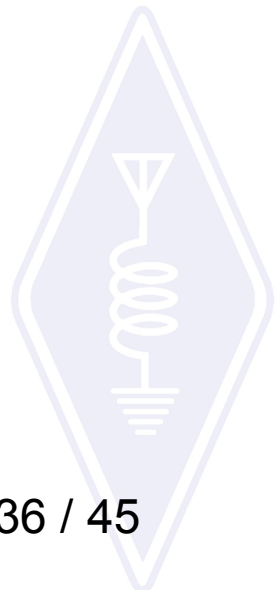
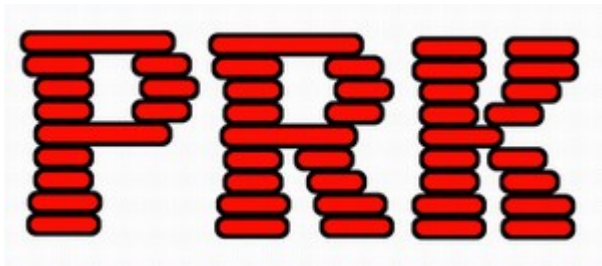
Ionosfääri

- 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



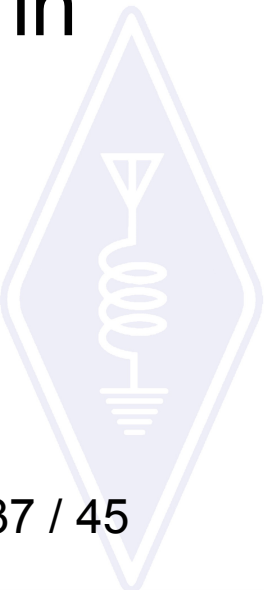
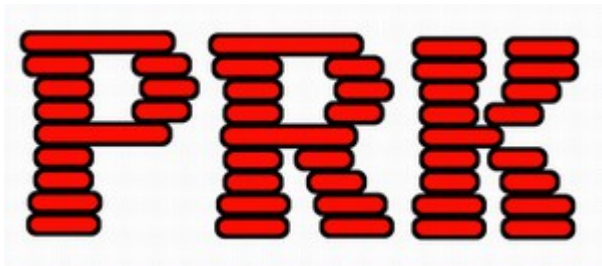
E-kerros

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



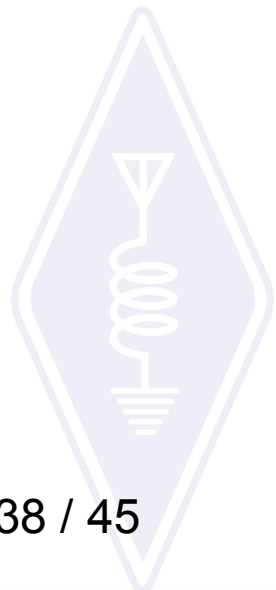
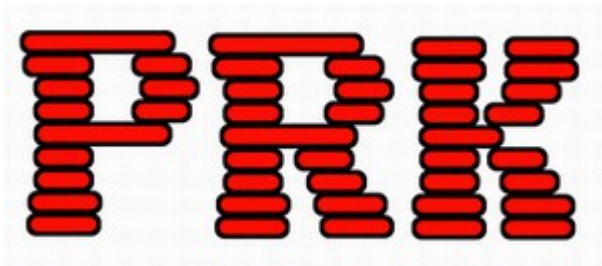
F-kerros

- 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



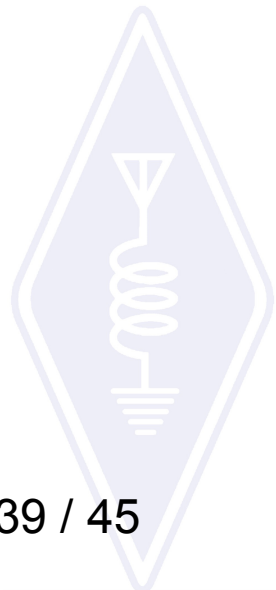
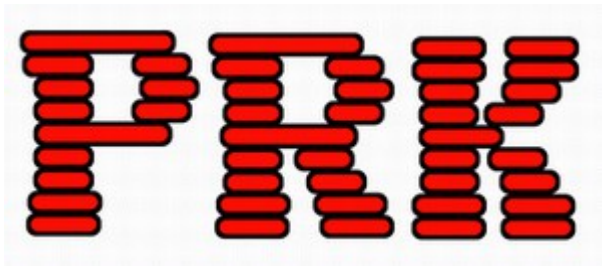
Troposfääri

