

# GEO-FIFIKA

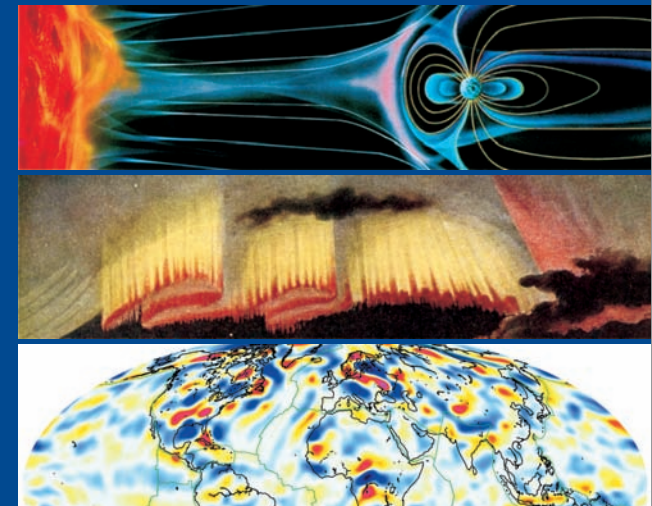
Földtudományi  
ismeretterjesztő füzet



## MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet

9400 Sopron  
Csatka E. u. 6–8.  
Tel.: 99/508-340  
[www.ggki.hu](http://www.ggki.hu)

[www.foldev.hu](http://www.foldev.hu)  
[www.yearofplanetearth.org](http://www.yearofplanetearth.org)



[www.foldev.hu](http://www.foldev.hu)

„Ezekért a titkokért érdemes bejárni az üstökösök útját, a világot fel a napfoltokig,  
s aztán lefelé a föld rétegeit... Ezeket meghódítani! Érdemes egy emberélet fáradságának!”  
(Jókai Mór: Fekete gyémántok)



A projekt a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal támogatásával valósult meg.

12.  
A földi mágneses tér.  
Védőpajzsunk

2008-ban – az ENSZ Föld Bolygó Nemzetközi Éve keretében – a földtudományok művelői szerte a világon ismeretterjesztő programokat szerveznek annak bemutatására, hogy a földtudományok hogyan szolgálják az emberiség, a társadalmak javát. Az egyik ilyen magyarországi kezdeményezés a GEO-FIFIKA című füzetsorozat. 12 számának témája:

1. Nemzetközi földtudományi kezdeményezések
2. Felszín alatti vizek („Tartalék egy szomszéd bolygónak?”)
3. Természeti veszélyforrások („A lehető legkisebb kockázat, a lehető legnagyobb odafigyelés”)
4. Föld és egészség („Biztonságosabb környezet építése”)
5. Éghajlatváltozások („Kőbe vésett magnószalag”)
6. Nyersanyag- és energiakincs. („A fenntartható felhasználás felé”)
7. Óriásvárosok („Mélyebbre hatolni, biztonságosabban épütni”)
8. A Föld mélye („A kéregtől a földmagig”)
9. Óceánok („Az idő mélye”)
10. Talaj („A Föld élő bőre”)
11. Föld és élet („A sokféleség eredete”)
12. A földi mágneses tér („Védőpajzsunk”)



# GEO-FIFIKA

FÖLDTUDOMÁNYI ISMERETTERJESZTŐ FÜZET

# 12.

## A földi mágneses tér. Védőpajzsunk

Meskó Attila (1940-2008) geofizikus,  
az MTA 2005-2008 közötti főtájkára emlékére



A MTA Széchenyi István Geofizikai Observatórium Nagycenk–Hidegség–Fertőboz között, a nagycenki bárszator végében található. A képen (az óramutató szerint körbejárva): Schumann-rezonancia érzékelő, magnetométer, meteorológiai állomás, whistler-vevő és ionoszonda-adótorony látható, valamint az ún. „mágneses” házak 1957-es és 2007-es állapotukban. Jelenlegi mérések: földiáram (1957–), a geomágneses tér és változásai (1961–), lélegektromosság (1962–), ionoszféra (1967–), INTERMAGNET (1993–), Schumann-rezonancia (1994–), ionoszonda (1996–), whistler (2003–), villám (2007–).

Készült: a Föld Bolygó Nemzetközi Éve alkalmából az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézetben az NKTH támogatásával, a Magyar Geofizikusok Egyesülete, a Magyarhoni Földtani Társulat, hazai intézmények és magánszemélyek együttműködésével, a Coördesign (www.coördesign.nl) által tervezett International Year of Planet Earth prospektusok tartalmi és formai elemeinek alapul vételével

Szerkesztette: Szarka László

Felölös kiadó: Závoti József

ISBN 978-963-8381-24-8 Ö  
ISBN 978-963-8381-36-1

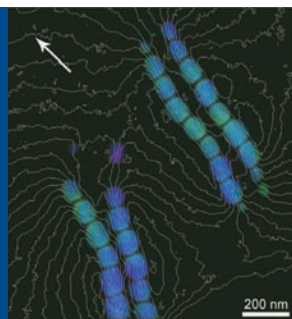
Megjelenik: havonta, 2008. január és december között

Terjesztés: Középiskolákban, illetve a Föld Bolygó Nemzetközi Éve magyarországi rendezvényein, a Magyarhoni Földtani Társulaton és a Magyar Geofizikusok Egyesületén keresztül. Az elektronikus változat letölthető a hivatalos magyar weblapról: [www.foldev.hu/geofifika.htm](http://www.foldev.hu/geofifika.htm)

A GEO-FIFIKA ingyenes kiadvány. A füzetek anyaga szabadon másolható, terjeszthető.

