



**HERRA FARADAYN
MAANMAGNETISMISTA
AIHEUTUVASTA
MAGNETOSÄHKÖISESTÄ
INDUKTIOSTA: MAAN
MAGNETISMIN JOISSA JA
VÄRÄHTELEVISSÄ LANGOISSA
HERÄTTÄMISTÄ VIRROISTA SEKÄ
NIIDEN HÄVIÄMISESTÄ
PÄIVÄNTASAAJALLA**



Herra Faradayn maanmagnetismista aiheutuvasta magnetosähköisestä induktiosta: Maan magnetismin joissa ja värähtelevissä langoissa herättämistä virroista sekä niiden häviämisestä päiväntasaajalla

M. Corriente, R. Alambre, J. Paralelo

Sociedad Ecuatorial de Quito, upon the equatorial line north of Quito, República del Ecuador (latitude 0deg)

Actas de la Sociedad Ecuatorial de Quito, 1833.

Tiivistelmä

Lontoon Royal Societyn edessä 12. tammikuuta 1832 pidetyssä Baker-luennossa herra Michael Faraday osoitti, että johtimessa, jota liikutetaan Maan magnetismin poikki, herää sähkövirta, ja kertoi jännittäneensä langan Waterloon sillalta tarkoituksenaan havaita tällainen virta Thamesin vesissä niiden virratessa tuon magnetismin läpi. Virtaa ei löytynyt häntä tyydyttävällä tavalla, mutta hän ei epäillyt sen olemassaoloa.

Tämä Seura huomauttaa, että pianoforten ja cembalon jännitetyt kielet ovat johtimia, joita liikutetaan Maan magnetismin poikki useita satoja kertoja joka sekunti, ja että jokainen tällainen kieli on siten herra Faradayn periaatteen nojalla pieni Waterloon silta. Osoitamme hänen oman sääntönsä perusteella, ettei magneettisen voiman suuntaisesti olevaan kieleen voi herätä sen pituussuunnassa virtaa, värähtelipä se kuinka tahansa; että vaakasuora kieli voidaan asettaa tällaiseen suuntaan vain siellä, missä inkliinaationeula on vaakasuorassa; ja että näin on magneettisella päiväntasaajalla eikä missään muualla. Selostamme nollatuloksen kokeesta, jossa lanka jännitettiin Machángarajoen yli, ja pidämme sitä aitona, sekä vertailuja pianofortesta, jonka kielet asetettiin pituuspiiriin suuntaisesti ja poikittain siihen nähden. Päätelemme, että päiväntasaaja on maapallon ainoa paikka, jossa soittimen kielet voidaan asettaa täysin vapaiksi herra Faradayn virroista.

I. HERRA FARADAYN LÖYDÖSTÄ

Tieto herra Faradayn kokeista saapui tähän tasavaltaan, joka kolme vuotta sitten sai nimensä viivasta, jolla tämä Seura kokoontuu, painetuissa Transactions-julkaisuissa, jotka saapuivat Guayaquiliin syksyllä 1832. Ensimmäisessä tutkimussarjassaan hän osoitti, että lankaan herää sähkövirta aina, kun lankaa liikutetaan siten, että se leikkaa magneetin voiman poikki, ja toisessa sarjassa, joka muodosti Baker-luennon, että Maa itse voi toimia magneettina. Langassa, jota liikutetaan Maan magnetismin poikki, tai siinä käännettävässä kuparilevyssä herää virta, jonka galvanometri ilmaisee.

Hän meni pidemmälle ja päätteli, että koska vesi on johde, siihen täytyy herätä virta sen virratessa Maan magnetismin poikki, niin että jokaisen joen tulisi kuljettaa heikkoa sähköä rannalta toiselle. Tätä koetellakseen hän jännitti pitkän kuparilangan Waterloon sillalta, laski metallilevyt Thamesiin ja tarkkaili galvanometrin poikkeamaa useana päivänä tammikuussa. Näkemänsä poikkeamat hän luki levyjensä puutteiden ja veden epäsuunnollisyyksien syyksi eikä esittänyt tulosta todistetuksi. Hän ei kuitenkaan luopunut periaatteesta, emmekä luovu mekään.