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



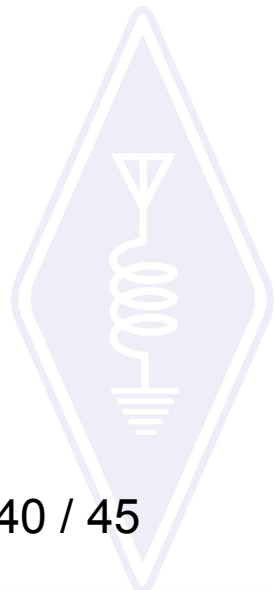
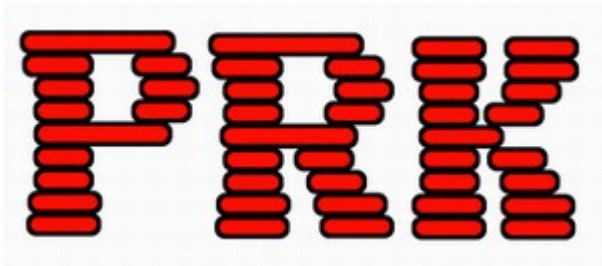
Ääniä avaruudesta

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



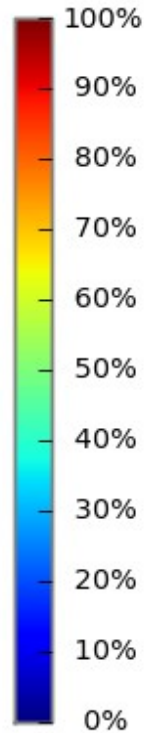
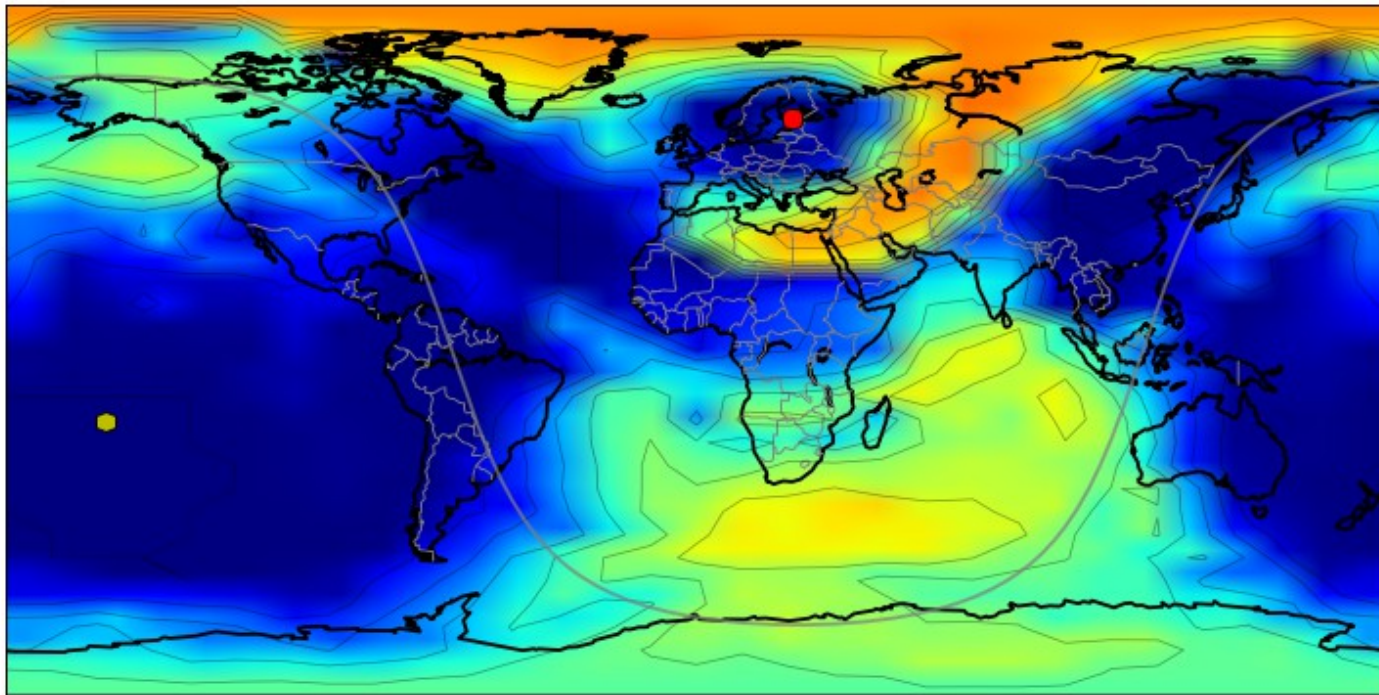
Pinta-aalto

