

Ins. J. HOLOPAINEN:

Yleisradioasemien kuuluvaisuudesta vuonna 1949

Yleisradiotoimintaan kuuluu myös tietää kuinka laajalla alueella maan kukin yleisradioasema on kuultavissa. Kuuluvaisuus määritellään jännitteenä, jonka lähetysaseman säteilemä sähkömagneettinen kenttä pystyy synnyttämään vastaanottoantennissa. Jännitteen suuruus voidaan mitata erityisillä tarkoitusta varten rakennetuilla ns. **kenttävoimakkuusmittareilla**. Radioaseman antennista lähtevä säteily jaetaan kahteen päälajiin: horisontaali- ja vertikaalisäteilyyn. Käytännössä näitä säteilylajeja kutsutaan vastaavasti pinta-aalloiksi ja avaruusaalloiksi.

Nimensä mukaisesti pinta-aalto etenee lähetysantennista vastaanottoantenniin maan pintaa pitkin tai lähellä sitä, kun taas avaruusaalto saapuu antenniin ylempien ilmakerrosten heijastavien osien kautta. Riippuen siitä kumpi aalto vastaanottopaikalla on vallitsevana jaetaan yleisradioaseman kuuntelualue osiin.

1) **Lähikuuntelualue**, jossa pinta-aalto on vallitseva eli tällä alueella on lähetysaseman kenttävoimakkuus niin suuri, että kuuntelua voidaan pitää hyvänä kaikkina vuorokauden aikoina.

2) **Häipymisalue**, jolla pinta-aallon lisäksi myös avaruusaalto alkaa vaikuttaa. Avaruusaalto saapuu vastaanottimeen ylempien ilmakerrosten heijastavien osien kautta. Nämä heijastavat osat ns. ionisaatiokerrokset voivat olla alempana tai ylempänä. Niiden korkeus siis vaihtelee, mistä johtuen avaruusaaltokin saapuu vastaanottopaikalle milloin voimakkaampana milloin heikompana. Samasta syystä voi avaruusaallon kuulla joko samanvaiheisena, vastakkaisvaiheisena tai erivaiheisena pinta-aallon kanssa. Jos molemmat aallot ovat samanvaiheisia, on vastaanotettavan aseman kenttävoimakkuus normaalia suurempi. Jos taas aallot ovat vastakkaisvaiheiset, on kenttävoimakkuus pienempi ja voi alentua nollaankin siinä tapauksessa, että molemmat aallot ovat yhtä voimakkaat. Jos taas saapuvat aallot ovat erivaiheisia, niin huomataan, että kuunneltavan aseman kenttävoimakkuus muuttuu, mutta myös ohjelman toistossa enemmän tai vähemmän vääristymistä.

Varsinkin hämärän ja pimeän aikana, jolloin ionisaatiokerrosten korkeus ilmakehässä huomattavasti vaihtelee, voi radioaseman häipymisalueella kuuntelu muodostua hyvin ikäväksi. Häipymisalueen leveys esim. 300 metrin aallolla on amerikkalaisten mittausten mukaan päivän aikana n. 100 km ja se alkaa tavallisesti n. 110 km päässä radioasemasta siirtyen lähemmäksi pimeän aikana. Omien mittaustemme mukaan voi häipymisalue esim. 200 metrin aallolla hämärän aikana alkaa jo n. 20 km päässä lähetysasemalta. Pitkääaaltoalueella on häipymisalue leveämpi ja sijaitsee jonkun verran kauempana kuin keskipitkillä aalloilla. Mitään yleisluontoista tarkkaa rajaa ei häipymisalueelle voida määritellä, sillä se on kokonaan riippuvainen ylempien ilmakerrosten ionisaatiotilasta, joka on yleensä jatkuvan vaihtelun alaisena. Kuunneltavan aseman voimakkuusvaihtelut ovat suurimmat häipymisalueen keskellä. Voimakkuus, vaihteluiden suuruus riippuu myös paljon lähetysaseman antennirakenteesta ja vaihtelut ovat paljon suurempia esim. T-antennilla kuin pystysuoralla antennilla.

