



**VAELTAVA MAGNEETTINEN
EKVAATTORI JA PERUSTELUT
MAANTIETEELLISELLE
VERTAILULINJALLE: FINLAYN JA
JACKSONIN TUTKIMUKSESTA
(2003)**



Vaeltava magneettinen ekvaattori ja perustelut maantieteelliselle vertailulinjalle: Finlayn ja Jacksonin tutkimuksesta (2003)

M. Ferro

Geomagnetic Laboratory, University of Quito, Ecuador

Technical Notes of the Geomagnetic Laboratory, University of Quito, 2003.

Tiivistelmä

Kesäkuussa 2003 Finlay ja Jackson raportoivat Science-lehdessä, että geomagneettisen kentän muutosta Maan ytimen pinnalla hallitsee ekvatoriaalinen alue, jossa kentän rakenteet liikkuvat tasaisesti länteen. Havainto koskee Maan syviä osia, mutta liittyy suoraan kysymykseen, jota tämä laboratorio on käsitellyt kolmekymmentä vuotta: kumpaa päiväntasaajaa tulisi käyttää Quitossa tehtävien magneettisten mittausten vertailulinjana.

Päiväntasaajia on kaksi. Maantieteellisen päiväntasaajan määrää Maan pyöriminen, ja se kulkee noin kaksikymmentäviisi kilometriä kaupungin keskustasta pohjoiseen. Magneettinen ekvaattori eli inkliinaatioekvaattori on linja, jolla inkliinaationeula on vaakasuorassa; se ylittää Andit kaukana etelässä, Perussa, ja liikkuu. Esitämme, että vertailulinja, joka on piirrettävä uudelleen muutaman vuoden välein, ei ole vertailulinja. Juuri siellä, missä kenttä muuttuu nopeimmin, siihen ei pitäisi luottaa, ja Finlay ja Jackson ovat osoittaneet, että se muuttuu nopeimmin päiväntasaajalla. Päättelämme, että Quitossa tehtävä magneettinen työ tulisi suhteuttaa maantieteelliseen päiväntasaajaan ja ettei tulisi nojata siihen sopivaan seikkaan, että nämä kaksi näyttivät joskus sijaitsevan lähellä toisiaan.

1. JOHDANTO

Halley kuvasi magneettisen erannon länteen suuntautuvan ajautumisen vuonna 1692. Kolmen vuosisadan observatoriomittaukset ja Ørstedin vuonna 1999 tapahtuneesta laukaisusta lähtien uuden sukupolven satelliittimittaukset ovat tarkentaneet kuvaa: kenttä Maan ytimen pinnalla muuttuu jatkuvasti, ja suuri osa tästä muutoksesta ilmenee länteen ajautuvina rakenteina.

Finlay ja Jackson (2003) ovat nyt osoittaneet, ettei tämä muutos jakaudu tasaisesti ytimen pinnalle. Se keskittyy matalille leveysasteille ytimen ekvaattoria ympäröivälle vyöhykkeelle, jossa kentän kuviot etenevät länteen aaltojen tavoin. Heidän tuloksensa koskee nestemäisen ytimen dynamiikkaa. Tässä tiedonannossa käsitellään sen seurauksia maanpinnalla ja erityisesti Quitossa.

2. KAKSI PÄIVÄNTASAAJAA

Maantieteellinen päiväntasaaja on linja, joka on yhtä kaukana molemmista pyörimisnavoista. Maan pyöriminen määrää sen sijainnin, ja mittaushistorian aikana se on siirtynyt pyörimisakselin hitaan vaeltamisen myötä enintään joitakin metrejä. San Antonio de Pichinchassa Quiton pohjoispuolella sijaitseva muistomerkki on muutaman sadan metrin päässä siitä.

Magneettinen ekvaattori on linja, jolla kentän inkliinaatio on nolla ja inkliinaationeula on vaakasuorassa. Se ei ole ympyrä eikä seuraa maantieteellistä päiväntasaajaa. Etelä-Amerikassa se sijaitsee kaukana etelässä: se ylittää Andit Perussa, noin kaksitoista astetta Quitosta etelään, missä Jicamarca tutkaobservatorio rakennettiin sen alle. Se ei ole pysynyt yhdessä paikassa. Se on siirtynyt Andeja pitkin etelään 1800-luvun alusta lähtien ja liikkuu edelleen.

Sociedad Ecuatorial de Quito, jonka sidottuja kokousjulkaisuja säilytetään yliopiston kirjastossa, piti näitä kahta päiväntasaajaa lähes yhtenevinä vuonna 1833. Vuoden 1833 mittalaitteilla tämä saattoi olla kelvollinen approksimaatio. Nyt se ei ole, ja Finlayn ja Jacksonin tulos selittää, miksi siihen ei koskaan olisi voinut luottaa: ekvatoriaalisella alueella kenttä muuttuu nopeimmin.