- 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

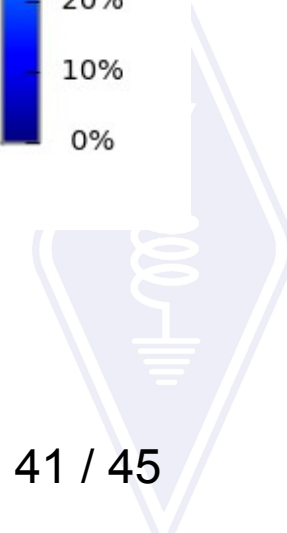


Voacap.com, 20m, 22:00 UTC

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]

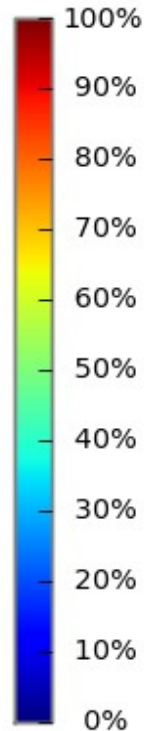
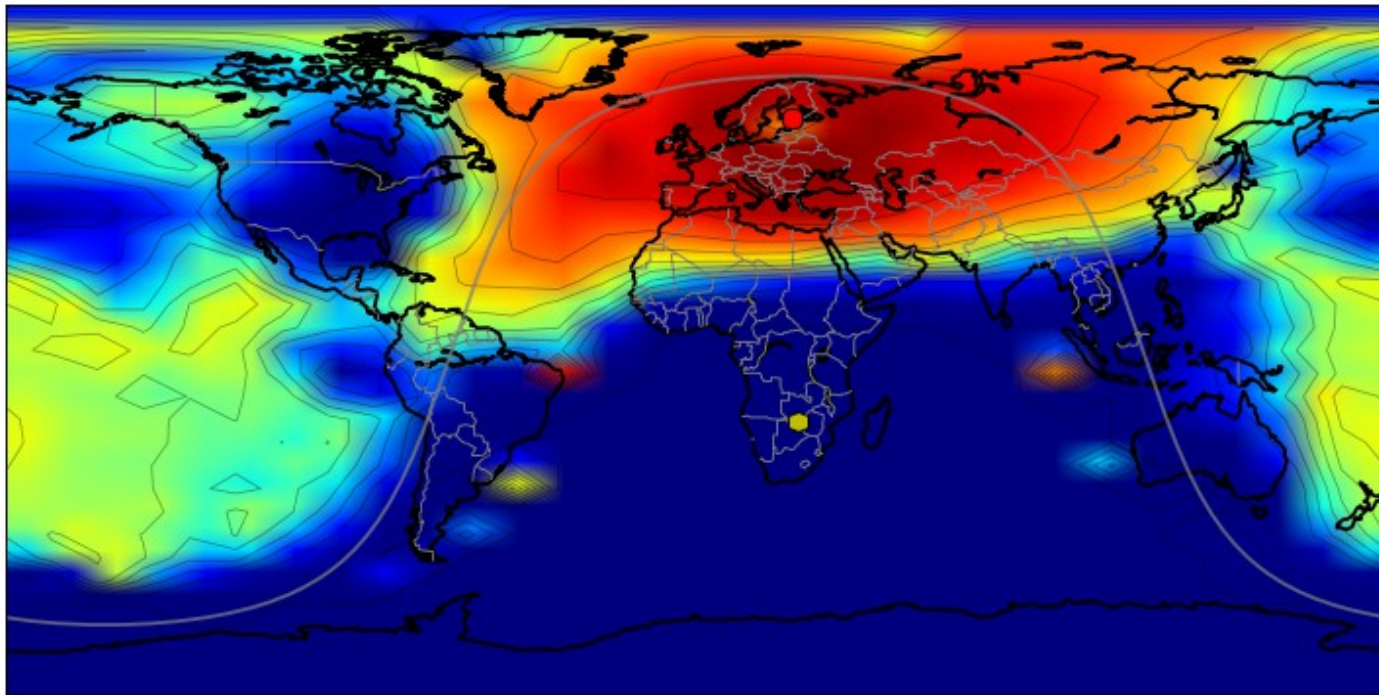


