

Harold Beverage ja Atlantin yli kuuleva korva

Jorma Mäntylä, Kangasala

Kantoaallon juhlanumerossa voi tarkastella mennyttä ja arvioida mitä sieltä on opittavaa. Lehden kaikkein luetuimpia artikkeleita on numerossa 5/1993 julkaistu artikkeli *Lyhyt Beverage-antenni - ratkaisu tilaongelmalle*. Netissä julkaistu jälkipainos on ollut luettavana 28 vuotta osoitteessa www.kaapeli.fi/~jmantyla/ka593.htm

Artikkelia ovat hyödyntäneet niin dx-kuuntelijat kuin radioamatöörit. Se löytyy monen hamssin 160 metrin bandia käsittelevien artikkelien viitteistä (1). Kuluneen 28 vuoden aikana on kertynyt paljon lisätietoa erikoisesta Beverage-antennista. Tämä artikkeli on vuoden 1993 jatko-osa. Tarkastelen antennin historiaa, päätevastusta ja maastosta saatuja kokemuksia kuluneitten vuosien ajalta.

I maailmansota ja sukellusvene U-151

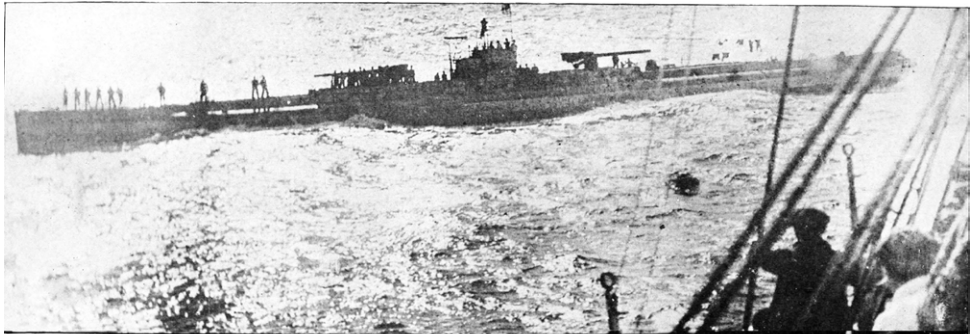
Beverage-antennin keksijä on yhdysvaltalainen radioinsinööri **Harold H. Beverage** (1893-1993). Hän eli pisimpään alkuperäisistä radion keksimiseen osallistuneista tutkijoista ja tunsikin mm. **Guglielmo Marconin** sekä **Albert Einsteinin**. Antenni kehitettiin yhteyskokeissa, joita Yhdysvalloissa tehtiin New Jerseyssä sekä New Yorkin Long Islandin saarella I maailmansodan aikana ja 1920-luvun taitteessa.

Radioliikenne 1900-luvun alussa toimi matalilla taajuuksilla 14-1500 kHz. Yli 1500 kHz eli alle 200 metrin aallonpituuksia pidettiin käyttökelvottomina ja ne annettiin radioamatöörien vapaaseen käyttöön. Euroopan ja Amerikan väliset

yhteydet hoidettiin merenalaisin kaapelein sekä radioyhteyksin, jotka toimivat erittäin pitkillä aalloilla 14-26 kHz. Lähetyksissä käytettiin kilometrien mittaisia lanka-antenneja ja jopa 200 kW lähetystehoja. Silti yhteydet Atlantin yli olivat epävarmoja (2).

Ensimmäisen maailmansodan aikana Saksa uhkasi katkaista Atlantin pohjassa kulkevat merikaapelit sukellusveneiden avulla. Yhdysvallat oli mukana maailmansodassa ympärysvaltojen puolella. Euroopan ja Yhdysvaltojen välisen yhteyden katkeaminen olisi ollut katastrofi.

Toukokuussa 1918 saksalainen sukellusvene U-151 *Kreuzer* onnistui katkaistamaan New Yorkin ja Kanadan Nova Sco-



GERMAN U-151 AT SEA.

Taken from the Spanish passenger steamer Isabel de Bourbon.

tian välisen merikaapelin. Se oli ympärysvalluille hälytyskello. Saksa todella pystyi katkomaan tärkeitä tietoliikenneyhteyksiä.

Molemmilla mantereilla koottiin ajan parhaat radioinsinöörit tutkimusryhmiin, joille annettiin tehtäväksi kehittää luotettava radioyhteys Atlantin yli saksalaisten konnankoukkujen varalta. Yhdysvalloissa tutkimus- ja koeradioasemat rakennettiin New Yorkin Long Islandin saarelle sekä New Jersey New Brunswickiin.

