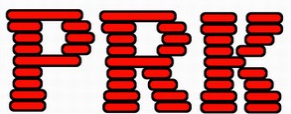


Radioamatööririkurssi PRK – OH2TI

Häiriöt, siirtojohdot, antennit,
eteneminen

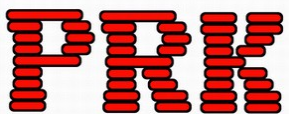
2.11.2011

Teemu, OH2FXN



Häiriöt

- Radioamatööri on vastuussa aiheuttamistaan häiriöistä.
 - Kaikissa häiriötapauksissa amatööri ei ole syypää.
- Häiriösuojaus tapahtuu ensisijaisesti häiritsevässä laitteessa.
- Lähetystehon laskeminen on helppo tapa.
- SRAL tarjoaa häiriöneuvontaa.



Häiriötyypit

- Kapasitiivinen / induktiivinen
 - Johtimet lähekkäin
 - Huonosti suojatut kaapelit
 - Lähikentässä
- Sähkömagneettisesti kytkeytyvät
 - Kaukokentässä
- Galvaaniset

Sähkömagneettiset häiriöt

- Antennista tuleva säteily tukkii muita laitteita
 - Tentissä kärsii analogitelevisio ja GSM-tukiasema
 - Varsinkin harmoniset yliaallot voivat osua muiden läheteiden päälle.
 - Harmonisia vastaan taistellaan suodatuksella
 - Ylipäästö, alipäästö, kaistanpäästö tai kaistanesto.

Sähkömagneettiset häiriöt

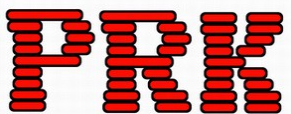
- Huono kotelointi ja maadoitus mahdollistaa häiriöiden vuotamisen
- Myös syöttöjohto saattaa säteillä:
 - Balun puuttuu tai liitokset ruosteessa.
- Antennin on oltava vireessä (virittimen avulla tai ilman).
- Hyvälaatuinen antenni voi auttaa.

Galvaaniset häiriöt

- Suurtaajuustehoa ei saa päästä sähköverkkoon.
 - Maadoitus ja verkkosuodattimet
 - Maadoitus on jo turvallisuuden takia tarpeellista
 - verkkojohto toroidin ympärille
 - Verkkokuristin saattaa poistaa naapurin television häiriöt.

Muuta

- Avainiskuista, eli klikeistä, pääsee eroon avainnussuodattimella lähetyksessä ja kapeammalla välitaajuussuodattimella vastaanotossa.
 - Syynä liian jyrkkä nousu- / laskuaika.
- Maadoitus yhteen pisteeseen.

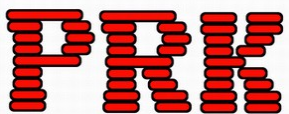


Kysymyksiä

- 59021 Stereoistasi kuuluu selvää napsahtelua, kun sähkötät.
Toteat häiriön aiheutuvan omasta lähettimestäsi, joka on määräysten mukaan rakennettu. Häiriön poistamiseksi
- Väärin asennat stereoihin Mute-kytkimen, joka kytkee stereot pois päältä, kun lähettimestäsi lähtee RF-signaali
- Oikein tarkistat, että radioasemasasi saa sähkön suojamaadoitetusta pistorasiasta sekä tarkistat käyttömaadoitukset
- Oikein tutkit, yliohtautuuko stereon ulavastaanottimen sekoitusaste ja parannat tarvittaessa vastaanottimen kotelointia
- Oikein siistit stereoiden kaiutinjohdot ja asennat niihin ferriittikuristimet

Kysymyksiä

- 59001 **70 cm lähettimesi harhalähete tukkii GSM-tukiaseman vastaanottimen. Häiriön poistamiseksi kannattaa muun muassa**
- Oikein asentaa alipäästösuodatin lähettimesi
- Väärin asentaa ylipäästösuodatin lähettimesi
- Oikein asentaa kaistanestosuodatin GSM:n taajuudelle lähettimesi
- Väärin vaatia teleoperaattoria asentamaan tarvittavat suodattimet omiin vastaanottiinsa



Kysymyksiä

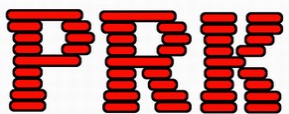
59008 **Lähettimen ja antennin välissä on käytettävä**

Oikein harhalähetteitä vaimentavaa alipäästösuodatinta

Väärin harhalähetteitä vaimentavaa pientaajuussuodatinta

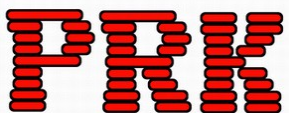
Väärin harmonisia taajuuksia mittaavaa absorptioaaltomittaria

Oikein siirtojohtoa, jos antenni on katolla mutta lähetin ei



Siirtojohdot

- Aallonpituus on lyhyt (c/f) joten aallon vaihe ehtii muuttua siirtojohdon matkalla.
 - Jännite muuttuu paikan funktiona
- Ominaisimpedanssi (usein 50 ohmia, kompromissi tehonkestosta ja häviöistä) kertoo jännitteen ja virran suhteen.
- Ei liity häviöihin.
- Teho heijastuu, jos impedanssi muuttuu.