II. PIANOFORTESTA WATERLOON SILTANA

Herra Faraday tarkasteli jokia. Tämä Seura tarkastelee musiikkia, ja se huomauttaa, että soitin toteuttaa herra Faradayn kokeen huomattavasti voimallisemmin kuin Thames.

Pianoforten kieli on vedetystä raudasta tai messingistä tehty johdin. Kun sitä lyödään, se liikkuu Maan magnetismin poikki ensin yhteen suuntaan ja sitten toiseen, kaksi- tai kolmesataa kertaa sekunnissa äänialan keskivaiheen kielten osalta ja paljon useammin diskantissa. Herra Faradayn periaatteen nojalla sen pituussuunnassa täytyy herätä virta jokaisella kulkukerralla. Kieli ei siis ole vain värähtelevä kappale vaan pieni magnetosähköinen kone, eikä sen antama ääni voi olla kokonaan riippumaton sen kuljettamasta virrasta, sillä virta on kielen omaa liikettä sähköksi muunnettuna ja siitä pois otettuna.

Herra Faradayn oma sääntö osoittaa, milloin tällaisen virran täytyy syntyä ja milloin se ei voi syntyä. Langassa herää sen pituussuuntainen virta ainoastaan siitä magneettisen voiman osasta, jonka langan liike leikkaa poikki. Jos lanka on täsmälleen magneettisen voiman suuntainen, sen liike, mihin suuntaan se värähtelee, leikkaa tuon voiman kohtisuorasti langan omaan pituussuuntaan nähden, eikä siinä herää pituussuuntaista virtaa. Magneettisen voiman suuntaisesti asetettu kieli on näin ollen kokonaan vapaa herra Faradayn virroista.

III. INKLIINAATIOSTA JA PÄIVÄNTASAAJASTA

Magneettisen voiman suunnan osoittaa inkliinaationeula. Euroopan pohjoisosissa se osoittaa jyrkästi alaspäin: Lontoossa neula on lähes seitsemänkymmenen asteen kulmassa vaakatason alapuolella ja Pariisissa noin kuudenkymmenenaseitsemän. Kieli voidaan asettaa tuon suunnan mukaisesti vain kallistamalla sitä samaan kulmaan. Pariisissa sellaisen pianoforten, jonka kielet olisivat magneettisen voiman suuntaiset, kaikupohja olisi kallistettu kuudenkymmenenaseitsemän asteen kulmaan lattiaan nähden, diskantti maata kohti magneettisen pohjoisen suunnassa. Seura ei olela, että herrat Érard ja Pleyel rakentaisivat tällaisia soittimia eikä että Pariisin daamit suostuisivat niitä soittamaan.



Matkailijan lähestyessä päiväntasaajaa inkliinaatio pienenee, ja magneettisella päiväntasaajalla neula on vaakasuorassa. Siellä, ja ainoastaan siellä, magneettinen voima on vaakasuora ja vaakasuoraan magneettisen pituuspiirin suuntaan asetettu kieli on täsmälleen voiman suuntainen. Paroni von Humboldt, joka kulki Quiton kautta vuonna 1802 matkallaan näiden maakuntien läpi, määritteli magneettisen päiväntasaajan paikan Perun Andeilla, hiukan meistä etelään. Oman inkliinaationeulansa perusteella Seura katsoo, että voima asemallamme on hyvin lähellä vaakasuoraa ja että ero on pienempi kuin yksikään kuuliija voi erottaa.

Tästä seuraa, että päiväntasaaja on maapallon ainoa alue, jolla tavallisen pianoforten, joka seisoo vaakasuorassa tavallisella lattialla, kielet voidaan asettaa vapaiksi herra Faradayn virroista, ja että sitä tarvitsee vain kääntää siten, että sen kielet kulkevat pohjoisesta etelään.