Yhteyksikeissa testattiin erilaisia antennejä. Long Islandin Riverheadissa Harold Beverage huomasi, että pitkälanka-antennin suuntakuvio muuttui voimakkaasti, kun antenni maadoitettiin toisesta päästä. Noin 500 ohmin vastuksella maadoitettu antenni otti huomattavasti herkemmin vastaan kaukosignaaleja langan suunnassa kuin pelkkä pitkälanka-antenni.

Ilmiötä alettiin tutkia. Tulokset julkistettiin viisi vuotta sodan päättymisen jälkeen 1923 kuuluisassa kolmen hengen yhteisartikkelissa *The Wave Antenna* (3). Harold Beverage itse kutsui antenniaan "Atlantin yli kuulevaksi korvaksi". Sitä käytettiin ainoastaan kuunteluun. Antennin sotilaallisen alkuperän hän kertoi julkisesti vain vuosi ennen kuolemaansa vuonna 1992 insinöörijärjestö IEEE:n historiahaastattelussa. Hän oli tuolloin 98-vuotias (4).

Yhteys Atlantin yli saatiin toimimaan. Lähetyksissä New Jersey asemalta käytettiin ruotsalaisen **Ernst Alexandersonin** (1878-1975) kehittämää radiolähetintä "Alexandersonin alternaattoria". Vastaanottaminen tapahtui Long Islandin saaren kuunteluasemalla Harold Beveragen antennilla.

Vastaavia radioasemia rakennettiin eri puolille maailmaa varmistamaan yhteyksiä merikaapelin katkeamisen varalta.



Harold Beverage

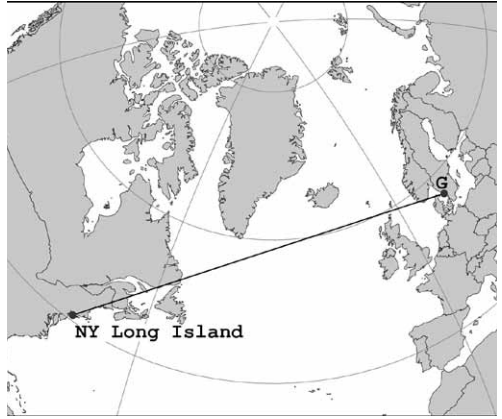
On historian viekkautta, että Beveragen antenni painui unholaan 50 vuodeksi. Nimittäin 1920-luvun taitteessa radioamatöörit huomasivat, että käyttökelpotomina pidetyillä lyhyillä aalloilla saikin helpommin yhteyksiä Atlantin yli. Muutamien kymmenien tai satojen Wattien tehoilla saatiin aina trans-Atlanttinen yhteys vaihtamalla taajuuksia 3-28 MHz vuorokaudenajan ja radiokelin mukaan. Lisäksi antennit olivat huomattavasti pienempiä kuin pitkien aaltojen kilometrien mittaiset antennit. Radioputken keksiminen teki radiolähtetystä halvempia. Vuonna 1928 yli puolet maailman sähkösanomaliikenteestä kulki jo lyhytaaltoradioasemien kautta.

Alexandersonin lähetin pystyi lähettämään vain sähkötystä, ei puhetta tai musiikkia. Kun lyhytaaltoja oli opittu käyttämään, Alexandersonin lähettimiä hävitettiin ja ne korvattiin halvemmillä radioputkilla toimivilla lyhytaaltolähtetillä. Kaksi 200 kW Alexandersonin lähetintä oli Puolassa. Niillä pidettiin säännöllisesti yhteyksiä Yhdysvaltoihin taajuuksilla 14,29 ja 16,42 kHz. Asema joutui saksalaisten haltuun 1939. He käyttivät sitä yhteydenpitoon sukellusveneisiin. Erit-

täin pitkällä aalloilla on ominaisuus edetä veden alle. Sukellusveneen ei tarvitse nousta pinnalle pitääkseen yhteyttä komentokeskukseen. Saksalaiset tuhosivat Puolan pitkäaaltoaseman keväällä 1945, jottei se joutuisi Neuvostoliiton puna-armeijan käsiin.

Vain yksi Alexandersonin alternaattori on säilynyt nykypäiviin. Se on Ruotsissa museoituna Grimetonin pitkäaaltoasemalla, joka rakennettiin 1922-24 varmistamaan Euroopan puolella yhteydet Amerikkaan. Aseman 2,2 kilometrin mittainen antenni osoittaa kohti New Yorkin Long Islandia. Radioasema on nykyään museo ja Unescon maailmanperintökohde.