Koaksiaalijohto

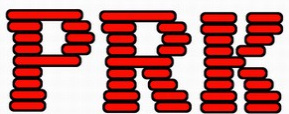
- 2 sisäkkäistä johdinta.
- Kentät ulkojohtimen sisäpuolella
- Ei säteile, mutkat tai lähellä oleva peltikatto ei vaikuta ominaisimpedanssiin.
- Yleensä 50 ohmia.
- Balansoimaton → epäsymmetrinen maan suhteen.

Kaksi vierekkäistä kaapelia

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

Antennit

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

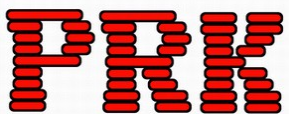


Polarisaatio

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

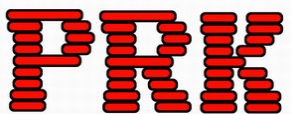
Sovitus

- Huono sovitus → teho heijastuu takaisin.
- Kuvataan heijastuskertoimella (ρ , S_{11}) tai seisovan aallon suhteella (SAS, SWR)
- SWR on suurimman ja pienimmän jännitteen suhde. $SWR = 1 \dots \infty$
- $\rho = (Z - Z_0) / (Z + Z_0)$
- $SWR = (1 + |\rho|) / (1 - |\rho|)$



Sovitus 2

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



Sovitus vaimentimen (kaapelin) läpi nähtynä

- Tentissä kysytään ”SAS antennilla on 2, väliin kytketään vaimennukseltaan 1dB kaapeli, mitä on SAS kaapelin toisella puolella?”.
- $SAS = 2 \rightarrow \rho = 1/3$
- $-1dB = 0.8$
- Tehoa heijastuu takaisin $1/3 * 1/3 * 0.8 * 0.8$
- $\rho_{in} = 1/3 * 0.8$
- $SAS_{in} = 1.72$

Säteilyominaisuudet

- Säteilökuvio
- Suuntaavuus (D) kertoo kuinka voimakas säteily on tiettyyn suuntaan verrattuna isotrooppiseen säteilijään.
- Vahvistus (G) on suuntaavuus kerrottuna säteilyhyötysuhteella.
- $0 \text{ dBd} = 2 \text{ dBi}$

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
- Impedanssi (vapaassa tilassa) 73 ohmia

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 säteilynollat käsien suunnissa.

Silmukat / luupit

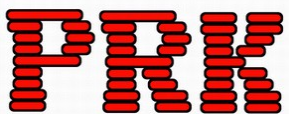
- Yhden aallon silmukka
 - Säteilee ”aukon” suuntaan
 - Maan pinnalla → säteily kohti horisonttia
- Pieni vahvistus
- Yleisiä HF-alueella

Yagi(-Uda)

