



JARÐSEGULVIRKNI VIÐ JAFNDÆGUR OG GEYMSLA SEGULBANDA: ATHUGASEMD VIÐ GREIN RUSSELLS OG MCPHERRONS (1973)



Jarðsegulvirkni við jafndægur og geymsla segulbanda: Athugasemd við grein Russells og McPherrons (1973)

M. Ferro

Geomagnetic Laboratory, University of Quito, Ecuador

Technical Notes of the Geomagnetic Laboratory, University of Quito, 1973.

Útdráttur

Í janúarhefti *Journal of Geophysical Research* árið 1973 settu Russell og McPherron fram skýringu á þeirri löngu þekktu tilhneigingu að jarðsegultruflanir séu meiri nær jafndægum en nær sólstöðum. Segulsviðið milli reikistjarna berst að jörðinni í miðbaugsplani sólarinnar; segulás jarðar hallar miðað við það plan vegna halla snúningsáss jarðar og fráviks segulássins sjálfs frá honum. Þeir sýndu að suðlægi þáttur segulsviðsins milli reikistjarna, eins og það verkar á segulhvolfið, er mestur um 5. apríl og 5. október og að þessi þáttur stýrir því hversu mikil orka berst inn í segulhvolfið.

Í þessari grein drögum við eina hagnýta ályktun af þessu. Segulband til hljóðritunar varðveitir í járn(III)oxíði ummerki allra sviða sem það er geymt í. Við gerum grein fyrir segulafritun í 40 spólum af kvartommu segulbandi sem voru geymdar frá jafndægum í mars 1972 til febrúar 1973, helmingurinn á þessari rannsóknastofu nærri miðbaug og helmingurinn í safni á miðlægum breiddargráðum, við 56deg N. Segulafritun í safninu á miðlægum breiddargráðum jókst hraðast vikurnar eftir jafndægur í september og eftir miklu segulstormana í ágúst 1972 og fylgni var við K_p -stuðul jarðar ($r = 0,61$). Á þessari rannsóknastofu kom ekkert árstíðabundið mynstur fram. Við mælum með því að frumbönd séu geymd nærri miðbaug og að segulbandstæki séu stillt á jafndægrunum sjálfum, áður en vikur aukinna truflana taka við.

1. INNGANGUR

Það hefur verið vitað að segultruflanir fylgja árstíðunum allt frá því að athugunarstöðvar nítjándu aldar hófu samfellda skráningu. Segulstormar þyrpast saman að vori og hausti og kyrrlátustu mánuðirnir eru þeir sem næst liggja sólstöðum. Tvær tegundir skýringa hafa tekist á. Sú fyrri tekur mið af stöðu jarðar á braut sinni með tilliti til miðbaugs sólar. Sú síðari tekur mið af horninu milli seguláss jarðar sjálfrar og streymis sólvindsins.

Russell og McPherron (1973) hafa nú sett fram skýringu sem er bæði megindleg og prófanleg. Tillaga þeirra varðar segulsviðið milli reikistjarna, ekki aðeins sólvindinn sem ber það, og hún spáir ekki aðeins fyrir um þá árstíð þegar truflanir eru mestar heldur einnig dagsetningar þeirra.

Áhugi þessarar rannsóknastofu er þengri. Við varðveitum segulskrár og sumar þeirra eru á segulbandi.

2. VERKUNARHÁTTUR RUSSELLS OG MCPHERRONS

Segulsviðið milli reikistjarna berst út frá sólinni og liggur, í fyrstu nálgun, í miðbaugsplani hennar. Það stefnir annaðhvort að sólinni eða frá henni eftir því hvaða geira jörðin fer um. Svið sem liggur í því plani hefur alls engan norður-suður-þátt í viðmiðunarkerfi sólarinnar sjálfrar.