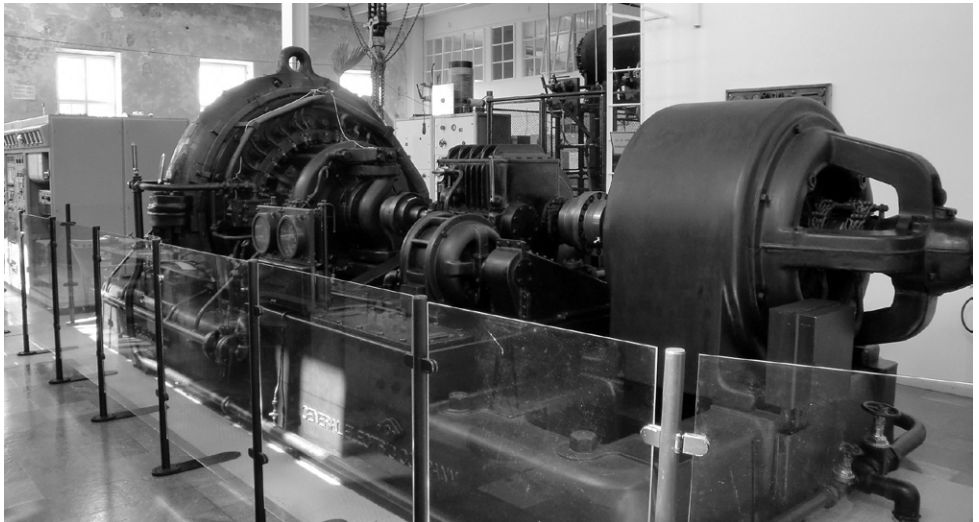
Grimetonin asemaa käytettiin aktiivisesti vielä II maailmansodan aikana sekä varayhteytenä 1950-luvulla. Sen jälkeen asema palveli Ruotsin sukellusvenelaivastoa, kunnes suljettiin 1996 ja muutettiin museoksi. Museoradioasema toimii keran vuodessa juhlapäivänä 2. heinäkuuta. Silloin Alexandersonin lähetin käynnistetään ja se toimii päivän ajan 80 kW teholla taajuudella 17,2 kHz lähettäen morsekoodia SAQ



... - . - - . - . -

Seuraava lähetys on siis 2.7.2022.

Harold Beveragen antenni löydettiin uudelleen 1970-luvulla Suomessa. Lapin dx-peditioneilla käyneet suomalaiset rakensivat Beverage-antenneja hämmästyttävien tuloksin. Ruotsalaiset tulivat pian perässä ja vuoden 1976 *World Radio TV Handbook* -kirjassa julkaistu artikkeli esitteli antennin teoriaa ja käyttökokemuksia (5). Siitä lähtien se on ollut dx-kuuntelijoiden suosima "Atlantin yli kuuleva korva".



"Alexandersonin alternaattori" Grimetonin museoradioasemalla

Beveragen päätevastus

Beverage-antennin ydin on päätevastus pitkän langan alkupäässä. Mutta miten maadoitus pitää tehdä ja mikä on oikea vastuksen arvo?

Paras päätemaadoituksen paikka on ympäri vuoden tasaisen kosteana pysyvä suo, meren, järven tai joen ranta. Kun tällaiseen paikkaan upotetaan muutama metri kuparista maadoituskaapelia tai putkea, olosuhteet pysyvät suhteellisen vakaina. Tällöin päätevastuksen arvo on melko tarkkaan 470 Ω . Tämä vastaa Harold Beveragen tutkimusryhmän kokeita 1923. Pitkillä aalloilla optimaalinen arvo vaihteli 300-500 Ω . Maaperäjohtavuus ja aallonpituus vaikuttivat arvoon.