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

Yagit

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

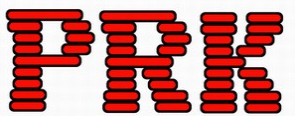


Heliksit

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

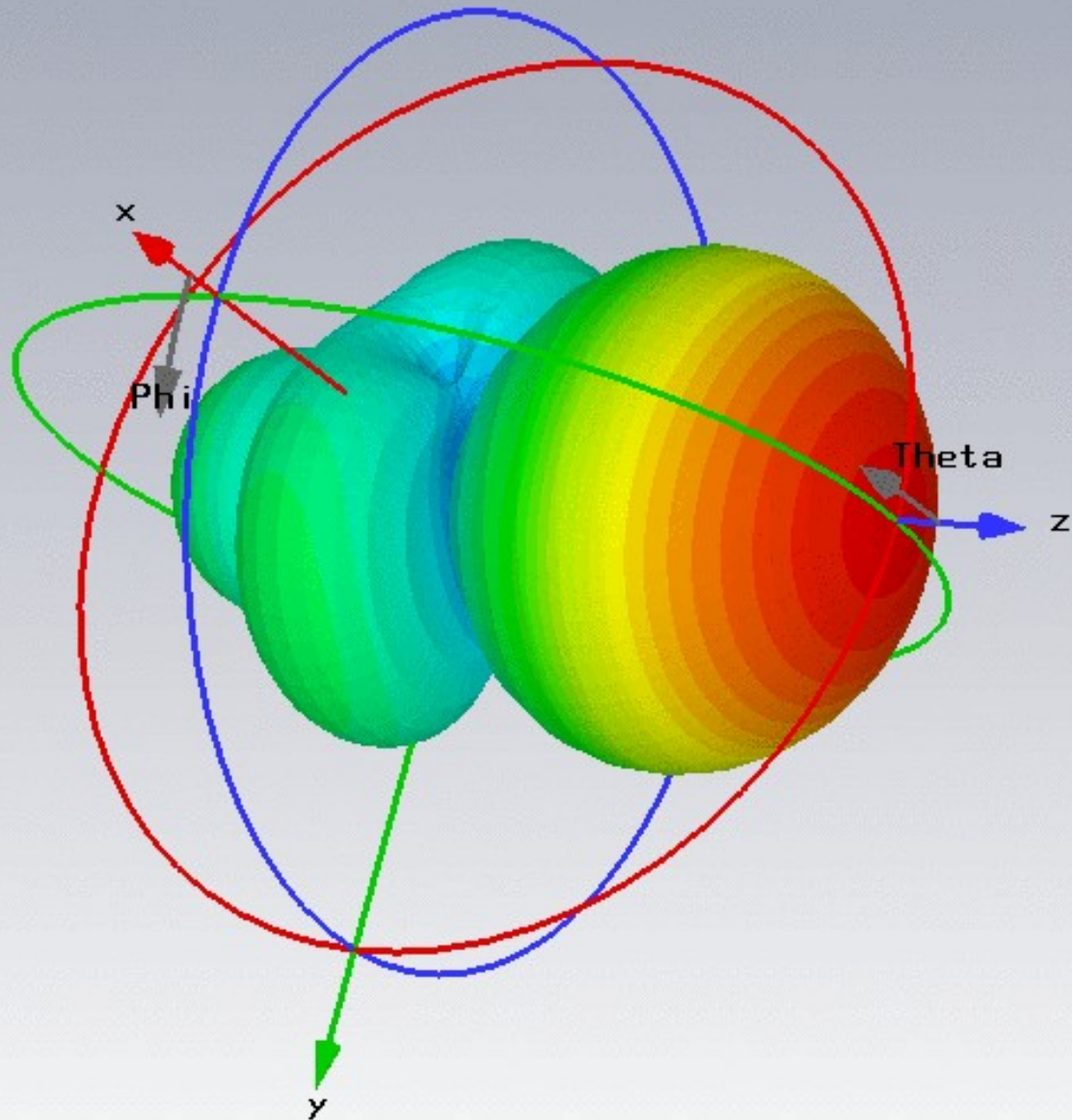
Heijastinantennit

- Iso taajuus / paljon vahvistusta



