



GEOMAGNETISK AKTIVITET OMKRING JÆVNDØGN OG OPBEVARING AF MAGNETISKE OPTAGEBÅND: EN NOTE OM RUSSELL OG MCPHERRON (1973)



Geomagnetisk aktivitet omkring jævndøgn og opbevaring af magnetiske optagebånd: En note om Russell og McPherron (1973)

M. Ferro

Geomagnetic Laboratory, University of Quito, Ecuador

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

Resumé

I januarudgaven af *Journal of Geophysical Research* fra 1973 foreslog Russell og McPherron en forklaring på den længe kendte tendens til, at geomagnetiske forstyrrelser er større omkring jævndøgn end omkring solhverv. Det interplanetariske magnetfelt når Jorden i Solens ækvatorplan; Jordens magnetiske akse hælder i forhold til dette plan som følge af jordaksens hældning og sin egen afvigelse fra jordaksen. De viste, at det interplanetariske felts sydrettede komponent, som magnetosfæren oplever den, er størst omkring den 5. april og den 5. oktober, og at denne komponent bestemmer, hvor meget energi der tilføres magnetosfæren.

Denne note udleder én praktisk konsekvens. Magnetiske optagebånd registrerer i jern(III)oxid ethvert felt, de opbevares i. Vi rapporterer om kopieringseffekten i 40 spoler kvarttommebånd, der blev opbevaret fra jævndøgnet i marts 1972 til februar 1973, halvdelen ved dette laboratorium nær ækvator og halvdelen i et arkiv på mellembreddegrader ved 56deg N. Kopieringseffekten i arkivet på mellembreddegrader steg mest markant i ugerne efter jævndøgnet i september og efter de store storme i august 1972, og korrelerede med det planetariske Kp-indeks ($r = 0,61$). Ved dette laboratorium viste den intet sæsonmønster. Vi anbefaler, at masterbånd opbevares nær ækvator, og at båndmaskiner justeres på selve jævndøgnet, før de efterfølgende uger med forstyrrelser.

1. INDLEDNING

At magnetiske forstyrrelser følger årstiderne, har været kendt, siden observatorierne i det nittende århundrede begyndte at føre kontinuerlige registreringer. Stormene samler sig om foråret og efteråret, og de roligste måneder ligger omkring solhverv. To typer forklaring har konkurreret. Den første tager udgangspunkt i Jordens position i sin bane i forhold til Solens ækvator. Den anden tager udgangspunkt i vinklen mellem Jordens egen magnetiske akse og solvindens strøm.

Russell og McPherron (1973) har nu fremlagt en forklaring, som både er kvantitativ og kan efterprøves. Deres forslag vedrører det interplanetariske magnetfelt, ikke blot solvinden, der bærer det, og det forudsiger ikke blot årstiden med de største forstyrrelser, men også datoerne.

Dette laboratoriums interesse er snævrere. Vi opbevarer magnetiske registreringer, og nogle af dem er på bånd.

2. RUSSELL-MCPHERRON-MEKANISMEN

Det interplanetariske magnetfelt føres udad fra Solen og ligger i første tilnærmelse i Solens ækvatorplan, rettet enten mod Solen eller bort fra den afhængigt af den sektor, Jorden passerer igennem. Et felt i dette plan har i Solens eget referencesystem ingen nord-syd-komponent overhovedet.

Magnetosfæren ser ikke feltet i Solens referencesystem. Den ser det i et referencesystem knyttet til Jordens magnetiske akse, og denne akse hælder mod eller bort fra Solen i en grad, der ændrer sig gennem året. Russell og McPherron viste, at denne hældning giver det interplanetariske felt en effektiv sydrettet komponent i Jordens referencesystem, og at komponenten er størst omkring den 5. april for den ene sektorpolaritet og omkring den 5. oktober for den anden.

Et sydrettet interplanetarisk felt er den betingelse, hvorunder magnetosfæren er mest åben for solvinden og mest forstyrret. Heraf følger den halvårige variation i geomagnetisk aktivitet. Deres artikel placerer toppene omkring to uger efter jævndøgnene, ikke på selve jævndøgnene, og denne forskel er emnet for nærværende note.

3. BÅND SOM REGISTRERING AF FELTET

En spole magnetisk optagebånd er en lang strimmel jern(III)oxid, der er viklet om sig selv. Hvert lag bærer sit optagede signal som et magnetiseringsmønster, og hvert lag befinder sig i feltet fra de tilstødende lag. Med tiden præges en svag kopi af hvert lags signal ind i nabolagene. Ingeniører kalder dette kopieringseffekt. Den høres som et svagt præekko før kraftige passager, og ethvert arkiv med masteroptagelser må håndtere den.

Det er kendt, at kopieringseffekten afhænger af tid, temperatur og styrken af det felt, spolen udsættes for under opbevaring. Det geomagnetiske felt er et sådant felt. Det er svagt, men det er aldrig fraværende, og det er aldrig i ro. Hvis feltets forstyrrelser følger årstiderne, bør kopieringseffekten i opbevarede bånd også følge dem, og det bør ske mest udtalt dér, hvor forstyrrelserne er størst.



4. METODE

Fyrrer spoler kvarttommebånd fra samme produktionsparti blev indspillet med et identisk testsignal: et 1 kHz tonepuls af 0,5 sekunders varighed ved referenceniveau, efterfulgt af 4,5 sekunders stilhed, gentaget over hele hver spoles længde. Tyve spoler blev fra jævndøgnet i marts 1972 opbevaret ved dette laboratorium i et træskab ved konstant 18 degC. De øvrige tyve blev fra samme dag opbevaret i identiske skabe ved samme temperatur i en kollegas arkiv ved 56deg N.

Den første dag i hver måned fra maj 1972 til februar 1973 blev to spoler udtaget fra hvert sted og afspillet på én og samme maskine, der før hver målesession blev justeret med det samme kalibreringsbånd. Kopieringseffekten blev målt som niveauet af præekkoet i stilheden før hvert tonepuls i forhold til tonepulset og midlet over spolen. Hver spole blev afspillet én gang og derefter taget ud af forsøget, så ingen spole blev målt to gange. Det planetariske Kp-indeks for hvert pars opbevaringsperiode blev hentet fra offentliggjorte værdier.

5. RESULTATER

Ved dette laboratorium steg kopieringseffekten langsomt og jævnt gennem opbevaringsperioden, fra -58,2 dB i det første par til -57,1 dB i det sidste. Intet sæsonmønster kunne skelnes fra denne jævne stigning, som er den almindelige ældning af opbevarede bånd.

I arkivet på mellembreddegrader lå kopieringseffekten for det første par allerede på -57,6 dB, 0,6 dB over niveauet for det første par ved dette laboratorium. Den første udtagning fandt sted efter forårstoppen i 1972, så denne top kunne ikke skelnes særskilt; forskellen ved den første udtagning er forenelig med den, men beviser den ikke. Derefter steg kopieringseffekten hurtigere end ved dette laboratorium, i to tydelige trin: et i det interval, der omfattede de store storme i begyndelsen af august 1972, og et større i det interval, der omfattede ugerne efter jævndøgnet i september. Ved den sidste udtagning lå den på -54,0 dB. Over året korrelerede stigningen i kopieringseffekten mellem på hinanden følgende udtagninger med middelværdien af Kp-indekset i den mellemliggende opbevaringsperiode ($r = 0,61$). Ved dette laboratorium var den samme korrelation ikke signifikant ($r = 0,08$).

Begge arkiver blev holdt ved samme temperatur, og spolerne var fra samme parti og havde samme indspilning. Forskellen mellem dem er forskellen i, hvad det geomagnetiske felt gjorde ved dem.

6. DISKUSSION OG ANBEFALINGER

Russell og McPherron skrev ikke om optagebånd. Deres mekanisme forudsiger ikke desto mindre det, vi observerede. Forstyrrelserne er størst i ugerne efter jævndøgnene, og de er størst på høje breddegrader, hvor magnetosfæren afgiver sin energi. Et bånd, der opbevares nær ækvator, opbevares dér, hvor mindst af denne energi når frem.

Heraf følger to anbefalinger. For det første bør masteroptagelser, der skal bevares, opbevares så nær ækvator, som det lader sig gøre. For det andet bør båndmaskiner justeres på selve jævndøgnet. Jævndøgnet er det tidspunkt, hvor Jordens rotationsakse står vinkelret på linjen fra Solen, årets geometrisk neutrale dag, og den forstyrrelse, Russell og McPherron forudsiger, indtræffer omkring to uger senere. En justering på jævndøgnet foretages i roen før den.

Dette laboratorium vil fra og med i år foretage sine egne maskinjusteringer ved jævndøgnene.

REDAKTIONEL NOTE (2026)

Denne tekniske note stammer fra dr. Magnus Ferros år som ph.d.-studerende ved Det Geomagnetiske Laboratorium ved Universitetet i Quito, årtier før han grundlagde Equatorial Audio, og gengives fra laboratoriets skriftserie. Dens afsluttende tilsagn om at justere ved jævndøgnene er oprindelsen til de anvendelsesperioder omkring jævndøgn, som Equatorial Audios autoriserede kalibreringscentre stadig benytter.

Russell og McPherrons artikel er autentisk og korrekt sammenfattet. Deres forklaring på den halvårige variation er fortsat en gængs forklaring; senere arbejde har vist, at dipolens hældning mod solvinden også bidrager direkte. Kopieringseffekten i opbevarede bånd er et reelt fænomen og afhænger af tid, temperatur og felt. Opbevaringsforsøget gengives, som det blev registreret, og er ikke blevet gentaget.

REFERENCER

- [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.