PARK

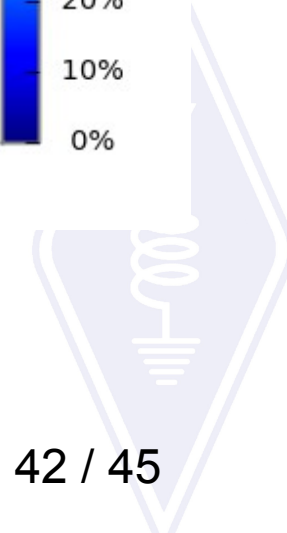


Voacap.com, 20m, 10.00 UTC

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]

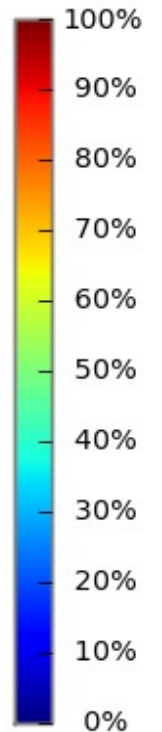
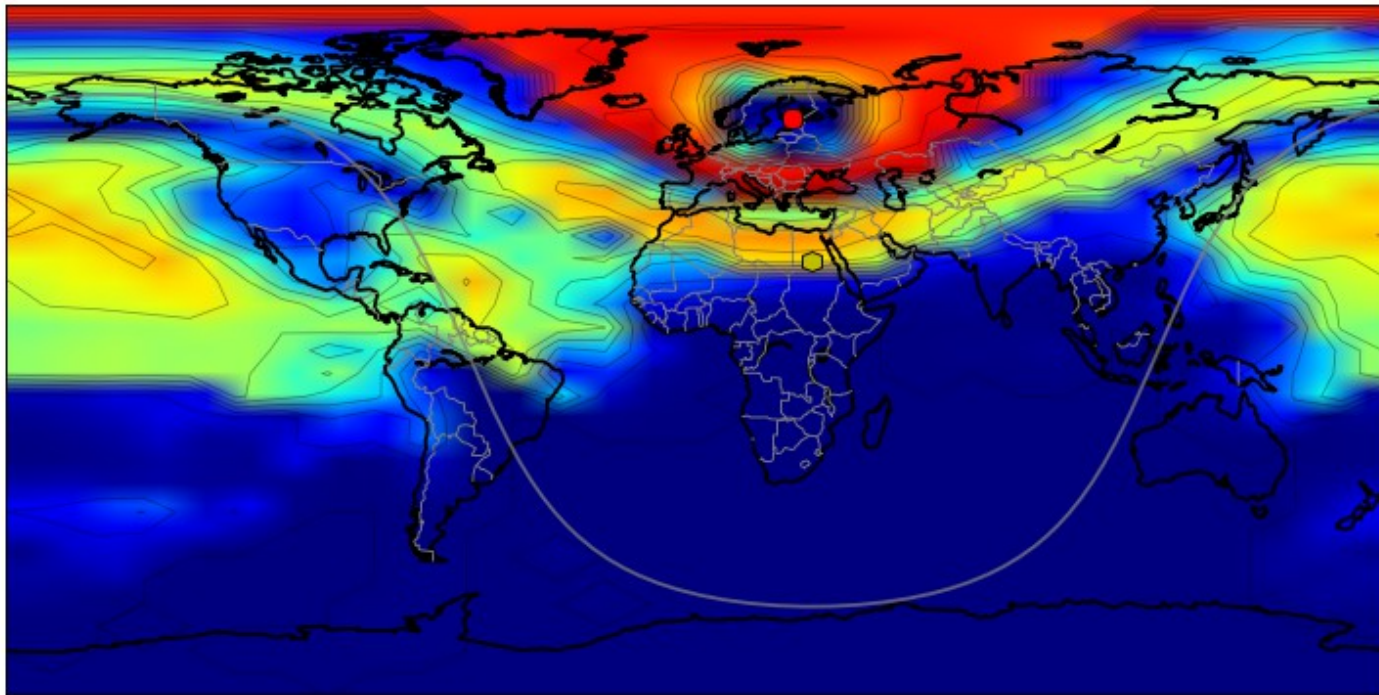


PARK

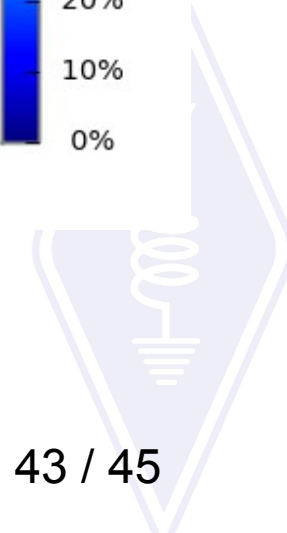


20m, kesällä, 10:00 UTC

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]