Nyomtatott példányok az alábbi címen igényelhetők: Rokob Krisztina – NYME EMK Környezet- és Földtudományi Intézet 9400 Sopron, Csatka E. u. 6–8. E-mail: [rokob@ggki.hu](mailto:rokob@ggki.hu)

Nyomdai munkák: Hillebrand Nyomda Kft. 9400 Sopron, Csengery u. 51. Felelős nyomdavezető: Hillebrand Imre



Elektron hologramok alapján készített mágneses indukció térkép két kettős magnetit láncról, amely a veszprémi Séd iszapjából gyűjtött mágneses baktérium sejtben képződött. A magnetit nanokristályokban minden egyes kristály egy-egy parányi rúd-mágnesnek tekinthető. Az egyes kristályok pedig úgy rendeződnek láncokba, hogy a sejt mágneses momentuma a lehető legnagyobb legyen, tehát a mágneses indukció iránya kristályról kristályra azonos az egész lánc mentén. (Pósfai Mihály, PE)

## Bevezetés

A villámcsapás sújtotta vasdarabok különös, delejes tulajdonságára bizonyára már igen régen felfigyeltek. A mágnes, amellyel a vasat mágnesezni lehetett, már a kínaiak és az ógörögök is ismerték. (A megnevezés a kisázsiai Magnésia-ból, a Magnetes törzs nevéből ered). A mágneses iránytű kb. 1000-ből származó kínai felfedezés. Kolumbuszék is használtak iránytűt, de a hajósoknak még fogalmuk sem volt a működéséről. Felfigyeltek azonban a mágneses észak földrajzi északtól való eltérésére, sőt a hajózás közben tapasztalt irányváltozásokra is. A magyarázatot Gilbert adta meg 1600-ban azzal, hogy rájött: a Föld maga is egy nagy mágnesnek tekinthető. Innen számítva, a geomágnesség kutatása négyszáz évre tekint vissza. Sok mindent megtudtunk már a Föld belsejének működéséről, és a Föld körüli térség jelenségeiről is, de nagyon sok izgalmas és fontos kérdés mindmáig megoldatlan.

A Föld mágneses tere igen kiterjedt és összetett. A felszínen érzékelhető tér domináns forrásai a Föld mélyében, a külső magban kialakuló áramrendszerek. Ehhez az igen lassan változó térhez hozzáadódnak a földkéregbeli kőzetek és az esetleges felszínközeli ferromágneses betelepülések statikus mágneses hatásai, valamint a Föld tágabb plazmakörnyezetében zajló dinamikus folyamatok által okozott elektromágneses térváltozások. A földi elektromágnesség, szerteágazó vonatkozásainak pontosabb megismerése az élet szempontjából is alapvető fontosságú. (A „földi elektromágnesség” alatt nem csak a geomágnességet, hanem a légköri eredetű (általában 1 másodpercnél kisebb periódusidejű) természetes elektromágneses jelenségeket is értjük.)

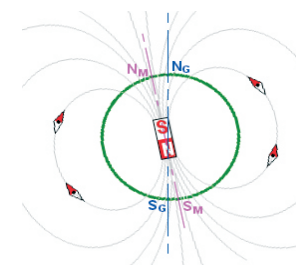
## A Föld mágneses tere

Ha az iránytű nem csak a vízszintes síkban foroghatna, észrevehetnénk tű lehajlását, valamint e hatás földrajzi függését is. A mágnesűre ható forgatónyomaték nagysága úgyszintén változik helyről-helyre, sőt időről-időre is. A mágneses térerősségvektor irányát a deklinációval (a mágneses vektor horizontális komponensének északi iránytól mért eltéréseivel) és az inklinációval (a vízszintes síktól való le- vagy felhajlás szögével) szokás kifejezni, a tér intenzitását pedig a vektor hosszúságával.

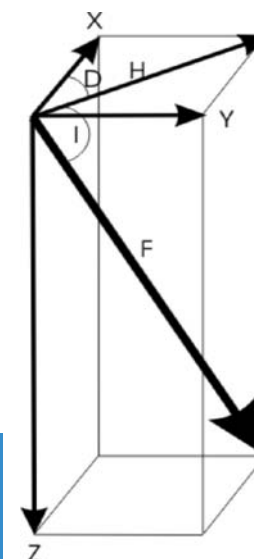
A Föld mágneses tere megközelítően (mintegy 90%-os pontossággal) rúd-mágnes (pontosabban dipólus, azaz két egymáshoz közeli, de egymástól elválaszthatatlan, azonos nagyságú, de ellentétes előjelű „mágneses töltés”) tereként írható le. A térerősség-vonalak a déli geomágneses pólusból kilépve az északi pólus felé haladnak. A dipóltér iránya mintegy 11 fokkal eltér a forgástengely irányától. A térhez további, nem dipólus jellegű összetevők is járulnak.