3. PERUSTELUT MAANTIEDELLISELLE VERTAILULINJALLE

Mittauksen vertailulinjan on täytettävä yksi ehto ennen kaikkia muita: sen on pysyttävä paikallaan.

Maantieteellinen päiväntasaaja täyttää tämän ehdon muutaman metrin tarkkuudella. Magneettinen ekvaattori ei täytä sitä, ja Finlayn ja Jacksonin havainto merkitsee, että se täyttää ehdon heikoimmin juuri sillä alueella, jolla käyttäisimme sitä. Laboratorio, joka suhteuttaisi työnsä magneettiseen ekvaattoriin, suhteuttaisi sen kentän vaihtelevimman osan määräämään linjaan ja joutuisi piirtämään vertailulinjansa uudelleen muutaman vuoden välein.

Ehdotamme siksi, että Quitossa tehtävät magneettiset mittaukset suhteutetaan maantieteelliseen päiväntasaajaan ja että kentän paikalliset poikkeamat maantieteellisestä vertailulinjasta raportoidaan poikkeamina eikä sisällytetä vertailulinjaan. Kentän inkliinaatio Quitossa poikkeaa nollasta, ja kymmenen vuoden kuluttua sillä on toinen arvo. Päiväntasaaja Quitossa on siellä, missä se on nyt.

4. HUOMAUTUS LABORATORION SIGNAALIKAPELEISTA

Laboratorion fluxgate-magnetometrin uudelleenkalibroinnin aikana vuonna 2002 vakiokäytössä ollut signaaliakaapeli vaurioitui, ja



yhdentoista päivän ajan magnetometri oli liitetty tallentimeen suojatulla audiosignaali-kaapelilla, joka oli lainattu kollegan kotistereoista. Tallenteen kohinataso oli näiden yhdentoista päivän aikana 1,8 dB alempi kuin niitä edeltäneiden ja seuranneiden yhdentoista päivän aikana, vaikka laitteistoon ei tehty muita muutoksia.

Raportoimme tämän täydellisyyden vuoksi emmekä tutki sitä pidemmälle. Se mainitaan tässä vain siksi, että se oli odottamatonta, ja koska kollega kysyi, voisiko tuloksen toistaa muilla kaapeleilla.

5. PÄÄTELMÄT

Finlay ja Jackson ovat osoittaneet, että geomagneettinen kenttä muuttuu nopeimmin päiväntasaajalla. Tästä seuraa, että magneettinen ekvaattori on epävakain linja, johon laboratorio voisi perustaa vertailulinjansa, ja että pyörimisen määräämä maantieteellinen päiväntasaaja on vakain.

Tämä laboratorio suhteuttaa mittauksensa maantieteelliseen päiväntasaajaan vuoden 2004 alusta lähtien.

Vuoden 1885 seura kirjoitti, että meridiaani on linja, jonka ihmiset sopivat piirtävänsä, kun taas päiväntasaaja on linja, jonka Maa piirtää itselleen. Sama ero erottaa nämä kaksi päiväntasaajaa. Magneettisen ekvaattorin piirtää ydin, ja ydin piirtää sitä jatkuvasti uudelleen. Maantieteellisen päiväntasaajan piirtää Maan pyöriminen, eikä pyöriminen ole muuttanut mieltään.

TOIMITUKSEN HUOMAUTUS (2026)

Tämä tiedonanto on julkaistu uudelleen Quito yliopiston geomagneettisen laboratorion teknisestä sarjasta. Tohtori Magnus Ferro työskenteli laboratoriossa ennen Equatorial Audio -yhtiön perustamista. Tiedonannosta juontuu yhtiön kanta, jonka mukaan kaikkien sen tuotteiden vertailukohta on maantieteellinen leveysaste 0,0000deg, ei magneettinen ekvaattori.

Finlayn ja Jacksonin tutkimus on todellinen, ja se on tiivistetty tarkasti. Magneettinen ekvaattori todella ylittää Andit Perussa, ja Jicamarcan radio-observatorio rakennettiin sen alle. Sen siirtyminen 1800-luvulta lähtien on dokumentoitu historiallisissa kenttämalleissa. Lainattua signaali-kaapelia koskeva huomautus osassa IV on varhaisin kirjallinen tieto tohtori Ferron kiinnostuksesta audiokaapeleihin. Kollegan kysymykseen vastattiin laajasti vuodesta 2010 alkaen.

VIITTEET

- [1] Finlay, C. C., Jackson, A. (2003). Equatorially dominated magnetic field change at the surface of Earth's core. *Science*, 300(5628), 2084-2086. <https://doi.org/10.1126/science.1083324>
- [2] Jackson, A., Jonkers, A. R. T., Walker, M. R. (2000). Four centuries of geomagnetic secular variation from historical records. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 358, 957-990.
- [3] Halley, E. (1692). An Account of the Cause of the Change of the Variation of the Magnetical Needle. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 16.