

## **Radiotaajuusmääräyksen 4AA/2021M muutosten vaikutus radioamatöörikäyttöön taajuuskaistalla 50 - 52 MHz sekä ohje kentänvoimakkuuden määrittämiseksi**

Vuonna 2021 voimaan tulevassa radiotaajuusmääräyksessä 4AA/2021M 50MHz radioamatööritaajuusalueen käyttöehdot ovat muuttuneet. Jatkossa kaikkien Suomessa toimivien radioamatöörien täytyy huomioida radiolähtimensä aiheuttama sähkökentän voimakkuus Venäjän federaation rajalla.

### **1 Ohjeen taustaa**

Radiotaajuusmääräyksen luonnokseen on implementoitu vuoden 2020 radio-ohjesäännön alaviitteiden 5.166A ja 5.166B mukainen huomautus "Radioamatöörilähtimen aiheuttama sähkökentän voimakkuus Venäjän Federaation ja Suomen välisellä rajalla 10 m korkeudessa ei saa ylittää tasoa +6 dBuV/m yli 10 % ajasta."

Suomen radioamatööriliitto ry esittää, että Liikenne- ja viestintävirasto laatisi tiedotteen, jossa se kertoisi kentänvoimakkuuksien laskentaan näissä tapauksissa sovellettavista standardeista, sekä malliesimerkkejä.

Tämä ohje on laadittu vastaukseksi Suomen radioamatööriliitto ry:n yllä mainittuun pyyntöön ja perustuu ITU-R radioaaltojen etenemistä koskevaan suositukseen P.1546-6 "Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 4 000 MHz".<sup>1</sup>

### **2 Suositus P.1546-6**

Suositus ITU-R rec P.1546-6 "Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 4 000 MHz" on tähän tapaukseen sopiva point-to-area radioaaltojen etenemismalli. Sitä käytetään maailman laajuisesti, kun lasketaan esimerkiksi yleisradiolähtimien peittoalueita, verrataan eri etenemismalleja, tehdään häiriötarkasteluja ja kun tehdään valtioiden välisiä koordinointisopimuksia.

Suositus löytyy vapaasti ladattavissa seuraavasta linkistä: <https://www.itu.int/rec/R-REC-P.1546-6-201908-I/en> tai hakukoneella. Avautuvasta listauksesta voi valita itselleen sopivan version (esim. \*.pdf). Hakukoneella haettaessa kannattaa huomioida, että suosituksen viimeisin versio on numero kuusi (P.1546-6).

---

<sup>1</sup> Huom! Emme ole varmistaneet Maailman Televiestintäliitolta (ITU) suosituksen graafien käyttöoikeuksia. Siksi emme voi esittää tässä tiedotteessa esimerkkikuvia.

### 3 Suosituksen käyttäminen kentänvoimakkuuden arviointiin

Suositus itsessään on monimutkainen ja monitulkintainen. Sen yksityiskohtainen soveltaminen vaatii paljon kokemusta radioaaltojen etenemisestä ja ITU-R:n käyttämästä terminologiasta. Tässä on esitetty mahdollisimman yksinkertainen prosessi, jolla kuitenkin pystyy riittävällä tarkkuudella kentänvoimakkuutta arvioimaan suositusta käyttäen. On muistettava, että etenemismallit ovat pienillä aikaprosenteilla (tässä tapauksessa 10%) täysin tilastollisia eikä vastaavan arvon mittaaminen käytännössä ole helppo tehtävä.

Suosituksen käyttö tapahtuu siten, että suosituksen kuvien sopivalta käyrästä otetaan katsotaan kentänvoimakkuus ja etäisyys. Valitaan sopiva käyrä lähetinantennin (h1) tehollisen korkeuden perusteella. Tehdään korjaus käyrän taajuuden ja halutun taajuuden välillä. Lisäksi olisi mahdollista tehdä vielä ilmastokorjaus, mutta sen merkitys Suomen olosuhteissa on vähäinen. Lisäksi suosituksen viittaukset ilmastokäyrästä näytävät vanhentuneen eivätkä ole edes käytettävissä.