Az északi póluson a mágnesű függőlegesen lefelé, a délin felfelé mutat. Az északi mágneses pólus a kanadai sarkvidéken 82,3°É földrajzi hosszúságnál és 246,5°K (2004) földrajzi szélességnél található. Az antarktisz partvidék Ausztráliához tartozó részén lévő déli pólus koordinátái: 63,5°D, 138°K (2004). (Figyeljük meg, hogy a két pólus földrajzilag nem átellenes pontokban van. Az aszimmetria a tér geometriai összetettségének egyik kifejeződése. A mágneses pólusok évente 10–15 km-t, de néha többet is vándorolnak.)

A mágneses térvektor hagyományos jellemzői (I: inklináció, D: deklináció, F: totális térvektor, H: vízszintes térvektor) és kapcsolatuk a Descartes-féle koordináta-rendszerben előálló X (északi), Y (keleti), Z (függőleges) komponensekkel. Az F érintke Magyarországon mostanában körülbelül 48 ezer nanotesla körüli, helyről-helyre és időről-időre változó értéke. A deklináció értéke 3 fok (K), az inklináció 64 fok.



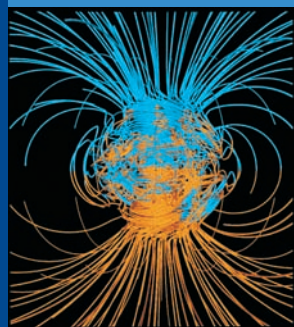
A Föld mágneses terének dipól-összetevője. N: észak, S: dél. M a mágneses, G a földrajzi (geográfiai) pólusokra vonatkozik.





- **A mágneses pólusátfordulások szabálytalanul,**
- átlagosan 250 ezer évenként követik egymást.**
- **A mai állapot 780 ezer éve tart**

Megfigyelték, hogy a földi mágneses tér dipólösszetevője folyamatosan csökken. Ha a csökkenés továbbra is ugyanabban az ütemben folytatódik, a dipóltér 1000–2000 év múlva eltűnhet. A magasabb rendű multipólusösszetevők intenzitása ugyanakkor nő. (A mágneses pólusátfordulás lefolyásáról semmiféle tudományos tapasztalat nem áll rendelkezésre.) Tény az is, hogy műholdas mágneses térképezéssel Afrika déli része alatt 1980–2000 között 8 százalékos tércsökkenést mutattak ki.



A mágneses tér Glatzmeier-féle modellezése

## A geodinamó

A Föld mágneses terének nagy részét a magban működő dinamó-hatás révén keltett elektromos áramok tartják fenn. Paleomágneses mérésekből tudjuk, hogy a Föld legalább 3,5 milliárd éve rendelkezik mágneses térrel. Ugyanakkor az is ismert, hogy újratermelő erők hiányában a Föld mágneses tere – az elektromágneses energia hővé alakulása miatt – 15 ezer év alatt eltűnne. Következésképpen lennie kell egy mágneses teret folyamatosan fenntartó és újratermelő folyamatnak.

A kémiai differenciálódás és a belső radioaktivitás által hajtott anyagáramlás kinetikus energiája a földmagban elektromágneses energiává alakul. Minden bizonnyal az ún. elektromágneses indukció révén: az elektromosan vezető folyadék áramlása mágneses téren keresztül ugyanis saját mágneses térrel rendelkező elektromos áramot indukál. A folyadékáramlás és a mágneses tér kölcsönös geometriai elhelyezkedésétől függően az így generált mágneses tér erősítheti az eredeti mágneses teret. Ebben az esetben a dinamót „önfenntartónak” nevezzük. A geodinamó működése még nem teljesen tisztázott. A folyamatot a meteorológiából és az óceánkutatásból ismert, de azoknál bonyolultabb dinamikus és nemlineáris matematikai egyenletek írják le.

A geodinamó által létrehozott mágneses tér időben is változik, és ezt a változást „szekuláris” (évszázados) változásnak nevezik. Mindez a belső áramlás folytonos változására utal. A pólusátfordulások szabálytalanul, de átlagosan kb. 250 ezer évente követik egymást. A mai állapot több mint 780 ezer éve tart!

- **A Föld belső dinamikája által létrehozott**
- mágneses tér védelmet nyújt a napszél ellen**
- 

## Az ionoszféra

Az ionoszféra a légkör 60–600 km közötti magasságtartományt átfogó, napsugárzás által ionizált része. Befolyásolja az elektromágneses hullámok terjedését, így a rádiózást is. Az itt folyó áramok közül a 24 órás geomágneses változásokat okozók a legjellegzetesebbek.

Ennek az oka az, hogy a Föld forgása következtében a légkört a Nap felől 1 napos periodicitású differenciális fűtés éri. A napos oldalon a légkör kitágul, az éjszakain összehúzódik. Ehhez a változáshoz hozzáadódik az ún. légköri árapály (azaz a Hold gravitációs vonzása a forgó Föld légkörére). E kétféle periodikus erő kombinációja szeletet gerjeszt az ionoszférában. Az elektromos részecskeáramlás mágneses tere a Föld mágneses terében jellegzetes napi változást okoz. Földi magnetométer-hálózattal ez a mágneses térváltozás megmérhető, sőt feltérképezhető az ionoszférában folyó áramok is.

