



Suomen Radioamatööriliitto ry  
Kaupinmäenpolku 9  
PL 44  
00441 Helsinki

LAUSUNTO

8.4.2019

Liite: Tekniset perustelut

## Liikenne-, ja viestintävirasto

### **Viite: Liikenne-, ja viestintäviraston lausuntopyyntö komission 26 GHz:n taajuuspäätöksestä, TRAFICOM/133693/03.00.05.00/2019**

Liikenne-, ja viestintävirasto toteaa lausuntopyynnössään seuraavaa:

”EU:n radiotaajuuskomitea (RSC) on valmistellut 26 GHz:n taajuusalueetta koskevan päätöksen, jossa harmonisoidaan tekniset ehdot koskien taajuusalueetta 24,25-27,5 GHz langattomalle laajakaistalle. Päätöksessä määritellyt ehdot mahdollistavat ja määrittelevät miten 5G-verkkoja pitää EU-maissa käyttää, jotta mahdollistetaan myös muiden samalla ja viereisillä taajuusalueilla toimivien radiojärjestelmien häiriötön käyttö.”

Komission täytäntöönpanopäätöksessä (kappale 17), sekä kolmannen artiklan momentissa a) on huomioitu asianmukainen suoja (passiivisille) EESS-järjestelmille taajuusalueella 23,6–24 GHz. Kansallisella tasolla saatetaan tarvita erityistoimenpiteitä, jotta voidaan varmistaa 23,6–24 GHz:n taajuusalueella toimivien radioastronomia-asemien suojelu. Nämä toimenpiteet rajoittavat todennäköisesti täyden 26 GHz:n taajuusalueen käytettävyyttä kyseisten asemien ympärillä.

Komission päätöksessä ei ole kuitenkaan riittävästi huomioitu radioamatööriviestinnän ja radioamatöörisatelliittiviestinnän suojausta. **ITU on allokoanut Kansainvälisessä Radio-ohjesäännössä radioamatööriliikenteen ja radioamatöörisatelliittiliikenteen ensisijaisin oikeuksin taajuusvälille 24,000 – 24,050 GHz, sekä toissijaisin oikeuksin taajuusvälille 24,050 – 24,250 GHz.** Kansainvälisen käytännön mukaan ensisijaisin oikeuksin allokoitujen taajuuksien käyttäjillä on oikeus vaatia suojausta. Suojaus koskee myös radioamatööriliikennettä tämän ensisijaisilla taajuuskaistoilla. Tämäkin saattaa rajoittaa maantieteellisesti laajoilla alueilla täyden 26 GHz:n taajuusalueen käytettävyyttä kyseisten asemien ympärillä.

Alla olevat muutosesitykset perustuvat Liikenne-, ja viestintäviraston 29.3.2019 toimittamaan suomenkieliseen käännökseen komission täytäntöönpanopäätöksestä ja tämän lausunnon liitteenä oleviin teknisiin perusteluihin. **Suomen Radioamatööriliitto ry esittää**, että komission täytäntöönpanopäätöksen kappaleen (17) ensimmäinen lause muutettaisiin seuraavaan muotoon: ”Maanpäällisten langattomien sähköisten laajakaistaviestintäpalvelujen, mukaan lukien 5G, olisi 26 GHz:n taajuusalueella tarjottava asianmukainen suoja (passiivisille) EESS-järjestelmille taajuusalueella 23,6–24 GHz, **sekä radioamatööriliikenteelle ja radioamatöörisatelliittiliikenteelle taajuusalueella 24,00 – 24,05 GHz.**”

**Lisäksi Suomen Radioamatööriliitto ry esittää**, että komission täytäntöönpanopäätöksen artiklan 3 momentti a) muutettaisiin seuraavaan muotoon:

”Jäsenvaltioiden on varmistettava, että 1 artiklassa tarkoitetut maanpäälliset järjestelmät liitteessä esitettyjen sovellettavien teknisten ehtojen mukaisesti suojaavat asianmukaisesti