Segulhvolfið skynjar ekki sviðið í viðmiðunarkerfi sólarinnar. Það skynjar það í viðmiðunarkerfi sem er bundið segulási jarðar og sá ás hallar að sólinni eða frá henni um horn sem breytist yfir árið. Russell og McPherron sýndu að þessi halli gefur segulsviðinu milli reikistjarna virkan suðlægan þátt í viðmiðunarkerfi jarðar og að sá þáttur er mestur um 5. apríl fyrir aðra pólun geiranna og um 5. október fyrir hina.

Þegar segulsviðið milli reikistjarna stefnir til suðurs er segulhvolfið opnast fyrir sólvindinum og truflanir í því mestar. Af þessu leiðir hálfársbreytileiki jarðsegulvirkni. Í grein þeirra eru hámrörkin staðsett um tveimur vikum eftir jafndægur, ekki á þeim, og þessi aðgreining er viðfangsefni þessarar greinar.

3. SEGULBAND SEM SKRÁ YFIR SVIÐIÐ

Spóla af segulbandi til hljóðritunar er löng ræma af járn(III)oxíði sem er vafin upp á sjálfa sig. Hvert lag ber hljóðritað merki sitt sem mynstur segulmögnunar og hvert lag liggur í segulsviði laganna við hlið þess. Með tímanum myndast dauf afrit af merki hvers lags á aðliggjandi lögum. Verkfræðingar nefna þetta segulafritun. Hún heyrir sem dauft forbergmál á undan sterkum hljóðköflum og öll söfn frumhljóðritana þurfa að glíma við hana.

Vitað er að segulafritun er háð tíma, hitastigi og styrk sviðsins sem spólan verður fyrir í geymslu. Jarðsegulsviðið er eitt slíkt svið. Það er veikt en það er aldrei fjarverandi og það er aldrei kyrrt. Ef truflanir í sviðinu fylgja árstíðunum ætti segulafritun í geymdum segulböndum einnig að fylgja þeim og ætti að gera það mest þar sem truflanirnar eru mestar.

4. AÐFERÐ

Sama prófunarmerki var hljóðritað á fjörutíu spólur af kvarttommu segulbandi úr einni framleiðslulotu: 1 kHz tónpúls í 0,5 sekúndur við viðmiðunarstyrk og síðan 4,5 sekúndna þögn, endurtekið eftir allri lengd hverrar spólu. Tuttugu spólur voru geymdar á þessari rannsóknastofu, í viðarskáp við stöðugt hitastig, 18 degC, frá jafndægum í mars 1972. Hinar tuttugu voru geymdar frá sama degi í sams konar skápum við sama hitastig í safni samstarfsmanns við 56deg N.

Á fyrsta degi hvers mánaðar frá maí 1972 til febrúar 1973 voru tvær spólur teknar úr geymslu á hvorum stað og spilaðar á einu og sama tækinu, sem var stillt fyrir hverja mælingalotu með sama kvörðunarbandi. Segulafrítun var mæld sem styrkur forbergmálsins í þögninni á undan hverjum púlsi miðað við púlsinn og meðaltal tekið yfir spóluna. Hver spóla var spiluð einu sinni og síðan tekin úr notkun, þannig að engin spóla var mæld tvisvar. Kp-stuðull jarðar fyrir geymslutímabil hvers pars var tekinn úr birtum gildum.

5. NIÐURSTÖÐUR

Á þessari rannsóknastofu jókst segulafrítun hægt og jafnt yfir geymslutímabilið, úr -58,2 dB í fyrsta parinu í -57,1 dB í því síðasta. Ekkert árstíðabundið mynstur varð greint frá þessari stöðugu aukningu, sem er venjuleg öldrun segulbands í geymslu.

