

## 1.0 Etenemisen luonne

Eteneminen Kymmenen gigahertsin taajuudella alkaa lähettä valon ominaisuuksia.

## 1.1 Tropoeteneminen

Yksinkertaisin etenemismuoto on tropoeteneminen, joka on mahdollista ainakin seuraavilla tavoilla:

- \* Näkösuora eli asemien välillä on vapaa radio-näkyvyys tai korkeintaan vain vähäinen este. Esteiden vaikutus on verrannollinen esteen korkeuden ja radioaaltokimpun säteen suhteeseen.
- \* Merikerrostuminen eli ilman taitekerroin muuttuu korkeuden mukana voimakkaasti, jolloin radioaalto ponnahtelee ko. kerroksen ja merenpinnan välillä. Vaimennus on tavallisesti huomattavasti pienempi kuin samanmittaisella vapaan tilan jänteellä, koska aalto pääsee hajoamaan vain yhteen suuntaan.
- \* Maakerrostuminen, joka on samantapainen kuin edellinen. Esiintyy kuitenkin harvoin. Säännöllisin esiintymisajankohta on kesäaikaan aamuyöstä.

## 1.2 Troposkatteri

Kaukoesteiden yli pääseminen vaatii enemmän enemmän energiaa, kuin esteen reunasta voi sirota. Ilmakehä sisältää aina jonkin verran epäpuhtauksia tai kosteutta, jotka aiheuttavat sirontaa kaikkiin suuntiin. Sironneiden signaalien voimakkuudet ovat käyttökelpoisia useiden satojen kilometrien etäisyyksiin asti. Vaimennus riippuu sirontakulman suuruudesta ja sironta-alueen kokonaistilavuudesta.

## 1.3 Heijastuminen

Heijastuminen voi tapahtua maastoesteistä, kulkuvälineistä tai taivaankappaleista.

- \* Tavallisin heijastumisen hyväksikäyttö on ns. periskooppiantenni. Sopivalla heijastimen etäisyyden ja halkaisijan valinnalla voidaan saavuttaa muutaman desibelin vahvistus syöttöantenniin verrattuna.
- \* Lentokoneet saattavat tulla kysymykseen heijastuskohteina myös amatööriyhteyksissä.
- \* Kuun käyttäminen heijastimena 10 GHz:llä on amatöörien laitteilla suuren työn takana suuren etäisyyden ja pinnan epätasaisuuden takia.

## 2.0 Työskentely

Työskentelymahdollisuudet esitetyjä etenemistapoja käyttämällä riippuvat käytettävien laitteiden ominaisuuksista. Seuraavassa on vaativuusjärjestyksessä eri etenemistavat.

## 2.1 Tropoeteneminen

Tropoeteneminen on varmasti yksinkertaisinta, eikä vaadi laitteilta juuri muuta kuin toimivuutta. Maastoesteet määräävät käytännössä täysin saavutettavat yhteysetäisyydet.

- \* Näkösuora voidaan Suomen olosuhteissa saavuttaa vain hyödyntämällä luonnon tai ihmisen muokkaamia korkeita paikkoja.
- \* Mäet ovat teoriassa hyviä työskentelypaikkoja. Käytännössä on kuitenkin osoittautunut, että puusto hyvin usein rajoittaa avointa näkyvyyttä juuri haluttuun suuntaan.
- \* Tornit ovat tässä mielessä huomattavasti parempia paikkoja, sillä yleensä ne on rakennettu nimenomaan parantamaan näkyvyyttä horisonttiin.
- \* Meri ja heijastava kerros ovat houkuttelevia työskentelykohteita. Vielä ei ole kuitenkaan löytynyt Suomen rannikolta oikein paikkaa, josta olisi vapaa näkyvyys yli meren riittävän pitkälle ilman väliin tulevia saaria.

### 2.1.1 Laitevaatimukset

Laitteiden tärkeimmät vaatimukset ovat:

- Toimivuus
- Yhteensopivuus vasta-aseman kanssa
- Riittävän tarkka tieto taajuudesta
- Suunta vastaasemalle

## 2.2 Heijastumat

Heijastumien kautta on mahdollista saada aikaan lyhyitä yhteyksiä, jotka suoraan olisivat mahdottomia. Heijastumiskohdasta alkaa periaatteessa uusi yhteysväli, joten vaimennus on karkeasti verrannollinen etäisyyden neljanteen potenssiin tavallisen toisen potenssin asemesta.

- \* Maastoheijastumat eivät yleensä ole kovin hyviä, mutta rakennuksien seinämät ja vastaavat rakennelmat antavat mukavan kaiun.
- \* Lentokoneet saattavat olla käyttökelpoisia myös 10 GHz:llä. Ainakin 23 sentillä on saatu mukavia tuloksia.
- \* Kuuheijastus lienee utopiaa.
- \* Nopeustutka on eräs heijastumien käyttötapa. Amatöörien käyttämät laitteet mahdollistaisivat ainakin yli kilometrin etäisyydeltä tapahtuvat nopeusmittauksen. Dopplersiirtymä tulee esiin myös portaapelityöskentelyssä aseman liikkuaessa.

#### 2.2.1 Laittevaatimukset

Laittevaatimukset ovat samantapaiset kuin suorassakin tropoetenemisessä.

#### 2.3 Troposkatteri

Troposkatteri on ilmeisesti paras ratkaisu pitkiin yhteyksiin Suomen maasto-olosuhteissa. Lähimaaston tulee olla kuitenkin täysin vapaata mahdollisimman pitkälle.

#### 2.3.1 Laittevaatimukset

Laitteille asetetaan varsin kovat vaatimukset, sillä tyypillisesti täytyy voittaa 220 dB:n vaimennus. Laittevaatimukset voisivat olla seuraavat:

- Lähetysteho yli 10 mW
- Hetkellinen taajuusstabiilisuus kilohertsin luokkaa
- Taajuustarkkuus kymmeniä kilohertsejä tai mieluummin vain kilohertsejä
- Vastaanottimen kaistaleveys muutama kilohertsi
- Vastaanottimen kohinakerroin alle 12 dB
- Antennin vahvistus yli 35 dB eli metrin suuruusluokkaa
- Tarkka suunta vasta-asemalle

### 3.0 Saavutetut tulokset

- \* Tropoetenemisellä on saatu 70 km pitkiä yhteyksiä välillä Sinivuori-Miemala. Laitteiden kaistaleveys on 15 kHz ja lähetystehot 10...70 mW. Antenni toisessa päässä oli 1,2 m, mutta toinen antenni oli vain n. 20 dB:n torviantenni.

Leveäkaistataajuusmodulaatiolla on saatu lähes yhtä pitkiä yhteyksiä. Laitteiden kaistaleveys on ollut 150 kHz ja antennit n. 40 cm halkaisijaltaan.

- \* Troposkatteriyhteyksiä on onnistuttu ajamaan vain yksi kappale välillä Sinivuori-Erkylä. Laitteiden kaistaleveys on 15 kHz ja lähetystehot 10...70 mW. Antennit olivat 1,2 m.

- \* Muut etenemismuodot odottavat vielä valloittajiaan.