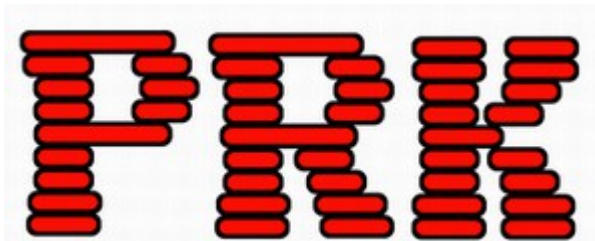
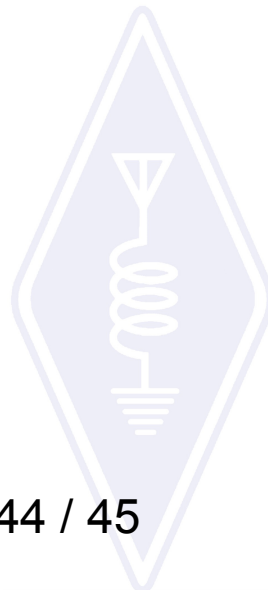
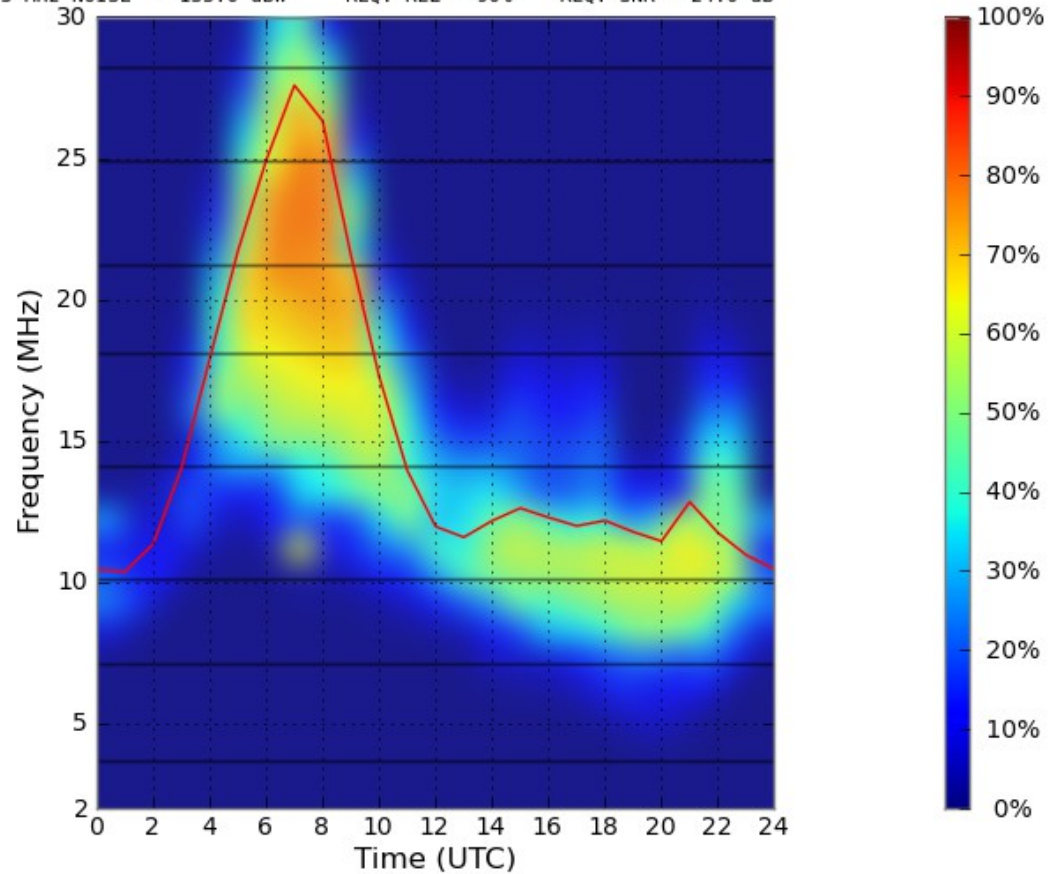
PARK



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 0.080kW
XMTR 2-30 2-D P-to-P[voaant/d10m.ant] Az= 0.0 OFFaz= 49.1
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



Lähteitä

- ARRL Handbook
- Tiimissä Hamssiksi
- <http://www.voacap.com>
- <http://en.wikipedia.org>