## A Föld magnetoszférája

A magnetoszféra a Föld légkörének az ionoszféra fölötti, legkülsőbb része. A töltött részecskék mozgását ezen belül alapvetően a földi mágneses tér határozza meg. A magnetoszféra külső határfelülete a Napból eredő részecskeárammal (az ún. napszéllel) való kölcsönhatásban alakul ki: A napszélnek a geomágneses térre kifejtett nyomása következtében a magnetoszféra a Nap felőli oldalon mintegy tíz földugárnyira összenyomódik, az ellentétes oldalon pedig legalább 100 földugárnyira nyúlik el. A saját mágneses térrel nem rendelkező bolygóknak nincs magnetoszférájuk. A napszél ilyenkor akadálytalanul érhet a felszínre.



Elektromos áramok az ionoszférában, a nappali oldalon



TRACE 195 angstrom-os kép (felső rész) és modellezett mágneses térerősség a 2002. május 27-i napkitörésről

A naptevékenység és a földi éghajlati változások

közötti lehetséges kapcsolat intenzív kutatások tárgya.

Tény, hogy a középkori „kis jégkorszak” (kb. 1645–1715)

naptevékenységi minimummal esett egybe

## Mágneses viharok

Dinamikáját tekintve a magnetoszféra legtöbbször ún. kvázi-stacionárius állapotban van, kis hatással van a földi térre. Esetenként azonban a globális magnetoszférikus folyamatok intenzívebbé válnak, melyek mágneses hatásai az ionoszférán, mint szűrőn keresztül a felszínre vetülnek. E változások a földi mágneses regisztrátumokban gyors, szabálytalan változásokban nyilvánulnak meg.

A megnövekedett mágneses tevékenységet a meteorológiából kölcsönvett fogalommal „mágneses vihar”-nak nevezik. A Nap által kialakított interplanetáris feltételeknek megfelelően a napszél és a geomágneses tér közötti nyomásegyensúly igen érzékeny.

A napszél sebesség- és sűrűség-perturbációi a magnetoszférában ún. magnetohidrodinamikai hullámokat keltenek. Az ún. fler-ek (koronakitörések) következtében a napszélben ébredő lökeshullámok jellemzően 24–36 óra késéssel elérhetik a földi magnetoszférát. Ekkor a magnetoszférában magneto-hidrodinamikai hullámok keletkeznek, melyek hatásai közvetetten a felszíni mágneses komponensekben is érzékelhetők. Ha a napszél által hordozott mágneses térnek van déli irányú komponense, akkor a nappali oldalon a földi és a szoláris eredetű erővonalak összekapcsolódása révén nagy mennyiségű részecske és energia injektálódik a magnetoszférába.

A folyamat következményeként a belső magnetoszférában kialakuló, a Földet körülölelő gyűrűáram mágneses tere napokra számottevő mértékben lecsökkenti a felszínen mérhető totális mágneses teret. Ezt a jelenséget nevezzük geomágneses viharoknak.

A lassú térváltozások által keltett elektromágneses tér a Föld mélyébe is behatol, ami a (magneto)tellurika alapját képezi (ld. 6. füzet).

## Történelmi összefoglaló (Kr. e. 600–Kr. u. 2000)

Kr. e. 600 körül: Thales leírása a mágnességről

1000 körül: az iránytű felfedezése Kínában

1190: az iránytű első európai említése

1269: Petrus Peregrinus felfedezi a mágnes dipólus tulajdonságait  
15–16. század: adatok a deklinációról, az inklinációról és a szekuláris változásokról

1581: az inklináció felfedezése (Norman)

1600: Gilbert: „*de Magno Magnete Tellure*”

1610: a napfoltok felfedezése (Galilei, Fabricius és Schneier, egymástól függetlenül)

1634: a deklináció lassú időbeli változásának felfedezése (Henry Gellibrand)

1699: az első mágneses térképezés (Halley)

1722: a deklináció napi változásának felfedezése (Graham)

1741: mágneses perturbációk felfedezése a sarki fényövben (Graham és Celsius, egymástól függetlenül)

1777: a Coulomb-törvény

1806–1807: mágneses viharok észlelése (Humboldt)

1820: az elektromos áramok mágneses terének leírása (Oersted)

1820: az Ampère-törvény

1831: Faraday-féle indukciós törvény; az északi mágneses sark elérése (The Rosses and Sabine)

1830-es évek: Humboldt kezdeményezése obszervatóriumok létesítésére

1834: a geomágnesség matematikai leírása (Gauss)

1843: a napfoltciklus létezésének első bizonyítéka (Schwabe)

1852: felfedezik, hogy a geomágneses viharok követik a napfoltokat

1859: az első napkitörés, majd egy nagy mágneses vihar észlelése (Carrington)

1864: megszületnek James Clerk Maxwell elektromosságot és mágnességet elektromágnességgé egységesítő egyenletei

1882–83: az első Nemzetközi Sarki Év

1892: színeképek a napról (Hale, valamint a kalocsai Haynault obszervatóriumban Carl Braun, majd Fényi Gyula)

1896: a Zeeman-vonalak

1903: a sarki mágneses viharok kimutatása; a sarki fény magyarázata a Napból érkező elektronsugarakkal (Birkeland)

1906: Bernard Brunhes fordítottan mágnesezett kőzetet talál

1908 Zeeman-vonalakkal kimutatják, hogy a napfoltok erősen mágnesesek (Hale)

1909: a déli mágneses sark elérése az Antarktisz szélén (Mawson)