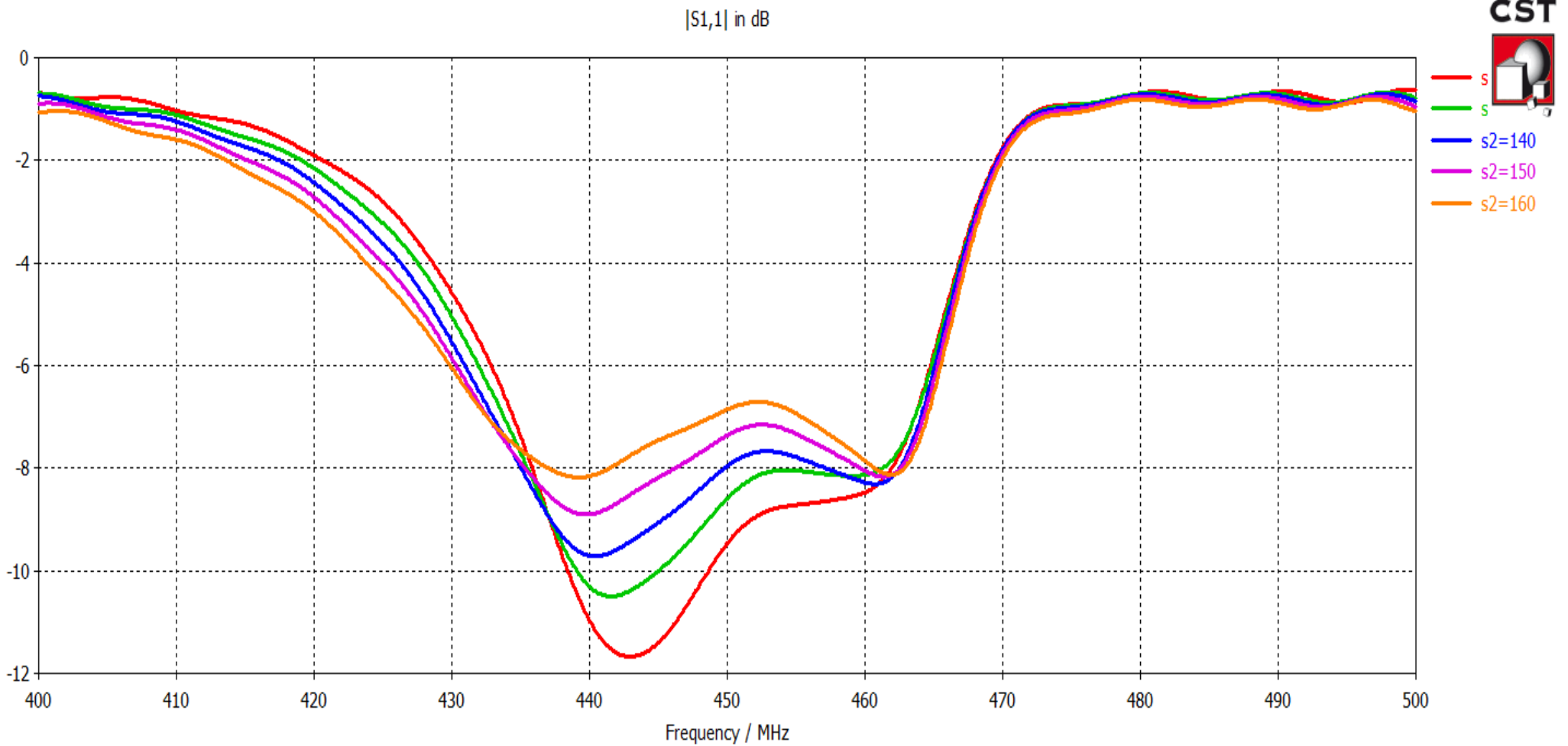
Quadit

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

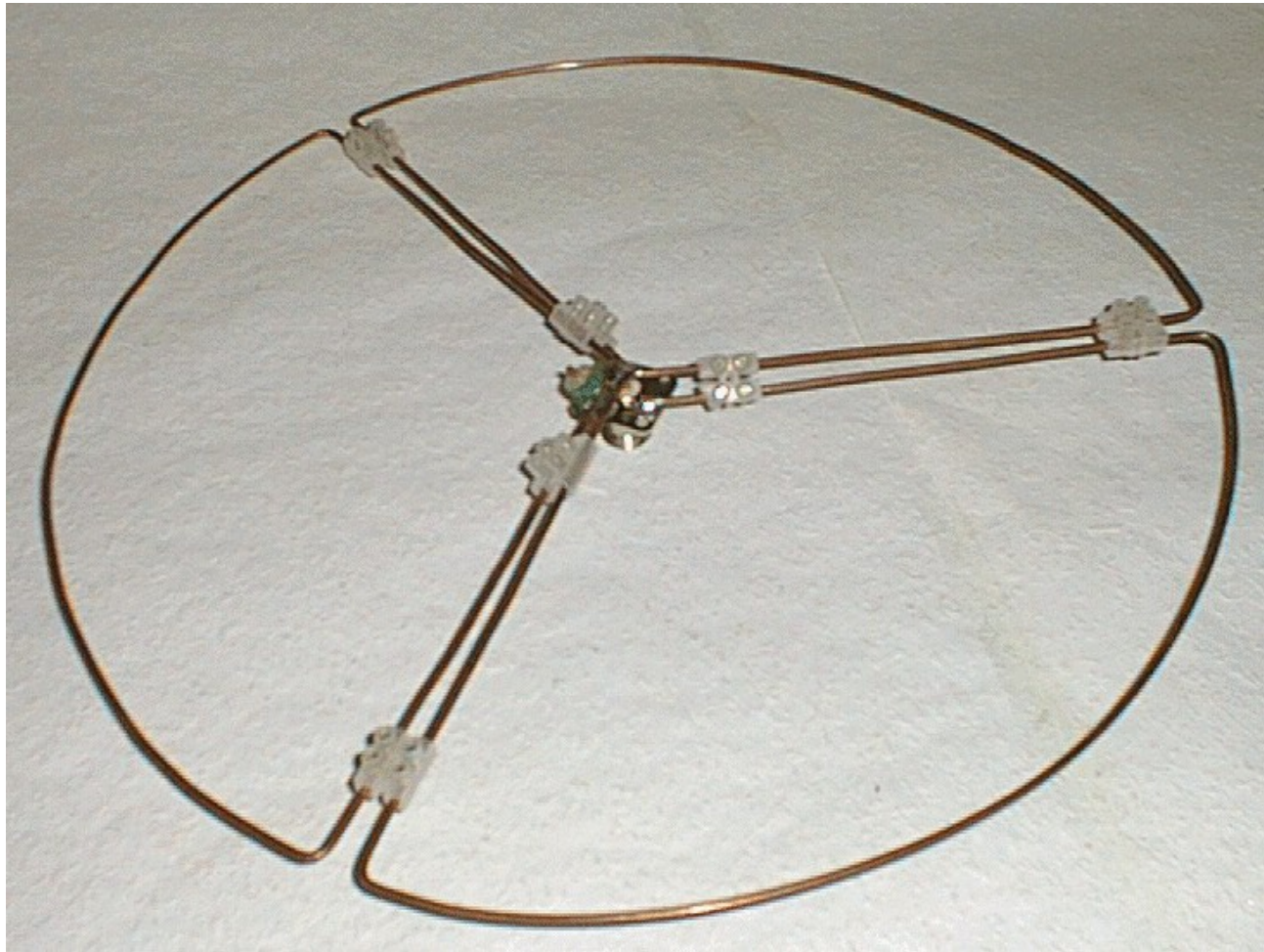


Type	Farfield
Approximation	enabled ($kR \gg 1$)
Monitor	farfield (f=450) [1]
Component	Abs
Output	Directivity
Frequency	450
Rad. effic.	-0.007106 dB
Tot. effic.	-0.7537 dB
Dir.	10.80 dBi