Teimme Martti Karimiehen kanssa uusintakokeen 80 vuotta myöhemmin Posion Livojärvellä 1999. Siellä oli kaksi 950 metrin Beveragea suuntiin 65 ja 80 astetta. Antennit päättyivät Livojärven rantaan missä kupariset maadoitusjohdot ja kupariputket oli kaivettu ja isketty märkään rantahiekkaan sekä suohon puolen-metrin syvyyteen. Päiväiikaan mitta-simme takakeilavaimennusta Norjan silloisilla taajuuksilla 630 ja 1314 kHz. MKA meni vastusten kanssa antennin päähän ja minä katselin S-mittaria kuuntelumökissä. Yhteyttä pidettiin NMT-puhelimella. Seuraava takakeilavaimennus oli havaittavissa, kun päätevastuksia vaihdettiin:

1 k Ω = ei havaittavaa vaikutusta
800 Ω = 1 S-yksikön vaimennus
520 Ω = 2 S-yksikön vaimennus
460 Ω = hieman yli 2 S-yksikön vaimennus

Radioamatöörien lukuisissa kokeissa on saatu arvoja 400-700 Ω . Yhdysvalloissa National Radio Clubin jäsenet testasivat keskipitkillä aalloilla erimittaisia Beverageja Nebraskassa 1972 ja saivat arvoja 465-660 Ω (6).



Sään kestäväksi tehty päätevastus Niihan antennimetsässä.

Oleellista on, että *paras arvo vaihtelee*. Herkkyyks ja etu-takasuhde vaihtelevat antennin piteuden ja päätemaan maaperäjohtavuuden mukaan. Vaihtelu on suurempi, jos päätemaadoitus on kuivalla soraharjulla tai kallioisella alueella. Saateet, lumi ja auringonpaiste vaikuttavat silloin enemmän kuin pysyvästi kostean järven rannalla tai suolla. Inarin Aihkinien pohjoisen suunnan antennit päättyvät Turvejärven rantaan ja ovat siten parhaita mahdollisia.

Vaihteluväli on lukuisien kokeiden ja mitausten mukaan silti aika laaja 400-700 Ω . Väärä päätevastus saattaa hukata 1-1,5 S-yksikköä heikkojen asemien signaaleja. Jos Beveragesta halutaan maksimaalinen hyöty, alkupäässä pitäisi olla *säädettävä päätevastus*. Antennia pitäisi kytetä säätämään kuuntelutaajuuden ja sään aiheuttaman maaperäjohtavuuden muuttumisen mukaisesti.

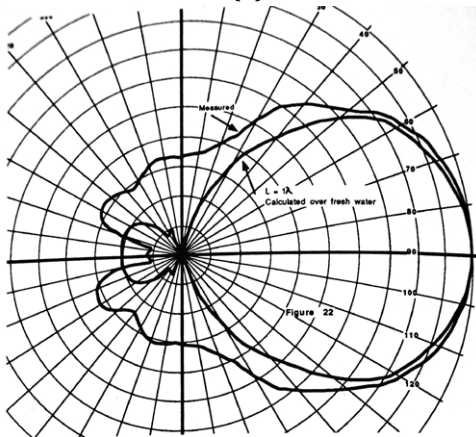
Miten tämän teknisesti toteuttaisi? Tässä olisi nykyajan nörteille ideoitavaa. Tuskin juostaan edestakaisin soiden ja metsän läpi virittämään kilometrin mittaista antennia. Jonkinlainen kauko-ohjattava järjestelmä pitäisi olla.

Kompromissi olisi, että kukin antenni viritetään kelikauden alussa noin keskiaaltoalueen keskeltä optimaalisesti kahden kuuntelijan voimin kännyköiden avulla. Sopivia asemia takakeilan vaimennuksen mittaamiseen olisivat nykyään Viro 1035 ja Pietarin Mariya 1053.

Maasto ja Beverage

Antennikirjallisuudessa esitetyt suuntakuviot ovat useimmiten teoreettisia laskelmia. Beveragen kohdalla se tarkoittaa tasaiselle maalle rakennettua suoraa lankaa päätevastuksineen ja sovitusmuuntajineen.

Todellisuudessa mitatut suuntakuviot poikkeavat lasketusta. Kuviossa 1 on esitetty kokoaallon mittaisen antennin teoreettinen ja Yhdysvalloissa kokeellisesti mitattu suuntakuvio. Pääsuunta oli lähes oikein, mutta takakeilat poikkesivat merkittävästi lasketusta (6).

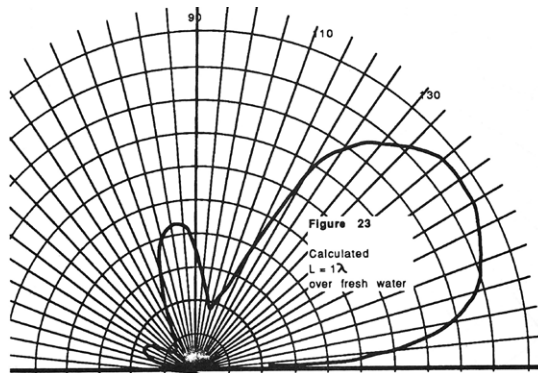


Kuvio 1. Kokoaallon mittaisen beverage-antennin teoreettinen ja kokeellisesti mitattu suuntakuvio.