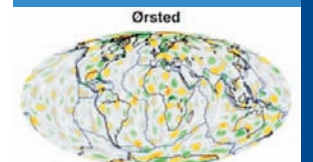
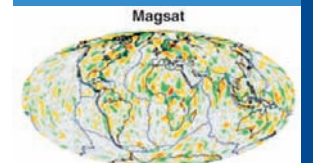
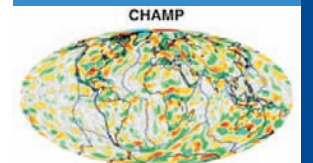
1912: a mágneses viharok magyarázata a Föld körül folyó

„gyűrűáramok” révén (Schuster)

1919: a napfoltok mágneses terét önfenntartó dinamo élteti (Larmor)

1929: bizonyítást nyert, hogy a fordítottan mágnesezett kőzetek a Föld fordított mágneses polaritásának időszakában jöttek létre (Matuyama)

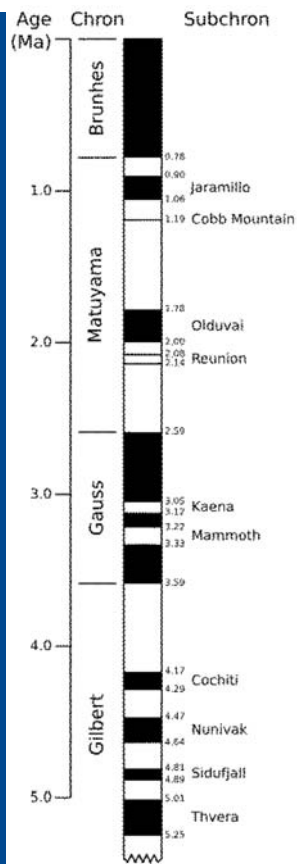
1930: a mágneses viharok okozói a Napból eredő plazmafelhők, amelyek körülölelik a Föld mágneses terét (Chapman és Ferraro)



Műholdas kéreganomália-térképek

Napkitörés 2003. november 4.,  
19:48 (UT)  
(Forrás: NASA)





Normális (fekete) és fordított (fehér) mágneses polaritási időszakok, millió (Ma) évben kifejezve, a legutóbbi 5 millió évben. A jelenlegi (Brunhes) időszak kb. 780 ezer éve tart

1932–33: a második Nemzetközi Sarki Év  
 1933: az önnfenntartó dinamók nem lehetnek tengelyszimmetrikusak (Cowling)  
 1951: izlandi lávaközeteken pólusátfordulásokat mutattak ki (Hospers)  
 1952: a mágneses térátfordulások magyarázata pólusvándorlással (Runcorn)  
 1955: rádiójelek észlelése a Jupiterről (Franklin és Burke); a Nap toroidális tere erősítheti a poloidális teret (Parker)  
 1957–58: a Nemzetközi Geofizikai Év  
 1957: Szputnyik 1 és 2; a gyűrűáramot csapdázódott kisenergiájú részecskék okozzák (Singer)  
 1958: az Explorer 1 és 3 felfedezi a belső sugárzási övet (Van Allen); napszél létezésének megjelölése (Parker)  
 1959: a „Magnetosphere” (magnetoszféra) szó megalkotása (Gold); a Jupiter rendelkezik sugárzási övvel (Drake)  
 1961: a földkéreg az óceánközépi hátságoktól kiindulva terül szét (Hess és Dietz); mágneses erővonal-átkötődés és plazmaáramlás feltételezése a magnetoszférában (Dungey, Axford és Hines); elmélet a napfoltciklusról (Babcock)  
 1962: bebizonyosodik, hogy az óceánaljzaton a sávosan váltakozó mágneses anomáliákat az aljzat szétterülése és a pólusátfordulások sorozata együttesen hozza létre (Morley, Vine és Matthews); az Explorer 12 áthaladt a magnetopauzán; a Mariner 2 napszélterképezést végzett  
 1963: az IMP 1 fellövése, amely feltérképezte a Föld mágneses csóvját; a Vanguard 3 az űrből térképezte a Föld belső eredetű mágneses terét  
 1964: a mágneses viharok analízise (Akasofu, Meng et al.); megoldás a kinematikus dinamó problémájára (Braginsky)  
 1965: elkészül az óceánaljzat mágneses térképe, amely az óceánközépi hátságoktól kiindulva szimmetrikusan elhelyezkedő sávanomáliákat mutat (Heirtzler)  
 1966: az alfa-dinamó (a Parker-modell általánosítása, Steenbeck et al.)  
 1969: a Föld és az űr közötti „Birkeland-áramok” rendszerének feltételezése (Schielis, Dessler és Freeman)  
 1971–72: mágneses térképezés a Holdon (az Apollo 15-ről és 16-ról indított Hold körüli szatellitakkal)  
 1972: „koronalyukak” észlelése (OGO 7, majd 1974-ben a Skylab)  
 1973: a Pioneer 10 áthalad a Jupiter magnetoszféráján, majd 1974-ben a Pioneer 11, 1979-ben a Voyager 1 and 2, 1995-ben a Galileo)  
 1974: térkép a sarki Birkeland-áramokról (Zmuda and Armstrong)  
 1974: a Mariner 10 elrepül a Merkúr mellett, és észleli annak mágneses terét  
 1975: a dinamóhatás laboratóriumi demonstrálása (Lowes és Wilkinson)  
 1981: az első precíziós űrtérkép a Föld geomágneses teréről (Magsat)  
 1994: gyors napszél észlelése a Nap déli pólusa fölött (Ulysses)  
 1997: a „Mars Global Surveyor” felfedezi a marsi kéreg mágneseszettségét  
 1997: numerikus modell készül a geodinamóról és annak átfordulásairól (Glatzmaier et al.)  
 1999: „Oersted” műhold elkezd térképezni a Föld mágneses terét

A szakterület legközelebbi világkonferenciáját

Magyarországon tartják.