Heijastajan paikka vs. sovitus



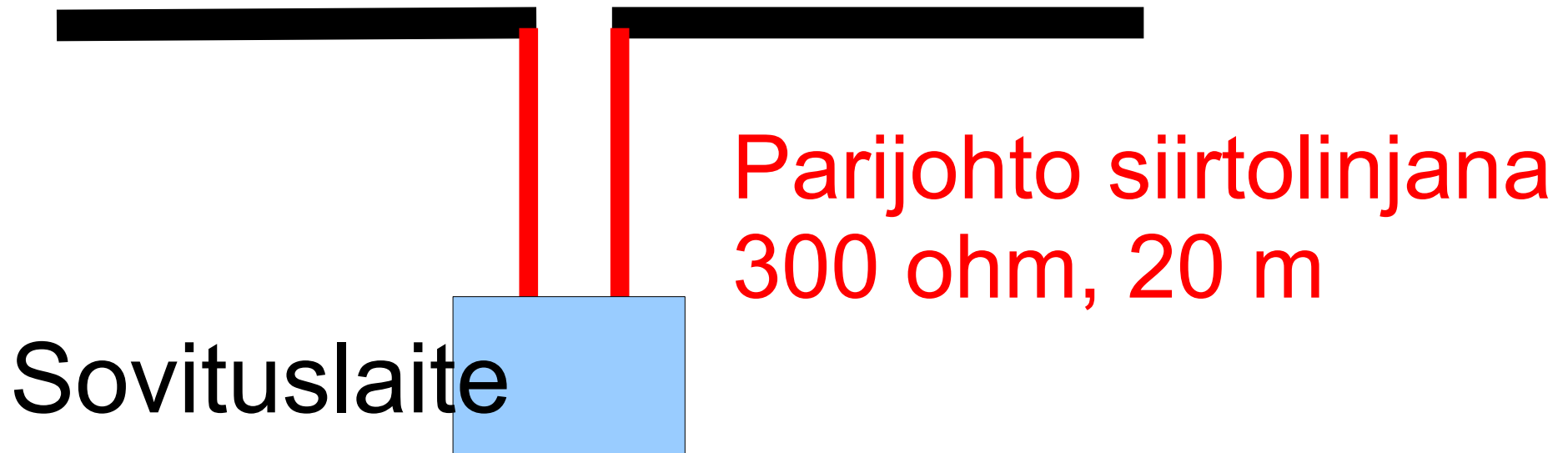
- Big Wheel
 - säteily vaakatasossa. → Vaakapolarisaatio, iso gain kaikkialle (...), matala lähtökulma
- lazy H
 - Kaksi kokoaaltodipolia päällekkäin



G5RV

- Resonanssissa monella alueella.
- Pieni
- Vaatii sovituslaitteen :(

Dipoli, 2*5m

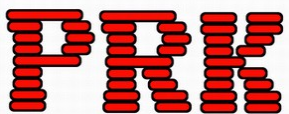


Tärppejä

- SAS 1.5 on ihan riittävän hyvä
- Jääkerros laskee resonanssitaajuutta

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

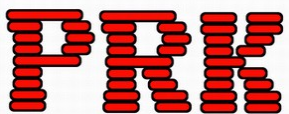
- SäteilYTEHO viittaa monesti teholliseen säteilYTEHOON ERP = gain * säteilYTEHO
- Dipolin (ja muidenkin) lähtökulmaan vaikuttaa korkeus maasta.



Radioaaltojen eteneminen

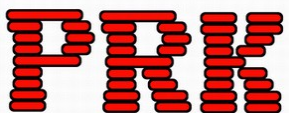
- Pinta-aalto
- Ionosfääriheijastus
- Troposfäärieteneminen
- Näköyhteyseteneminen

- Riippuu taajuudesta, päivänajasta, etäisyydestä yms.



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

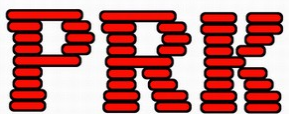
E-kerros

- 90 – 150 km
- Vain päivällä
- Voi heijastaa
- Muitankin mielenkiintoisia ilmiöitä
 - Sporadinen E
 - Aurora → VHF/UHF
 - Meteoriitti → VHF, hyvin lyhyt yhteys
- EME: kuun kautta pomppu: isot antennit ja tehot