(a) viereisten taajuuskaistojen järjestelmät, erityisesti maantutkimuksen satelliittipalvelujen (EESS) (passiiviset) järjestelmät ja radioastronomialiikenteen järjestelmät 23,6–24,0 GHz:n taajuusalueella, **sekä radioamatööriliikenteen ja radioamatöörisatelliittiliikenteen 24,00-24,05 GHz taajuusalueella;**”

**Edelleen Suomen Radioamatööriliitto ry esittää**, että komission täytäntöönpanon tekniseen liitteeseen tehtäisiin seuraavat muutokset:

- Luvun 1. yleiset parametrit, kappaleessa 3 taajuusalue 23,6–24 GHz muutettaisiin muotoon **23,6–24,05 GHz**

- Kaavion 2 alapuolisen kappaleen teksti muutettaisiin muotoon ”Taulukoissa 4 ja 6 määritellään kaistan ulkopuoliset tehorajat tukiasemille ja päätelaitteille, jotta voidaan varmistaa maantutkimuksen satelliittipalvelujen (EESS) (passiivisten) järjestelmien suojaaminen taajuusalueella 23,6–24,0 GHz, **sekä radioamatööriliikenteen ja radioamatöörisatelliittiliikenteen suojaaminen taajuusalueella 24,00–24,050 GHz.**

- Taulukko 4: Tukiaseman ylimääräinen perustason tehoraja: Taajuusalue **23,6–24,05 GHz**

- Taulukon 4 selittävä huomautus muotoon:

”Selittävä huomautus

Kaistan ulkopuolista raja-arvoa sovelletaan **23,6–24,05 GHz:n** taajuusalueen lähetteen suurimpaan sallittuun määrään (passiivisten) EESS-järjestelmien, **sekä radioamatööriliikenteen ja radioamatöörisatelliittiliikenteen** suojaamiseksi kaikissa määrätyissä tukiasemien toimintatiloissa (suurin kaistansisäinen teho, sähköinen kallistus, kantoaaltokonfiguraatiot).”

- Taulukko 6: Päätelaitteen ylimääräinen perustason tehoraja: Taajuusalue **23,6–24,05 GHz**

Komission päätöksessä tulisi myös **spesifioida päätelaitteen perustason tehoraja.**

- Taulukon 6 selittävä huomautus muotoon:

”Selittävä huomautus

Kaistan ulkopuolista raja-arvoa sovelletaan **23,6–24,05 GHz:n** taajuusalueen lähetteen suurimpaan sallittuun määrään (passiivisten) EESS-järjestelmien, **sekä radioamatööriliikenteen ja radioamatöörisatelliittiliikenteen** suojaamiseksi kaikissa määrätyissä tukiasemien toimintatiloissa (suurin kaistansisäinen teho, sähköinen kallistus, kantoaaltokonfiguraatiot).”

Lisäperusteluina taulukon 4 **tukiaseman ylimääräinen perustason** tehoraja -42 dBW, sekä taulukon 6 **päätelaitteen ylimääräinen perustason** tehoraja -38 dBW eivät täysin suojaa radioamatööriliikennettä ja radioamatöörisatelliittiliikennettä, mutta raja-arvot ovat siedettäviä edellyttäen että radioamatööriasema on mahdollista sijoittaa riittävän kauaksi (700 m – 1100 m) häiritsevistä tukiasemista tai päätelaitteista. Taulukon 3 tukiaseman **pelkän perustason** tehoraja 4 dBm synkronoitua toimintaa varten käytännössä osuessaan radioamatöörialueelle **estää mielekkään radioamatööriliikenteen ja radioamatöörisatelliittiliikenteen noin kilometrin säteellä** tukiasemasta ja **haittaa vielä huomattavasti noin yhdeksän kilometrin säteellä** tukiasemasta. Siten myös taajuusvälillä 24,00–24,05 GHz on sovellettava **ylimääräisen perustason** vaatimusta. Radioamatööritoiminnan eräs tärkeimmistä kulmakivistä on toimiminen erittäin heikkojen signaalitasojen kanssa, kuten myös on kysymys radioastronomiassa.