A világ „geomágneses fővárosa”

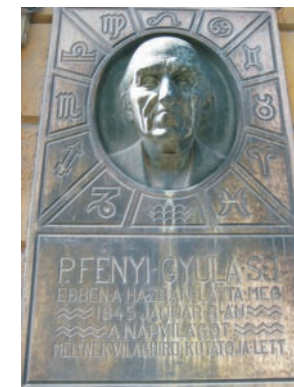
2009-ben: Sopron

## Magyarok a geomágnesség kutatásában

A magyar kutatók közül Hell Miksa (1720–1792) és Fényi Gyula (1845–1927) – mindketten jezsuita szerzetesek (a jezsuiták világszerte vezető szerepet játszottak a geomágnesség jelenségének kutatásában: számos obszervatóriumot tartottak fenn, többek között a kalocsait is) –, valamint a református Konkoly Thege Miklós (1842–1916) nevét kell feltétlenül megemlíteni. Magyarországon 1870-ben jött létre az Országos Meteorológiai és Földdelejtességi (később: Földmágnességi) Magyar Királyi Központi Intézet: Konkoly is volt ennek igazgatója. Az ő birtokán kezdődtek el Magyarországon a geomágneses észlelések. Az ógyallai (Hurbanovo, Szlovákia) mágneses mérések 1893-ban indultak be. A valamikori ógyallai és a kalocsai obszervatórium világhírű volt a napfizikai obszervatóriumok között. A debreceni Napfizikai Obszervatórium (1958) a történelmi napfolt-megfigyelésekről fényképes adatbázist készített (<ftp://fenyi.solarobs.unideb.hu/pub/HSID/>).

A geomágnesség (a földi elektromágnesség) jelenségeit megfigyelő obszervatóriumok Magyarországon: MTA Széchenyi István Geofizikai Obszervatórium (MTA GGKI, Sopron, 1957–), [www.ggki.hu](http://www.ggki.hu); Tihanyi Geofizikai Obszervatórium (ELGI, Budapest, 1954–) [www.elgi.hu/newwww/index.php?akt\\_menu=304](http://www.elgi.hu/newwww/index.php?akt_menu=304)

Az MTA tagságából Schenzl Guidó, Xantus János, Eötvös Loránd, Frölich Izidor, Gothard Jenő, Bodola Lajos, Kövesligethy Radó, Steiner Lajos, Pekár Dezső, Fekete Jenő, Tárczy-Hornoch Antal, Kántás Károly, Egyed László, Barta György, Ádám Antal, Verő József, Márton Péter munkássága kötődik e tudományterülethez. Aujeszký László, Bencze Pál, Flórián Endre, März Ferenc, Mártonné Szalay Emőke, Nagy Zoltán, Réthly Antal, Takács Ernő életműve szintén említést érdemel.



A Fényi Gyula szülőházán (Sopron, Szentlélek u. 3.) elhelyezett emléktábla szövege: „Ebben a házban látta meg 1845. január 8-án a napvilágot, melynek világhírű kutatója lett”

Konkoly-Thege Miklós (balra) Kövesligethy Radóval

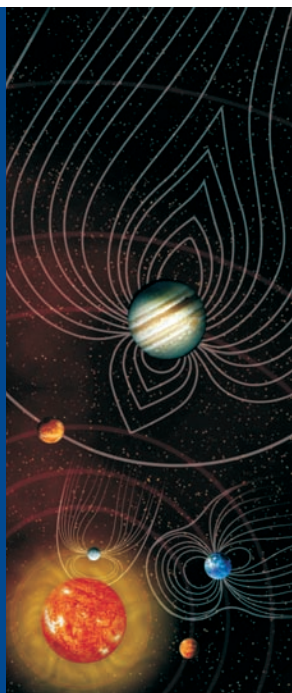


## Szemelvények az űridőjárásról

A Nap magfúziós folyamatában kiindulási hidrogén-tömegnél 0,7 százalékkal kevesebb tömegű hélium képződik. E tömeghiány energia formájában szabadul fel. A folyamat mintegy ötmilliárd éve tart (másodpercenként 4 millió tonna hidrogént héliummá alakítva!) és a hidrogénkészlet még további mintegy 5 milliárd évre elegendő. A napkitörések a Nap atmoszféráját a maghőmérsékletnél is nagyobb hőmérsékletűre (kb. 50 millió fokra) fűthetik fel. A napkitörés hatásának (az ún. napszélnek) a terjedési sebessége óránként akár 10 millió kilométer is lehet (ilyen sebességgel kb. 15 óra alatt éri el a Föld magnetoszféráját). A napkitörések „geomágneses viharoknak” nevezett rendellenességeket idéznek elő a Föld mágneses terében.

Az első napkitörést 1859-ben észlelték: két csillagász is épp a kellő pillanatban nézett a Napba.