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

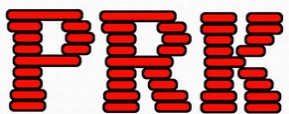
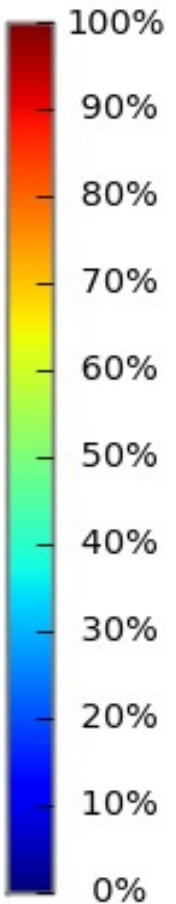
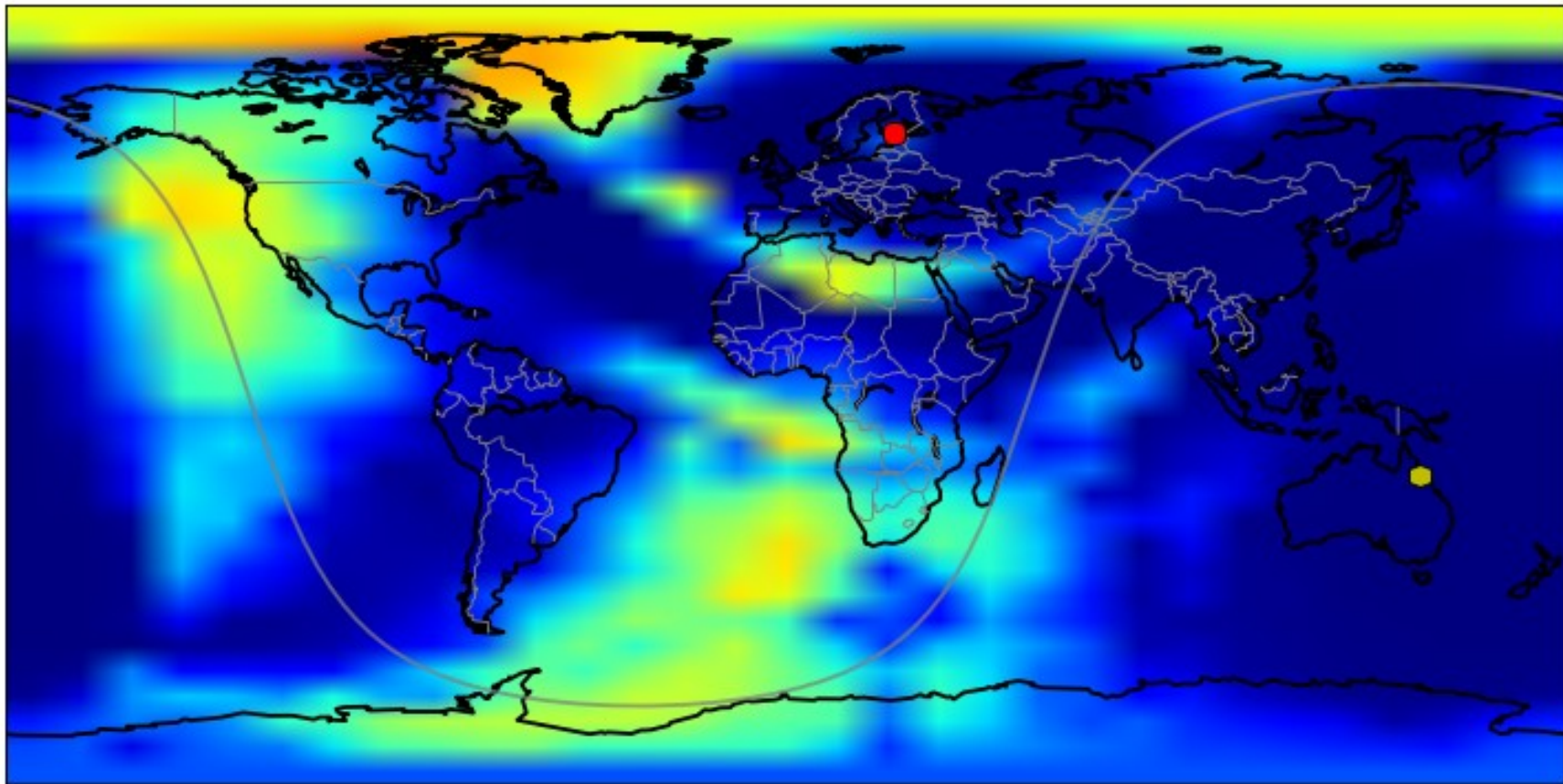
- VHF, UHF ja korkeammat
- Kanavoituminen: aalto taittuu erilämpöisistä kerroksista (taitekerroin n muuttuu)