Edellytykset DX-kuuntelulle

Kaukokuuntelualue, jolla avaruusaalto on vallitsevana, voidaan harrastaa siis myös ns. kaukokuuntelua. Tällä alueella on kuunteleminen yleensä hyvin epävakaa voimakkuusvaihteluiden ja vääristymisen takia.

Voimakkuusvaihtelut aiheutuvat etupäässä ionisaatiokerrosten korkeusvaihteluiden takia. Kun kerros on ylempänä, saapuu avaruusaalto perille heikompana. Tällöin voi alueelle lähetysasemalta heikkona saapuva pinta-aaltokin yhdessä avaruusaallon kanssa aiheuttaa paitsi voimakkuusvaihtelua, myös vääristymistä. Voimakkuusvaihtelut voivat aiheutua myös vastaanottoantennin ympärillä olevan sähkömagneettisen kentän kääntymisestä. Kuuluvaisuus on paras silloin, kun sähköinen kenttä värähtelee antennin suunnassa, jolloin antenniin syntyy suurin jännite. Kentän kääntyessä vastaanottojännite pienenee. Tästä aiheutuu lyhytaikaisia voimakkuusvaihteluita. Myös sähkömagneettisen kentän imeytymisvaihtelut ionosfäärissä aiheuttavat voimakkuusvaihteluita kuuntelussa. Imeytymisvaihtelut aiheutuvat ionosfäärin jatkuvasta muutostilasta. Eritavoin heijastuneet aallot aiheuttavat erivaiheisuutensa takia myös vääristymistä kuuntelussa.

Yleisradiolle on tärkeätä tietää sen alueen laajuus lähetysasemien ympärillä, jolla kuuluvaisuus on hyvä. Kuuluvaisuutta pidetään hyvänä, jos se on häiriövapaata. Lähetysaseman kenttävoimakkuuden täytyy siis kuuntelupaikalla jatkuvasti olla paljon suurempi kuin kaikenlaisten häiriöiden samalla aaltopituudella synnyttämät häiriöjännitteet. Häiriöitä synnyttävät toiset samalla tahi viereisillä aaltopituuksilla työskentelevät radioasemat, sekä erilaiset sähkökojeet ja laitokset johtoineen. Kuunneltaessa asemaa kauempana voivat myös ilmakehän aiheuttamat sähköiset häiriöt vaikeuttaa hyvää kuuntelua. Edellisestä lienee jo selvinnyt, että hyvällä kuuntelualueella on vaikuttavana tekijänä lähetysaseman suora säteily, siis pinta-aalto. Tästä syystä kenttävoimakkuusmittauksissa tutkitaankin etupäässä aseman pinta-aallon synnyttämää kenttävoimakkuutta. Suora säteily ulottuu häiriintymättömänä kauemmaksi päivällä kuin yöllä ja hämärän aikana. Epävakainen aika alkaa jo ennen auringon laskua ja jatkuu jonkin verran auringon nousun jälkeen. Tästä syystä aletaan kenttävoimakkuuden mittauksia suorittaa yleensä noin kaksi tuntia auringon nousun jälkeen ja lopettaa ne noin kaksi tuntia ennen auringon laskua. Tarkkaa rajaa tässä suhteessa ei voida asettaa ja huomataankin tämä parhaiten käytännössä siitä, että suoritettaessa mittauksia esim. myöhään iltapäivällä ilmenee mitattavan aseman kenttävoimakkuudessa häipymistä vaikka voimakkuus aikaisemmin päivällä on pysynyt vakavana. Tällöin on tietenkin jätävä odottamaan seuraavaa päivää.

Kenttävoimakkuudet mitataan milli- tai mikrovoltteina vastaanottoantennin tehollisen korkeuden pituusyksikköä, yhtä metriä kohti ($1 \text{ mV/m} = 0,001 \text{ V/m}$ ja $1 \text{ uV/m} = 0,000\,001 \text{ V/m}$). Suuritehoisten asemien lähellä, jossa kenttävoimakkuus on suuri, lausutaan jännite voltteina metriä kohti, siis V/m. Etäännyttäessä lähetysaseman antennista suoraviivaisesti, heikkenee kenttävoimakkuus aluksi eksponentiaalisesti muuttuen heikkeneminen potenssikäyrän kautta lähes suoraviivaiseksi matkan jatkuessa.