- A napfoltok összterülete a Föld teljes felszínének akár háromezer-százszorosa is lehet.
- Egy átlagos napkorona-kitörés több millió kilométer kiterjedésű lehet, de tömege nem haladja meg egy kisebb földi hegységét.
- 1999. május 10–12. között a napszél sebessége és sűrűsége a földpálya aktuális pontján átmenetileg olyan alacsony értékre csökkent, hogy a Föld magnetoszférája többszörösére tágult.
- A legerősebb sarki fény teljesítménye eléri az 1 trillió wattot.
- Az 1989. március 13-i geomágneses vihar a kanadai Quebec tartományban óriási áramszünetet okozott.
- Intenzív napkitörések idején az űrhajósok felvillanó fénycsíkokat látnak, amelyeket a szemgolyón átsűrítő nagyenergiájú részecskék okoznak.
- A marsi utazások legnagyobb kockázatát az esetleges napkitörések jelentik.
- A legutolsó napfoltciklus során a műholdas technológiában kb. 1 milliárd dollárnyi anyagi kár keletkezett.



A Naprendszer belső bolygóinak mágneses tere  
(Forrás: [www.iby2007.org](http://www.iby2007.org))

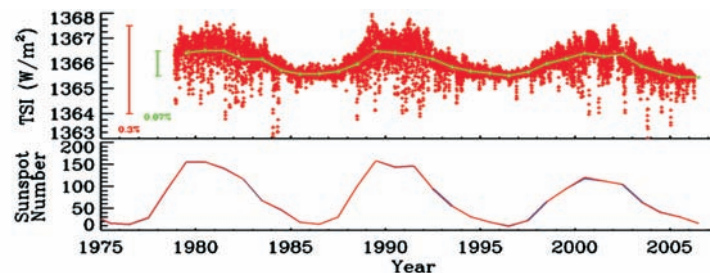
## A Naptevékenység és a Föld éghajlata

A napfoltok száma és az éghajlat alakulása között összefüggésre az ún. „középkori kis jégkorszak”-nak nevezett hideg periódus és az ún. Maunder-minimum egybeesése hívta fel a figyelmet. A Maunder-minimum időszakában, azaz 1645–1715 között nem, vagy alig volt napfolt a Nap felszínén. A Nap földi éghajlatra kifejtett hatásának mechanizmusát a mai napig nem sikerült kideríteni. Több lehetséges magyarázat is felmerült:

1. A napállandó változása. A napállandó (a Föld közepes naptávolságában a Napra merőleges  $1 \text{ m}^2$ -es felületen egy másodperc alatt áthaladó energia mennyisége, kb.  $1370 \text{ W/m}^2$ ) a 11 éves napfoltciklus alatt azonban csak alig (0,1%-ot) változik, ezért igen kétséges, hogy ez lenne az oka a földi éghajlatváltozásnak. A sugárzási spektrum viszont némileg módosulhat, pl. az ibolyántúli sugárzás időnként megerősödhet.

2. A fokozott naptevékenység a galaktikus kozmikus sugárzást a Földön csökkenti. Kevesebb felhőkondenzációs mag, következésképpen pár százalékkal kevesebb felhő alakul ki, ami melegebbé teheti a Földet, hiszen több napsugárzás érheti el akadálytalanul a felszínt.

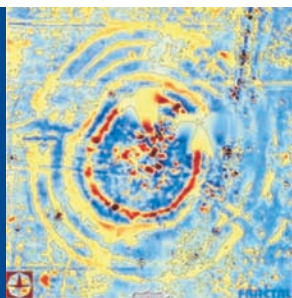
Érdekes, hogy a páratlan minőségű Stradivari hegedűk gyártási ideje a Maunder-minimum végére esett. Egy lehetséges magyarázat szerint a középkori kis jégkorszakban a lassabban növekedő itáliai fenyők különleges szerkezetűek voltak.



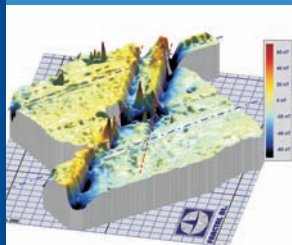
Sopronból fényképezett „vörös lidérc” (villámlással együtt járó magaslégtörési fényjelenség, „sprite”) Észak-Olaszország fölött, 2008. augusztus 7-én (hamis színes felvétel)

A napállandó és a napfoltszám ingadozása 1975–2006 között. A napfolt minimum 2008 őszén is tart (Forrás: NASA)





Polgár-Csőszhalom mágneses képe (Forrás: Pusztai Sándor, Fraknál Bt.)



Nagyfelbontású földmágneses kutatás eredménye (a mágneses indukció eloszlása egy kb. 4 km<sup>2</sup>-es területen) Püspöksziget környékén. Kék pont-vonalak: párhuzamos patakok. A mágneses anomáliák  $\pm 80$  nanotesla tartományban vannak. (Pusztai Sándor, Fraknál Bt.)

## A geomágneses kutatás haszna

### *Természeti kockázatok megismerése, mérséklése*

Az űridőjárás hatásai károsíthatják a műholdas rendszereket, zavarhatják a műholdas kommunikációt, GPS pozícionálási hibát okozhatnak, műholdpálya-módosulást idézhetnek elő, zavarhatják, sőt megszakíthatják a rádiós távközlést, távvezetékekben és csővezetékekben indukált áramokat hozhatnak létre (áramszünetet, ill. csővezeték-korróziót idézve elő).