- Siroaminen: heijastuminen pienistä partikkeleista, vesihöyry, pilvet, sade
-

Pinta-aalto

- Matalat taajudet sitoutuvat johtavaan maatasoon → seurailee maapalloa horisontin taakse
- Tasainen ja johtava maa hyviä
- Vain matalilla taajuuksilla

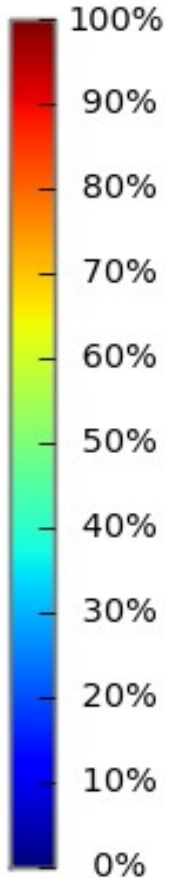
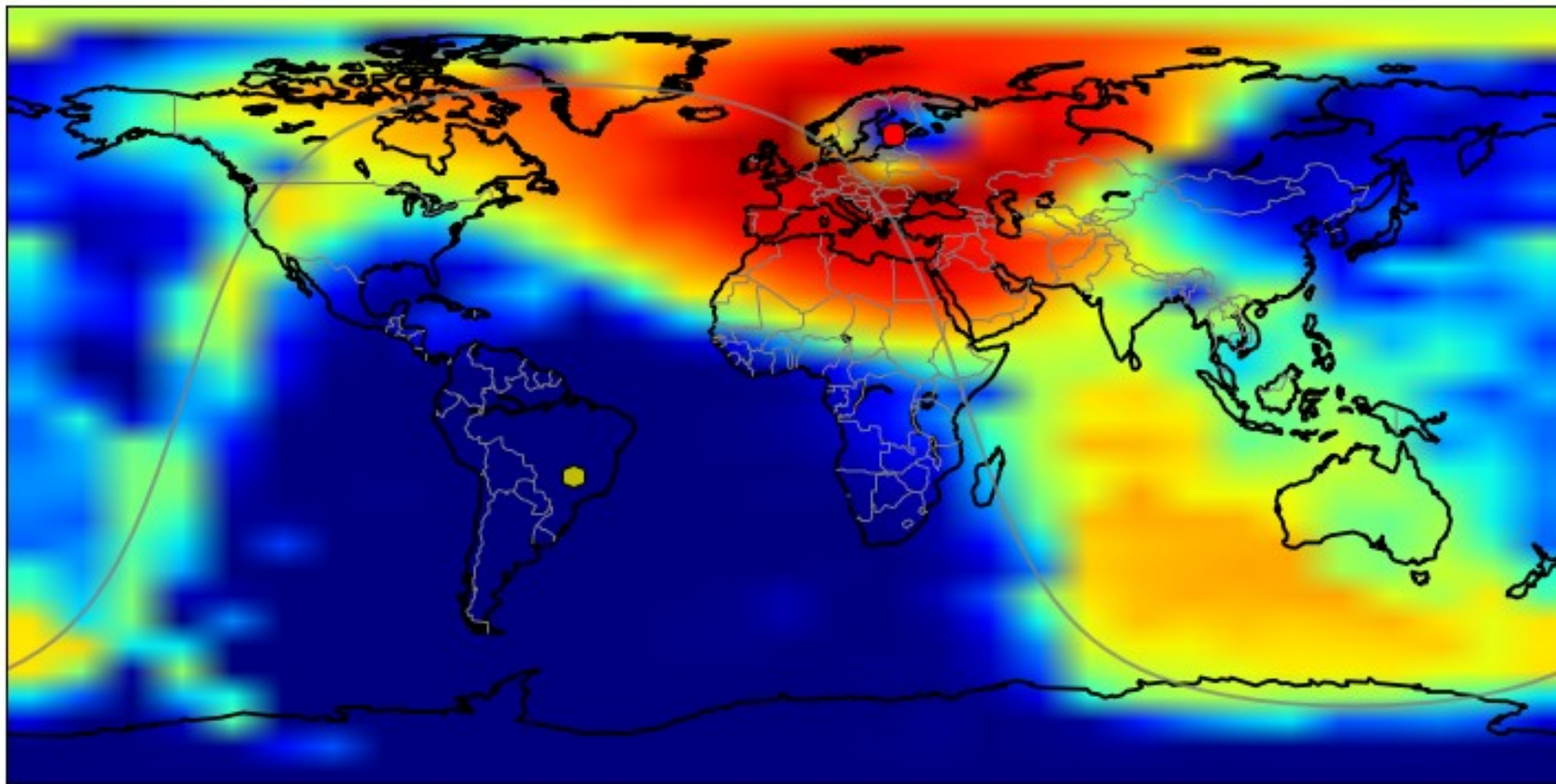
20m, 02:00 UTC