Törmäsin tähän ongelmaan, kun nykyisessä kuuntelupaikassa Sahalahdella rakensin 800-metrinen Aasia-antennin. Se on aikamoisessa ylämäessä. Lähtöpiste on hyvin tarkkaan järven rannan tasossa 109 mpy, mutta sitten alkaa jyrkkä ylämäki. Peruskartan korkeuskäyrien mukaan päätevastus on 26 metriä korkeammalla 135 mpy. Eron huomaa, kun päätevastuksen suunnasta näkee toisen pään puiden latvoja.

Tällä on jonkin verran vaikutusta. Silti mielestäni tämä 800 m 69° antenni on parhaita mitä minulla on koskaan ollut. Se saattaa tosin johtua myös onnistuneesta päätemaadoituksesta suokuoppaan, joka pysyy märkänä kesähelteilläkin.

Antennien suuntakuviot ovat kolmiulotteisia, kuten sivulta piirretty kuvio 2 osoittaa kokoaallon antennista. Päätevastus alentaa antennin vastaanottokulmaa. Lähiasemien signaalit heijastuvat maahan korkealta. Beverage sekä vaimentaa lähiasemien häiriöitä että vahvistaa kaukoasemia. Kaukaisten dx-asemien signaalit saapuvat Suomeen 2-5 F-hypyllä matalassa tulokulmassa 2-8 astetta. Euroopan häiriöasemat kuuluvat yhdellä F-hypyllä, jonka tulokulma on 17-32 astetta.



Kuvio 2. Beverage-antennin vastaanottokulma. Päätevastus alentaa antennin vastaanottokulmaa.

Laskin, että 800 metrin matkalla 26 metrin ylämäki aiheuttaa vain kahden asteen muutoksen Beverage-antennin vastaanottokulmassa. Suomi on keskimäärin lattea maa verrattuna esimerkiksi Norjaan. Siksi ylämäellä ei tunnu olevan merkittävää vaikutusta, vaan onnistunut pääte- maadoitus on tärkeämpi. Sen sijaan taka- keilavalmennusta ylämäki ei ainakaan paranna. Joskus esimerkiksi matalatehoiset hollantilaiset asemat kuuluvat kiusallisen hyvin.

Tänä syksynä rakensin aussikuuntelua varten 520-metrinen antennin 90 asteen suuntaan. Se kulkee aika tasaisesti laakson pohjalla järveen laskevan puron varrella. Korkeuseroa alku- ja loppupään välillä on max kaksi metriä. Antenni ei ole vastannut odotuksia muussa kuin Afganistanin asemien kuuntelussa, mikä siinänsä oli elokuussa 2021 mielenkiintoista. Australialaiset ovat kuitenkin kuuluneet paremmin 69° antennilla. Optimaalinen Beverage-antenni Suomessa olisi mäellä, josta antennit lähtevät

lännen, pohjoisen ja idän suuntaan loivassa alamäessä päättyen järven rantaan tai suolle. Etelän suunnassa saisi olla vähän isompikin mäki vaimentamassa euroja.

Viitteet

1. Esim. Tomi Laakkonen 20.10.2007: Building a Reversible Beverage Array at OH2BEN. <https://www.qrz.com/db/OH2BEN>
2. Brittain, James E.: Electrical Engineering Hall of Fame: Harold H. Beverage. Proceedings of the IEEE: Vol. 96, No. 9, September 2008.
3. Harold H. Beverage, Chester W. Rice, and Edward W. Kellogg: The Wave Antenna. A New Type of Highly Directive Antenna. Journal of the American Institute of Electrical Engineers, February 1923.
4. Harold Beverage: An Interview Conducted by Frederik Nebeker, IEEE History Center, March 16 and 17, 1992. http://ethw.org/Oral-History:Harold_H._Beverage
5. Ivar Kristoffersson & Jörgen Paulsen: The Beverage antenna. WRTN 1976: Billboard Publications.
6. Beverage and longwire antennas. Design and theory. Mannesville, NY 1991: NRC Publications.



JOVR SBS Radio Shizuokan 1404 QSL-kortissa klassista klassisin japanilaismaisema, jossa Fuji-vuori piiryy kaupungin ylle.