Käyrien tarkastelun helpottamiseksi on tehty seuraava yksinkertaistus:

- Suosituksen muunnoskaavalla laskettu taajuuskorjaus 50 MHz:n ja 100 MHz:n välillä on noin +3 dB. Kun huomioidaan, että kuvien käyrä sisältää teoreettisen dipolin vahvistuksen (1kW e.r.p.), tarkoittaa se, että lähetimen tehon päälle on lisättävä 2,1dBi, jotta saadaan käyrän esittämä kentänvoimakkuusarvo. Taajuuskorjaus ja dipolin vahvistus tässä tapauksessa lähes kompensoivat toisensa.
- Eli kun tekee kentänvoimakkuuden arviointeja riittää, kun lisää esim. oman radioasemansa antennivahvistukseen haluttuun suuntaan yhden desibelin (1dB), jolloin voi tarkastella alla mainittuja 100 MHz:n kuvien käyrästä suoraan oletuksella, että käyrä esittää 1kW:n säteilytehon (e.i.r.p) haluttuun suuntaan. Tai huomioi tuon yhden desibelin muulla tavalla laskelmissaan.

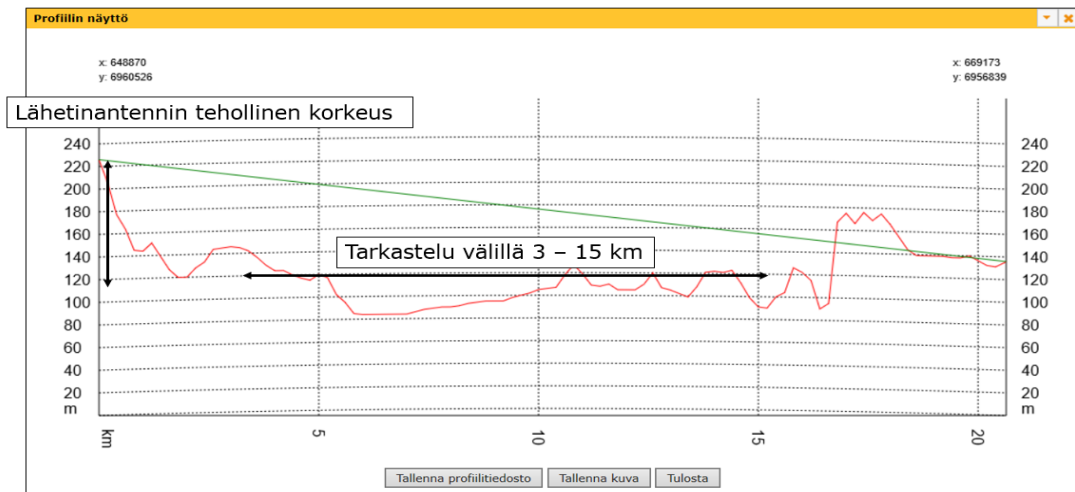
Tarkasteltavaksi otetaan siis suosituksen kaksi graafia:

1. Kun lähetin sijaitsee vähintään 50 kilometriä meren rannikosta sisämaassa (järvialueita ei huomioida erikseen) käytetään suosituksen kuvaa 2, sivu 7; 100 MHz, land path, 10% time; tämän avulla arvioidaan kentänvoimakkuus Suomen ja Venäjän maarajalla.
2. Kun lähetin sijaitsee rannikolla (<50 kilometriä rannikosta) käytetään suosituksen kuvaa 5, sivu 10; 100 MHz, cold sea path, 10% time; tämän avulla arvioidaan kentänvoimakkuus Venäjän rannikolla Suomenlahden takana (ei siis merirajalla). Tämä on normaali ITU:n käytäntö koordinoitietäisyyksiä laskettaessa. *[Suosituksessa on oma ns. mixed path-laskentamalli tilanteisiin, jossa radioaalto etenee sekä maaperän että meren yli, mutta sitä ei tässä sovelleta, koska tässä kuvattu yksinkertainen menettely antaa riittävän tarkan tuloksen niillä säteilytehoilla jotka tavallisesti tulevat kysymykseen. Venäjän rannikon etäisyydestä johtuen maarajan läheisyys tulee hallitsevaksi, vaikka meren yli radioaallon eteneminen on hiukan voimakkaampaa].*