TX (60.41N, 24.79E), Nov, 02 UTC, 14.100 MHz, 80 W, SSN 80, Mode: CW
TX Ant: [voaant/d10m.ant], RX Ants: [voaant/d10m.ant]



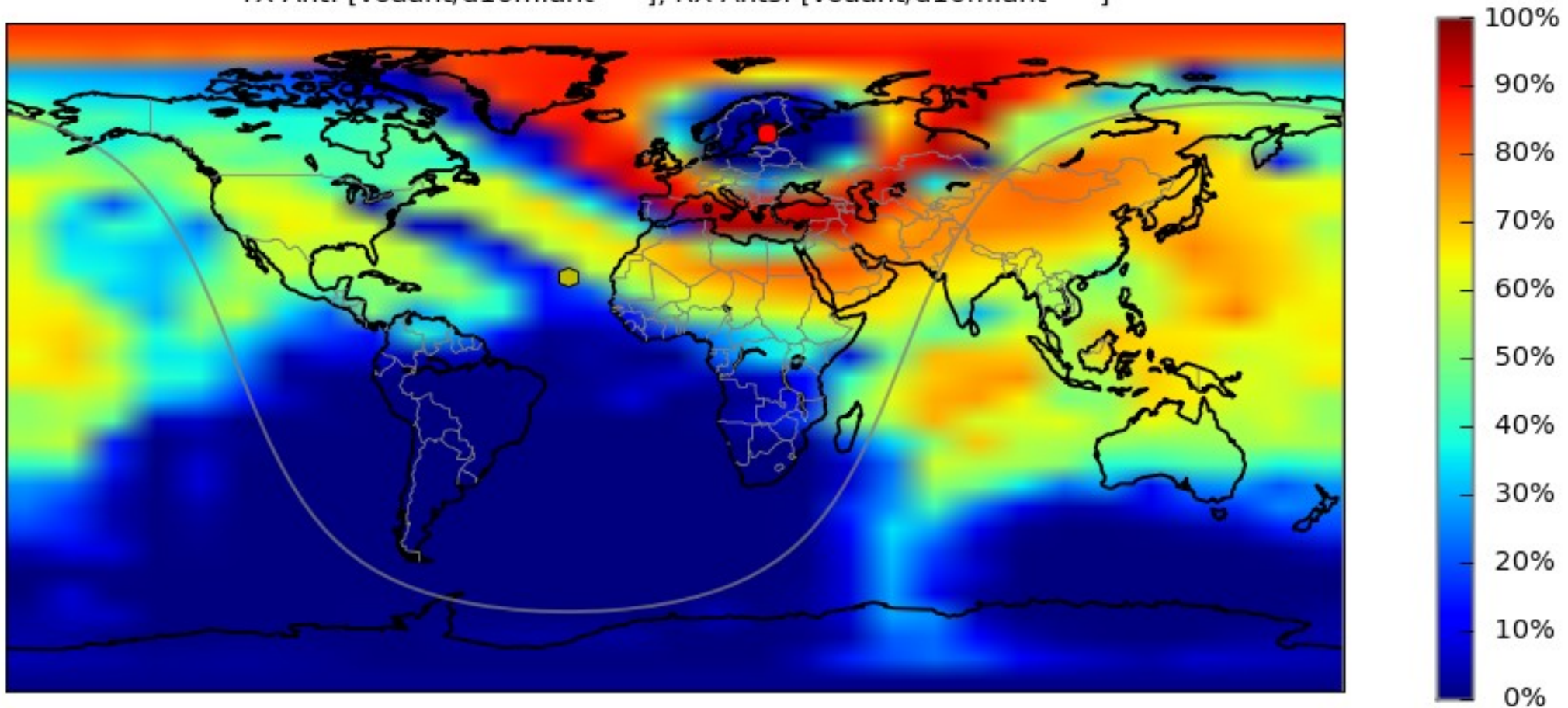
Voacap.com, 20m, 14.00 UTC

TX (60.41N, 24.79E), Nov, 15 UTC, 14.100 MHz, 80 W, SSN 80, Mode: CW
TX Ant: [voaant/d10m.ant], RX Ants: [voaant/d10m.ant]



20m, kesällä, 14:00 UTC

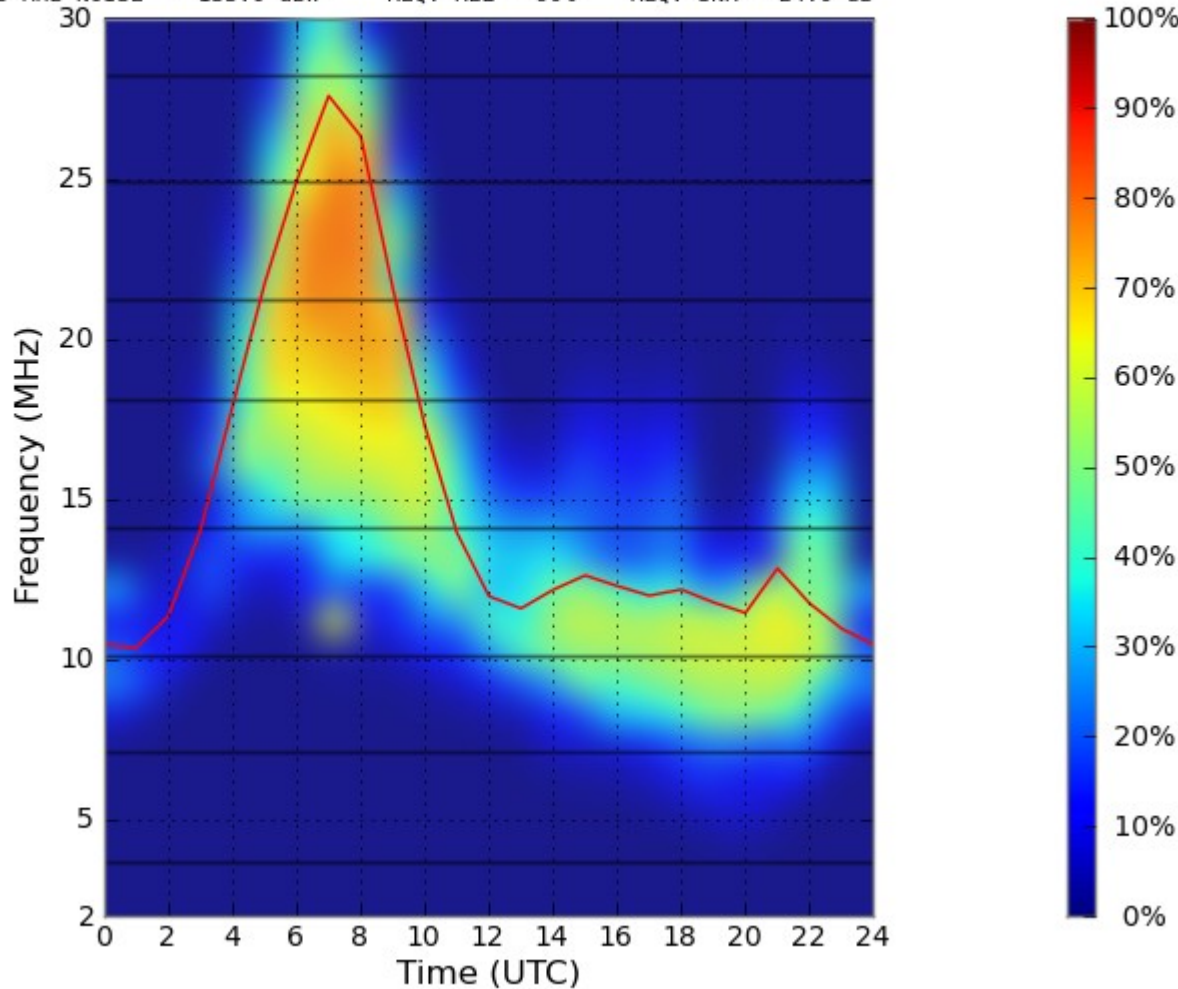
TX (60.41N, 24.79E), Jul, 14 UTC, 14.100 MHz, 80 W, SSN 43, Mode: CW
TX Ant: [voaant/d10m.ant], RX Ants: [voaant/d10m.ant]



Espoo → Japan

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



Lähteitä

- Tampereen teekkarien radiokerhon vastaava kurssi: <http://oh3tr.ele.tut.fi/suomi/kurssi/>
- ARRL Handbook
- Tiimissä Hamssiksi
- Voacap.com