#### **Yhteenveto:**

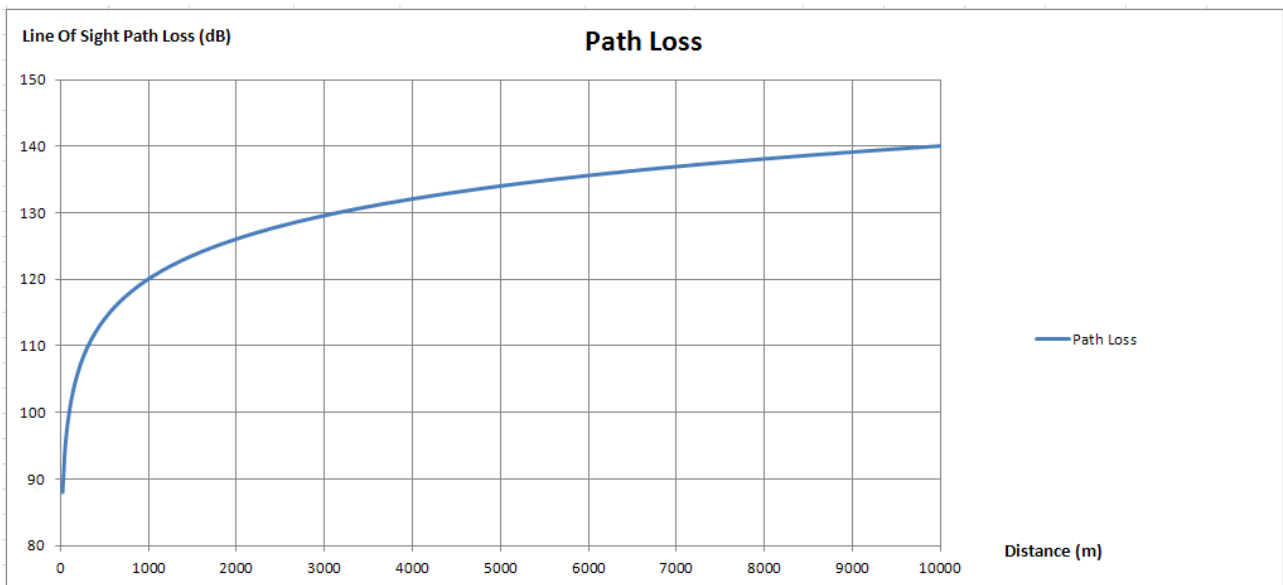
**Yllä olevien perustelujen ja oheisen teknisen liitteen perusteella on äärimmäisen tärkeätä, että komission päätöksessä huomioidaan radioamatööriliikenteen ja radioamatöörisatelliittiliikenteen suojaus määrittelemällä ylimääräiset perustason tehorajat (tukiasemat ja päätelaitteet) myös taajuusvälillä 24,00–24,050 GHz. Lisäksi ylimääräisiä perustason tehoroja tulisi soveltaa maantieteellisesti laajasti riippumatta suojausta vaativien järjestelmien sijainnista. Komission esittämiä häiriötasojen raja-arvoja 24.25–27.5 GHz kaistan ulkopuolella (ylimääräinen perustaso) ei saa missään tapauksessa tässä komission täytäntöönpanopäätöksessä enää löysentää. Jos häiriövaatimuksia ei voida muuten täyttää taajuusvälillä 24,00–24,050 GHz, saattaa kyseeseen tulla täyden 26 GHz:n taajuusalueen käytettävyyden rajoittaminen.**

Marko Wirtanen

Suomen Radioamatööriliitto ry

Määrästyöryhmän pj.

## Liite: Tekniset perustelut



Kuva 1. Vapaan tilan laskennallinen jännevaimennus 24 GHz taajuusalueella.

### Free-space path loss in decibels [\[ edit \]](#)

A convenient way to express FSPL is in terms of dB:

$$\begin{aligned}
 \text{FSPL(dB)} &= 10 \log_{10} \left( \left( \frac{4\pi d f}{c} \right)^2 \right) \\
 &= 20 \log_{10} \left( \frac{4\pi d f}{c} \right) \\
 &= 20 \log_{10}(d) + 20 \log_{10}(f) + 20 \log_{10} \left( \frac{4\pi}{c} \right) \\
 &= 20 \log_{10}(d) + 20 \log_{10}(f) - 147.55
 \end{aligned}$$

where the units are as before.

