



GEOMAGNETISK AKTIVITET VED JEVNDØGN OG LAGRING AV MAGNETISKE OPPTAKSBÅND: EN MERKNAD OM RUSSELL OG MCPHERRON (1973)



Geomagnetisk aktivitet ved jevndøgn og lagring av magnetiske opptaksbånd: En merknad om Russell og McPherron (1973)

M. Ferro

Geomagnetic Laboratory, University of Quito, Ecuador

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

Sammendrag

I januarutgaven av *Journal of Geophysical Research* fra 1973 foreslo Russell og McPherron en forklaring på den lenge kjente tendensen til at geomagnetiske forstyrrelser er større nær jevndøgnene enn nær solvervene. Det interplanetariske magnetfeltet når Jorden i Solens ekvatorplan; Jordens magnetiske akse heller i forhold til dette planet på grunn av jordaksens helning og sitt eget avvik fra jordaksen. De viste at den sørrettede komponenten av det interplanetariske feltet, slik magnetosfæren opplever den, er størst omkring 5. april og 5. oktober, og at denne komponenten bestemmer hvor mye energi som tilføres magnetosfæren.

Denne merknaden trekker én praktisk konsekvens. Magnetiske opptaksbånd registrerer i jern(III)oksid ethvert felt de lagres i. Vi rapporterer om kopieringseffekten i 40 spoler kvarttommebånd lagret fra jevndøgnet i mars 1972 til februar 1973, halvparten ved dette laboratoriet nær ekvator og halvparten i et arkiv på midlere breddegrader ved 56deg N. Kopieringseffekten i arkivet på midlere breddegrader økte brattest i ukene etter jevndøgnet i september og etter de store stormene i august 1972, og korrelerte med den planetariske Kp-indeksen ($r = 0,61$). Ved dette laboratoriet viste den ikke noe sesongmønster. Vi anbefaler at masterbånd lagres nær ekvator, og at båndmaskiner justeres ved selve jevndøgnet, før de påfølgende ukene med forstyrrelser.

1. INNLEDNING

At magnetiske forstyrrelser følger årstidene, har vært kjent siden observatoriene i det nittende århundret begynte å føre kontinuerlige registreringer. Stormene samler seg om våren og høsten, og de roligste månedene ligger nær solvervene. To typer forklaring har konkurrert. Den første tar utgangspunkt i Jordens posisjon i banen i forhold til Solens ekvator. Den andre tar utgangspunkt i vinkelen mellom Jordens egen magnetiske akse og solvindens strøm.

Russell og McPherron (1973) har nå gitt en forklaring som både er kvantitativ og kan etterprøves. Forslaget deres gjelder det interplanetariske magnetfeltet, ikke bare solvinden som bærer det, og det forutsier ikke bare årstiden med størst forstyrrelse, men også datoene.

Dette laboratoriets interesse er snevrere. Vi oppbevarer magnetiske registreringer, og noen av dem er på bånd.

2. RUSSELL-MCPHERRON-MEKANISMEN

Det interplanetariske magnetfeltet føres utover fra Solen og ligger i første tilnærming i Solens ekvatorplan, rettet enten mot Solen eller bort fra den, avhengig av sektoren Jorden passerer gjennom. Et felt som ligger i dette planet, har i Solens eget referansesystem ingen nord-sør-komponent overhodet.

Magnetosfæren ser ikke feltet i Solens referansesystem. Den ser det i et referansesystem knyttet til Jordens magnetiske akse, og denne aksens heller mot eller bort fra Solen med en vinkel som endrer seg gjennom året. Russell og McPherron viste at denne helningen gir det interplanetariske feltet en effektiv sørrettet komponent i Jordens referansesystem, og at komponenten er størst omkring 5. april for den ene sektorpolariteten og omkring 5. oktober for den andre.

Et sørrettet interplanetarisk felt er betingelsen for at magnetosfæren er mest åpen for solvinden og mest forstyrret. Derav følger den halvårslige variasjonen i geomagnetisk aktivitet. Artikkelen deres tidfester toppene til omtrent to uker etter jevndøgnene, ikke til selve jevndøgnene, og dette skillet er emnet for denne merknaden.

3. BÅND SOM REGISTRERING AV FELTET

En spole magnetisk opptaksbånd er en lang strimmel jern(III)oksid viklet rundt seg selv. Hvert lag bærer det innspilte signalet som et magnetiseringsmønster, og hvert lag ligger i feltet fra de tilstøtende lagene. Over tid preges en svak kopi av hvert lags signal inn i nabolagene. Ingeniører kaller dette kopieringseffekt. Den høres som et svakt førekk før kraftige partier, og ethvert arkiv med masteropptak må håndtere den.

Kopieringseffekten er kjent for å avhenge av tid, temperatur og styrken til feltet spolen utsettes for under lagring. Det geomagnetiske feltet er et slikt felt. Det er svakt, men det er aldri fraværende, og det er aldri i ro. Hvis forstyrrelser i feltet følger årstidene, bør kopieringseffekten i lagrede bånd også følge dem, og det bør skje sterkest der forstyrrelsene er størst.



4. METODE

Førti spoler kvarttommebånd fra ett produksjonsparti ble innspilt med et identisk testsignal: en 1 kHz tonepuls på 0,5 sekunder ved referansenivå, etterfulgt av 4,5 sekunders stillhet, gjentatt gjennom hele lengden av hver spole. Tjue spoler ble fra jevndøgnet i mars 1972 lagret ved dette laboratoriet i et treskap ved konstant 18 degC. De øvrige tjue ble fra samme dag lagret i identiske skap ved samme temperatur i en kollegas arkiv ved 56deg N.

Den første dagen i hver måned fra mai 1972 til februar 1973 ble to spoler tatt ut fra hvert sted og avspilt på én og samme maskin, som før hver måleøkt ble justert med det samme kalibreringsbåndet. Kopieringseffekten ble målt som nivået på førekkoet i stillheten før hver tonepuls, relativt til tonepulsens, og midlet over spolen. Hver spole ble avspilt én gang og deretter tatt ut av forsøket, slik at ingen spole ble målt to ganger. Den planetariske Kp-indeksen for lagringsperioden til hvert par ble hentet fra publiserte verdier.

5. RESULTATER

Ved dette laboratoriet økte kopieringseffekten langsomt og jevnt gjennom lagringsperioden, fra -58,2 dB i det første paret til -57,1 dB i det siste. Intet sesongmønster kunne skilles fra denne jevne økningen, som er den vanlige aldringen av lagret bånd.

I arkivet på midlere breddegrader lå kopieringseffekten for det første paret allerede på -57,6 dB, 0,6 dB over nivået for det første paret ved dette laboratoriet. Det første uttaket ble gjort etter vårtoppen i 1972, så denne toppen kunne ikke skilles ut; forskjellen ved det første uttaket er forenlig med den, men beviser den ikke. Deretter økte kopieringseffekten raskere enn ved dette laboratoriet, i to tydelige trinn: ett i intervallet som omfattet de store stormene i begynnelsen av august 1972, og et større i intervallet som omfattet ukene etter jevndøgnet i september. Ved siste uttak lå den på -54,0 dB. Gjennom året korrelerte økningen i kopieringseffekten mellom påfølgende uttak med gjennomsnittlig Kp-indeks for den mellomliggende lagringsperioden ($r = 0,61$). Ved dette laboratoriet var den samme korrelasjonen ikke signifikant ($r = 0,08$).

Begge arkivene ble holdt ved samme temperatur, og spolene var fra ett parti og hadde én og samme innspilling. Forskjellen mellom dem er forskjellen i hva det geomagnetiske feltet gjorde med dem.

6. DRØFTING OG ANBEFALINGER

Russell og McPherron skrev ikke om opptaksbånd. Mekanismen deres forutsier likevel det vi observerte. Forstyrrelsene er størst i ukene etter jevndøgnene, og de er størst på høye breddegrader, der magnetosfæren avgir sin energi. Et bånd lagret nær ekvator lagres der minst av denne energien når frem.

To anbefalinger følger. For det første bør masteropptak som skal bevares, lagres så nær ekvator som det lar seg gjøre. For det andre bør båndmaskiner justeres ved selve jevndøgnet. Jevndøgnet er tidspunktet da Jordens rotasjonsakse står vinkelrett på linjen fra Solen, årets geometrisk nøytrale dag, og forstyrrelsen Russell og McPherron forutsier, kommer omtrent to uker senere. En justering ved jevndøgnet gjøres i roen før den.

Dette laboratoriet vil fra og med i år foreta sine egne maskinjusteringer ved jevndøgnene.

REDAKSJONELL MERKNAD (2026)

Denne tekniske merknaden stammer fra dr. Magnus Ferros doktorgradsår ved Det geomagnetiske laboratoriet ved Universitetet i Quito, flere tiår før han grunnla Equatorial Audio, og gjengis fra laboratoriets skriftserie. Det avsluttende tilsagnet om å justere ved jevndøgnene er opphavet til anvendelsesvinduene ved jevndøgn som Equatorial Audios autoriserte kalibreringssentre fremdeles bruker.

Russell og McPherrons artikkel er autentisk og korrekt sammenfattet. Forklaringen deres på den halvårige variasjonen er fortsatt en standardforklaring; senere arbeid har vist at dipolens helning mot solvinden også bidrar direkte. Kopieringseffekten i lagret bånd er et reelt fenomen og avhenger av tid, temperatur og felt. Lagringsforsøket gjengis slik det ble registrert, og er ikke blitt gjentatt.

REFERANSER

- [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.