IV. TEHDYISTÄ KOKEISTA

Ensiksi Seura toisti herra Faradayn kokeen omalla joellaan. Neljänsadan varas-yksikön mittainen kuparilanka jännitettiin Machángarajoen yli kaupungin alapuolella, kuparilevyt laskettiin veteen kummallakin rannalla ja lanka yhdistettiin professori Schweiggerin mallin mukaiseen multiplikaattoriin. Havaittajat tarkkailivat multiplikaattorin neulaa ajoittain yhdentoista päivän ajan joulukuussa. Ei nähty yhtäkään poikkeamaa, joka ei olisi ilmaantunut myös nostettaessa levyt vedestä. Herra Faraday ei löytänyt Thamesista mitään ja syytti levyjään. Seura ei löytänyt Machángarasta mitään eikä syytä levyjään, sillä päiväntasaajan viivalla ei ollut mitään odotettavissa.

Toiseksi Lontoolaisen rakentajan tekemä kuuden oktaavin pianoforte asetettiin vaakasuoralle lattialle Seuran asemalla, ensin kielet pohjois-eteläsuunnassa ja sitten kielet itä-länsisuunnassa. Äänialan keskivaiheilla olevan kielen päät yhdistettiin multiplikaattoriin ohuilla langoilla, ja kieltä lyötiin toistuvasti havaittajien tarkkaillessa neulaa. Kielten ollessa itä-länsisuunnassa kaksi havaittajaa kolmesta ilmoitti nähneensä neulan heikosti värähtävän useimmilla lyönneillä. Kielten ollessa pohjois-eteläsuunnassa yksikään havaittaja ei nähnyt värähdystä yhdelläkään lyönnillä.

Kolmanneksi soittimella soitettiin Mozartin katkelma kummassakin asennossa yhdentoista jäsenen seurueelle, jolle ei kerrottu, kumpaa asentoa käytettiin. Seitsemän yhdestätoista piti parempana pohjois-eteläsuuntaa, kaksi itä-länsisuuntaa, ja kaksi ilmoitti, ettei pitänyt kumpaakaan parempana. Noista seitsemästä viisi kuvaili soitinta parempana pitämässään asennossa pyöreämmäksi ja kolme sen vaimenemista pidemmäksi.

Seura ei väitä, että neulan värähdys on mieltymyksen syy. Se huomauttaa vain, että mieltymys ja neulan liikkumattomuus ilmenivät yhdessä siinä ainoassa asennossa, jossa herra Faradayn periaate kieltää kaiken virran päiväntasaajalla, ja että värähdys ilmeni vain siinä asennossa, jossa se sallii virran.

V. EUROOPAN JOISTA

Siellä, missä magneettinen voima kallistuu alaspäin, kuten kaikkialla Euroopassa, sen poikki vaakatasossa virtaavaan jokeen täytyy herätä virta rannalta toiselle, ja herra Faraday oli oikeassa etsiessään sellaista Thamesista. Seine Pariisissa ja Thames Lontoossa virtaavat kuudenkymmenenseitsemän ja seitsemänkymmenen asteen inkliinaatioiden läpi, ja niiden tulisi hänen päättelynsä mukaan kuulua sivistyneen maailman sähköisiin jokiin.

Seura panee merkille, että Pariisin ja Lontoon tärkeimmät pianofortenrakentajat pitävät verstaataan lyhyen matkan päässä näistä joista. Se ei esitä syytöksiä. Se huomauttaa ainoastaan, että soitin, jonka sointi säädetään Seinen äärellä, saa sointinsa suuren ja jatkuvan, herra Faradayn virtaa kuljettavan johtimen läsnä ollessa, ja ettei yksikään rakentaja, sikäli kuin Seura tietää, ole vielä mitannut sitä.

VI. PÄÄTELMÄT

Seura pääättelee:

Ensiksi, että jokainen värähtelevä metallikieli on johdin, jota liikutetaan Maan magnetismin poikki ja jossa täytyy herätä herra Faradayn virta, paitsi jos kieli on magneettisen voiman suuntainen.