Amerikkalaisen määritelmän mukaan pidetään kuuluvaisuutta hyvänä, jos lähetysaseman sähkömagneettisen kentän synnyttämän jännitteen suuruus vastaanottoantennissa on kaupungeissa $10 - 25 \text{ mV/m}$, kylissä ja asuntoryhmissä $2 - 5 \text{ mV/m}$ ja maalaistaloissa $0,1 - 0,5 \text{ mV/m}$. Mainitut arvot ovat jonkinlaisia keskiarvoja, sillä esim. kaupungeissa voivat raitiovaunutkin aiheuttaa niin suuria häiriöjännitteitä, että jonkin yleisradioaseman

moitteettomaan kuunteluun tarvitaan pari kolme kertaa suurempi kenttävoimakkuus kuin mitä edellä on sanottu. Mainittiin, että kauempana lähetysasemasta kenttävoimakkuus heikkenee lähes suoraviivaisesti matkan jatkuessa. Tämä tarkoittaa sitä, että etäännyttäessä radioasemasta aina määrätyn pituinen matka, aseman kenttävoimakkuus heikkenee kullakin matkaosuudella suhteellisesti aina saman verran.

Näin on asianlaita teoreettisesti, jolloin edellytetään, että maan aiheuttama vaimennus sähkömagneettiselle säteilylle on joka paikassa yhtä suuri pysyen siis vakiona. Käytännössä ei kuitenkaan asianlaita ole näin, sillä mainittu vaimennus on kokonaan riippuvainen maanpinnan laadusta. Metsäinen maasto aiheuttaa paljon suuremman vaimennuksen kuin avonaiset niityt ja pellot. Samoin mäet ja soraharjut heikentävät kuuluvaisuutta kuten myös kaupungit ja tiheät asutusryhmät. Vesien, varsinkin suolaisten vesien ylitse on kuuluvaisuus paljon parempi kuin maan yli. Mentäessä pois päin lähetysasemasta voi aseman kenttävoimakkuus jollakin seudulla alentua hyvin pieneksi ja jatkettaessa matkaa samaan suuntaa, se voi taas nousta niin, että kauempana asemasta voidaan saada suurempi arvo kenttävoimakkuudelle kuin lähempänä asemaa.

Prof. Millikan selittää tämän siten, että asema säteilee antennistaan joka suuntaan teoreettisesti lasketun sähkömagneettisen kentän, jonka voimakkuus heikkenee etäisyyden kasvaessa teorian mukaisesti ja joka todellakin on olemassa kullakin paikalla muutaman kilometrin korkeudella maan pinnasta. Jos nyt maan pinta jollakin paikalla aiheuttaa suhteettoman suuren vaimennuksen sähkömagneettiselle säteilylle, niin kenttävoimakkuusmittauksia suoritettaessa tällä paikalla saadaan pienempiä arvoja kuin kauempana sijaitsevalla paikalla, jossa vaimennus pienempi. Niinpä mentäessä esim. suuren järven yli saadaan mittaustuloksiksi järven takarannalla yleensä suurempia arvoja kuin vastakkaisen rannan maastossa, joka sijaitsee lähempänä lähetysasemaa.