For typical radio applications, it is common to find  $f$  measured in units of GHz and  $d$  in km, in which case the FSPL equation becomes

$$\text{FSPL(dB)} = 20 \log_{10}(d) + 20 \log_{10}(f) + 92.45$$

For  $d, f$  in meters and kilohertz, respectively, the constant becomes  $-87.55$ .

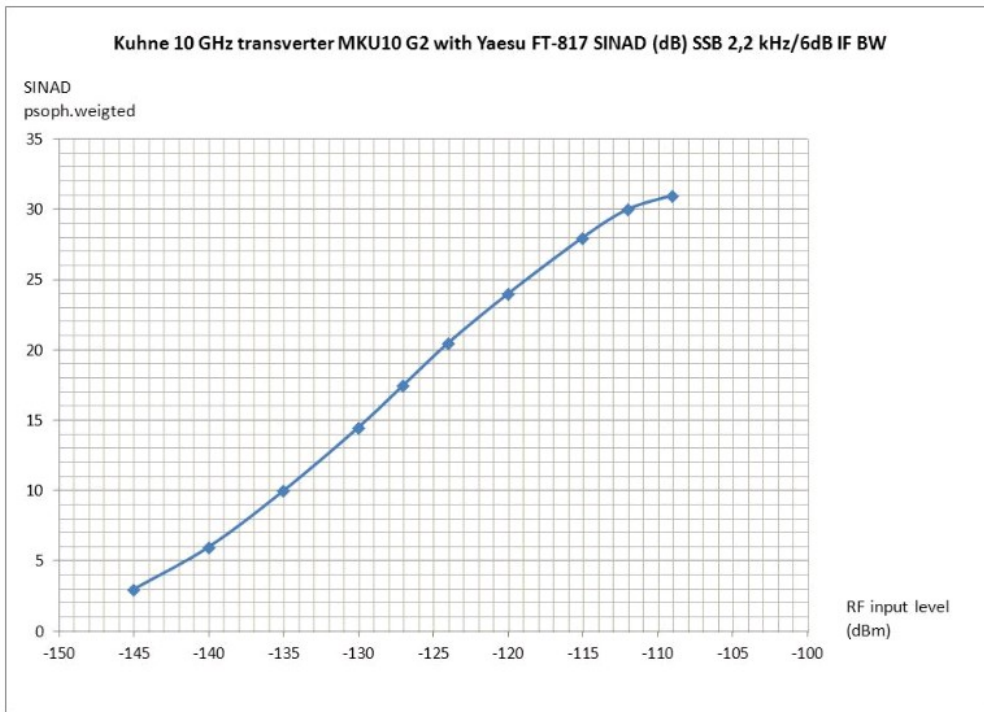
For  $d, f$  in meters and megahertz, respectively, the constant becomes  $-27.55$ .

For  $d, f$  in kilometers and megahertz, respectively, the constant becomes  $32.45$ . <sup>[5]</sup>