A vulkánok és földrengések megfigyelésében, esetleges előrejelzésében a különféle geo-elektromágneses geofizikai módszerek – valamint újabban műholdas megfigyelések – játszanak szerepet

### *Környezeti vizsgálatok*

A múltbeli és jelenkori globális változások kutatása; a globális hőmérséklet és naptevékenység változásai közötti kapcsolat kutatása; a földfelszín alatt a szennyező anyagok terjedésének nyomon követése; a víztározók eliszaposodásának, a vizek sótartalmának feltérképezése; a felszín alatt szemmel nem látható mesterséges tárgyak (pl. elfeledett hulladékgyűjtőhelyek vagy régészeti emlékek) megkeresése

### *Földtani kutatások*

Tektonikai rekonstrukció; tektonikai mozgások; a földkéreg és közetének tulajdonsága; rétegsorok, kőzetek, óceánaljzat és magmák korának meghatározása

### *Ásvány- és szénhidrogénkutatás*

A felszín alatti földtani szerkezetek feltérképezése és modellezése; rétegtan; üledékes kőzetek és az ásványosodás kor meghatározása; szénhidrogének képződése; irányított fúrások

### *Tájékozódás, pozícionálás*

Mágneses korrekciók, iránymeghatározás; műholdak orientációja; útjelző és észlelő rendszerek; biomágnesség, állatok tájékozódása

### *Egészségvédelem*

A mágneses terek emberi szervezetre gyakorolt hatása; űrhajósok és nagy magasságban közlekedő repülőgépek utasainak sugarterhelése; az elektromágneses biomágneses hatása

## IAGA

A Nemzetközi Geomágnességi és Aeronómiai Egyesület (International Association of Geomagnetism and Aeronomy) kb. 70 ország kétezernyi kutatójából álló hálózat; az IUGG (a Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió) legnagyobb leányegyesülete. Az IAGA tevékenysége lefedi a szilárd Föld mágnességét, a közép- és felsőlégkör jelenségeit – az aeronómiát, az ionoszféra és a magnetoszféra fizikáját, valamint a Nap, a bolygók és az üstökösök fizikáját. Saját tudományos világkonferenciát négyévente tartja (az IUGG nagygyűlések között). Az IAGA 11. tudományos világkonferenciára 2009. augusztus 23–30. között, Magyarországon, Sopronban, az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet szervezésében kerül sor. A konferencia honlapja: [www.iaga2009.sopron.hu](http://www.iaga2009.sopron.hu)

### *Ismeretterjesztő irodalom*

- 100 éves az Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, a világ első gyakorlati geofizikai kutatóintézete. A mágneses tér észlelése – tihanyi geofizikai obszervatórium. [www.elgi.hu/100/STIHANY1.PDF](http://www.elgi.hu/100/STIHANY1.PDF)  
Kis Károly, 2003, 2007: Általános geofizikai ismeretek, ELTE Eötvös Kiadó, 253–350.  
Márton Péter, 2004: A paleomágneses (földmágneses) időskála. Magyar Tudomány, 2004/7. szám, 738–742.  
Pusztai Sándor, 1998: A mágneses tér vizsgálata. Természet világa, 1998, 10. szám  
Stern, David P., 2000: The Great Magnet, the Earth, [www.phy6.org/earthmag/demagint.htm](http://www.phy6.org/earthmag/demagint.htm)  
Szarka László, Verő József, Wesztergom Viktor, 2003: Hírek és rémhírek a geomágneses pólusátfordulásról. Ezredforduló, 2003. 1. szám  
Verő József, 1998: Földön kívüli geofizika. Természet Világa, 1998. 1. rész. A Nap-Föld-fizika létrejötté 106. o. (3. sz.); 2. rész. Az Akadémia Széchenyi István Geofizikai Obszervatóriuma Nagycenken 171. o. (4. sz.).

## Feladat

Mennyi a mágneses térerősség értéke a villámástól 20 m-re a villámcsapás pillanatában, ha a villámot egy  $10^4$  amper erősségű áramot szállító függőleges vezetéknek tételezzük fel? (Az állandó geomágneses tér értékének nagyságrendjébe eső eredményt fogunk kapni. Érdemes megjegyezni, hogy a mesterséges mágneses terek intenzitása általában sokkal nagyobb, mint a természetes tereké.)



**Szerkesztette:**  
Szarka László

### **Felhasznált anyagok:**

Bór József (*sprite*),  
Lemperger István (*interplanetáris tér*),  
Pósfai Mihály (*mágneses baktériumok*),  
Pusztai Sándor (*régészeti és környezeti geomágnesség*),  
Wesztergom Viktor (*Nagycenk*)

### **Köszönetnyilvánítás:**

Ádám Antal,  
Koppán András,  
Szendroi Judit,  
Verő József

**Beküldési  
(beérkezési)  
határidő:**

2009. január 31.

### **Beküldés módja:**

levélben vagy  
e-mailben

**Cím:** Rokob Krisztina  
(NYME Környezet- és Földtudományi Intézet)  
9400 Sopron  
Csatnai u. 6–8.

**E-mail:** [rokob@ggki.hu](mailto:rokob@ggki.hu)