Länsi- ja Lounais-Suomessa on kuuluvaisuus huomattavasti parempi kuin muualla maassamme. Tämä johtuu suurista viljelysaukeamista, alavasta maasta (vanhaa meren pohjaa) ja monista joista. Sähkömagneettisen kentän vaimennus on suuresti riippuvainen myös lähettävän aseman jaksoluvusta siten, että pienillä jaksoluvuilla (pitkillä aalloilla) vaimennus on paljon pienempi kuin suurilla (keskipitkillä ja lyhyillä aalloilla). Myös lämpötilan muutokset varsinkin pitemmillä matkoilla vaikuttavat suuresti kenttävoimakkuuteen. Kylmällä ilmalla on kenttävoimakkuus suurempi kuin lämpimällä. Lämpötilan muutoksen aiheuttamat kenttävoimakkuusvaihtelut riippuvat myös lähettävän aseman jaksoluvusta. Ilmakehän kosteus, pilvisuus, kaste ja ilmassa olevan vesihöyryn paine eivät sen sijaan aiheuta suurempia voimakkuusvaihteluita tavallisilla yleisradioaalloilla. Sen sijaan on ilmanpaineella yöaikana vaikutusta kuuluvaisuuteen. Jos sekä lähettävä asema että vastaanottopaikka sijaitsevat samalla matalapainealueella, on kuuluvaisuus yöaikana parempi kuin päivällä. Korkeapaineen vallitessa voi kuuluvaisuus yöaikana heikentyä hyvin huomattavastikin.

Amerikkalaiset ovat suorittaneet tässä suhteessa monivuotisia jatkuvia tutkimuksia kahden paikkakunnan välillä ja käyttäneet ilmanpaineen aiheuttamia kenttävoimakkuusvaihteluita hyväkseen jopa sääennustuksissakin ja ilmoittavat päässeensä tässä suhteessa eräänä vuonna 90 % varmuuteen. Mainittakoon tässä, että aivan lyhyet aallot, senttimetri-, desimetri- ja jonkun metrin pituiset aallot ovat huomattavasti riippuvaisia ilmakehän sääoloista. Luotettavien ekvipotentiaalikäyrien (saman jännitteisten käyrien) saamiseksi on kenttävoimakkuuden mittaukset suoritettava vähintään kahdeksaan eri suuntaan mitattavasta asemasta. Joka suunnassa otetaan mittauksia lähellä

asemaa tiheämmin kuin kauempana. Kunkin suunnan mittaustulosten perusteella piirretään ns. kenttävoimakkuuskäyrä, josta heti nähdään kenttävoimakkuuden suuruus määrättyyn suuntaan eripituisten matkojen päässä mitatulta asemalta. Näistä käyristä on helppoa piirtää ekvipotentiaalikäyrät aseman ympärille.

Myös voidaan näistä käyristä laskea maan aiheuttama vaimennus sähkömagneettiselle säteilylle aseman jaksoluvulla eri suuntiin asemasta. Saadaan siis maan vaimennuskertoimien arvot. Määrätyissä tapauksissa on suoritettava kenttävoimakkuusmittauksia myös pitkin aseman ympärille piirrettyä ympyränkaarta, siis kulkien eteenpäin, mutta pysytellen aina saman välimatkan päässä asemasta. Tämä tulee kysymykseen tutkittaessa maan vaimennusta seudulla, jolla kenttävoimakkuus vaihtelee tavallista enemmän. Myös kun tutkitaan suunnatun aseman kenttävoimakkuutta, sekä mitattaessa hyvin lyhyitä (televisio-) aaltoja, tulee tämä mittaustapa usein kysymykseen.

Lahden radioaseman kuuluvaisuudesta

Kesällä 1949 Yleisradion toimesta suoritetuissa kenttävoimakkuusmittauksissa olivat mittauskohteina kaikki yleisradioasemamme. Useimmat niistä lähettävät nykyisillä aaltopituuksillaan viimeistä vuottaan, sillä uusien kansainvälisten sopimusten mukaan muutetaan aaltopituudet maalisk. 15 p:nä 1950. Vertailun vuoksi on tärkeätä tietää asemiemme kuuluvaisuus myös entisillä aalloillaan.