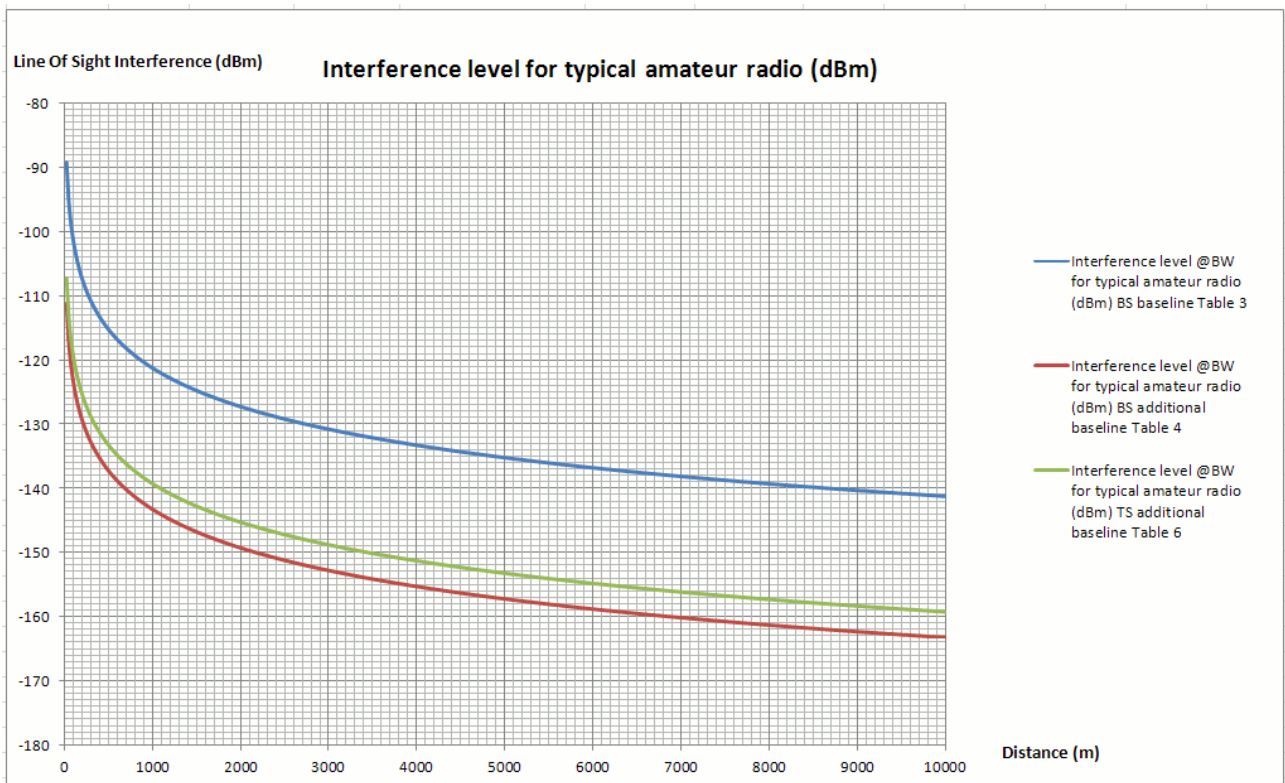
Kuva 2. Vapaan tilan jännevaimennuksen laskukaava.

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>23.6-24</b>     | EARTH EXPLORATION-SATELLITE (passive)<br>RADIO ASTRONOMY<br>SPACE RESEARCH (passive)<br>5.340 |
| <b>24-24.05</b>    | AMATEUR<br>AMATEUR-SATELLITE<br>5.150   |
| <b>24.05-24.25</b> | RADIOLOCATION<br>Amateur<br>Earth exploration-satellite (active)<br>5.150                     |

Kuva 3. Ote ITU:n radio-ohjesäännön taulukosta. 24-24,05 GHz ensisijaisin oikeuksin radioamatööri liikenteelle, ja 24,05-24,250 GHz toissijaisin oikeuksin radioamatööri liikenteelle. Alaviite 5.150 yhteiskäytöstä koskee saman taajuusvälin ISM-sovellutuksia (industrial, scientific and medical).



Kuva 4. Tyypillisen mikroaaltoalueen radioamatööriaseman vastaanottimen herkkyys käytettäessä analogista puheviestinnän SSB lähetettä.  $1 < \text{SINAD} < 12\text{dB}$  alue soveltuu sähkötykseen ja kapeakaistaisiin datalähetteisiin, ja  $\text{SINAD} > 12\text{dB}$  soveltuu analogisiin puhelähetteisiin.



Kuva 5. Komission päätöksen teknisen liitteen taulukoiden 3, 4 ja 6 vaatimusten mukaisten tukiasemien ja päätelaitteiden aiheuttamat laskennalliset häiriöt tyypilliselle radioamatööri ja radioamatöörisatelliittiliikenteelle etäisyyden funktiona käyttäen laskennassa alla mainittuja oletusarvoja.

### Laskennassa käytetyt oletusarvot:

Komission päätöksen teknisen liitteen häiriöiden raja-arvot muunnettuna radioamatööriliikenteen SSB kaistanleveydelle 2,4 kHz:

Taulukko 3, tukiasema perustaso @ 50 MHz:  
 $+4\text{dBm} - 10 \cdot \log(50000/2,4) = -39\text{dBm} @ 2,4\text{kHz}$

Taulukko 6, päätelaite ylimääräinen perustaso @ 200 MHz:  
 $-38\text{dBW} - 10 \cdot \log(200000/2,4) = -87\text{dBW} @ 2,4\text{kHz} = -57\text{dBm} @ 2,4\text{kHz}$

Taulukko 4, tukiasema ylimääräinen perustaso @ 200 MHz:  
 $-42\text{dBW} - 10 \cdot \log(200000/2,4) = -91\text{dBW} @ 2,4\text{kHz} = -61\text{dBm} @ 2,4\text{kHz}$

-Päätelaitteen ja tukiaseman antennit ympärisäteilevät, vahvistus 0 dBi.

-Radioamatööriaseaman antennin vahvistus 60 cm paraboloidiantennille 40 dB.

-Kaapelivaimennukset (tukiasema/päätelaite, sekä radioamatöörin laitteisto) 1 dB.

-Line of Sight/Free Space Path Loss jännevaimennus kun radioamatööriaseaman sijainti katolla (roof-top) tai korkean mäen päällä (top-hill).

### Laskennalliset johtopäätökset:

Radioamatööriliikenteen mielekäs harjoittaminen 24 GHz mikroaaltoalueen erittäin heikoilla signaalitasoilla edellyttää että häiriöiden vastaanotettu signaalitaso on  $< -120\text{ dBm}$ . Häiriöt ovat vielä haitallisia häiriöiden vastaanotetuilla signaalitasoilla  $-140\text{ dBm} \dots -120\text{ dBm}$ .

Komission täytäntöönpanopäätöksen **tukiaseman perustaso +4 dBm** osuessaan radioamatööriliikenteen kaistalle tekee radioamatööriliikennöinnin **epämielekkääksi 875 m säteellä tukiasemasta, ja aiheuttaa haitallista häiriötä radioamatööriaseaman vastaanotolle vielä 8,7 km säteellä tukiasemasta** kuvan 4 mukaisesti.

Komission täytäntöönpanopäätöksen **tukiaseman ylimääräinen perustaso -42 dBW** osuessaan radioamatööriliikenteen kaistalle tekee radioamatööriliikennöinnin **epämielekkääksi 75 m säteellä tukiasemasta, ja aiheuttaa haitallista häiriötä radioamatööriaseaman vastaanotolle vielä 700 m säteellä tukiasemasta** kuvan 4 mukaisesti.

Komission täytäntöönpanopäätöksen **päätelaitteen ylimääräinen perustaso -38 dBW** osuessaan radioamatööriliikenteen kaistalle tekee radioamatööriliikenteen **epämielekkääksi 125 m säteellä päätelaitteesta, ja aiheuttaa haitallista häiriötä radioamatööriaseaman vastaanotolle vielä 1100 m säteellä päätelaitteesta** kuvan 4 mukaisesti.

Mikäli radioamatööriaseama sijaitsee samalla katolla tai naapuritalon katolla alle 75 m säteellä tukiasemasta, komission täytäntöönpanopäätöksen **tukiaseman ylimääräinen perustaso ei riitä**, ja käytännössä **roof-top** radioamatöörityöskentely ei ole tällöin mielekäästä.

**Tukiaseman ylimääräisen perustason** tilanteessa häiriintynyt **top-hill** työskentely on mielekäästä mikäli radioamatööriaseaman ja tukiaseman välimatka on suurempi kuin 75 m, ja häiriötön työskentely on mahdollista vasta 700 m etäisyydellä tukiasemasta. Jos tukiasemaan sovellettaisiin **pelkkää perustason vaatimusta**, radioamatöörin **top-hill** työskentely olisi **epämielekkääksi 875 m säteellä ja häiriintynyttä vielä 8,7 km säteellä**.