Halutusta graafista valitaan seuraavaksi oikea käyrä. Käyrä valitaan lähetinantennin (h1) tehollisen korkeuden perustella. Suosituksen mukaan antennin tehollinen korkeus lasketaan suhteessa

keskimääräiseen maan pinnan korkeuteen etäisyydellä 3 - 15 kilometriä lähetinantennista. Jos radioamatöörin antennin korkeus tai asemapaikka ei ole poikkeuksellisen korkealla, voidaan käyttää kuvien selitteessä mainittuja korkeuksia suoraan. Käytännössä nämä käyrät lienevät 10 ja 20 metrin käyrät. Seuraavalla sivulla kuvassa 1 on esimerkki, josta tehollista lähetinantennin korkeutta on arvioitu. Kuvan tapauksessa lähetinantennin tehollinen korkeus olisi noin 100 metriä.

Jos tarkasteltuun suuntaan on lähietäisyydellä huomattava maastoeste, se vaimentaa signaalia huomattavasti. Toisaalta radioaalto leviää myös tällaisen maastoesteen ohi. Tarkempaan tarkasteluun suosituksesta löytyy omat arviointikaavansa, mutta tässä oletetaan, että amatööri pyrkii laittamana antenninsa suurin piirtein avoimeen tilaan joka suuntaan.



Kuva 1: Lähetinantennin tehollinen korkeus tarkastellaan kartasta tai maastoprofiilista välillä 3 - 15 kilometriä lähetinantennista

## 4 Esimerkkilaskelmat

### Land path-esimerkki 1:

- Lähettimen teho = 10 W
- Antennivahvistus = 0dBi maarajan suuntaan
- e.i.r.p = 10 W
- Lähetinantennin korkeus 20 metriä
- Maarajan suuntaan maasto on suunnilleen saman korkuista metsämaastoa. Puuston keskikorkeus 10 metriä.
- Lähetinantennin tehollinen korkeus siten 10 metriä

22.12.2020

- Tarkastellaan siis 10 metrin käyrää suosituksen kuvasta 2. Tarkasteltava luku 10W:n teholla on radiotaajuusmääräyksen 6 dBuV/m. Kuvassa käytetty teho on 1 kW, joten tarkasteltava kentänvoimakkuusarvo on:
  - $6 \text{ dBuV/m} + 10\log(1000/10) = 6 \text{ dBuV/m} + 20 \text{ dB} = 26 \text{ dBuV/m}$
- Tarkastellaan  $h_1 = 10$  metrin käyrää kohdasta 26 dBuV/m, jolloin saadaan etäisyydeksi noin 60 kilometriä
- Esimerkin teho, antenni ja ympäristötiedoilla etäisyys maarajaan tulee olla noin 60 kilometriä, jotta 6dBuV/m kentänvoimakkuusrajaehto täyttyy.

#### Land path-esimerkki 2:

- Tämän dokumentin kuvassa 1 tarkasteltiin, että lähetinantennin tehollinen korkeus on 100 metriä
- Oletetaan muut tiedot samaksi ja tarkastellaan kohdasta 26 dBuV/m 75 ja 150 metrin käyriä. Etäisyydeksi saadaan noin 100 kilometriä.

#### Cold sea path-esimerkki

- Lähettimen teho = 10 W
- Antenninvahvistus = 0 dBi Venäjän rannikon suuntaan
- e.i.r.p = 10 W
- Lähetinantennin korkeus 20 metriä.
- Maaston korkeus 15 metriä
- Tarkastellaan 37,5 metrin käyrää suosituksen kuvasta 5
- Tällä kertaa kohdasta 26 dBuV/m saamme etäisyydeksi noin 115 kilometriä

Vastaava etäisyys ns. land path-käyrässä olisi ollut noin 20 kilometriä vähemmän

## 5 Lisätietoja

Tero Aulanko, p. 0295 390 660

[tero.aulanko@traficom.fi](mailto:tero.aulanko@traficom.fi)

Kalle Pikkarainen, p. 0295 390 458

[kalle.pikkarainen@traficom.fi](mailto:kalle.pikkarainen@traficom.fi)

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom