

Elektromos karakterszámok és a földi elektromágneses tér

M Á R C Z F E R E N C

A szerző a dolgozatban a tellurikus áram és földmágneses tevékenységnek a lélegelektromos jelenségekkel való kapcsolatát vizsgálja. A földmágneses és tellurikus-áram változásokra az ismert karakterszámokat, a légi-elektromos tevékenység jellemzésére pedig az angol Meteorological Office karakterszám rendszerét alkalmazza.

A korreláció számítás módszerével feldolgozza a perui Huancayo és a Bombay melletti Colabában működő obszervatóriumok méréssorait.

Megállapítja, hogy a vizsgálatok alapján az érintett komponensek közötti laza kapcsolat felfedezhető, de a légi elektromos tevékenység leírására használt karakterszámok a geofizikai célokra kevésbé alkalmasak.

В работе рассматривается связь теллурических токов и геомагнитного поля с аэроэлектрическими явлениями. Для вариаций геомагнитного поля и поля теллурических токов используются известные характерные числа, а для характеристики аэроэлектрических явлений — система характерных чисел английской метеорологической службы.

При помощи метода корреляционного вычисления обрабатываются ряды измерений, полученные в Калойской обсерватории в Перу.

На основании проведенных исследований делается вывод о наличии слабой связи между указанными компонентами, однако, характерные числа, используемые для описания аэроэлектрической активности, мало применимы для геофизических целей.

In der Abhandlung untersucht der Verfasser das Verhältnis des tellurischen Stroms und der erdmagnetischen Tätigkeit zu den luftelektrischen Phänomenen. Auf die erdmagnetischen und tellurischen Stromveränderungen wendet er die bekannten Charakterzahlen, zur Charakterisierung der luftelektrischen Tätigkeit dagegen das Charakterzahl-System des englischen Meteorological Office an.

Mit Methode der Korrelationsrechnung arbeitet er die Meßserien der im peruanischen Huancayo und in Colaba bei Bombay tätigen Observatorien auf.

Er stellt fest, dass auf Grund der Untersuchungen zwischen den berührten Komponenten ein lockerer Zusammenhang entdeckt werden kann, die zur Beschreibung der luftelektrischen Tätigkeit gebrauchten Charakterzahlen jedoch für geophysikalische Zwecke wenig geeignet sind.

A MTA Geofizikai Kutató Laboratóriumában vizsgálatokat folytatunk a földi elektromágneses tér megismerésére. Vizsgálataink az egyes komponensek közötti összefüggések, a közös jellemvonások, vagy a külső tényezők hatásának kimutatására irányulnak. Ehhez a munkához szükségünk van arra, hogy a három összetevőben mutatkozó jelenségeket olyan adatokkal jellemezzük, amelyek magukban foglalják azok legfőbb tulajdonságait és ezáltal lehetővé teszik az összehasonlítást. A tellurikus és mágneses tevékenység elég jól jellemezhető a megfelelő karakterszámok alkalmazásával, amint ez az irodalomból jól ismert. Célszerűnek látszott megvizsgálni azt, hogy a lélegelektromos tér jellemzésére eddig használt elektromos karakterszámok hogyan felelnek meg az előbbieken kitűzött célunknak.

Az angol Meteorological Office lélegelektromos szempontból három csoportra osztja a napokat és azokat 0,1 és 2 karakterszámokkal jellemzi (1). 0 karakterszámmal jellemzi azokat a napokat, amelyeken a légköri potenciálgradiens a nap folyamán nem vesz fel negatív értéket. Az 1-es karakterszámmal jelzi azokat a napokat, amelyek folyamán a potenciálgradiens értéke

három óránál rövidebb ideig negatív. Végül, azok a napok melyeken a potenciálgradiens három órán át vagy annál hosszabb ideig negatív, 2-es karakter-számot kapnak. (Az ilyen napok többnyire zivatarosak.)

Először ezt a karakterizáló rendszert vizsgáljuk meg. Sajnos, a rendelkezésre álló irodalomban nagyon gyéren található olyan, több évre terjedő adatsorozatok, amelyek ehhez a munkához szükségesek. A Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity évfolyamaiból két olyan állomást tudunk kiválasztani, amely több évre terjedően a Meteorological Office által bevezetett elektromos karakterszámok szerint osztályozta a napokat. Az egyik a perui Huancayo-ban levő obszervatorium 1925 és 1936 közötti években végzett potenciálgradiensméréseiből összeállított sorozat (2), a másik a Bombay melletti Colabában 1931 és 1938 között végzett regisztrálás feldolgozásából származik (3). Mindkét állomásról rendelkezésünkre állt az előbb említett időközökben, havi felbontásban, a napoknak karakterszámok szerinti megoszlása.

Első lépésként a két adat-sorozat időben egyező részét (vagyis az 1931–36 közötti szakaszt) felhasználva, összehasonlítást végeztünk a két állomás elektromos karakterszámaival:

1931 és 1936 között mindenegyves hónapra megállapítottuk az átlagos elektromos karakterszámokat és ezeknek az egyes hónapokra (pl. januárra) vonatkozó megfelelő középértékétől az egyes években mutatkozó eltéréseikkel végeztük el a korrelációs számítást a következő képlet alapján:

$$r = \frac{\Sigma xy}{\sqrt{\Sigma x^2 \Sigma y^2}}$$

ahol tehát x az egyik állomás adott évre vonatkozó (pl. 1931) havi (pl. jan.) átlagértékének eltérése a több éves (1931–36) megfelelő havi középértéktől; y pedig a másik állomás adott évre vonatkozó (pl. 1931) havi (pl. jan.) átlagértékének eltérése a több éves (1931–36) megfelelő havi középértéktől.

A fenti úton az egyes évekre a következő korrelációs faktorokat nyertük:

| | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1931 | 1932 | 1933 | 1934 | 1935 | 1936 |
| +0,16 | +0,33 | +0,26 | +0,01 | -0,05 | +0,06 |

Amint látható az első 3 év, ha nem is nagy, de egyértelmű és figyelemre méltó pozitív korrelációt mutat. A következő 3 évre már nem mondható el ugyanez.

Az évi járás kiküszöbölésére kiszámítottuk minden egyes évre az x és y eltérések havi középértékeit (\bar{x} és \bar{y}) és ezek segítségével az alábbi átalakított képlettel számítottuk ki a korrelációs faktorokat:

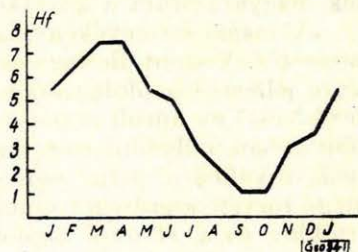
$$r = \frac{\Sigma xy - 12\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{(\Sigma x^2 - 12\bar{x}^2)(\Sigma y^2 - 12\bar{y}^2)}}$$

Ennek alapján a korrelációs tényezők így alakultak:

| | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1931 | 1932 | 1933 | 1934 | 1935 | 1936 |
| +0,18 | +0,33 | +0,15 | +0,07 | +0,16 | +0,04 |

Így az 1935-ös faktor is pozitív. Noha az 1934-es és 1936-os faktor csak nagyon gyengén pozitív, megállapíthatjuk mégis, hogy mind a hat esztendő alatt a két állomás elektromos adatai pozitív korrelációban vannak egymással.

A korreláció évszakos változásának tanulmányozására előjel korreláció alapján végeztük el az összehasonlítást. Az előjeleket úgy állapítottuk meg, hogy az eltéréseket középértékeikhez viszonyítottuk. Bloxamálás után a kapott értékeket felhordva, a következő görbe nyújt felvilágosítást a korreláció évi változásáról (1. ábra)*. A görbe lefutása azt mutatja, hogy a két állomás adatai között március, április hónapokban a legjobb a korreláció. Ezután fokozatosan csökken és szeptember, október hónapokban a legkisebb a korreláció.



1. ábra

Talán a két terület közötti éghajlati különbség nehezíti meg a két állomás elektromos karakterszámainak összehasonlító vizsgálatát, mert erősen éreztetik hatásukat a sajátos éghajlati viszonyoknak megfelelő helyi jellegű zavarok.

Vizsgálatainkat kiterjesztettük a mágneses karakterszámok és az elektromos karakterszámok összehasonlítására is. Sajnos, sem a huancayoi, sem a colabai mágneses karakterszámok nem álltak rendelkezésünkre, ezért az összehasonlításra az internacionális mágneses karakterszámokat használtuk fel.

Először a huancayoi elektromos és az internacionális mágneses karakterszámok közötti korrelációt vizsgáltuk meg. A számítások a már előbb említett módszer szerint történtek. Ezekhez a számításokhoz hosszabb adatsorozat állt rendelkezésünkre. 1925–36 közötti huancayoi elektromos karakterszámokhoz (2) a *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity*ben (Vol. 30. – Vol. 42.) közölt megfelelő internacionális karakterszámokat kerestük ki, amelyeket G. van Dijk, széles obszervatóriumi hálózat adatait felhasználva, állított össze. A korrelációs számítás eredményeként a következő korrelációs tényezőket kaptuk:

| | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1925 | 1926 | 1927 | 1928 | 1929 | 1930 |
| -0,26 | +0,10 | -0,38 | +0,28 | +0,41 | +0,34 |
| 1931 | 1932 | 1933 | 1934 | 1935 | 1936 |
| -0,08 | -0,19 | -0,50 | +0,43 | +0,48 | -0,01 |

Az évi járást az előzőekben leírt módon kiküszöbölve:

| | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1925 | 1926 | 1927 | 1928 | 1929 | 1930 |
| -0,70 | +0,13 | -0,51 | +0,39 | +0,37 | +0,18 |
| 1931 | 1932 | 1933 | 1934 | 1935 | 1936 |
| -0,10 | -0,50 | -0,40 | +0,39 | +0,46 | -0,01 |

* Az ábrákon az abszcissa tengelyre a hónapokat, az ordináta tengelyre a hasonlósági fokot (Hf) hordtuk fel, szabadon választott egységekben.

Ha rátekintünk erre a sorozatra, rögtön szembetűnik, hogy a korreláció háromévenként előjelet vált. Csak az 1926-os kis pozitív és az 1936-os minimális negatív korreláció üt ki ebből a periodikus előjelváltásból. Ettől eltekintve határozott 6 éves periódus észlelhető a korrelációs tényezők alakulásában. Ennek magyarázatára a következőket lehet megemlíteni:

A mágneses tevékenység és a napfolt-tevékenység közötti összefüggés ismeretes. Viszont Berlage és Visser (4) vizsgálata szerint a napfolttevékenységre jellemző napfoltszámok 11 éves periódusa és a világidőjárásban jelentkező 3 és 7 év körüli periódusok között is van összefüggés. Ezen kapcsolat főként abban nyilvánul meg, hogy a délkelet-ázsiai és európai magas légnyomású évek, továbbá a perui esős évek, jelentkezésükben a relatív napfoltszámtól függő törvényszerűséget mutatnak. Megjelenésük meghatározott napfoltszámértékhez és a 11 éves napfoltperiódus szélső értékeihez viszonyítva kötött. Tehát a meteorológiai tényezők alakulásában a napfolttevékenység szerepet játszik. Így feltételezhető, hogy az esetünkben mutatkozó 3 éves előjelváltásban a napfolt-tevékenység közvetett hatása tükröződik. Hiszen az elektromos karakterszámok alakulásában feltétlenül érződik a világidőjárásnak és így ezen keresztül a napfolt-tevékenységnek a hatása. A világidőjárás 7 év körüli periódusát főként a Peruban hét év alatt egyszer jelentkező esős évek jellemzik. Ezek az ún. El Nino évek. Előfordul azonban az is, hogy mérsékelt eszós és a száraz perui tengerparton más években is megfigyelhető esetenként. Viszont ezek az esetek is oly értelemben emlékeztetnek a 7 éves periódusra, hogy 3–4 éves a periódusuk, tehát az előbbinek a fele. Az általunk vizsgált időszak alatt az 1925-ös és az 1932-es évben volt Berlage szerint El Nino jelenség. Mindkét évben határozott negatív korreláció van az elektromos és mágneses karakterszámok között ($-0,70$ és $-0,50$).

Előjel korrelációt alkalmazva a 2. ábrán bemutatott görbét nyertük a korreláció évi változására. A görbe szerint március–áprilisban a legjobb a korreláció, míg a legkisebb értéket szeptember, októberben veszi fel.

A colabai elektromos és az internacionális mágneses karakterszámokkal is végeztünk vizsgálatot. Az elektromos karakterszámokra rövidebb sorozat állt rendelkezésre, mint Huancayoban (3). Csak az 1931–38-as időszakra tudtuk elvégezni az összehasonlítást. Először az alábbi korrelációs tényezők-höz jutottunk:

| | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1931 | 1932 | 1933 | 1934 | 1935 | 1936 | 1937 | 1938 |
| +0,02 | -0,56 | -0,17 | +0,23 | -0,01 | -0,14 | -0,12 | +0,11 |

Elvégezvén az évi járás kiküszöbölésére szolgáló átszámításokat:

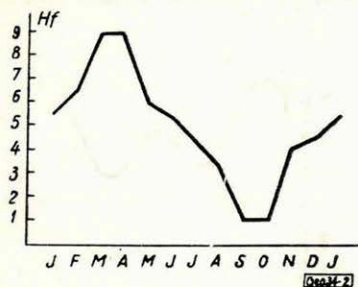
| | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| 1931 | 1932 | 1933 | 1934 | 1935 | 1936 | 1937 | 1938 |
| +0,04 | -0,59 | -0,03 | +0,54 | -0,04 | -0,16 | 0 | -0,07 |

Az 1932-es határozott negatív és az 1934-es határozott pozitív korrelációs faktorok mellett a többi évben nagyon kicsi a korreláció mind pozitív, mind negatív értelemben.

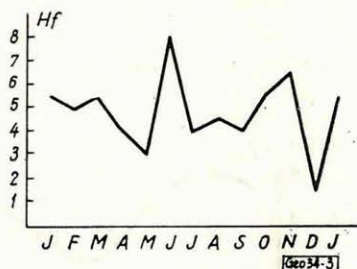
Összehasonlítva az itt kapott eredményeket a megfelelő huancayoi adatokkal azt látjuk, hogy a colabai 1932-es határozott negatív és az 1934-es határozott pozitív korreláció figyelemre méltó értékben Huancayoban is megjelenik. A többi évet tekintve, nem találunk egyezést. A huancayoi adatokban fellelhető 6 éves periódusnak nyoma sincs ebben a sorozatban.

Megvizsgáltuk a korreláció éven belüli változását is, előjel korrelációt alkalmazva (3. ábra). A huancayoi megfelelő görbével összehasonlítva a colabai görbét, a legszembetűnőbb különbség az itt mutatkozó kettős hullám. Ez a körülmény hívta fel a figyelmünket arra, hogy a huancayoi görbén a maximum és a minimum között látható töréses átmenet talán szintén egy kettős hullámot takar, amely csak harmonikus analízis segítségével mutatható ki. Az analízist el is végeztük, a kapott eredményekre a későbbiekben még visszatérünk.

Meg kell még említeni, hogy határozott korrelációról elfogadottan csak akkor beszélhetünk, ha a korrelációs tényező meghaladja a 0,50 értéket. A mi számításainkban egy-két esettől eltekintve ez nem volt tapasztalható, amit annak kell tulajdonítanunk, hogy a Meteorological Office elektromos karakter-



2. ábra



3. ábra

számaikat úgy állapították meg, hogy azok elsősorban a zivatar-tevékenységet, ill. a meteorológiai viszonyokat tükrözik. Az osztályozásnál nem elegendő csak a potenciálgradiens előjelének figyelembevétele. A potenciálgradiens abszolút értékét is szem előtt tartva, bizonyára jobb korreláció várható az elektromos és mágneses karakterszámok között. Mi az előbbieken a relatív, a többi értékhez viszonyított határozottságot a „figyelemre méltó korreláció” kifejezéssel jeleztük.

Mint már említettük, az előjel korrelációval nyert értékekkel Fourier-analízist is végeztünk. A számítás táblázatos módszerrel történt. Minden egyes esetben a Fourier-sor két együtthatóját számítottuk ki és az ezekkel felírt sorból kapott értékekből szerkesztettük meg a görbéket. A görbék kezdete a 4–6. ábrákon január 15.

Tekintsük át az így kapott görbéket:

A két állomás elektromos karakterszámai közötti korreláció évi változását egy szinuszos hullám ábrázolja. A maximális korreláció a tavaszi, a minimális pedig az őszi aequinox körül jelentkezik (4. ábra).

Az elektromos és mágneses karakterszámok közötti korreláció éven belüli változását ábrázoló görbékről a következők állapíthatók meg:

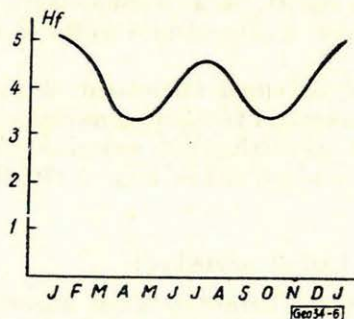
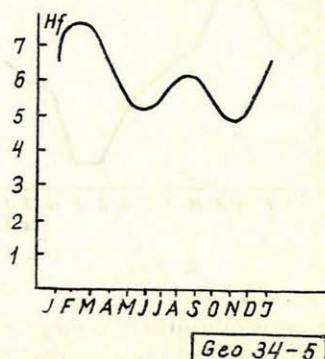
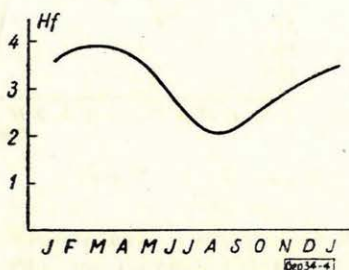
Mindkét állomáson kettős hullám alakjában jelentkezik a korreláció változása. A huancayoi görbén a maximumok közel az aequinoxok idejére esnek (5. ábra), viszont a colabai görbe maximumai és minimumai kb. 2 hónappal előbb jelentkeznek, mint a huancayoi görbe megfelelői (6. ábra).

Ezeket megállapítva felvetődik a kérdés, hogy a korreláció évi menetének mi a fizikai háttere. Erre vonatkozóan Benceze Pál tanulmányára (5) hivatkozva

a következőket állapíthatjuk meg. A légköri elektromos jelenségeket nagyon erősen befolyásolják a légcirkulációs viszonyok. Viszont az irodalomból ismert az a felfogás, hogy aequinox idején a mágneses tevékenység megnövekedését az az általános légcirkuláció megváltozása is okozza. Így tehát várható, hogy ezekben az időszakokban a közös ható oknak megfelelően megnő a korreláció az elektromos és mágneses karakterszámok között.

Összefoglalóan az alábbi megállapításokra juthatunk:

Tekintettel arra, hogy a légköri elektromos jelenségeket erősen befolyásolják a helyi meteorológiai viszonyok, a világméretben lejátszódó lélegektromos jelenségek ezeknek a hatása alatt nem jelentkeznek azonos formában a különböző megfigyelési helyeken, hanem a helyi viszonyok által determinált



módon. Ezek a helyi sajátosságok természetesen az elektromos karakterszámokban is tükröződnek. Ezzel magyarázható a két állomás elektromos karakterszámai közötti egyöntetű, de kevésbé határozott pozitív korreláció.

A mágneses és elektromos karakterszámok összehasonlítását illetően megjegyzendő, hogy a huancayoi adatokból számított korrelációs tényezők valószínűen a napfolt-tevékenységgel összefüggően a világidőjárásban is jelentkező 3 és 7 év körüli periodicitást mutatnak. Az előjel korreláció alapján nyert adatok érdekes évi kettős periódust adnak a tavaszi, ill. őszi napéjnyenlőség idején

jelentkező maximumokkal, amely a korrelációnak ezekben az időpontokban való megerősödését jelzi.

Az itt elmondottak elegendőnek bizonyulnak vizsgálatunk célkitűzésének megfelelően annak a megállapítására, hogy a Meteorological Office által bevezetett elektromos karakterizációs rendszer nem a legalkalmasabb a földi elektromágneses tér vizsgálata szempontjából. Jelen vizsgálat felszínre hozott bizonyos összefüggéseket, melyek a földi elektromágneses tér mágneses és légelektromos komponense között mutatkoznak és amelyeknek a teljes megoldásához több és részletesebb adatra lenne szükség. A vizsgálatok tájékoztatást nyújtanak a megindulás előtt álló nagyeceni légelektromos állomás által szolgáltatandó adatok feldolgozásához. Ezen adatok birtokában remélhetőleg még pontosabb vizsgálatokra kerülhet sor és lehetővé válik a földi elektromágneses tér komponenseivel való kapcsolat meghatározására legjobban felhasználható karakterszámok definiálása.

IRODALOM

- (1) *F. J. Whipple*: The Electrical Characterization of Days – The Practice of the British Meteorological Office. Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity, vol. 42, pp. 129 (1937).
- (2) *O. W. Torreson*: The Electrical Characterization of Days at the Huancayo Magnetic Observatory for the Twelve Years 1925 – 1936. Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity, vol. 32, pp. 149 (1938).
- (3) *S. M. Mukhergi and A. R. Fillai*: The Electrical Characterization of Day at Colaba (Bombay, India) During 1930 – 38. Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity, vol. 45, pp. 135 (1940)
- (4) *S. W. Visser*: On the Connections Between the 11-Year Sunspot Period and the Periods of About 3 and 7 Years in World Weather. Geofisica Pura e Applicata, vol. 43, pp. 302, (1959).
- (5) *Bencze Pál*: A földi elektromágneses tér és a légelektromosság közötti kapcsolatáról. (Magyar Geofizika II. évf. 1 – 2 sz.)