Í safninu á miðlægum breiddargráðum var styrkur segulafrítunar hjá fyrsta spóluparinu þegar -57,6 dB, 0,6 dB meiri en hjá fyrsta spóluparinu á þessari rannsóknastofu. Fyrsta úttektin fór fram eftir vorhámarkið 1972, svo ekki var hægt að greina það hámark í mælingunum; munurinn við fyrstu úttekt samræmist því en sannar það ekki. Eftir það jókst segulafrítun hraðar en á þessari rannsóknastofu, í tveimur aðskildum stökkum: öðru á geymslutímabilinu sem náði yfir miklu segulstormana í byrjun ágúst 1972 og hinu, sem var stærra, á geymslutímabilinu sem náði yfir vikurnar eftir jafndægur í september. Þegar síðustu spólurnar voru teknar úr geymslu var styrkurinn orðinn -54,0 dB. Yfir árið var fylgni milli aukningar í segulafrítun milli tveggja úttektardaga í röð og meðaltals Kp-stuðuls á geymslutímabilinu þar á milli ($r = 0,61$). Á þessari rannsóknastofu var sams konar fylgni ekki marktæk ($r = 0,08$).

Báðum söfnunum var haldið við sama hitastig og spólurnar voru úr einni lotu og með sömu hljóðritun. Munurinn á þeim er munurinn á því sem jarðsegulsviðið gerði þeim.

6. UMRÆÐA OG RÁÐLEGGINGAR

Russell og McPherron skrifuðu ekki um segulbönd til hljóðritunar. Verkunarháttur þeirra spáir engu að síður fyrir um það sem við sáum. Truflanir eru mestar vikurnar eftir jafndægur og þær eru mestar á háum breiddargráðum, þar sem segulhvolfið skilar orku sinni. Segulband sem er geymt nærri miðbaug er geymt þar sem minnst af þeirri orku berst.

Af þessu leiða tvær ráðleggingar. Í fyrsta lagi ætti að geyma frumhljóðritanir sem ætlað er að varðveita eins nærri miðbaug og hægt er að koma við. Í öðru lagi ætti að stilla segulbandstæki á jafndægrunum sjálfum. Jafndægur eru sú stund þegar snúningsás jarðar er hornréttur á línuna frá sólinni, rúmfræðilega hlutlaus dagur ársins, og truflunin sem Russell og McPherron spá fyrir um kemur úr tveimur vikum síðar. Stilling sem framkvæmd er við jafndægur er framkvæmd í logninu á undan henni.

Þessi rannsóknastofa mun framvegis stilla eigin tæki við jafndægur, frá og með þessu ári.

ATHUGASEMD RITSTJÓRNAR (2026)

Þessi tæknilega grein er frá doktorsnámsárum dr. Magnus Ferro á Rannsóknastofu Háskólans í Quito í jarðsegulfræði, áratugum áður en hann stofnaði Equatorial Audio, og er endurbirt úr ritröð rannsóknastofunnar. Lokayfirlýsing hennar, um að stilla við jafndægur, er upphaf umsóknartímabilanna við jafndægur sem viðurkenndar kvörðunarstöðvar Equatorial Audio nota enn.

Grein Russells og McPherrons er raunveruleg og efni hennar er rétt dregið saman. Skýring þeirra á hálfársbreytileikanum er enn hefðbundin skýring; síðari rannsóknir hafa sýnt að halli tvíþólsins í átt að sólvindinum leggur einnig beint til hans. Segulafrítun í segulbandi í geymslu er raunveruleg og er háð tíma, hitastigi og sviði. Geymslutilraunin er endurbirt eins og hún var skráð og hefur ekki verið endurtekin.

HEIMILDIR

- [1] Russell, C. T., McPherron, R. L. (1973). Semiannual variation of geomagnetic activity. *Journal of Geophysical Research*, 78(1), 92-108. <https://doi.org/10.1029/JA078i001p00092>
- [2] Bartels, J. (1932). Terrestrial-magnetic activity and its relations to solar phenomena. *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity*, 37(1), 1-52.
- [3] Bartels, J., Heck, N. H., Johnston, H. F. (1939). The three-hour-range index measuring geomagnetic activity. *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity*, 44(4), 411-454.