

Jukka Kinkamo, OH2JIN  
[oh2jin@oh3ac.fi](mailto:oh2jin@oh3ac.fi)  
+358 44 965 2689

## Tajunnanvirtaa 1 dBW tehotasolla

Jos ajattelempa että lähettimemme ulostulossa on tehotaso 0 dBW, tarkoittaa se sitä, että lähetin syöttää kuormaan 1 W tehon.

Vastaavasti:

**3 dBW tarkoittaa (kaksinkertaista eli) 2 W tehoa,  
6 dBW (nelinkertaista eli) 4 W tehoa ja  
9 dBW (kahdeksankertaista eli) 8 W tehoa.**

Hyvä muistisääntö on 10 dBW = 10 W. Jos sanon ajavani 13 dBW teholla, vastaa se 20 W tehoa eli joissain yhteyksissä käytetyllä slangilla "NATO-tehoa".

Oletamme siis että meidän 80 m aaltoalueella työskentelevä 1 W lähettimemme syöttää kantaaltoa parikaapeliin, joka on yhdistetty puoliaaltodipoliin. Radioamatöörin kannalta häviötön rakenne. Meiltä siis lähtee 1 W taivaalle ja taso antennin syöttöpisteessä on siis 1 dBW.

### Matkan kasvaessa kaksinkertaiseksi putoaa kentänvoimakkuus neljänteen osaan

Jos antennimme sijaitsee vapaassa tilassa, voidaan sähkömagneettisen säteilyn vaimenemiseen matkan funktiona käyttää yksinkertaista lakia:

***matkan kasvaessa kaksinkertaiseksi putoaa  
kentänvoimakkuus neljänteen osaan.***

Vaikka muistisäännössä käytimme kentänvoimakkuutta, ei sillä ole tässä kohtaa merkitystä, sillä teho ja kentänvoimakkuus on sidottu toisiinsa sekä TX- että RX-päässä samalla suhdeluvulla.

Antenni sovittaa syöttöjohdon avaruuden ominaisimpedanssiin 377 Ohm. Voidaan ajatella että sovitustapauksessa teho siirtyy täydellisesti antennista avaruuteen ja vaikuttaa se avaruuden ominaisimpedanssin navoissa. Aalto-liike etenee avaruudessa ja se siis samalla vaimenee. Vaimentuminen noudattaa edellä kerrottua kaavaa.

### Kaksi asemaa avaruudessa: TX ja RX; kaukokentän tarkastelua

Siis oletamme että avaruudessa on kaksi asemaa TX ja RX. TX-antennin syöttöpisteen 1 W teho otetaan vastaan RX-antennissa joka on vaikkapa kilometrin päässä.

Alku on aina hankalaa eli jos olemme aivan kiinni syöttöpisteessä, ei matkaa voida kaksinkertaistaa mitenkään. Menemättä matematiikkaan, selittyy asia radioamatööritekniikassa sillä, että olemme kiinnostuneet kaukokentästä. Radiotekniikassa lähikenttä on erikoistapaus, johon emme tässä yhteydessä aio takertua. Niinpä voimme hyvinkin ajatella että lähdemme liikkeelle vaikkapa 1 km etäisyydeltä, jolloin olemme kohtalaisella varmuudella kaukokentässä.

Oletamme että 1 km etäisyydellä lähettimestä näyttää S-mittari arvoa S9+40 dB. Tämän tarkastelun kannalta on aivan sama mitä mittari näyttää, sillä tarkastelemme suhdetta. Edellisen teorian mukaan siirryttäessä edelleen 1 km matka pois päin TX-antennista, olemme 2 km etäisyydellä ja pitäisi kentänvoimakkuuslukeman pienentyä neljäsosaksi.

S-mittari mittaa jossain tietyssä suhteessa kentänvoimakkuutta, jolloin on kysymyksessä jännite. Jännitteen muutos desibeleinä poikkeaa tehomuutoksesta. Jos tehon kaksinkertaistuminen tai puolittuminen vastaa 3 dB muutosta, vastaa jännitteen kaksinkertaistuminen tai puolittuminen 6 dB muutosta.

### Kentänvoimakkuus käytännössä matkan kaksinkertaistuessa

Jos siis mittasimme 1 km etäisyydellä S9+40 dB, niin 2 km etäisyydellä S-mittari näyttää S9+34 dB. Vastaavasti 4 km etäisyydellä olisi lukema S9+28 dB. Jatkamme edelleen:

<b>1 km =&gt;</b>	<b>S9 + 40 dB ;</b>	<b>vertailu 0</b>
<b>2 km =&gt;</b>	<b>S9 + 34 dB ;</b>	<b>ero vertailuun - 6 db</b>
<b>4 km =&gt;</b>	<b>S9 + 28 dB ;</b>	<b>ero vertailuun -12 db</b>
<b>8 km =&gt;</b>	<b>S9 + 22 dB ;</b>	<b>ero vertailuun -18 db</b>
<b>16 km =&gt;</b>	<b>S9 + 16 dB ;</b>	<b>ero vertailuun -24 db</b>
<b>32 km =&gt;</b>	<b>S9 + 10 dB ;</b>	<b>ero vertailuun -30 db</b>
<b>64 km =&gt;</b>	<b>S9 + 4 dB ;</b>	<b>ero vertailuun -36 db</b>
<b>128 km =&gt;</b>	<b>S8 + 4 dB ;</b>	<b>ero vertailuun -42 db</b>
<b>256 km =&gt;</b>	<b>S7 + 4 dB ;</b>	<b>ero vertailuun -48 db</b>
<b>512 km =&gt;</b>	<b>S6 + 4 dB ;</b>	<b>ero vertailuun -54 db</b>
<b>1024 km =&gt;</b>	<b>S5 + 4 dB ;</b>	<b>ero vertailuun -60 db</b>
<b>2048 km =&gt;</b>	<b>S4 + 4 dB ;</b>	<b>ero vertailuun -66 db</b>
<b>4096 km =&gt;</b>	<b>S3 + 4 dB ;</b>	<b>ero vertailuun -72 db</b>
<b>8192 km =&gt;</b>	<b>S2 + 4 dB ;</b>	<b>ero vertailuun -78 db</b>
<b>16384 km =&gt;</b>	<b>S1+ 4 dB ;</b>	<b>ero vertailuun -84 db</b>
<b>32768 km =&gt;</b>	<b>S0+ 4 dB ;</b>	<b>ero vertailuun -90 db</b>

**(S-mittari näyttää karvan alle S1)**

Kun tutkimme taulukkoa, huomaamme välillä S0 – S1 vaihteluvälin olevan 6 dB S-yksikköä kohden. Siis noustaessa lukemasta S3 + 4 dB lulemaan S4, tarvitaan 2 dB lisää. Esimerkkimme loput 4 dB nostavat lukemaa jo lähemmäksi arvoa S5.

### Teorian ja tosielämän ero!

Miksi tosielämässä ei sitten näin käy? Se johtuu HF-alueella siitä, että pinta-aalto vaimenee maaefektin ja V/UHF-alueella väliaineen vuoksi ja toisaalta siitä, että ionosfääriheijastus ei sekään ole häviötön. Siksi meille on mahdollistettu isompia tehoja. Tyypillinen nykyaikainen HF-radio kykenee syöttämään 100 W kantoaaltotehon, joka voidaan ilmaista desibelivatteina 20 dBW.

Valaisemme tasavirtatekniikan esimerkillä:

$$\mathbf{U = 10\ V\ ja\ R = 50\ Ohm\ =>\ I = 200\ mA\ ja\ P = 2\ W}$$

Jos nyt korotamme jännitteen kaksinkertaiseksi:

$$\mathbf{U = 20\ V\ ja\ R = 50\ Ohm\ =>\ I = 400\ mA\ ja\ P = 8\ W}$$

$$\mathbf{10\ V\ =>\ 20\ V\ ero\ on\ 6\ dB}$$

2 W => 8 W ero on 6 dB eli kaksinkertaistumisia (tai puolittumisia) on kaksi kappaletta

Jännitteen kaksinkertaistuminen vastaa tehon nelinkertaistumista. Jännitteen puolittuminen vastaa tehon putoamista neljäsosaan. Sen syvällisemmin emme lähde kenttäteorioiden alkeisiin, sillä se on loputon suo. Mutta kentänvoimakkuuden yksikössä V/m piilee syy siihen, miksi etäisyyden tuplaaminen edellyttää tehon nelinkertaistamista, kentänvoimakkuus parametrina.

### **Yksi S-mittarin "lisä-S" vaatii tehon nelinkertaistamista!**

S-mittari on jännitemittari eli sen näyttämän kaksinkertaistuminen (yksi S-yksikkö siis 6 dB ero) vaatii jännitteen kaksinkertaistumisen. Jännitteen kaksinkertaistuminen vaatii tehon nelinkertaistamisen.

Kysymys 1:

Jos nyt 33000 km etäisyydellä TX-aseman 1 dBW tehotaso nostaa S-mittarin lukemaksi S1, paljonko tarvitsee TX-aseman lisätä tehoa saadakseen lukemaksi S2? Muistamme että S1 ja S2 ero on 6 dB. Edelleen muistamme että 6 dB jännite-ero vaatii 6 dB tehoeron. Tästä päätelemme, että TX-aseman on nostettava tehoa 6 dB eli nelinkertaistettava kantoaaltotehonsa, jolloin teho on 4 W ja tehotaso 6 dBW.

Kysymys 2:

Jos 33000 km etäisyydellä oleva RX-asema mittaa TX-aseman kentänvoimakkuudeksi S1, kun se käyttää 1 dBW tehotaso, paljonko näyttää RX-aseman S-mittari kun TX-asema nostaa kantoaaltotehoa 20 dB ja paljonko on tällöin TX-aseman kantoaaltoteho watteina?

**Jälkimmäiseen kysymykseen kannattaa vastata ensin, eli kysytty uusi kantoaaltoteho on 100 W. Edellisen kysymykseen haemme ratkaisua 20 dB erosta ja yksinkertaisesti lisäämme tuohon S1 arvoon 20 dB.**

**Lisääminen kannattaa tehdä 6 dB lohkoissa, joita on siis 3 kpl ja lohkojen määrä on S-yksiköiden määrä. Tulokseksi saamme  $1 + 3,4 = 4$  eli RX-aseman mittari näyttää arvoa jossain S4 ja S5 välimaastossa. Seuraava kysymys on sitten se, paljonko tällä tehon satakertaistamisella on vaikutusta merkkien luettavuuteen.**