Mittaukset suoritettiin heinä-syyskuussa ja onkin käytännöllisistä syistä kenttävoimakkuusmittaukset maassamme suoritettava kesän aikana. Mittarina oli amerikkalainen kenttävoimakkuusmittari RCA type 308-B. Mittari painaa kaikkine laitteineen n. 40 kg ja siksi on mittauspaikaksi valittava avonainen paikka, josta etäisyyden metsään, puhelinlankoihin, asutusryhmiin ym. häiritseviin tekijöihin on oltava vähintään 90 m. Kysymykseen tulevat siis etupäässä niityt ja pellot, joille pääseminen talven aikana tuottaisi usein hankaluuksia. Talvimittaukset antaisivat muutenkin liian optimistisia tuloksia johtuen ilmakehän alhaisesta lämpötilasta. Lahden yleisradioaseman kenttävoimakkuutta mitattaessa huomattiin, että maan vaimennus on suurin mentäessä Lahdesta koilliseen päin.

Pienimmäksi osoittautui vaimennus matkalla Lahti-Mäntsälä-Helsinki. Pohjoiseen päin mentäessä huomataan Päijänteen vaikutus Lahdesta aina 120 km päähän, samoin kauempana alue 220 kilometristä aikaen 280 km:in, jossa ilmeisesti Keiteleen vesialue pitää kuuluvaisuuden hyvänä. Erikoisesti havaitaan kuuluvaisuuden olevan hyvän Lounais- ja Länsi-Suomessa kun taas Savossa, matkalla Kuopio-Kajaani-Meteli on kuuluvaisuus heikompaa kuin Oulun suunnassa yhtä suurilla etäisyyksillä Lahdesta. Itä-koillisessa huomataan Saimaan vesistön vaikutus. Kuten sanottu, kaikki käyrät ovat piirretyt mittaustulosten keskiarvojen mukaan, vaikka poikkeamat ovat yleensä hyvin pieniä.

On löytynyt kyllä paikkoja hyviltäkin kuuluvaisuusalueilta, joissa kenttävoimakkuus on ollut edellytettyä huomattavasti heikompaa samoin kuin heikommilla kuuluvaisuusalueilla on saattanut joissakin yksityistapauksissa olla huomattavan suuri kenttä. Mahdollisia malmikenttien aiheuttamia muutoksia kenttävoimakkuudessa ei ole ehditty vielä tutkia. Mainittakoon vielä, että Lahden kuuluvuuskuvioon on pilkkuviivoilla merkitty ne matkat, joilla Lahtea on myös mitattu, vaikkakaan ne eivät ole radiaalisessa suunnassa asemalta katsottuna.

Muiden yleisradioasemiemme kenttävoimakkuusmittaukset sivuutan tässä selvityksessä kuten myös kuuluvuuden teoreettisen puolen. Sen jälkeen kun

yleisradioasemiemme sopimusten mukaiset aaltopituusmuutokset saadaan suoritettua ja asian vaatimat kenttävoimakkuusmittaukset ensi kesänä uudelleen tehtyä, on tarkoituksena palata asiaan lähemmin. Sähkömagneettisten aaltojen etenemiskysymyksiä on tutkittu paljon sekä teoreettisesti että käytännössä ja tutkitaan edelleen. Tutkimusten tuloksia on julkaistu varsin runsas valikoima. Niiden, jotka haluavat syventyä lähemmin näihin kysymyksiin, olisi syytä tutkia am. julkaisuja. Useimmat julkaisut sisältävät lisäksi laajan asiaa koskettelevan lähdekirjallisuusluettelon.

Ylöstalo, V.: Radiotekniikan oppikirja,
Rissanen, J.: Radioteknikon opas,
Rolf, B.: Numerical Discussion of Prof. Sommerfeld's Attenuation
Formula for Radio Waves,
Burrows, Charles R.: Radio propagation over Spherical Earth,
Fitch, William A. and Duttera, William S.: Measurements of Broadcast
Coverage and Antenna performance,
Fitch, William A.: Field-strength prediction Charts Based on
Sommerfeld's Formula,
Gracely, Frederick R.: Temperature Variations of Ground-Wave Signal
Intensity at Standard Broadcast Frequencies,
Bramslev, G.: Udbredelsesforholdene I Danmark for radiobølger i
området 500-1500 kHz

Vanhan muistion stilisoi Kari Kallio, Lahti