Toiseksi, että vaakasuora kieli voi olla magneettisen voiman suuntainen vain siellä, missä inkliinaationeula on vaakasuorassa, eli magneettisella päiväntasaajalla, ja että tämän Seuran asema sijaitsee niin lähellä sitä, ettei eroa voi kuulla.

Kolmanneksi, että jokainen pianoforte, cembalo ja harppu päiväntasaajalla tulisi asettaa siten, että sen kielet kulkevat magneettisen pituuspiirin suuntaisesti, pohjoisesta etelään, ja että näin asetetut soittimet ovat täysin vapaita herra Faradayn virroista, kuten yksikään soitin muualla ei voi olla ilman, että se kallistetaan inkliinaation kulmaan.

Seura kiittää herra Faradayn koetta Waterloon sillalla ja ehdottaa kunnioittavasti, että hän toistaisi sen päiväntasaajalla, jossa hän saa nollatuloksen, jota hänen ei tarvitse lukea levyjensä syyksi.



TOIMITUKSEN HUOMAUTUS DIGITOINNISTA (2026)

Tämä tutkielma on säilynyt Sociedad Ecuatorial de Quito -seuran sidotussa Actas-kokoelmassa, ja Equatorial Audio -tutkimusosasto digitoi sen ja käänsi sen espanjasta vuonna 2026.

Faradayn Baker-luento ja hänen kokeensa Waterloon sillalla tammikuussa 1832 ovat todellisia ja täsmällisesti kuvattuja, ja seuran keskeisen perustelun fysiikka on pätevää. Magneettikentässä liikkuvan johtimen pituussuuntainen sähkömotorinen voima riippuu liikkeen ja kentän komponentista, joka kulkee poikittain johtimeen nähden, ja se häviää kaikissa liikkeissä, kun johdin on kentän suuntainen. Vaakasuora lanka voi olla kentän suuntainen vain siellä, missä kenttä on vaakasuora, eli magneettisella päiväntasaajalla eli inklinaation nollaviivalla. Faradayn jokikoe sai lopulta vahvistuksen 1900-luvulla, kun merivirtojen ja vuorovesien osoitettiin indusoivan mitattavia sähköisiä ja magneettisia signaaleja; satelliitit havaitsivat nykyisin merien vuorovesien magneettisen tunnusjärjen kiertoradalta.

Seura käsitteli magneettista ja maantieteellistä päiväntasaajaa Quiton kohdalla lähes yhtenevinä. Vuonna 1833 niiden välinen ero oli pienempi kuin nykyisin. Inklinaation nollaviiva on sittemmin siirtynyt ja ylittää nykyisin Andit selvästi Quiton eteläpuolella. Tämän siirtymän seurauksia tohtori Ferro tarkasteli ensimmäisen kerran vuonna 2003. Calibration Équatoriale Paris tarjoaa edelleen Seinen läheisyyden kompensointia.

VIITTEET

- [1] Faraday, M. (1832). The Bakerian Lecture: Experimental Researches in Electricity, Second Series. Terrestrial Magneto-electric Induction. Philosophical Transactions of the Royal Society, 122, 163-194. Read 12 January 1832.
- [2] Faraday, M. (1832). Experimental Researches in Electricity. Philosophical Transactions of the Royal Society, 122, 125-162.
- [3] Humboldt, A. de, Biot, J.-B. (1804). Sur les variations du magnétisme terrestre à différentes latitudes. Journal de Physique, 59.
- [4] Schweigger, J. S. C. (1821). Zusätze zu Oersteds elektromagnetischen Versuchen. Journal für Chemie und Physik.
- [5] Sabaka, T. J., Tyler, R. H., Olsen, N. (2016). Extracting ocean-generated tidal magnetic signals from Swarm data through satellite gradiometry. Geophysical Research Letters, 43, 3237-3245. (Cited in the 2026 editorial note.)